

ISBN : 978-623-92199-0-1



PROSIDING

SoBAT

**Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik
Ke-1**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SANGGA BUANA**

2019

PROSIDING
SEMINAR SOBAT ke-1
(Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik)
“Kontribusi Civitas Academica dalam Pengembangan Technopreneurship untuk USB
YPKP Berintegritas”

Pelindung : Dr. H. Asep Effendi, SE., M.Si., PIA, CFrA, CRBC
Tim Pengarah : 1. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT.
2. Memi Sulaksmi, SE., M.Si.
3. Dr. H. Deni Nurdyana Hadimin, Drs., M.Si., CFrA
Penanggung jawab : Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.

Panitia Pelaksana

Ketua : Dr. Erna Garnia, SE., MM.
Tim Pelaksana : 1. Dr. Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.
2. Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.
3. Kusmadi, ST., MT.
Publikasi : 1. Deden Rizal R., SE., ME.
2. Asep Joni, ST.
Tim Pendukung : 1. Ae Suaesih, SE., M.Si.
2. Siti Sa'adah, S.Ab.
3. Noviani Dewi

Reviewer

Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.
Dr. Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.
Deden Rizal R., SE., ME.
Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.
Kusmadi, ST., MT.

Editor

Deden Rizal R., SE., ME.

Penerbit

LPPM USB YPKP

Gedung A Lantai 2,
Universitas Sangga Buana YPKP
Jl. P.H.H. Mustofa No. 68, Bandung
Tlp. (022) 7275489, 7202841
Email : lppm@usbypkp.ac.id

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan hidayah-Nyalah seminar SoBAT ke-1 dapat terselenggara pada hari Rabu, 9 Oktober 2019 di kampus Universitas Sangga Buana Bandung. Seminar SoBAT merupakan seminar internal pertama mencakup bidang sosial politik, bisnis, akuntansi dan teknik. Tema yang diusung adalah “Kontribusi Civitas Academica dalam Pengembangan Technopreneurship untuk USB YPKP Berintegritas.

Tujuan seminar ini adalah dalam rangka membangun academic atmosphere di lingkungan Universitas Sangga Buana melalui penelitian dan publikasi karya ilmiah. Kegiatan ini merupakan ajang silaturahmi para peneliti yang diikuti dari berbagai kalangan yaitu calon wisudawan, alumni serta dosen Universitas Sangga Buana. Diharapkan seminar ini memberikan manfaat dalam menumbuhkan budaya meneliti dan meningkatkan publikasi serta dapat memberikan kontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan maupun manfaat praktis bagi masyarakat.

Atas terselenggaranya seminar SoBAT ke-1, kami mengucapkan terimakasih kepada pimpinan Universtias Sangga Buana, panitia, peserta dan para penulis yang telah berkontribusi menyampaikan karya tulisnya.

Akhir kata, semoga penelitian dan publikasi dapat mendorong semangat dosen dan peneliti untuk terus berkarya serta Allah swt selalu meridhoi segala upaya kita untuk terus memberikan karya terbaik.

Bandung, Oktober 2019

Panitia Seminar SoBAT

DAFTAR ISI

Kata Pengantar i

Daftar Isi..... ii

Bidang Teknik

Kajian Eksperimental Terhadap Penggunaan Batu Kapur Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton Normal

(Hevita Deviyanti, R. Didin Kusdian, Bakhtiar AB)..... 1

Penelitian Uji Laboratorium Pengaruh Penambahan *Polyvinyl Acetate* pada Campuran Beton Terhadap *Workability* dan Kuat Tekan Beton

(Serli Ardelia, R. Didin Kusdian, Bakhtiar AB) 13

Uji Laboratorium Kekuatan Tekan Beton dengan Menggunakan Pasir Pantai Tanjung Batu – Sorong

(Margeretha kambu, R. Didin Kusdian) 24

Pengaruh Penggunaan Pasir Sedimen Sungai Citarum seagai Substitusi Agregat Halus pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton

(Anitasari Ekaputri, R. Didin Kusdian, dan Bakhtiar AB) 31

Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n dan Penggantian Sebagian Semen dengan Fly Ash Dalam Variasi 15%, 20%, dan 25% Terhadap Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi

(Ganira Raynaldi, R. Didin Kusdian)..... 44

Uji Laboratorium Upaya Peningkatan Kuat Tekan Bebas dan Permeabilitas Tanah Liat yang Distabilisasi dengan Kapur dan Fly Ash

(Adi Mardian Eka Pratama, Didin Kusdian)..... 55

Pengaruh Campuran Sulphonated Naphthalene Formaldehyde (SNF) Superplasticizer Powder dan Bottom Ash Sebagai Campuran Semen Terhadap Kuat Tekan Beton

(Didin Kusdian, Herdy dianna)..... 64

Kajian Pengaruh Penambahan Kalsium Karbonat Sebagai <i>Microfiller</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer (Sara Manar Haq, Yushar Kadir).....	78
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Pasir Pantai Batu Hiu Sebagai Agregat Halus dan Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar dengan Kadar <i>Polyester</i> 60% (Apep Saepulloh, Muhammad Ryanto)	85
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Campuran Dua Tipe Komposisi Agregat Kasar (Mhd. Rizki Tambunan, Muhamad Ryanto)	94
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu, Kelereng serta Kerikil Sebagai Agregat dengan Kadar <i>Polyester</i> 60% (Carban, Muhammad Ryanto).....	101
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran sebagai Pengganti Agregat Halus dan Komposisi Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar <i>Polyester</i> 50% (Regi Azis Sayogi, Muhammad Ryanto).....	110
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Penggunaan Agregat Kasar Berbagai Acuan Komposisi Gradasi (Josua Riantomy, Muhamad Ryanto).....	120
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Menggunakan Genteng Bekas dan Batu Pecah Sebagai Material Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan (Lucky Hendy Widjaya, Muhammad Ryanto)	126
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Pemanfaatan Kelereng sebagai Pengisi Beton Terhadap Kuat Tekan (Jaka Setiaji, Muhammad Ryanto).....	137
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran, Kombinasi Agregat Klereng, Kerikil dan Mortar Polimer dengan Kadar 50% <i>Polyester</i> (Parsino, M.Ryanto).....	148

Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Menggunakan Pasir Pantai Cikembulan Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar dengan Kadar Polimer 50% (Rivaldy Nurhanifan)	157
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer dengan Menggunakan Agregat Batu Pecah dan Pasir Pantai Batu Karas Sebagai Media Pengisi Beton dengan Kadar Polyester 70% (Anggi Rohyadi, Muhammad Ryanto)	166
Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar dengan Kadar <i>Polyester</i> 60% (Lukman Nurhadi, Muhammad Ryanto)	176
Simulasi Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng dengan Menggunakan Program <i>Geostudio Slope/W</i> 2012 (Suryadi, Chandra Afriade Siregar)	185
Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Dinding Penahan Beton Bertulang Tipe Kantilever dan <i>Sheet Pile</i> Tanah dengan Rogram <i>Plaxis 2d V.8.6</i> Dan Metode Fellenius (Studi Kasus Proyek Perbaikan Lereng Sungai Cihideung, Desa Ranjeng, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang) (Ferdinandes Dwi Jaya N, Jaya Giri, Chandra Afriade Siregar)	191
Analisis Susut Umur dan Sisa Umur Operasional Transformataor Daya (Studi Kasus Trafo Distribusi 500 kVA PT. PLN Distribusi Rayon Banjaran) (Firmansyah Ramdan Mulyana, Ivany Sarief)	204
Rancang Bangun Robot Pengikut Garis Berbasis Arduino dan Menggunakan Sensor Inframerah (Riki Bagja, Hardi Purnama Nurba)	216
Analisis Keluhan Kerja dengan Menggunakan Metode <i>Nordic Body Maps</i> (NBM) Untuk Mencegah Musculoskeletal Disorder (MSDs) (Studi Kasus pada Pekerja Produksi PD. Setiabudhi Mandiri Bandung) (Sukmastuti, Ade Geovania Azwar)	235
Analisa Poros Roda Truk Kapasitas Gross Vehicle Weight 8 Ton (Rosyid Ridho)	244
Upaya Peningkatan Nilai Audit Operasional dari Aspek <i>Quality</i> di PT. Food Beverages Indonesia (<i>Chatime</i>) Menggunakan Metode <i>Seven Tools</i> (Adi Aang, Rodiah)	257

Analisis Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Konsumen di Toko Station Mode Bandung (Indra Nugraha, Inayati Nasrudin)	270
Penentuan Waktu Setup Produksi Kain Type F205 Menggunakan Metode Single Minute Exchange Of Die Trisula Textile Industries Tbk (Dara Puspita Sari, Nurwathi)	279
Analisis Tingkat Kelelahan pada Pekerja Shift Departemen Finishing PT. Grand Textile Industry (Mohamad Azis Hakistian, Ade Geovania)	291
Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah Berkapasitas 20 Kg /Jam (Rafly Theo Tampaty).....	300

Bidang Ekonomi

Analisis Perbandingan <i>Return</i> dan Risiko Saham Antara Sektor Manufaktur dan Jasa (Karina Sallya Irawan, Erna Garnia).....	311
Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan pada PT. Lottemart City Link Bandung (Ae Suaesih, David Adam Nainggolan).....	316
Analisis Nilai Transaksi, Volume Perdagangan dan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Indeks LQ45 Periode 2013-2017 (Ayudita Fiana, Tahmat)	322
Pengaruh Ukuran Perusahaan & Arus Kas Operasi Terhadap <i>Real Earning Management</i> (Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur Subsektor Makanan & Minuman yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2014 – 2016) (Foni Tri Septiyanti, Sukadwilinda, Tevi Leviany)	334

BIDANG TEKNIK

KAJIAN EKSPERIMENTAL TERHADAP PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON NORMAL

Hevita Deviyanti¹, R. Didin Kusdian² dan Bakhtiar AB³

^{1,2,3}Program Studi Strata Satu Teknik Sipil USB-YPKP, Bandung

e-mail: hevitateviant12@email.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan komposisi serbuk batu kapur 20%, 30%, dan 40% terhadap semen dalam campuran beton. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan jumlah benda sebanyak 8 buah. Mutu beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14.5 MPa. Uji kuat tekan dilakukan terhadap benda uji beton umur 7 hari dan umur 14 hari. Berdasarkan hasil penelitian beton umur 14 hari diperoleh bahwa nilai kuat tekan paling tinggi terdapat pada beton batu kapur 40% sebesar 18.67 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton terendah di dapat pada beton normal sebesar 14.22 MPa. Mutu beton normal umur 7 hari yang digunakan sebagai pembandingan terhadap beton dengan campuran batu kapur hanya sebesar 13.33 Mpa.

Kata kunci : beton, kuat tekan, serbuk batu kapur.

ABSTRACT

The study used a composition of 20%, 30%, and 40% limestone powder on cement in a concrete mixture. The test specimen used in the form of cubes increased by 15 cm x 15 cm x 15 cm with a total of 8 objects. The quality of concrete used in this study was 14.5 MPa. Compressive strength test is performed on concrete specimens aged 7 days and 14 days old. Based on the results of the 14 day age concrete research, the highest compressive strength value of 40% limestone is 18.67 MPa. While the lowest compressive strength value of normal concrete is 14.22 MPa. The normal quality of 7 days old concrete that is used as a comparison of concrete with a mixture of limestone is only 13.33 MPa.

Keywords: concrete, compressive strength, limestone powder.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara terpadat nomor empat di dunia. Dengan jumlah total populasi sekitar 260 juta penduduk. (Penduduk Indonesia, 2017) Berdasarkan data tersebut disimpulkan bahwa Indonesia memiliki penduduk yang cukup banyak. Pertumbuhan penduduk ini mempengaruhi kebutuhan tempat tinggal.

Beton menjadi salah satu bahan yang digunakan untuk membangun tempat tinggal. Dibandingkan dengan bahan papan, bahan beton lebih mudah didapat, mudah dibentuk dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Selain itu, harga beton lebih murah jika dibanding dengan baja.

Pada tahun 1980an beton mutu tinggi banyak digunakan untuk bangunan tingkat, terutama

untuk element struktur kolom. Maka dari itulah penulis akan meneliti tentang beton dengan memanfaatkan batu kapur sebagai bahan tambah pada campuran beton pada beton normal.

Material yang dibutuhkan dalam campuran beton antara lain semen, pasir, kerikil, air, semen dan batu kapur. Dengan adanya batu kapur disini untuk menguji seberapa besar pengaruh batu kapur untuk membuat beton normal dengan kualitas beton setara bahkan lebih untuk mutu beton yang di inginkan.

KAJIAN EKSPERIMENTAL TERHADAP PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON NORMAL.

TINJAUAN PUSTAKA

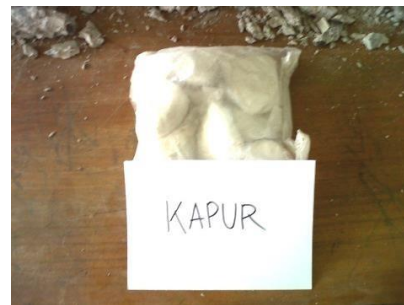
A. Pengaruh Bahan Tambahan

Bahan tambah merupakan bahan selain pokok beton (air, batu kapur, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada campuran beton. Bertujuan untuk mengonversikan satu atau lebih dari sifat- sifat beton dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah harusnya berguna jika telah dipertimbangkan dengan cermat tentang pengaruhnya terhadap beton, tentunya dalam kondisi dimana beton bisa dipergunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dengan jumlah relatif sedikit, dan harus di dukung dengan pengendalian yang teliti agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat

beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan dalam pengerjaan, dan kekedapan terhadap air.

B. Batu Kapur

Batu Kapur adalah batuan dari sedimen yang berbahan utama kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Di Indonesia sendiri batu gamping sering disebut dengan istilah batu kapur, sedangkan untuk istilah lain yaitu "limestone". Batu gamping paling sering terbentuk di perairan laut yang dangkal.



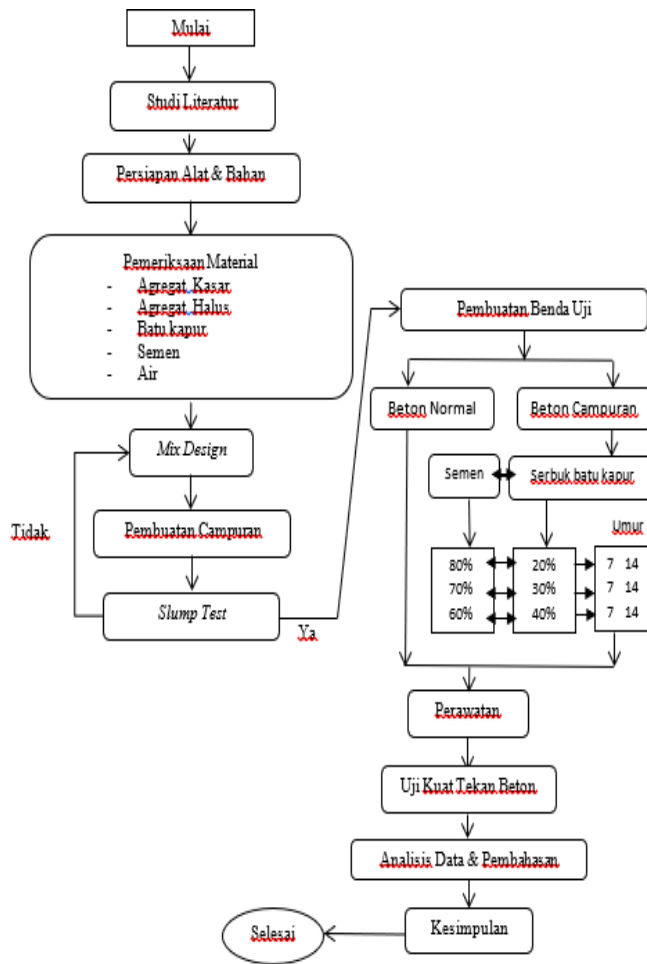
Gambar 2 Kapur

(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2019)

Kapur yang digunakan sebagai campuran air untuk perawatan beton pada penelitian ini adalah jenis kapur hidrolis, kapur yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras baik di dalam air atau di udara dengan konsentrasi 10mg/100ml air.

METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan di lakukan berbagai tahapan adalah untuk memperoleh hasil dari penelitian tersebut. Tahapan dalam penilitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen menggunakan beton K-175 sebagai kontrol dengan membandingkan beton eksperimen yaitu beton normal dengan beton yang dicampur batu kapur terhadap semen. Kedua beton tersebut akan dilakukan beberapa pengujian yaitu uji kuat tekan.

Dari hasil pengamatan pengujian, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penambahan batu kapur terhadap kuat

tekan beton dan berat jenis beton itu sendiri.

B. Variabel Penelitian

Variable dalam penelitian ini campuran beton dengan mensubstitusi sebagian semen dengan batu kapur. Pada penelitian ini menggunakan jenis beton normal dengan mutu K-175. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari.

Tabel 1 Variabel Penelitian

Kode Sample	Batu Kapur	Umur & Jumlah Sample Uji	
		7 Hari	14 Hari
BN	-	1 Buah	1 Buah
BNC-20	20%	1 Buah	1 Buah
BNC-30	30%	1 Buah	1 Buah
BNC-40	40%	1 Buah	1 Buah
Jumlah		8 buah	

Keterangan:

BN : Beton normal

BNC-20 : Beton normal dengan tambahan batu kapur 20%

BNC-30 : Beton normal dengan tambahan batu kapur 30%

BNC-40 : Beton normal dengan tambahan batu kapur 40%

HASIL DAN ANALISIS DATA

Hasil penelitian yang diperoleh melalui pengujian meliputi pengujian karakteristik agregat. Dari pengujian beton diperoleh hasil berupa nilai kuat tekan beton.

A. Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian pembuatan beton ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu bahan yang tidak perlu dites karena telah diteliti sebelumnya dan telah

dipastikan memenuhi syarat seperti air, serta bahan – bahan yang dites pada saat penelitian seperti agregat halus dan agregat kasar, semen dan batu kapur. Semen dan batu kapur sebenarnya sudah mempunyai standar tersendiri dan sudah di atur dalam SNI, Akan tetapi untuk berat jenis semen dan batu kapur tersebut akan menurun kualitasnya tergantung umur dan suhu tempat penyimpanan bahan tersebut.

1. Semen

Semen merupakan salah satu elemen penting dalam pembangunan rumah maupun properti lainnya. Semen sendiri memiliki beragam jenis dan tipe dengan karakter yang berbeda-beda. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat atau perekat antara agregat halus dan agregat kasar serta bahan pengisi lainnya, sehingga menghasilkan beton. Material semen

harus disesuaikan dengan perencanaan struktur yang akan dibangun dengan kekuatan yang diinginkan, serta lokasi pelaksanaan pembangunannya.

2. Air

Fungsi air di dalam adukan beton adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat agregat agar mudah dikerjakan. Kualitas air yang digunakan untuk mencampur beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri.

3. Agregat

Agregat ini berfungsi sebagai bahan pengisi beton yang mampu menahan beban atau gaya tekan serta tahan terhadap abrasi. Penilaian terhadap penggunaan agregat meliputi ukuran, gradasi, bentuk butiran, tekstur permukaan, dan kebersihan.

B. Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah semen, batu pecah, dan pasir pasang cimilaka serta campuran 20%, 30%, 40% batu kapur. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ " (19.00 mm) namun tertahan pada saringan no. 4 (4,75 mm) dan agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan dengan menggunakan semen Tiga Roda tipe I.

C. Pehitungan Rencana Campuran Beton

Berdasarkan hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap material campuran beton di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP, diperoleh data sebagai berikut :

1. Agregat Kasar Batu Pecah/Split

Diameter agregat maksimal = 19,00mm

Berat jenis agregat = 2.410 kg/m³

Penyerapan Air = 0.433 %

Berat Isi (*dry roded mass*) = 1.692 gr/cm³

2. Agregat Halus Pasir Pasang Cimalaka

Diameter agregat maksimal = 4.750 mm

Berat jenis agregat = 2.305 kg/m³

Penyerapan Air = 5.042 %

Berat Isi (*dry roded mass*) = 1.741 gr/cm³

3. Semen Tipe I

Berat jenis (*specific gravity*) = 3.078 kg/m³

4. Batu Kapur

Berat jenis (*specific gravity*) = 2.703 kg/m³

D. Perhitungan

Untuk mengetahui kebutuhan bahan material beton yang akan digunakan pada penelitian ini, dilakukan analisa volume kebutuhan semen, pasir, batu pecah dan air terlebih dahulu.

Tabel 2 Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

Slump (cm)	Air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton (ltr/kg) Untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
Beton biasa (<i>non-air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 – 10,0	228	216	205	193	181	169	145	124
15,0 – 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-
Kira-kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton Bergelembung Udara (<i>air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 – 10,0	202	193	184	175	165	157	133	119
15,0 – 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Kira-kira udara terperangkap (%)	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

E. Pelaksanaan Campuran Beton

Pelaksanaan campuran beton pada penelitian ini dilaksanakan menggunakan mixer beton dan dilakukan oleh peneliti sendiri, dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Lamanya waktu pencampuran berkisar antara 5 sampai 15 menit atau sampai adukan beton benar – benar tercampur secara merata. Dari mulai penimbangan

bahan material beton, penaburan dan pencampuran bahan, pengujian slump, pengecoran beton hingga pemadatan.

F. Perawatan Beton

Setelah benda uji beton dilepaskan dari cetakan kubus tersebut, selanjutnya adalah melakukan proses perawatan beton dengan memperoleh nilai kuat tekan dengan prosedur yang benar dengan pengertian Kuat tekan

beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Berikut adalah data hasil pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing – masing benda uji pada umur 7 hari.

1. Uji Kuat Tekan Pada Umur 7 Hari

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal Pada Umur 7 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 20% Pada Umur 7 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 30% Pada Umur 7 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 40% Pada Umur 7 Hari



2. Uji Kuat Tekan Pada Umur 14 Hari

Data hasil pengujian kuat tekan beton dalam

penelitian ini berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing – masing benda uji.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal Pada Umur 14 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 20% Pada Umur 14 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 30% Pada Umur 14 Hari



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal + Batu kapur 40% Pada Umur 14 Hari



H. Perhitungan Kuat Tekan Beton

Untuk menghitung kuat tekan beton dari

hasil pembebanan benda uji, bisa digunakan rumus kuat tekan adalah beban

maksimum di bagi luas penampang :

$$\frac{P}{A}$$

Luas penampang benda uji dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} A &= S^2 \\ &= 15 \text{ cm}^2 \times 15 \text{ cm}^2 \\ &= 225 \text{ cm}^2 \\ &= 22500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Konversi angka dari kilo Newton ke Newton yaitu: 1 kN = 1000 N

Dan menggunakan angka konversi kuat tekan beton pada berbagai umur beton serta angka konversi benda uji dapat dilihat pada lampiran :

Tabel 3 Hasil

No	Benda Uji	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Beban (KN)	f'ck (N/mm ²) (Mpa)
1	Beton Normal 1	7 hari	7.20	10	300	13.33
2	BN Batu Kapur 20 %	7 hari	7.10	7	310	13.78
3	BN Batu Kapur 30 %	7 hari	7.05	8	325	14.44
4	BN Batu Kapur 40 %	7 hari	6.95	9	365	16.22
5	Beton Normal 2	14 hari	7.50	10	320	14.22
6	BN Batu Kapur 20 %	14 hari	7.20	7	360	16.00
7	BN Batu Kapur 30 %	14 hari	7.15	8	390	17.33
8	BN Batu Kapur 40 %	14 hari	7.20	9	420	18.67

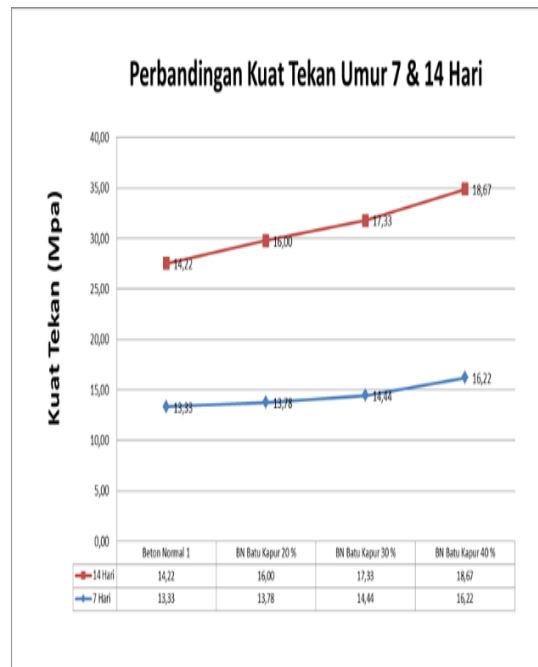
Benda uji kubus sisi x sisi x sisi yang berukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm dipasang pada mesin tekan secara sentris. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan tidak dapat lagi menahan beban yang diberikan (jarum

penunjuk berhenti kemudian bergerak turun), sehingga didapatkan beban maksimum yang ditahan oleh benda uji tersebut. Kemudian hitung kuat tekan beton yaitu besarnya beban persatuan luas. Komposisi material penyusun beton

memiliki pengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan dari beton tersebut.

kuat tekan beton umur 7 dan 14 hari pada

beton normal dan beton campuran 20%, 30%, 40% batu kapur.



Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari kuat tekan beton normal dengan campuran kapur lebih tinggi nilai kuat tekannya bila dibandingkan dengan beton norma

KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan pada beton kubus umur 7 hari dan 14 hari, perendaman yang di lakukan ternyata mengalami peningkatan pada kuat tekannya. penambahan serbuk batu kapur 20% sampai dengan 40% terjadi kecenderungan meningkatkan kuat tekan beton, Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa

kuat tekan beton yang di tambahkan batu kapur lebih tinggi dibandingkan kuat tekan yang di hasilkan beton normal tanpa tambahan batu kapur. Agregat halus dan agregat kasar yang digunakan sebagai bahan penyusun campuran beton di teliti terlebih dahulu dan telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan sehingga di hasilkan beton dengan mutu yang di rencanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gathot Heri Sudibyo, N. I. (Agustus 2010). Pengaruh Fire Proofing pada Balok Beton Pasca Bakar. *Dinamika Rekayasa* , 62.
- [2] Kumaat, E. (2004). Kekuatan Lekat Beton

- Dan Baja Tulangan Akibat Pemanasan.
103.
- [3] *Penduduk Indonesia*. (2017, September 5). Retrieved from INDONESIA INVESTMENST: <https://www.indonesia-investments.com/id/budaya/penduduk/item67Alfred>
- [4] Edvant Liemawan, T. d. (2015). Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (*Perna Viridis L.*) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi. *JURNAL TEKNIK ITS*, 128.
- [5] Azwar Annas, J. J. (2016). Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan Silica Fume . *JURNAL TEKNIK ITS*, 19.
- [6] Candra Irawan, J. J. (2012). Prediksi Kuat Tekan Beton Berbahan Campuran Fly Ash dengan Perawatan Uap Menggunakan Metode Kematangan . *JURNAL TEKNIK ITS* , 1.
- [7] Umum, D. P. (1991). Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton . In S. 03-2495- 1991, *Standar* (Pp. 1-2). Bandung: Yayasan Lpmb.

PENELITIAN UJI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN POLYVINYL ACETATE PADA CAMPURAN BETON TERHADAP WORKABILITY DAN KUAT TEKAN BETON

Serli Ardelia¹, R. Didin Kusdian², dan Bakhtiar AB³

¹Mahasiswa Program Studi Strata Satu Teknik Sipil USB-YPKP, Bandung

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil USB-YPKP, Bandung

e-mail: serliardelia96@email.com

ABSTRAK

Beton polimer ini terdiri dari suatu polimer yang perekatnya berupa polimer dan bahan pengisinya berupa agregat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Polyvinyl Acetate terhadap workability dan kuat tekan beton. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Universitas Sangga Buana – YPKP. Adapun pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus 15 cm x 15 cm untuk menguji kuat tekan beton. Benda uji masing-masing berjumlah 2 buah untuk 1 variasi kadar penambahan PVAC. Persentase PVAC yang digunakan adalah 2.5%; 7.5%; 12,5%; dan 17,5%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai slump mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan sehingga penambahan Polyvinyl Acetate sebagai pengganti semen tidak mempengaruhi terhadap workability beton. Sedangkan, hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan bahan Polyvinyl Acetate kuat tekan beton semakin menurun dari kuat tekan beton normal. Kuat tekan terbesar yang dihasilkan pada variasi kadar PVAC 2.5% pada umur beton 14 hari yaitu sebesar 8,12 MPa.

Kata Kunci: Beton, Polyvinyl Acetate, Workability, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

This polymer concrete consists of a polymer whose adhesives are in the form of polymers and the filling material in the form of aggregates. The purpose of this study was to find out the effect of adding Polyvinyl Acetate to workability and compressive strength of concrete. The method used is an experimental method carried out at the Laboratory of Materials Sangga Buana University – YPKP. The object for the tests were carried out using a 15 cm x 15 cm cube-shaped test object to ensure concrete compressive strength. Each specimen proved 2 pieces for 1 variation of PVAC substitute rate. The percentage of PVAC used is 2.5%; 7.5%; 12.5%; and 17.5%. As the result of the test, it shows that the slump value changes not too significantly so that the addition of Polyvinyl Acetate instead of cement does not affect the workability of concrete. Meanwhile, the results of the concrete compressive strength test showed that the more addition of Polyvinyl Acetate concrete compressive strength decreased from the normal concrete compressive strength. The greatest compressive strength produced in the variation of 2.5% PVAC content at 14 days concrete age that is equal to 8.12 MPa.

Keyword: Concete, Polyvinyl Acetate, Workability, Compressive Strengh

Latar Belakang

Beton sangat populer dan sangat banyak digunakan untuk konstruksi bangunan

dikarenakan cara pembuatannya yang mudah dan mudah didapatkan, walaupun harganya relative mahal. Seiring berjalannya waktu

kebutuhan dan tuntutan konstruksi meningkat dalam hal kekuatan, kelenturan dan keawetan. Hal ini, menyebabkan banyak pakar mencari bahan-bahan campuran beton lain sebagai alternative. Kemudian, salah satu bahan pembuat beton tersebut diganti dengan polimer. Polimer adalah bahan kimia makromolekul yang terdiri dari gabungan molekul kecil. Molekul utama polimer adalah karbon dan hydrogen.

Beton dengan bahan dasar polimer ini ditemukan dari hasil ujicoba Djuanda Suraatmadja yang dilakukan dilaboratorium Struktur Bahan serta Institut Teknologi Bandung dan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Keunggulan dari Beton polimer yaitu sifat kedap air, tahan terhadap sinar UV, tahan terhadap bahan kimia serta bisa mengeras didalam air sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki jenis bangunan-bangunan air. Selain itu, penambahan bahan polimer sebagai perekat pada beton, akan mendapatkan kuat tekan beton yang lebih besar dalam waktu relaif lebih singkat dibandingkan dengan beton biasa. Hingga saat ini satu-satunya kelemahan beton polimer adalah harganya yang masih relatif mahal dibanding beton semen, kecuali di daerah Irian Jaya, karena harga semen relatif mahal. Oleh karena itu, beton dengan bahan dasar polimer lebih banyak digunakan di daerah Irian Jaya.

Untuk mendapatkan kekuatan beton yang baik

tentunya dibutuhkan material dengan kualitas baik pula. Akan tetapi untuk mendapatkan kekuatan beton dengan mutu tinggi memerlukan banyak campuran semen. Sedangkan, untuk daerah seperti irian jaya harga semen relative mahal sehingga pada campuran beton memerlukan bahan tambah untuk meningkatkan kuat tekan beton.

Oleh karena itu, Tugas Akhir ini akan melakukan penelitian untuk mengetahui *workability* dan kuat tekan beton setelah penambahan polimer. Polimer yang digunakan berupa polimer emulsi berupa *Polyvinyl Acetate*. Proporsi polimer yang digunakan adalah variasi 2.5%, 7.5%, 12.5% dan 17.5%, untuk mendapatkan proporsi yang baik untuk digunakan dalam pelaksanaan konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton Polimer

Beton polimer merupakan beton yang bahan perekat utamanya berupa bahan polimer yang dan bahan pengisinya berupa agregat.

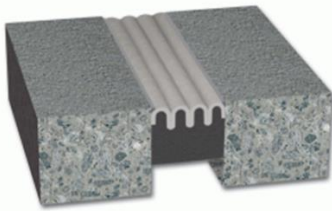
Beton Polimer Semen (*Polymer Cement Concrete, PCC*)



Gambar 1. *Polymer Cement Concrete, PCC*
Sumber : <https://hengarrisa.wordpress.com/2011>

Pada beton polimer jenis ini, semen merupakan bahan pengikat utamanya. Bahan monomer campuran dengan semen sebelum semen dicampurkan dalam bahan campuran beton lain. Pengerasan monomer menjadi polimer terjadi secara organik, bersamaan dengan mengerasnya semen secara anorganik.. Bahan polimer yang dibutuhkan pada beton polimer jenis ini sebanyak kurang dari 30% berat total bahan penyusun beton atau berkisar 15-50% dari berat semen, sehingga komposisi ini dapat menutup pori-pori beton antara 10-20% dari isi beton total.

Polimer Impregnated Concrete (PIC)



Gambar 2. Polimer Impregnated Concrete (PIC)

Sumber : <https://henggarisa.wordpress.com/2011>

Tujuan dibuatnya *polymer impregnated concrete* adalah untuk mendapatkan jenis beton dengan porositas rendah. Bahan yang digunakan untuk beton polimer ini tidak membutuhkan campuran yang khusus. Pembuatannya menggunakan material yang digunakan pada beton biasa, setelah itu bahan monomer diresapkan ke dalam pori-pori beton yang telah mengeras. Kemudian dengan proses radiasi oleh sinar UV monomer mengeras menjadi polimer,. Dalam pembuatan polimer ini membutuhkan polimer antara 3-8% berat total bahan penyusun beton

atau berkisar 5-15% dari berat semen, sehingga menghasilkan porositas berkisar 3-5% isi beton.

Beton Polimer (*Polymer, PC*)



Gambar 3. Beton Polimer (*Polymer, PC*)

Sumber : <https://henggarisa.wordpress.com/2011>

Pada *Polymer concrete* bahan penyusun utamanya tidak menggunakan semen. Bahan pengikat yang digunakan adalah bahan polimer. Proses pembuatannya, yaitu dengan mencampurkan monomer langsung dengan bahan penyusun beton lain. Bahan yang dibutuhkan pada beton polimer ini berkisar 6- 20% dari berat total bahan penyusun beton, sehingga didapatkan beton dengan porositas yang cukup kecil, yaitu berkisar kurang dari 5% isi beton.

Material

Pada pembuatan campuran beton bahan – bahan yang perlu di siapkan diantaranya:

- a. Semen : PC (*Portland Cement*) Tiga Roda.
- b. Agregat halus : Pasir pasang Cimalaka
- c. Agregat Kasar : Batu pecah ukuran maksimum 2 – 3 cm.

- d. Air : Air yang tersedia di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB YPKP Bandung.
- e. *Polyvinyl Acetate* yang akan digunakan adalah Yukashu® Sa-3010 Nt



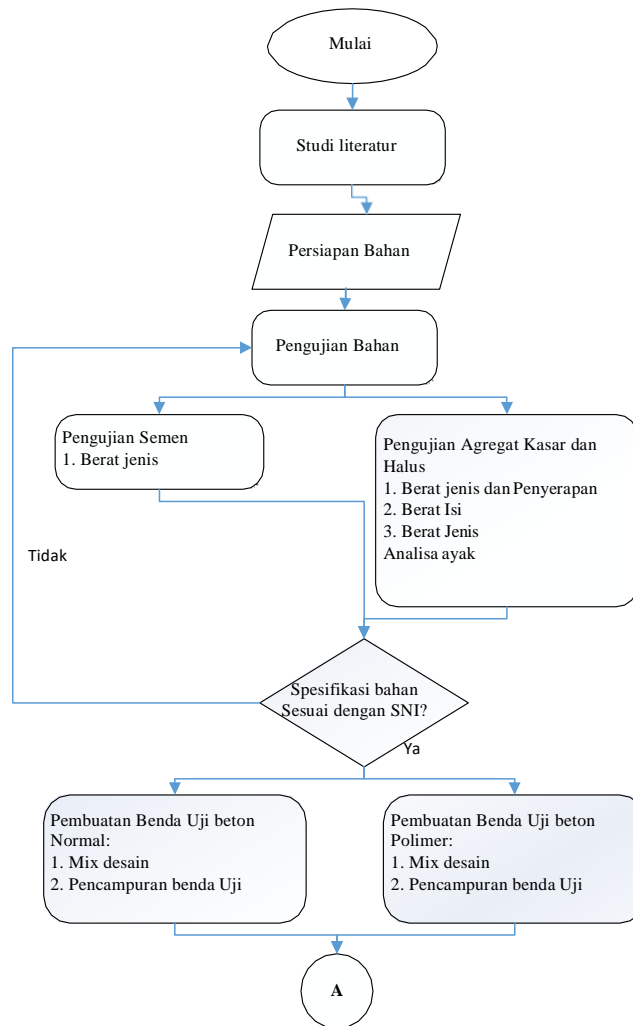
Gambar 4. *Polyvinyl Acetate*

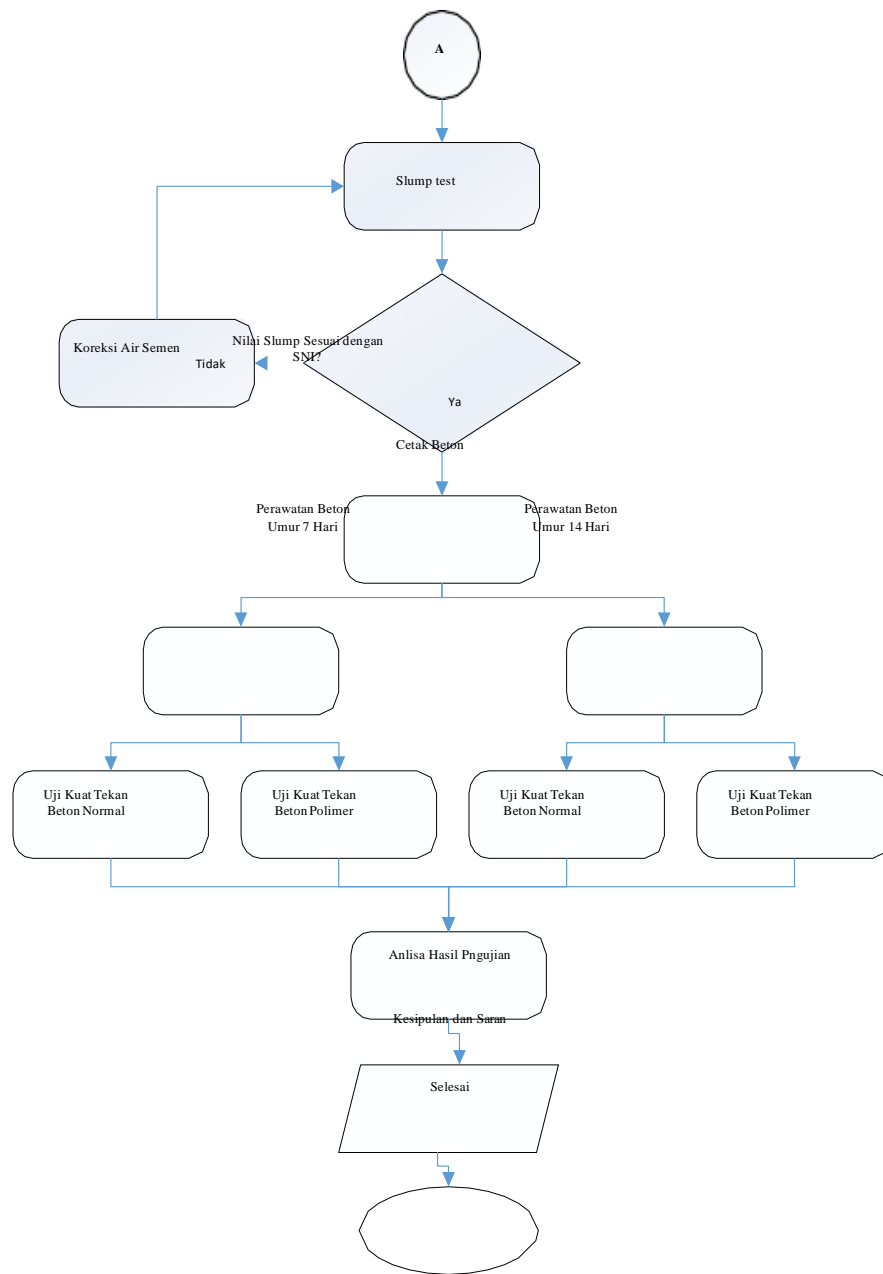
Sifat:

- Tampilan : Emulsi Putih Susu
- Konten padat : 29 - 31%
- Viskositas, 30°C : 25.000-35.000 cPs
- pH: 3 – 5

METODOLOGI PENELITIAN

Secara Garis Besar Tahapan Pelaksanaan Penelitian adalah sebagai berikut:





Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

Pengujian Material

Pengujian Meterial dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari material yang

digunakan maka dilakukan pengujian material. Pengujian dilakukan berdasarkan standar pengujian sebagai berikut:

Tabel 1. Standar Pengujian

Pengujian	Metoda Pengujian
Uji saringan agregat kasar & halus	SNI 03-1968-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
Bobot Isi Agregat	SNI 03-4804-1998
Analisa Saringan Agregat	SNI 03-1968-1990
Uji kadar lolos saringan 200	SNI 03-4142-1996
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-1990

Komposisi campuran Beton

adalah sebagai berikut:

Komposisi campuran beton untuk penelitian

Tabel 2. Komposisi Campuran Beton

No	Perbandingan Volume Material			
	Semen	Pasir	Kerikil	<i>Polyvinyl Acetate (PvAc)</i>
1.	1	2	3	0
2.	1- 2.5%	2	3	2.5% dari semen
3.	1- 7.5%	2	3	7.5% dari semen
4.	1- 12.5%	2	3	12.5% dari semen
5.	1- 17.5%	2	3	17.5% dari semen

Tabel 3. Nilai Slump Berdasarkan PBI 1971

No	Jenis pekerjaan beton	Slump (mm)	
		Maks	Min
1	Dinding, Pelat Pondasi, Pondasi telapak bertulang	125	65
2	Pondasi telapak tidak bertulang dan konstruksi bawah tanah	90	25
3	Pelat, Balok, Kolom dan Dinding	150	75
4	Pengerasan jalan	75	50
5	Pembeton masal	75	25

Sumber : PBI 1971

Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian tugas akhir ini beton yang direncanakan adalah campuran beton normal dan campuran beton normal yang akan di beri bahan tambahan yaitu *Polyvinyl Acetate* dengan Proporsi penambahan yang akan dilakukan sebanyak 7.5%, 17.5%, 27.5%, dan 37.5%.

Pengujian Beton Segar (Slump Test)

Nilai slump akan ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton setelah alat slump diangkat. Nilai slump yang di dapatkan dari eton segar akan dibandingkan dengan nilai slump rencana. Jika nilai slump besar dari nilai slump rencana maka adukan campuran beton semakin berkurang kelecakannya dan nilai *workability*-

nya akan semakin tinggi, sebaliknya bila nilai slump lebih kecil dari nilai slump.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah muatan tekan maksimum yang dapat dipikul oleh beton persatuan luas. Rumus kuat tekan beton, adalah:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

 f_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

A = Luas bidang

tekan (mm²) σ =

Tegangan (MPa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Slump Test

Tabel 4. Hasil pengujian slump

Benda Uji	Slump (mm)	Keterangan
Normal	85	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3
PvAc 2.5%	90	Campuran beton dengan perbandingan (1-2.5%) : 2 : 3
PvAc 7.5%	95	Campuran beton dengan perbandingan (1-7.5%) : 2 : 3
PvAc 12.5%	105	Campuran beton dengan perbandingan (1-12.5%) : 2 : 3
PvAc 17.5%	110	Campuran beton dengan perbandingan (1-17.5%) : 2 : 3

Berdasarkan hasil pengujian slump, nilai rata-rata slump campuran beton normal sebesar 85 mm, *Polyvinyl Acetate* 2.5% sebesar 90 mm, *Polyvinyl Acetate* 7.5% sebesar 95 mm, *Polyvinyl Acetate* 12.5% sebesar 105 mm, *Polyvinyl Acetate* 17.5% sebesar 110 mm . Keempat variasi beton campuran dan beton campuran normal tersebut masuk ke dalam

slump rencana yaitu 100 ± 20 mm.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Jenis benda uji ini masing-masing terdiri dari beton normal, beton campuran *Polyvinil Acetate* 2.5%, beton campuran *Polyvinil Acetate* 7.5%, beton campuran *Polyvinil Acetate* 12.5% dan beton campuran *Polyvinil Acetate* 17.5%. Berikut penjelasannya, yaitu :

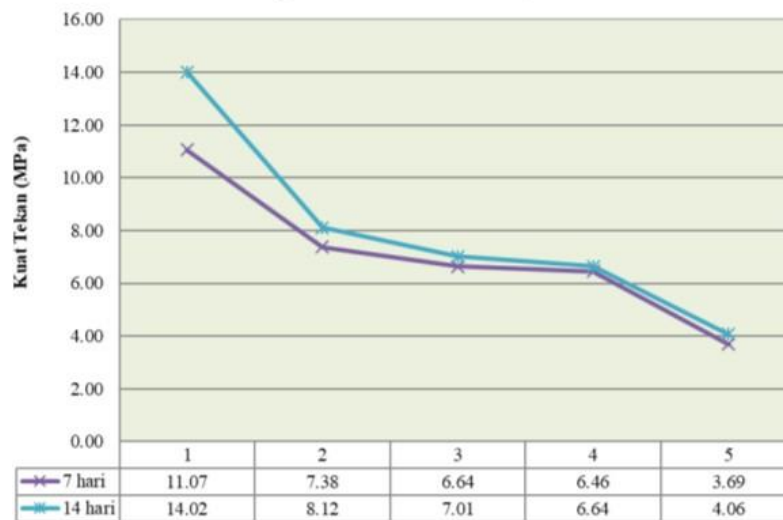
Tabel 4. Nilai Kuat Tekan Benda Uji Umur 7 hari

No.	Benda Uji	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	Normal	7	7.3	300,000	11.07
2	PvAc 2.5%	7	7.1	200,000	7.38
3	PvAc 7.5%	7	6.8	180,000	6.64
4	PvAc 12.5%	7	6.8	175,000	6.46
5	PvAc 17.5%	7	7.1	100,000	3.69

Tabel 5. Nilai Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 hari

No.	Benda Uji	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	Normal	14	7.4	380,000	14.02
2	PvAc 2.5%	14	6.7	220,000	8.12
3	PvAc 7.5%	14	6.4	190,000	7.01
4	PvAc 12.5%	14	7	180,000	6.64
5	PvAc 17.5%	14	6.7	110,000	4.06

Perbandingan Kuat Tekan 7 hari, dan 14 Hari



Gambar 6. Grafik kuat tekan beton umur 28 hari

Terlihat pada Gambar 6. bahwa kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari mulai dari beton normal menuju beton dengan kandungan *Polyvinyl Acetate* 17.5% mengalami penurunan nilai kuat tekan. Sehingga dapat dilihat bahwa semakin banyak kandungan *Polyvinyl Acetate* semakin lemah nilai kuat tekan beton. Grafik di atas menunjukkan perbedaan komposisi pada campuran beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton yang terjadi pada setiap umur-umur

benda uji. Dari kelima beton campuran, komposisi beton campuran beton normal mempunyai kuat tekan terbesar pada umur 14 hari yaitu 14.02 MPa, *Polyvinyl Acetate* 2.5% mempunyai kuat tekan yaitu sebesar 8.12 MPa, *Polyvinyl Acetate* 7.5% mempunyai kuat tekan yaitu sebesar 7.01 MPa, *Polyvinyl Acetate* 12.5% mempunyai kuat tekan yaitu sebesar 6.64 MPa, dan yang *Polyvinyl Acetate* 17.5% mempunyai kuat tekan 4.06 MPa. Sehingga

dapat dianalisa bahwa semakin banyak kandungan *Polyvinyl Acetate* pada campuran beton dapat menurunkan nilai kuat tekan beton.

Penurunan kuat tekan ini bias terjadi karena perlambatan pengeringan beton akibat penambahan bahan *Polyvinyl Acetate*. Beton dengan penambahan *polyvinyl acetate* pada pengujian ini kering permukaan selama 12 jam, sehingga penurunan kuat tekan beton dapat terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP di dapat kesimpulan bahwa perubahan nilai slump tidak terlalu signifikan sehingga penambahan *Polyvinyl Acetate* sebagai pengganti semen tidak mempengaruhi terhadap *workability*nya. Sedangkan Hasil pengujian kuat tekan didapat bahwa penambahan *Polyvinyl Acetate* sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton normal mengakibatkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton. Semakin besar penambahan *Polyvinyl Acetate* maka semakin rendah nilai kuat tekan yang didapat. Nilai kuat tekan beton normal umur 14 hari sebesar 14,02 MPa, nilai tersebut adalah nilai kuat tekan tertinggi yang didapat. Sedangkan nilai kuat tekan tertinggi untuk beton campuran *Polyvinyl Acetate* pada umur 14 hari yaitu sebesar 8.12 MPa, nilai tersebut dihasilkan dari beton dengan kadar *Polyvinyl Acetate* 2.5% terhadap semen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunawan, Purnawan; Wibowo; Munandar Aries. 2015. “Pengaruh Penambahan Serat Nilon Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Modulus Elastisitas.Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UniversitasSebelas Maret Surakarta. e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL
- [2] Jatmika, Lara Putri; Mahyudin, Alimin. 2017 . “Pengaruh Persentase Serat Sabut Kelapa dan Resin *Polyester* Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan”. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas Kampus Unand, Limau Manis, Padang.
- [3] Maghfirah, Awan; Marlianto, Eddy; Iskandar, Mulkan; Et al. 2018. “Pembuatan Dan Karakterisasi Beton Polimer Dengan Agregat Batu Apung Serta Serat Cangkang Kulit Kopi Sebagai Filler. *Departemen Fisika FMIPA Universitas Sumatera Utara. FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol. 2, No. 2, 2018, 1 – 10 ISSN: 2580-6661*
- [4] Masturi, 2010. “Pemanfaatan Kuarsa Sebagai Penguat Pada Komposit Sampah Daun-Kertas”.Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang. ISSN: 1693-1246
- [5] Nugroho, Febri Satrio; Rizalditya, Putra Bintang; Santosa, Rr.M.I Rretno Susilorini dan Budi. 2017. “Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu. G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang | ISSN : 2620-5297.
- [6] Purnama, Edi; D.J Djoko H.S; Masruroh. “Studi Pengaruh Penambahan PVAc (Polyvinyl Acetate) dan Ukuran Butir Terhadap Kuat Tekan Bahan Target Karbon untuk Deposisi Lapisan Tipis Diamond Like Carbon (DLC)”. JurusanFisika FMIPA Univ. Brawijaya

- [7] Puspitasari, Bunga Sri; Umar, Muh Alwi; Tudjono, Sri; Nurhuda, Ilham. "Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Resin Pada Agregat Kasar Terhadap Kekuatan Beton. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [8] Putri, Nugrahani Primary ; Kusumawati, Diah Hari; Rohmawati, Lydia. 2014. "Sifat Mekanik Beton Polimer Epoksi dengan Pengisi Partikel Nanokalsit-silika. Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. ISSN 2302-729
- [9] Risa, Henggar . 2011. "All About Polymer For Concrete".
- [10] Rismayasari, Yessi; Utari; Santosa, Usman. 2012. "Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakterisasinya". Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [11] Sarito, St. 2012. "Pengaruh Penambahan Lem Putih Polyinyl Acetate (Pvac) Terhadap Perilaku Fisik Dan Mekanik Pada Mortar 1 Semen : 5 Pasir". Jurusan Teknik Sipil-Politeknik Negeri Jakarta(PNJ). POLI- TEKNOLOGI VOL.11 NO.1, JANUARI 2012.

UJI LABORATORIUM KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PANTAI TANJUNG BATU-SORONG

Margeretha Kambu¹, Dr. Ir. R. Didin Kudian, MT²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil– Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana (USB) – YPKP Bandung
Margerethakambu03@gmail.com

ABSTRACT

Concrete demand is increasing in construction, where sand is one of the most important components for concrete mix. So the writer here wants to do research on the compressive strength of concrete using the sandstone of the Tanjung Batu-Sorong coast. The purpose of this study is to determine whether the sandstone of Tanjung Batu-Sorong can be used as a substitute for sand substitute material. In this study the authors tested with a comparison (1: 2: 3), 1: (1 + 1): 3 and (1: 2: 3). The tests include concrete compressive strength at 7 and 14 days old. The results of this study use Tanjung Batu-Sorong beach sand. Comparison of normal concrete compressive strength with concrete that is distributed fine aggregate with beach sand is normal concrete produces a compressive strength of 15.56 MPa, 50% beach sand concrete produces compressive strength of 16.89 MPa, 100% beach sand concrete produces compressive strength of 17.33 MPa .

Keywords: Concrete, Beach Sand, Concrete Compressive Strength.

ABSTRAK

Kebutuhan beton semakin meningkat pada konstruksi, dimana pasir merupakan salah satu komponen paling penting untuk campuran beton. Maka penulis di sini ingin melakukan penelitian tentang kekuatan tekan beton dengan menggunakan pasir pantai tanjung batu-sorong. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah pasir pantai tanjung batu-sorong dapat digunakan untuk bahan campuran pengganti pasir. Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian dengan perbandingan (1 : 2 : 3), 1 : (1+1) : 3 dan (1 : 2 : 3). Pengujian yang dilakukan meliputi uji kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari. hasil dari penelitian ini memakai pasir pantai tanjung batu-sorong. Perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang didistribusikan agregat halus dengan pasir pantai adalah beton normal menghasilkan kuat tekan 15,56 MPa, beton pasir pantai 50% menghasilkan kuat tekan 16,89 MPa, beton pasir pantai 100% menghasilkan kuat tekan 17,33 MPa.

Kata kunci : Beton, Pasir Pantai, Kuat Tekan Beton.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang di pakai dalam industri konstruksi. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki keunggulan dari bahan yang lain. Beton memiliki kuat terkan yang tinggi, proses pembuatannya mudah dan bahan baku pembuatannya mudah didapat sehingga harganya relative murah selain itu beton juga memiliki ketahanan yang baik terhadap lingkungan. Untuk mendirikan bangunan yang

baik dan kuat harus memiliki pondasi dan struktur yang kuat dan tahan terhadap cuaca, bencana alam dan factor lainnya. Campuran pembuatan beton yang di buatpun harus mempunyai mutu yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, dan peraturan Beton Indonesia 1971. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang masih sangat banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Harganya yang relative murah dan kemudahan dalam

pelaksanaannya membuat beton semakin taktergantikan dalam dunia konstruksi. Dalam pembuatannya, keseragaman kualitas beton sangat dipengaruhi oleh keseragaman bahan dasar dan metode pelaksanaan. Pada prakteknya dilapangan, umumnya beton yang disuplai oleh perusahaan pembuat beton (ready mix) telah terjamin keseragaman bahan dasarnya. Untuk mendapatkan kualitas dan keseragaman beton sesuai seperti yang disyaratkan maka pelaksanaan pembuatan beton harus dilakukan dengan baik dan sesuai dengan prosedur.

Pasir merupakan salah satu komponen bahan bangunan yang sangat dibutuhkan untuk pembuatan beton, mortar, plesteran pada bangunan. Semakin tingginya pembangunan di Indonesia maka semakin tinggi pula Bahan Bangunan yang akan digunakan dalam pembangunan tersebut. Pasir sebagai material bahan bangunan digolongkan menjadi tiga jenis yaitu pasir laut, pasir darat, dan pasir sungai. Sebagai salah satu bahan bangunan, pasir memiliki pengaruh yang cukup vital. Sebab pasir banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga struktur paling atas suatu bangunan. Oleh karena itu kualitas pasir sangat berpengaruh terhadap kualitas bangunan. Beberapa ciri pasir yang berkualitas diantaranya adalah memiliki butiran yang tajam dan keras; bersifat kekal; tidak mengandung lumpur yang lebih dari 5% tidak mengandung banyak bahan organik; bukan pasir laut; serta beda pada syarat ambang gradasi pasir yang baik.

Dalam penelitian ini akan di kaji kekuatan tekan beton dengan menggunakan Pasir Pantai Tanjung Batu Sorong (K-150 atau XC 15).

Tujuan Penelitian dapat diuraikan sebagai berikut

1. Mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan campuran pasir pantai Tanjung Batu.
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton dengan menggunakan pasir pantai Tanjung Batu Sorong.
3. Mengetahui apakah pasir tersebut dapat digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau tidak.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui Kuat tekan Beton menggunakan Pasir Pantai.
2. Mengetahui perbandingan komposisi Pasir Pantai dengan bahan material lainnya.

Dapat mengetahui bagaimana pelaksanaan atau metode penelitian pada uji kuat tekan beton bagaimana cara mengukur dan menganalisis

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyebrangan, struktur pakiran, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dan bata atau tembok blok. Beton mempunyai beberapa kegunaan sehingga banyak digunakan

sebagai bahan konstruksi seperti sifatnya yang kedap air, mudah dibentuk dan harganya relative murah. Untuk menjamin agar beton yang di hasilkan memenuhi persyaratan yang diminta dianjurkan agar pertama-tama menguji terlebih dahulu agregat yang digunakan. Kelebihan beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu beton juga, tahan terhadap temperature yang tinggi dan biaya pemeliharaan relatite murah. Kekurangan beton adalah bentuk yang telah dibuat sangat sulit untuk di ubah. Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan konstruksi. karena kemudahanya dalam mendapatkan material penyusunnya.

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusunnya tersebut akan menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Pada dasarnya perancangan campuran dimakdukan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan maksimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan dan konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sngga Buana YPKP. Durasi penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan (Mei 2019)

1. Alat penelitian

- a. Cetakan kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm
 - b. Slump Test
 - c. Alat Uji Tekan
 - d. Plat Adukan
 - e. Sekop
 - f. Timbangan
 - g. Bak perendaman
2. Bahan penelitian
- a. Semen : PC (Portland Cement) Tiga Roda
 - b. Agregat Halus (Pasir Pantai Tanjung Batu Sorong)
 - c. Agregat Kasar
 - d. Air : Labororium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil USB YPKP

Komposisi Campuran Beton Normal K-150

Mengacu pada peraturan beton Indonesia (SNI DT – 91 – 0008 – 2007) Tata cara perhitungan Harga Satuan Beton oleh Dept. pekerjaan Umum

- a. Semen = 299 kg
- b. Pasir = 799 kg
- c. Agregat Kasar = 1017 kg

Dengan berat jenis :

- a. Semen = 250 kg/m³
- b. Pasir = 1400 kg/m³
- c. Agregat Kasar = 1350 kg/m³

Perhitungan Rencana Campuran Beton

Berdasarkan hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap material campuran beton di Labororium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana diperoleh data

sebagai berikut :

1. Agregat Kasar

Diameter agregat maksimal = 18,50mm
 Berat jenis agregat = 2,815kg/m³
 Penyerapan Air = 5,01 %
 Berat Isi (*dry roded mass*) = 1,522 r/cm³

2. Agregat Halus Pasir

Diameter agregat maksimal = 4,75mm
 Berat jenis agregat = 2,35 kg/m³
 Penyerapan Air = 2,00 %
 Berat Isi (*dry roded mass*) = 1,73 gr/cm³

3. Semen Tipe I

Berat jenis (*specivic gravity*) = 3,15kg/m³

4. Air Berat jenis (*specivic gravity*) = 205 kg/m³

Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Penutupan setelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan;
2. Perawatan untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu;
3. Perawatan awal sesudah pencetakan :
 - a. Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16 sampai 27o C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar

matahari langsung atau alat yang memancarkan panas;

- b. Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar;
 - c. Jika benda uji tidak akan diangkut selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam ± 8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.
4. Perawatan standar sebagai berikut :
- a. Benda uji silinder :
 - 1) Dalam wakktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu 23o C ± 1,7o C;
 - 2) Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20o C sampai 30o C;
 - 3) Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air;
 - 4) Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutupi kain basah; SNI 03-4810-1998 5 b) Benda uji balok harus dirawat sama seperti benda uji silinder kecuali sekurangkurangnya 20 jam sebelum pengujian, balok harus disimpan dalam air kapur jenuh pada suhu 23o C ± 1,7o C.

Perawatan untuk menentukan saat pelepasan cetakan atau saat struktur boleh menerima beban :

- 1) Silinder disimpan pada atau sedekat mungkin dengan struktur yang dan suhu serta kelembabannya harus sama;
- 2) Balok uji dan struktur yang diwakilinya harus memperoleh perawatan yang sama: a) Balok uji dilepas dari cetakan setelah 48 jam ± 4 jam; b) Balok uji harus disimpan

dalam air kapur pada suhu 23o C ± 1,7o C selama 24 jam ± 4 jam sebelum pengujian

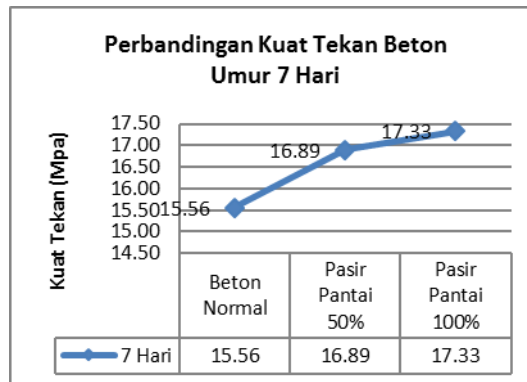
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Hasil Pengujian Agregat KasaR

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari

No	Identifikasi benda uji	Umur (Hari)	Luas Bidang (mm ²)	Pembebaan (N)
1	Normal Perbandingan 1 : 2 : 3	7	22,5	350.000
2	Pasir Pantai 50% Perbandingan 1 : (1+1) : 3	7	22,5	380.000
3	Pasir Pantai 100% Perbandingan 1 : 2 : 3	7	22,5	390.000

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari

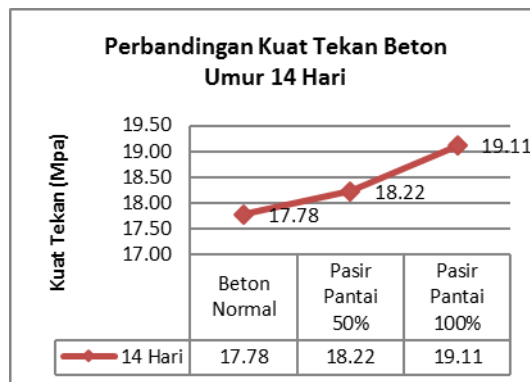


Gambar 4.8 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Berat Sampel Beton Kering Pada Umur 14 Hari

Rencana Campuran Beton	14 hari	
	Sebelum (kg)	sesudah (kg)
Normal Perbandingan 1 : 2 : 3	6,9	6,9
Pasir Pantai 50% Perbandingan 1 : (1+1) : 3	7	7,1
Pasir Pantai 100% Perbandingan 1 : 2 : 3	7,3	7,3

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari



Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang disubstitusi agregat halus dengan Pasir Pantai adalah beton normal menghasilkan kuat tekan 15,56 MPa, beton pasir pantai 50% menghasilkan kuat tekan 16,89 MPa, beton pasir pantai 100% menghasilkan kuat tekan 17,33 MPa.
2. Pengaruh pasir pantai pada beton akan mengubah kuat tekan menjadi lebih tinggi jika komposisinya benar.
3. Untuk mencapai kuat tekan beton rencana 20 Mpa dengan pasir pantai sebagai substitusi agregat halus melampaui tetapi perbandingan kuat tekan beton dengan beton normal menjadi semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- <http://www.coursehero.com/file/p1jp3hd/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-kekuatan-beton-dari-material-penyusunnya/>
- <https://sahdieng.blogspot.com/2017/sifat-sifat-beton-html>
- <https://d3sipilunj2013.wordpress.com/2016/05/17/pengujian-analisis-saringan-agregat-halus>
- <https://doc.player.info/29724992-sni-metode-pengujian-berat-jenis-dan-penyerapan-air-agregat-halus-sni-standar-nasional-indonesia.html>
- <https://dokumen.tips/documents/pengujian-bj-semen-portland-html>
- <https://dokumen.tips/dokument/pengujian-berat-jenis-semen-portland-5633834bb7b4b.html>
- <https://tosimasipil.blogspot.com/2013/07/teknologi-bahankonstruksi.html>
- <https://www.academia.edu/34487173/rancangan-campuran-dalam-pembuatan-beton-berdasarkan-Sni>
- <https://www.academia.edu/8030719/ini-adalah-contoh-pengujian-analisa-saringan-agregat-kasar-dan-halus-yang-dilakukan>
- <https://www.erwinsianturi.blogspot.com/2011/04/kelebihan-dan-kekurangan-beton-baja-html>

- <https://www.ginamda.blogspot.com/2014//11/pengambilan-contih-agregat-sampling-html>.
- <https://www.helm.proyeku.blogspot.com/2018/01/contoh-laporan-prosedur-praktikum-71.html>
- <https://www.helm-proyeku.blogspot.com./2018/01/contoh-laporan-prosedur-pemeriksaan-html>
- <https://www.ilmutekniksipil.com/bahan-bangunan/pengujian-slump-beton>
- <https://www.junnji.weebly.com/upload/1/0/7/10/17164/sni-03-4810-1998-metode-pembuatan-dan-perawatan-benda-uji-beton-di-lapangan-pdf>
- <https://www.kampus-sipil.blogspot.com/2012/12/kelebihan-dan-kekurangan-beton-beton.html>.
- <https://www.kumpulengineer.com/2014/05/pengertian-dan-klasifikasi-gradasi-html>
- <https://www.perwandi.blogspot.com/2011/01/perancangan-campuran-beton-html>
- <https://www.scribd.com/doc/229093443/beton-segar>
- <https://www.scribd.com/doc/117668990/Berat-Jenis-Dan-Penyerapan-Air-Agregat-Halus-Dan-Kasar>.
- <https://www.scribd.com/doc/186903230/137528721-75966618-1-uji-kadar-butir--lolos-saringan-no-200-untuk-agregat>
- <https://www.scribd.com/doc/248201039/9-Beton-isi-padat-dan-gambut>
- <https://www.scribd.com/doc/31539559/9-RBT-Bobot-isi-padat-dan-gambut-agregat-kasar-dan-halus-docx>
- <https://www.scribd.com/document/248198680/6-uji-kadar-Zat-Organik-Agregat-Halus-Dengan-Perbandingan-Warna-Standard-Colour-Test>.
- <https://www.trigonometricconsultant.com/perencanaan-campuran-beton>
- <https://www.trogonometri.consultant.com/5-jenis-pasir-yang-umum-digunakan-sebagai-bahan-bangunan/>.
- Nasution, A. 009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang* Bandung: ITB.
- Surawan, Lambri, EZ. 1932. *Konstruksi Beton*. Djakarta: H. STAM.
- Wesley, LD. 2011. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: CV-Andi Offset.

PENGARUH PENGGUNAAN PASIR SEDIMEN SUNGAI CITARUM SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Anitasari Ekaputri¹, R. Didin Kusdian², dan Bakhtiar AB³

¹Mahasiswa Program Studi Strata Satu Teknik Sipil USB-YPKP, Bandung

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil USB-YPKP, Bandung

E-mail : anitasari646@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the feasibility and effect of the use of Citarum river sedimentary sand on the compressive strength of concrete. Number of samples was 18 samples which were cuboid in shape with size of 15 x 15 x 15 cm with the proportion of a mixture of 1 : 2 : 3; 1 : 1,5 : 3 and 1 : 1 : 3. The sample will be given in 3 treatments the percentage of use of sedimentary sand is 0%, 50% and 100 %. Compressive strength of the plan is K-175 or 14.53 MPa. The resulting concrete compressive strength at 14 days by using a Citarum river sedimentary sand as a substitutes for concrete fine aggregate on the percentage of 0%, 50% and 100% sediment river row at 12,91 MPa, 11,62 MPa, and 10,33 MPa (for the ratio of 1:2:3); 11,07 MPa, 10,33 MPa, and 9,78 MPa (for the ratio of 1:1,5:3); and 9,96 MPa, 9,22 MPa, and 8,85 MPa (for the ratio of 1:1:3). The optimum result with the use of Citarum river sedimentary sand was found in variation of 50% with a compressive strength value of 11,62 MPa. Based on results of the compressive strength test for the planned concrete, the value of compressive strength using fine aggregate sedimentary sand is lower than fine aggregate for normal concrete.

Keywords : Concrete, Sedimentary Sand, Compressive Strength.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan pengaruh pasir sedimen Sungai Citarum terhadap kuat tekan beton. Benda uji beton berbentuk kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm sebanyak 18 buah benda uji dengan proporsi campuran 1 : 2 : 3; 1 : 1,5 : 3 dan 1 : 1 : 3. Benda uji tersebut akan diberi 3 perlakuan presentase penggunaan pasir sedimen yaitu 0%, 50% dan 100 %. Kuat tekan yang direncanakan adalah K-175 atau 14,53 MPa. Kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 14 hari dengan menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum sebagai substitusi agregat halus pada presentase 0%, 50% dan 100% pasir sedimen secara berturut-turut adalah 12,91 MPa, 11,62 MPa, dan 10,33 MPa (untuk perbandingan 1:2:3); 11,07 MPa, 10,33 MPa, dan 9,78 MPa (untuk perbandingan 1:1,5:3); serta 9,96 MPa, 9,22 MPa, dan 8,85 MPa (untuk perbandingan 1:1:3). Hasil optimum dengan penggunaan pasir sedimen Sungai Citarum terdapat pada variasi 50% dengan perbandingan 1 : 2 : 3 dengan nilai kuat tekan sebesar 11,62 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang direncanakan, nilai kuat tekan beton yang menggunakan agregat sedimen lebih rendah dibandingkan dengan agregat untuk beton normal.

Kata Kunci : Beton, Pasir Sedimen, Kuat Tekan.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang konstruksi, teknologi beton selalu mengalami peningkatan yang sangat pesat dari tahun ke tahunnya. Hal ini disebabkan karena kebutuhan masyarakat akan pembangunan

yang tak pernah ada habisnya. Banyaknya infrastruktur yang dibangun saat - saat ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan konstruksi seperti beton juga ikut meningkat. Beton merupakan bahan utama konstruksi bangunan yang umumnya dipakai karena mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan

konstruksi serta biaya pemeliharaannya yang relatif murah.

Berdasarkan proporsi unsur penyusun beton, agregat menempati kedudukan yang paling dominan. Menurut Nugraha dan Paul [1] agregat menempati 70 - 75% dari total volume beton sehingga kualitas agregat tentunya sangat berpengaruh terhadap kualitas beton.

Karena pasir merupakan salah satu bahan yang paling banyak digunakan dalam campuran beton, maka kebutuhannya semakin meningkat, sedangkan persediaannya semakin menurun. Sehingga diperlukan alternatif pengganti untuk campuran beton guna mengatasi keterbatasan material pasir

Terjadinya sedimentasi di Sungai Citarum menimbulkan masalah seperti banjir. Hal ini disebabkan oleh kontribusi limbah yang terbawa oleh arus hingga terkumpul dan mengendap di sungai lalu membentuk suatu endapan (sedimen) yang menyempitkan lebar sungai sehingga air sungai menjadi meluap dan mengakibatkan terjadinya banjir. Upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah setempat guna mengatasi sedimentasi yaitu dengan pengerukan.

Pengerukan tanah sedimentasi di Sungai Citarum yang dilakukan oleh Satgas setempat sudah mencapai 32 ribu meter kubik. Sebagian masih ditumpukan di bantaran sungai dan ada sebagian lagi sudah didistribusikan untuk pengurukan lahan kosong [2]

Hasil dari pengerukan sedimentasi yang melimpah dan menjadi limbah (material yang

tidak digunakan kembali) ini diharapkan pasir yang terkandung di dalamnya dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton dengan harapan dapat membuat beton yang ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah dan bernilai ekonomis serta dijadikan sebagai alternatif pengganti guna meningkatkan kekuatan beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton merupakan bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen *portland*, dan air [3]

Bahan Pembentuk Beton

Semen *Portland*

Menurut Standar Industri Indonesia [4] Semen *Portland* adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Agregat Halus

Agregat halus untuk beton biasanya berupa pasir alam atau pasir buatan. Pasir alam merupakan pasir hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan sedangkan pasir buatan adalah pasir hasil yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Ukuran butir terbesarnya 5,0 mm [5].

Agregat Kasar

Agregat kasar untuk beton biasanya berupa kerikil alam atau berupa batu pecah (split, cipping) yang ukuran butirnya antara 5,0 – 40,0 mm [5]

Air

Syarat-syarat air yang dapat digunakan untuk pencampuran beton menurut PBI 1971 [3] adalah:

1. Air tidak boleh mengandung minyak asam-alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lainnya yang dapat merusak beton atau baja tulangan pada beton bertulang.
2. Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga/laboratorium pemeriksaan bahan-bahan untuk di tes.
3. Apabila pemeriksaan ke lembaga tersebut tidak dapat dilakukan maka air dapat dipakai asalkan campuran semen yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan paling sedikit 90 % dari kekuatan tekan semen dengan air yang memakai air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

Sedimentasi

[6]Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, es atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat dimulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan

material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin. Batuan sedimen (batuan endapan) adalah batuan yang terjadi akibat pengendapan materi hasil erosi.

Kuat Tekan Beton

Menurut Mulyono [7] kekuatan tekan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Beton akan semakin mengeras dan mencapai kekuatan rencananya (f^c) pada umur 28 hari, namun setelah itu kenaikannya akan kecil. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini tentunya sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan. Salah satu yang menjadi kinerja utama beton adalah kekuatan tekan . Kekuatan tekan yaitu kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f^c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

f^c = Kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (kg)

A = Luas bidang tekan (cm^3)

Kekuatan tekan karakteristik dinyatakan sesuai dengan bentuk benda ujinya. Karena adanya bentuk benda uji yang berbeda, maka dalam praktek biasa digunakan nilai-nilai

perbandingan kekuatan tekan benda uji sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Bentuk Benda Uji

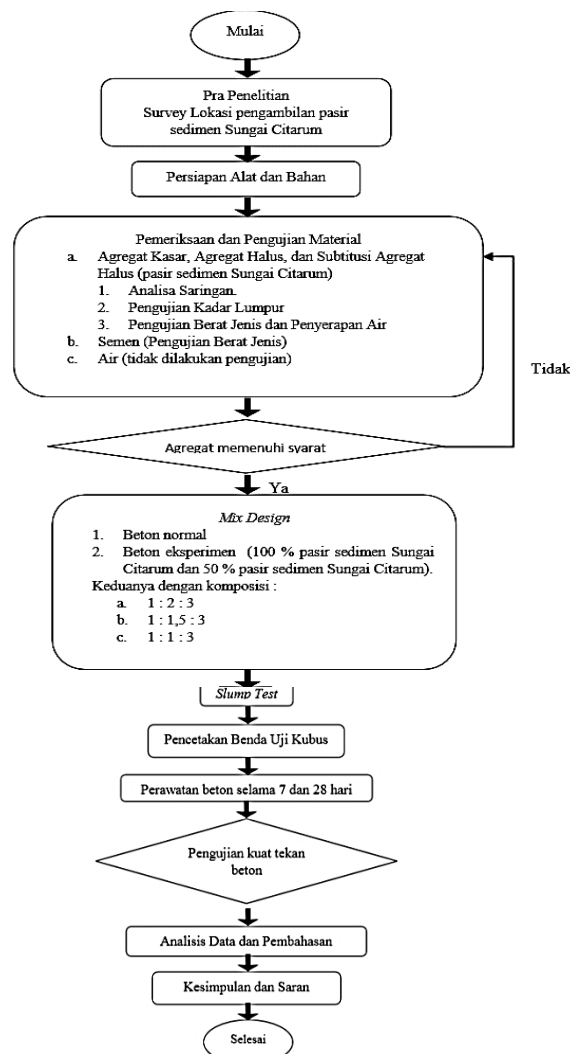
Benda uji	Perbandingan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Kubus 10 x 10 x 10 cm	1,07
Silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm	0,83

Sumber : PBI 1971

pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

METODOLOGI

Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Instrumen Penelitian

Peralatan

Adapun peralatan yang diperlukan dalam pembuatan campuran beton ini adalah sebagai berikut :

- Cetakan Benda Uji
- Satu Set Saringan
- Compressing Testing Machine (CTM)*
- Kerucut Abrams
- Timbangan
- Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)
- Oven
- Alat Bantu seperti ember, sendok semen, mistar, palu dan *container*.

Bahan – bahan

Adapun bahan - bahan yang diperlukan dalam pembuatan campuran beton ini adalah sebagai berikut :

- Semen *Portland* Tipe I merk Semen Tiga Roda
- Agregat halus berupa pasir pasang Cimalaka yang sudah tersedia di laboratorium
- Agregat kasar berupa batu pecah/*split* yang sudah tersedia di laboratorium

- Substitusi agregat halus berupa pasir sedimen Sungai Citarum yang berasal dari daerah Bojongsong.
- Air diambil dari saluran air bersih yang mengalir di Laboratorium.

Pengujian Material

Pengujian material dilakukan agar dapat memperoleh data – data yang dibutuhkan dalam menentukan campuran beton yang akan diteliti.

Adapun proses pengujian material dilakukan berdasarkan acuan yang disesuaikan dengan sebagai berikut :

- Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (SNI 03-1968-1990) [8]
- Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus (SNI 03-4142-1996) [9]
- Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air - Agregat Halus (SNI 03-1970-1990) [10] - Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990) [11]
- Semen (SNI 15-2531-1991) [12]
- Air (tidak dilakukan pengujian)

Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Tabel 2. Rencana Campuran Desain

Benda Uji	Kode Benda Uji	Rencana Campuran	Jumlah Benda Uji Pada Umur		
			7 Hari	14 Hari	Total
Beton Normal (0% Pasir Sedimen Sungai Citarum)	PC1	1 : 2 : 3	1	1	2
	PC2	1 : 1,5 : 3	1	1	2
	PC3	1 : 1 : 3	1	1	2
Beton Uji I (100 % Pasir Sedimen Sungai Citarum)	PS1	1 : 2 : 3	1	1	2
	PS2	1 : 1,5 : 3	1	1	2

Benda Uji	Kode Benda Uji	Rencana Campuran	Jumlah Benda Uji Pada Umur		
			7 Hari	14 Hari	Total
	PS3	1 : 1 : 3	1	1	2
Beton Uji II (50 % Pasir Sedimen Sungai Citarum)	CS1	1 : 2 : 3	1	1	2
	CS2	1 : 1,5 : 3	1	1	2
	CS3	1 : 1 : 3	1	1	2
Total			9	9	18

Untuk mengetahui kebutuhan bahan material yang diperlukan untuk campuran beton, maka selanjutnya akan dilakukan analisa volume setiap kebutuhan bahan material beton seperti

semen, pasir, batu pecah, dan air terlebih dahulu. Di bawah ini terdapat tabel yang menjelaskan mengenai kebutuhan air yang diperlukan pada campuran beton.

Tabel 3. Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

Slump (cm)	Air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton (ltr/kg) Untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,13	50	76,2	150
Beton biasa (<i>non-air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 – 10,0	228	216	205	193	181	169	145	124
15,0 – 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-
Kira-kira udara Terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton Bergelembung Udara (<i>air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 – 10,0	202	193	184	175	165	157	133	119
15,0 – 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Kira-kira udara Terperangkap (%)	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

Sumber : ACI

Pengujian Nilai *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan untuk mendapatkan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan . Alat *slump* yang digunakan adalah kerucut *Abrams*.

Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Setelah selesai pencetakan, lepas benda uji dari cetakan setelah 24 jam.

Perawatan Benda Uji

Dalam penelitian ini, perawatan beton dilakukan dengan merendam beton yang telah kering ke dalam bak yang berisi air selama 7 hari dan 14 hari masa perawatan.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Tujuan dilakukannya pengujian kuat tekan

beton yaitu untuk menentukan besarnya kemampuan beton menerima beban tekan, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan. Peralatan yang digunakan adalah *Compressing Testing Machine (CTM)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Semen

Hasil pengujian menunjukkan nilai berat jenis semen yaitu 3,00 memenuhi syarat SNI 15-2531-1991 [12] yaitu berkisar antara 3,0 – 3,20.

Agregat

Setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian material di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung, maka hasil pengujian material tersebut disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 4. Hasil Pengujian Material Agregat

Jenis Pengujian	Batu Pecah/ split	Pasir Pasang Cimalaka	Pasir Sedimen Sungai Citarum	Satuan
Analisa Saringan				
Modulus Kehalusan	6,183	3,768	3,140	
Berat jenis dan Penyerapan Air				
Kondisi kering	2,405	2,320	2,009	t/m ³
Kondisi SSD	2,417	2,427	2,273	t/m ³
Penyerapan Air	0,484	4,60	13,12	%
Kadar Lumpur	0,473	4,102	14,94	%

Sumber : Hasil Olahan Laboratorium, 2019

Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Perhitungan ini bertujuan agar dapat memperoleh perbandingan bahan – bahan dalam pembuatan beton. Dalam penelitian ini, peneliti tidak menggunakan metode ACI atau DOE sebagai dasar penentuan komposisi benda

uji, hal itu disebabkan karena keterbatasan sarana yang terdapat di Laboratorium. Oleh karena itu, pembuatan benda uji beton dilakukan dengan metode **perbandingan volume**.

Tabel 5. Proporsi Material Beton Normal

Material	Normal		
	PC1 (1:2:3)	PC2 (1:1,5:3)	PC3 (1:1:3)
Semen (kg)	1,69	1,84	2,03
Pasir (kg)	2,62	2,14	1,57
Pasir Sedimen (kg)	0	0	0
Kerikil (kg)	4,06	4,43	4,87

Sumber : Hasil Studi Eksperimen, 2019

Tabel 6. Proporsi Material Beton 50% Pasir Sedimen (CS)

Material	50 % Pasir Sedimen		
	CS1 (1:2:3)	CS2 (1:1,5:3)	CS3 (1:1:3)
Semen (kg)	1,69	1,84	2,03
Pasir (kg)	1,31	1,07	0,78
Pasir Sedimen (kg)	1,13	0,92	0,68
Kerikil (kg)	4,06	4,43	4,87

Sumber : Hasil Studi Eksperimen, 2019

Tabel 7. Proporsi Material Beton 100% Pasir Sedimen (PS)

Material	100% Pasir Sedimen		
	PS1 (1:2:3)	PS2 (1:1,5:3)	PS3 (1:1:3)
Semen (kg)	1,69	1,84	2,03
Pasir (kg)	0	0	0
Pasir Sedimen (kg)	2,26	1,85	4,43
Kerikil (kg)	4,06	4,43	4,87

Sumber : Hasil Studi Eksperimen, 2019

Hasil pengujian Nilai *Slump*

Tabel 8. Hasil Pengujian Nilai *Slump*

Benda Uji	<i>Slump</i> (mm)	Keterangan
Beton Normal (0% Pasir Sedimen Sungai Citarum)	100	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1,5 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1 : 3
50% Pasir Sedimen Sungai Citarum	90	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1,5 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1 : 3
100% Pasir Sedimen Sungai Citarum	80	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1,5 : 3
		Campuran beton dengan perbandingan 1 : 1 : 3

Sumber : Hasil Pengujian, 2019

Berdasarkan tabel di atas, nilai rata – rata slump campuran beton normal sebesar 100 mm, Beton 50 % Pasir Sedimen sebesar 90 mm Beton 100 % Pasir Sedimen sebesar 80 mm.

Variasi beton campuran tersebut masuk ke dalam *slump* rencana yaitu 75 – 100 mm yang berarti nilai *slump* telah memenuhi standar.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 dan 14 Hari

Umur (hari)	Benda Uji	Proporsi Campuran	Luas Bidang (mm ²)	Beban (KN)	Kuat tekan (MPa)
7	Beton Normal (0% Pasir Sedimen)	PC1 (1:2:3)	22.500	300.	11,07
		PC2 (1:1,5:3)	22.500	250	9,22
		PC3 (1 :1:3)	22.500	220	8,12
	50% Pasir Sedimen	CS1 (1:2:3)	22.500	290	10,70
		CS2 (1:1,5:3)	22.500	250	9,22
		CS3 (1 :1:3)	22.500	210	7,75
	100% Pasir Sedimen	PS1 (1:2:3)	22.500	250	9,22
		PS2 (1:1,5:3)	22.500	230	8,48
		PS3 (1 :1:3)	22.500	200	7,38

14	Beton Normal (0% Pasir Sedimen)	PC1 (1:2:3)	22.500	300.	11,07
		PC2 (1:1,5:3)	22.500	250	9,22
		PC3 (1 :1:3)	22.500	220	8,12
	50% Pasir Sedimen	CS1 (1:2:3)	22.500	290	10,70
		CS2 (1:1,5:3)	22.500	250	9,22
		CS3 (1 :1:3)	22.500	210	7,75
	100% Pasir Sedimen	PS1 (1:2:3)	22.500	250	9,22
		PS2 (1:1,5:3)	22.500	230	8,48
		PS3 (1 :1:3)	22.500	200	7,38

Sumber : Hasil Pengujian, 2019

PEMBAHASAN

Analisis Material

Agregat Halus Pasir Sedimen Sungai Citarum

1. Dari hasil pengujian analisa saringan yang dilakukan pada agregat halus pasir sedimen Sungai Citarum diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 3,140 agregat halus tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 1,5 sampai 3,8.
2. Dari hasil pengujian berat jenis yang dilakukan pada pasir sedimen Sungai Citarum diperoleh nilai 2,009. Agregat tersebut tidak memenuhi syarat berat

jenis (*bulk specific gravity*) dalam batasan berkisar antara 2,2 sampai 2.7 dan penyerapan air yang diperoleh sebesar 13,12 %.

3. Dari hasil pengujian kadar lumpur yang dilakukan pada pasir sedimen Sungai Citarum diperoleh nilai 14,94 %, berarti agregat halus tersebut perlu dicuci terlebih dahulu karena kadar lumpurnya melebihi dari kadar lumpur yang diijinkan yaitu lebih kecil dari 5% [3]

Analisis Kuat Tekan

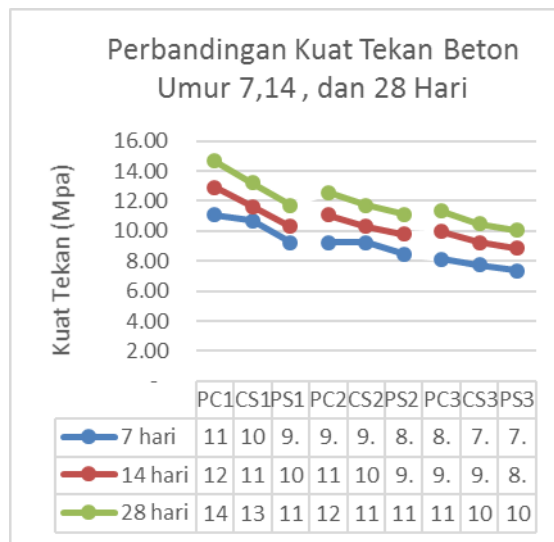


Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton terhadap Umur Beton 7 dan 14 Hari

Berdasarkan Gambar di atas, terlihat hasil kuat tekan terendah pada umur 14 hari terdapat pada Beton Uji I yang menggunakan 100% pasir sedimen Sungai Citarum dengan perbandingan 1 : 1 : 3 yaitu sebesar 8,85 MPa. Sedangkan hasil kuat tertinggi terdapat pada Beton Normal dengan perbandingan 1 : 2 : 3 yaitu sebesar 10,33 MPa. Dan nilai kuat tekan maksimum yang diperoleh dari campuran beton yang menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum yaitu terdapat pada beton yang menggunakan 50% pasir sedimen Sungai Citarum yaitu sebesar 11,62 MPa. Sehingga gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin besar penambahan pasir sedimen Sungai Citarum, maka semakin kecil nilai kuat tekannya. Hal ini

disebabkan karena banyaknya kandungan lumpur pada agregat halus pasir sedimen Sungai Citarum. Banyaknya kandungan lumpur pada pasir sedimen Sungai Citarum dapat mengurangi daya lekat antara agregat dan pasta semen sehingga mengakibatkan menurunnya nilai kuat tekan beton.

Berdasarkan PBI 1971 [3], kekuatan tekan beton untuk beton dengan semen *portland* biasa yang berumur 14 hari adalah 88% dari kuat tekan beton berumur 28 hari. Sehingga untuk nilai kuat tekan beton umur 14 hari perlu dikonversi untuk mengetahui nilai kuat tekan beton umur 28 hari seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton terhadap Umur Beton 7, 14, dan 28 Hari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan pasir sedimen Sungai Citarum berdasarkan hasil pengujian dan pemeriksaan material menyatakan bahwa untuk pengujian berat jenis, pasir sedimen Sungai Citarum tidak memenuhi syarat

yang ditentukan dan untuk pengujian kadar lumpur, pasir sedimen Sungai Citarum mengandung kadar lumpur yang tinggi, sehingga pasir sedimen Sungai Citarum tidak layak digunakan pada campuran beton secara langsung.

2. Pengaruh penggunaan pasir sedimen Sungai Citarum sebagai substitusi agregat halus menunjukkan nilai penurunan pada kuat tekan beton. Semakin besar penambahan pasir sedimen Sungai Citarum, maka semakin kecil nilai kuat tekannya.
3. Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 14 hari antara beton normal dengan beton menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum 50 % dan 100 % secara berturut – turut adalah 12,91 MPa, 11,62 MPa, dan 10,33 MPa (untuk perbandingan 1:2:3); 11,07 MPa, 10,33 MPa, dan 9,78 MPa (untuk perbandingan 1:1,5:3); serta 9,96 MPa, 9,22 MPa, dan 8,85 MPa (untuk perbandingan 1:1:3). Dan nilai kuat tekan maksimum yang diperoleh dari campuran beton yang menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum yaitu terdapat pada beton yang menggunakan 50% pasir sedimen Sungai Citarum yaitu sebesar 11,62 MPa. Sehingga beton yang menggunakan campuran pasir sedimen Sungai Citarum tidak dapat mencapai mutu beton yang direncanakan.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan,

maka sebagai bahan pertimbangan diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengujian material penyusun beton terutama agregat agar material yang akan digunakan memenuhi seluruh persyaratan yang telah ditentukan.
2. Perlu dilakukan pengawasan terhadap kualitas material penyusun beton terutama agregat halus pasir, karena kandungan lumpur pada material tersebut dapat menurunkan mutu beton.
3. Apabila material yang digunakan memiliki kadar lumpur yang tinggi, sebaiknya dilakukan pencucian atau penyemprotan untuk mengurangi kadar lumpur pada material tersebut. Selama proses pencucian, air diganti secara berkala sampai air mulai terlihat jernih.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan material penyusun beton yang memenuhi spesifikasi.
5. Walaupun pasir sedimen Sungai Citarum tidak layak digunakan sebagai campuran beton, namun sebaiknya pasir sedimen Sungai Citarum digunakan untuk pasir urugan, plesteran dinding, pasangan bata, dan jalan desa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Nugraha and Antoni, Teknologi Beton, Yogyakarta: CV Andi Offset, 2007 .
- [2] H. Baihaqi, "Sudah 32 Ribu Meter Kubik Sedimen yang Dikeruk dari Sungai Citarum

- Sejak Akhir Agustus," 15 September 2018. [Online]. Available: <http://jabar.tribunnews.com/2018/09/15/sudah-32-ribu-meter-kubik-sedimen-yang-dikeruk-dari-sungai-citarum-sejak-akhir-agustus>. [Accessed 24 Mei 2019].
- [3] PBI, Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971), Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1971.
- [4] BSN, SII 0013-1981: Mutu dan Cara Uji Semen Portland., Jakarta: BSN, 1981.
- [5] BSN, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SNI 03-2834-2000, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2000.
- [6] Wikipedia, "Batuan Sedimen," 15 Juni 2019. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Sedimentasi>.
- [7] T. Mulyono, Teknologi Beton, Yogyakarta: ANDI, 2004.
- [8] BSN, SNI 03-1968-1990 : Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1990.
- [9] BSN, SNI 03-4142-1996 : Metoda Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200., Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1996.
- [10] BSN, SNI 03-1970-1990 : Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Halus., Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1990.
- [11] BSN, SNI 03-1969-1990 : Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1990.
- [12] BSN, SNI 15-2531-1991 : Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1991.
- [13] BSN, Tata Cara pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. SNI 2493:2011, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2011.

PENGARUH PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER SIKA VISCOCRETE 3115N DAN PENGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN FLY ASH DALAM VARIASI 15%, 20%, DAN 25% TERHADAP PERENCANAAN CAMPURAN BETON MUTU TINGGI

Ganira Raynaldi¹, R. Didin Kusdian²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
Korespondensi Email : ganiraray@gmail.com¹

ABSTRACT

As the development of infrastructure is marked by the increasing construction of roads, bridges, dams, buildings, etc. then the need for material must increase too. Concrete is the material most widely used as the main structure. In large buildings, the strength of concrete must be of high strength concrete. High strength concrete must be achieved with the strength of $f_c' \geq 41.4$ MPa or with a minimum grade of K-500 concrete. Efforts must be made to improve the quality of the forming material, namely the smoothness of the cement grains. The method that can be used is to add fly ash as a substitute or added material. Because fly ash also contains chemical compounds and if mixed with water can make substances that can have the ability to bind. In this research also added the use of Sika Viscocrete 3115n Superplasticizer. If used at a certain dose, it can reduce the amount of water used, speed up the time for hardening, make high quality concrete, watertight concrete, reduce shrinkage and cracking, increase resistance to carbonation in concrete and improve final results.

Keywords : Concrete, High Strength Concrete, Fly Ash, Superplasticizer, Compressive Strength

ABSTRAK

Seiring berkembangnya infrastruktur dengan ditandai pembangunan jalan, jembatan, bendungan, gedung, dan sebagainya maka kebutuhan akan material pasti meningkat. Beton merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai struktur utama. Pada bangunan-bangunan besar tentunya kekuatan beton harus dalam mutu yang tinggi. Beton mutu tinggi harus dicapai dengan kekuatan $f_c' \geq 41,4$ Mpa atau dengan nilai minimal beton K-500. Upaya yang harus dilakukan adalah dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, yaitu kehalusan butiran semen nya. Cara yang dapat digunakan yaitu dengan menambahkan *fly ash* sebagai bahan pengganti atau bahan tambah. Karena fly ash juga memiliki kandungan senyawa kimia dan jika dicampurkan dengan air dapat membuat zat yang dapat memiliki kemampuan mengikat. Dalam penelitian ini juga menambahkan penggunaan *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n*. Jika digunakan dengan takaran atau dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan, membuat beton dengan mutu tinggi, beton kedap air, mengurangi penyusutan dan keretakan, meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton dan meningkatkan hasil akhir.

Kata Kunci : Beton, Beton Mutu Tinggi, Fly Ash, Superplasticizer, Kuat Tekan

PENDAHULUAN

Pada bangunan-bangunan besar tentunya kekuatan material harus dalam perhitungan dan pertimbangan yang baik. Tentunya bangunan yang dipikul beserta beban-beban lain nya

sangat besar dan harus menggunakan beton dengan mutu yang tinggi (High Strength Concrete). inovasi dan teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan tersebut.

Pada SNI 03-6468-2000 beton mutu tinggi harus dicapai dengan kekuatan $f_c' \geq 41,4$ Mpa atau dengan nilai minimal beton K-500.

Upaya yang harus dilakukan adalah dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, yaitu kekuatan agregat kasar dan modulus kehalusan butiran semen nya. Cara yang dapat digunakan yaitu dengan menambahkan Fly Ash sebagai bahan pengganti atau bahan tambah.

Fly ash juga memiliki kandungan senyawa kimia dan jika dicampurkan dengan air dapat membuat zat yang dapat memiliki kemampuan mengikat. Sehingga penambahan fly ash ini cukup baik untuk menambahkan kinerja semen sebagai zat pengikat.

Dalam penelitian ini juga menambahkan bahan atau zat additive lain, yaitu dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sica Viscocrete 3115n* Yang merupakan generasi terbaru dari *Superplasticizer* untuk beton. Bahan tersebut dapat mempengaruhi workability proses pembuatan beton yaitu kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kondisi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SK SNI 03-2847-2002)

Menurut Wuryati Samekto (Putra, 2015) sesuai

dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, maka perbandingan campuran beton harus ditentukan agar beton yang dihasilkan dapat memberikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam pengerjaan (workability).
2. Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (tahan lama dan kedap air).

Agregat

Agregat adalah material granular, seperti pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai secara bersama-sama dengan suatu media pengikat semen hidrolik membentuk beton. Agregat merupakan bahan pengisi, untuk beton yang ekonomis, adukan harus dibuat sebanyak mungkin agregat. Agregat yang baik adalah yang tidak bereaksi kimia dengan unsur-unsur semen.

Menurut (Putra, 2015) mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton.

Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas

permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

Fly Ash

Fly Ash dan *Bottom Ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Abu terbang (*Fly Ash*) umumnya diperoleh dari sisa pembakaran Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau sisa pembakaran dari Boiler Kayu, yang mempergunakan batubara sebagai sumber energi. Sisa pembakaran berupa partikel halus dan berkisar 75%-90% limbah batubara akan keluar melalui cerobong asap, serta hanya sebagian kecil tersisa ditungku api.

Superplasticizer

Superplasticizer (Sika Viscocrete-10) adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air, akibat pengurangan kadar air akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *Superplasticizer* sangat diperlukan.

METODOLOGI

Penelitian ini mengacu pada SNI :

Tabel 1 SNI Metoda Pengujian

Pengujian	Metoda Pengujian
Pengujian Analisa saringan agregat kasar & halus	SNI 03-1968-1990
Uji Kadar Lumpur Agregat	SNI 03-4142-1996
Uji Berat Isi Agregat	SNI 03-4804-1998
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-2008
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-2008
Semen Portland	SNI 15-2531-1991
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-2008
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-2011
Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder	SNI 03-1974-2011
Perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang	SNI 03-6468-2000

Sumber: standar nasional Indonesia

Pada penelitian ini dibuat beberapa sampel campuran beton yaitu sebagai berikut :

Tabel 2 Sampel Penelitian

No	Kode Sampel	Semen (PC)	Fly Ash	Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n	Jumlah Sampel
1	BN	100 %	-	1,2 %	2
2	BF15	85 %	15 %	1,2 %	2
3	BF20	80 %	20 %	1,2 %	2
4	BF25	75 %	25 %	1,2 %	2
Total					8 Bh

Sumber: data penelitian pribadi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Semen

Tabel 3 Hasil Pengujian Semen

Keterangan		Sampel Uji		
		I	II	III
Berat Benda Uji (g)	W	60.5	60	60.2
Volume Awal (ml)	V1	0.6	0.5	0.6
Volume Akhir (ml)	V2	21.4	21.2	21.4
Berat Jenis Semen (g/ml)	$B_j = \frac{W}{(v2 - v1)} \cdot d$	2.91	2.90	2.89
		2.90		

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian semen didapatkan 2.90 gr/ml.

Hasil Pengujian Agregat Halus

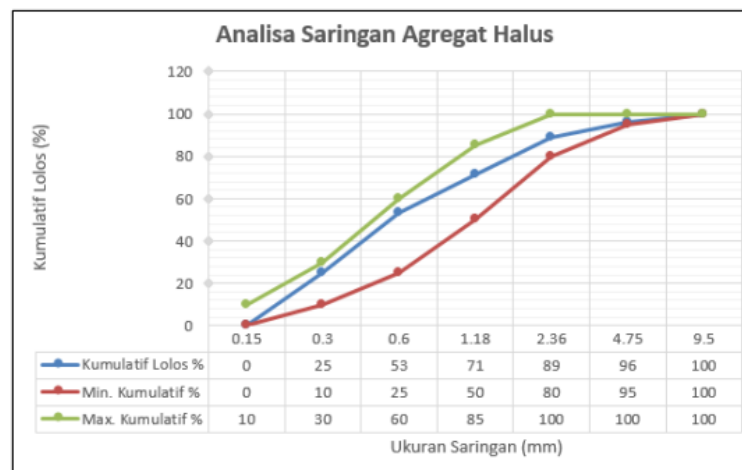
Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat	Keterangan
1	Analisa Saringan	FM = 2.7	$2.2 < FM < 3.2$	Pasir termasuk kelas sedang
2	Berat Jenis	2.41	2.5	Termasuk pasir ringan
3	Penyerapan Air	9.01 %	5 %	Tetap digunakan dalam penelitian
4	Berat Isi	1424 kg/m ³	1200 – 1750 kg/m ³	Memenuhi Standar
5	Kadar Lumpur	3.3 %	5 %	Memenuhi Standar

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian agregat halus, jenis pasirnya tergolong pasir ringan dikarenakan dilihat dari berat jenis nya kurang dari 2.5 gr/ml. selanjutnya pada pengujian ini juga dilakukan

analisa ayakan yang menghasilkan grafik dalam gradasi ASTM C-33 yaitu sebagai berikut.



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 1: Grafik Analisa Ayak Agregat Halus

Pada grafik tersebut memenuhi standar pada ASTM C-33

Hasil Pengujian Agregat Kasar

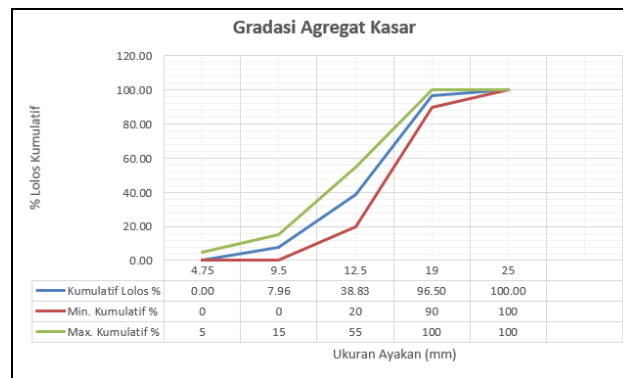
Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat	Keterangan
1	Analisa Saringan	FM = 6.57	$5.5 < FM < 7.5$	Memenuhi Standar
2	Berat Jenis	2.5	2.5	Termasuk Kerikil Normal
3	Penyerapan Air	1.55 %	3 %	Memenuhi Standar
4	Berat Isi	1502 kg/m ³	1200 – 1750 kg/m ³	Memenuhi Standar
5	Kadar Lumpur	0.83 %	1 %	Memenuhi Standar

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian agregat kasar, jenis kerikilnya tergolong kerikil normal dikarenakan dilihat dari berat jenis nya 2.5 gr/ml. selanjutnya

dilakukan analisa ayakan yang menghasilkan grafik ASTM C-33 yaitu sebagai berikut.



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 2: Grafik Analisa Ayak Agregat Kasar

Pada grafik tersebut memenuhi standar pada ASTM C-33 no 6.

Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi (SNI-03-6468-2000)

Tabel 6 Hasil Perhitungan Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi Per m³

Bahan/Material	Kebutuhan per m ³ (kg)
Air	194
Semen	498
Agregat Halus	417
Agregat Kasar	1127
Superplasticizer	6

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Pada perhitungan ini menggunakan f_c rencana sebesar 45 MPa pada umur 28 hari. Dan diharapkan salah satu sampel dapat mencapai kekuatan tersebut dalam rentan variasi fly ash

15%, 20%, dan 25%.

Untuk itu campuran pada tabel 6 akan dikonversi pada volume cetakan silinder yaitu sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Perhitungan Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi Per Cetakan Silinder

Bahan	Kode			
	BN	BF15	BF20	BF25
Air (kg)	1.1	1.1	1.1	1.1
Semen (kg)	2.7	2.3	2.16	2.025
Agg Halus (kg)	2.7	2.7	2.7	2.7
Agg Kasar (kg)	6	6	6	6
Fly Ash (kg)	-	0.4	0.54	0.675
Superplasticizer (g)	32.5	32.5	32.5	32.5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Hasil Pengujian Slump

Tabel 8 Hasil Pengujian Slump

No	Benda Uji	Slump (mm)	Keterangan
1	BN	90	Air Direduksi 37.4 % dengan penggunaan Superplasticizer
2	BF15	130	Air Direduksi 27.3 % dengan penggunaan Superplasticizer
3	BF20	90	Air Direduksi 34 % dengan penggunaan Superplasticizer
4	BD25	95	Air Direduksi 20 % dengan penggunaan Superplasticizer

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Hasil Pengujian Tekan

Pada pengujian tekan ini menggunakan alat Compression Testing Machine (CTM) dengan

kapasitas beban aksial sebesar 2000 kN.

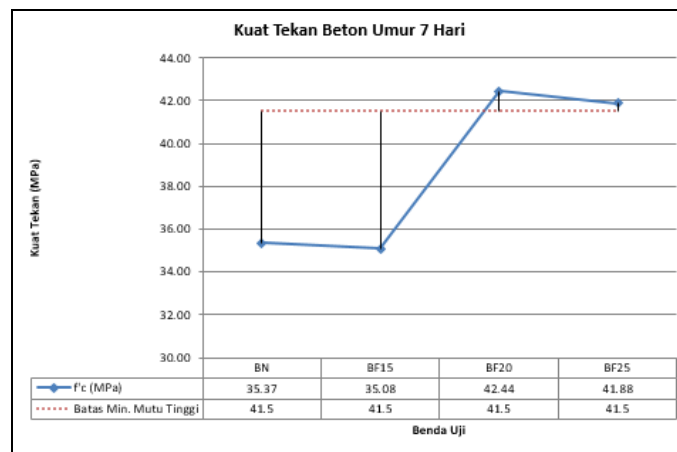
Pengujian Tekan 7 Hari

Tabel 9 Hasil Pengujian Tekan 7 Hari

Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Slump (mm)	Beban (N)	Luas (mm ²)	f ['] c (MPa)
BN	7	12.7	90	625000	17671.5	35.37
BF15	7	12.75	130	620000	17671.5	35.09
BF20	7	12.9	90	750000	17671.5	42.44
BF25	7	12.85	95	740000	17671.5	41.88

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Berdasarkan Tabel 9 maka didapatkan grafik kuat tekan pada umur 7 hari sebagai berikut:



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 3. Grafik Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari

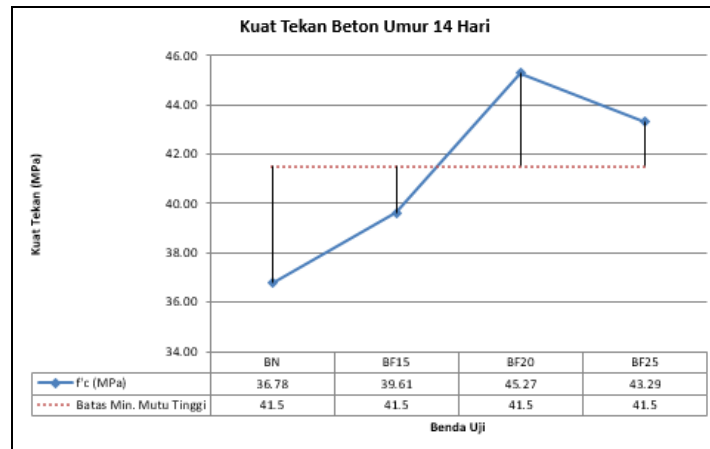
Pengujian Tekan 14 Hari

Tabel 10 Hasil Pengujian Tekan 14 Hari

Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Slump (mm)	Beban (N)	Luas (mm ²)	f ['] c (MPa)
BN	14	12.75	90	650000	17671.5	36.78
BF15	14	13	130	700000	17671.5	39.61
BF20	14	13	90	800000	17671.5	45.27
BF25	14	13	95	765000	17671.5	43.3

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

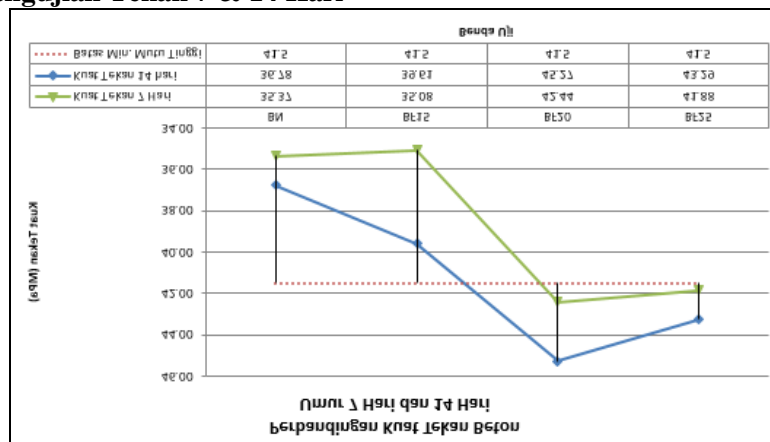
Berdasarkan Tabel 10 maka didapatkan grafik kuat tekan pada umur 14 hari sebagai berikut:



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 4. Grafik Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari

Perbandingan Pengujian Tekan 7 & 14 Hari



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengujian Kuat Tekan Umur 7 dan 14 Hari

Dari grafik tersebut terlihat dengan jelas perbedaan proporsi campuran terhadap kuat tekan beton. Dari hasil grafik tersebut pada kode sampel **BF20** tercapai hasil paling tinggi.

Perhitungan Berat Jenis Beton

Tabel 11 Hasil Perhitungan Berat Jenis Beton

Kode Sampel	Berat Jenis Beton Fly Ash (kg/m ³)	Berat Jenis Beton Normal (kg/m ³)	Persentasi Kenaikan Berat Jenis
BF15	2453.4	2406.2	101.96 %
BF20	2453.4		101.96 %
BF25	2453.4		101.96 %

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 3115n* dapat mereduksi kebutuhan air hingga sebesar 37.4 %. Tentunya semakin sedikit air maka beton akan semakin kuat.
2. Untuk slump dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 3115n* dapat menghasilkan nilai sebesar 90-130 mm. tentunya dengan nilai slump tersebut *workability* nya cukup baik untuk dilakukan.
3. Berdasarkan hasil kuat tekan mengacu pada beton normal (Kode : BN), pada umur 7 hari terdapat penurunan pada beton fly ash 15 % (Kode : BF15) sedangkan pada umur 14 hari semuanya meningkat dari kuat tekan beton normal.
4. Berdasarkan hasil analisa data maka penggunaan *Fly Ash* dalam pergantian sebagian semen sangat berpengaruh besar. Tentunya penggunaan *Fly Ash* ini dapat meningkatkan mutu beton. Dari ketiga variasi yang digunakan, variasi 20% *Fly Ash* lah yang memiliki nilai optimum. Terbukti dari penelitian sampel BF20 menghasilkan mutu kuat tekan beton sebesar $f'c$ 45.27 MPa pada umur 14 hari dengan persentase kenaikan kuat tekan beton sebesar 123.08% dan berat jenis sebesar 2453.4 kg/m^3 melebihi 53.4 kg/m^3

dari berat jenis beton normal yaitu 2200 – 2400 kg/m^3 .

5. Dalam rentan waktu 7 hari, beton dengan campuran 20 % dan 25 % *Fly Ash* terhadap semen dapat menghasilkan campuran beton mutu tinggi dengan penambahan 1.2 % *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n* terhadap berat semen.
6. Jadi secara keseluruhan dengan penggunaan *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n* dan penggantian sebagian semen dengan *Fly Ash* dapat menghasilkan campuran beton mutu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hernando, Fandhi (2009). Perencanaan campuran beton mutu tinggi dengan penambahan superplasticizer dan pengaruh penggantian sebagian semen dengan fly ash.
- [2]. Efendi, Arin Ayudiastika. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kaleng Aluminium Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Terhadap Workability, Kuat Tekan, Dan Berat Jenis Beton Normal.
- [3]. Az Zahra, Siti Aisyah. (2018). Pengaruh Diameter Kerikil (Agregat Kasar) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Kelereng Sebagai Pengganti Kerikil (Agregat Kasar).
- [4]. Aji, Pujo dan Purwono, Rachmat. (2011). Pemilihan Proporsi Campuran Beton (Concrete Mix Design) Sesuai ACI, SNI dan ASTM.
- [5]. N, Aryani dan P, Laila (2013). "Pengaruh Pemakaian Fly Ash Dan Superplasticizer Pada Kuat Tekan Beton". Dalam Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVIII/2013

- [6]. Novrianti, Rida Respati dan Anwar Muda (2014). "Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K-350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton" dalam Media Ilmiah Teknik Sipil. Volume 2 Nomor 2
- [7]. *Mulyono, Tri. (2003), Teknologi Beton, Penerbit ANDI Yogyakarta. Nugraha, Paul., Antoni. 2007. Teknologi Beton, Surabaya : Penerbit Andi.*
- [8]. Murdock, L.J. and Brook, K.M. dan Hindarko, S. (1999). *Bahan & Praktek Beton. Erlangga, Jakarta.*
- [9]. Nawy, E.G. (1985). *Reinforce Concrete a Fundamental Approach. Sidney. Mac Graw-Hill Book Company.*
- [10]. Dipohusodo, Istimawan. (1994). *Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Gramedia pustaka utama.*
- [11]. Putra, A.F. (2015). *Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam.*
- [12]. Tjokrodijuljo, Kardiyono. (1992). *Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.*
- [13]. Hariny, Fitria dan Luthfah, Asna. (2003). *Tinjauan Pemakaian Superplasticizer Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum.*
- [14]. SNI 03-1968-1990. *Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus*
- [15]. SNI 03-4142-1996. *Pengujian Kadar Lumpur Agregat.*
- [16]. SNI 03-4804-1998. *Pengujian Berat Isi Agregat*
- [17]. SNI 03-1969-2008. *Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.*
- [18]. SNI 03-1970-2008. *Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus.*
- [19]. SNI 15-2531-1991. *Pengujian Semen Portland.*
- [20]. SNI 03-1972-2008. *Metode pengujian nilai slump beton.*
- [21]. SNI 03-2493-2011. *Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.*
- [22]. SNI 03-1974-2011. *Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder*
- [23]. SNI 03-6468-2000. *Perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang*

UJI LABORATORIUM UPAYA PENINGKATAN KUAT TEKAN BEBAS DAN PERMEABILITAS TANAH LIAT YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN FLY ASH

Adi Mardian Eka Pratama¹, Dr. Ir. Didin Kusdian, M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Email : adimardian07@gmail.com

ABSTRACT

The mixture composition used in this study is 10% for Lime and 5% for Fly Ash of fine aggregate weight and coarse aggregate weight and replacement of Clay by 0%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% by weight of Sand. The test material used consisted of Cubes, the quality of the planned concrete K-175 which was tested at the age of 14 days with prior treatment before testing. This study tested the concrete with cube test material for compressive test (size 15x15x15 cm) which was then converted to the size of a cube with a coefficient of 0.83 for 12 samples and consisted of 6 variations and each variation of 2 samples. From the research it was found that the highest concrete compressive strength was found in Concrete Substitution Clay 10% in the amount of 181.82 kg / cm² or 15.09 MPa and the lowest concrete compressive strength was found in Concrete Substitution Clay 30% in the amount of 141.41 kg / cm² or 11.74 MPa. That with a replacement of 10% Clay has a higher compressive strength compared to concrete variations of other Clay mixes. Mixing with Clay is less helpful in strengthening concrete because Clay absorbs water, causing the air content in the concrete to increase, resulting in a decrease in compressive strength of the concrete. And if the clay mixture is too excessive the quality is not recommended because it can reduce the concrete quality which is quite high.

ABSTRAK

Komposisi campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10% untuk Kapur dan 5% untuk Fly Ash dari berat agregat halus dan agregat kasar dan penggantian dengan Tanah Liat sebanyak 0%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat Pasir. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus, mutu beton yang direncanakan K-175 yang diuji pada umur 14 hari dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji kubus untuk uji tekan (ukuran 15x15x15 cm) yang kemudian dikonversi ke ukuran kubus dengan koefisien 0.83 sebanyak 12 sampel dan terdiri dari 6 variasi dan masing-masing variasi sebanyak 2 sampel. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada Campuran Beton penggantian Tanah Liat 10 % yaitu sebesar 181.82 kg/cm² atau 15.09 MPa dan kuat tekan beton yang terendah terdapat pada Campuran Beton penggantian Tanah Liat 30% yaitu sebesar 141.41 kg/cm² atau 11.74 MPa. Bahwa dengan penggantian 10% Tanah Liat mempunyai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton variasi campuran Tanah Liat lainnya. Adukan dengan Tanah Liat kurang membantu dalam memperkuat beton karena Tanah Liat bersifat menyerap air sehingga menyebabkan kadar udara dalam beton semakin besar yang mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Dan jika campuran Tanah Liat terlalu berlebih kualitas tidak dianjurkan karena dapat mengurangi mutu beton yang cukup tinggi.

Kata Kunci : Tanah Liat, Kuat Tekan, Beton Tanah Liat.

PENDAHULUAN

Penggunaan beton sebagai bahan kontruksi di

Indonesia semakin marak, dilihat dari produksi

beton yang semakin meningkat khususnya pada

industri beton siap pakai (*ready mix*). Dengan meningkatnya kebutuhan beton pada setiap pembangunan di semua daerah banyak industri beton siap pakai (*ready mix*) yang belum masuk ke semua daerah. Di Kecamatan ibun Kabupaten Bandung merupakan daerah dataran tinggi didominasi tanah dengan kandungan tanah liat, karena maraknya produksi beton di semua daerah di Indonesia, terutama di daerah yang belum memiliki industri *ready mix* ini agar bisa menggunakan material asli daerah itu sendiri sebagai bahan alternatif pengganti campuran pasir. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan, kualitas dan sifat beton dengan campuran tanah liat sebagai dasar ketentuan bisa atau tidaknya tanah liat digunakan sebagai bahan campuran alternatif.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton yaitu suatu campuran yang berisi pasir, krikil/ batu pecah/ agregat lain yang dicampurkan menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu masa yang sangat mirip seperti batu. dapat digunakan untuk membuat pondasi, balok, plat cangkang, plat lantai, dan lain sebagainya. Beton dalam keadaan mengeras akan sangat keras bagaikan batu dengan kekuatan tinggi. tapi dalam keadaan segar beton seperti bubur sehingga mudah dibentuk sesuai keinginan. beton juga sangat tahan terhadap serangan api juga sangat tahan terhadap serangan korosi.

Faktor Air, Semen dan Kepadatan

Hubungan antara dan air semen merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi dari air semen ini adalah untuk menghidrasi semen yang membuat semen menjadi pasta sehingga terjadi pengikatan dan pengerasan, serta memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Biasanya nilai kekuatan tekan beton mencapai 100% pada saat beton mencapai umur 28 hari.

Sifat Agregat

Kekuatan agregat terhadap kekuatan beton Pengaruhnya tidak terlalu besar karena pada umumnya kekuatan agregat lebih besar daripada kekuatan pastanya. Namun jika dikehendaki nilai kekuatan beton yang tinggi, diperlukan pula agregat yang kuat agar kekuatan agregat tidak lebih rendah dari kekuatan pastanya.

Pekerjaan Perawatan Beton (*curing*) Perawatan beton adalah pemeliharaan beton dalam kondisi tertentu setelah pembukaan bekisting agar optimasi kekuatan beton dapat dicapai mendekati kekuatan yang telah direncanakan. Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras.

Perawatan ini dilakukan, agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab. apabila hal ini terjadi maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan perkembangan kekuatan beton, terutama penurunan kuat tekan.

Faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, diantaranya, faktor air semen dan kepadatan, umur beton, sifat agregat, komposisi semen dan jenis semen yang digunakan, rongga udara (*voids*), pekerjaan perawatan beton (*curing*). Beton memiliki sifat-sifat sebagai berikut, sifat mudah dikerjakan (*Workability*), sifat tahan lama, sifat kedap air.

METODE

Metodologi adalah suatu prosedur atau tata cara yang digunakan dalam suatu penelitian yang dimulai dari pekerjaan persiapan sampai pengambilan kesimpulan. Dalam metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan. Adapun tahapan penelitian tersebut dimulai dari pekerjaan persiapan, pengumpulan data, penentuan bahan material, pengujian bahan material, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian beton, analisa hasil penelitian, dan terakhir pengambilan kesimpulan.

Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase keras atau padat, untuk mengetahui nilai kekuatan tekan beban pada benda uji kubus dengan dimensi 15x15x15 cm pada umur beton 7 dan 14 hari.

Perhitungan pengujian pada agregat kasar. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*);

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(1)$$

Berat jenis kering - permukaan jenuh (*saturated surface dry*);

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2)$$

Berat jenis semu (*apparent specific grafitly*)

$$\frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(3)$$

Penyerapan

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

B_k = berat benda uji kering oven, dalam gram

B_j = berat benda uji kering permukaan jenuh, dalam gram

B_a = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air, dalam gram

Perhitungan pengujian pada agregat halus

Berat jenis curah (*bulk specific gravity*);

$$\frac{Bk}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(5)$$

Berat jenis kering - permukaan jenuh (*saturated surface dry*);

$$\frac{500}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(6)$$

Berat jenis semu (*apparent specific grafitiy*)

$$\frac{Bk}{B+Bk-Bt} \dots\dots\dots(7)$$

Penyerapan

$$\frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven, dalam gram

B = Berat Piknometer berisi air, dalam gram

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram.

Pengujian Analisa Saringan

Ukuran maksimum agregat halus 4,76 mm, berat minimum benda uji 500 gram;

Ukuran maksimum agregat kasar ¾ “ (19,1 mm), berat minimum benda uji 5,0 Kg.

Agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian pengujian, yaitu pengujian agregat kasar dan halus dengan saringan no. 4 sebagai pemisah.

Tujuannya adalah untuk menghitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

Pengukuran slump

Pengukuran slump harus dilakukan sesegera mungkin dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji; untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata-rata.

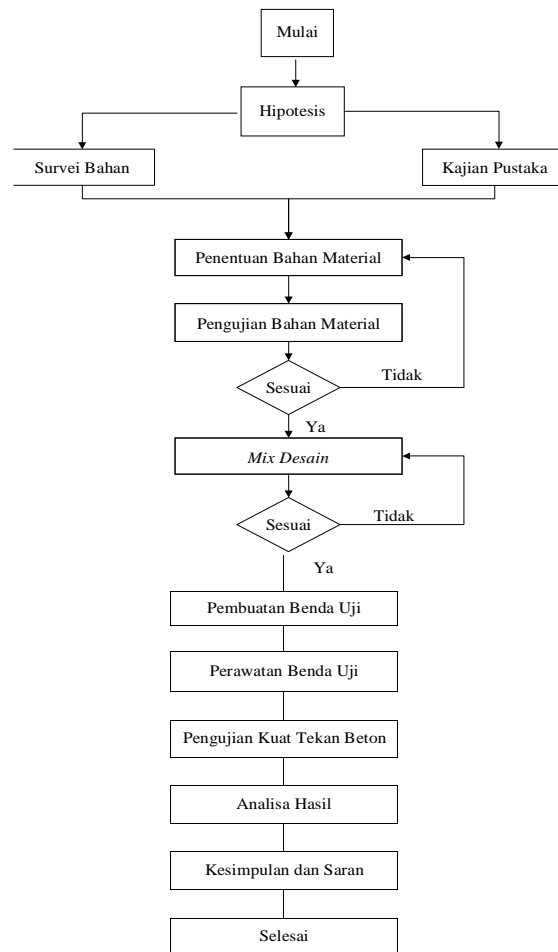
Pengujian Kuat Tekan

$$Kuat Tekan Beton = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

P = Beban maksimum (Kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)



Gambar 1 Paradigma Penelitian Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah semen, agregat kasar dan agregat halus dengan perbandingan 1 : 2 : 3 dengan variasi penggunaan agregat kasar split dan agregat

halus. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ " (19.00 mm) namun tertahan pada saringan no. 4 (4,75 mm) dan agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan dengan menggunakan semen Tiga Roda tipe I.

Tabel 1 Rencana Jumlah Sampel Beton

No.	Rencana Campuran Beton								Jumlah Benda Uji	
	Perbandingan 1 : 2 : 3								Pada Umur	
		Semen	Pasir	Kerikil	Air	Tanah Liat	Kapur	Fly Ash	7 Hari	14 Hari
1	BN	100%	100%	100%	100%	-	-	-	1	1
2	BTL 10%	85%	75%	85%	100%	10%	10%	5%	1	1
3	BTL 15%	85%	70%	85%	100%	15%	10%	5%	1	1
4	BTL 20%	85%	65%	85%	100%	20%	10%	5%	1	1
5	BTL 25%	85%	60%	85%	100%	25%	10%	5%	1	1
6	BTL 30%	85%	55%	85%	100%	30%	10%	5%	1	1
Jumlah									6	6

Sumber : data primer yang sudah diolah, 2019

Hasil Penelitian

Tabel 2 Hasil Uji Tekan 7 Hari dan 14 Hari

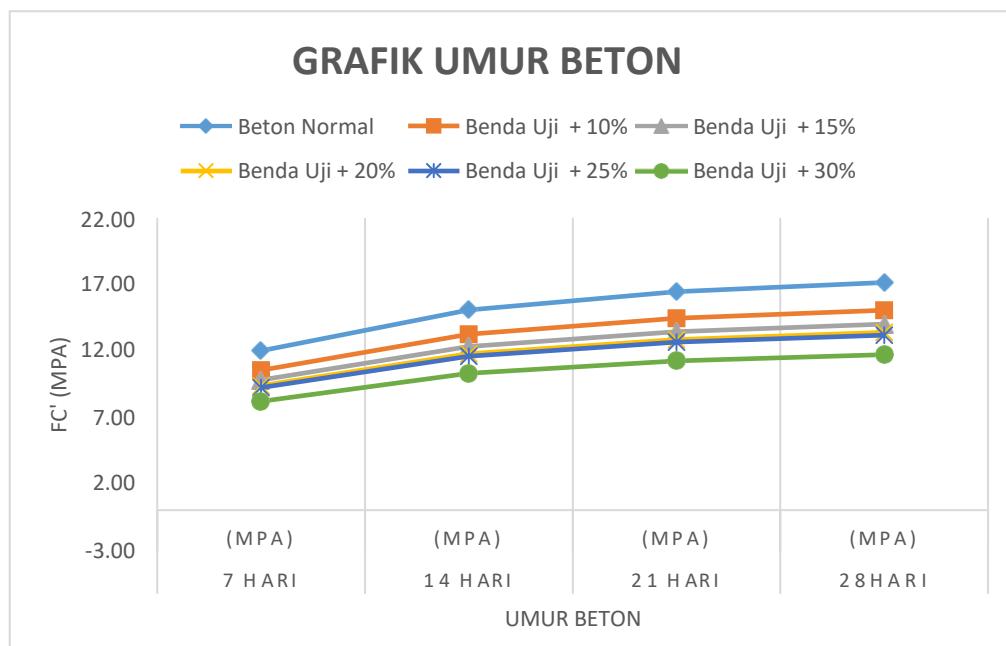
No.	Benda Uji	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (cm ²)	Beban (KN)	f'ck (N/mm ²) (Mpa)
1	BN 1	7 hari	8	6	22,5	400	17,78
2	BTL 10%	7 hari	7,5	10	22,5	350	15,56
3	BTL 15%	7 hari	7,45	7	22,5	325	14,44
4	BTL 20%	7 hari	7	5	22,5	290	12,89
5	BTL 25%	7 hari	6,85	6	22,5	265	11,78
6	BTL 30%	7 hari	6,5	6	22,5	250	11,11
7	BN 2	14 hari	8	6	22,5	410	18,22
8	BTL 10%	14 hari	7,8	10	22,5	360	16,00
9	BTL 15%	14 hari	7,6	7	22,5	335	14,89
10	BTL 20%	14 hari	7,2	5	22,5	320	14,22
11	BTL 25%	14 hari	6,9	6	22,5	315	14,00
12	BTL 30%	14 hari	6,8	6	22,5	280	12,44

Sumber : data primer yang sudah diolah, 2019

Tabel 3 Hasil Perhitungan Konversi Perbandingan 7 Hari Hingga 28 Hari

No.	Benda Uji	7 Hari (MPa)	14 Hari (MPa)	21 Hari (MPa)	28 Hari (MPa)	Mutu Beton kg/cm ² (K)
1	Beton Normal	12.03	15.12	16.50	17.19	207.07
2	Benda Uji + 10%	10.56	13.28	14.49	15.09	181.82
3	Benda Uji + 15%	9.83	12.36	13.48	14.04	169.19
4	Benda Uji + 20%	9.39	11.80	12.88	13.41	161.62
5	Benda Uji + 25%	9.24	11.62	12.68	13.20	159.09
6	Benda Uji + 30%	8.22	10.33	11.27	11.74	141.41

Sumber : data primer yang sudah diolah, 2019



Gambar 2 Grafik Hasil Konversi Kuat Tekan Beton 7 Hari Sampai Dengan 28 Hari

Dari Tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton. Hal ini disebabkan karena proses hidrasi pada pasta semen yang terus meningkat dan memperkuat

ikatan antara material. Namun penambahan volume agregat akan menurunkan kuat tekan beton secara signifikan yang disebabkan bobot *Tanah Liat* yang ringan, sehingga *Tanah Liat* dianggap sebagai rongga udara pada beton.

Jenis Beton	f_c' (MPa)	σ_{bk} (Kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 – < 35	K250 – <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15 – <20	K175 – <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 – <15	K125 – <K175	digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Sumber : Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7– 2005

Gambar 3 Mutu Beton Dan Penggunaannya

KESIMPULAN

Penggunaan agregat Tanah Liat yang menggantikan sebagian / seluruhnya agregat Halus dalam campuran beton berpengaruh terhadap penurunan workability beton segar yang ditandai oleh menurunnya nilai slump, sehingga harus ditambahkan air pada saat pengadukan agar adukan tidak cepat kering, semakin besar penggunaan agregat Tanah Liat, maka semakin kecil kuat tekan yang didapat sehingga semakin besar yang mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Berdasarkan Gambar 3 Mutu Beton Dan Penggunaan (Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 – 2005) maka hasil pengujian dikategorikan jenis beton Mutu Rendah yakni antara 10- <15 MPa (K125 - <K175) dan 15- <20 MPa (K175 - <K250).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mindess, S., Young, J. and Darwin, D. (2008). *Concrete*. Taipei: Pearson Education Taiwan.
- [2] Tjokrodinuljo, K. (1985). *Behaviour of reinforced concrete under cyclic loading*. Auckland, N.Z.: Dept. of Civil Engineering, University of Auckland.
- [3] Abrams, D. (1925). *Design of concrete mixtures*. Chicago: Structural Materials Research Laboratory.
- [4] Dipohusodo, I. (1994). *Struktur beton bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Murdock, L., Brook, K. and Dewar, J. (1991). *Concrete materials and practice*. London: Arnold.
- [6] Nawy, E. (1985). *Reinforced concrete. A Fundamental approach*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1985.
- [7] Standard specification for Portland cement. (2012). West Conshohocken, PA:

- ASTM Int'l. Vancivil.blogspot.com. (2019). *PBI Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2 (PBI 1971 N.I.-2)*. [online] Available at: <https://vancivil.blogspot.com/2016/10/pbi-peraturan-beton-bertulang-indonesia.html> [Accessed 29 Sep. 2019].
- [8] Standard specification for concrete aggregates. (2008). West Conshohocken, Pa.: ASTM International.
- [9] Lib.geologi.ugm.ac.id. (2019). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. [online] Available at: http://lib.geologi.ugm.ac.id/lib/index.php?p=show_detail&id=1338 [Accessed 29 Sep. 2019].
- [10] SNI 15-7064-2004. (2004). Badan Standarisasi Nasional (BSN). ICS 91.100.10. Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate. (2003). West Conshohocken, PA: ASTM International.

PENGARUH CAMPURAN SULPHONATED NAPHTHALENE FORMALDEHYDE (SNF) SUPERPLASTICIZER POWDER DAN BOTTOM ASH SEBAGAI CAMPURAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Didin Kusdian ¹, Herdy dianna ²

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

²Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Email : herdyd114n4@gmail.com

ABSTRAK

Infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, adanya industri beton menjadi penopang kemajuan infrastruktur yang begitu pesat. Kemudahan dalam pencetakan, keawetan, dan perawatannya yang membuat beton banyak diminati. Serta Bottom ash dari limbah hasil pembakaran batu bara dimana jumlahnya akan terus bertambah selama industri terus memproduksi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui variasi campuran bottom ash dari 10%, 20% dan 30% sebagai campuran semen, serta tambahan sulphonated naphthalene formaldehyde (snf) superplasticizer powder, dengan rencana kuat tekan beton k-350. Hasil dari penelitian ini campuran Bottom Ash 10% memiliki kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan percobaan yang lainnya, angka kuat tekanya relatif jauh bila dari percobaan Bottom Ash 10% ke Bottom Ash 20%. Dan Perbedaan kuat tekan dari Bottom Ash 20% ke Bottom Ash 30% tidaklah terlalu signifikan yaitu Uji benda Bottom Ash 20% memiliki Kuat tekan 4,06 MPa, Bottom Ash 30% memiliki Kuat tekan 2,77 Mpa, Sedangkan pada Bottom Ash 10% memiliki Kuat tekan 11,07 Mpa.

Kata Kunci : Beton, Bottom Ash, Kuat tekan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, adanya industri beton menjadi penopang kemajuan infrastruktur yang begitu pesat. Kemudahan dalam pencetakan, keawetan, dan perawatannya membuat beton banyak diminati. Bahan beton sendiri yang umum terdiri dari semen, Krikil

(Agregat kasar), pasir (Agregat halus), dan air. Kemudahan dalam pencetakan yang di maksud ialah mudahnya pembutan di lapangan sesuai yang kita butuhkan, keawetan beton juga sangat kuat di musim yang dingin maupun panas, serta perawatan beton bisa di bilang tidak ada setelah beton itu sudah dibuat walaupun ada kemungkinan dirawat sangatlah minim.

Sulphonated Naphthalene Formaldehyde (SNF) Superplasticizer Powder yang fungsinya adalah mengurangi sejumlah besar pemakaian air pada beton segar. Dipakai untuk meningkatkan kelecakan beton segar (improve the workability of fresh concrete) dan untuk meningkatkan mutu beton terutama pada beton mutu tinggi. Memungkinkan membuat beton segar mudah mengalir dan melakukan pemadatan mandiri (self compacting concrete). (Prajitno, 2007)

Bottom ash adalah limbah hasil pembakaran batu bara dimana jumlahnya akan terus bertambah selama industri terus berproduksi. Teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah pengelolaan limbah industri untuk digunakan sebagai bahan baku atau material bangunan. Dengan adanya penemuan inovasi-inovasi bahan tersebut diharapkan dapat menggantikan bahan bangunan sehingga dapat menekan biaya produksi serta mengurangi limbah industri. Salah satu dari inovasi tersebut adalah menggunakan *bottom ash* sebagai pengganti semen. (Ristinah, 2012)

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi berkisar antara

2200 kg/m³ – 2500 kg/m³ yang dibuat menggunakan agregat alam yang pecah (BSN, 2000). (R., Hunggurami, & Utomo, 2017)

Bahan Campuran Beton

Bahan Campuran Beton terdiri dari agregat, semen, dan air. Setiap material tersebut mempunyai spesifikasi dan ketentuan yang berbeda-beda. Ini adalah uraian dari material tersebut :

Agregat kasar

Agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi 6 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Agregat kasar ini biasanya berupa kerikil, split, batu pecah, kricak dan lainnya. (Bumulo & Rusnadin, 2018)

Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik dan lempung. Pasir yang digunakan dalam pencampuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai ataupun dari galian tambang (quarry).

Semen

Semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu. Semen Portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. (Purnomo & Hisyam, 2014)

Air

Air digunakan untuk mereaksi semen agar dapat merekatkan dengan agregat lainnya, serta mempermudah dalam pengerjaannya. Karena air mempunyai kualitas untuk kekuatan beton. (SNI 03.2847-2002).

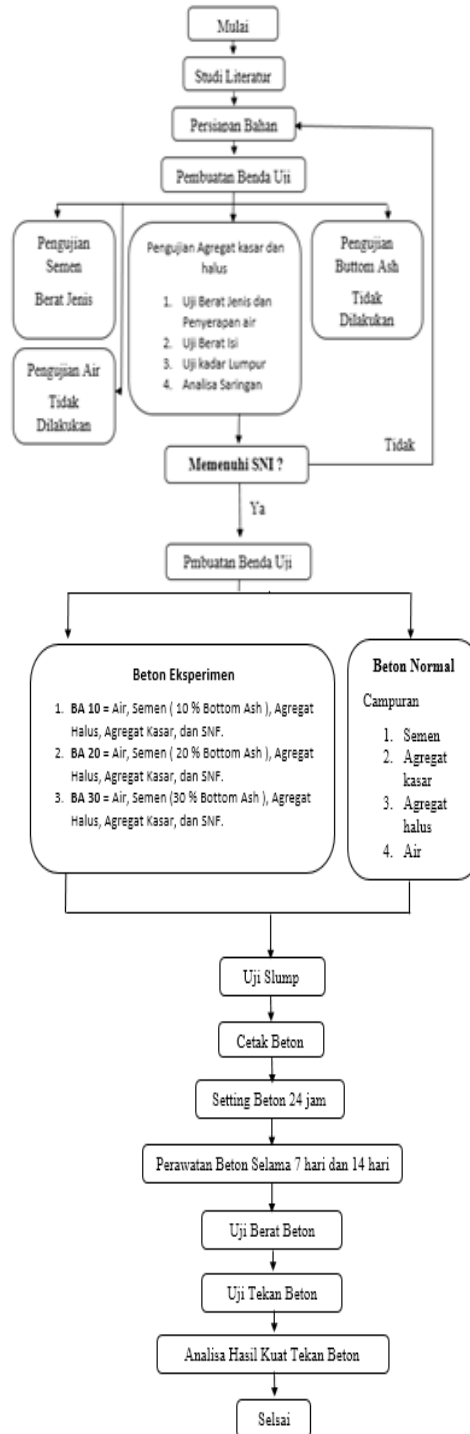
Bottom Ash

Bottom ash adalah abu yang dihasilkan pada proses pembakaran batubara sebagai sumber energi pada unit pembangkit uap (boiler) pada

pembangkit listrik tenaga Uap (PLTU). Bottom ash terbentuk partikel halus dan bersifat pozzolan. Terdapat tiga tipe metode pembakaran pada proses penghasilan energi, yaitu dry bottom boiler, wet-bottom boiler dan cyclon furnace. Apabila batubara dibakar dengan type dry bottom boiler, maka kurang lebih 80% dari abu meninggalkan pembakaran sebagai fly ash dan (Ristinah, Zacoeb, M.D., & Setyowulan, Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako, 2012)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdapat beberapa tahap, yang dapat dilihat dari *flowchart* seperti pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Kerja

Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini akan menguji kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan

campuran Bottom Ash terhadap semen, yaitu:

1. Komposisi campuran / *Mix design*

Tabel 1. Mix Design

No.	Kode	Rencana Kuat Tekan Beton	Jenis pengujian	Dimensi Benda Uji
1	BA 0	K-350	Kuat tekan	15cm x 15cm x 15cm
2	BA 10	K-350	Kuat tekan	15cm x 15cm x 15cm
3	BA 20	K-350	Kuat tekan	15cm x 15cm x 15cm
4	BA 30	K-350	Kuat tekan	15cm x 15cm x 15cm

2. Pencampuran benda uji
3. Slump test

HASIL DAN ANALISA DATA

Benda uji yang digunakan berbentuk Kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm sebanyak 8 (delapan) buah untuk pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 14 hari .

Pengujian Bahan Pembentuk Beton

Bahan yang harus diuji sebelum melakukan pencampuran beton sebagai berikut:

Semen

Pengujian ini berdasarkan SNI 15-2531- 1991,

SNI 15-2049-2004. Hasil berat jenisnya adalah 2,90. Sehingga tidak memenuhi standar ASTM yang berkisaran 3,15-3,17. Tetapi tetap dipakai untuk perencanaan pencampuran beton (mix Design).

Agregat Kasar

Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisa saringan Agregat Kasar pengujiannya menggunakan SNI 03- 1968-1990. Tujuan adalah menentukan distribusi yang berbutiran besar dengan saringan dan untuk mengetahui modulus kehalusan. Modulus kehalusan sekitar 6,0 sampai 7,1.

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan					Kumulatif	
	Berat (gram)		Persen (%)			Tertahan (%)	Lolos (%)
	I	II	I	II	Rata-Rata		
25	0	0	0	0	0	0	100
19	218	301	2.9	4.1	3.5	3.5	96
12.5	4032	4520	54.3	61.1	57.7	61.2	39
9.5	2549	2031	34.3	27.4	30.9	92.0	8
4.75	632	549	8.5	7.4	8.0	100.0	0
2.36	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	
1.18	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.6	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	
0.15	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	
Jumlah	7431	7401	100	100	100	656.71	
FM	6.57						

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-1969-2008, hasil pengujianya.

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian	
		I	II
Berat benda uji	Bk	2002	2000
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	2005	2059
Berat benda uji di dalam air	Ba	1208	1255
Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.51	2.49
		2.50	
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.52	2.56
		2.54	
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.52	2.68
		2.60	
Penyerapan Air (%)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	0.15%	2.95%
		1.55%	

Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-4804-1998, pengujian ini bertujuan agar mengetahui padat

pada agregat kasar dan bobot isi lepas. Berat isi untuk beton normal antara 1,20 – 1,75 gr/cm³.

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (kg)	A	8.900	8.600
Berat Bejana (kg)	B	0.506	0.506
Berat Agregat (kg)	C = A - B	8.394	8.094
Volume Bejana (m ³)	D	0.00549	0.00549
Berat Isi Agregat (kg/m ³)	C / D	1528.96	1474.32
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1502	

Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-1753-1990. Pengujian kadar lumpur agregat kasar bertujuan untuk mengetahui berapa persen

kadar lumpur yang terendap, jika melebihi dari 1% lumpur yang terdapat di agregat kasar maka harus dicuci untuk mendapatkan kualitas yang baik.

<u>Nomor Contoh</u>		I	II	III
<u>Berat benda uji sebelum dicuci, kering oven (gram)</u>	W1	2402	2398	2412
<u>Berrat benda uji setelah dicuci, kering oven (gram)</u>	W2	2386	2375	2391
<u>Kadar lolos ayakan No.200 (%)</u>	$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$	0.67 %	0.96 %	0.87 %
		0.83 %		

Agregat Halus **Analisa Saringan Agregat Halus**

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990, adapun hasil dari analisa dapat mengetahui bahwa agregat halus ini sesuai spekasi atau tidak.

Hasil dari Analisa saringan memiliki nilai modulus 2,7. Sesuai dengan targetan penelitian diantara 2,5 sampai 3,2.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-1970-2008, Dan ini hasil pengujianya.

Hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah 3,36. ini memenuhi syarat minimum dan penyerapan air yang sebesar 9,01%

Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian ini berdasarkan SNI 03- 4804-1998, pengujian ini bertujuan agar

mengetahui padat pada agregat halus dan bobot isi lepas.

Dari pengujian berat isi agregat halus terdapat berat rata-rata 1,424 gr/cm³. Agregat ini memenuhi syarat beton normal yang berkisar 1.20 sampai 1,75 gr/cm³.

Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian ini berdasarkan SNI 03-4142-1996. bertujuan untuk mengetahui berapa persen kadar lumpur yang terkandung, jika melebihi dari 5% lumpur yang terdapat di agregat halus maka harus dicuci untuk mendapatkan kualitas yang baik. Lumpur adalah yang lolos dari saringan ukuran 0.063 mm.

Untuk pengujian kadar lumpur agregat kasar bernilai 3,30 %. Yang memenuhi syarat maksimum 5 %.

Perancangan Campuran Beton

Data Perhitungan

1. Agregat kasar

Diameter Agregat Maksimal = 25 mm Berat jenis Agregat = 2,5 kg/m³ Penyerapan air = 1,55 % Penyerapan air Berat isi = 1,520 kg/m³ Berat isi

2. Agregat Halus

Berat jenis Agregat = 2,41 kg/m³ Penyerapan air = 9,01 % Berat isi = 1,424 kg/m³ Berat isi

3. Semen Tipe

Berat jenis = 2,90 Berat jenis

Pemilihan Slump

Setelah memiliki data dari pengujian. Maka selanjutnya adalah menentukan perkiraan air campuran serta persyaratan kandungan dari berbagai slump adalah 2,5 – 5cm.

Pemilihan Nilai Perbandingan Air (W/C)

Dengan standar kuat tekan rata- rata = 33,69

Mpa maka berdasarkan tabel Water Cement

Ratio adalah Ratiowc = 0,42

Kuat tekan karakteristik = 29,04 Mpa

Standar Deviasi = 3 Mpa

Kuat tekan rata-rata = 33,69 Mpa Mutu Air

Semen (W/C) = 0,42

Perhitungan Kandungan Semen

Kandungan Semen Wair/ Ratiowc = 380,851

Mpa

Wbeton = 2380 kg

Wtot = 1547, 851 kg

Wah = 832,149 kg

Estimasi Kandungan Agregat Kasar

Estimasi Kandungan Agregat Kasar

berdasarkan tabel fineness modulus FM = 3,00

Nominal maximum size of aggregate mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate per unit volume of concrete for different fineness modult of fine aggregate			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,6
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Dengan ukuran maksimal agregat kasar

= 25 mm

Vol. agregat kasar kering = 0,65 m³ Beton

massa agregat kasar kering = 988 kg

Estimasi Kandungan Agregat Halus

Tabel estimasi massa beton ditentukan dari ukuran maksimum untuk kondisi non-air-entrained.

Nominal maximum size of aggregate mm	First estimate of concrete unit mass, kg/m ³	
	Non-air-entrained concrete	air-entrained concrete
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Kebutuhan Beton

Rekapitulasi Kebutuhan Mix Design							
No	Kode	Air (kg)	Semen (kg)	Krikil (kg)	Pasir (kg)	Bottom Ash (kg)	SNF (kg)
1	BA N	0,405	1,2850	3,401	2,977	0	0,015
2	BA 10 %	0,405	1,1565	3,401	2,977	0,1285	0,015
3	BA 20 %	0,405	1,0280	3,401	2,977	0,2570	0,015
4	BA 30 %	0,405	0,8995	3,401	2,977	0,3855	0,015

Berat Benda Uji Beton Kering

Berat Benda Uji Beton Kering pada umur 7 hari dan 14 hari.

umur 7 hari			
No	Kode	Berat benda Uji (kg)	
		Sebelum	Sesudah
1	BA N	8,3	8
2	BA 10 %	8,1	7,8
3	BA 20 %	7,7	7,6
4	BA 30 %	7,8	7,4

umur 14 hari			
No	Kode	Berat benda Uji (kg)	
		Sebelum	Sesudah
1	BA N	8,4	8,05
2	BA 10 %	8,1	7,8
3	BA 20 %	7,8	7,4
4	BA 30 %	7,8	7,4

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat Tekan Beton ini menggunakan benda uji kubus yang berukuran 15cm x 15cm x 15cm, dilakukan pengujian pada umur 7 dan

14 hari. alat yang digunakan untuk uji tekan adalah Compression Test Machine.

Berikut hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari.

No.	Benda Uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)
1	Normal	20/08/2019	27/08/2019	22.500	500.000
2	BA 10 %	20/08/2019	27/08/2019	22.500	300.000
3	BA 20 %	20/08/2019	27/08/2019	22.500	110.000
4	BA 30 %	20/08/2019	27/08/2019	22.500	75.000

Beton pada umur 14 hari.

No.	Benda Uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)
1	Normal	20/08/2019	03/09/2019	22.500	550.000
2	BA 10 %	20/08/2019	03/09/2019	22.500	440.000
3	BA 20 %	20/08/2019	03/09/2019	22.500	180.000
4	BA 30 %	20/08/2019	03/09/2019	22.500	175.000

Perhitungan kuat tekan Beton Kubus Pada

Umur 7 Hari

$$1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$$

$$225 \text{ cm}^2 = 22.500 \text{ KN}$$

Perhitungannya sebagai berikut :

- **BA Normal**

$$\text{Kuat Tekan} = 500.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 22,22 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (22,22 \times 100) / 9,81$$

$$= 224,26 \text{ kg/cm}^2$$

- **BA 10 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 300.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 13,33 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (13,33 \times 100) / 9,81$$

$$= 135,91 \text{ kg/cm}^2$$

- **BA 20 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 110.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 4,88 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (4,88 \times 100) / 9,81$$

$$= 49,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'c = (3,33 \times 100) / 9,81$$

$$= 33,97 \text{ kg/cm}^2$$

• **BA 30 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 75.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 3,33 \text{ N/mm}^2$$

No.	Benda Uji	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _c (N/mm ²) (Mpa)	f _c (kg/cm ²)	Koefisien Silinder (kg/cm ²)	f _c (N/mm ²) (Mpa)
1	Normal	22.500	500.000	22,22	226,53	188,02	18,44
2	BA 10 %	22.500	300.000	13,33	135,92	112,81	11,07
3	BA 20 %	22.500	110.000	4,89	49,84	41,36	4,06
4	BA 30 %	22.500	75.000	3,33	33,98	28,20	2,77

Perhitungan kuat tekan Beton Kubus Pada Umur 14 Hari

$$1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$$

$$225 \text{ cm}^2 = 22.500 \text{ KN}$$

Perhitungannya sebagai berikut :

• **BA Normal**

$$\text{Kuat Tekan} = 550.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 24,44 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (24,44 \times 100) / 9,81$$

$$= 249,17 \text{ kg/cm}^2$$

• **BA 10 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 440.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 19,55 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (19,55 \times 100) / 9,81$$

$$= 199,34 \text{ kg/cm}^2$$

• **BA 20 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 180.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 8,00 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (8,00 \times 100) / 9,81$$

$$= 81,54 \text{ kg/cm}^2$$

• **BA 30 %**

$$\text{Kuat Tekan} = 175.000 \text{ N} / 22.500$$

$$= 7,77 \text{ N/mm}^2$$

$$F'c = (7,77 \times 100) / 9,81$$

$$= 79,28 \text{ kg/cm}^2$$

No.	Benda Uji	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _c (N/mm ²) (Mpa)	f _c (kg/cm ²)	Koefisien Silinder (kg/cm ²)	f _c (N/mm ²) (Mpa)
1	Normal	22.500	550.000	24,44	249,18	206,82	20,29
2	BA 10 %	22.500	440.000	19,56	199,34	165,45	16,23
3	BA 20 %	22.500	180.000	8,00	81,55	67,69	6,64
4	BA 30 %	22.500	175.000	7,78	79,28	65,81	6,46

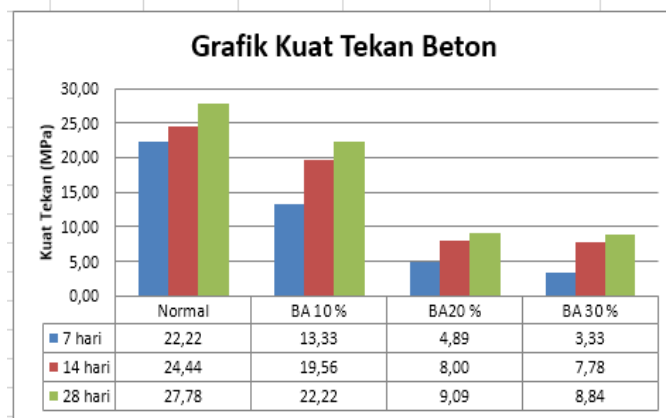
Tabel Konversi 28 hari (Dari Umur 14 Hari)

No	Identifikasi benda uji	Umur (Hari)	f'c (N/mm ²) (Mpa)	Nilai konversi 28 hari	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	Normal	14	20,29	0,88	23,06
2	Bottom Ash 10 %	14	16,23	0,88	18,44
3	Bottom Ash 20 %	14	6,64	0,88	7,55
4	Bottom Ash 30 %	14	6,46	0,88	7,34

Grafik Kuat Tekan Beton

Hasil perbedaan yang terjadi dari pengaruh campuran Sulphonated Naphthalene

Formaldehyde (SNF) Superplasticizer Powder dan Bottom Ash terhadap semen, grafiknya adalah sebagai berikut.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian serta analisa dari peneliti yang sesuai dari bagan alur penelitian yang dilaksanakan dilaboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Beton normal tidak sampai K-350 dikarenakan faktor semen yang hanya memiliki berat jenis 2,9 dan Agregat kasar yang terdapat banyak rongga.
2. Pengaruh penggunaan SNF Superplasticizer Powder dan campuran

Bottom Ash 10% memiliki kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan percobaan yang lainnya, angka kuat tekanya relatif jauh bila dari percobaan BA 10% ke BA 20%.

3. Perbedaan kuat tekan dari BA 20% ke BA 30% tidaklah terlalu signifikan yaitu Uji benda BA 20% memiliki Kuat tekan 4,06 MPa, BA 30% memiliki Kuat tekan 2,77 Mpa, Sedangkan pada BA 10% memiliki Kuat tekan 11,07 Mpa dari umur beton 7 Hari.
4. Sedangkan dari Umur Beton 7 hari, 14 hari, dan ke 28 hari semua percobaan

memiliki kenaikan nilai Uji tekan.

Saran

Saran dari peneliti yang dilaksanakan dilaboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung maka dapat diperoleh sebagai berikut.

1. Untuk pembuatan beton yang bermutu baik, harus diperhatikan dalam pemilihan materialnya dan teruji sehingga terdapat material yang sesuai persyaratan.
2. Perlu diperhatikan alat-alat yang akan digunakan seperti memberi pelumas pada Kerucut Abrams, Benda Uji kubus serta penyetelanya yang rapih sehingga memiliki ukuran yang sesuai.
3. permukaan beton dibuat serata mungkin agar saat pengujian pada benda uji memiliki kuat tekan yang sama.
4. Benda uji harus benar-benar bersih dan kering, karna akan berpengaruh pada kuat tekan sehingga akan rendah ketika benda uji itu dalam keadaan basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Purnomo, H., & Hisyam, E. S. (2014). PEMANFAATAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIALSEMEN PADA CAMPURAN BETON DITINJAU DARI KEKUATAN TEKAN DAN KEKUATAN TARIK BELAH BETON. *Fropil*, 46.
- Bumulo, N., & Rusnadin, N. W. (2018). Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal. *Infrastructure & Science Engineering*, 14-15.
- Bumulo, N., & Rusnadin, N. W. (2018). Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal. *Infrastructure & Scinece Engineering*, 14.
- Bumulo, N., & Rusnadin, N. W. (2018). Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal. *Infrastructure & Scinece Engineering*, 15.
- Majidi, R. H. (2009). KUAT LEKAT DAN PANJANG PENYALURAN BAJA POLOS PADA BETON DENGAN CAMPURAN METAKAOLIN, SLAG DAN KAPUR PADAM SEBAGAI PENGGANTI SEMEN. *no name*, 35-42.
- R., A. R., Hunggurami, E., & Utomo, S. (2017). KELAYAKAN PASIR KALI MAS SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON DAN MORTAR. *Teknik Sipil*, 144.
- Ramadhan, B., Perdanawati, Y., Widiyanto, D., & Setiyadi, B. (2018). Pengaruh Penggunaan Zat Admixture "X" Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Beton . *Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, 21.
- Ristinah, Zacoeb, A., M.D., A. S., & Setyowulan, D. (2012). Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran

- Batako Terhadap Kuat Tekan Batako.
Rekayasa Sipil, 264.
- Suhardiman, M. (2011). KAJIAN
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT
BAMBU ORI TERHADAP KUAT
TEKAN DAN KUAT TARIK BETON .
Teknik, 88.
- Syahdanul, D. (2011, 1 senin). *sifat-sifat
beton*. Retrieved from
[https://civilresearch.blogspot.com:
https://civilresearch.blogspot.com/20
11/01/sifat-sifat-beton-catatan-
kuliah.html](https://civilresearch.blogspot.com/2011/01/sifat-sifat-beton-catatan-kuliah.html)
- Syahdanul, D. (2011, januari Senin). *Sifat-sifat
beton*. Retrieved
from[https://civilresearch.blogspot.com:h
ttps://civilresearch.blogspot.com/2011/0
1/sifat-sifat-beton-catatan- kuliah.html](https://civilresearch.blogspot.com/2011/01/sifat-sifat-beton-catatan-kuliah.html)

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM KARBONAT SEBAGAI *MICROFILLER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON POLIMER

Sara Manar Haq¹, Ir. Yushar Kadir, M.T²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
Email : saramanarhaq@gmail.com

ABSTRACT

This study discusses the analysis of the effect of adding calcium carbonate as a microfiller to the compressive strength of polymer concrete. The study was conducted by comparing the compressive strength between normal polymer concrete and polymer concrete containing calcium carbonate 5%, 10% and 15% of the total weight of the polymer concrete mixture. Tests were carried out on 7 days old cube-shaped test objects with dimensions of 15x15x15 cm³. From the test results it was found that the highest concrete compressive strength of 64.25 MPa was found in a concrete mixture containing 10% calcium carbonate and the lowest concrete compressive strength was found in a normal polymer concrete mixture of 35.65 MPa. While polymer concrete with a content of 5% and 10% calcium carbonate produces a value of compressive strength of concrete of 47.48 Mpa and 44.56 Mpa. The test results show the value of compressive strength of polymer concrete with the addition of calcium carbonate produces a value higher than the value of compressive strength of normal polymer concrete. However, a decrease in the compressive strength of concrete at 15% calcium carbonate content indicates the strength of polymer concrete will decrease if added calcium carbonate with a percentage above 10%.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang analisis pengaruh penambahan kalsium karbonat sebagai microfiller terhadap kuat tekan beton polimer. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kekuatan tekan antara beton polimer normal dengan beton polimer yang mengandung kalsium karbonat 5%, 10% dan 15% terhadap total keseluruhan berat campuran beton polimer. Pengujian dilakukan pada benda uji berbentuk kubus dengan dimensi 15x15x15 cm³ berumur 7 hari. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa kuat tekan beton tertinggi 64.25 Mpa terdapat pada campuran beton yang mengandung 10% kalsium karbonat dan kuat tekan beton terendah terdapat pada campuran beton polimer normal yaitu sebesar 35.65 MPa. Sedangkan beton polimer dengan kandungan kalsium karbonat 5% dan 10% menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 47.48 Mpa dan 44.56 Mpa. Hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tekan beton polimer dengan penambahan kalsium karbonat menghasilkan nilai yang lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton polimer normal. Namun, penurunan kuat tekan beton pada kandungan kalsium karbonat 15% menunjukkan kekuatan beton polimer akan menurun jika ditambah kalsium karbonat dengan persentase diatas 10%.

Kata kunci : Beton Polimer, Kuat Tekan, Kalsium Karbonat.

PENDAHULUAN

Beton polimer merupakan salah satu inovasi dalam pembuatan beton. Terkenal memiliki kuat tekan yang tinggi, proses *curing* yang cepat, tahan terhadap serangan kimia, korosi dan penyerapan air [1], maka kualitas beton polimer dikatakan lebih baik dibandingkan

beton biasa. Penggunaan polimer dengan jenis resin poliester sebagai pengikat adalah salah satu solusi terbaik untuk menekan harga pembuatan beton polimer. Resin ini memiliki harga yang paling terjangkau dan mudah didapat dibandingkan jenis resin polimer

lainya. Namun, nilai renggangan dan gaya adhesi resin poliester masih dibawah beberapa jenis resin polimer yang lain [2]. Hal ini kemudian mempengaruhi kekuatan dari beton itu sendiri. Peningkatan mutu beton poliester dapat dilakukan dengan memberikan bahan pengisi pori seperti *microfiller*. Penambahan *microfiller* meningkatkan kerapatan dari beton yang mempengaruhi pada kekuatan beton [1]. Kalsium karbonat atau biasa di sebut kapur adalah salah satu contoh *microfiller* yang baik di gunakan [10] karena selain harganya yang murah dan mudah di dapat, kalsium karbonat memiliki sifat yang lebih reaktif dibandingkan bahan oksida seperti semen atau fly ash. Melalui penelitian ini diharapkan dapat mempelajari serta mengetahui pengaruh penambahan kalsium karbonat sebagai *microfiller* terhadap kuat tekan beton polimer serta mengetahui persentase optimum kalsium karbonat yang dapat memberikan nilai maksimum pada kuat tekan beton polimer.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton polimer adalah material komposit dimana zat pengikat seluruhnya terdiri dari polimer sintetik. Polimer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul-molekul yang besar dengan karbon dan hidrogen sebagai molekul utamanya. Bahan-bahan polimer yang sering digunakan adalah polimer yang bersifat *thermoplastic* dan *thermosetting*. Percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan pada beton polimer jauh

lebih besar dari beton normal [3]. Sifat mekanik dari beton polimer berbeda-beda tergantung dari jenis pengikat, distribusi ukuran agregat, ada atau tidaknya *microfiller*, dan kondisi *curing* [1]. Jenis pengikat pada beton polimer berbeda dengan beton pada umumnya yang terbuat dari semen. Beton polimer menggunakan resin polimer seperti diantaranya resin poliester, epoksi, furan dll. Resin sebagai pengikat selalu mengandung dua komponen sistem. Komponen sistem pertama adalah resin itu sendiri, dan komponen yang kedua adalah *hardener* (dalam hal ini sistem epoksi) atau akselerator (dalam hal ini sistem poliester) [1]. Resin poliester merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan dan tidak perlu diberi penekanan untuk pencetakan. Resin poliester memiliki kekuatan mekanik yang baik dan didukung oleh harga yang lebih ekonomis karena memiliki sifat - sifat berupa gaya adhesi yang cukup baik [9], namun lebih rendah dari epoksi, ketahanan yang baik terhadap panas, bahan kimia, asam, maupun basa, dan membentuk komposit yang baik dengan kayu, logam, serat gelas, plastik, dan serat alam [4].

Mekanisme *Curing*

Secara umum inti dari mekanisme *curing* material termoset adalah bagaimana *crosslink* bisa terjadi. Reaksi *crosslink* pada poliester diharapkan bisa terjadi saat resin telah

dimasukkan dalam cetakan atau telah berinteraksi dengan filler dalam beton. Pada aplikasinya *curing (crosslinking)* dapat terjadi pada temperatur tinggi (100°C) seperti pada proses *pressure moulding* atau pada temperatur ruang pada proses *handlay-up*. Agar *curing* dapat terjadi maka poliester harus ditambahkan katalis. Untuk proses pada temperatur ruang katalis yang sering digunakan adalah Metil Etil Keton Peroksida (MEKPo). Peroksida sebagai katalis digunakan pada proses *curing* temperatur ruang biasanya ditambahkan dengan senyawa kobalt seperti *naphthenate, octoate* atau larutan organik sabun (*organic solvent-soluble soap*) lainnya sebagai akselerator. MEKPo adalah campuran dari berbagai senyawa yang biasanya tersedia di dalam bentuk 60 % peroksida cair yang dicampurkan kedalam dimetil phtalat. Penambahan katalis kemudian menghasilkan reaksi yang melibatkan radikal bebas dari katalis yang berikatan dengan hidrogen pada rantai poliester, sehingga menghasilkan rantai reaktif dan dapat terhubung dengan rantai lain sehingga terjadi *crosslink* [4].

Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CaCO_3 yang biasa disebut kapur. Kapur dapat dijadikan sebagai material pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Kapur dihasilkan berdasarkan proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan berabad - abad lamanya sebagai

bahan adukan dan plesteran untuk bangunan, dapat dilihat dari pembangunan piramida - piramida di Mesir, di bangun lebih dari 4500 tahun sebelum masehi [5]. Bentuk umum dari kalsium karbonat adalah butiran *micron* berwarna putih. Kalsium karbonat sering digunakan sebagai *microfiller* untuk pembuatan material komposit bersama dengan resin poliester sebagai bahan pengikat. Penambahan filler untuk material komposit ini bisa dilakukan dengan kuantitas yang bervariasi bahkan hingga 70% dari berat resin, walaupun penambahan persentase akan berakibat pada *tensile strength* dan *flexural strength* material komposit. Penambahan kalsium karbonat bisa juga dilakukan untuk meningkatkan ketahanan terhadap api dari *laminat* [4].

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm^2 atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm^2 sampai 500 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum

pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 [6].

METODE

Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berdasarkan SNI 03-1974-1990 yaitu kubus ukuran sisi $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ sebanyak 4 buah. Variasi persentase kalsium karbonat yang digunakan adalah 0%, 5%, 10% dan 15%. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah MEKPO (Methyl Ethyl Keton Peroxide) dengan perbandingan 1,5 ml/100 gram resin poliester. Penggunaan jumlah resin poliester adalah tetap sebesar 20% berdasarkan

berat keseluruhan campuran. Sedangkan untuk agregat digunakan perbandingan 1:1.5 untuk agregat halus (AH) dan agregat kasar (AK) terhadap persentase sisa setelah pengurangan persentase kalsium karbonat dan resin poliester.

Metode pembuatan benda uji beton, pada penelitian ini menggunakan metode beton pracetak atau prepack concrete. Beton pracetak atau prepack concrete adalah metode pembuatan beton dengan cara memasukan agregat kasar pembentuk beton ke dalam bekisting atau cetakan secara bertahap tanpa Melalui proses pencampuran pada umumnya yang menggunakan mixer atau sejenisnya [7].

Berikut tabel mix design:

Tabel 1 Mix Design

No	Kode Sampel	Persentase Campuran (% wt)				
		CaCO ₃	Resin	Agregat (AH:AK = 1:1,5)		
				AH + AK	AH	AK
1	Sampel 1	0	20	80	32,0	48,0
2	Sampel 2	5	20	75	30,0	45,0
3	Sampel 3	10	20	70	28,0	42,0
4	Sampel 4	15	20	65	26,0	39,0

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

Pada metode ini beton yang dihasilkan adalah dengan cara menempatkan sejumlah agregat ke

dalam bekisting, setelah itu dilakukan injeksi/*grout/pouring* dan *mixing* dengan resin

poliester. Tata cara perancangan beton pracetak ini di atur dalam SNI beton 7833-2012. Metode pengujian kuat tekan beton berdasarkan SK SNI M-14-1989-F. Uji tekan dilakukan pada umur 7 hari [8] dengan alat *Compression Machine* (CTM) merek Tatonas di Laboratorium Teknologi Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Sanggabuana (USB) YPKP.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat

tekan beton adalah:

$$f'c = P / A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

- f'c : Kuat Tekan Beton
- P : Beban Maksimum
- A : Luas Penampang

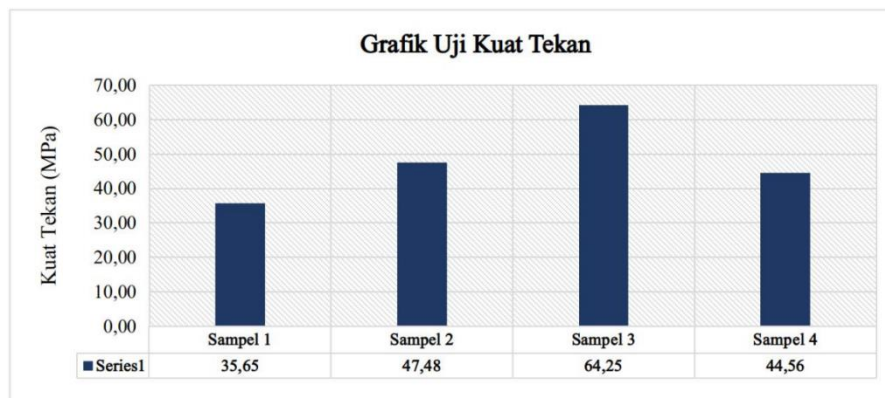
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian di sajikan dalam Tabel 2.

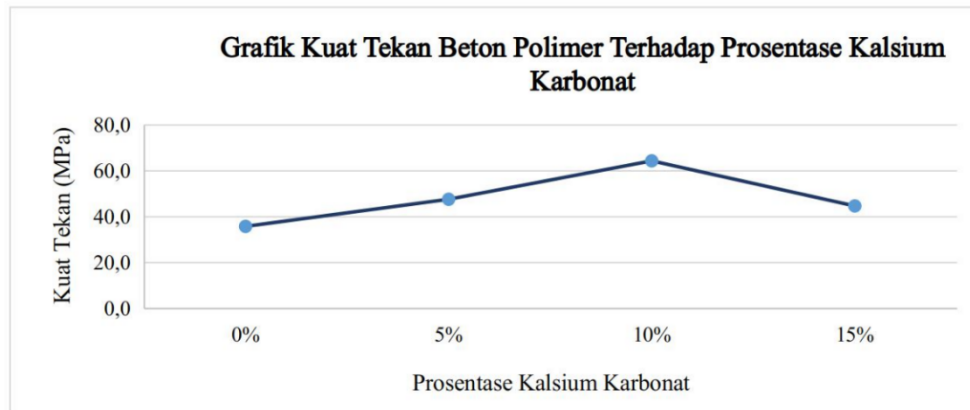
Tabel 2 Hasil Perhitungan Uji Tekan

Keterangan		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Panjang benda uji (cm)	A	14,9	14,9	14,9	15
Lebar benda uji (cm)	B	15	14,9	15	14,9
Tinggi benda uji (cm)	C	14,8	15	15	14,9
Luas benda uji (cm ²)	D = A x B	223,5	222,01	223,5	223,5
Volume benda uji (cm ³)	E = A x B x C	3307,8	3330,15	3352,5	3330,15
Berat benda uji (kg)	F	6,7	7,1	6,95	6,75
Berat jenis (g/cm ³)	G = F / E	2,03	2,13	2,07	2,03
Gaya Tekan (kN)	H	960	1270	1730	1200
f'ck (N/mm ²) (Mpa)	I = (H / D) x 10	42,95	57,20	77,40	53,69
f'ck (kg/cm ²)	J = I x 10,197	437,99	583,32	789,30	547,49
Koef. Silinder (kg/cm ²)	K = J x 0,83	363,53	484,15	655,12	454,42
Kuat Tekan f'c (N/mm²) (Mpa)	L = K / 10,197	35,65	47,48	64,25	44,56

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019



Gambar 1 : Grafik Uji Kuat Tekan Beton Terhadap Sampel Pengujian



Gambar 1 : Grafik Uji Kuat Tekan Beton Terhadap Persentase Kalsium Karbonat

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton polimer, sampel 3 dengan persentase kalsium karbonat 10% menempati posisi kuat tekan tertinggi 64,25 Mpa. Sedangkan kuat tekan terendah 35,65 Mpa ditempati sampel 1 dengan persentase kalsium karbonat 0%. Sampel 2 dan sampel 4 memiliki hasil kuat tekan 47,48 Mpa dan 44,56 Mpa. Berdasarkan hasil analisa peningkatan kekuatan karena penambahan kalsium karbonat adalah sebesar 25 – 80,2 %.

Kenaikan kuat tekan beton polimer tidak linear dengan adanya penurunan nilai kuat tekan di sampel ke 4 dengan persentase kalsium karbonat sebesar 15%. Artinya, kuat tekan beton polimer akan menurun jika ditambah kalsium karbonat dengan persentase lebih dari 10% yang terdapat pada sampel 3. Hal ini bisa disebabkan karena jumlah kalsium karbonat sudah melebihi jumlah yang dibutuhkan untuk mengisi ruang pori dan menambah volume

campuran. Penambahan volume campuran menyebabkan berkurangnya persentase volume dari agregat. Sehingga kalsium karbonat dalam hal ini bukan saja berfungsi sebagai *microfiller*, tetapi juga sudah menggantikan sejumlah persentase volume agregat yang berkurang. Penggantian jumlah volume oleh kalsium karbonat menghasilkan penurunan kuat tekan beton karena diketahui kalsium karbonat tidak sekuat pasir dan kerikil dalam menahan tekan.

Selain itu dalam campuran penambahan kalsium karbonat memberikan efek yang baik terhadap matriks poliester. Kalsium karbonat dengan resin tampak cukup menyatu membentuk dispersi koloid dan memberikan penambahan volume pada matriks yang memudahkan dalam pencampuran dengan agregat. Hal ini bisa disebabkan karena kalsium karbonat adalah senyawa yang cukup reaktif untuk ikut terlibat dengan reaksi

crosslink saat *curing* terjadi. Sehingga dalam hal ini ikatan antara kalsium karbonat dan resin bukan hanya ikatan antara *filler* dan matriksnya, tetapi diduga sudah membentuk ikatan persenyawaan saat reaksi *crosslink* pada proses *curing* terjadi.

KESIMPULAN

Penambahan kalsium karbonat sebagai microfiller terhadap kuat tekan beton polimer mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai kuat tekan beton. Persentase Maksium Kalsium Karbonat yang menghasilkan nilai kuat tekan beton tertinggi yaitu sebesar 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Bedi and R. Chandra, "Reviewing some properties of polymer concrete," *Indian Concrete Journal*, vol. 88, pp. 47–68, Aug. 2014.
- [2] H. Hestiawan, "Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh," *Teknosia*, vol. 3, Mar. 2017.
- [3] A. Basis, "Pengaruh kadar fly ash terhadap kuat tekan dan susut beton polimer," Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [4] A. Bramantyo, "Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester - Serat Alam," lib.ui.ac.id, 2008.
- [5] T. Mulyono, "Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek", 1st ed., vol. 1. Jakarta: LPP-UNJ, 2014.
- [6] L. Safitri and M. P. Wulandari, "Pemanfaatan Limbah Padat Pecahan Beton dan Dinding Bata Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Normal" Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2013.
- [7] I. Zuhri, "Beton Agregat Prepak untuk Perbaikan dan Produksi Struktur Beton Bertulang," *Beton Agregat Prepak untuk Perbaikan dan Produksi Struktur Beton Bertulang*, 01-Jan-1970. [Online]. Available: <https://imamzuhri.blogspot.com/2012/09/beton-agregat-prepak-untuk-perbaikan.html>. [Accessed: 20-May-2019].
- [8] Y. Ohama, K. Demura, and K. Kawabata, "Influences Of Process Conditions On Strength Properties Of Polymer-Modified Mortars Using An Unsaturated Polyester Resin," *Polymers in Concrete*.
- [9] P. Mani, A. Gupta, and S. Krishnamoorthy, "Comparative study of epoxy and polyester resin-based polymer concretes," *International Journal of Adhesion and Adhesives*, vol. 7, no. 3, pp. 157–163, 1987.
- [10] P. Ravikumar, V. Ellappan, and T. Sundararajan, "The Mix Proportion And Strength Of Polyester Resin Concrete With Various Microfillers," *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, vol. 9, no. 5, pp. 1042–1050, May 2018.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN PASIR PANTAI BATU HIU SEBAGAI AGREGAT HALUS DAN BATU PECAH SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN KADAR *POLYESTER* 60%

Apep Saepulloh¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

E-mail: syaefullahapep@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian beton polimer ini digunakan metode prepacked concrete dengan campuran material pasir pantai, batu pecah sebagai agregat kasar dan resin polyester ditambah katalis (hardener) sebagai perekat. Kuat tekan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm menjadi tinjauan analisis dalam penelitian ini. Benda uji dibuat sebanyak tiga sampel dengan rasio volume pasta polimer sebesar 60% : 40% dan variasi komposisi agregat kasar yang berbeda. Benda uji pertama BPB 1 menggunakan batu pecah besar 100%, benda uji kedua BPB 2 menggunakan batu pecah besar kecil masing-masing 50% dan benda uji ketiga BPB 3 menggunakan batu pecah kecil 100%. Ukuran batu pecah berpengaruh terhadap kuat tekan karena perbandingan nilai kuat tekan yang dihasilkan dari penggunaan batu pecah besar ke batu pecah kecil cenderung meningkat. Benda uji pertama BPB 1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 45,2 Mpa, benda uji kedua BPB 2 memiliki nilai kuat tekan sebesar 37,9 Mpa dan benda uji ketiga BPB 3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 45,9 Mpa.

Kata kunci: Beton Polimer, Pasir Pantai, Batu Pecah, Polyester

PENDAHULUAN

Kepesatan perkembangan ilmu dan teknologi, memungkinkan manusia untuk meningkatkan mutu pembuatan bahan yang dapat digunakan sebagai komponen bangunan. Proses pembuatan bahan bangunan berkembang dengan sangat pesat, sehingga akhir-akhir ini semakin banyak bahan bangunan yang diciptakan dari hasil fisis maupun kimiawi. Salah satunya yaitu beton polimer.

Jenis polimer pada penelitian ini menggunakan jenis *polyester*. Resin ini biasanya digunakan untuk keperluan pengecoran, produksi fiberglass untuk pembuatan kapal dan pelapisan sebagai campuran kedap air. Resin *polyester* akan beraksi secara kimiawi jika di campurkan

dengan katalis atau lebih umum dikenal dengan bahan pengeras (*Hardener*).

Dalam pembuatan beton polimer ini, peneliti ingin mencoba menggunakan bahan pasir pantai untuk dijadikan sebagai agregat halus, dan agregat kasar menggunakan batu pecah sebagai bahan campuran beton. Ide atau gagasan ini berawal dari peneliti melihat rusaknya alam akibat penambangan pasir. Demi menjaga kestabilan lingkungan maka diperlukan alternatif bahan bangunan lainnya. Oleh karena itu peneliti memilih pasir pantai sebagai agregat halus. Sampai saat ini penggunaan pasir pantai belum optimal, oleh karena itu peneliti mencoba menggabungkan material pasir pantai dengan bahan perekatnya polimer.

Pasir pantai terbentuk akibat pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut dan terbawa oleh ombak ke bibir pantai. Berbeda dari pasir darat atau pasir gunung yaitu berasal dari pecahan batuan vulkanik. Pemilihan pasir pantai tentu ada kelebihan dan kekurangannya. Pasir pantai memiliki daya rekat yang lemah maka untuk mengatasinya penggunaan jenis perekat resin polyester sangat cocok digunakan, karena memiliki daya rekat yang sangat kuat.

LANDASAN TEORI

Beton Polimer

Polimer adalah senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Plastik pembungkus, botol plastik, *styrofoam*, nilon, dan pipa paralon termasuk material yang disebut polimer. Unit kecil berulang yang membangun polimer disebut monomer. Sebagai contoh, *polipropilena* (PP) adalah polimer yang tersusun dari monomer *propena*.

Bahan dasar beton polimer ini ditemukan lewat hasil penelitian dan uji coba seorang peneliti bahan dasar bangunan, Prof. Ir. H. Djuanda Suraatmadja. Penelitian yang dilakukan di laboratorium Struktur Bahan serta Institut Teknologi Bandung dan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) ini menarik perhatian para ilmuwan serta industriawan mengingat beberapa keistimewaan dan kelebihan beton polimer dibanding beton semen.

Beton polimer ini terdiri dari suatu polimer yang bahan perekatnya berupa *thermosetting* polimer dan bahan pengisinya berupa agregat (kumpulan pasir atau kerikil). Dan beton polimer memiliki sifat kedap air, tidak terpengaruh sinar ultraviolet, daya tahan korosi lebih baik, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia serta bisa mengeras di dalam air sehingga bisa digunakan untuk memperbaiki bangunan – bangunan di dalam air.

Material Penyusun Beton Polimer

Resin Polyester

Polyester adalah suatu kategori polimer yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya. Ada beberapa tipe dari resin *polyester* yaitu tipe *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) dan tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*). Untuk tipe *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan jenis *thermoset* yang dapat mengalami proses curing dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Sedangkan untuk tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*) seperti *Terylene*TM, yang tidak bisa mengalami curing seperti tipe *unsaturated polyester*. *Unsaturated polyester* (poliester tidak jenuh) adalah kondensasi dari polimer yang terbentuk dari reaksi antara poliols dan asam *polycarboxylic* dengan ketidakjenuhan olefinik yang disebabkan oleh salah satu reaktan. Untuk penelitian mengenai beton polimer dengan resin polyester biasanya digunakan *unsaturated polyester* yang dapat mengalami proses curing yang terbilang

cepat. Proses curing resin ini akan dimulai setelah tercampur rata dengan *hardener* atau katalis dengan memanfaatkan panas dari katalis sebagai media untuk menetakannya menjadi massa yang padat dan tidak meleleh meski terkena panas atau dingin.

Agregat

Pasir pantai

Pasir Pantai adalah jenis pasir yang di dapatkan dari pesisir pantai. Ciri khas yang dimiliki pasir Pantai adalah struktur butirannya yang halus dengan ukuran yang berkisar antara 0.55-2.5mm, berbeda dengan pasir gunung yang rata-rata berukuran antara 0.55-3mm. hal ini karena pasir laut terbentuk karena pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut, sedangkan pasir darat berasal dari pecahan batuan vulkanik. Selain itu, pasir laut juga memiliki gradasi atau ukuran yang seragam serta memiliki daya lekat yang cenderung lemah.

Batu Pecah

Batu pecah atau sering disebut batu split adalah material bangunan yang bisa diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu ukuran besar hingga menjadi lebih kecil. Tampilan serta warnanya juga sama tapi bentuknya lebih tajam. Fungsi utama dari batu ini yaitu untuk membuat adonan cor beton yang dicampur dengan pasir dan semen.

Beton Prepacked

Pada penelitian ini digunakan metode beton *prepacked* yang unik dalam pengerjaannya. Karena pada metode ini beton yang dihasilkan dengan cara menempatkan sejumlah agregat kasar pada bekisting terlebih dahulu, dan kemudian dilakukan injeksi / *grout* / *pouring* mortar yang berupa campuran pengisi beton kedalam bekisting. Cairan pengisi yang umumnya digunakan adalah campuran resin dan katalis (*hardener*)

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

(SNI 03-1974-1990)

Perhitungan kuat tekan didapat menggunakan rumus:

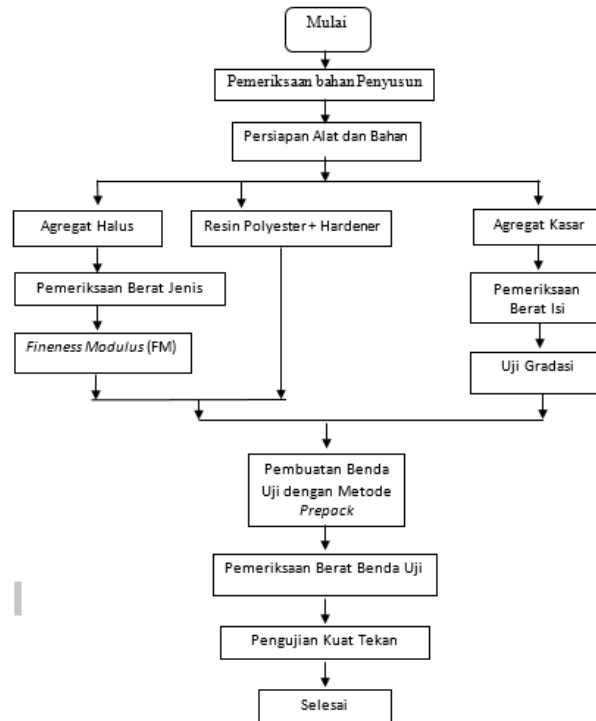
$$(f_c') = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- f_c' = Kuat tekan beton
- P = Beban maksimum
- A = Luas penampang

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian ini akan disajikan ke dalam bentuk flowchart seperti di bawah ini :



Gambar 1 Langkah-langkah Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Dalam pengujian agregat halus akan dilakukan pengujian awal terhadap material pasir pantai untuk mengetahui berat jenisnya, hasil uji

gradasi dan nilai FM (*Fineness Modulus*).

Untuk penyajian hasil dari pengujian akan diperlihatkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel Benda Uji		I	II
Berat benda uji SSD (gram)	B _j	200	300
Berat gelas + tutup + air (gram)	B _p	711	711
Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	B _{pj}	838	906
Berat benda uji kering oven (gram)	B _k	176	286
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$B_j / (B_j + B_p - B_{pj})$	2,740	2,857
		2,798	
Berat jenis kering (Curah)	$B_k / (B_j + B_p - B_{pj})$	2,411	2,724
		2,567	
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	$B_k / (B_k + B_p - B_{pj})$	3,592	3,143
		3,367	
Penyerapan air (%)	$((B_j - B_k) / B_k) \times 100$	13,636	4,895
		9,266	

Sumber : Penelitian Di Laboratorium 2019

Pengujian Gradasi Agregat Halus

terlihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Hasil dari uji gradasi agregat halus seperti

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan		Kumulatif	
	Berat (gram)	Prosen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.6	0	0	0	100
0.3	202	10,146	10,146	89,854
0.15	1724	86,590	96,735	3,265
0.075	65	3,265	100	0
Jumlah	1991	100	206,881	
$FM = \frac{\text{Jumlah Tertahan Kumulatif}}{100} =$			2,069	

Sumber : Penelitian Di Laboratorium 2019

Pengujian Agregat Kasar

Dalam pengujian agregat kasar harus di uji gradasi terlebih dahulu terhadap batu pecah untuk menentukan batu pecah besar dan batu pecah kecil.

Setelah pengujian gradasi kemudian lakukan pemeriksaan berat isinya. Untuk penyajian hasil dari pengujian akan diperlihatkan dalam bentuk tabel seperti terlihat di bawah ini :

Tabel 3 Pengujian Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume	Berat Isi
1	Batu Pecah Besar 100%	4 kg	0,003375 m ³	1185,185 kg/m ³
2	Batu Pecah Besar 50% dan Batu Pecah Kecil 50%	4,2 kg	0,003375 m ³	1244,400 kg/m ³
3	Batu Pecah Kecil 100%	4,3 kg	0,003375 m ³	1274,074 kg/m ³

Sumber : Penelitian Di Laboratorium 2019

Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat jenis *polyester* dan *hardener* ditentukan dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 1000 ml dan 2000 ml. Kemudian

menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%.

Tabel 4 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Bahan	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	900 ml / 0,0009 m ³	1111,1 kg/m ³
2	Hardener	0,293 kg	250 ml / 0,00025 m ³	1172 kg/m ³

Sumber : Penelitian Di Laboratorium 2019

Perbandingan campuran *polyester* dan *hardener* yaitu 50 ml : 1 ml. sesuai dengan hasil perbandingan campuran yang terbaik pada saat pengujian trial & error.

Hasil Uji Kuat Tekan

Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras,

berikutnya di diamkan selama 2 hari, selanjutnya setelah 2 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan. Uji kuat tekan beton di lakukan di laboratorium Beton, Universitas Sangga Buana YPKP menggunakan mesin tekan (*compression testing machine*). Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

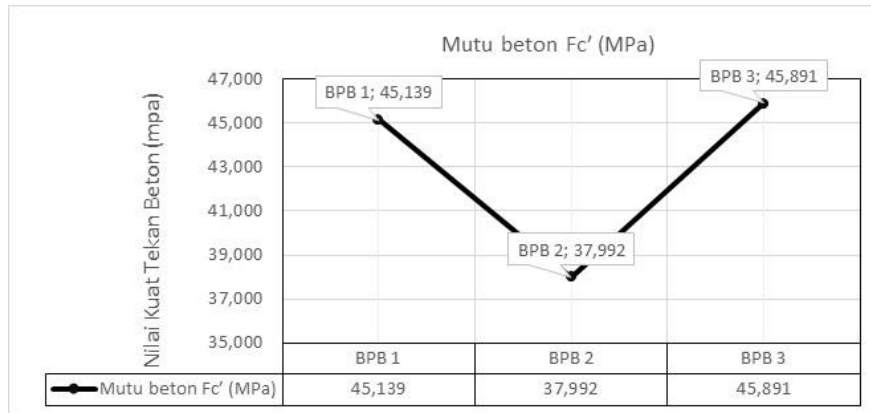
Tabel 5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Polimer

Sumber : Penelitian Di Laboratorium 2019

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc'
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
		A	B	C	D= AxB	E=AxBxC	F	G=F/E	H	I=H/D	(MPa)
1	BPB 1	15	15	15	225	3375	7	2074	1200	543.84	45.13
2	BPB 2	15	15	15	225	3375	6,9	2044	1010	457.732	37.99
3	BPB 3	15	15	15	225	3375	7,2	2133	1220	552.904	45.89

Catatan:

- Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0,83
- Konversi satuan Mpa ke kg/cm² ; 1MPa= 10 kg/cm²



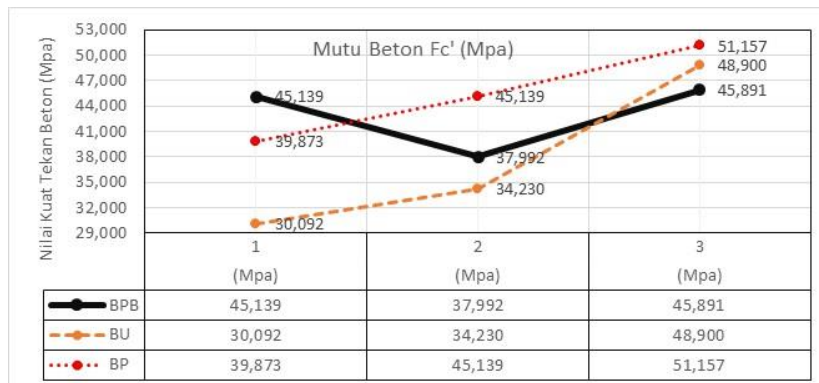
Gambar 2 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer

Berdasarkan data kuat tekan beton di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton dengan campuran resin *polyester* dan komposisi batu pecah dengan ukuran kecil 100% (BPB 3) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ke dua benda uji lainnya yaitu komposisi batu pecah ukuran besar 100% (BPB 1) dan komposisi batu pecah ukuran besar 50% dan kecil 50% (BPB 2). Setelah didapat nilai kuat tekan ketiga benda

uji, kemudian akan dibandingkan dengan kuat tekan benda uji lain dengan konten agregat kasar dan rasio volume kadar *polyester* yang berbeda. Perbandingan kuat tekan akan disajikan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat di bawah ini :

Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan

Perbandingan beton polimer dengan agregat sama yang kadar *polyester* nya berbeda.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Hasil Kuat Uji Tekan Beton yang Kadar Polyesternya Berbeda

Catatan:

- Nilai kuat tekan BU (Sumber Anggi. R, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan komposisi batu pecah dengan kadar *polyester* 70%.

- Nilai kuat tekan BP (Sumber Regi Azis. S, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan komposisi batu pecah dengan kadar *polyester* 50%.

Berdasarkan pada grafik diatas beton polimer

dengan komposisi resin *polyester* 60% memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 45,139 Mpa (BPB 1). Dan beton polimer dengan komposisi resin *polyester* 70% memiliki nilai kuat tekan terendah yaitu 30,092 Mpa (BU1).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan tahap pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rasio volume antara *polyester* dan pasir pantai sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton polimer.
2. Nilai kuat tekan pada benda uji 1 (BPB 1) dengan komposisi agregat kasar 100% batu pecah ukuran besar di dapatkan 45.13 Mpa. Nilai kuat tekan pada benda uji 2 (BPB 2) dengan komposisi agregat kasar 50% batu pecah ukuran besar dan 50% ukuran kecil didapatkan 37.99 Mpa. Nilai kuat tekan pada benda uji 3 (BPB 3) dengan komposisi agregat kasar 100% batu pecah ukuran kecil didapatkan 45.89 Mpa.
3. Nilai kuat tekan beton dengan campuran resin *polyester* dan komposisi batu pecah dengan ukuran kecil 100% (BPB 3) 45.89 Mpa memiliki kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ke dua benda uji lainnya yaitu komposisi batu pecah ukuran besar 100% (BPB 1) 45.13 Mpa

dan komposisi batu pecah ukuran besar 50% dan kecil 50% (BPB 2) 37.99 Mpa.

4. Pada grafik **Gambar 2** dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan BPB kecenderungan naik turun, walaupun pada benda uji tekan ke 2 (BPB 2) nilainya menurun. Dari 45.13 Mpa turun ke 37.99 dan kemudian naik nilainya ke 45.89 Mpa.
5. Pada grafik **Gambar 3**, dengan diambilnya data dari penelitian regi dan anggi, dapat disimpulkan bahwa pada benda uji 1, perbandingan campuran batu pecah 100% ukuran besar dengan kadar *polyester* 60% (BPB 1) 45.13 Mpa, lebih tinggi nilai kuat tekannya dibandingkan dengan kadar *polyester* 50% (BP) 39.87 Mpa dan 70% (BU) 30.09 Mpa. Dan pada benda uji ke 2 nilai kuat tekan (BPB 2) 37.99 Mpa kecenderungan turun di bawah nilai (BP 2) 45.14 Mpa dan diatas (BU 2) 34.23 Mpa. pada benda uji ketiga (BPB 3) 45.89 Mpa nilai kuat tekannya lebih rendah dibandingkan dengan benda uji lainnya (BU 3) 48.900 Mpa dan (BP 3) 51.16 Mpa.

Saran

Untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Usahakan saat melapisi sisi dalam cetakan kubus dengan plastik mika tambahkan malam setipis mungkin untuk menutupi celah-celah agar tidak terjadi kebocoran,

- karena apabila bocor dapat merusak kualitas benda uji.
2. Sebelum melakukan pencampuran resin *polyester* dan katalis (*hardener*) disarankan pada peneliti untuk memakai sarung tangan karet, karena beresiko bila terkena kontak langsung dengan kulit.
 3. Setelah resin *polyester* dan katalis (*hardener*) tercampur dengan rata segera tuangkan ke dalam cetakan kubus, karena resin *polyester* memiliki proses *curing* yang terbilang cepat.
 4. Berhati-hatilah saat melepaskan benda uji dari cetakan kubus beton, supaya benda uji yang dihasilkan tidak mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhamad Miftakhul Fahri, 2019. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Tjokro Dimulyono, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Hartomo, A.J, 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wahyu Dwi Cahyadi, 2012. *Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Rendah yang Mengandung Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia : 2012.
- Odian George, *Principles of Polymerization*, Forth Edition (New Jersey : John Willey & Sons, 2004)
- PBI NI-2 (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Bandung.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Pustran, Balitbang, DPU.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung : Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, BSN.
- Indonusa Conblock (2018, 3 Agustus) *Pengertian Pasir Laut dan Manfaatnya*. Dikutip 13 Agustus 2019 dari indonusa-conblock.com :
- <https://indonusa-conblock.com/pengertian-manfaat-pasir-laut-adalah/>
- Anggi Rohyadi, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Agregat Batu Pecah dan Pasir Pantai Batu Karas Sebagai Media Pengisi Beton Dengan Kadar Polyester 70%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Regi Azis Sayogi, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Komposisi Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 50%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN CAMPURAN DUA TIPE KOMPOSISI AGREGAT KASAR

Mhd. Rizki Tambunan¹, Muhamad Ryanto, ST.M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

E-mail: muhammadrizkitambunan@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah agregat kasar dengan persentase 100% dari volume agregat kasar beton prepacked. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Selain itu variasi campuran agregat kasar juga diterapkan dalam penelitian ini, yaitu benda uji pertama PA (1) dengan campuran agregat kasar besar 100%, benda uji kedua PA (2) dengan campuran agregat kasar kecil 100% dan benda uji ketiga PA (3) dengan campuran 2 tipe ukuran agregat kasar 50%+50%. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa penambahan agregat kasar pada campuran beton polyester dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Pada benda uji pertama PA (1) memiliki nilai kuat tekan sebesar 14,48 Mpa dan pada benda uji kedua PA (B) memiliki nilai kuat tekan sebesar 15,12Mpa dan benda uji ketiga PA (C) memiliki nilai kuat tekan sebesar 14,75Mpa.

Kata kunci: Beton Polyester, Kuat Tekan, Prepacked.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton polimer adalah material komposit, yang matriksnya terdiri atas polimer sintesis organik atau dikenal sebagai beton resin. Penambahan polimer pada beton tanpa semen adalah untuk meningkatkan sifat-sifat beton, memperpendek waktu proses fabrikasinya, dan memperkecil biaya operasional. Penggunaan polimer sebagai bahan konstruksi umumnya masih terbatas sebagai bahan untuk perbaikan material.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah

diuraikan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengenai pengaruh penambahan agregat kasar terhadap sifat fisik dan mekanik yang optimal dan daya rekat agregat tetap terjaga dengan baik setelah ditambahkan resin polyester. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh resin polyester jika ditambah dengan agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Sampel agregat kasar yang di gunakan adalah agregat kasar yang berasal dari cimilaka.
2. Beton polimer dibentuk dengan menggunakan teknik konvensional cetak dan tekan.
3. Ukuran agregat kasar maksimum 25mm
4. 3 (tiga) sampel benda uji beton dibuat dan dicetak berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm.

TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Beton polimer (polymer concrete) adalah material komposit, dimana bindernya terdiri dari polimer sintesis organik atau dikenal sebagai beton resin. Beton resin dengan binder polimer seperti termoplastik atau disebut thermosetting polimer dan mineral fillernya dapat berupa aggregate, gravel dan crushed stone.

Polymer modified concrete ada dua macam, yaitu polymer impregnated concrete (PIC) dan polymer cement concrete (PCC).

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian mulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, pembuatan benda uji, dan pengujian kuat tekan benda uji dilakukan di Laboratorium Beton, Teknik Sipil,

Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Pemeriksaan Agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat kasar.

Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

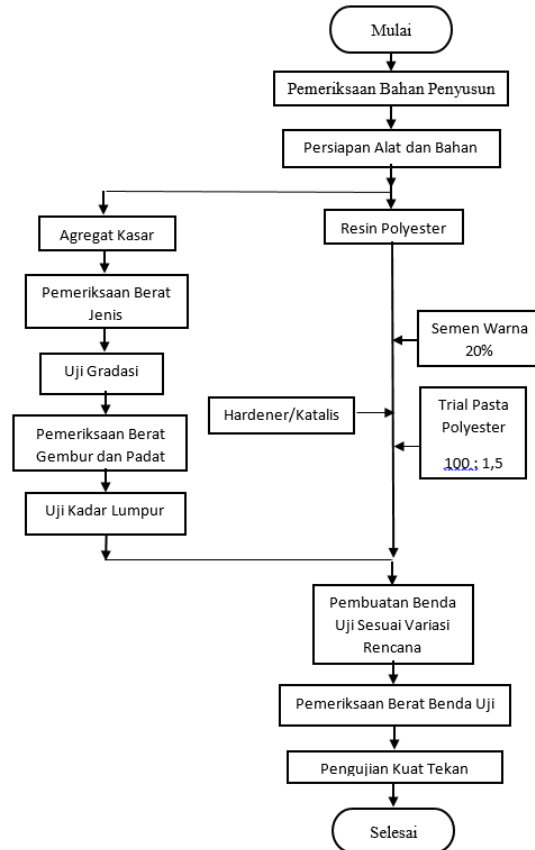
Prosedur Pengujian

Saringan disusun dari yang lubangnya paling besar di bagian atas dan pan diletakkan pada bagian paling bawah. Benda uji dimasukkan dari bagian atas saringan, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengguncang selama 10-15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Langkah-Langkah Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu

pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 25 mm (SNI 03-2847-2002).

Tabel 1 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kerikil Batu Pecah	4 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			1185 kg/ m ³

Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat Jenis Polyester dan Hardener ditentukan

dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 1000 dan 2000 ml. Kemudian menentukan berat nya dengan timbangan

ketelitian 0,1%.

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	0,829 kg	956 ml/ 0,0009 m ³	921 kg/m ³
2	Hardener	0,03 kg	30 ml/ 0,00003 m ³	1000 kg/m ³

Rencana Jumlah Beton

Tabel 3 Jumlah Beton

No	Kode Beton	Penambahan Agregat Kasar Besar	Penambahan Agregat Kasar Kecil	Jenis Pengujian	Umur Beton (Hari)
1	PA (1)	100 %	-	Uji Tekan	1
2	PA (2)	50%	50%	Uji Tekan	1
3	PA (3)	-	100%	Uji Tekan	1

Hasil Uji Kuat Tekan

Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras,

berikutnya di diamkan selama 1 hari, selanjutnya setelah 1 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan.

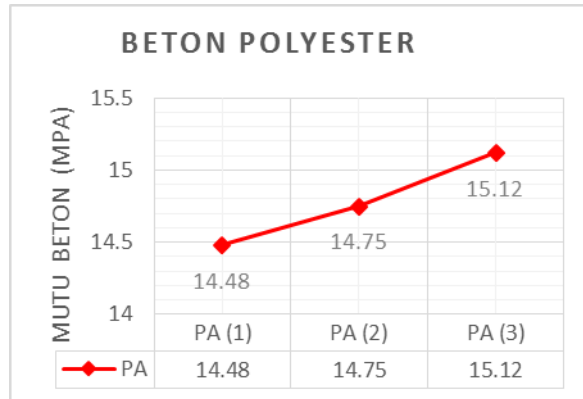
Tabel 4 Tabel Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polyester Berumur 1 Hari

No	Jenis Beton	Berat Benda Uji (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
1	PA (1)	6,2	1900	390	178	14,48
2	PA (2)	6,3	1892,4	400	181,3	14,75
3	PA (3)	6,3	1917,8	410	185,9	15,12

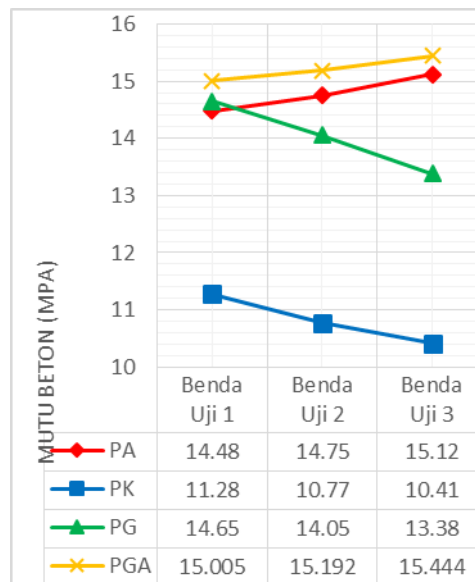
*1kN = 101,97 kg

*1MPa = 10,2 kg/cm²

Uji Tekan Beton Polyester



Gambar 1 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polyester Berumur 1 Hari



Gambar 2 Grafik Pembandingan Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Polyester

Berdasarkan grafik dan diagram kuat tekan beton yang bersumber dari hasil analisis diatas, nilai pencapaian kuat tekan beton resin polyester agregat kasar kecil memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan komposisi agregat kasar besar dan tipe campuran. Beton dengan campuran resin polyester + agregat kasar kecil memiliki nilai

kuat tekan yang paling tinggi di antara lainnya dengan nilai kuat tekan 15,12 MPa. Namun beton dengan campuran resin polyester + agregat kasar besar memiliki nilai kuat tekan beton paling rendah yaitu 14,48 MPa.

KESIMPULAN

Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji,

pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Komposisi campuran dengan agregat kasar besar 100% dengan kode PA (1) memiliki nilai kuat tekan 14,48 MPa
- Komposisi campuran dengan agregat kasar kecil 100% dengan kode PA (2) memiliki nilai kuat tekan 15,12 MPa
- Komposisi campuran 2 tipe dengan agregat kasar besar 50%+ agregat kasar kecil dengan kode PA (3) memiliki nilai kuat tekan 14,75 MPa
- Komposisi campuran resin polyester dan hardener yang sesuai yaitu 100:1,5 ini dibuktikan dengan resin polyester dapat mengeras sempurna
- Dari seluruh benda uji dapat disimpulkan benda uji PGA merupakan benda uji terbaik dengan nilai kuat tekan 15,444 MPa dan benda uji PK dengan nilai kuat tekan terendah sebesar 10,41 MPa.

SARAN

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Siapkan cetakan pelapis dalam kubus agar resin tidak menempel dan merusak cetakan. Cetakan pelapis kubus harus lebih besar dari ukuran kubus,

supaya dapat dijepit diantara baut pengunci. Ini bertujuan agar tidak bocor dan merusak kubus.

2. Pada saat akan dilakukan pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat dapat stabil.
3. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan material, resin polyester yang sudah dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin polyester akan segera mengental dan mengeras.
4. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata. Hal ini dimaksudkan pada waktu pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.
5. Pembuatan alat cetak harus rata bagian atas dan bawah sehingga benda uji yang dihasilkan bagus serta pengikatan alat cetak harus benar-benar kuat agar pada saat pemadatan adukan beton polimer, cetakan tidak mengalami kerusakan.
6. Pada saat membuka cetakan harus hati-hati agar tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.

7. Diperlukan penambahan jumlah sampel, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute, ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, *Reapproved 2002, Reported by ACI Committee 211. USA : PCA, 2002*
- Dela Hermayulia, 2019. *Kajian eskperimental kuat tekan beton dengan varian fiber sebagai beton berserat*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. *SNI 03 – 1968 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir – Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. *SNI 03 -4141 : 1996*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1996.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *SNI 03 - 1974 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung. *SNI 7833 : 2012*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2012.
- Dokter Beton (2012, 8 Maret) *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku: *Beton Fiber (6 Mei 2011) Mineral Fiber*
- Elfajr (2010, 1 Mei) *Penemu beton polimer yang ramah lingkungan*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku :
- Imam, zuhri (2012, September) *Beton agregat prepak untuk perbaikan*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku: <http://imamzuhri.blogspot.com/2012/09/beton-agregat-prepak-untukperbaikan.html>
- Indonesia Dokumen (2015, 16 Juli) *Makalah beton polimer*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku: <https://dokumen.tips/documents/makalah-beton-polimer.html>
- Muhammad Dian Ardhiansyah, 2018. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia : 2018.
- Zaid Jabbar, 2019. *Kajian Beton Polimer Menggunakan Bahan Campuran Perikat Resin Terhadap Kuat Beton Dengan Pengujian Kuat Tekan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER MENGGUNAKAN PASIR PANTAI BATU HIU, KELERENG SERTA KERIKIL SEBAGAI AGREGAT DENGAN KADAR *POLYESTER* 60%

Carban¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Email : carban.aja26@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan perekat resin polyester dengan kadar 60% dan pasir pantai batu hiu 40%. Variasi agregat kasar menggunakan campuran kelereng dan kerikil dengan komposisi berbeda-beda. Tinjauan kajian penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Variasi campuran agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu benda uji TC1 dengan campuran agregat kasar kelereng 100%, benda uji TC2 dengan campuran agregat kasar kelereng 75% + kerikil 25% dan benda uji TC3 dengan campuran agregat kasar kelereng 50% + kerikil 50%. Dari hasil pengujian, didapat bahwa pencampuran kelereng dan kerikil pada beton polimer berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tekan beton. Pada benda uji pertama TC1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 22,6 Mpa, pada benda uji kedua TC2 memiliki nilai kuat tekan sebesar 19,6 Mpa dan pada benda uji ketiga TC3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,8 Mpa. Dari ke tiga benda uji tersebut kuat tekan beton cenderung turun dan memiliki kuat tekan beton yang rendah.

Kata kunci: Beton Polimer, kelereng, Kuat Tekan, *Polyester*, Pasir Pantai

PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia sangat pesat, dimana beton merupakan bahan yang tidak bisa di pisahkan dalam konstruksi bangunan infrastruktur. Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, diantaranya harganya yang relatif murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan. Teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan beton yang dihasilkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan

tanpa mengabaikan nilai ekonomis.

Beton sebagai material bangunan harus memenuhi kriteria kekuatan dan daya tahan yang baik. Beton merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa campuran tambahan untuk membentuk massa padat. Bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung, berfungsi untuk mengubah sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu dan menghemat biaya. Bahan-bahan di sekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam

campuran beton (Dep. PU, 1989). Banyaknya penggunaan beton dalam konstruksi akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton dan akan memicu penambangan besar-besaran sehingga merusak lingkungan.

Beton polimer masih jarang di gunakan karena harga yang relatif mahal. Beton polimer ini lebih sering di pakai sebagai perbaikan konstruksi tertentu. Beton polimer adalah material komposit dimana seluruh perekatnya terdiri dari polimer organik sintetis. Komposit ini biasa dikenal dengan sebutan beton resin sintetis, beton resin plastik atau beton resin. Karena beton polimer tidak menggunakan semen bisa mengurangi kerusakan lingkungan akibat penambangan. Bahan polimer juga dapat mempercepat waktu pengerasan. Resin polimer yang dipakai dalam penelitian ini adalah resin polyester super bening.

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan mempunyai pantai sepanjang 80.000 km, yang memiliki keanekaragaman kualitas pasir laut (Mangerongkonda, 2007). Dengan melimpahnya pasir pantai dapat dijadikan bahan alternatif untuk bahan pembuatan beton di daerah pantai, dan bisa menghemat biaya transportasi.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini akan menggunakan resin polyester sebagai pengganti semen, sedangkan pasir pantai, kelereng dan krikil sebagai agregat. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan mendapat campuran kuat tekan beton polimer yang tinggi.

Rumusan Masalah

1. Pengaruh agregat pasir pantai, kelereng, dan batu kerikil terhadap kuat tekan beton polimer.
2. Berapa besar peningkatan kekuatan beton polimer dengan agregat pasir pantai, kelereng, dan batu kerikil.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Polimer (*polymer concrete*) adalah material komposit dimana bindernya terdiri dari polimer sintesis organik atau dikenal sebagai beton resin. Beton resin dengan binder polimer seperti termoplastik atau disebut thermosetting polimer dan mineral fillernya dapat berupa *aggregate, gravel* dan *crushed stone*.

Polimer yang paling banyak digunakan untuk pengikat didasarkan pada polimer polyester tak jenuh, karena harga yang relatif murah serta mudah dalam fabrikasinya. Resin *polyester* merupakan resin yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang menggunakan resin termoset baik secara terpisah maupun dalam bentuk komposit. Walaupun secara mekanik, sifat mekanik yang dimiliki polyester tidak terlalu baik atau sedang.

Jenis dari resin *polyester* yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan termoset, dapat mengalami pengerasan (*curing*) dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Berbeda dengan tipe poliester jenuh (*saturated polyester*) seperti

Terylene™, yang tidak bisa mengalami *curing* dengan cara seperti ini. Oleh sebab itu resin *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) dapat di sebut sebagai resin *polyester*.

Menurut peraturan SK SNI S-04-1989-F, Agregat kasar yaitu :

1. Butiran-butirannya tajam dan kasar dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca, jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium sulfat maksimum bagian yang hancur maksimum 18%.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
4. Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat kasar tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar gradasi.
5. Modulus halus butir antara 5-8 dan variasi butir sesuai standar gradasi. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus tidak relatif terhadap alkali.

Menurut peraturan SK SNI S-04-1989-F,

Agregat halus yaitu :

1. Butiran-butirannya keran dan tidak berpori.
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca, jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium

sulfat maksimum bagian yang hancur maksimum 18%.

3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
4. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
5. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.
6. Modulus halus butir antara 1,5-3,8 dan variasi butir sesuai standar gradasi.
7. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antara tulangan atau berkas tulangan.
8. Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Pasir pantai adalah pasir yang diambil dari tepi pantai, bentuk butiran nyahalus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu lembab serta menyebabkan pengembangan volume bila di pakai pada bangunan. Tetapi pasir pantai dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara di cuci sehingga kandungan garam berkurang atau hilang (Tjokdimuljo, 1992).

Kelereng adalah mainan kecil berbentuk bulat yang terbuat dari kaca, tanah liat, atau agate. Kelereng adalah mainan kecil berbentuk bulat

yang terbuat dari kaca atau tanah liat. Ukuran kelereng sangat bermacam-macam, umumnya ½ inci (1.25 cm) dari ujung ke ujung.

Kelereng adalah mainan kecil berbentuk bulat yang terbuat dari kaca, tanah liat, atau agate.

Kelereng adalah mainan kecil berbentuk bulat yang terbuat dari kaca atau tanah liat. Ukuran kelereng sangat bermacam-macam, umumnya ½ inci (1.25 cm) dari ujung ke ujung.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

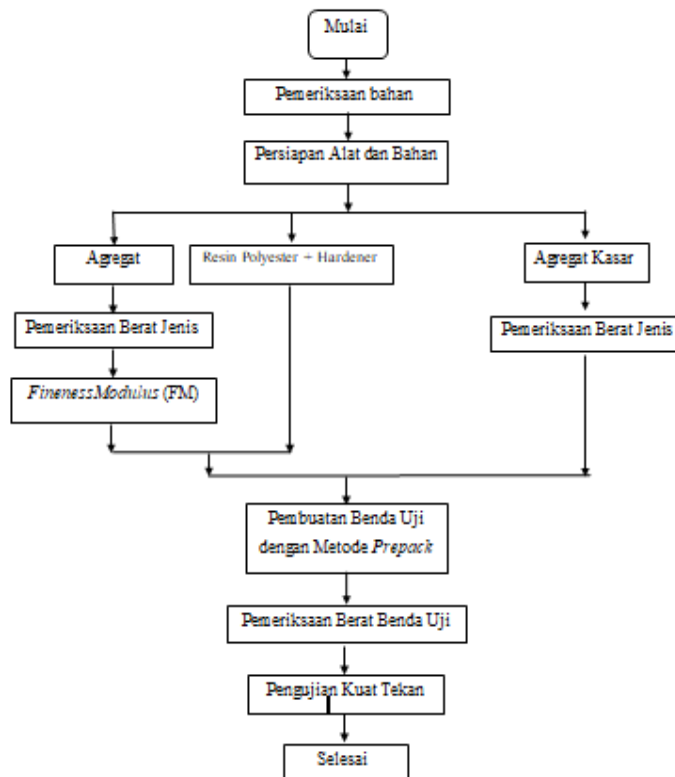
$$f'c = P/A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- $f'c$ = kuat desak beton
- I = beban maksimum
- A = luas penampang benda uji

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer variasi yang menggunakan bahan tambah kelereng sebagai Agregat dengan diameter 1,25 cm dan kerikil serta pasir pantai batu hiu.



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel Benda Uji		I	II
Berat benda uji SSD (gram)	Bj	200	300
Berat gelas + tutup + air (gram)	Bp	711	711
Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	Bpj	838	906
Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	176	286
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$Bj / (Bj+Bp-Bpj)$	2.740	2.857
		2.798	
Berat jenis kering (Curah)	$Bk / (Bj+Bp-Bpj)$	2.411	2.724
		2.567	
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk / (Bk+Bp-Bpj)$	3.592	3.143
		3.367	
Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	13.636	4.895
		9.266	

2. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

No	Komposisi Agregat	Berat	Volume	Berat Isi
1	Kelereng	5,1 Kg	0,003375 m ³	1511,1 Kg/m ³
2	75% Kelereng + 25% Krikil	3,825 Kg + 1,275 Kg	0,003375 m ³	1511,1 Kg/m ³
3	50% Kelereng + 50% Krikil	2,55 Kg + 2,55 Kg	0,003375 m ³	1511,1 Kg/m ³

3. Pengujian Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	900 ml / 0,0009 m ³	1111,111 kg/m ³
2	Hardener	0,293 kg	250 ml / 0,00025 m ³	1172 kg/m ³

4. Jumlah Benda Uji

No	Kode Beton	Rasio Volume		Rasio Volume Perekat Polimer		Jenis Pengujian	Umur Beton (Hari)	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
		kelereng	kerikil	Polyester + Hardener	Pasir Pantai				
1	CT1	100 %	-	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
2	CT2	75%	25 %	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
3	CT3	50 %	50 %	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
Jumlah									3

5. Volume Berat Pengisi Benda Uji

No	Benda Uji	Agregat Kasar (Kg)		Polyester dan Hardener (ml)	Pasir Pantai (Kg)
		Kelereng	Kerikil		
1	CT1	5,1	-	1100-1200	0,8-1
2	CT2	3,825	1,275		
3	CT3	2,55	2,55		

6. Estimasi Kebutuhan Biaya

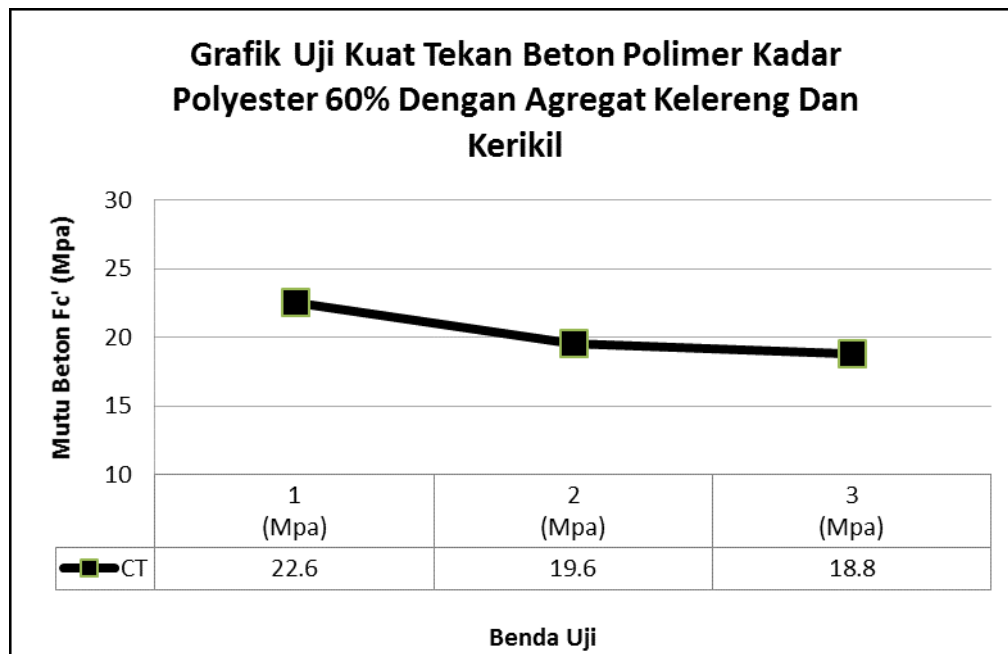
No	Komponen	Volume (Kg)	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Resin Polyester	3,9	48.000	187.200
2	Hardener	0,082	52.000	42.640
3	Pasir Pantai	2,4	15.000	36.000
4	kelereng	11,475	14.000	160.650
5	kerikil	3,825	1750	6.694
Jumlah				433.184

7. Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel Pengujian Kuat Tekan Beton Polimer Kadar Polyester 60% Dengan Agregat Kelereng Dan Kerikil

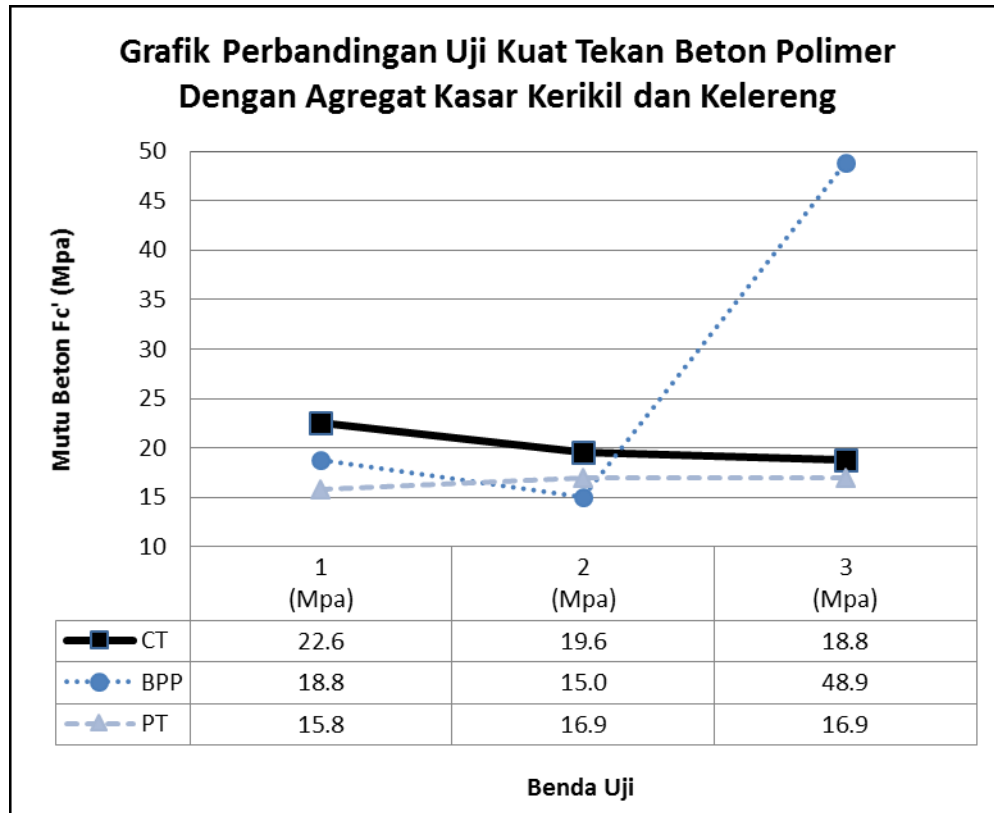
Benda Uji	Luas Penampang					Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
	A	B	C	D= AxB	E=AxBx C					
CT1	15	15	15	225	3375	7	2074,074	600	271,92	22,6
CT2	15	15	15	225	3375	7,3	2162,963	520	235,664	19,6
CT3	15	15	15	225	3375	7,2	2133,333	500	226,6	18,8

(Sumber : Hasil Analisis, 2019)



(Sumber : Hasil Analisi, 2019)

Grafik Uji Kuat Tekan Beton Polimer Kadar Polyester 60% Dengan Agregat Kelereng Dan Kerikil



(Sumber : Hasil Analisi, 2019)

Grafik Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton Polimer Agregat Kasar Kelereng dan Kerikil

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan benda uji beton polimer dengan agregat pasir pantai, kelereng serta kerikil dengan kadar polyester 60%, maka didapat kesimpulan :

1. Kuat tekan tertinggi dengan agregat pasir pantai, kelereng serta kerikil dengan kadar polyester 60% yaitu, pada komposisi CT1 dengan agregat 100% kelereng menghasilkan kuat teakan sebesar 22,6 Mpa termasuk beton mutu sedang.
2. Kuat tekan terendah dengan agregat pasir pantai, kelereng serta kerikil dengan kadar polyester 60% yaitu, pada komposisi CT3 dengan agregat 50% kelereng + 50% kerikil menghasilkan kuat teakan sebesar 18,8 Mpa termasuk beton mutu rendah.
3. Kuat tekan CT2 dengan agregat pasir pantai, kelereng serta kerikil dengan kadar polyester 60%, pada komposisi agregat 75% kelereng + 25% berada diantara CT1 dan CT3, yaitu 19,6 Mpa termasuk beton mutu rendah.
4. Dari perbandingan uji kuat tekan dengan agregat kelereng dan kerikil, pada benda uji CT cenderung turun dari 22,6 Mpa - 18,8

Mpa dan berada diatas benda uji PT 18,8 Mpa - 16,9 Mpa.

- Penggunaan kelereng sebagai agregat kasar berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena permukaan kelereng yang licin dan tidak berpori sehingga polimer tidak merekat dengan baik dibandingkan dengan agregat genteng jatiwangi dan batu pecah.

DAFTAR PUSTAKA

- Parsino, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangadaran Kombinasi Agregat Klereng, Kerikil dan Mortar Polimer Dengan Kadar 50% Polyester*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Welly Ferdina, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Santolo, Kombinasi Agregat Kelereng, Kerikil Dan Mortar polimer dengan kadar 70% Pollyester*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Muhamad Miftakhul Fahri, 2019. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Jaka Setiaji, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Pemanfaatan Kelereng Sebagai Pengisi Beton Terhadap Kuat Tekan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- American Concrete Institute, *ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, Reapproved 2002, Reported by ACI Committee 211*. USA : PCA, 2002
- Departemen Pekerjaan Umum. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. SK SNI M-08-198-F : 1986*. Badan Penerbit P.U. Jakarta : 1986.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. SNI 03 - 1974 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Bandung.
- Mangerongkonda, D., 2007. *Pengaruh Penggunaan Pasir Laut Bangka Terhadap Karakteristik Kualitas Beton*. Laporan tugas akhir, Universitas Gunadarma, Deepok.
- Tjokro Dimulyono, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2003. *Teknologi Beton*. Andi Offset: Yogyakarta
- Elfajr (2010, 1 Mei) *Penemu beton polimer yang ramah lingkungan*. Dikutip 20 Agustus 2019 dari cara menulis buku : <https://elfajr.blog.uns.ac.id/2010/05/01/penemu-beton-polimer-yang-ramah-lingkungan/>
- Indonesia Dokumen (2015, 16 Juli) *Makalah beton polimer*. Dikutip 20 Agustus 2019 dari cara menulis buku: <https://dokumen.tips/documents/makalah-beton-polimer.html>

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN MENGUNAKAN PASIR PANTAI PANGANDARAN SEBAGAI PENGANTI AGREGAT HALUS DAN KOMPOSISI BATU PECAH SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN KADAR POLYESTER 50%

Regi Azis Sayogi¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.²

^{1,2}Fakultas Teknik - Jurusan Teknik Sipil

Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Email : regiazissayogi@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian beton polimer ini digunakan jenis resin polyester dengan kadar 50%, pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dan komposisi batu pecah sebagai agregat kasar. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Variasi yang digunakan pada benda uji yaitu komposisi agregat kasar, benda uji pertama BP 1 dengan komposisi agregat kasar batu pecah ukuran besar 100%, benda uji kedua BP 2 dengan komposisi agregat kasar batu pecah ukuran besar 50% ukuran kecil 50%, dan benda uji ketiga BP 3 dengan komposisi agregat kasar batu pecah ukuran kecil 100%.

Dari hasil pengujian, didapati nilai kuat tekan beton polimer. Pada benda uji pertama BP 1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 39,873 Mpa, dan pada benda uji kedua BP 2 memiliki nilai kuat tekan sebesar 45,139 Mpa, dan pada benda uji ketiga BP 3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 51,157 Mpa. Tren grafik menunjukkan kecenderungan naik dari agregat kasar batu pecah ukuran besar ke batu pecah ukuran kecil.

Keywords: Beton Polimer, Polyester, Pasir Pantai, Kuat Tekan, Prepacked

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton polimer di Indonesia masih sangat jarang digunakan sebagai bahan konstruksi dikarenakan harganya yang relatif mahal jika dibandingkan dengan beton konvensional,

Jenis polimer yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis polyester, resin ini banyak digunakan untuk keperluan pengecoran, produksi fiberglass untuk pembuatan kapal dan pelapisan. Resin polyester akan bereaksi ketika dicampur dengan katalis atau umumnya dikenal sebagai bahan pengeras atau hardener.

Setelah dicampur, polyester dan hardener akan berubah dari cair ke padat dan menjadi sangat kuat, tahan terhadap suhu tinggi tertentu dan memiliki ketahanan kimia yang tinggi. digunakan adalah resin polyester karena resin.

Agregat yang digunakan ialah pasir pantai sebagai agregat halus dan agregat kasar berupa batu belah sebagai bahan campuran beton. Ide dasar pada penggunaan pasir pantai yaitu memanfaatkan sumber daya alam, khususnya untuk bangunan atau konstruksi yang di bangun di daerah pesisir pantai mengingat bahan polimer juga sangat cocok untuk dipakai sebagai bahan konstruksi di dalam air.

Rumusan Masalah

1. Perbandingan campuran polyester dan agregat halus yang baik.
2. Perbandingan campuran agregat kasar dan mortar polimer yang baik.
3. Daya rekat agregat
4. Nilai kuat tekan beton polimer dengan penggunaan pasir pantai sebagai agregat halus

Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dan komposisi batu pecah sebagai agregat kasar terhadap kuat tekan beton polimer dengan kadar polyester 50%.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari pada penelitian ini adalah untuk :

1. Membuat perbandingan campuran polyester dan agregat halus yang baik.
2. Membuat perbandingan campuran agregat kasar dan mortar polimer yang baik.
3. Mengetahui daya rekat agregat.
4. Mengetahui nilai kuat tekan beton polimer dengan penggunaan pasir pantai sebagai agregat halus.

LANDASAN TEORI

Beton Polimer

Polimer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul - molekul yang besar, dengan karbon dan hidrogen sebagai molekul utamanya, bahan ini berasal dari limbah plastik yang didaur ulang kemudian dicampur dengan bahan kimia lainnya.

Beton polimer berfungsi layaknya beton semen biasa pada umumnya. Beton polimer juga dapat digunakan sebagai pilar jembatan, pondasi bangunan, jalan pada jembatan,

dinding tahan gempa (modifikasi dari dinding batu bata) dll. Beton polimer juga dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki bangunan-bangunan di dalam air.

Beton polimer secara umum memiliki kualitas yang sama halnya dengan kualitas standar beton. Hal ini menjelaskan bahwa material tersebut memang sudah layak untuk digunakan dalam kehidupan nyata bidang konstruksi. Namun meskipun sudah memenuhi standar kualitas beton yang ada, beton polimer tetap memiliki kekurangan tersendiri. Salah satu kekurangannya tersebut adalah harga beton polimer yang masih lebih tinggi dibanding dengan beton semen.

Resin Polyester

Polyester memiliki dua prinsip yang digunakan sebagai laminasi dari industri komposit, yaitu resin polyester orthophthalic yang merupakan resin standar yang sering digunakan oleh banyak orang, serta resin polyester isophthalic yang saat ini menjadi material pilihan pada dunia industri seperti industry perkapalan yang membutuhkan material yang dengan ketahanan terhadap air yang tinggi.

Kelebihan resin polyester : Kedap air, Tahan cuaca, Dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79°C atau lebih tergantung partikel resin dan keperluannya.

Kekurangan resin polyester : Mempunyai kekuatan rekatan lebih rendah jika dibandingkan dengan resin epoksi

Hardener

Hardener digunakan sebagai katalis atau bahan tambahan agar terjadinya proses curing, yaitu proses pengerasan terhadap resin. Penggunaan hardener itu sendiri tergantung dari jenis resin yang dipakai. Pada resin polyester penggunaan hardener yang dianjurkan adalah sekitar 0.5-2% dari

jumlah resin.

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002).

Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Mulyono, 2003). Persyaratan agregat halus SK SNI S-04-1989-F.

Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Pasir Pantai

Pasir pantai adalah jenis pasir yang di dapat dari pesisir pantai. Ciri khas yang dimiliki pasir pantai adalah struktur butirannya yang halus dengan ukuran yang berkisar antara 0.55-2.5 mm, berbeda dengan pasir darat yang rata-rata berukuran antara 0.55-3 mm. Hal ini karena pasir pantai terbentuk karena pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut, sedangkan pasir darat berasal dari pecahan batuan vulkanik. Selain itu pasir pantai juga memiliki gradasi atau ukuran yang seragam serta memiliki daya lekat yang cenderung lemah.

Beton Pracetak atau Prepack Concrete

Pada penelitian ini digunakan metode beton

prepacked yang unik dalam pengerjaannya. Karena pada metode ini beton yang dihasilkan dengan cara menempatkan sejumlah agregat kasar pada bekisting terlebih dahulu, dan kemudian dilakukan *injeksi / grout / pouring* mortar yang berupa campuran pengisi beton kedalam bekisting. Cairan pengisi yang umumnya digunakan adalah campuran resin dan katalis (*hardener*).

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

(SNI 03-1974-1990)

Perhitungan kuat tekan didapat menggunakan rumus :

$$(f'c) = \frac{P}{A}$$

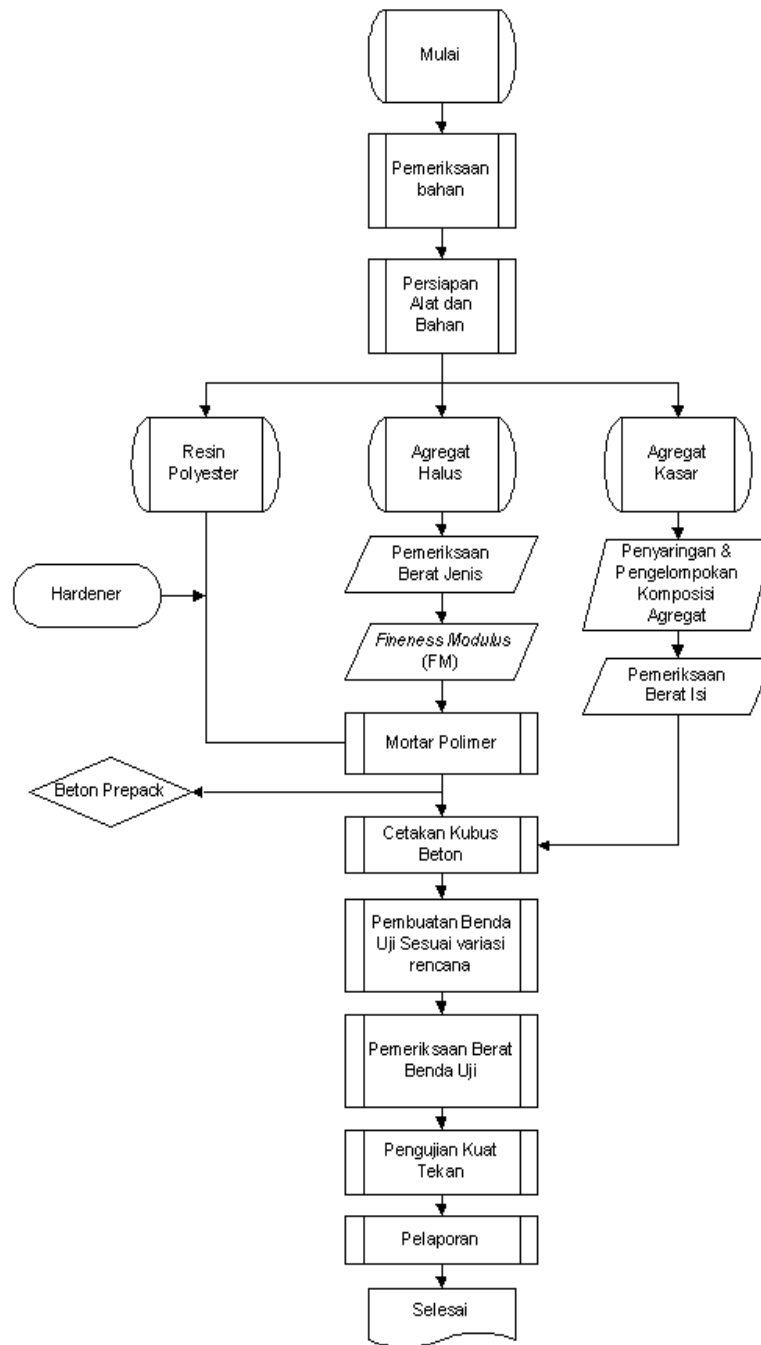
Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan beton
 P = Beban maksimum
 A = Luas penampang

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini akan disajikan ke dalam bentuk *flowchart* seperti di bawah ini :



Gambar 1 *Flowchart* Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Jenis Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir pantai yang diperoleh dari pantai

Pangandaran. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti melakukan pengujian awal pada material pasir pantai agar mengetahui berat jenisnya.

Tabel 1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

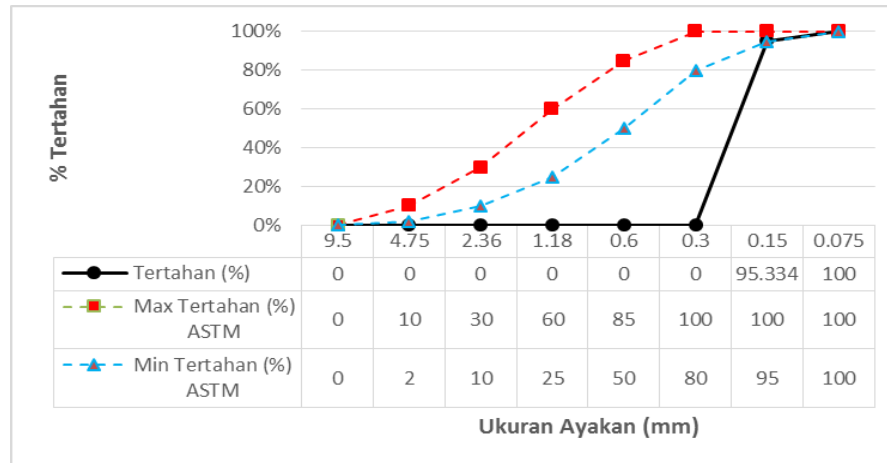
Sampel Benda Uji		I	II
Berat benda uji SSD (gram)	Bj	200	300
Berat gelas + tutup + air (gram)	Bp	711	711
Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	Bpj	845	912
Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	197	297
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$Bj / (Bj+Bp-Bpj)$	3.030	3.030
		3.030	
Berat jenis kering (Curah)	$Bk / (Bj+Bp-Bpj)$	2.985	3
		2.992	
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk / (Bk+Bp-Bpj)$	3.127	3.094
		3.110	
Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	1.523	1.010
		1.266	

Uji Gradasi

Pengujian gradasi agregat halus dilakukan terlihat pada tabel dan grafik di bawah ini :
berdasarkan ASTM seperti

Tabel 2. Pengujian Gradasi Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan		Kumulatif	
	Berat (gram)	Prosen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.6	0	0	0	100
0.3	0	0	0	100
0.15	1900	95.334	95.334	4.666
0.075	93	4.666	100	0
Jumlah	1993	100	195.334	
FM			1.953	



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Gradasi Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian Berat Isi Agregat Kasar
Batu pecah ukuran besar yaitu batu pecah yang lolos pada saringan 1” dan tertahan pada saringan 3/4” sedangkan batu pecah ukuran kecil yaitu batu pecah yang lolos

pada saringan 3/4” dan tertahan pada saringan 3/8”.

Hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel seperti terlihat di bawah ini :

Tabel 3. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

No	Komposisi Agregat	Berat	Volume	Berat Isi
1	Batu Pecah Ukuran Besar	4 Kg	0,003375 m ³	1185,185 Kg/m ³
2	Batu Pecah Ukuran Besar & Kecil	4,2 Kg	0,003375 m ³	1244,4 Kg/m ³
3	Batu Pecah Ukuran Kecil	4,3 Kg	0,003375 m ³	1274,074 Kg/m ³

Pengujian Resin Polyester

Berat Jenis Polyester dan Hardener ditentukan dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 900 ml dan 250 ml.

Kemudian menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%. Hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel seperti terlihat di bawah ini :

Tabel 4. Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	900 ml / 0,0009 m ³	1111,1 kg/m ³
2	Katalis (Hardener)	0,293 kg	250 ml / 0,00025 m ³	1172 kg/m ³

Jumlah Benda Uji

Jumlah benda uji beton yang akan dibuat sebanyak tiga benda uji dengan variasi

yang berbeda.

Untuk lebih jelasnya keterangan benda uji dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5. Jumlah Beton Polimer

No	Kode Beton	Batu Pecah		Rasio Volume Pasta Polimer		Jenis Pengujian	Umur Beton (Hari)	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
		Besar	Kecil	<i>Polyester</i> + <i>Hardener</i>	Pasir Pantai				
1	BP 1	100%	-	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
2	BP 2	50%	50%	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
3	BP 3	-	100%	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
Jumlah									3

Kuat Tekan Beton Polimer

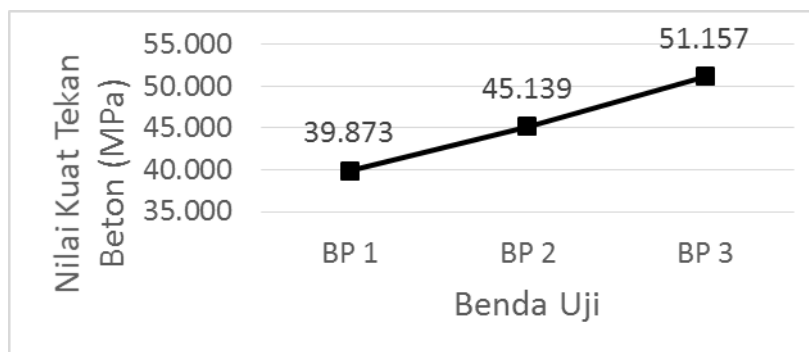
Proses *curing* benda uji mengeras dalam waktu kurang lebih 5 jam kemudian keluarkanlah benda uji dari cetakan kubus dan diamkan benda uji selama 2 hari

sebelum dilakukan uji kuat tekan.

Untuk hasil dari uji kuat tekan beton polimer dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini :

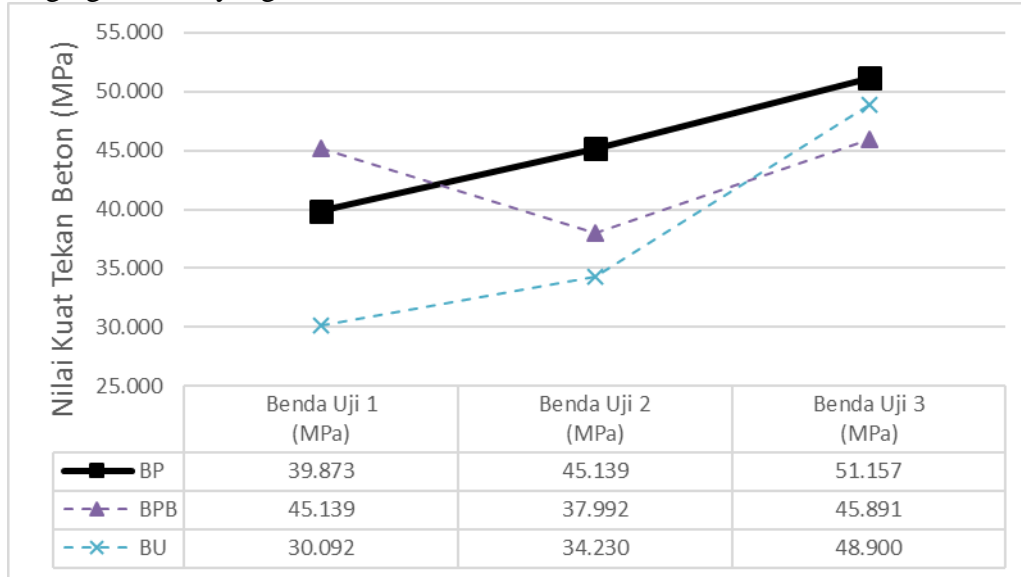
Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Polimer Umur 2 Hari

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
		A	B	C	D= AxB	E=AxBxC					
1	BP 1	15	15	15	225	3375	6,7	1985,185	1060	480,392	39.873
2	BP 2	15	15	15	225	3375	6,9	2044,444	1200	543,840	45.139
3	BP 3	15	15	15	225	3375	7	2074,074	1360	616,352	51.157

**Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Polimer Umur 2 Hari**

Setelah didapat nilai kuat tekan ketiga benda uji, kemudian akan dibandingkan dengan kuat tekan benda uji lain dengan konten agregat kasar yang sama dan rasio

volume kadar *polyester* yang berbeda. Perbandingan kuat tekan akan disajikan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat di bawah ini :



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Konten Agregat Sama Dan Kadar Polyester Berbeda

Catatan :

- BPB (Sumber Apep Saepulloh, 2019)
- BU (Sumber Anggi Rohyadi, 2019)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Komposisi campuran polyester 50% pasir pantai 50% dengan agregat kasar ukuran besar 100% dengan kode BP 1 memiliki nilai kuat tekan 39,873 Mpa
2. Komposisi campuran polyester 50% pasir pantai 50% dengan agregat kasar ukuran besar 50% dan agregat kecil 50% dengan kode BP 2 memiliki nilai kuat tekan 45,139 Mpa

3. Komposisi campuran polyester 50% pasir pantai 50% dengan agregat kasar ukuran kecil 100% dengan kode BP 3 memiliki nilai kuat tekan 51,157 MPa
4. Grafik kuat tekan dari ke 3 (tiga) benda uji dengan variasi agregat kasar berupa komposisi batu pecah memiliki kecenderungan naik dari penggunaan batu pecah ukuran besar ke batu pecah ukuran kecil.
5. Daya rekat agregat terhadap polimer terjadi dengan baik, dengan ditandai

- tidak adanya keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
6. Komposisi campuran resin polyester dan hardener yang sesuai yaitu 50:1, ini dibuktikan dengan resin polyester dapat mengeras sempurna.
 7. Perbandingan nilai kuat tekan dengan peneliti lain berdasarkan agregat kasar yang sama (komposisi batu pecah), nilai kuat tertinggi dihasilkan oleh benda uji BP 3 dengan nilai kuat tekan sebesar 51.157 MPa.
 8. Perbandingan nilai kuat tekan dengan peneliti lain berdasarkan kadar polyester yang sama, nilai kuat tertinggi dihasilkan oleh benda uji BP 3 dengan nilai kuat tekan sebesar 51.157 MPa.
 9. Perbandingan nilai kuat tekan berdasarkan data sejumlah 27 (dua puluh tujuh) benda uji dengan berbagai variasi agregat kasar dan kadar polyester, nilai kuat tertinggi dihasilkan oleh benda uji PC 3 dengan nilai kuat tekan sebesar 57.176 MPa.
- Saran**
1. Dalam pembuatan beton polimer dengan mutu yang tinggi diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
 2. Dalam proses penelitian disarankan menggunakan perlengkapan praktek seperti sarung tangan, masker, dan baju praktek.
 3. Dalam pembuatan benda uji, pada saat pencampuran disarankan didahulukan pencampuran resin polyester dengan hardener supaya resin nantinya dapat tercampur dengan sempurna dan selanjutnya dimasukan agregat halus. Pengadukan diusahakan cepat dan merata karena jika terlalu lama mortar polimer akan segera mengental dan mengeras, sehingga pada saat melakukan pencampuran menggunakan metode prepack ke dalam kubus dikhawatirkan mortar tidak mengisi celah-celah agregat kasar.
 4. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata. Hal ini dimaksudkan pada waktu pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.
 5. Pada saat pembuatan pelapis cetakan kubus, pelapis berupa plastik mika harus benar-benar rata dengan cetakan, agar bentuk benda uji berbentuk kubus sempurna.

Pada saat membuka cetakan harus hati-hati agar tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

Muhamad Mifahul Fahri, 2019. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer*. Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

Anggi Rohyadi, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Agregat Batu Pecah dan Pasir Pantai Batu Karas Sebagai Media Pengisi Beton Dengan Kadar Polyester 70%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

Apep Saepulloh, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 60%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

Senyum Itu (2013, 23 November) *Beton Polimer*. Dikutip 10 Agustus 2019 dari cara menulis buku :

<http://senyum-itu.blogspot.com/2013/11/beton-polimer.html>

Kerajinan Kreatif (2017, 22 April) *Pengenalan Resin dan Katalis serta Takaran Tepat Perbandingannya*. Dikutip 13 Agustus 2019 dari cara menulis buku:

<https://www.kerajinankreatif.com/2017/04/campuran-resin-dan-katalis.html>

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BERBAGAI ACUAN KOMPOSISI GRADASI

Josua Riantomy¹, Muhamad Ryanto, ST.,MT.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Jl. PHH.Mustofa no. 68 Bandung 40124, Indonesia

E-mail: josuariantomy@gmail.com,

ABSTRAK

Dalam penelitian ini Beton Polimer dibuat menggunakan metoda *prepacked* yaitu dengan menempatkan agregat terlebih dahulu sebelum dicampur dengan pasta berupa campuran polyester dan semen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton polimer dengan menggunakan gradasi agregat kasar. Gradasi agregat kasar menggunakan ukuran saringan 25-19mm, 13-9mm, dan 6,35mm pada 3 kubus berukuran 15x15x15 dengan penamaan PGA1,PGA2 dan PGA3. Hasil menunjukkan pada PGA1 dengan nilai terkecil 15,005 Mpa, PGA 2 dengan nilai 15,192 MPa, dan PGA 3 dengan nilai terbesar 15,444 MPa.

Kata Kunci: Beton Polimer, Kuat Tekan, *Prepacked*.

PENDAHULUAN

Beton polimer adalah material komposit yang bindernya terdiri atas polimer sintesis organik atau yang dikenal sebagai beton resin (Maghfirah et al, 2018). Keunggulan dari beton polimer yaitu memiliki kekuatan tinggi, tahan pada kikisan, daya serap air rendah, dan stabilitas pematatan tinggi dibandingkan beton Portland konvensional (Maghfirah et al, 2018). Beton resin dengan binder polimer seperti termoplastik dan fillernya dapat berupa agregat, kerikil, dan pecahan batu. Proses pengerasan pada beton polimer dapat dipersingkat hanya beberapa jam saja (Hidayah, 2012).

Rumusan Masalah

Karakteristik beton polimer dipengaruhi oleh agregat kasar dan resin poliester. Maka diperlukan penelitian pada beton polimer

dengan agregat kasar berupa gradasi kasar dengan campuran poliester. Beton polimer dengan agregat kasar gradasi kasar diperlukan penyesuaian khusus pada perencanaan proporsi resin poliester dengan *hardener*. Dengan sifat beton polimer yang memiliki kuat tekan yang tinggi, diharapkan penggunaan gradasi kasar dan resin poliester dapat menjadi salah satu alternatif bahan dasar beton polimer yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat.

Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Beton polimer menggunakan resin poliester.
2. Agregat kasar didapat dari Cimalaka.
3. Beton polimer menggunakan agregat kasar dibuat dengan menggunakan teknik *prepacked*.

4. Menentukan proporsi campuran beton polimer dan gradasi agregat kasar.
5. Pembuatan benda uji sebanyak 3 buah dengan ukuran masing – masing 15x15x15 cm.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton polimer berfungsi layaknya beton semen biasa pada umumnya. Beton polimer juga dapat digunakan sebagai pilar jembatan, pondasi bangunan, jalan pada jembatan, dinding tahan gempa (modifikasi dari dinding batu bata) dll. Beton polimer juga dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki bangunan-bangunan di dalam air. Selain mampu mengeras dalam air, beton polimer juga memiliki sifat sifat lainnya yang tentunya menguntungkan bagi orang yang tau cara mempergunakannya, Seperti : sifat kedap air, tidak terpengaruh sinar ultra violet, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia serta kelebihan lainnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer variasi yang menggunakan berbagai komposisi gradasi kasar.

Benda Uji

Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm. Jumlah sampel beton kubus pada pengujian ini adalah sebanyak 3 buah. Benda uji beton kubus dibuat dalam 3 variasi campuran seperti yang terlihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 1 Variasi Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Jenis Resin	Volume semen warna(%)	Ukuran kerikil (mm)	Proporsi gradasi (%)	Jumlah Sample
1	PGA 1	Polyester	20	25+19	20:30:50	1
2	PGA 2	Polyester	20	13,2+9,6	50:20:30	1
3	PGA 3	Polyester	20	6,35	30:50:20	1
Total Jumlah Sampel						3

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil,

Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Pembuatan benda uji dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. melakukan *trial error* terhadap campuran resin dan hardener agar menemukan komposisi campuran yang sesuai.
2. Kemudian mempersiapkan bahan-bahan campuran beton seperti Resin, agregat kasar, dan komponen tambahan seperti semen warna sesuai dengan komposisi campuran yang telah dihitung.
3. Mempersiapkan ember baja untuk melakukan proses pencampuran agregat, dengan terlebih dahulu membersihkan alat – alat yang akan digunakan.
4. Masukkan agregat kasar kedalam cetakan kubus yang terlebih dahulu sudah di olesi oli agar mudah dalam membukanya nanti.
5. Tuangkan resin kedalam ember baja sesuai rasio yang sudah di hitung sebelumnya.
6. Campur agregat kasar dengan resin hingga merata.
7. Menuangkan seluruh adukan agregat dan resin kedalam cetakan – cetakan kubus yang sudah disiapkan dengan menggunakan cetok sedikit demi sedikit secara bertahap 1/3 bagian sambil ditumbuk-tumbuk menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali, ulangi lagi sampai cetakan penuh. Memukul-mukul dinding luar cetakan kubus dengan martil karet agar gelembung udara yang ada didalam campuran naik ke permukaan beton. sehingga beton menjadi lebih padat. Lakukan pemukulan pada dinding cetakan sebanyak 10-15 kali.
8. Setelah selesai dipadatkan, permukaan diratakan dengan cetok.
9. Adukan yang dicetak ditempat yang terlindung dari hujan dan matahari
10. Setelah 24 jam lepaskan benda uji dari cetakan kemudian dilakukan pengkodean agar benda uji tidak tertukar.
11. Setelah itu, beton di angin-anginkan di ruang yang teduh selama 1 hari.
12. Beton siap untuk diuji kekuatannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini juga akan diuraikan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan (*Compressive Testing Machine*). Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah berupa gradasi agregat kasar.

Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002). Agregat ini adalah agregat utama dalam pembuatan beton polimer. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan pengujian awal pada material

kerikil agar mengetahui berat jenisnya dalam ukuran cetakan kubus 15 cm³.

Tabel 2 Pengujian Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kerikil 2/3"	4,5 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			1363 kg/m ³

Pengujian Polyester dan Hardener

Berat Jenis Epoxy dan Hardener ditentukan dengan menuangkan ke dalam gelas ukur

berukuran 1000 dan 2000 ml. Kemudian menentukan beratnya dengan timbangan ketelitian 0,1%.

Tabel 3 Polyester dan Hardener

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Polyester	0,956 kg	900 ml / 0,009 m ³	921 kg/m ³
2	Hardener	0,030 kg	30 ml / 0,00003 m ³	1000 kg/m ³

Rencana Jumlah Beton

Tabel 4 Rencana Jumlah Beton

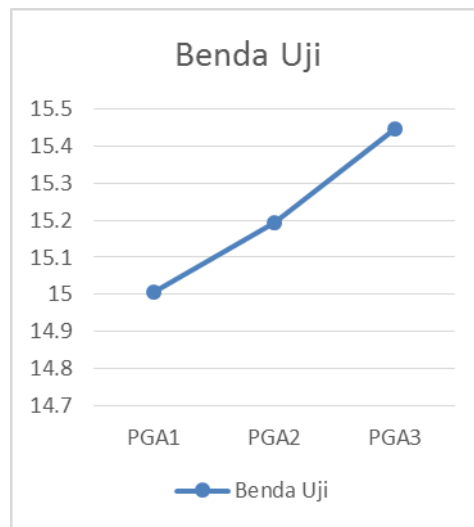
No	Kode Beton	Saringan Tidak Lolos 25+19mm (%)	Saringan Tidak Lolos 13,2+9,6mm (%)	Saringan Tidak Lolos 6,35mm (%)	Jenis Pengujian	Umur Beton (Hari)	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	PGA 1	50	30	20	Uji Tekan	1	Kubus	1
2	PGA 2	30	20	50	Uji Tekan	1	Kubus	1
3	PGA 3	20	50	30	Uji Tekan	1	Kubus	1
Jumlah								3

(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

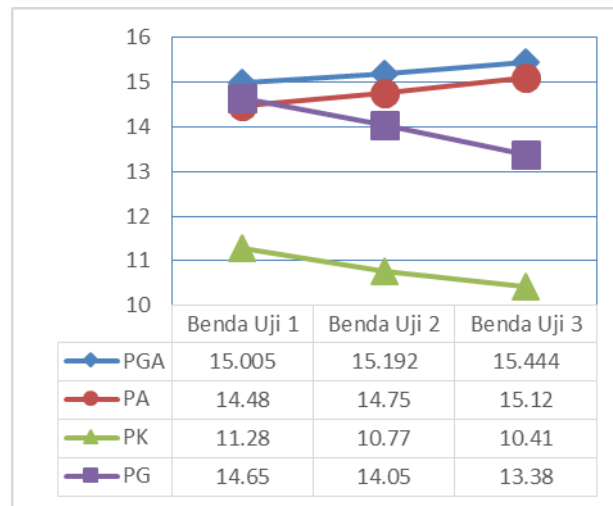
Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 5 Hasil Uji Tekan

No	Jenis Beton	Berat Jenis (kg)/m ³	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Mutu beton Fc' (MPa)
			(kN)	(kg/cm ²)	
1	PGA 1	1896,3	415	184,4	15,005
2	PGA 2	1955,6	420	186,7	15,192
3	PGA 3	1866,7	425	189,8	15,444



Gambar 1 Grafik Hasil uji kuat tekan



Gambar 4.6 Grafik Pemandangan

KESIMPULAN

Sesuai hasil analisa data pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Menurut SNI 03-2847-2002 kuat tekan beton polimer agregat kasar termasuk dalam kategori beton dengan kekuatan rendah ($f_c < 20$ MPa), sehingga cocok digunakan sebagai komponen beton non-struktural.
2. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh agregat kasar, semakin besar berat jenis agregat kasar maka semakin besar kuat tekan yang dihasilkan.
3. Komposisi gradasi agregat kasar dengan kode PGA 1 memiliki nilai kuat tekan terendah yaitu 15,005 MPa
4. Komposisi gradasi agregat kasar dengan kode PGA 2 memiliki nilai kuat tekan 15,192 MPa
5. Komposisi gradasi agregat kasar dengan kode PGA 3 memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 15,444 MPa
6. Dari grafik pembandingan didapat PGA lebih besar dengan nilai rata – rata 15,213 dan PK lebih kecil dengan nilai rata – rata 10,82

Saran

1. Untuk produksi secara masal ukuran dan gradasi kasar perlu distandarkan agar kualitas dan mutu beton dapat terstandar dengan baik.

2. Ketelitian dalam menyiapkan alat, bahan dan pengerjaan sebaiknya ditingkatkan untuk mendapatkan data yang lebih akurat.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dimana agregat kasar menggunakan proporsi gradasi agregat dengan mutu yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.7R-15, *Guide for Proportioning Concrete Mixtures with Ground Limestone and Other Mineral Fillers*, American Concrete Institute, copyright © 2015.
- ACI 318-14, *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, American Concrete Institute, copyright © 2014.
- ACI 363R-92, *State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete*, American Concrete Institute, copyright © 1992.
- SK SNI S-18-1990-03, *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-3449-2002, *Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan, Standar Nasional Indonesia*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-6468-2000, *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abuterdang*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*, Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER MENGGUNAKAN GENTENG BEKAS DAN BATU PECAH SEBAGAI MATERIAL AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN

Lucky Hendy Widjaya¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
lucky.hendywidjaya@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah geteng bekas dengan persentase 50% dari volume agregat kasar beton prepacked, lolos saringan 1 inch dan lolos saringan 3/8 inch. Selain itu variasi campuran agregat kasar juga diterapkan dalam penelitian ini, yaitu PG (1) dengan campuran agregat genteng lolos saringan 1 inch 50%, PG (2) dengan campuran agregat genteng lolos saringan 1 inch 25% dengan agregat genteng lolos saringan 3/8 inch 25% dan PG (3) dengan campuran agregat genteng lolos saringan 3/8 inch 50%. Pada benda uji PG (1) memiliki nilai 14,65 Mpa. Pada benda uji kedua PG (2) memiliki nilai 14,05 Mpa. Pada benda uji ketiga PG (3) memiliki nilai 13,38 Mpa.

Kata kunci: Beton Polimer, Genteng bekas, Kuat Tekan

Pendahuluan

Di Indonesia penggunaan beton polimer sebagai bahan konstruksi masih belum banyak digunakan mengingat harganya yang masih relatif mahal, akan tetapi jika melihat pemakaian beton polimer yang dapat di aplikasikan untuk pemakaian anti korosif lantai misalnya perlu dipikirkan tanpa mempertimbangkan harga yang dikeluarkan. Barangkali suatu saat kita dapat menggunakan beton polimer sebagai beton massal. Penggunaan polimer sebagai bahan konstruksi umumnya masih terbatas sebagai bahan untuk perbaikan material.

Polimer pada penelitian ini menggunakan jenis Polyester. Karena biaya rendah, polimer yang paling banyak digunakan untuk pengikat didasarkan pada polimer *polyester* tak jenuh.

Selama pengerasan, prapolimer *polyester* dan monomer bereaksi melalui kelompok – kelompok tidak jenuh atau ikatan rangkap.

Selain itu dalam upaya untuk menekan biaya konstruksi, peneliti ingin memanfaatkan bahan dari salah satu limbah konstruksi yang mudah untuk didapat serta jumlahnya yang melimpah yaitu genteng bekas. Ide dasar pada penggunaan bahan bangunan seperti limbah konstruksi adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai yang juga tidak dapat didaur ulang dan memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton polimer.

Genteng keramik merupakan genteng yang dalam proses pembuatannya melalui pabrikasi atau menggunakan alat yang disebut oven. Sehingga, hasil yang diperoleh lebih maksimal,

presisi, dan rapi.

Genteng keramik adalah genteng berbahan dasar tanah liat. Untuk proses pembuatannya, genteng keramik melalui proses pembakaran yang sangat lama. Proses yang cukup lama inilah, genteng keramik menjadi lebih kuat, tidak mudah retak atau pecah, serta terhindar dari serangan lumut.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton Polimer

Polimer adalah senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Plastik pembungkus, botol plastik, *styrofoam*, nilon, dan pipa paralon termasuk material yang disebut polimer. Unit kecil berulang yang membangun polimer disebut monomer. Sebagai contoh, *polipropilena* (PP) adalah polimer yang tersusun dari monomer *propena*.

Bahan dasar beton polimer ini ditemukan lewat hasil penelitian dan uji coba seorang peneliti bahan dasar bangunan, Prof. Ir. H. Djuanda Suraatmadja. Penelitian yang dilakukan di laboratorium Struktur Bahan serta Institut Teknologi Bandung dan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) ini menarik perhatian para ilmuwan serta industriawan mengingat beberapa keistimewaan dan kelebihan beton polimer dibanding beton semen.

Beton polimer ini terdiri dari suatu polimer yang bahan perekatnya berupa *thermosetting* polimer dan bahan pengisinya berupa agregat (kumpulan pasir atau kerikil). Dan beton polimer memiliki sifat kedap air, tidak terpengaruh sinar ultraviolet, daya tahan korosi lebih baik, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia serta bisa mengeras di dalam air sehingga bisa digunakan untuk memperbaiki bangunan – bangunan di dalam air.

Material Pengeras Beton Polimer

Resin Polyester

Resin *polyester* merupakan resin yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang menggunakan resin termoset, baik itu secara terpisah maupun dalam bentuk material komposit. Walaupun secara mekanik, sifat mekanik yang dimiliki oleh *polyester* tidaklah terlalu baik atau sedang saja. Hal ini karena resin ini mudah didapat, harga relatif terjangkau serta yang terpenting adalah mudah dalam proses fabrikasinya. Jenis dari resin *polyester* yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan termoset yang dapat mengalami pengerasan (*curing*) dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Berbeda dengan tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*) seperti Terylene™, yang tidak bisa mengalami *curing* dengan cara seperti ini. Oleh karena itu merupakan hal yang biasa untuk

menyebut resin *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) dengan hanya menyebutnya sebagai resin *polyester*.

Agregat

Agregat merupakan butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alam. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangat penting. Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah Cimalaka dan agregat halus menggunakan pasir pantai Batu Karas.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer variasi yang menggunakan bahan tambah genteng bekas sebagai material dengan besar 2,5 cm yang persentasenya adalah 50% dari berat beton normal.

Tabel 1 Variasi Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Panjang genteng bekas (cm)	Komposisi genteng bekas (50%)	Jumlah Sample (50%)
1	PG (1)	2,5	50%	1
2	PG (2)	2,5	50%	1
3	PG (3)	2,5	50%	1
Total Jumlah Sample				3

Keterangan Kode :

PG = Polimer Genteng

1 = Komposisi agregat genteng lolos di saringan terbesar 50% dan agregat kasar (batu pecah) 50% dengan gradasi seragam.

2 = Komposisi agregat genteng lolos di saringan terbesar 25%, agregat genteng

tertahan di saringan terkecil 25%, dan agregat kasar (batu pecah) 50% dengan gradasi seragam.

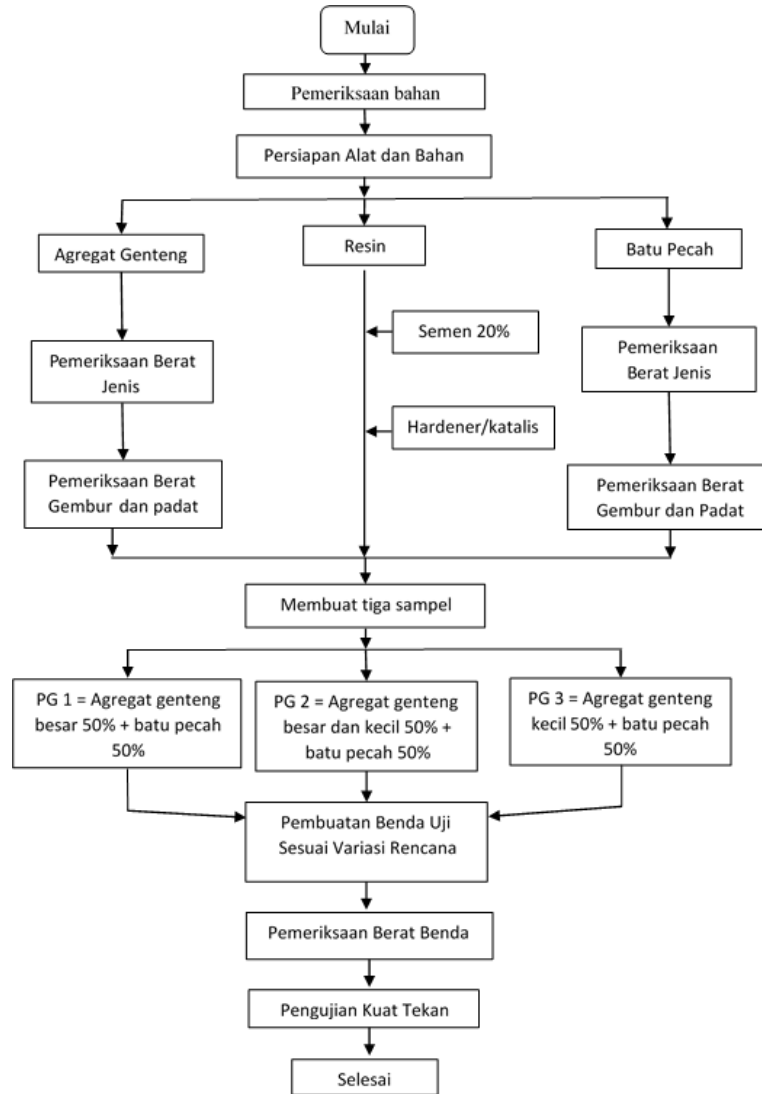
3 = Komposisi agregat genteng tertahan di saringan terkecil 50% dan agregat kasar (batu pecah) 50% dengan gradasi seragam.

Rencana campuran polimer dengan

perbandingan 100 : 1,5 (1 Resin :100 / 1,5 Hardener)

Langkah-langkah penelitian ini digambarkan dalam bentuk flowchart seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Langkah – langkah Penelitian



Gambar 1 Langkah langkah penelitian

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Pembuatan benda uji dikerjakan dengan

langkah-langkah sebagai berikut.

1. Langkah pertama adalah melakukan *trial error* terhadap campuran resin dan hardener agar menemukan komposisi campuran yang sesuai, pada hal ini

- peneliti mengambil data *trail* yang sudah dilakukan oleh Zaid mahasiswa USB YPKP yang telah melakukan penelitian beton polimer sebelumnya.
2. Kemudian mempersiapkan bahan-bahan campuran beton seperti Resin, agregat kasar, agregat kasar dan komponen tambahan seperti genteng sesuai dengan komposisi campuran yang telah dihitung.
 3. Mempersiapkan ember baja untuk melakukan proses pencampuran agregat, dengan terlebih dahulu membersihkan alat – alat yang akan digunakan.
 4. Masukkan agregat kasar kedalam cetakan kubus yang terlebih dahulu sudah di olesi oli agar mudah dalam membukanya nanti.
 5. Masukkan bahan tambah genteng kedalam celah – celah agregat kasar.
 6. Masukkan agregat halus yang sudah dibersihkan sebelumnya kedalam tempat terpisah yaitu ember baja.
 7. Tuangkan resin kedalam ember baja sesuai rasio yang sudah di hitung sebelumnya.
 8. Campur agregat kasar dengan resin hingga merata.
 9. Menuangkan seluruh adukan agregat kasar dan resin kedalam cetakan – cetakan kubus yang sudah disiapkan dengan menggunakan cetok sedikit demi sedikit secara bertahap 1/3 bagian sambil ditumbuk-tumbuk menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali, ulangi lagi sampai cetakan penuh. Memukul-mukul dinding hanya sedang –
 10. luar cetakan kubus dengan martil karet agar gelembung udara yang ada didalam campuran naik ke permukaan beton sehingga beton menjadi lebih padat. Lakukan pemukulan pada dinding cetakan sebanyak 10-15 kali.
 11. Setelah selesai dipadatkan, permukaan diratakan dengan cetok.
 12. Adukan yang dicetak ditempat yang terlindung dari hujan dan matahari.
 13. Setelah 24 jam lepaskan benda uji dari cetakan kemudian dilakukan pengkodean agar benda uji tidak tertukar.
 14. Setelah itu, beton di angin-anginkan di ruang yang teduh selama 7 hari.
- Beton siap untuk diuji kekuatannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian telah yang dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sangga Buana YPKP. Hasil penelitian yang diperoleh berupa data material yang meliputi berat jenis agregat kasar (batu pecah) dan genteng, modulus butir agregat, dan hasil pengujian kuat tekan beton. Sedangkan untuk bahan tambah yang digunakan berupa genteng telah dipecah terlebih dahulu sesuai dengan besar yang dibutuhkan yaitu 2,5cm dan 5mm.

Selain itu, pada bab ini juga akan diuraikan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan (*Compressive*

Testing Machine). Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah berupa genteng.

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (batu pecah)

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm

sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002). Agregat ini adalah agregat utama dalam pembuatan beton polimer.

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah yang diperoleh dari Kabupaten Tasikmalaya. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan pengujian awal pada material kerikil agar mengetahui berat jenisnya dalam ukuran cetakan kubus 15 cm³.

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Agregat kasar (batu pecah)

No	Agregat	Berat	Volume
1	Batu Pecah	1,9 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			563 kg/m ³

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (genteng)

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, ada genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng dan genteng kayu (sirap).

Keunggulan genteng tanah liat (lempung)

selain murah, bahan ini tahan segala cuaca, dan lebih ringan dibanding genteng beton. Sedangkan kelemahannya, genteng ini bisa pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kapasitasnya. Kualitas genteng sangat ditentukan dari bahan dan suhu pembakaran, karena hal tersebut akan menentukan daya serap air dan daya tekan genteng. (Aryadi. Y, 2010).

Tabel 3 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Genteng	1,35 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			400 kg/ m ³

Pengujian Resin Polyester Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat Jenis Polyester dan Hardener ditentukan

dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 1000 dan 2000 ml. Kemudian menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%.

Tabel 4 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	0,9 kg	1000 ml / 0,001 m ³	1000 kg/m ³
2	Hardener	0,0225 kg	22,5 ml / 0,0000225 m ³	100 kg/m ³

Rencana Jumlah Beton

Tabel 5 Jumlah Beton

No	Kode Beton	Penambahan Agregat Batu Pecah	Agregat Genteng Lolos Saringan 1 inch	Agregat Genteng Lolos Saringan 3/8 inch	Jenis Pengujian	Umur Beton (Jam)	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	PG (1)	50%	50%	-	Uji Tekan	24	Kubus	1
2	PG (2)	50%	25%	25%	Uji Tekan	24	Kubus	1
3	PG (3)	50%	-	50%	Uji Tekan	24	Kubus	1
Jumlah								3

Hasil Uji Kuat Tekan

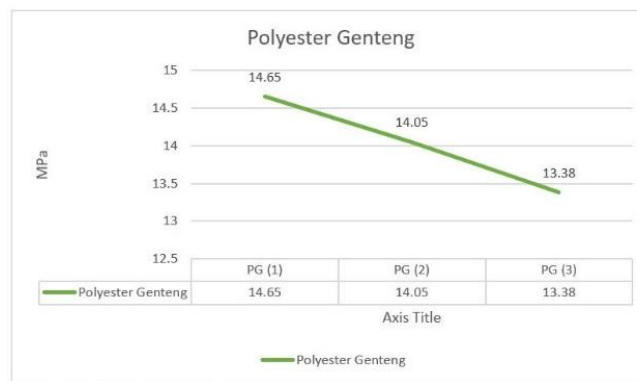
Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras, berikutnya di diamkan selama 24 Jam, selanjutnya setelah 24 Jam benda dipersiapkan untuk uji tekan. Uji kuat tekan beton di lakukan

di laboratorium Beton, Universitas Sangga Buana YPKP menggunakan mesin tekan (*compression testing machine*). Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 6 Tabel Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 24 Jam

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat Benda Uji (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
		A	B	C	D= AxB	E=AxBxC	F	G=F/E	H	I=H/D	
1	PG (1)	14,8	15	15,5	222,00	3441	5,8	1685	400	180,1	14,65
2	PG (2)	14,9	15,15	15,2	225,74	3431	5,9	1719	390	172,7	14,05
3	PG (3)	15,1	14,9	15,3	224,99	3442	6	1743	370	164,5	13,38

(Sumber : Hasil Analisis, 2019)



(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

Gambar 2 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 24 Jam

Berdasarkan grafik dan diagram kuat tekan beton yang bersumber dari hasil analisis diatas, nilai pencapaian kuat tekan beton campuran resin polyester dan hardener memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik, dengan komposisi campuran agregat genteng 50% lolos saringan 1 inch . Sedangkan campuran benda uji yang lain yaitu 25% lolos saringan 1 inch dengan 25% lolos saringan 3/8 inch dan 50% lolos

saringan 3/8 inch nilai kuat tekannya masih dibawah nilai kuat tekan pada penelitian sebelumnya yang menggunakan resin polyester tanpa fiber (sumber Zaid, 2019)

Dan berikut adalah data nilai kuat tekan beton polyester dari empat material agregat yang berbeda. Yaitu agregat genteng, agregat kelereng, agregat kasar batu pecah campuran, dan agregat kasar batu pecah gradasi.



Gambar 3 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polyester Keseluruhan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan persentase genteng lolos saringan 1 inch 50% berpengaruh terhadap beton polimer yaitu mampu meningkatkan kuat tekan beton polimer.
2. Komposisi campuran dengan agregat genteng lolos saringan 1 inch 50% dengan kode PG (1) memiliki nilai kuat tekan 14,65 Mpa
3. Komposisi campuran dengan genteng lolos saringan 1 inch 25% dan genteng lolos saringan 3/8 inch 25% dengan kode PG (2) memiliki nilai kuat tekan 14,05

Mpa

4. Komposisi campuran dengan genteng lolos saringan 3/8 inch 50% dengan kode PG (3) memiliki nilai kuat tekan 13,38 Mpa
5. Daya rekat agregat terhadap polyester terjadi dengan baik, dengan ditandai tidak adanya keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
6. Komposisi campuran resin polyester dan hardener yang sesuai yaitu 100:1,5 ini dibuktikan dengan resin polyester dapat mengeras sempurna.
7. Komparasi total gabungan ke empat beton polyester terhadap kuat tekan yang memiliki nilai tertinggi adalah beton dengan agregat kasar gradasi memiliki kuat uji tekan 15,44 MPa, setelah itu beton dengan agregat kasar campuran memiliki

kuat uji tekan 15,12 MPa, dilanjut beton dengan agregat kasar genteng memiliki kuat uji tekan 14,65 MPa, dan yang terakhir yaitu beton dengan agregat kasar campuran kelereng memiliki kuat uji tekan 11,28 MPa.

Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pencampuran material, terlebih dahulu harus menyiapkan cetakan pelapis dalam kubus agar resin tidak menempel dan merusak cetakan.
2. Cetakan pelapis kubus harus lebih besar dari ukuran kubus, supaya dapat dijepit diantara baut pengunci. Ini bertujuan agar cetakan pelapis benar – benar rapat sehingga tidak bocor dan merusak kubus.
3. Dalam pembuatan beton polimer dengan mutu yang tinggi diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
4. Pada saat akan dilakukan pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat dapat stabil.
5. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan material, resin polyester yang sudah

dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin polyester akan segera mengental dan mengeras, sehingga sulit untuk dicampur.

6. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata. Hal ini dimaksudkan pada waktu pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.
7. Pembuatan alat cetak harus rata bagian atas dan bawah sehingga benda uji yang dihasilkan bagus serta pengikatan alat cetak harus benar-benar kuat agar pada saat pemadatan adukan beton polimer, cetakan tidak mengalami kerusakan.
8. Pada saat membuka cetakan harus hati-hati agar tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.
9. Diperlukan penambahan jumlah sampel, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. 2008. Ampas Tebu. <http://redant04.blogspot.com/2008/08/ampas-tebu.html>.
- Calvelri, L, Miraglia, N, Papi, M. 2003. Pumice Concrete For Structural Wall Panel. Belgium: Katholieke Universiteit Leuven.
- Fauzi. 2016. Karakteristik Beton Polimer dari Batu Apung dan Limbah Padat Benang Karet dengan Poliuretan sebagai Ikatan Alami. Disertasi. Medan. Universitas

- Sumatera Utara.
- Feldman, Dorel & Hartomo, Anton J. 1995. Bahan Polimer Konstruksi Bangunan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Halliday & Resnick. 1992. Fisika. Jilid 1 & 2. Edisi 3. Terjemahan oleh Pantur Silaban & Erwin Sucipto. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Hartomo, A.J. 1992. Memahami Polimer dan Perekat. Yogyakarta : Andi Offset
- Lawrence H Van Vlack, 1989, Elemen Material Science and Engineering,
- Lubis, Muslimin. 2010. Pemanfaatan Ampas Tebu Dalam Pembuatan Batako Ringan yang Direncanakan Sebagai Konstruksi Dinding Kedap Suara. Tesis. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Maria, R. 2009. Pemanfaatan Limbah (Oil Sludge) Pertamina Sebagai Bahan Utama Dalam Pembuatan Bata Konstruksi Paving Block. Tesis. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Marito, Shinta. 2009. Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer. Medan : Universitas Sumatra Utara.
- Nawy, Edward G. 2008. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung : PT. Rafika Aditama.
- Reis J. M. L. 2006. Fracture and Flexural Characterization of Polymer Concrete Reinforced with Wood Waste.
- Satyarno Iman, 2005. Light Weight Styrafoam Concrete For Highter and More Ductile Wall, Universitas Gajah Mada.
- Siregar, Nia Nenshi. 2012. Pembuatan Serta Karakterisasi Batako Menggunakan Batu Apung dan Limbah Karet Dengan Perekat Resin Epoksi. Medan : Universitas Sumatra Utara.
- Stevens, M.P. 2001. Kimia Polimer. Terj. Iis Sopyan, Jakarta : Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata. 2003. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita
- Tri Mulyono. 2005. Teknologi Beton. Yogyakarta. ANDI.
- Wibowo, F. X. N. Hatmoko, J. T. dan Wigroho, H. Y. 2006. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dalam Pembuatan Beton. Diakses tanggal 20 Agustus 2009.
- Wignall, A. 2003. Proyek Jalan Teori Dan Praktek. Edisi Keempat. Jakarta : Erlangga.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN PEMANFAATAN KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN PEMANFAATAN KELERENG SEBAGAI PENGISI BETON TERHADAP KUAT TEKAN

Jaka Setiaji¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

E-mail: Setiajjaka1@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah kelereng dengan persentase 100% dari volume agregat kasar beton prepacked, dengan ukuran 1,25 cm. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Selain itu variasi campuran agregat kasar yang lainnya juga diterapkan dalam penelitian ini, yaitu benda uji pertama PK (1) dengan campuran agregat kasar kerikil bulat 100%, benda uji kedua PK (2) dengan campuran agregat kasar kelereng 50% di tambah 50% kerikil bulat dan benda uji ketiga PK (3) dengan campuran agregat kasar kelereng 100%.

Kata kunci: Beton Polimer, Kelereng, Kuat Tekan, *Prepacked*

PENDAHULUAN

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambahan bila diperlukan. Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal.

Di Indonesia penggunaan beton polimer sebagai bahan konstruksi masih belum banyak digunakan mengingat harganya yang masih relatif mahal, akan tetapi jika melihat pemakaian beton polimer yang dapat di aplikasikan untuk pemakaian anti korosif lantai misalnya perlu dipikirkan tanpa mempertimbangkan harga yang dikeluarkan. 1 Polimer pada penelitian ini menggunakan jenis polyester, resin jenis ini banyak dipakai untuk keperluan pengecoran, pelapisan, protektor alat-alat listrik, campuran cat dan sebagai *adhesif* (perekat/lem). Selain itu dalam upaya

untuk menambah mutu beton, peneliti ingin memanfaatkan kelereng (*Mineral Fiber*) sebagai bahan pengikat pada beton polimer, hal ini bertujuan untuk menguji peningkatan mutu beton polimer yang semakin hari semakin tinggi.

Rumusan Masalah

1. Mencari perbandingan campuran polyester dan *hardener* yang baik.
2. Daya rekat kelereng dan agregat kasar (kerikil bulat) ditambahkan pasta polyester dan semen.
3. Agregat kelereng yang tepat dalam campuran beton.
4. Mencari komposisi kelereng dalam campur beton polimer yang baik.

Maksud Dan Tujuan Penelitian

Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh polyester jika ditambah dengan kelereng terhadap kuat tekan beton.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari pada penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui perbandingan campuran polyester dan *harderner* yang baik.
2. Mengetahui daya rekat kelereng dan agregat kasar (kerikil bulat) dengan komposisi 50% dan 50% mortal polyester.
3. Mengetahui agregat kelereng yang tepat dalam campuran beton.
4. Mengetahui nilai kuat tekan beton polimer dengan agregat kelereng.

LANDASAN TEORI

Beton Polimer

Polimer (*poly* = banyak; *mer* = bagian) adalah suatu molekul raksasa (makromolekul) yang terbentuk dari susunan ulang molekul kecil yang terikat melalui ikatan kimia. Rekayasa beton polimer atau disebut sebagai *polymer modified concrete* merupakan suatu perekayasaan material beton dengan menggunakan material organik rantai panjang atau polimer. *Polymer modified concrete* ada dua macam yaitu *polymer impregnated concrete* (PIC) dan *polymer cement concrete* (PCC).

Matrial Pengeras Beton Polimer

Resin Polyester

Karena biaya rendah, polimer yang paling banyak digunakan untuk pengikat didasarkan pada polimer *polyester* tak jenuh. Dalam sebagian besar aplikasinya, pengikat polyester merupakan tujuan umum atau formulasi *unsaturated polyester* prapolimer.

Berikut beberapa kelebihan dan kekurangan resin polyester :

1. Kelebihan resin polyester :
 - a. Tahan air
 - b. Tahan cuaca
 - c. Dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79°C atau lebih tergantung partikel resin dan keperluannya.
2. Kekurangan resin polyester :
 - a. Mempunyai kekuatan rekatan lebih rendah jika dibandingkan dengan resin epoksi.

Kelereng

Kelereng menjadi salah satu bagian yang tak terpisahkan ketika kita menjalani masa kanak-kanak. Bola-bola kecil itu selalu menjadi daya tarik tersendiri untuk kita mainkan atau dikoleks.

Komposisi kandungan kelereng dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan agregat kasar (kelereng)

Jenis pengujian	Hasil Pengujian	Standar (%)
Kadar Air	0.00%	
Modulus halus butir (gradasi)	3.071	5 - 8
Berat Volume	1.608	
Berat jenis (kondisi permukaan jenuh SSD)	2.516	2,5 - 2,7
Absorpsi	0.007	
Abraasi	25.688%	Max 40 %

Sumber :
Sriliani,
Andry

ALim Lingga, Gatot Setya Budi (2016)

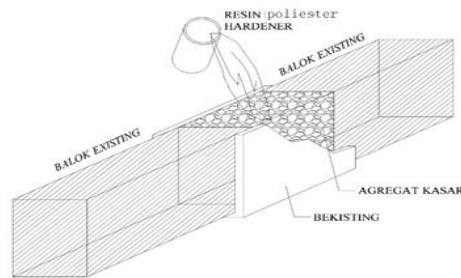
Karakteristik Beton Polimer

1. Beton polimer memiliki sifat kedap air.
2. Mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi bila dibandingkan dengan beton pada umumnya.
3. Beton polimer bisa mengeras di dalam air sehingga bisa digunakan untuk memperbaiki bangunan-bangunan di dalam air.
4. Tidak terpengaruh sinar ultra violet
5. Tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia.
6. Beton polimer lebih mahal jika dibandingkan dengan beton pada biasanya.

7. Pembuatan beton polimer relative lebih cepat karena menggunakan metode *prepacked*

Beton Pracetak atau *Prepack Concrete*

Beton pracetak atau *Prepack Concrete* adalah metode pembuatan beton dengan cara memasukan agregat kasar pembentuk beton ke dalam bekisting atau cetakan secara bertahap tanpa melalui proses pencampuran pada umumnya yang menggunakan mesin molen atau sejenisnya.



Gambar 1 Pekerjaan Beton Prepacked

METODOLOGI PENELITIAN

Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer variasi yang menggunakan bahan

tambah kelereng sebagai material serat dengan ukuran serat 1,25 cm dari ujung ke ujung kelereng yang persentasenya adalah 50 % dari berat beton normal.

Benda Uji

Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm. Jumlah sampel beton kubus pada pengujian ini adalah sebanyak 3 buah. Benda uji beton kubus dibuat dalam 3 variasi campuran seperti yang terlihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 2 Variasi Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Jenis Resin Vol 80%	Vol Semen warna (%)	Ukuran Kelereng (cm)	Komposisi		Jumlah Sample
					KB %	K %	
1	PK (1)	Polyester	20	1,25	100	0	1
2	PK (2)	Polyester	20	1,25	50	50	1
3	PK (3)	Polyester	20	1,25	0	100	1
Total Jumlah Sampel							3

Keterangan Kode :
PK = Beton Polyester

KB = Krikil Bulat

K = Kelereng

1 = Komposisi agregat kasar kelereng 100% ,

2 = Komposisi 50 % agregat kasar kelereng , 50 % agregat krikil bulat

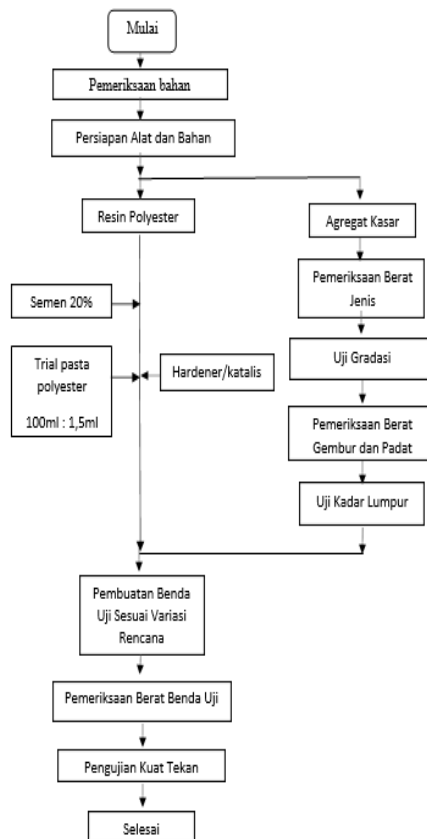
3 = Komposisi 100% agregat krikil bulat

Rencana campuran polimer dengan perbandingan 100 : 1,5 (1 Resin :100 ml / 1,5 ml Hardener)

Langkah – langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini digambarkan

dalam bentuk flowchart seperti yang terlihat pada Gambar 2



Gambar 2 Langkah langkah penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Umum

Hasil penelitian yang diperoleh berupa data material yang meliputi berat jenis agregat kasar, modulus butir agregat kasar, hasil pengujian kuat tekan beton. Sedangkan untuk

bahan pengikat memakai krikil butat berukuran seperti kelereng dan tambah yang digunakan berupa kelereng yang berukuran 1.25 cm

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Krikil Bulat

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu alam yang diperoleh dari Kolbani. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan

pengujian awal pada material kerikil bulat agar mengetahui berat jenisnya dalam ukuran cetakan kubus 15 cm³.

Tabel 3 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kerikil bulat	4 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			1185 kg/m ³

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Kelereng

Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan pengujian

awal pada material kelereng agar mengetahui berat jenisnya dalam ukuran cetakan kubus 15 cm³.

Tabel 4 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kelereng 1,25 cm	4 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			1185 kg/m ³

Pengujian Resin Polyester

Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat Jenis polyester dan Hardener ditentukan

dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 1000 dan 2000 ml. Kemudian menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%.

Tabel 5 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	0,956 kg	1000 ml / 0,001 m ³	1153,3 kg/m ³
2	Hardener	0,956 kg	900 ml / 0,001 m ³	1153,3 kg/m ³

Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Berikut ini adalah data – data matrial yang dibutuhkan untuk pembuatan beton polimer yang dilakukan di Laboratorium Beton,

Universitas Sangga Buana YPKP.

1. Jenis perekat : Resin Polyester dan hardener

2. *Specific gravity* agregat kasar kerikil bulat : 1185 kg/m³
3. *Specific gravity* agregat kasar kelereng : 1185 kg/m³.

Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar Kerikil Bulat

Tabel 6 Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar Kerikil Bulat

No	Campuran	Berat Jenis Kerikil Bulat	Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar
1	PK (1) 100%	1185 kg/m ³	4 kg
2	PK (2) 50%	1185 kg/m ³	2 kg
3	PK (3) 0%	1185 kg/m ³	-
Jumlah			6 kg

Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar Kelereng

Tabel 7 Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar

No	Campuran	Berat Jenis Kerikil	Estimasi Kebutuhan Agregat Kasar
1	PK (A) 0%	1185 kg/m ³	-
2	PK (B) 50%	1185 kg/m ³	2 kg
3	PK (C) 100%	1185 kg/m ³	4 kg
Jumlah			6 kg

Estimasi Kebutuhan Resin Polyester

Untuk presentase campuran resin polyester dan hardener peneliti menggunakan data sendiri yang sudah terlebih dulu melakukan *trial* perbandingannya. Komposisi yang dipakai

adalah 100 ml : 1,5 ml pencampuran menggunakan gelas ukur berukuran 1000 ml untuk kemudian dituangkan ke dalam cetakan beton.

Tabel 8 Estimasi Kebutuhan Resin Polyester

No	Campuran	Estimasi kebutuhan resin polyester (kg)	Estimasi kebutuhan resin polyester (m ³)
1	PK (1)	1,3 - 1,5	0,0015
2	PK (2)	1,3 - 1,5	0,0015
3	PK (3)	1,3 - 1,5	0,0015
Jumlah		4,5	0,0045

Estimasi Kebutuhan Semen Warna Biru

Untuk presentase campuran semen warna peneliti menggunakan data dari sendiri yang

sudah terlebih dulu melakukan penelitian sebagai acuan perhitungan. Komposisi yang dipakai adalah 20% atau 850 gr /kubus.

Tabel 9 Estimasi Kebutuhan Semen warna biru

No	Campuran	Estimasi Kebutuhan Semen warna biru
1	PK (1)	850 gr
2	PK (2)	850 gr
3	PK (3)	850 gr
Jumlah		2.550 gr

Estimasi kebutuhan dalam 1 benda uji :

1. Resin Polyester + 100% Kerikil Bulat
+ 20% Semen Warna Biru
= 1,5 kg + 4 kg + 850 gr
= 86.250 + 17.000 + 11.050
= Rp 114.300,- / 15 cm³
2. Resin Polyester + 50% Kerikil Bulat +
50% Kelereng + 20 % Semen Warna
Biru
= 1,5 kg + 2 kg + 2 kg + 850 gr
= 86.250 + 20.000 + 8.400 + 11.050
= Rp 125.700,- / 15 cm³
3. Resin Polyester + 100% Kelereng +
20% Semen Warna Biru

$$= 1,5 \text{ kg} + 4 \text{ kg} + 850 \text{ gr}$$

$$= 86.250 + 40.000 + 11.050$$

$$= \text{Rp } 137.900,- / 15 \text{ cm}$$

Hasil Uji Kuat Tekan

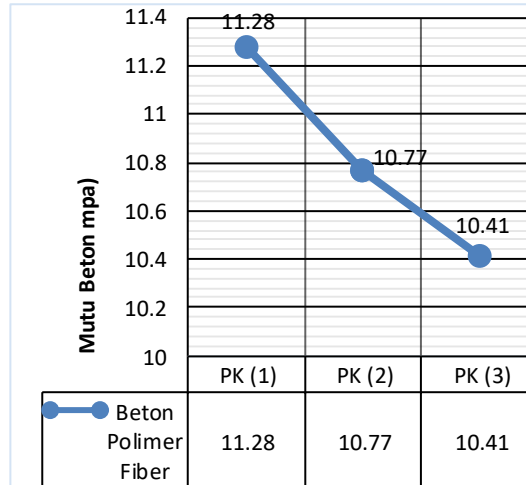
Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras, berikutnya di diamkan selama 1 hari, selanjutnya setelah 1 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan. Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 10 Tabel Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 1 Hari

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat Benda uji (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fe'
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
		A	B	C	D= AxB	E=AxBxC	F	G=F/E	H	I=H/D	
1	BE (A)	15	14,9	15,3	223,5	3419	7,3	2135,1	310	138,7	11,28
2	BE (B)	14,9	15,2	15,1	226,48	3420	7,05	2061,4	300	132,4	10,77
3	BE (C)	15,1	15	15,2	226,5	3443	6,7	1945,9	290	128	10,41

(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

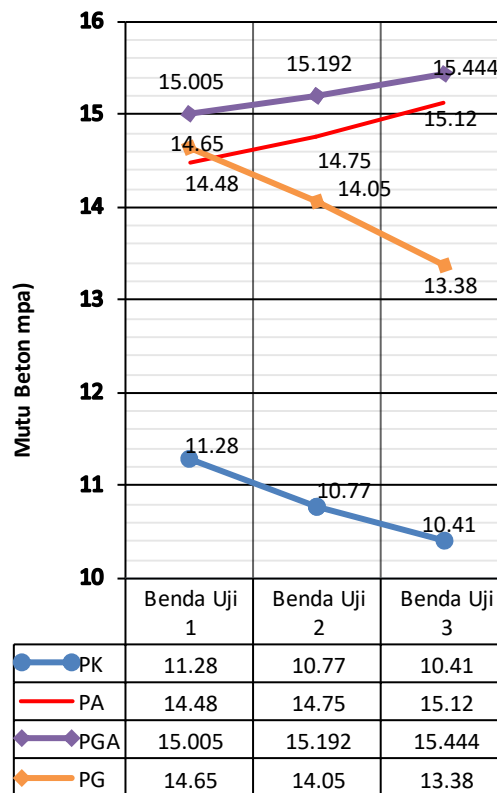
*1kN = 101,97 kg *1MPa = 10,2 kg/cm²



(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

Gambar 3 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 1 Hari

Note : Data nilai kuat tekan beton polimer murni diambil dari penelitian sebelumnya.



(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

Gambar 4 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 1 Hari dari Berbagai Bahan Uji

Note : Data nilai kuat tekan beton polimer murni diambil dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan grafik dan diagram kuat tekan beton yang bersumber dari hasil analisis diatas, nilai pencapaian kuat tekan beton campuran resin polyester dan fiber memiliki nilai kuat tekan yang kerikil bulat baik, dengan komposisi campuran agregat kasar kerikil bulat 100%. Sedangkan campuran benda uji yang lain yaitu 100% agregat kasar kelereng dan perpaduan antara 50% kerikil bulat serta 50% kelereng nilai kuat tekannya masih dibawah nilai kuat tekan pada penelitian sebelumnya yang menggunakan resin polyester .

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukanya tahap pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Penambahan agregat kasar kelereng persentase 100% berpengaruh terhadap beton polimer yaitu kurang mampu meningkatkan kuat tekan beton polimer.
- Komposisi campuran dengan agregat kasar krikil bulat 100% dengan kode PK (1) memiliki nilai kuat tekan 11,28 MPa
- Komposisi campuran dengan agregat kasar kerikil bulat 50% dan kelereng 50% dengan kode PK (2) memiliki nilai kuat tekan 10,77 Mpa

- Komposisi campuran dengan agregat kasar kelereng 50% dengan kode PK (3) memiliki nilai kuat tekan 10,41 MPa
- Daya rekat agregat terhadap polimer terjadi kurang baik, dengan ditandai tadanya sedikit keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
- Komposisi campuran resin polyester dan hardener yang sesuai yaitu 100 ml:1,5 ml ini dibuktikan dengan resin polyester dapat mengeras sempurna.
- Dari hasil berbagai macam percobaan dapat di simpulkan hasil yang paling bagus untuk campuran polimer adalah PGA atau gradasi campuran percobaan dengan nilai rata rata nilai kuat tekan 15,213 mpa , dan yang paling rendah nilai kuat tekan percobaan dari PK dengan nilai rata rata kuat tekan 10,82 mpa.

Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pencampuran matrial, terlebih dahulu harus menyiapkan cetakan pelapis dalam kubus seperti pelastik mika dll agar resin tidak menempel dan merusak cetakan.
2. Cetakan pelapis kubus harus lebih besar dari ukuran kubus, supaya dapat dijepit

diantara baut pengunci atau bisa juga menggunakan malam mainan di sela sela cetakan. Ini bertujuan agar cetakan pelapis benar – benar rapat sehingga tidak bocor dan merusak kubus atau bias juga menggunakan malam di sela sela cetakan

3. Dalam pembuatan beton polimer dengan mutu yang tinggi diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
4. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan matrial, resin polyester yang sudah dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin polyester akan segera mengental dan mengeras, sehingga sulit untuk dicampur.
5. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata. Hal ini dimaksudkan pada waktu pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Zaid Jabbar, 2019. *Kajian Beton Polimer Menggunakan Bahan Campuran Perekat Resin Terhadap Kuat Beton Dengan Pengujian Kuat Tekan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Dela Hermayulia, 2019. *Kajian eskperimental kuat tekan beton dengan varian fiber sebagai beton berserat*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

YPKP: 2019.

- Muhammad Dian Ardiansyah, 2018. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia : 2018.
- American Concrete Institute, ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, *Reapproved 2002, Reported by ACI Committee 211*. USA : PCA, 2002
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. *SNI 03 – 1968 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir – Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. *SNI 03 -4141 : 1996*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1996.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *SNI 03 - 1974 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung. *SNI 7833 : 2012*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2012.
- Imam, zuhri (2012, September) *Beton agregat prepak untuk perbaikan*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku:
<http://imamzuhri.blogspot.com/2012/09/beton-agregat-prepak-untukperbaikan.html>
- Elfajr (2010, 1 Mei) *Penemu beton polimer yang ramah lingkungan*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku :
<https://elfajr.blog.uns.ac.id/2010/05/01/penemu-beton-polimer-yang-ramah-lingkungan/>
- Indonesia Dokumen (2015, 16 Juli) *Makalah beton polimer*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku:
<https://dokumen.tips/documents/makalah-beton-polimer.html>
- Dokter Beton (2012, 8 Maret) *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku:
<http://dokterbeton.blogspot.com/2012/03/perbaikan-dan-perkuatan-struktur-beton.html>
- Beton *Fiber* (6 Mei2011) *Mineral Fiber*
<http://www.ilmusipil.com/beton-fiber>

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN MENGUNAKAN PASIR PANTAI PANGANDARAN, KOMBINASI AGREGAT KLERENG, KERIKIL DAN MORTAR POLIMER DENGAN KADAR 50% POLYESTER

Parsino¹, Ir. M.Ryanto, MT.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP

E-mail: parsino18@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian beton polimer dengan menggunakan resin polyester sebagai mortar 50% dan pasir pantai 50% sebagai agregat halus, kelereng dan kerikil sebagai agregat kasar. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan 3 benda uji. Benda uji pertama BPP1 dengan agregat kasar kelereng 100%, benda uji ke 2 BPP 2 komposisi kelereng 75% dan kerikil 25 % dan benda uji ke 3 BPP 3 isi 50% kelereng dan kerikil 50 % , yang diuji yaitu kekuatan tekan beton. Pengujian hanya dilakukan pada umur 2 hari terhadap setiap benda uji. Pada hasil pengujian kuat tekan untuk umur beton 2 hari nilai optimum terjadi pada campuran benda uji ke 3 BPP 3 yaitu sebesar 48.9 MPa, sedangkan untuk benda uji ke 2 memiliki kuat tekan sebesar 15 Mpa dan ke satu sebesar 18,8. Untuk itu, Pasir pantai dapat di pakai sebagai agregat halus dan penggunaan kelereng kurang lekat dengan dengan mortar polimer ditandai dengan sebagian besar kelereng masih utuh, namun dapat digunakan sebagai campuran untuk beton sedang dan mutu rendah.

Kata kunci: Beton Polimer, Kuat Tekan, Prepacked, Polyester

PENDAHULUAN

Beton memiliki peran yang sangat vital dalam konstruksi bangunan, karena kekuatan konstruksi beton dapat menentukan kekuatan keseluruhan bangunan. Beton terdiri dari agregat halus, kasar, Semen dan air yang kemudian berinteraksi secara kimiawi. Beton dikenal luas karena bahan pembuatnya relatif mudah didapat secara lokal, walaupun harganya lumayan mahal. Akan tetapi beton yang berbahan semen, air dan batuan ini kerap mendapat kritik karena dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu, banyak pakar mulai mencari solusi sebagai alternatif bahan - bahan campuran beton.

Sebagai alternatif pembuatan beton peneliti menggunakan polyester sebagai bahan dalam pembuatan beton polimer. Jadi yang dimaksud dengan beton polimer adalah bahan material bangunan yang dibentuk melalui proses rekayasa komposit beton klasik dan polimer menggantikan sebagian perekat semen dengan bahan polimer.

Kekurangan resin polyester Mempunyai kekuatan rekatan lebih rendah jika dibandingkan dengan resin epoksi dan harganya relatif lebih mahal di bandingkan dengan beton konvensional.

Berdasarkan uraian diatas peneliti ingin mengadakan penelitian polyester sebagai

pangganti semen dan kelereng, kerikil sebagai agregat. Di harapkan akan mendapatkan kuat tekan optimum dan alternatif agregat sebagai bahan campuran beton.

Landasan Teori

Beton Polimer

Sedangkan yang dimaksud dengan polimer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul-molekul yang besar dengan karbon dan hidrogen sebagai molekul utamanya. Adapun bahan baku polimer didapatkan dari limbah plastik yang didaur ulang, kemudian dicampur dengan bahan kimia lainnya. Jadi yang dimaksud dengan beton polimer adalah bahan material bangunan yang dibentuk melalui proses rekayasa komposit beton klasik dan polimer menggantikan sebagian perekat semen dengan bahan polimer.

Kelebihan beton polimer adalah dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu beton juga, tahan terhadap temperatur yang tinggi, Kedap air dan tahan cuaca

Kekurangan resin polyester Mempunyai kekuatan rekatan lebih rendah jika dibandingkan dengan resin epoksi dan harganya relatif lebih mahal di bandingkan dengan beton konvensional.

Pengujian Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan gradasi pasir pantai pangandaran , kelereng dan kerikil sebagai agregat kasar

Pengujian Keras Beton

Pengujian ini bertujuan menentukan besarnya kemampuan beton menerima beban tekan, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan.

Kekuatan tekan beton adalah muatan tekan maksimum yang dapat dipikul oleh beton persatuan luas. Kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai serta untuk mengendalikan mutu beton dan untuk tujuan persyaratan spesifikasi.

Cara yang digunakan untuk pemeriksaan kekuatan tekan beton adalah dengan menggunakan mesin tekan. Prinsip pengujian kuat tekan beton dengan alat mesin tekan adalah mengukur besarnya beban yang dapat dipikul oleh satu satuan luas beton (benda uji) sampai benda uji itu hancur / rusak.

1. Rumus umum tegangan, adalah :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana :

P = Tekanan (kN)

A= Luas bidang tekan (mm²)

2. Rumus kuat tekan beton, adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ (MPa)}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh

hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer dengan menggunakan resin polyester dengan pasir pantai sebagai media

pengisinya. Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm. Jumlah sampel beton kubus pada pengujian ini adalah sebanyak 3 buah. Benda uji beton kubus dibuat dalam 3 variasi campuran seperti yang terlihat pada table berikut.

Tabel 1 Variasi Benda Uji

NO	Kode beton	Agregat kasar		Perekat Polimer		Jenis Pengujian	Umur Beton(Hari)	Benda Uji	Jumlah
		rasio Volume		Rasio Volume					Benda
		Kelereng	Kerikil	Polyester + Hardener	Pasir Pantai				Uji
1	BPP1	100%	-	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
2	BPP2	75%	25%	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
3	BPP3	50%	50%	50%	50%	Uji Tekan	2	Kubus	1
Jumlah									3

Keterangan Kode : BPP = Benda Uji

1 = Komposisi kelereng 100%

2 = Komposisi kelereng 75% , kerikil 25%

3 = Komposisi kelereng 50% dan Kerikil 50%

Rencana campuran polimer dengan perbandingan 50 : 1 (50 Resin : 1 Hardener)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diuraikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sangga Buana YPKP. Hasil penelitian yang diperoleh berupa data material. Selain itu, pada bab ini juga akan diuraikan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh, yaitu kuat tekan beton polimer dengan menggunakan agregat kelereng, kerikil dan pasir pantai pangandaran sebagai media

pengisi beton dengan kadar *polyester* 50%.

Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir pantai yang diperoleh dari pantai Pangandaran. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan pengujian awal pada material pasir agar mengetahui berat jenisnya.

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel Benda Uji		I	II
Berat benda uji SSD (gram)	Bj	200	300
Berat gelas + tutup + air (gram)	Bp	711	711
Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	Bpj	845	912
Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	197	297
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$Bj / (Bj+Bp-Bpj)$	3.030	3.030
Berat jenis kering (Curah)	$Bk / (Bj+Bp-Bpj)$	2.985	3
		2.992	
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk / (Bk+Bp-Bpj)$	3.127	3.094
		3.110	
Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	1.523	1.010
		1.266	

Pengujian Gradasi Agregat Halus

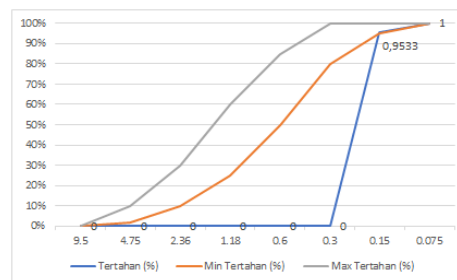
terlihat pada table dan grafik di bawah ini.

Hasil dari uji gradasi agregat halus seperti

Tabel 3 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

**ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS
PANTAI PANGANDARAN**

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan		Kumulatif	
	Berat (gram)	Prosen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.6	0	0	0	100
0.3	0	0	0	100
0.15	1900	95,334	95,3337	4,666
0.075	93	4,666	100	0
Jumlah	1993	100	195,334	
FM			1,953	



Gambar 1 Grafik Gradasi Agregat Halus

Grafik di atas menyimpulkan bahwa pasir pantai Batu Karas tidak layak untuk dijadikan

sebagai agregat halus beton pada umumnya, dikarenakan memiliki nilai gradasi yang tidak

sesuai dengan ketentuan gradasi agregat halus menurut ASTM C33- 86.

Agregat kasar yang digunakan adalah komposisi kelereng dan kerikil dengan variasi dengan komposisi agregat berbeda.

Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Tabel 4 Pengujian Berat isi Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kelereng	5,1 kg	0,003375 m ³
Berat Jenis			1511,111 kg/m ³

Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat jenis *polyester* dan *hardener*

ditentukan dengan menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 900 ml dan 250 ml. Kemudian menentukan beratnya dengan timbangan ketelitian 0,1%

Tabel 5 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	1000 ml / 0,001 m ³	1000 kg/m ³
2	Hardener	20 gram/ 0,02kg	20 ml / 0,00002 m ³	1 kg/m ³

Perbandingan campuran *polyester* dan *hardener* yaitu 50 ml : 1 ml. sesuai dengan hasil perbandingan campuran yang terbaik pada saat pengujian trial & error.

yang selanjutnya dilakukan perhitungan untuk perkiraan kebutuhan mortar polimer untuk mengisi celah agregat. dan berikut ini adalah volume kebutuhan material untuk pembuatan campuran beton polimer dengan ukuran kubus 15cm x 15cm x 15cm.

Beton Prepack

Di dalam pelaksanaannya sebelum dilakukan pencetakan beton dengan cara *prepack*, dilakukan pengujian berat isi batu pecah.

Tabel 6 Perencanaan Volume Campuran Beton

No	Benda Uji	Agregat Kasar (kg)		Polyester dan Hardener (ml)	Pasir pantai (kg)
		kelereng	kerikil		
1	BPP 1	5,1	-	1400-1500	0,6-0,7
2	Bpp 2	3,825	1,275		
3	BPP 3	2,55	2,55		

Hasil Uji Kuat Tekan

Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras, berikutnya di diamkan selama 2 hari, selanjutnya setelah 2 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan. Uji kuat tekan

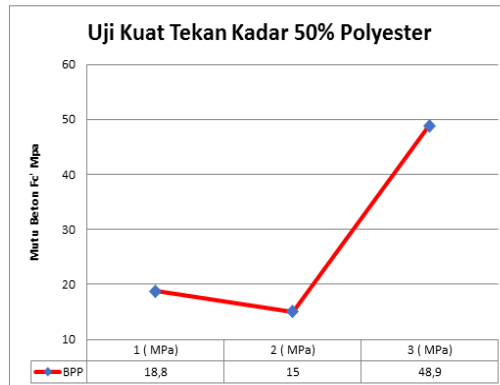
beton di lakukan di laboratorium Beton, Universitas Sangga Buana YPKP menggunakan mesin tekan (*compression testing machine*). Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 47 Hasil Uji Kuat Tekan

No	Benda Uji	Luas Penampang				Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton f_c' (MPa)	
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)						Volume (cm ³)
1	BPP 1	15	15	15	225	3375	7,2	2133,333	500	226,6	18,808
2	BPP 2	15	15	15	225	3375	7,5	2222,222	400	181,28	15,046
3	BPP 3	15	15	15	225	3375	7,3	2162,963	1300	589,16	48,900

Catatan:

- Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0,83
- Konversi satuan Mpa ke kg/cm² ; 1MPa= 10 kg/cm²



Gambar 2 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer

Berdasarkan data kuat tekan beton di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton dengan campuran resin polyester dan komposisi kelereng 50% dan Kerikil 50% (BPP 3) memiliki kuat tekan yang tertinggi jika dibandingkan dengan ke dua benda uji

lainnya yaitu komposisi kelereng 100% (BPP 1) dan komposisi kelereng 75% dan kerikil 25% (BPP 2).

Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan

Perbandingan beton polimer dengan agregat sama yang kadar *polyester* nya berbeda.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Hasil Kuat Uji Tekan Beton yang Kadar Polyesternya Berbeda

Catatan:

- Nilai kuat tekan CT (Sumber Carban, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan komposisi kelereng dengan kadar *polyester* 60%.
- Nilai kuat tekan PT (Sumber Welly Ferdinan, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan komposisi kelereng dengan kadar *polyester* 70%.

Berdasarkan pada grafik diatas beton polimer dengan komposisi resin polyester 50% memiliki nilai kuat tekan terendah yaitu 15 Mpa (BPP 2). Dan beton polimer dengan komposisi resin polyester 50% memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 48,9 Mpa (BPP 3).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan tahap pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan Kelereng dan kerikil yang seimbang berpengaruh terhadap kuat tekan beton polimer.
2. Komposisi campuran dengan agregat

kasar kelereng 100% dengan kode BPP (1) memiliki nilai kuat tekan 18,8 MPa

3. Komposisi campuran dengan agregat kasar kelereng 75% dan 25% kerikil dengan kode BPP (2) memiliki nilai kuat tekan 15 MPa
4. Komposisi campuran dengan agregat Kelereng 50% dan Kerikil 50% dengan kode BPP (3) memiliki nilai kuat tekan 48,9 MPa
5. Berdasarkan Uji Kuat Tekan pengunan agregat kelereng kode BPP 3 memeiliki kuat tukan tertinggi dan BPP 2 memiliki uji tekan terendah
6. Berdasarkan Uji Kuat Tekan perbandingan enam benda uji yang menggunakan campuran mortar kadar 50% Polimer diperoleh hasil kode BP 3

- (51,2 Mpa) memiliki kuat tekan tertinggi dan terendah pada benda uji kode BPP 3 (48,9 Mpa)
7. Berdasarkan Uji Kuat Tekan perbandingan keseleruhan benda uji sejumlah 27 benda uji di peroleh data kuat tekan tertinggi pada benda uji kode PC 3 (57,2) dan kuat tekan terendah pada benda uji kode BPP 2 (15 MPa)
 8. Daya rekat agregat terhadap polimer terjadi dengan baik, dengan ditandai tidak adanya keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
 9. Komposisi campuran resin Polyester dan hardener yang sesuai yaitu 50 :1, ini dibuktikan dengan resin Polyester dapat mengeras sempurna.
- Saran**
- Untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:
1. Sebelum melakukan pencampuran matrial, terlebih dahulu harus menyiapkan cetakan pelapis misalkan menggunakan plastik dalam kubus agar resin tidak menempel dan merusak cetakan.
 2. Cetakan pelapis kubus harus lebih besar dari ukuran kubus, supaya dapat dijepit diantara baut pengunci. Ini bertujuan agar cetakan pelapis benar – benar rapat sehingga tidak bocor dan merusak kubus.
 3. Dalam pembuatan beton polimer dengan mutu yang tinggi diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
 4. Pada saat akan dilakukan pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat dapat stabil.
 5. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan matrial, resin Polyester yang sudah dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin Polyester akan segera mengental dan mengeras, sehingga sulit untuk dicampur.
 6. Bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata. Hal ini dimaksudkan pada waktu pengujian seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.
 7. Pembuatan alat cetak harus rata bagian atas dan bawah sehingga benda uji yang dihasilkan bagus serta pengikatan alat cetak harus benar-benar kuat agar pada saat pemadatan adukan beton polimer, cetakan tidak mengalami kerusakan.
 8. Pada saat membuka cetakan harus hati-hati agar tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.
 9. Diperlukan penambahan jumlah sampel, untuk mendapatkan hasil yang lebih

akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad Miftahul Fakhri. 2019. “*pengaruh pemanfaatan sabut kelapa sebagai material serat terhadap kuat tekan Beton polimer*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Dela Hermayulia, 2019. *Kajian eskperimental kuat tekan beton dengan varian fiber sebagai beton berserat*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- American Concrete Institute, ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, *Reapproved 2002, Reported by ACI Committee 211*. USA : PCA, 2002
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. *SNI 03 – 1968 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir – Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. *SNI 03 -4141 : 1996*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1996.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *SNI 03 - 1974 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional,
- Regi Azis Sayogi. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan pasir pantai pangandaran sebagai pengganti agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar dengan kadar polyester 50%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Rivaldy Nurhanifan. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan pasir pantai cikembulan sebagai pengganti agregat halus dan genteng jatiwangi sebagai agregat kasar dengan kadar polyester 50%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Apep. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan menggunakan pasir pantai batu hiu sebagai pengganti agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar dengan kadar polyester 60%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Lukman N. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan pasir pantai batu hiu sebagai pengganti agregat halus dan genteng jatiwangi sebagai agregat kasar dengan kadar polyester 60%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Carban. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan pasir pantai pangandaran kombinasi agregat kelereng, kerikil dan mortar polimer dengan kadar polyester 60%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Anggi R. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan menggunakan agragat batu pecah dan pasir pantai batu karas sebagai media pengisi beton dengan kadar polyester 70%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Vernando T. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan pasir pantai cibangban pelabuhan ratu sebagai pengganti agregat halus dan genteng jatiwangi sebagai agregat kasar dengan kadar polyester 70%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.
- Welly F. 2019. “*Kajian kuat tekan beton polimer dengan menggunakan pasir pantai santolo kombinasi agregat kelereng, kerikil dan mortar polimer dengan kadar polyester 70%*”. Skripsi. FT, Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN MENGUNAKAN PASIR PANTAI CIKEMBULAN SEBAGAI AGREGAT HALUS DAN GENTENG JATIWANGI SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN KADAR POLIMER 50%

Rivaldy Nurhanifan

Universitas Sangga Buana YPKP, Jl. PHH. Mustofa No.68 Bandung

Email : rivaldinurhanifan@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan pasir pantai cikembulan sebagai agregat halus, dengan persentase 50% agregat halus dan 50% polimer dari benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Benda uji yang dibuat dengan variasi campuran agregat kasar juga diterapkan pada penelitian ini, yaitu benda uji pertama (1) dengan agregat kasar genteng jatiwangi 100% berukuran besar, benda uji kedua (2) dengan agregat kasar genteng jatiwangi 50% berukuran besar - 50% berukuran kecil, dan benda uji ketiga (3) dengan agregat kasar genteng jatiwangi 100% berukuran kecil. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa pasir pantai bersifat basa karena kandungan garam yang tinggi, dan campuran polimer dapat membuat beton menjadi tahan terhadap kandungan garam pada pasir pantai. Pada benda uji pertama BPG (1) memiliki kuat tekan sebesar 27,5 Mpa, pada benda uji kedua BPG (2) memiliki kuat tekan sebesar 34,6 Mpa, dan pada benda uji ketiga BPG (3) memiliki kuat tekan sebesar 38,0 Mpa. Dengan adanya peningkatan kuat tekan pada setiap benda uji, grafik kuat tekan relatif meningkat dan kuat tekan yang terbesar terdapat pada penggunaan agregat kasar yang 100% berukuran kecil.

Kata kunci : Beton Polimer, Kuat Tekan, *Prepacked*, Pasir Pantai

ABSTRACT

In this study, Cikembulan beach sand was used as fine aggregate with a percentage of 50% fine aggregate and 50% polymers from cube test object 15 x 15 x 15 cm. In addition, variations in the mixture of coarse aggregate were also applied in this study, namely the first test object (1) with 100% large size coarse aggregate, second test object (2) with 50% large size – 50% small size of coarse aggregate, third test object (3) with 100% small size coarse aggregate. From the test results, it will be known about beach sand with high salt content, and a mixture of polymers that can make concrete resistant to the content of coastal sand salts. On the first test objects BPG (1) has a compressive strength of 27,5 Mpa, on the second test objects BPG (2) has a compressive strength of 34,6 Mpa, and the third test objects BPG (3) has a compressive strength of 38,0 Mpa. With the increase in compressive strength on each test objects, the graph of compressive strength is relatively increased and the greatest compressive strength is within the use of coarse aggregate which is 100% small in size.

Keywords : Polymer Concrete, Compressive Strength, *Prepacked*, Beach Sand

PENDAHULUAN

Beton merupakan material bangunan yang tersusun dari komposisi utama agregat kasar, agregat halus, air, dan semen portland. Dengan adanya pembangunan infrastruktur yang

semakin hari semakin meningkat mengakibatkan produksi beton meningkat 10% tiap tahun. Penggunaan beton polimer menjadi salah satu solusi di Indonesia dengan meningkatnya percepatan pembangunan

infrastruktur saat ini. Pada dasarnya beton polimer sama seperti beton biasa tetapi tidak menggunakan semen dan polimer tersebut dari literatur diketahui memiliki sifat seperti semen. Polimer pada penelitian ini menggunakan jenis polimer *polyester*, jenis resin ini banyak dipakai untuk keperluan pembuatan kapal, fairing motor. *Polyester* termasuk dalam jenis plastik termoseting, yaitu jenis plastik yang memanfaatkan panas maupun katalis atau hardener sebagai media untuk menetapkannya menjadi massa yang padat dan tidak meleleh meski terkena panas atau dingin. Untuk meminimalisir biaya konstruksi, peneliti ingin memanfaatkan bahan dari alam yang mudah untuk didapat serta jumlahnya yang melimpah yaitu pasir laut yang nantinya akan digunakan sebagai agregat halus pada beton polimer, serta memanfaatkan pecahan genteng jatiwangi yang tidak terpakai sebagai agregat kasar. Ide dasar pada penggunaan bahan ini adalah untuk memanfaatkan material konstruksi bangunan dipantai baik berupa gedung, jalan raya, ataupun pelabuhan dan memiliki nilai ekonomis sebagai bahan dalam pembuatan beton polimer.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Polimer

Beton Polimer Semen atau PCC (*Polymer Cement Concrete*) adalah suatu material beton yang dibuat dengan menggantikan bagian perekat semen dengan bahan polimer. Beton

polimer memiliki sifat kedap air, memiliki kekuatan tegangan yang cukup tinggi dan bahkan dapat menjadi beton mutu tinggi, tidak terpengaruh dari sinar ultra violet, daya tahan korosi lebih baik, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia, yang lebih istimewa lagi, beton polimer dapat mengeras di dalam air sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki bangunan-bangunan didalam air.

Polyester

Polyester adalah jenis kategori polimer yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya dan termasuk zat kimia yang alami, seperti yang kutin dari kulit ari tumbuhan, maupun zat kimia sintesis seperti polikarbonat dan polibutirat. Setelah melalui banyak perombakan kimia diperoleh polyester dalam bentuk butir-butir dan cair.

Agregat

Agregat adalah kumpulan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat mengisi 70-75% dari total volume beton, maka dari itu kualitas agregat akan mempengaruhi kualitas kekuatan beton yang dibuat, tetapi sifat – sifat ini lebih bergantung pada faktor - faktor seperti bentuk, dan ukuran butiran pada jenis batuanannya. Pada peeraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat bagian menurut gradasinya, yaitu :

Table 1 Gradasi Agregat

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Jenis I	Jenis II	Jenis III	Jenis IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	95-100	95-100
2,4	75-100	85-100	95-100	95-100
1,2	55-90	75-100	90-100	90-100
0,6	35-59	60-79	80-100	80-100
0,3	8-30	12-40	15-50	15-50
0,15	0-10	0-10	0-15	0-15

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, (1996)

Keterangan :

- Jenis I : Pasir kasar
 Jenis II : Pasir agak kasar
 Jenis III : Pasir agak halus
 Jenis IV : Pasir halus

Agregat Halus

Menurut SNI : 03-6819-2002, agregat halus adalah agregat yang lolos saringan nomor 4 (4,75 mm) minimum 80%. Agregat halus pada campuran beton dapat berupa pasir alam atau pasir buatan. Pasir alam didapatkan dari hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (pasir gunung atau pasir sungai). Modulus kehalusan pasir (FM) adalah suatu bilangan yang menunjukkan derajat kehalusan pasir. FM merupakan persentase dari jumlah sisa kumulatif dibagi 100 yang diambil mulai dari saringan berdiameter 4,76 sampai dengan saringan berdiameter 0,15. Pada saringan yang

berdiameter 0,074 tidak dimasukkan dalam perhitungan FM karena pasir yang lolos pada saringan berdiameter 0,074 adalah lumpur.

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material kerikil sebagai hasil disintegrasi batuan atau berupa batu pecah yang alami dan diperoleh dari industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002). Menurut SII 0052-80 disebutkan bahwa modulus kehalusan (FM) dari agregat kasar yang baik adalah antara 6,0 – 7,10.

Table 2 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan		
	40 mm	20 mm	12.5 mm
40	100	100	100
20	90-100	90-100	95-100
12.05	75-100	85-100	95-100
10	55-90	75-100	90-100
04.08	35-59	60-79	80-100

Sumber : Menurut B.S

Kuat Tekan

Berdasarkan kuat tekan beton inilah yang biasanya menentukan kualitas beton tersebut dan berhubungan dengan sifat - sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton sudah tinggi, maka sifat - sifat lainnya pun juga baik. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

Keterangan :

- $f'c$ = Kuat desak beton
- 2. = Beban maksimum
- A = luas penampang benda uji

Menurut (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92) kuat tekan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain adalah sebagai berikut ini :

1. Beton mutu rendah, dipakai untuk bagian-bagian non struktur seperti dinding bukan

penahan tembok, kuat tekan yang diuji $f'c < 20$ Mpa.

2. Beton mutu sedang, dipakai untuk beton bertulang, bagian struktur penahan beban misalnya kolom dan balok, kuat tekan yang diuji $f'c = 21 - 40$ Mpa.
3. Beton mutu tinggi dan dipakai pada struktur khusus, misalnya gedung bertingkat sangat banyak, kuat tekan yang diuji $f'c \geq 41$ Mpa.

METODE PENELITIAN

Perencanaan Beton Polimer

Pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan pada penelitian : pecahan genteng jatiwangi, pasir pantai cikembulan, resin *polyester & hardener*. Benda uji beton kubus dibuat dalam 3 variasi campuran seperti yang terlihat pada tabel berikut :

Table 3-1 Perencanaan Benda Uji Penelitian

No	Kode Benda Uji	Komposisi Agregat Kasar - Genteng (%)		Komposisi Pasta Polimer Agregat Halus - Polyester (%)
		Besar	Kecil	
1	BPG (1)	100	-	50 - 50
2	BPG (2)	50	50	50 - 50
3	BPG (3)	-	100	50 - 50

Keterangan Kode :

BPG = Beton Polyester Genteng

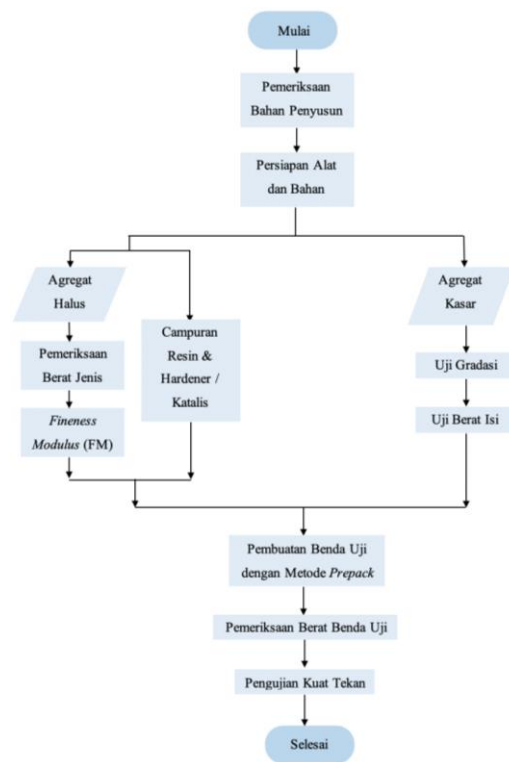
1 = Komposisi agregat kasar berukuran besar 100%

2 = Komposisi agregat kasar berukuran besar 50% dan 50% agregat kasar berukuran kecil

3 = Komposisi agregat kasar berukuran kecil 100%

Rencana campuran polimer dengan perbandingan 1 : 50 (1 Resin : 1/50 Hardener).

Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data dari penelitian yang pernah ada sebelumnya tentang metode pada saat penelitian. Tahap selanjutnya mempersiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti resin *polyester* dan hardener, genteng jatiwangi, serta pasir pantai cikembulan. Agar mendapatkan

hasil yang maksimal perlu adanya pengujian bahan terlebih dahulu. Beberapa pengujian diantaranya pengujian gradasi, berat isi pada agregat kasar, dan pengujian berat jenis, *Fineness Modulus (FM)* pada agregat halus.

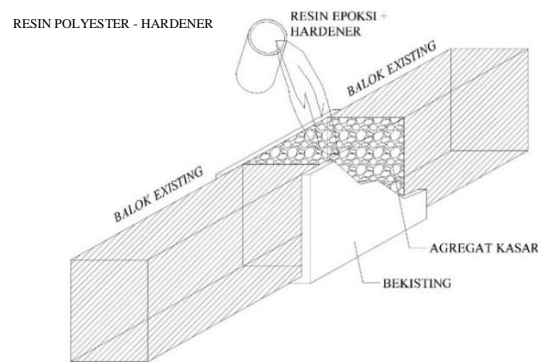
Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji menggunakan metode *prepack*. Pada umur 1

hari, benda uji dilepas dari bekisting kubus setelah itu dilakukan pemeriksaan berat benda uji kemudian pengujian kuat tekan menggunakan *Compression Test Machine (CTM)*.

Metode *Prepack* Campuran Beton

Metode *Prepack* atau beton pracetak adalah suatu metode pembuatan beton dengan cara

memasukkan agregat kasar pembentuk beton ke dalam bekisting atau cetakan yang dipakai secara bertahap tanpa melalui proses pencampuran pada umumnya seperti adukan ataupun menggunakan mesin molen atau sejenisnya. Tata cara perancangan beton pracetak ini di atur dalam SNI beton 7833-2012.



Gambar 2 Campuran Metode Prepack

Benda Uji Percobaan

Benda uji yang dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm, mutu dan kuat tekan rencana 21 – 40 Mpa yang termasuk kedalam beton mutu sedang.

2. Pengujian berat isi agregat kasar untuk setiap 1 cetakan kubus beton, diperoleh:
 - a. BPG (1) : 3Kg
 - b. BPG (2) : 1,5 Kg + 1,75 Kg
 - c. BPG (3) : 3,5 Kg

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat Kasar

Berikut merupakan hasil pengujian agregat kasar :

1. Pengujian gradasi agregat kasar, diperoleh:
 - a. BPG (1) : lolos saringan 1"
 - b. BPG (2) : lolos saringan 1" & tertahan 3/4"
 - c. BPG (3) : tertahan 3/4"

Pengujian Agregat Halus

Berikut merupakan hasil pengujian agregat halus :

1. *Fineness Modulus (FM)*, diperoleh : 1,953
2. Pengujian berat jenis agregat halus, diperoleh :
 - a. Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD) : 3,03
 - b. Berat jenis kering (Curah) : 2,992
 - c. Berat jenis semu (*Apparent*) : 3,11

d. Penyerapan air (%) : 1,266

Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dihasilkan perhitungan kebutuhan untuk campuran beton setiap 1 cetakan kubus beton sebagai berikut :

1. Agregat Halus : 1 Kg

2. Agregat Kasar : 3 – 3,5 Kg

3. Resin *Polyester* : 1 Kg

4. Hardener / Katalis : 20 ml

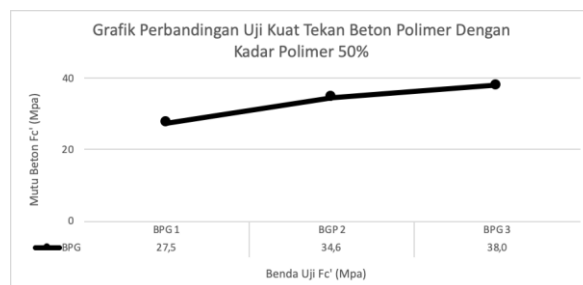
5. Biaya : Rp. 71.400,-

Hasil Uji Kuat Tekan

Dari 3 buah benda uji yang dilakukan uji tekan, hasil pengujian kuat tekan sebagai berikut :

Table 4-1 Tabel Hasil Uji Kuat Tekan

No	Benda Uji	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
1	BPG1	5,8	1718,519	730	330,836	27,5
2	BPG2	6	1777,778	920	416,944	34,6
3	BPG3	6	1777,778	1010	457,732	38



Gambar 3 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

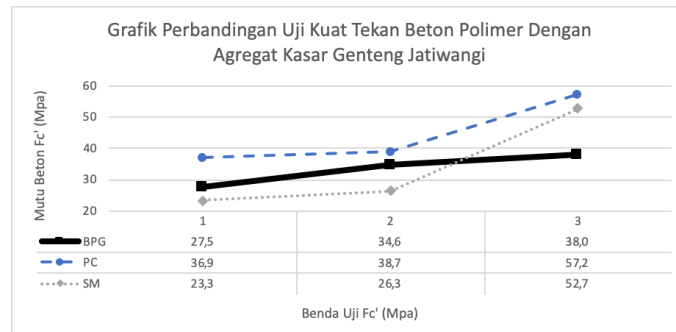
Berdasarkan grafik kuat tekan beton yang bersumber dari hasil analisis diatas, nilai pencapaian kuat tekan beton campuran pada benda uji ke – 3 dengan kadar agregat genteng jatiwangi berukuran kecil dan resin polyester memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dibanding benda uji 1 dan 2, dengan komposisi campuran agregat halus 50% dan polimer 50%.

Perbandingan Uji Kuat Tekan Dengan Agregat Kasar Genteng Jatiwangi

Untuk perbandingan uji kuat tekan dengan

agregat kasar genteng jatiwangi ini, peneliti membandingkan dengan data yang diperoleh sebagai acuan perhitungan dari peneliti :

1. Benda uji PC (Sumber Lukman Nurhadi, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan agregat kasar genteng Jatiwangi dengan kadar polimer 60%.
2. Benda uji SM (Sumber Vernando Tinambunan, 2019) Penelitian beton polimer menggunakan agregat kasar genteng Jatiwangi dengan kadar polimer 70%.



Gambar 4 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Agregat Kasar Genteng Jatiwangi

Berdasarkan grafik hasil uji kuat tekan beton polimer dengan agregat kasar genteng jatiwangi yang bersumber dari hasil analisis diatas, benda uji Lukman Nurhadi dengan kode benda uji PC memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan benda uji peneliti lainnya, dengan komposisi campuran agregat halus 40% dan polimer 60% kekuatan yang dimiliki oleh beton polimernya menjadi lebih maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penggunaan pasir pantai pada konstruksi dapat lebih optimal dengan menggabungkan polimer meskipun dalam SNI pasir pantai tidak dapat digunakan sebagai bahan bangunan konstruksi.
2. Hasil dari pengujian kuat tekan terbesar terdapat pada benda uji BPG (3) dengan agregat kasar genteng jatiwangi, kadar polimer 50% dan agregat halus 50% didapat kuat tekan sebesar 38,0 Mpa, dan termasuk kedalam beton mutu sedang.

3. Hasil dari pengujian kuat tekan terendah terdapat pada benda uji BPG (1) dengan agregat kasar genteng jatiwangi, kadar polimer 50% dan agregat halus 50% didapat kuat tekan sebesar 27,5 Mpa, dan termasuk kedalam beton mutu sedang.
4. Hasil dari pengujian kuat tekan benda uji BPG (2) berada diantara BPG (1) dan (3) dengan agregat kasar genteng jatiwangi, kadar polimer 50% serta agregat halus 50% didapat kuat tekan sebesar 34,6 Mpa, dan termasuk kedalam beton mutu sedang.
5. Pada perbandingan dengan agregat kasar genteng Jatiwangi, BPG (1) dan (2) relatif stabil kenaikan nilai uji tekannya dan berada diatas benda uji SM serta dibawah benda uji PC, bila dibandingkan dengan benda uji PC & SM pada benda uji (3) grafik nilai uji tekan BPG lebih rendah dibanding benda uji lainnya.
6. Pada perbandingan komposisi pasta antara peneliti lain, komposisi yang lebih optimal dalam kekuatan tekan yaitu 60% polimer – 40% agregat halus, hal ini dibuktikan

dengan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan benda uji lainnya.

7. Campuran polimer, agregat kasar genteng pun dapat mendapatkan kuat tekan yang cukup tinggi tergantung pada komposisi pasta polimer serta metode pada saat campuran

3.1 Saran

1. Sebelum mulai melakukan penelitian, terlebih dahulu harus mendapatkan komposisi perbandingan campuran antara resin dengan hardener yang baik.
2. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan material, resin polyester yang sudah dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin polyester akan segera mengental dan mengeras, sehingga sulit untuk dicampur.
3. Sebelum melakukan pencampuran material dan dicetak pada bekisting / cetakan beton, terlebih dahulu harus menyiapkan pelapis diantara cetakan kubus agar campuran tidak menempel dan merusak cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute, ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, *Reapproved 2002, Reported by ACI Committee 211. USA : PCA, 2002*
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *SNI 03 -*

1974 : 1990. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta :1990.

Departemen Pekerjaan Umum. Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung. *SNI 7833 : 2012*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2012.

Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. *SNI 03 – 1968 : 1990*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.

Senyum, itu (2013, November) *Beton Polimer*. Dikutip 2 Agustus 2019 dari cara menulis buku :<http://senyum-itu.blogspot.com/2013/11/beton-polimer.html>

Kerajinan Kreatif (2017, Oktober) *Mengenal karakteristik resin polyester*. Dikutip 9 Agustus 2019 dari cara menulis buku : <https://www.kerajinankreatif.com/2017/10/mengenal-karakteristik-resin-polyester.html>

Kisah Penemu (2010, Februari) *Penemu beton polimer yang ramah lingkungan*. Dikutip 7 Agustus 2019 dari cara menulis buku : <https://kisahpenemu.wordpress.com/2010/02/22/penemu-beton-polimer-yang-ramah-lingkungan/>

Modul Beton Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Muhamad Mifahul Fahri, 2019. “Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer”. *Tugas Akhir*. Universitas Sangga Buana (YPKP) Bandung.

Wiki Pedia (2016, Februari) *Djuanda Suraatmadja*. Dikutip 7 Agustus 2019 dari cara menulis buku : https://id.wikipedia.org/wiki/Djuanda_Suraatmadja

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN MENGUNAKAN AGREGAT BATU PECAH DAN PASIR PANTAI BATU KARAS SEBAGAI MEDIA PENGISI BETON DENGAN KADAR POLYESTER 70%

Anggi Rohyadi¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

E-mail: anggirohyadi@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini, komposisi beton polimer digunakan agregat batu pecah dan pasir pantai batu karas sebagai media pengisi beton dengan kadar polyester 70% . Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Benda uji pertama BU 1 dengan campuran agregat batu pecah besar 100%, benda uji kedua BU 2 dengan campuran agregat batu pecah besar 50% dan kecil 50% dan benda uji ketiga BU 3 dengan campuran agregat batu pecah kecil 100%. Dari hasil pengujian, pada benda uji pertama BU 1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 30,1 Mpa, pada benda uji kedua BU 2 memiliki nilai kuat tekan sebesar 34,2 Mpa dan pada benda uji ketiga BU 3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 48,9 Mpa. Dengan demikian data nilai kuat tekan beton yang dihasilkan benda uji dengan kode BU memiliki grafik naik yaitu BU 1 memiliki nilai kuat tekan terkecil dan BU 3 yang terbesar.

Kata kunci: Beton Polimer, Kuat Tekan, Prepacked, Polyester

PENDAHULUAN

Indonesia mengalami kemajuan teknologi konstruksi yang pesat dari tahun ke tahun. Salah satunya yaitu perkembangan teknologi beton. Hal ini dikarenakan beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam proyek konstruksi. Pada umumnya beton merupakan campuran dari semen, kerikil, pasir, dan air. Beton memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi, proses pembuatannya mudah sekaligus dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dan harganya relatif terjangkau. Alternatif lain dari material pembuatan beton adalah penggunaan bahan polimer. Salah satu

jenis polimer yang sering dipakai yaitu resin *polyester*. *Polyester* merupakan bahan baku produksi plastik jenis termoset. *Polyester* memiliki berat molekul yang tinggi dan titik lebur yang tinggi. *Polyester* sering digabungkan dengan polimer lain untuk menambah kualitasnya, seperti pada *polyester*, resin yang digabungkan dengan gelas fiber, dapat diperoleh polimer plastik yang kuat, kokoh, tahan terhadap suhu atau tidak mudah meleleh. Contoh pada perahu boat, alat-alat olahraga dan alat-alat listrik (Bhatnagar, 2004). Beton pada dasarnya memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, akan tetapi memiliki nilai kuat tarik dan kuat lentur yang rendah.

Kemudian kapasitas regangan beton yang umumnya rendah juga menyebabkan penurunan kekuatan tekan yang cepat setelah beton mencapai beban maksimum, sehingga dapat terjadi keruntuhan secara tiba-tiba.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti akan mengadakan penelitian mengenai penggunaan *polyester* sebagai bahan matrik pengganti semen, batu pecah dan pasir pantai sebagai agregat. Penelitian ini diharapkan didapat campuran yang menghasilkan kuat tekan optimum.

LANDASAN TEORI

Beton Polimer

Polimer adalah senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Plastik pembungkus, botol plastik, *styrofoam*, nilon, dan pipa paralon termasuk material yang disebut polimer. Unit kecil berulang yang membangun polimer disebut monomer. Sebagai contoh, *polipropilena* (PP) adalah polimer yang tersusun dari monomer *propena*.

Bahan dasar beton polimer ini ditemukan lewat hasil penelitian dan uji coba seorang peneliti bahan dasar bangunan, Prof. Ir. H. Djuanda Suraatmadja. Penelitian yang dilakukan di laboratorium Struktur Bahan serta Institut Teknologi Bandung dan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) ini menarik perhatian para ilmuwan serta industriawan mengingat

beberapa keistimewaan dan kelebihan beton polimer dibanding beton semen.

Beton polimer ini terdiri dari suatu polimer yang bahan perekatnya berupa *thermosetting* polimer dan bahan pengisinya berupa agregat (kumpulan pasir atau kerikil). Dan beton polimer memiliki sifat kedap air, tidak terpengaruh sinar ultraviolet, daya tahan korosi lebih baik, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia serta bisa mengeras di dalam air sehingga bisa digunakan untuk memperbaiki bangunan – bangunan di dalam air.

Material Penyusun Beton Polimer

Resin Polyester

Resin *polyester* merupakan resin yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang menggunakan resin termoset, baik itu secara terpisah maupun dalam bentuk material komposit. Walaupun secara mekanik, sifat mekanik yang dimiliki oleh *polyester* tidaklah terlalu baik atau hanya sedang – sedang saja. Hal ini karena resin ini mudah didapat, harga relatif terjangkau serta yang terpenting adalah mudah dalam proses fabrikasinya. Jenis dari resin *polyester* yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan termoset yang dapat mengalami pengerasan (*curing*) dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Berbeda dengan tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*) seperti Terylene™, yang tidak bisa

mengalami *curing* dengan cara seperti ini. Oleh karena itu merupakan hal yang biasa untuk menyebut resin *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) dengan hanya menyebutnya sebagai resin *polyester*.

Agregat

Agregat merupakan butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alam. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangat penting. Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah Cimalaka dan agregat halus menggunakan pasir pantai Batu Karas.

Metode penelitian adalah langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana – YPKP. Objek utama penelitian ini adalah beton polimer dengan menggunakan resin polyester dengan pasir pantai sebagai media pengisinya. Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm. Jumlah sampel beton kubus pada pengujian ini adalah sebanyak 3 buah. Benda uji beton kubus dibuat dalam 3 variasi campuran seperti yang terlihat pada table berikut.

METODOLOGI PENELITIAN

Tabel 1 Variasi Benda Uji

Kode Benda Uji	Komposisi Polyester-Paisr Pantai	Komposisi Batu Pecah		Jumlah Sampel
		Besar	Kecil	
BU 1	70%- 30%	100%	-	1
BU 2	70%- 30%	50%	50%	1
BU 3	70%- 30%	-	100%	1

Keterangan Kode :

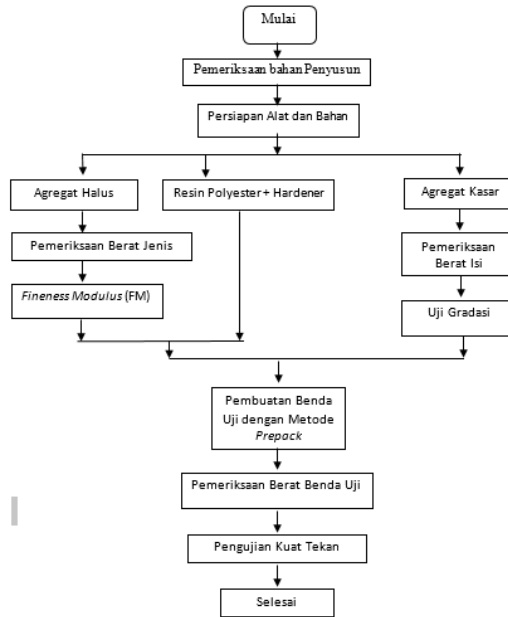
BU = Benda Uji

1 = Komposisi batu pecah (besar) 100%

2 = Komposisi batu pecah (besar) 50% , batu pecah (kecil) 50%

3 = Komposisi batu pecah (kecil) 100%

Rencana campuran polimer dengan perbandingan 50 : 1 (50 Resin : 1 Hardener)



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diuraikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sangga Buana YPKP. Hasil penelitian yang diperoleh berupa data material. Selain itu, pada bab ini juga akan diuraikan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh, yaitu kuat tekan beton polimer dengan menggunakan agregat batu pecah dan pasir pantai batu karas sebagai media pengisi

beton dengan kadar polyester 70%.

Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir pantai yang diperoleh dari pantai Batu Karas. Sebelum membuat rencana campuran beton polimer, peneliti harus melakukan pengujian awal pada material pasir agar mengetahui berat jenisnya.

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No.	Sampel Benda Uji		I	II
1	Berat benda uji SSD (gram)	Bj	200	300
2	Berat gelas + tutup + air (gram)	Bp	711	711
3	Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	Bpj	848	917
4	Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	199	299
5	Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$Bj / (Bj+Bp-Bpj)$	3,174	3,191
			3,183	
6	Berat jenis kering (Curah)	$Bk / (Bj+Bp-Bpj)$	3,158	3,180
			3,169	
7	Berat jenis semu (Apparent)	$Bk / (Bk+Bp-Bpj)$	3,209	3,215
			3,212	
8	Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	0,502	0,334
			0,418	

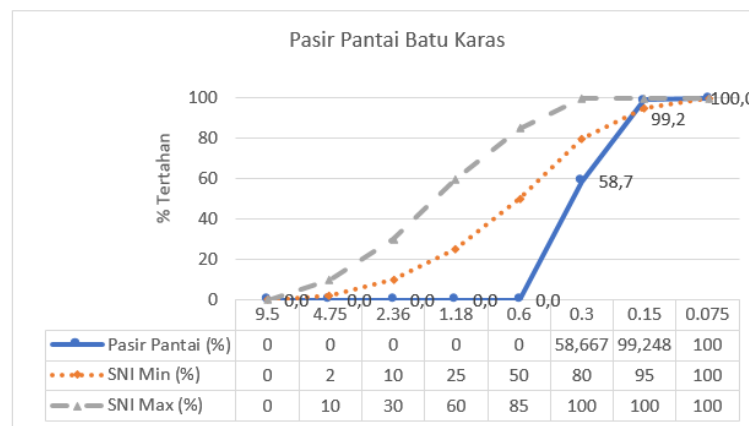
Pengujian Gradasi Agregat Halus

Hasil dari uji gradasi agregat halus seperti terlihat pada table dan grafik di bawah ini.

Tabel 3 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan		Kumulatif	
	Berat (gram)	Prosen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.6	0	0	0	100
0.3	1171	58,667	58,667	41,333
0.15	810	40,581	99,248	0,752
0.075	15	0,752	100	0
Jumlah	1996	100	257,916	

$$FM = \frac{\% \text{ Tertahan kumulatif}}{100} = \frac{157,916}{100} = 1,58$$



Gambar 2 Grafik Gradasi Agregat Halus

Grafik di atas menyimpulkan bahwa pasir pantai Batu Karas tidak layak untuk dijadikan sebagai agregat halus beton pada umumnya, dikarenakan memiliki nilai gradasi yang tidak sesuai dengan ketentuan gradasi agregat halus menurut ASTM C33-86.

Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah komposisi batu pecah dengan variasi ukuran

besar dan kecil, pengelompokan komposisi batu pecah ukuran besar dan kecil dilakukan dengan cara penyaringan, batu pecah ukuran besar yaitu batu pecah yang lolos pada saringan 1” dan tertahan pada saringan 3/4” sedangkan batu pecah ukuran kecil yaitu batu pecah yang lolos pada saringan 3/4” dan tertahan pada saringan 3/8”.

Tabel 4 Pengujian Berat isi Agregat Kasar

No	Kode Beton	Komposisi Agregat	Berat	Volume	Berat Isi
1	BU 1	Batu Pecah Ukuran Besar	4 Kg	0,003375 m ³	1185,185 Kg/m ³
2	BU 2	Batu Pecah Ukuran Besar & Kecil	4,2 Kg	0,003375 m ³	1244,4 Kg/m ³
3	BU 3	Batu Pecah Ukuran Kecil	4,3 Kg	0,003375 m ³	1274,074 Kg/m ³

Pengujian Berat Jenis Resin Polyester dan Hardener

Berat jenis *polyester* dan *hardener* ditentukan dengan menuangkan ke dalam gelas ukur

berukuran 900 ml dan 250 ml. Kemudian menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%.

Tabel 5 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Bahan	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	900 ml / 0,0009 m ³	1111,1 kg/m ³
2	Hardener	0,293 kg	250 ml / 0,00025 m ³	1172 kg/m ³

Perbandingan campuran *polyester* dan *hardener* yaitu 50 ml : 1 ml. sesuai dengan hasil perbandingan campuran yang terbaik pada saat pengujian trial & error.

selanjutnya dilakukan perhitungan untuk perkiraan kebutuhan mortar polimer untuk mengisi celah agregat. dan berikut ini adalah volume kebutuhan material untuk pembuatan campuran beton polimer dengan ukuran kubus 15cm x 15cm x 15cm.

Beton Prepack

Di dalam pelaksanaannya sebelum dilakukan pencetakan beton dengan cara *prepack*, dilakukan pengujian berat isi batu pecah. yang

Tabel 6 Perencanaan Volume Campuran Beton

No	Benda Uji	Agregat Kasar (Kg)	Polyester dan Hardener (ml)	Pasir Pantai (Kg)
1	BU 1	4	1400-1500	0,6 – 0,7
2	BU 2	4,2		
3	BU 3	4,3		

Hasil Uji Kuat Tekan

Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras, berikutnya di diamkan selama 2 hari, selanjutnya setelah 2 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan. Uji kuat tekan beton di lakukan

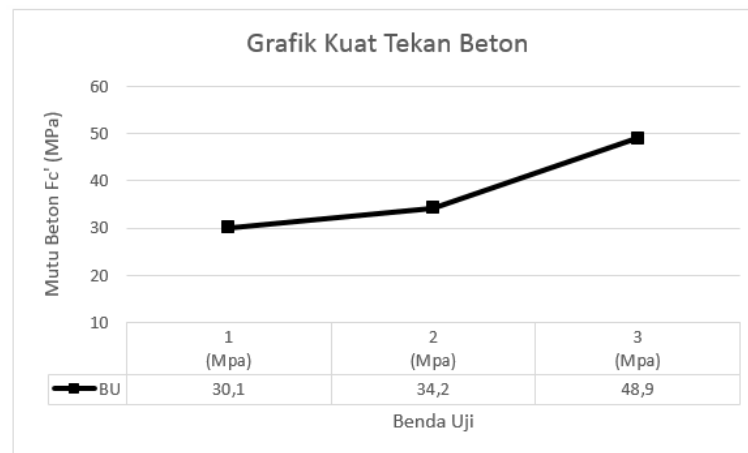
di laboratorium Beton, Universitas Sangga Buana YPKP menggunakan mesin tekan (*compression testing machine*). Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 7 Perencanaan Volume Campuran Beton

Benda Uji	Luas Penampang					Berat (kg)	Berat Jenis (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton $F_c' = (K \cdot 0,83) / 10$
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
	A	B	C	D = AxB	E = Ax B x C					
BU 1	15	15	15	225	3375	6,1	1807,4	800	362,7	30,1
BU 2	15	15	15	225	3375	6,5	1925,9	910	412,4	34,2
BU 3	15	15	15	225	3375	6,9	2044,4	1300	589,2	48,9

Catatan:

- Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0,83
- Konversi satuan Mpa ke kg/cm² ; 1MPa= 10 kg/cm²



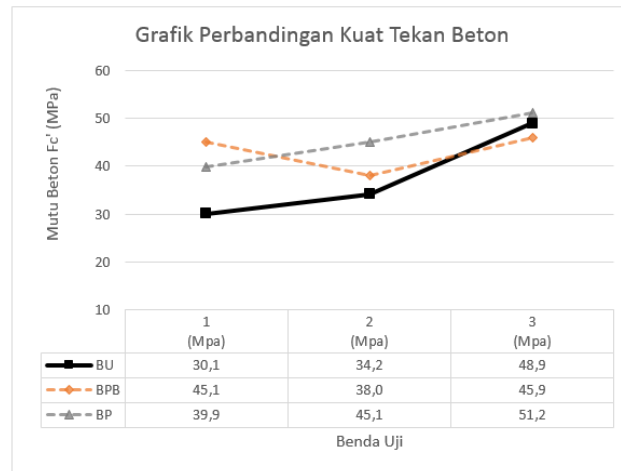
Gambar 3 Grafik Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer

Berdasarkan data kuat tekan beton di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton dengan campuran resin polyester dan komposisi batu pecah dengan ukuran kecil 100% (BU 3) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ke dua benda

uji lainnya yaitu komposisi batu pecah ukuran besar 100% (BU 1) dan komposisi batu pecah ukuran besar 50% dan kecil 50% (BU 2).

Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan

Perbandingan beton polimer dengan agregat sama yang kadar *polyester* nya berbeda.



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Hasil Kuat Uji

Tekanan Beton yang Kadar Polyesternya Berbeda

Catatan:

- **Nilai kuat tekan BPB (Sumber Apep. S, 2019)** Penelitian beton polimer menggunakan komposisi batu pecah dengan kadar *polyester* 60%.
- **Nilai kuat tekan BP (Sumber Regi Azis. S, 2019)** Penelitian beton polimer menggunakan komposisi batu pecah dengan kadar *polyester* 50%.

Berdasarkan pada grafik diatas beton polimer dengan komposisi resin polyester 70% memiliki nilai kuat tekan terendah yaitu 30,1 Mpa (BU 1). Dan beton polimer dengan komposisi resin polyester 60% memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu 51,2 Mpa (BP3).

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan

Setelah melakukan tahap pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton polimer, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi campuran dengan agregat batu pecah besar 100% (BU 1) memiliki nilai kuat tekan 30,1 MPa.
2. Komposisi campuran dengan agregat batu

pecah besar 50% dan kecil 50% (BU 2) memiliki nilai kuat tekan 34,2 MPa.

3. Komposisi campuran dengan agregat batu pecah kecil 100% (BU 3) memiliki nilai kuat tekan 48,9 MPa.
4. Dari data yang dihasilkan benda uji dengan kode BU memiliki grafik naik yaitu BU 1 memiliki nilai kuat tekan terkecil dan BU 3 yang terbesar.
5. Dari semua hasil penelitian, nilai kuat tekan terendah terdapat pada hasil penelitian beton polimer menggunakan komposisi kelereng dan kerikil dengan kadar *polyester* 50% yaitu 15 MPa. (Sumber Parsino, 2019)
6. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada hasil penelitian beton polimer menggunakan komposisi genteng

Jatiwangi dengan kadar *polyester* 60% yaitu 57,2 MPa. (Sumber Lukman. N, 2019)

7. Dari data grafik yang dihasilkan nilai kuat tekan benda uji BU berada diatas rata-rata nilai kuat tekan beton benda uji yang lain
8. Daya rekat agregat terhadap polimer terjadi dengan baik, dengan ditandai tidak adanya keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
9. Komposisi campuran resin *polyester* dan *hardener* sudah sesuai yaitu 50 : 1, ini dibuktikan dengan resin *polyester* dapat mengeras sempurna.
10. Komposisi pasir pantai Batu Karas dan agregat batu pecah sebagai media pengisi beton polimer mempengaruhi nilai kuat beton.

Saran

Untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pencampuran material, sebaiknya menyiapkan cetakan pelapis dalam kubus agar resin tidak menempel dan merusak cetakan.
2. Dalam pembuatan beton polimer dengan mutu beton yang tinggi diperlukan material yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
3. Dalam pembuatan benda uji, setelah

dilakukan penyiapan alat – alat dan material, resin *polyester* yang sudah dicampur dengan *hardener* harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin akan segera mengental dan mengeras.

4. Pada saat membuka cetakan harus hati-hati agar tidak menimbulkan kerusakan pada benda uji.
5. Diperlukan penambahan jumlah sampel, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apep Saepulloh, 2019. “*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 60%*”. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Carban, 2019. “*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu, Kelereng Serta Kerikil Sebagai Agregat Dengan Kadar Polyester 60%*”. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Lukman Nurhadi, 2019. “*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Batu Hiu Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 60%*”. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Regi Azis Sayogi, 2019. “*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Komposisi Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar*”

- Dengan Kadar Polyester 50%*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Parsino, 2019. "*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran Kombinasi Agregat Klereng, Kerikil dan Mortar Polimer Dengan Kadar Polyester 50%*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Rivaldy Nurhanifan, 2019. "*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Cikembulan Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polimer 50%*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Vernando Tinambunan, 2019. "*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Pangandaran Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 70%*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Welly Ferdinan, 2019. "*Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Santolo, Kombinasi Agregat Klereng, Kerikil dan Mortar Polimer Dengan Kadar 70% Polyester*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Muhamad Miftakhul Fahri, 2019. "*Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Amar Bramantyo, 2008. "*Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*". Jurusan Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia: 2008.
- Felix Septian Wijaya (2016, Mei) Apakah Beton Berbahan Dasar Polimer Ramah Lingkungan?. Dikutip 14 Agustus 2019 dari cara menulis buku: <https://www.channelpondasi.com/article/s/apakah-beton-berbahan-dasar-polimer-ramah-lingkungan>
- Elfajr (2010, 1 Mei) Penemu beton polimer yang ramah lingkungan.
Dikutip 14 Agustus 2019 dari cara menulis buku : <https://elfajr.blog.uns.ac.id/2010/05/01/penemu-beton-polimer-yang-ramah-lingkungan/>
- Indonesia Dokumen (2015, 16 Juli) Makalah beton polimer.
Dikutip 14 Agustus 2019 dari cara menulis buku: <https://dokumen.tips/documents/makalah-beton-polimer.html>
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. SNI 03 - 1974 : 1990. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. SNI 03 – 1968 : 1990. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.

KAJIAN KUAT TEKAN BETON POLIMER DENGAN MENGUNAKAN PASIR PANTAI BATU HIU SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS DAN GENTENG JATIWANGI SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN KADAR *POLYESTER* 60%

Lukman Nurhadi¹, Ir. Muhammad Ryanto, M.T.

^{1,2}Fakultas Teknik - Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
Email : lukman13V@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian beton polimer ini digunakan metode prepacked concrete dengan campuran material pasir pantai, genteng Jatiwangi sebagai agregat dan resin polyester ditambah katalis (hardener) sebagai perekat. Kuat tekan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm menjadi tinjauan analisis dalam penelitian ini. Benda uji dibuat sebanyak tiga sampel dengan rasio volume pasta polimer sebesar 60% : 40% dan variasi komposisi agregat kasar yang berbeda. Benda uji pertama PC 1 menggunakan pecahan genteng besar 100%, benda uji kedua PC 2 menggunakan pecahan genteng besar kecil masing-masing 50% dan benda uji ketiga PC 3 menggunakan pecahan genteng kecil 100%. Ukuran pecahan genteng berpengaruh terhadap kuat tekan karena perbandingan nilai kuat tekan yang dihasilkan dari penggunaan pecahan genteng besar ke pecahan genteng kecil cenderung meningkat. Benda uji pertama PC 1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 36,9 Mpa, benda uji kedua PC 2 memiliki nilai kuat tekan sebesar 38,7 Mpa dan benda uji ketiga PC 3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 57,2 Mpa.

Kata Kunci : Beton Polimer, Pasir Pantai, Genteng Jatiwangi, *Polyester*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton dikenal sebagai material bangunan yang banyak digunakan di Indonesia karena bahan baku pembuatnya relatif mudah didapatkan. Sedangkan beton polimer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul-molekul yang besar dengan bahan baku yang berasal dari limbah plastik yang didaur ulang kemudian dicampur dengan bahan kimia lainnya.

Dalam penelitian ini akan digunakan resin *polyester* yang merupakan jenis resin *thermoset*. Penggunaan resin ini didasarkan

pada pertimbangan harga yang murah, *curing* yang cepat dan mudah penanganannya. Proses *curing* yang baik tergantung pada perbandingan antara resin dan katalis (*hardener*).

Untuk agregat halus dalam penelitian ini menggunakan pasir pantai yang pada umumnya memiliki karakteristik butiran yang seragam dan mengandung kadar garam yang tidak menguntungkan untuk dijadikan material campuran beton semen. Akan tetapi dengan dijadikan material campuran beton polimer diharapkan pasir pantai dapat dimanfaatkan

sebagai pengganti agregat halus.

Sementara agregat kasar dalam penelitian kali ini menggunakan limbah pecahan genteng Jatiwangi. Karena banyak ditemukannya limbah ini di sekitar pekerjaan perbaikan konstruksi bangunan rumah tinggal yang belum bisa dimanfaatkan secara maksimal.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Beton polimer sebagai alternatif pengganti beton semen.
2. Perbandingan campuran yang baik antara resin *polyester* dan katalis (*hardener*).
3. Pasir pantai sebagai material campuran beton polimer.
4. Pemanfaatan limbah pecahan genteng Jatiwangi.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kelayakan beton polimer sebagai alternatif pengganti beton semen.
2. Menentukan perbandingan campuran yang baik antara resin *polyester* dan katalis (*hardener*).
3. Mengetahui kelayakan pasir pantai sebagai material campuran beton polimer.
4. Memaksimalkan pemanfaatan limbah pecahan genteng Jatiwangi.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Polimer

Beton polimer terdiri dari suatu polimer yang bahan perekatnya berupa *thermosetting* polimer dan bahan pengisinya berupa campuran agregat kasar dan agregat halus. Beton polimer memiliki sifat kedap air, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan-bahan kimia, tahan terhadap korosi, dan dapat mengeras di dalam air. Sehingga beton polimer merupakan pilihan yang tepat untuk memudahkan dalam pekerjaan perbaikan bangunan-bangunan yang berada di dalam air.

Resin Polyester

Polyester adalah suatu kategori polimer yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya. Ada beberapa tipe dari resin *polyester* yaitu tipe *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) dan tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*). Untuk tipe *polyester* tidak jenuh (*unsaturated polyester*) yang merupakan jenis *thermoset* yang dapat mengalami proses *curing* dari fasa cair menjadi fasa padat saat mendapat perlakuan yang tepat. Sedangkan untuk tipe *polyester* jenuh (*saturated polyester*) seperti *TeryleneTM*, yang tidak bisa mengalami *curing* seperti tipe *unsaturated polyester*.

Unsaturated polyester (poliester tidak jenuh) adalah kondensasi dari polimer yang terbentuk dari reaksi antara *poliols* dan asam *polycarboxylic* dengan ketidak jenuhan olefinik yang disebabkan oleh salah satu reaktan. Untuk penelitian mengenai beton

polimer dengan resin *polyester* biasanya digunakan *unsaturated polyester* yang dapat mengalami proses *curing* yang terbilang cepat. Proses *curing* resin ini akan dimulai setelah tercampur rata dengan *hardener* atau katalis dengan memanfaatkan panas dari katalis sebagai media untuk menetapkannya menjadi massa yang padat dan tidak meleleh meski terkena panas atau dingin.

Pasir Pantai

Pasir pantai memiliki ciri khas dengan struktur butirannya yang halus dan mempunyai gradasi yang seragam serta mengandung kadar garam yang tinggi. Perbedaan pasir pantai dengan pasir pada umumnya dikarenakan pasir pantai terbentuk karena pengikisan batu yang disebabkan erosi gelombang laut, sedangkan pasir pada umumnya berasal dari pecahan batu vulkanik.

Genteng Jatiwangi

Genteng Jatiwangi adalah genteng yang dibuat secara tradisional dari bahan tanah liat yang dicetak kemudian dibakar dengan suhu tertentu pada tungku tradisional. Genteng Jatiwangi mempunyai beberapa keunggulan diantaranya dapat menyerap hawa panas matahari. Secara umum mempunyai kelemahan juga, diantaranya memiliki kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan batu alami dan mempunyai daya serap yang tinggi.

Beton *Prepacked*

Pada penelitian ini digunakan metode beton *prepacked* yang unik dalam pengerjaannya. Karena pada metode ini beton yang dihasilkan dengan cara menempatkan sejumlah agregat kasar pada bekisting terlebih dahulu, dan kemudian dilakukan *injeksi / grout / pouring* mortar yang berupa campuran pengisi beton kedalam bekisting. Cairan pengisi yang umumnya digunakan adalah campuran resin dan katalis (*hardener*).

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

(SNI 03-1974-1990)

Perhitungan kuat tekan didapat menggunakan rumus :

$$(f'c) = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan beton

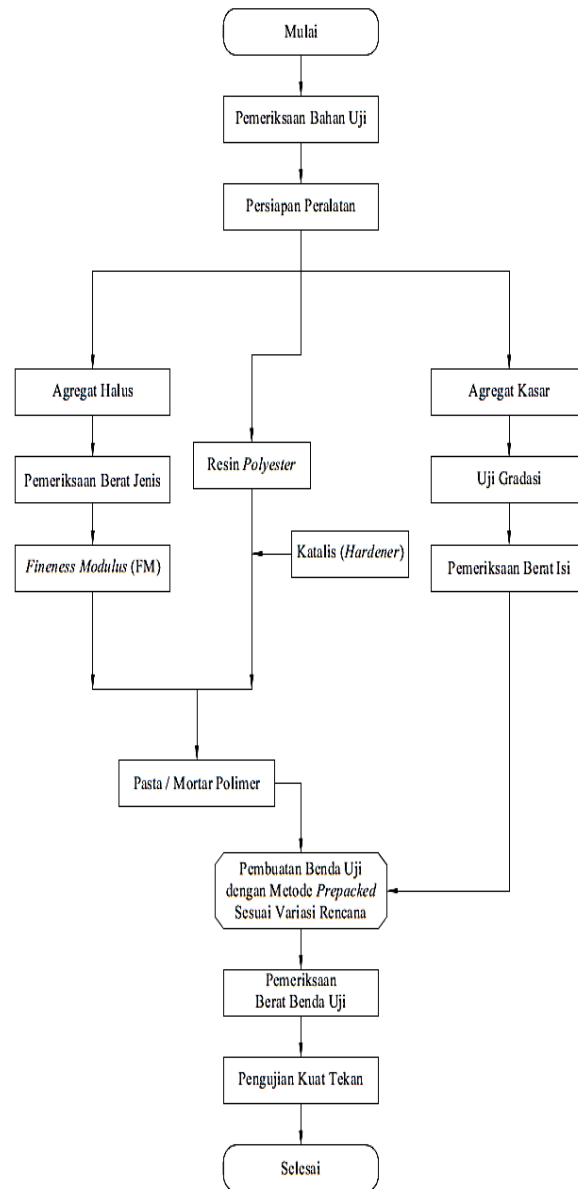
P = Beban maksimum

A = Luas penampang

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini akan disajikan ke dalam bentuk *flowchart* seperti di bawah ini :



Gambar 1 Flowchart Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat Halus

Dalam pengujian agregat halus akan dilakukan pengujian awal terhadap material pasir pantai untuk mengetahui berat

jenisnya, hasil uji gradasi dan nilai FM (*Fineness Modulus*).

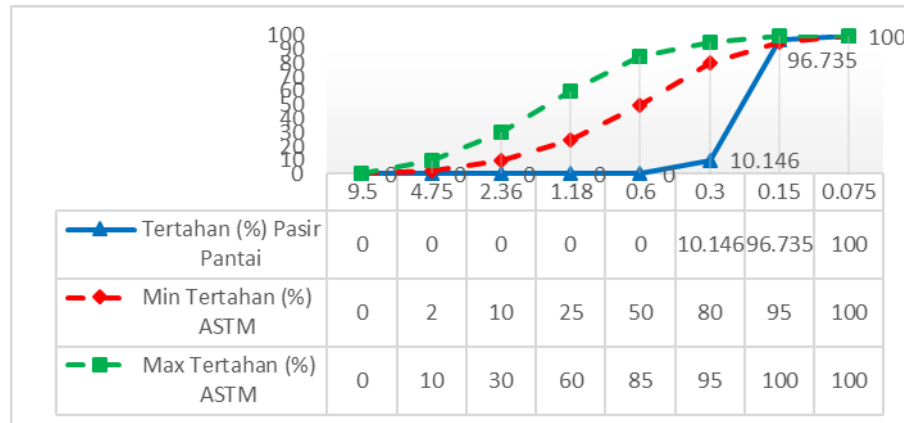
Untuk penyajian hasil dari pengujian akan diperlihatkan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Sampel Benda Uji		I	II
Berat benda uji SSD (gram)	B _j	200	300
Berat gelas + tutup + air (gram)	B _p	711	711
Berat gelas + tutup + air + benda uji (gram)	B _{pj}	838	906
Berat benda uji kering oven (gram)	B _k	176	286
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	B _j / (B _j +B _p -B _{pj})	2,740	2,857
		2,798	
Berat jenis kering (Curah)	B _k / (B _j +B _p -B _{pj})	2,411	2,724
		2,567	
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	B _k / (B _k +B _p -B _{pj})	3,592	3,143
		3,367	
Penyerapan air (%)	((B _j -B _k) / B _k) x 100	13,636	4,895
		9,266	

Tabel 2 Pengujian Gradasi Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan		Kumulatif	
	Berat (gram)	Prosen (%)	Tertahan	Lolos
			(%)	(%)
9.5	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.6	0	0	0	100
0.3	202	10,146	10,146	89,854
0.15	1724	86,590	96,735	3,265
0.075	65	3,265	100	0
Jumlah	1991	100	206,881	
$FM = \frac{\text{Jumlah Tertahan Kumulatif}}{100} =$			2,069	



Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Gradasi Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian Agregat Kasar

Dalam pengujian agregat kasar harus di uji gradasi terlebih dahulu terhadap pecahan genteng Jatiwangi untuk menentukan pecahan genteng besar dan pecahan genteng kecil.

Setelah pengujian gradasi kemudian lakukan pemeriksaan berat isinya. Untuk penyajian hasil dari pengujian akan diperlihatkan dalam bentuk tabel seperti terlihat di bawah ini :

Tabel 3. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume	Berat Isi
1	Pecahan Genteng Besar 100%	3 kg	0,003375 m ³	888,89 kg/m ³
2	Pecahan Genteng Besar 50% dan Genteng Kecil 50%	3,25 kg	0,003375 m ³	962,96 kg/m ³
3	Pecahan Genteng Kecil 100%	3,5 kg	0,003375 m ³	1037,04 kg/m ³

Pengujian Resin Polyester

Berat jenis resin *polyester* dan katalis (*Hardener*) ditentukan dengan cara menuangkan ke dalam gelas ukur berukuran 1000 dan 2000 ml. Kemudian

menentukan berat nya dengan timbangan ketelitian 0,1%. Hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel seperti terlihat di bawah ini :

Tabel 4 Pengujian Berat Jenis Resin Polyester

No	Resin	Berat	Volume	Berat Jenis
1	Resin Polyester	1 kg	900 ml / 0,0009 m ³	1111,1 kg/m ³
2	Katalis (<i>Hardener</i>)	0,2925 kg	250 ml / 0,00025 m ³	1170 kg/m ³

Jumlah Benda Uji

Jumlah benda uji beton yang akan dibuat sebanyak tiga benda uji dengan variasi

yang berbeda.

Untuk lebih jelasnya keterangan benda uji dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5 Jumlah Beton Polimer

No	Kode Beton	Pecahan Genteng		Rasio Volume Pasta Polimer		Jenis Pengujian	Umur Beton (Hari)	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
		Besar	Kecil	<i>Polyester + Hardener</i>	Pasir Pantai				
1	PC 1	100%	-	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
2	PC 2	50%	50%	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
3	PC 3	-	100%	60%	40%	Uji Tekan	2	Kubus	1
Jumlah									3

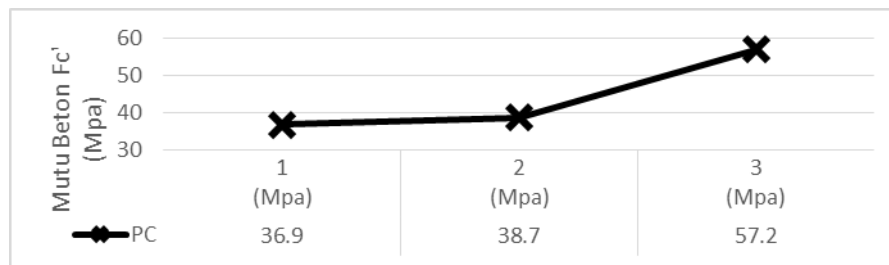
Kuat Tekan Beton Polimer

Proses *curing* benda uji mengeras dalam waktu kurang lebih 5 jam kemudian keluarkanlah benda uji dari cetakan kubus dan diamkan benda uji selama 2 hari sebelum dilakukan uji kuat tekan. Setelah menunggu 2 hari kemudian uji kuat

tekan beton dapat dilakukan di laboratorium beton, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung dengan menggunakan CTM (*compression testing machine*). Untuk hasil dari uji kuat tekan beton polimer dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Polimer Umur 2 Hari

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu beton Fc' (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)					
		A	B	C	D= AxB	E=AxBxC					
1	PC 1	15	15	15	225	3375	5,7	1689	980	444,147	36,9
2	PC 2	15	15	15	225	3375	5,8	1719	1030	466,805	38,7
3	PC 3	15	15	15	225	3375	6	1778	1520	688,879	57,2



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Polimer Umur 2 Hari

Catatan :

- SM (Sumber Vernando. T, 2019)
- BPG (Sumber Rivaldy. N, 2019)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Komposisi konten pecahan genteng Jatiwangi 100% besar dengan kadar *polyester* 60% (kode beton PC1) memiliki nilai kuat tekan 36,9 Mpa.
2. Komposisi konten pecahan genteng Jatiwangi 50% besar dan 50% kecil dengan kadar *polyester* 60% (kode beton PC2) memiliki nilai kuat tekan 38,7 Mpa.
3. Komposisi konten pecahan genteng Jatiwangi 100 % kecil dengan kadar *polyester* 60% (kode beton PC3) memiliki nilai kuat tekan 57,2 Mpa.
4. Beton polimer dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti beton semen.
5. Perbandingan campuran yang baik antara resin *polyester* dan katalis (*hardener*) adalah 1 ml (katalis) : 50 ml (resin).
6. Pasir pantai layak dijadikan sebagai material campuran beton polimer.
7. Limbah pecahan genteng Jatiwangi bermanfaat dijadikan sebagai bahan campuran beton polimer.
8. Pada Gambar 3. berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa kuat tekan benda uji yang menggunakan konten agregat kasarnya 100% pecahan genteng kecil mempunyai nilai kuat tekan paling

tinggi dibandingkan dengan komposisi pecahan 100% genteng besar dan campuran pecahan genteng besar kecil masing-masing 50%.

9. Pada Gambar 4. dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan meskipun menggunakan konten agregat kasar yang sama tetapi nilai kuat tekan beton polimer dengan kadar *polyester* 60% lebih unggul dibandingkan dengan kadar *polyester* 70% dan 50%.

Saran

1. Usahakan saat melapisi sisi dalam cetakan kubus dengan plastik mika tambahkan malam setipis mungkin untuk menutupi celah-celah agar tidak terjadi kebocoran, karena apabila bocor dapat merusak cetakan kubus.
2. Sebelum melakukan pencampuran resin *polyester* dan katalis (*hardener*) disarankan pada peneliti untuk memakai sarung tangan karet, karena beresiko bila terkena kontak langsung dengan kulit.
3. Setelah resin *polyester* dan katalis (*hardener*) tercampur dengan rata segera tuangkan ke dalam cetakan kubus, karena resin *polyester* memiliki proses *curing* yang terbilang cepat.
4. Berhati-hatilah saat melepaskan benda uji dari cetakan kubus beton, supaya

benda uji yang dihasilkan tidak mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhamad Miftakhul Fahri, 2019. *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Tjokro Dimulyono, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Hartomo, A.J, 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wahyu Dwi Cahyadi, 2012. *Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Rendah yang Mengandung Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia : 2012.
- Odian George, *Principles of Polymerization*, Forth Edition (New Jersey : John Willey & Sons, 2004)
- Amar Bramantiyo, 2008. *Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester - Serat Alam*. Jurusan Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia : 2008.
- PBI NI-2 (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Bandung.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Pustran, Balitbang, DPU.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung : Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, BSN.
- Kerajinan Kreatif (2017, 27 Oktober) *Mengenal Karakteristik Resin Polyester dan Resin Epoxy Lebih Jauh*. Dikutip 5 Agustus 2019 dari kerajinankreatif.com :
- <https://www.kerajinankreatif.com/2017/10/mengenal-karakteristik-resin-polyester.html>
- Indonusa Conblock (2018, 3 Agustus) *Pengertian Pasir Laut dan Manfaatnya*. Dikutip 13 Agustus 2019 dari indonusa-conblock.com :
- <https://indonusa-conblock.com/pengertian-manfaat-pasir-laut-adalah/>
- Rivaldy Nurhanifan, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Cikembulan Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polimer 50%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
- Vernando Tinambunan, 2019. *Kajian Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Menggunakan Pasir Pantai Cibangan Pelabuhan Ratu Sebagai Agregat Halus dan Genteng Jatiwangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Kadar Polyester 70%*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.

SIMULASI ANALISIS PENGARUH MUKA AIR TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *GEOSTUDIO SLOPE/W 2012*

Suryadi¹, Chandra Afriade Siregar, ST., MT.²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Email : idayrus26@gmail.com

ABSTRACT

This study discusses the analysis of the influence of groundwater levels on slope stability. The study was conducted using the GeoStudio SLOPE / W 2012 program. As a comparison of the safety factor values by entering different ground water level values, namely with a height of 1 meter, 2 meters, 3 meters, 4 meters, 5 meters and 6 meters. The purpose of this study is to determine the value of the safety factor of each groundwater level based on secondary data or data that has been there before. In the analysis conducted, it was found that each groundwater level with Safety Factor values, namely: MAT 1 meter height SF = 1,428, MAT 2 meter height SF = 1,369, MAT 3 meter height SF = 1,245, MAT 4 meter height SF = 1,111, height of MAT 5 meters SF = 1,047, height of MAT 6 meters SF = 0.908.

Keywords: Slope Stability, GeoStudio SLOPE / W 2012, Safety Factor.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai analisis pengaruh muka air tanah terhadap stabilitas lereng. Penelitian dilakukan dengan menggunakan program GeoStudio SLOPE/W 2012. Adapun sebagai perbandingan nilai safety factor dengan memasukkan nilai muka air tanah yang berbeda-beda, yaitu dengan ketinggian 1 meter, 2 meter, 3 meter, 4 meter, 5 meter, dan 6 meter. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai safety factor dari setiap ketinggian muka air tanah yang didasarkan pada data sekunder atau data yang telah ada sebelumnya. Dalam analisis yang dilakukan telah didapatkan hasil pada setiap ketinggian muka air tanah dengan nilai Safety Factor, yaitu: ketinggian MAT 1 meter SF = 1.428, ketinggian MAT 2 meter SF = 1.369, ketinggian MAT 3 meter SF = 1.245, ketinggian MAT 4 meter SF = 1.111, ketinggian MAT 5 meter SF = 1.047, ketinggian MAT 6 meter SF = 0.908.

Keywords : Stabilitas Lereng, GeoStudio SLOPE/W 2012, Safety Factor.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lereng yang berada di lokasi pinggir sungai dengan memiliki ketinggian lereng yang cukup tinggi dari dasar sungai, memiliki tingkat kelongsoran yang cukup besar. Longsor yang terjadi pada lereng tersebut sering kali diakibatkan oleh banjir yang cukup tinggi yang dikarenakan curah hujan dengan intensitas yang cukup besar. Oleh karena itu

perlu dilakukan suatu analisis mengenai pengaruh muka air tanah itu sendiri terhadap stabilitas lereng untuk mengetahui hingga ketinggian berapa meter muka air tanah itu naik sehingga menyebabkan kondisi kestabilan lereng tersebut mencapai kondisi kritis atau tidak aman. Sehingga masyarakat yang berada di sekitaran lereng sungai dapat memperkirakan longsor yang akan terjadi.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh muka air tanah terhadap stabilitas lereng?
2. Pada ketinggian muka air tanah berapa meter lereng tersebut mencapai kondisi kritis?

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis yang dilakukan yaitu dengan analisis perhitungan dengan menggunakan program *GeoStudio SLOPE/W 2012* dan tanpa ada tambahan metode lain. Pada simulasi analisis stabilitas lereng ini tentunya akan didapatkan suatu nilai faktor keamanan (*Safety Factor*). Namun pada penelitian ini akan lebih difokuskan pada nilai *Safety Factor* di setiap ketinggian muka air tanah.

Analisis stabilitas lereng yang dilakukan pada penelitian ini, akan dilakukan sebanyak 6 analisis. Dimana setiap analisis yang dilakukan memiliki ketinggian muka air tanah yang berbeda-beda.

Berikut 6 analisis yang dilakukan :

1. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter
2. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 2 meter
3. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 3 meter
4. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 4 meter
5. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 5 meter

6. Analisis lereng dengan ketinggian muka air tanah 6 meter

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Teknik data yang dipilih untuk penelitian ini yaitu menggunakan data **Sekunder**.

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan dokumentasi yang berasal dari :

- a. Data properties tanah terkait dengan hasil uji laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya.
- b. Data tambahan berupa gambar potongan melintang lereng untuk dianalisis kestabilannya

Data properties lereng :

- Kohesi (c) : 10 kN/m²
- Sudut lereng (α) : 60°
- Sudut geser (ϕ) : 29°
- Berat jenis tanah (γ) : 20kN/m³
- Tinggi lereng (h) : 11 m
- Muka air tanah (MAT) : 1 m

GeoStudio SLOPE/W 2012

GeoStudio Office adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geolingkungan. Program ini melingkupi *SLOPE/W*, *SEEP/W*, *SIGMA/W*, *QUAKE/W*, *TEMP/W*, dan *CTRAN/W* yang sifatnya terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke produk yang lain (*Pradana 2012*). Fitur ini

cukup unik dan memberikan fleksibilitas untuk digunakan baik dikalangan akademisi maupun professional dalam menyelesaikan berbagai macam permasalahan geoteknik dan geo-lingkungan seperti tanah longsor, pembangunan bendungan, penambangan, dan lain-lainnya.

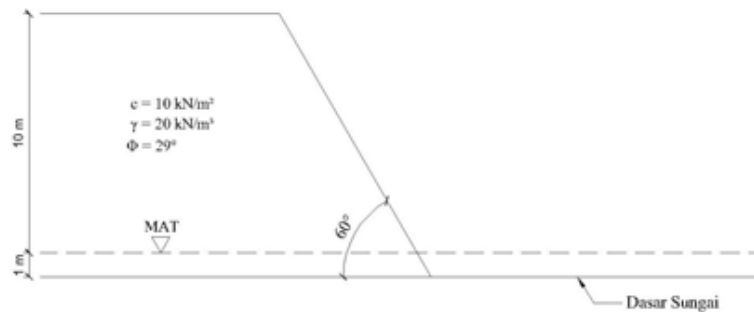
Namun pada penelitian ini hanya akan menggunakan *SLOPE/W* nya saja, dimana *SLOPE/W* merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan (*Safety Factor*) tanah dan kemiringan batuan.

SLOPE/W dapat dilakukan analisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekan air pori, sifat tanah dan beban terkonsentrasi.

Selain itu dapat juga digunakan elemen tekan air pori yang terbatas, tegangan statis atau tegangan dinamik pada analisis kestabilan lereng serta dapat juga dikombinasikan dengan analisis probabilistic (*Hidayah dan Gratia 2012*).

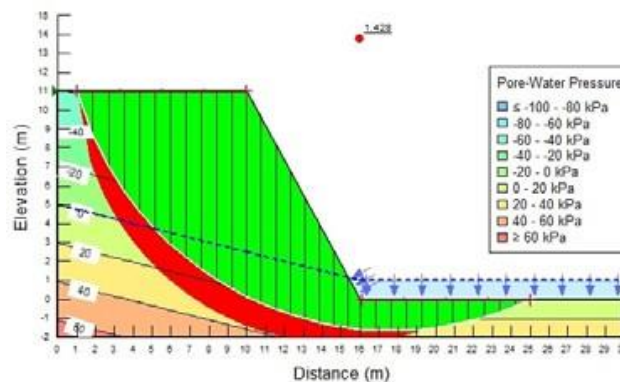
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Lereng



Gambar 1 Potongan lereng

Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 1 meter

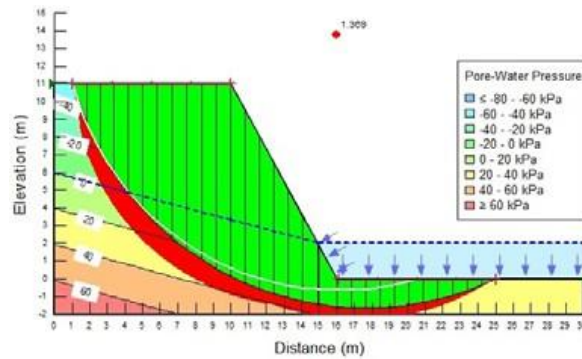


Gambar 2 Hasil Running dengan MAT 1 meter

Dari hasil *running* yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai

Safety Factor sebesar 1.428.

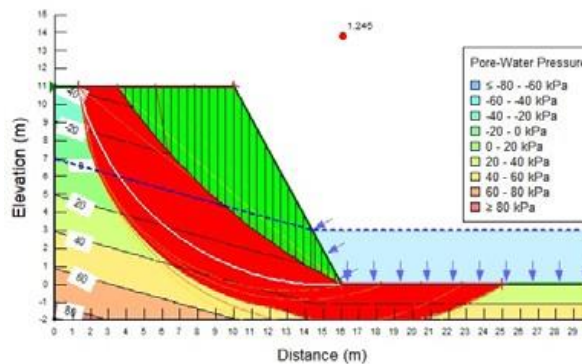
Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 2 meter



Gambar 3 Hasil Running dengan MAT 2 meter

Dari hasil running yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai Safety Factor sebesar 1.369.

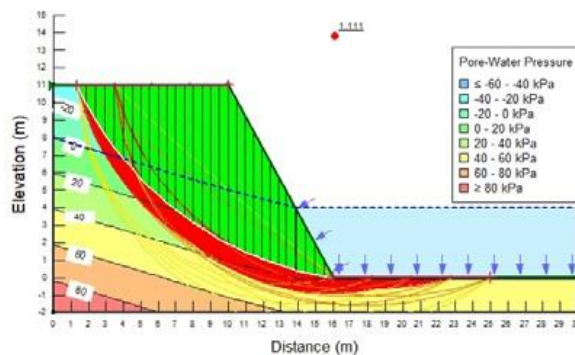
Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 3 meter



Gambar 4 Hasil Running dengan MAT 3 meter

Dari hasil running yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai Safety Factor sebesar 1.245.

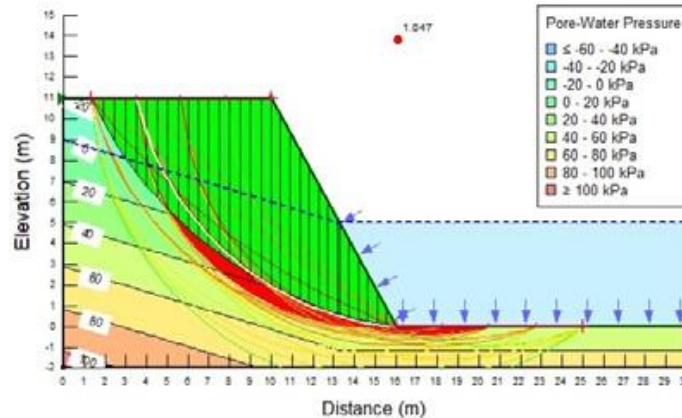
Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 4 meter



Gambar 5 Hasil Running dengan MAT 4 meter

Dari hasil running yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai Safety Factor sebesar 1.111.

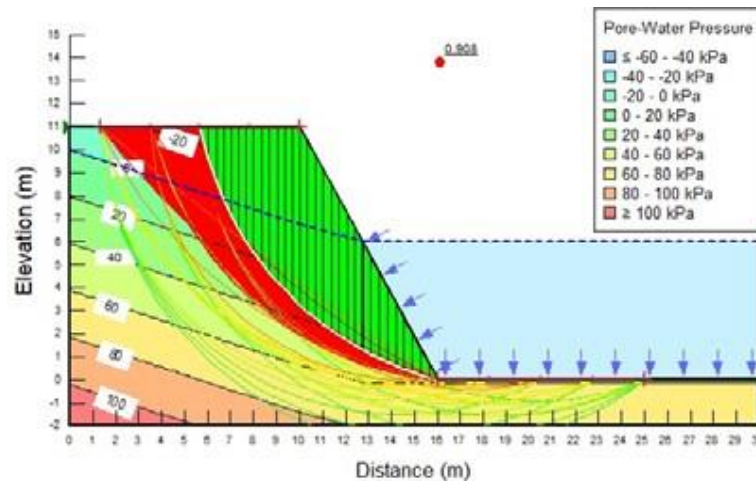
Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 5 meter



Gambar 6 Hasil Running dengan MAT 5 meter

Dari hasil running yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai Safety Factor sebesar 1.047.

Analisis Lereng Dengan Ketinggian Muka Air Tanah 6 meter



Gambar 7 Hasil Running dengan MAT 6 meter

Dari hasil running yang dilakukan, lereng dengan ketinggian muka air tanah 1 meter didapat nilai Safety Factor sebesar 0.908.

KESIMPULAN

yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Analisis

Rekapitulasi Hasil Analisis				
No	Tinggi Muka Air Tanah	Faktor Keamanan	Perbandingan	Kondisi
1	1 meter	1.428	$1.428 > 1.25$	Aman
2	2 meter	1.369	$1.369 > 1.25$	Aman
3	3 meter	1.245	$1.07 < 1.245 < 1.25$	Kritis
4	4 meter	1.111	$1.07 < 1.245 < 1.25$	Kritis
5	5 meter	1.047	$1.047 < 1.07$	Tidak Aman
6	6 meter	0.908	$0.908 < 1.07$	Tidak Aman

Sumber : Data yang sudah diolah, 2019

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrozi, dkk., 2015, *Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Pengaruh Hujan Bulanan Maksimum di DAS Tirtomoyo Wonogiri Menggunakan Metode Bishop yang Disederhanakan*, Jawa Timur.
- [2] Bowles E.J., 1986. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah Edisi Kedua (Mekanika Tanah) Edisi Kedua*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [3] Das, B. M.,. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [4] Das, B. M.,. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [5] Kumalasari., 2012, *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope (Studi Kasus Pada Lereng Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali)*. Tugas Akhir, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [6] Novalia, 2007, *Analisis Stabilitas Lereng dengan Simplified Bishop Method dan Janbu Menggunakan Program Mathcad*, Jakarta.
- [7] Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Mekanika Tanah I*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- [8] Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Mekanika Tanah II*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- [9] Toddy Samuel, “Laporan Hasil Studi Analisa Kestabilan Lereng Bantaran Kali Ciliwung Pasar Minggu”, 04 – 12 – 2009.[online]. Available:<https://www.scribd.com/document/23667649/Laporan-Stab-ler-Dengan-Geoslope>. [Accesed: 22-May-2019].
- [10] Yota Pentawan, 2017. *Simulasi Penggunaan Program GeoStudio SLOPE/W 2007 Dalam Menganalisis Stabilitas Lereng Dengan Jenis Tanah Lempung Berpasir Pada Kondisi Tidak Jenuh, Kondisi Jenuh Sebagian, Dan Kondisi Jenuh*. Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

ANALISIS PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN DINDING PENAHAN BETON BERTULANG TIPE KANTILEVER DAN *SHEET PILE* TANAH DENGAN PROGRAM PLAXIS 2D V.8.6 DAN METODE FELLENIOUS (STUDI KASUS PROYEK PERBAIKAN LERENG SUNGAI CIHIDEUNG, DESA RANJENG, KECAMATAN CISITU, KABUPATEN SUMEDANG)

Ferdinandes Dwi Jaya N.¹, Jaya Giri², Chandra Afriade Siregar, ST., MT.³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Email : andesnaibaho@yahoo.com

ABSTRAK

Pada Studi Kasus di Sungai Cihideung, Desa Ranjeng, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang, penyebab terganggunya stabilitas tanah karena faktor alam itu sendiri, yaitu adanya banjir di karenakan curah hujan yang tinggi di hulu sungai yang mengakibatkan terjadinya kenaikan debit yang sangat besar di Sungai Cihideung. Hasil analisis didapatkan bahwa stabilitas lereng tanah tanpa perkuatan tidak aman. Analisis dengan menggunakan Program Plaxis 2D V.8.6 didapatkan nilai Safety Factor sebesar 1.094, sedangkan analisis dengan Metode Fellenius di dapatkan nilai Safety Factor sebesar 1.117. Hasil angka aman untuk lereng dengan perkuatan Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang tipe Kantilever dengan Program Plaxis 2D V.8.6 di dapatkan nilai Safety Factor sebesar 1.609, sedangkan analisis dengan Metode Fellenius di dapatkan nilai Safety Factor sebesar 8.364. Lapisan 1 (0-(-9)M) Tanah clay, Lapisan 2 (-12 – (-12)M) Tanah Clay, Lapisan 3 (-12 – (-21)M) Tanah Rock. Selanjutnya dilakukan perkuatan dengan Turap (Sheet Pile) dengan baja profil WF 300.300 dengan kedalaman 12 m. dan dibantu dengan batu urugan setinggi 3m. Hasil perhitungan steel sheet pile didapatkan (SF=1.5734). Sedangkan hasil dengan analisis Fellenius didapatkan (SF=1.6953).

Kata Kunci : Stabilitas Lereng, Program Plaxis 2D V.8.6, Metode Fellenius, Beton Bertulang tipe Kantilever, Sheet Pile.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada Studi Kasus di Sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang, penyebab terganggunya stabilitas tanah karena faktor alam itu sendiri yaitu adanya banjir di karenakan curah hujan yang tinggi di hulu sungai yang mengakibatkan terjadinya kenaikan debit yang sangat besar di Sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang.

Dalam mengetahui faktor keamanan sisi

Sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang tersebut maka peneliti akan menggunakan Program Komputer (*Software*) *Plaxis 2D V.8.6* dan Metode *Fellenius* dengan perkuatan Dinding Penahan Tanah. Sehingga permodelannya akan disesuaikan dengan kondisi asli di lapangan sehingga akan didapatkan hasil analisis yang ideal.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskan

beberapa masalah sebagai berikut ini :

1. Bagaimana stabilitas lereng asli di daerah Sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang, sebelum dilakukan perkuatan tanah?
2. Bagaimana stabilitas lereng bila diperkuat dengan Dinding Penahan Tanah menggunakan Beton Bertulang?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut ini :

1. Untuk mengetahui Faktor Aman (*Safety Factor*) lereng di daerah Sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Sumedang.
2. Untuk mengetahui Faktor Aman (*Safety Factor*) bila lereng diperkuat dengan Dinding Penahan Tanah menggunakan Beton Bertulang.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi mengenai Faktor Aman (*Safety Factor*) desain Dinding Penahan Tanah.
2. Dapat memberikan gambaran cara menganalisis perkuatan tanah dengan Program Komputer (*Software*) *Plaxis 2D V.8.6*.
3. Dapat memberikan gambaran perkuatan tanah dengan Dinding Penahan Tanah menggunakan Beton Bertulang.

Batas Penelitian

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan dan keterbatasan waktu maupun kemampuan maka dilakukan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Data tanah dan desain konstruksi berupa gambar kerja yang didapat dari CV. Geha Mandiri.
2. Analisis dan permodelan perkuatan tanah dan Dinding Penahan Tanah dengan menggunakan Program *Plaxis 2D V.8.6*.
3. Analisis perkuatan tanah dan Dinding Penahan Tanah menggunakan analisis manual Metode Irisan (*Fellenius*).
4. Hanya meneliti angka keamanan dari lereng asli dan lereng yang diperkuat dengan Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang dan *Sheet Pile*.
5. Jenis Dinding Penahan Tanah menggunakan Beton Bertulang dengan tipe *Cantilever*. Mutu Beton yang dipakai yaitu $f_c' = 24.9$ Mpa (K-300).

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Dalam pandangan Teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*Loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*Bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau

oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*Residual Soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya disebut tanah terangkut (*Transported Soil*).

Stabilitas Lereng

Pada permukaan tanah yang tidak horisontal, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan

tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering digunakan dalam perancangan-perancangan bangunan seperti : Jalan Kereta Api, Jalan Raya, Bandara, Bendungan, Urugan Tanah, Saluran dan lain-lain. Umumnya, analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian dan lereng urugan tanah.

Analisis stabilitas lereng tidak mudah, karena terdapat banyak faktor yang sangat mempengaruhi hasil hitung.

Faktor-faktor tersebut yang sangat mempengaruhi hasil hitungan. Faktor-faktor tersebut misalnya, kondisi tanah yang berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain-lain.

Prinsip-Prinsip Dasar Metode Irisan

Semua metode irisan menyatakan kondisi kestabilan suatu lereng dinyatakan dalam suatu indeks yang disebut Faktor Aman (F) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$F = \frac{S}{\tau} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

S : Kekuatan geser material yang tersedia

τ : Kekuatan geser yang diperlukan agar tepat setimbang

Kekuatan geser material yang tersedia untuk

menahan material sehingga lereng tidak longsor dinyatakan dalam kriteria keruntuhan Mohr- Coulomb sebagai berikut :

$$s = c' + (\sigma_n - u) \tan \phi' \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

S : Kekuatan Geser

σ_n : Tegangan Normal Total

c' : Kohesi Efektif

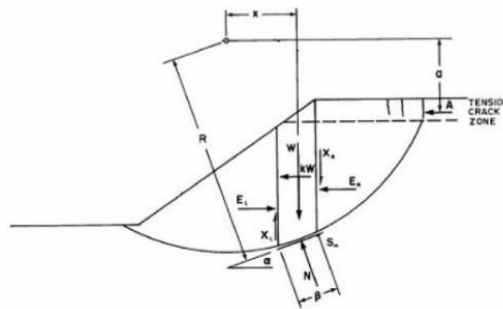
u : Tekanan Air Pori

ϕ' : Sudut Gesek Efektif

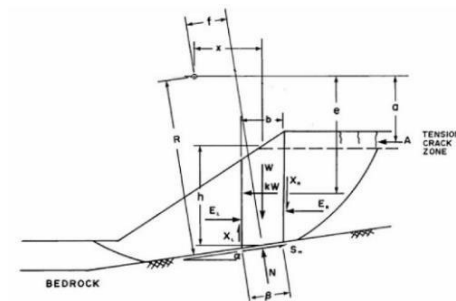
Kekuatan geser tersebut dianggap tidak

tergantungan pada kondisi tegangan- renggang yang ada pada lereng.

Karakteristik lainnya yaitu geometri dari bidang gelinciran harus ditentukan atau diasumsikan terlebih dahulu. Untuk menyederhanakan perhitungan, bidang runtuh biasanya dianggap berbentuk sebuah busur lingkaran, gabungan busur lingkaran dengan garis lurus atau gabungan dari beberapa segmen garis lurus. Ilustrasi beberapa bentuk bidang runtuh tersebut dan gaya-gaya yang bekerja pada setiap irisan ditunjukkan pada Gambar 1. sampai Gambar 2.



Gambar 1 Model Lereng dengan Bidang Runtuh yang Berbentuk Sebuah Busur Lingkaran



Gambar 2 Model Lereng dengan Bidang Runtuh yang Berupa Gabungan dari Sebuah Lingkaran dengan Segmen Garis Lurus

Stabilitas Dinding Penahan

Gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah yaitu berat sendiri (W), gaya tekanan tanah aktif total tanah urug (Pa), gaya tekanan pasif

total didepan dinding (Pp), tekanan air pori dalam tanah (Pw) dan reaksi tanah dasar (R). gaya-gaya tersebut harus diimbangi dengan stabilitas dinding penahan tanah untuk

menahan pengaruh tekanan rembesan agar volume tanah dibelakang dinding penahan tanah tidak mengalami penambahan akibat kadar air tanah. Selain itu dapat mengakibatkan berat tanah urug bertambah, gaya angkat timbul pada permukaan bidang runtuh, gaya angkat timbul pada dasar fondasi dinding penahan dan pengurangan tekanan tanah pasif didepan dinding. Perhitungan stabilitas dinding penahan tersebut sebagai berikut :

1. Stabilitas Terhadap Penggeseran
2. Stabilitas Terhadap Penggulingan

Dengan Faktor Aman lebih dari :

1. 1,5 Untuk Tanah Granuler
2. 2 Untuk Tanah Kohesif

Dinding Turap

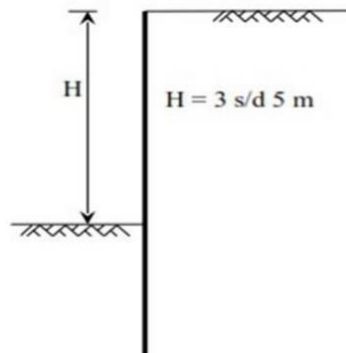
Dinding Turap (*Sheet Pile*) merupakan suatu material yang disusun menyerupai bentuk dinding berfungsi sebagai struktur penahan tanah pada tebing jalan raya, struktur penahan tanah pada galian, struktur penahan tanah yang berlereng agar tanah tersebut tidak longsor, konstruksi bangunan yang ringan, saat kondisi tanah kurang mampu

untuk mendukung dinding penahan. Material yang digunakan dalam sheet pile ada beberapa macam, yaitu sheet pile dari material kayu, sheet pile dari material beton, sheet pile dari bahan baja (*steel*). Sheet pile disusun dengan bentuk khusus agar dapat tersusun dan saling mengikat satu sama lainnya sesuai dengan kebutuhan perencana. Perbedaan mendasar antara dinding turap dan dinding penahan tanah terletak pada keuntungan penggunaan dinding turap pada kondisi tidak diperlukannya pengeringan air (*dewatering*). Sheet pile dalam berbagai variasi sifat kekuatan dapat diperoleh dengan pengaturan yang sesuai dari perbandingan jumlah material pembentuknya serta jenis material yang digunakan. (Surono, 2010).

Adapun tipe-tipe dinding turap yaitu :

1. Sheet Pile Kantilever

Sheet pile kantilever merupakan sheet pile yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah didepan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar dan hanya cocok untuk menahan tanah dengan kedalaman sedang.

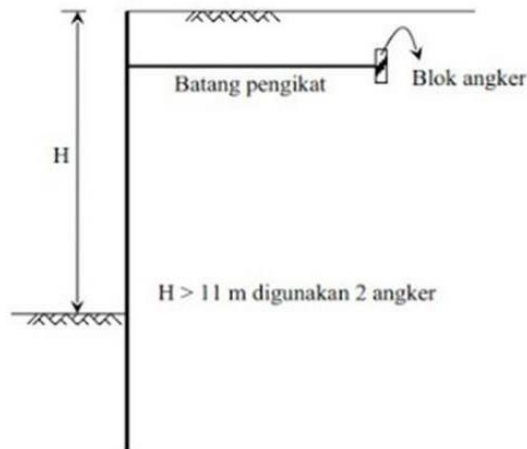


Gambar 3 Sheet Pile Kantilever

2. Sheet Pile Diangker

Sheet pile diangker cocok untuk menahan galian yang dalam, tetapi masih bergantung pada kondisi tanah. Menahan beban lateral

dengan mengandalkan tahanan tanah pada bagian sheet pile yang terpancang dalam tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada bagian atasnya.

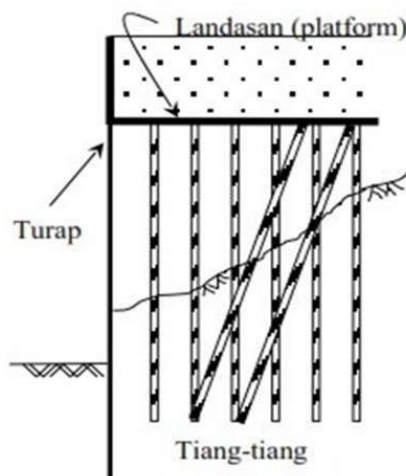


Gambar 4 Sheet Pile Diangker

3. Sheet Pile dengan Landasan

Sheet pile dengan landasan menahan tekanan tanah lateral dengan dibantu oleh tiang-tiang

yang dibuat landasan untuk meletakkan bangunan tertentu.



Gambar 5 Sheet Pile dengan Landasan

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian data adalah metode atau cara yang digunakan untuk menyederhanakan dan mempermudah dalam memahami data

yang diperoleh. Data yang didapatkan kemudian dianalisis berdasarkan tahap pengerjaannya. Pada penelitian ini, adapun tahap pengerjaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tahap Pengumpulan Data, pada tahap ini data didapatkan dari CV. Geha Mandiri.
2. Analisis stabilitas Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang tipe Kantilever dengan program *Plaxis 2D V.8.6* dan Metode *Fellenius*.
3. Pembahasan hasil analisis dengan *Plaxis* dan Metode *Fellenius*.
4. Pembahasan hasil analisis dengan program *Plaxis 2D V.8.6* dan Metode *Fellenius* terkait kesesuaian dengan syarat faktor keamanan dan total *displacement*.
5. Penarikan kesimpulan atas hasil analisis yang dilakukan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data Parameter Tanah

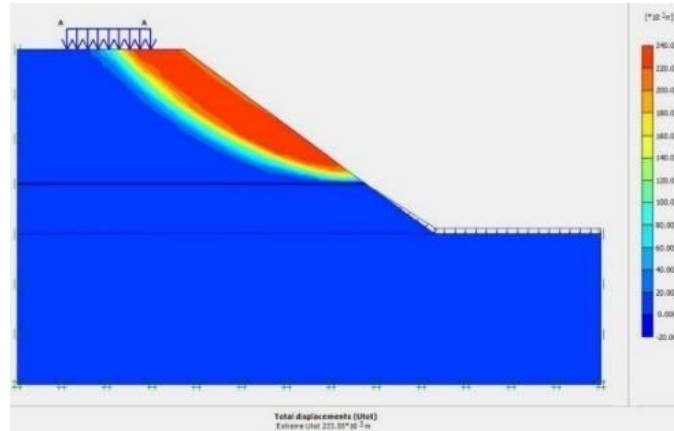
Tabel 1 Rekap Data Parameter Tanah

Parameter	Notasi	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3
Model Material	Model	-	Mohr- Coulomb	Mohr- Coulomb	Mohr- Coulomb
Jenis Perilaku Materian	Jenis	-	UnDrained	Drained	Drained
Berat Volume Unsaturated	γ_{unsat}	kN/m ³	16.845	17.125	17.560
Berat Volume Saturated	γ_{sat}	kN/m ³	19.568	20.135	20.524
Permeabilitas	Kx/Ky	m/hari	0.0864	0.864	0.864
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	10167	15000	33333.5
Angka Poisson	ν	-	0.245	0.149	0.354
Kohesi	c	kN/m ²	3.555	7.333	34.445
Sudut Gesek Dalam	ϕ	°	28.333	35	39.667

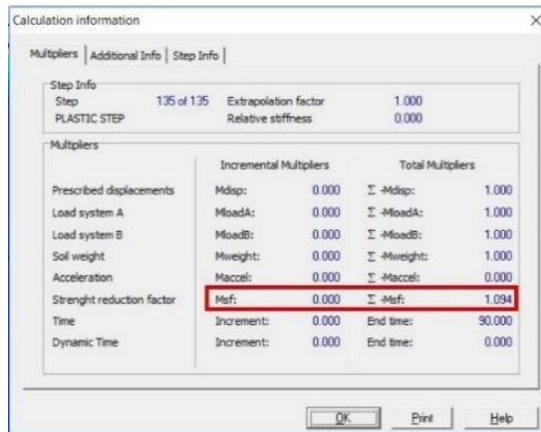
Tabel 2 Data Beban Lalu Lintas

Sistem Jaringan	Fungsi Jalan	LHR	Beban Lalu Lintas KN/m ²
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	>10.000	15
		<10.000	12
Sekunder	Arteri	>20.000	15
		<20.000	12
	Kolektor	>6.000	12
		<6.000	10
	Lokal	>500	10
		<500	10

Analisis Lereng Tanpa Perkuatan dengan Program Plaxis

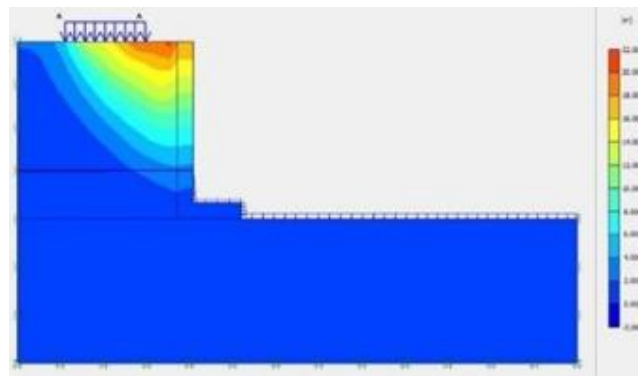


Gambar 6 Daerah Potensial Keruntuhan Tanah Longsor Lereng Tanpa Perkuatan

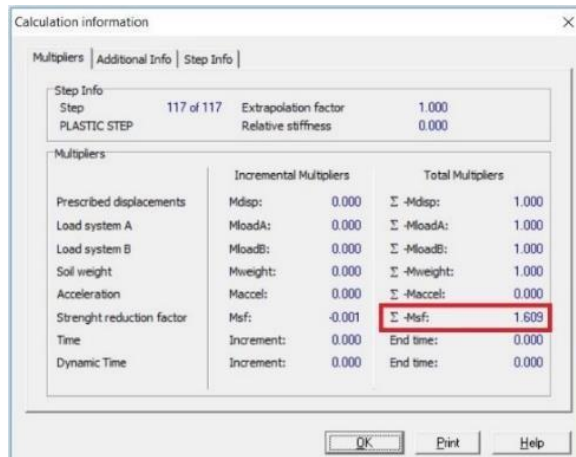


Gambar 7 : Safety Factor Lereng Tanpa Perkuatan (Tidak Aman)

Analisis Lereng Dengan Perkuatan Beton Bertulang Tipe Kantilever

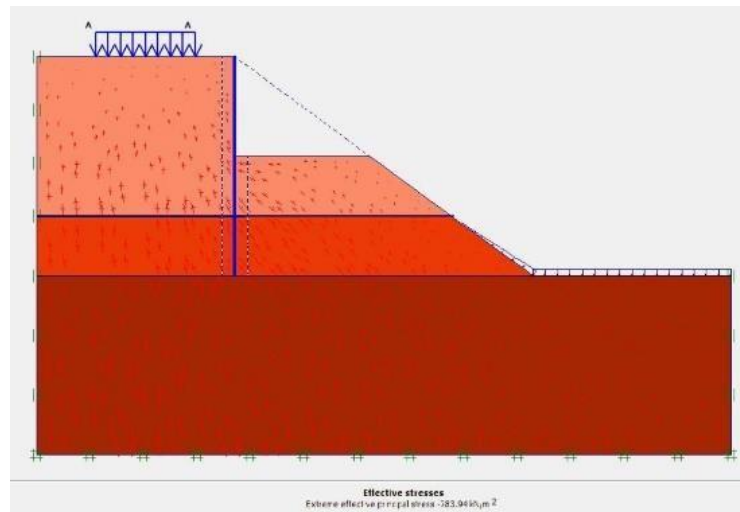


Gambar 8 Daerah Potensial Keruntuhan Tanah Longsor Lereng Dengan Perkuatan

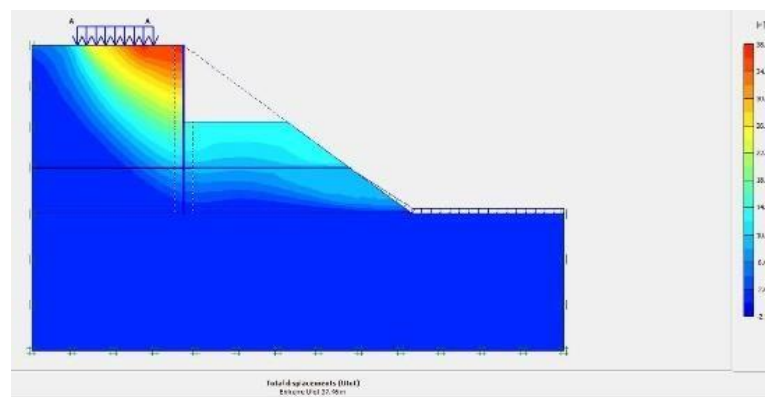


Gambar 9 : Safety Factor Lereng Dengan Perkuatan (Aman)

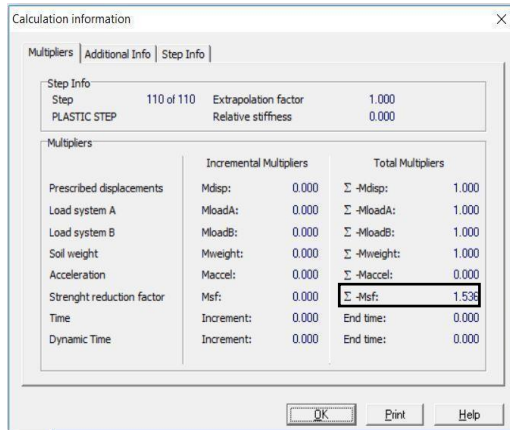
Analisis Perkuatan Lereng Menggunakan Sheet Pile



Gambar 10 Arah Pergerakan Tanah Lereng Menggunakan Sheet Pile

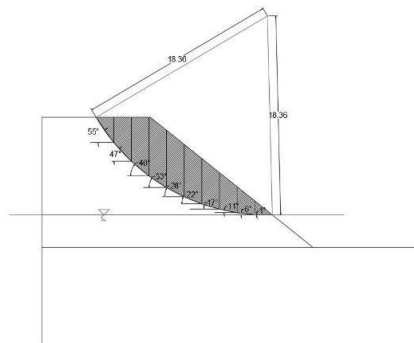


Gambar 11 Daerah Potensial Keruntuhan Lereng Menggunakan Sheet Pile



Gambar 12 Nilai SF Lereng Menggunakan Sheet Pile (Aman)

Analisis Hitungan Manual Metode Fellenius Tanpa Perkuatan



Gambar 13 Irisan Daerah Keruntuhan Tanah Lereng Tanpa Perkuatan

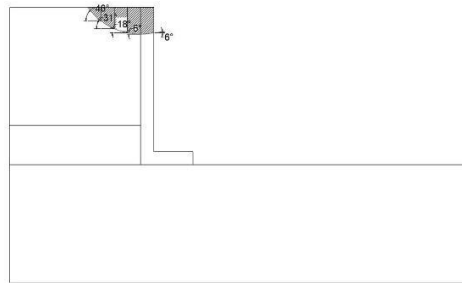
Tabel 3 Perhitungan Metode Fellenius Tanpa Perkuatan

No	Panjang Irisan (L)	Kohesi Tanah (C)	Bidang Geser c*L	ϕ	Tan ϕ	Luas Irisan (M2)	Sudut Tiap Irisan (α)	Radians	Sin α	Cos α	Gama Unsat (Yunsat)	Berat Irisan (Wt) (Luas*Y)	Wt*Sin α	Wt*Cos α	tan ϕ * Wt / Cos α
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
1	1.626	3.555	5.780	28.333	0.539	1.046	1.000	0.017	0.017	1.000	16.845	17.620	0.308	17.617	9.499
2	1.635	3.555	5.812	28.333	0.539	2.992	8.000	0.140	0.139	0.990	16.845	50.400	7.014	49.910	26.911
3	1.658	3.555	5.894	28.333	0.539	4.697	11.000	0.192	0.191	0.982	16.845	79.121	15.097	77.667	41.877
4	1.696	3.555	6.029	28.333	0.539	6.152	17.000	0.297	0.292	0.956	16.845	103.630	30.299	99.102	53.435
5	1.753	3.555	6.232	28.333	0.539	7.341	22.000	0.384	0.375	0.927	16.845	123.659	46.324	114.655	61.820
6	1.834	3.555	6.520	28.333	0.539	8.235	28.000	0.488	0.469	0.883	16.845	138.719	65.124	122.481	66.040
7	1.949	3.555	6.929	28.333	0.539	8.785	33.000	0.576	0.545	0.839	16.845	147.983	80.597	124.109	66.918
8	2.117	3.555	7.526	28.333	0.539	7.721	40.000	0.698	0.643	0.766	16.845	130.060	83.601	99.632	53.720
9	2.376	3.555	8.447	28.333	0.539	5.231	47.000	0.820	0.731	0.682	16.845	88.116	64.444	60.095	32.403
10	2.832	3.555	10.068	28.333	0.539	1.985	55.000	0.959	0.819	0.574	16.845	33.437	27.390	19.179	10.341
Total			69.237										420.198		422.965

$$SF = \frac{c \cdot L + \tan \phi \cdot \sum W \cdot \cos \alpha}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

= 1.171 **Tidak Aman**

Analisis Hitungan Manual Metode Fellenius Dengan Perkuatan



Gambar 14 Irisan Daerah Keruntuhan Tanah Lereng Dengan Perkuatan

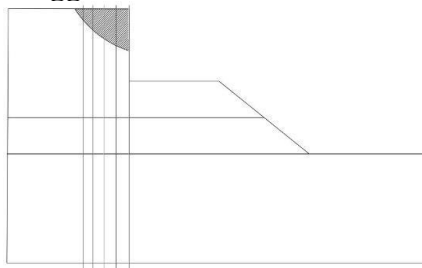
Tabel 4 Perhitungan Metode Fellenius Dengan Perkuatan

No	Panjang Irisan (L)	Kohesi Tanah (C)	Bidang Geser c*L	Ø	Tan Ø	Luas Irisan (M2)	Sudut Tiap Irisan (α)	Radians	Sin α	Cos α	Gama Unsat (γ _{unsat})	Berat Irisan (Wt) (Luas*γ)	Wt*Sin α	Wt*Cos α	tan Ø * Wt / Cos α
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
1	1.010	40.000	40.400	40.000	0.839	2.004	6.000	0.105	0.105	0.995	16.845	33.757	3.529	33.572	28.171
2	1.009	3.555	3.587	28.333	0.539	2.012	6.000	0.105	0.105	0.995	16.845	33.892	3.543	33.706	18.174
3	1.054	3.555	3.747	28.333	0.539	1.804	18.000	0.314	0.309	0.951	16.845	30.388	9.391	28.901	15.583
4	1.167	3.555	4.149	28.333	0.539	1.354	31.000	0.541	0.515	0.857	16.845	22.808	11.747	19.550	10.541
5	1.441	3.555	5.123	28.333	0.539	0.565	46.000	0.802	0.719	0.695	16.845	9.517	6.846	6.611	3.565
Total			57.005										35.055		76.034

$$SF = \frac{c \cdot L + \tan \phi \cdot \sum W \cdot \cos \alpha}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

= 3.795 **Aman**

Analisis Manual Sheet Pile Menggunakan Metode Fellenius



Gambar 15 Irisan Daerah Potensial Keruntuhan Tanah

Tabel 6 Perhitungan Fellenius Lereng Menggunakan Sheet Pile

No	Panjang Irisan (L)	Kohesi Tanah (C)	Bidang Geser c*L	Ø	Tan Ø	Luas Irisan (M2)	Sudut Tiap Irisan (α)	Radians	Sin α	Cos α	Gama Unsat (γ _{unsat})	Berat Irisan (Wt) (Luas*γ)	Wt*Sin α	Wt*Cos α	tan Ø
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
1	1,010	3,555	3,591	28,333	0,539	3,511	23,000	0,401	0,391	0,921	16,845	59,143	23,109	54,441	29,354
2	1,009	3,555	3,587	28,333	0,539	2,782	30,000	0,523	0,500	0,866	16,845	46,863	23,431	40,584	21,883
3	1,054	3,555	3,747	28,333	0,539	1,951	38,000	0,663	0,616	0,788	16,845	32,865	20,233	25,898	13,964
4	1,167	3,555	4,149	28,333	0,539	1,105	46,000	0,802	0,719	0,695	16,845	18,614	13,390	12,930	6,972
5	1,441	3,555	5,123	28,333	0,539	0,336	53,000	0,925	0,799	0,602	16,845	5,660	4,520	3,406	1,837
6	0,300	50,000	15,000	60,000	1,732	1,054	7,000	0,122	0,122	0,993	16,845	17,755	2,164	17,622	30,523
total			35,196										86,847		104,531

$$SF = \frac{c*L + \tan \phi \cdot \sum W \cdot \cos \alpha}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

$$= 1,608885 \quad \text{Aman}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Hasil perhitungan Lereng Tanpa Perkuatan dengan *Program Plaxis 2D V.8.6* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $1.094 \leq 1.5$, dinyatakan **Tidak Aman**.
- Hasil perhitungan Lereng Tanpa Perkuatan dengan *Metode Fellenius* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $1.144 \leq 1.5$, dinyatakan **Tidak Aman**.
- Karena kondisi lereng tidak aman maka dilakukan perkuatan lereng dengan menggunakan *Sheet Pile* dan Dinding Penahan Tanah Kantilever yang terbuat dari Beton Bertulang dengan Mutu Beton yang dipakai yaitu $f_c' = 24.9 \text{ MPa}$ (K-300).
- Hasil perhitungan Lereng Dengan Perkuatan Kantilever menggunakan *Program Plaxis 2D V.8.6* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $1.609 \geq 1.5$, dinyatakan **Aman**.
- Hasil perhitungan Lereng Dengan Perkuatan *Sheet Pile* menggunakan *Program Plaxis 2D V.8.6* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $1.536 \geq 1.5$, dinyatakan **Aman**.
- Hasil perhitungan Lereng Dengan Perkuatan Kantilever menggunakan *Metode Fellenius* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $3.795 \geq 1.5$, dinyatakan **Aman**.
- Hasil perhitungan Lereng Dengan Perkuatan *Sheet Pile* menggunakan *Metode Fellenius* di dapatkan *Safety Factor* sebesar $1.609 \geq 1.5$, dinyatakan **Aman**.

Saran

Untuk menjadikan perbandingan perkuatan lereng eksisting bisa dilakukan dengan cara lain seperti :

- a. Perkuatan Turap (*Sheet Pile*)
- b. Penggunaan Geotekstil
- c. Dinding Penahan Tanah Gravity Wall
- d. Pembentukan Slope Lereng (Terasering)
- e. Dengan Menggunakan Tumbukan Optimasi pembangunan bisa dilakukan desain Dinding Penahan Tanah Kantilever yang lebih ekonomis atau *Safety Factor* mendekati 1.5.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. Alih Bahasa oleh Silaban, Pantur. (1988). Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1 (Edisi 4). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, Braja M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1 Alih Bahasa oleh Ir. Noor E. Mochtar. M.Sc., Ph.D. dan Ir. Indrasurya B. Mochtar., M.Sc., Ph.D. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Geotechnical Engineering Center. (2013). Manual Pondasi Tiang (4th Edition). Bandung: Geotechnical Engineering Center (GEC), Universitas Katolik Parahyangan.
- Hardiyatmo, H. C. (1996). Teknik Pondasi 1. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Teknik Pondasi 2 (Edisi 2). Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, H. C. Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H. C. Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian I – Bagian I
- Hardiyatmo, H. C. Teknik Fondasi II – Edisi Ke-4
- Plaxis 2D 2017 Totorial Lesson13 Plaxis 2D 2018 Tutorial Lesson13 Plaxis Versi 8 Manual Latihan
- Sardjono, H. S. (1988). Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Jaya Wijaya.
- Sardjono, H. S. (1988). Pondasi Tiang Pancang Jilid 2. Surabaya: Sinar Jaya Wijaya.
- Shouman, M. (2010). Rekayasa Pondasi Bandung: Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Mekanika Tanah I. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Mekanika Tanah II. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Rekayasa Fundasi I. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Rekayasa Fundasi II. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.

ANALISIS SUSUT UMUR DAN SISA UMUR OPERASIONAL TRANSFORMATOR DAYA (STUDI KASUS TRAFODISTRIBUSI 500 KVA PT. PLN DISTRIBUSI RAYON BANJARAN)

Firmansyah Ramdan Mulyana dan Ivany Sarief

Abstrak

Pada saat ini kebutuhan akan konsumsi tenaga listrik semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi. Perkembangan ini harus diikuti dengan kualitas energi listrik yang dihasilkan dari suatu sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik merupakan sarana untuk mendistribusikan energi listrik dari pusat pembangkit listrik sampai pada konsumen. Salah satu peralatan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik yaitu transformator daya. Pada penelitian ini meneliti susut umur dan sisa umur transformator. Besar pembebanan yang diberikan disesuaikan dengan keadaan beban yang ada di lapangan dengan persentase beban sebesar 53,96 %. Dari data yang didapatkan, akan dicari akibat pembebanan tersebut terhadap laju penyusutan umur dan sisa umur operasional dari transformator. Dengan hasil penelitian sebesar: susut umur transformator sebesar 1,43% dan sisa umur Transformator 12,5 tahun.

Kata kunci : *transformator, pembebanan, susut umur.*

PENDAHULUAN

Dimasa sekarang kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi. perkembangan yang pesat ini harus diikuti dengan perbaikan kualitas dan keandalan energi yang dihasilkan. Hal yang menyangkut kualitas energi listrik yaitu tegangan, frekuensi, dan keandalan. Tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh pembangkit mempunyai besaran yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Apabila nilai dari tegangan dan frekuensi tersebut diluar dari nilai standar yang telah ditentukan, maka dapat dikatakan kualitas dari tegangan dan frekuensi tersebut tidak baik. Sedangkan keandalan suatu energi listrik sangat erat hubungannya dengan ketersediaan energi

listrik itu sendiri.

Salah satu peralatan yang sangat penting dalam penyaluran energi listrik yaitu transformator daya. Transformator daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Oleh karena itu transformator merupakan peralatan yang sangat penting dalam suatu sistem tenaga listrik, maka dari itu diusahakan agar peralatan ini dapat digunakan dalam waktu yang lama.

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya pengurangan/susut umur transformator antara lain : Pengaruh dari suhu sekitar (ambient temperatur), suhu minyak

transformator, pola pembebanan, kualitas bahan transformator, kualitas minyak dan pemeliharaan terhadap transformator tersebut. Untuk pengelolaan transformator berkaitan dengan pemeliharaan rutin yang dilaksanakan, baik itu pemeliharaan preventif, korektif maupun detektif.

Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis susut umur dan sisa umur pada peralatan transformator daya, yang terdiri dari :

1. Menganalisis susut umur transformator daya yang diakibatkan oleh daya pembebanan.
2. Memprediksi sisa umur transformator daya, agar dapat menjadi dasar untuk jadwal pemeliharaan transformator yang digunakan di area distribusi.
3. Memberikan data acuan guna perencanaan jadwal pemeliharaan transformator bagi perusahaan terkait yang menggunakan peralatan transformator.

LANDASAN TEORI

Pengertian Transformator

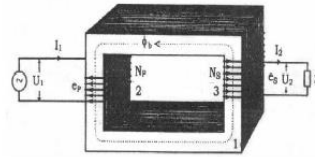
Transformator merupakan peralatan mesin listrik statis yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, mentransformasikan tegangan diantara dua belitan atau lebih pada frekuensi yang sama besar dan pada nilai arus dan tegangan yang berbeda. Penggunaan yang

sangat andal itu merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik terjadi kerugian energi sebesar I^2R watt. Kerugian ini banyak berkurang apabila tegangan dinaikan. Dengan demikian maka saluran-saluran transmisi tenaga listrik senantiasa menggunakan tegangan tinggi. Hal ini merupakan suatu upaya untuk mengurangi kerugian energi yang terdapat pada saluran. Dengan menaikkan tegangan listrik di pusat listrik dari tegangan generator, kemudian menurunkannya lagi di ujung akhir saluran itu ke tegangan yang lebih rendah, dilakukan dengan menggunakan transformator.

Penggunaan transformator pada sistem penyaluran tenaga listrik dapat dibagi :

1. Trafo penaik tegangan (*Step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi.
2. Trafo penurun tegangan (*Step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.
3. Trafo instrumen, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran.

Seperti yang terlihat pada gambar berikut transformator :
yang menunjukkan bagian terpenting

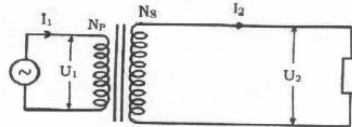


Gambar 1. Konstruksi dari transformator

Bagian utama

- Inti besi
- Kumbaran transformator
- Minyak transformator
- Bushing
- Tangki konservator

Sedangkan rangkaian dasar dari transformator ditunjukkan pada gambar berikut.



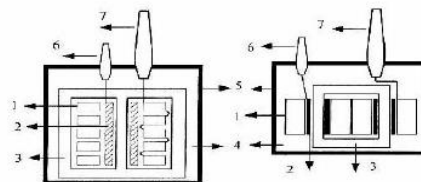
Gambar 2. Bagan rangkaian transformator

Keterangan :

- U_1 = tegangan sumber
- U_2 = tegangan beban
- N_p = jumlah lilitan kumbaran primer
- N_s = jumlah lilitan kumbaran sekunder
- I_1 = arus primer
- I_2 = arus sekunder
- e_p = GGL induksi pada kumbaran primer
- e_s = GGL induksi pada kumbaran sekunder

Transformator Daya

Tranformator daya adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari generator bertegangan menengah ke transmisi bertegangan tinggi dan untuk menyalurkan daya dari transmisi bertegangan tinggi ke jaringan distribusi bertegangan rendah. Konstruksi umum dari transformator daya ditunjukkan pada gambar.



a. Trafo kumbaran piring b. Trafo kumbaran silinder

Gambar 3. Konstruksi Transformator Daya

Keterangan :

- 1) Kumparan tegangan tinggi
- 2) Kumparan tegangan rendah
- 3) Inti
- 4) Minyak isolasi
- 5) Tangki baja
- 6) Bushing tegangan tinggi
- 7) Bushing tegangan rendah

Pada gambar terlihat bahwa bagian utama dari transformator adalah inti, dua set kumparan atau lebih dan isolasi. Inti trafo yang terbuat dari lembaran-lembaran baja silikon yang satu dengan lainnya diisolasi dengan pernis.

Kumparan terbuat dari bahan tembaga yang dihubungkan dengan sumber energi disebut kumparan primer, sedang yang dihubungkan dengan beban disebut kumparan sekunder.

Bagian Utama Transformator

Inti Besi

Berfungsi untuk mempermudah jalan *fluksi*, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempenganlempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*.

Inti trafo dibentuk dari lapisan lembaran pelat besi silikon yang memiliki lapisan isolasi sangat tipis pada salah satu sisinya, yang tahan terhadap panas tinggi serta mempunyai koefisien penyebaran panas yang rendah, dengan ketebalan yang sangat tipis untuk dapat menekan rugi-rugi inti yang semakin kecil. Disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu luasan inti magnetis yang kokoh serta

efisien.

Kumparan Transformator

Adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi padat seperti karton, pertinak dan lain-lain. Kumparan tersebut sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

Regulasi Tegangan

Tegangan regulasi menentukan besarnya variasi tegangan sekunder trafo pada kondisi faktor beban yang berbeda. Tegangan regulasi merupakan perbandingan tegangan di terminal sekunder pada saat tidak berbeban dan saat kondisi beban penuh. Hal ini diperhitungkan karena bisa digunakan sebagai acuan untuk persyaratan kerja paralel trafo.

Tegangan regulasi trafo diukur setelah terminal *output* (sekunder) dihubung singkat (kondisi beban penuh) dan menaikkan tegangan secara bertahap pada sisi *input* (primer) sehingga arus yang mengalir pada sisi primer mencapai nilai nominalnya. Pada kondisi ini besaran arus nominal mengalir pada kedua sisi belitan, dan

tegangan sisi primer pada saat itu disebut sebagai tegangan regulasi. Impedansi hubung singkat terdiri dari komponen aktif dan reaktif serta dapat dinyatakan dalam satuan Ohm sebagaimana besaran impedansi lainnya, besarnya tergantung daripada kapasitas dan tegangan nominal trafo.

Besar dari tegangan regulasi dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Pengaturan} = \frac{V_2 \text{ Beban nol} - V_2 \text{ Beban penuh}}{V_2 \text{ Beban penuh}}$$

Minyak Transformator

Sebagian besar kumparan-kumparan dan inti trafo tenaga direndam dalam minyak trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai isolasi dan media pemindah, sehingga minyak trafo tersebut berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi.

Di dalam sebuah transformator terdapat dua komponen yang secara aktif membangkitkan” energi panas, yaitu besi (inti) dan tembaga (kumparan). Bila energi panas tidak disalurkan melalui suatu sistem pendinginan akan mengakibatkan besi maupun tembaga akan mencapai suhu yang tinggi, yang akan merusak nilai isolasinya. Sebagai maksud untuk pendinginan, kumparan dan inti dimasukkan ke dalam suatu jenis minyak, yang dinamakan minyak transformator. Minyak itu mempunyai fungsi ganda, yaitu pendinginan dan isolasi. Perlu dikemukakan bahwa minyak

transformator harus memiliki mutu yang tinggi dan senantiasa berada dalam keadaan bersih. Disebabkan energi panas yang dibangkitkan dari inti maupun kumparan, maka suhu minyak akan naik. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan pada minyak transformator. Lagi pula dalam jangka waktu yang lama akan terbentuk berbagai pengotoran yang akan menurunkan mutu minyak transformator. Hal-hal ini dapat mengakibatkan kemampuan pendinginan maupun isolasi minyak akan menurun. Selanjutnya dapat pula terjadi bahwa hawa lembab yang sebagaimana halnya terjadi di daerah tropis, mengakibatkan masuknya air didalam minyak transformator.

Bila suhu minyak transformator yang sedang dioperasikan diukur, akan tampak bahwa suhu minyak itu akan tergantung pada tinggi pengukuran pada bak. Suhu tertinggi akan ditemukan pada sekitar 70 - 80% tinggi bejana.

Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki trafo.

Tangki Konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuaiian minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis pengaruh suhu dan pembebanan transformator terhadap susut umur transformator. Pembebanan yang diberikan yaitu disesuaikan dengan besarnya beban pada operasional trafo tersebut.

Metode pengumpulan data

Metode penelitian yang digunakan yaitu :

Studi literatur

Pembelajaran melalui jurnal-jurnal yang memiliki studi kasus yang sejenis, maupun melalui internet dan buku-buku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

Tahap persiapan

Merupakan proses mencari sumber-sumber data yang sekiranya diperlukan dalam proses penelitian. Jenis data yang diambil yaitu, data spesifikasi dari transformator yang di teliti, dan

suhu udara sekitar. Informasi yang didapatkan merupakan bahan-bahan penelitian dari PT. PLN distribusi Rayon Banjaran.

Analisis data

Informasi yang diperoleh akan diurai dan ditelaah sesuai dengan metode yang digunakan, yaitu perhitungan pengaruh pembebanan terhadap susut umur transformator, dan selanjutnya dilakukan analisis data.

Kesimpulan

Tahap ini merupakan pemaparan dari hasil analisis yang telah di proses pada tahap analisis data, yaitu berisi hasil dari perhitungan susut umur dan sisa umur transformator.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN distribusi rayon Banjaran untuk menganalisis salah satu transformator yang digunakan di area distribusi tenaga listrik daerah Banjaran. Pengambilan data disesuaikan pada transformator yang telah ditentukan.

Jadwal Pelaksanaan

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan

No	Kegiatan	Pelaksanaan
1.	Studi Literatur	Mei – 7 Juni 2015
2.	Pengumpulan Data	8 Juni – 27 Juli 2015
3.	Menganalisis Data	27 Juli – 10 Agustus 2015
4.	Penyusunan Laporan Tugas Akhir	11 Agustus – 31 Agustus 2015

Analisis dan pembahasan

Data Transformator TRAFINDO

Tabel 2. Data spesifikasi Transformator

No	Data Spesifikasi	
1	Daya Pengenal	500 kVA
2	Tegangan primer	20 kV
3	Tegangan sekunder	220 / 400 V
4	Jenis pendinginan	ONAN
5	Rugi-rugi tembaga	4450 W
6	Rugi beban nol	700 W
7	Tahun operasional	2003
8	Temp. Harian	29 °C
9	Temp. Maks. 1 bln	33 °C

Data Pembebanan

Tabel 3. Data pembebanan

Phasa	S (kVA)	V_{p-n} (V)	I (A)	Cos ϕ
R	88.68	220	444	0.85
S	83.49	221	418	0.85
T	97.67	220	489	0.85
I_N			272	
I_G			272.2	
R_G			1.2 Ω	

Pembebanan Trafo Distribusi

Pada pembebanan transformator distribusi akan dicari besar nilai dari Arus Puncak perphasa,

arus rata-rata, dan presentase beban dari transformator uji, data yang dijadikan bahan perhitungan diambil pada tabel 4.3 yang diketahui:

$$S = 500 \text{ kVA}$$

$$V_{p-p} = 0,4 \text{ kV}$$

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{500.000}{\sqrt{3} \times 400} = 721,69 \text{ A (per}$$

Fasa)

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{444 + 418 + 489}{3} = 450,33 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase beban} &= \frac{S_R + S_S + S_T}{S_{mak}} \times 100\% \\ &= \frac{88,68 + 83,49 + 97,67}{500.000} \times 100\% = 53,96\% \end{aligned}$$

Sesuai aturan standar pemasangan transformator distribusi (SPLN D3.002-1 : 2007) bahwa persentase beban yang di perbolehkan pada operasional transformator distribusi di indonesia maksimal sebesar 80%. Maka dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa penggunaan transformator distribusi di area penelitian masih memenuhi standar operasi.

Analisis Beban

Untuk menganalisis beban pada transformator, maka dibuat uraian perhitungan seperti di bawah ini:

Menentukan ratio beban (Load Factor)

Merupakan perbandingan antara beban rata-rata selama selang waktu tertentu dengan beban maksimal dari transformator tersebut.

$$K = \frac{S}{S_r} = \frac{270}{500} = 0,54$$

Menentukan perbandingan rugi tembaga.

Sesuai dengan data spesifikasi rugi-rugi tembaga yang di dapatkan, rugi tembaga pada daya pengenal trafo 500 kVA adalah 4450 watt. Sedangkan rugi beban nol adalah 700 watt. Untuk memperoleh nilai perbandingan rugi tembaga, maka digunakan persamaan 2.13. sebagai berikut:

$$\begin{aligned} d &= \frac{\text{rugi tembaga pada daya pengenal}}{\text{Rugi beban nol}} \\ &= \frac{4450}{700} \\ &= 6,36 \end{aligned}$$

Menentukan kenaikan temperatur top oil

Untuk mengetahui besarnya nilai kenaikan temperatur top oil, diperlukan parameter sebagai masukan, meliputi: faktor beban (K), rasio Rugi-rugi (d), dan konstanta untuk jenis pendingin. Perhitungan kenaikan temperatur top oil menggunakan persamaan 2.12.

$$\Delta\theta_b = \Delta\theta_{br} \left[\frac{1 + dK^2}{1 + d} \right]^x$$

*Untuk ONAN $\Delta\theta_{br} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $x = 0,9$

$$\begin{aligned} \Delta\theta_b &= 55 \left[\frac{1 + 6,36 (0,54^2)}{1 + 6,36} \right]^{0,9} \\ &= 55 \left[\frac{1 + 6,36 (0,292)}{1 + 6,36} \right]^{0,9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 55 \left[\frac{1 + (1.855)}{1 + 6,36} \right]^{0,9} \\
&= 55 \left[\frac{2.855}{7,36} \right]^{0,9} \\
&= 55 \times 0,426 \\
&= 23,43 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

Menentukan selisih temperatur hot spot dengan top oil

Untuk mengetahui besarnya nilai selisih temperatur hot spot dengan top oil, di lakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.14.

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br}) K^{2y}$$

* Untuk ONAN $\Delta\theta_{cr} = 78 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\Delta\theta_{br} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$
dan $y = 0,8$

$$\begin{aligned}
\Delta\theta_{td} &= (78 - 55) 0,54^{2(0,8)} \\
&= 23 \times 0,373 \\
&= 8,581 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

Menentukan temperatur hot spot

Temperatur hot spot adalah suhu terpanas didalam belitan transformator. Metode perhitungan suhu ini memerlukan masukan berupa nilai suhu lingkungan sekitar, suhu temperatur top oil, dan selisih antara temperatur hot spot dengan temperatur top oil. Untuk menentukan besarnya temperatur hot spot, di lakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned}
\theta_c &= \theta_a + \Delta\theta_{on} + \Delta\theta_{td} \\
&= 29 + 23,43 + 8,58 \\
&= 61,01 \text{ } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa suhu temperatur pada titik panas transformator sebesar $61 \text{ } ^\circ\text{C}$

Menghitung Laju Penuaan Isolasi

Untuk mengetahui besarnya nilai kenaikan temperatur top oil, di lakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.12.

$$\begin{aligned}
V &= 10^{(\theta_c - 98)/19,93} \\
&= 10^{(61 - 98)/19,93} \\
&= 10^{(-1,856)} \\
&= 0,014
\end{aligned}$$

Menghitung Susut Umur

Untuk menentukan perkiraan susut umur transformator, di asumsikan bahwa bebannya konstan dengan kondisi beban *real*, sebesar 269,84 kVA disebabkan pengaruh penurunan isolasi belitan saja tanpa memperhitungkan pengaruh yang lain dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L &= \frac{1}{3 \times 24} \left\{ V_0 + \sum 4V_{odd} + \sum 2V_{even} + V_n \right\} \times 100 \% \\
&= \frac{1}{3 \times 24} \{ 0,014 + 4(0,014 \times 12) + 2(0,014 \times 12) + 0,014 \} \times 100 \% \\
&= \frac{1}{3 \times 24} \{ 1,0339 \} \times 100 \% \\
&= 1,43 \%
\end{aligned}$$

Menentukan Perkiraan Umur Pemakaian

Umur relatif penggunaan transformator yaitu

30 tahun dari pemasangan pertama. Sesuai dengan data *historis*, bahwa transformator yang diteliti mulai beroperasi sejak tahun 2003, apabila di asumsikan umur pakai transformatornya 30 tahun, maka batas wajar pemakaiannya tersisa 18 tahun. maka umur dari transformator tersebut :

$$\begin{aligned} \text{Sisa Umur} &= 100 \% - \text{Susut Umur} \\ &= 100 \% - 1,43 \% \\ &= 98,57 \% \end{aligned}$$

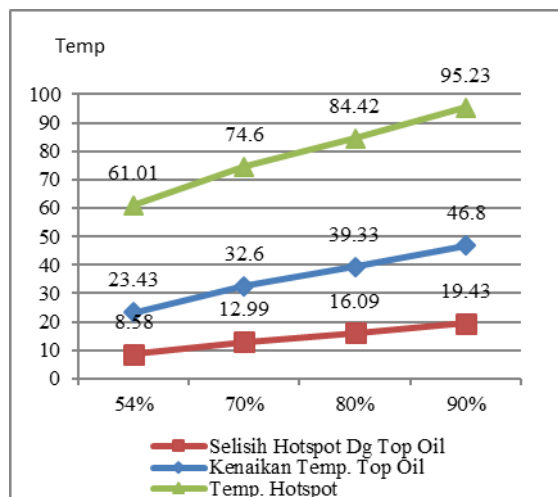
$$n = \frac{98,57}{100} \times 18 \text{ tahun} = 17,7 \text{ tahun} \quad (212 \text{ bulan})$$

Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur

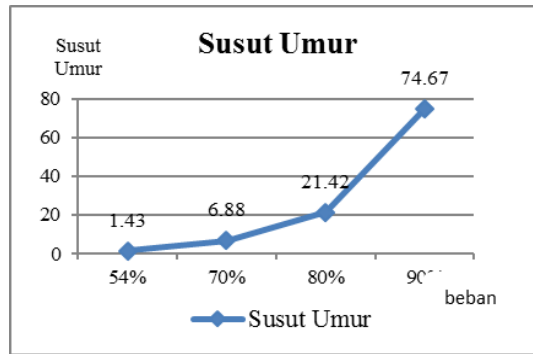
Untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap susut umur transformator, maka dilakukan pengasumsian kenaikan beban sebesar 54 %, 70%, 80%, 90%. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4. Hasil perhitungan

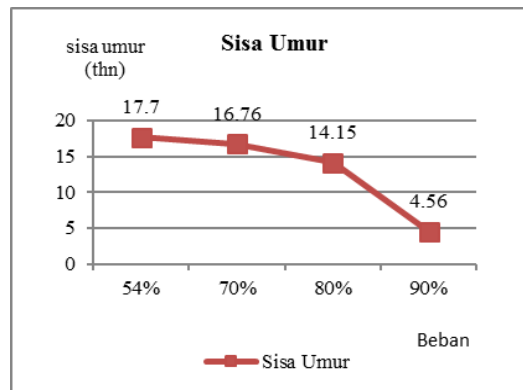
No	Persent Beban	$\Delta\theta_b$ (°C)	$\Delta\theta_{td}$ (°C)	θ_c (°C)	V	L (%)	n (thn)
1.	54 %	23.4	8.5	61.0	0.01	1.43	17.7
2.	70 %	32.6	12.9	74.6	0.07	6.88	16.76
3.	80 %	39.3	16.0	84.4	0.21	21.42	14.15
4.	90 %	46.8	19.4	95.2	0.73	74.67	4.56



Gambar 4. Grafik Hubungan antara pembebanan dengan temperatur



Gambar 5. Grafik Hubungan antara pembebanan dengan susut umur



Gambar 6. Grafik Hubungan antara pembebanan dengan sisa umur

berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.2, 4.3, 4.4, dapat disimpulkan bahwa besarnya pembebanan pada transformator sangat mempengaruhi kenaikan temperatur transformator tersebut. Semakin tinggi pembebanan, maka kenaikan temperatur pun akan semakin tinggi. Hal ini sangat berpengaruh terhadap susut umur transformator. Dengan kata lain, *“pembebanan, kenaikan temperatur transformator, dan susut umur adalah variable yang saling berkaitan”*.

Hubungan antara susut umur transformator dengan sisa umur adalah berbanding terbalik, semakin besar susut umur maka semakin pendek sisa umur operasional dari transformator. Sebaliknya, semakin rendah susut umur, maka semakin panjang sisa umur operasional transformator. Dari hasil

pengolahan data *real* diatas dapat diketahui umur operasional transformator tersisa 12,5 tahun. data ini dapat dijadikan acuan bagi perusahaan terkait untuk menyiapkan jadwal pemeliharaan transformator agar dapat mengantisipasi terjadinya kerusakan lebih awal terhadap transformator tersebut.

KESIMPULAN DAN PENGEMBANGAN

Kesimpulan

Berdasarkan proses yang telah dilakukan pada penelitian ini, dimulai dari perhitungan dan analisis, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Dari penelitian ini terlihat bahwa pembebanan merupakan variabel utama

dari penentuan susut umur transformator, dari pembebanan tersebut menimbulkan kenaikan temperatur yang dapat mempercepat laju penuaan umur transformator.

2. Hasil penelitian dari percobaan untuk pembebanan sesuai data yang didapatkan (53.96 %) diperoleh susut umur sebesar 1.43 %.
3. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa sisa umur operasional transformator distribusi yang di teliti tersisa 17,7 tahun dengan laju penyusutan umur sebesar 1.43 %.
4. Hasil penelitian susut umur yang didapatkan diatas, hanya berasal dari pengaruh penurunan kemampuan isolasi akibat pemanasan dari pembebanan dan suhu sekitas saja, belum memperhitungkan dari pengaruh yang lain yang dapat mengakibatkan penambahan laju penyusutan umur.

Pengembangan

Ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk pembahasan studi kasus susut umur transformator selanjutnya antara lain:

1. Agar penelitian dilakukan pada jenis transformator distribusi yang berbeda, seperti transformator jenis pendingin air atau transformator dengan tipe kering.
2. Agar penelitian selanjutnya dapat membahas kasus susut umur transformator

dengan data penelitian dan variabel yang lebih terperinci dan mendalam seperti, menganalisis susut umur trafo berdasarkan dari kualitas bahan isolasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Zuhal. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung, ITB
- PLN. 2003. *Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga*. SPLN
- Purnama Sigid. 2009 *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga*. Universitas Diponegoro. Semarang
- PLN. 1979. *Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak*. SPLN 17.
- Naiborhu G. Riana. 2010. *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Trafo Tenaga*. Jakarta. Universitas Trisakti.
- A. Aris munandar, S. Kuwahara, *Buku pegangan Teknik Tenaga Listrik*, Jilid III, Jakarta : Pradnya Paramita 1980
- Wuwung Janny Olly. 2010. *Pengaruh Pembebanan Terhadap Kenaikan Suhu Pada Belitan Transformator Daya Jenis Terendam Minyak*. Jurnal TEKNO/Volume 07.
- APEI. 2006. *Materi kursus Uji Keahlian Bidang Teknik Tenaga Listrik*. Kualifikasi : Ahli Madya.
- Sulasno. 2001. *Distribusi Tenaga Listrik*. Semarang : Badan penerbit UNDIP.
- Bambang Djaja. 1994. *Distribution & Power Transformator*. Surabaya : B & Dr

RANCANG BANGUN ROBOT PENGIKUT GARIS BERBASIS ARDUINO DAN MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH

Riki Bagja & Hardi Purnama Nurba

ABSTRAK

Mobile Robot merupakan suatu bentuk robot bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan secara otonom. Robot memiliki berbagai jenis pengendalian, ada robot yang bergerak secara otomatis dan ada juga yang digerakan secara jarak jauh (*remote*). Robot yang bergerak secara otomatis digerakan oleh sistem terprogram yang ditanamkan pada kontroler untuk menghasilkan keluaran tertentu. Robot Line Follower ini merupakan salah satu robot kendaraan otomatis.

Robot line follower ini menggunakan sensor garis sebagai pembaca masukan untuk menggerakkan robot. Sensor membaca garis berwarna hitam dan dasar jalur berwarna putih. Sensor mengeluarkan logika rendah atau tinggi sebagai masukan ke mikrokontroler untuk diproses.

Kontroler pada robot ini adalah mikrokontroler ATmega328 yang dipadukan dengan komponen lainnya menjadi modul atau kit Arduino. Program menerjemahkan masukan untuk menggerakkan roda kendaraan. Dimana dalam robot ini kita bisa mengatur besar kecepatan perputaran rodanya tanpa harus melakukan program pada mikrokontroler.

Kata kunci : *Robot, Sensor garis, Mikrokontroler, Arduino.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi mikrokontroler yang sangat pesat yang pada akhirnya mengantarkan kita pada suatu era teknologi robotika yang membuat kualitas manusia semakin tinggi. Berbagai robot canggih, sistem keamanan rumah, telekomunikasi dan sistem komputer banyak menggunakan mikrokontroler sebagai unit pengontrol utama. Tentunya hal ini dimaksudkan untuk lebih mempermudah manusia untuk melakukan pekerjaan atau aktivitasnya sehari-hari.

Saat ini perkembangan teknologi robotika telah

mampu meningkatkan Kualitas maupun Kuantitas produksi di berbagai pabrik. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Salah satu robot yang paling banyak diminati adalah jenis Mobil Robot.

Salah satu mobil robot yang dibuat yaitu menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang dikemas dalam modul arduino. Adapun jenis robot yang digunakan pada tugas akhir ini adalah robot pengikut garis atau dikenal juga dengan nama line follower robot (Robot pengikut garis).

TINJAUAN PUSTAKA

Arduino

Arduino adalah prototipe elektronik untuk chip mikrokontroler Atmel AVR yang bersifat *open source*. Sampai saat ini *software* Arduino terus dikembangkan, begitu juga dengan *board Arduino*. Saat ini telah banyak beredar dengan bebas *board* yang kompatibel dengan Arduino, bahkan beberapa diantaranya telah dilengkapi dengan fasilitas yang lebih baik dan lebih lengkap dibanding dengan yang *board Arduino* yang aslinya.

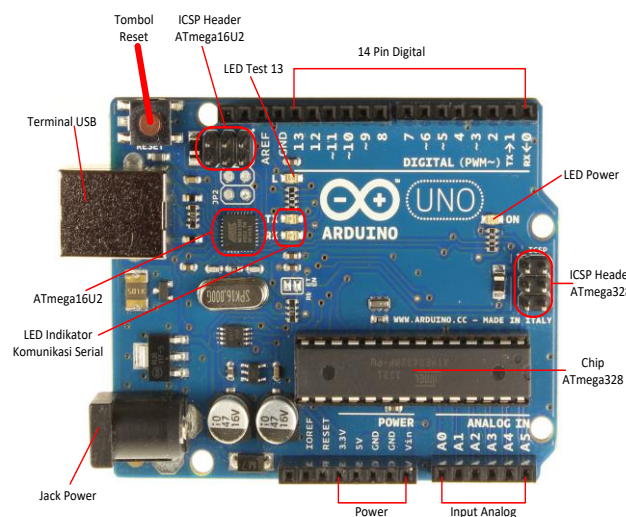
Arduino UNO

UNO berasal dari bahasa Italy yang berarti SATU. Arduino UNO merupakan *board* yang menggunakan chip mikrokontroler ATmega328 sebagai pusat kendalinya. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output, juga dilengkapi dengan 6 input analog, osilator eksternal dengan menggunakan kristal 16MHz, konektor USB, jack untuk *power supply*,

header untuk ICSP, dan tombol reset.

Arduino UNO dapat diberi sumber tegangan dengan menggunakan USB dari komputer maupun menggunakan baterai atau power supply tambahan dari luar melalui *jack power*. Pada Arduino UNO, telah dilengkapi dengan fasilitas pemilihan sumber listrik secara otomatis, sehingga tidak perlu dilakukan pengaturan *jumper* lagi untuk memilih sumber listrik. Pengaturan sumber listrik secara otomatis ini berguna untuk menghindari kesalahan atau kelupaan untuk mengatur *jumper* pemilihan sumber listrik untuk *board Arduino UNO*.

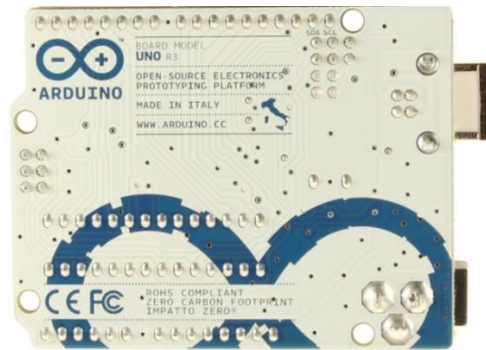
Sampai saat ini Arduino telah melakukan revisi Arduino UNO yang sebelumnya, sehingga kehandalan board lebih terjamin. Untuk model board versi terbaru dari Arduino UNO adalah versi atau *release 3*. Posisi serta nama fitur yang terdapat pada *board Arduino UNO* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Arduino UNO versi 3, tampak depan

Sebagai penanda, untuk versi atau revisi dari model *board* Arduino, dapat dilihat pada

bagian belakang dari PCB Arduino.



Gambar 2 Arduino UNO versi 3, tampak belakang

Seluruh chip mikrokontroler yang terdapat pada board Arduino UNO dapat juga diisi melalui ICSP Header dan tentunya dengan

tambahan downloader AVR eksternal, dengan catatan bahwa semua *bootloader* yang berada dalam chip tersebut akan terhapus.

Tabel 1 Ringkasan Arduino UNO R3

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan kerja	5V
Tegangan input	7-12VDC (direkomendasikan)
Tegangan input	6 – 20VDC (maksimum)
Pin digital I/O	14 pin (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai PWM)
Pin input analog	6 pin
Arus DC setiap I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50mA
Memori flash	32KB (0,5KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Kecepatan Cclock	16MHz

Arduino UNO dapat diberi sumber listrik melalui koneksi USB atau dengan menggunakan catudaya eksternal. Untuk catudaya eksternal dapat menggunakan *power supply* atau menggunakan baterai yang dihubungkan melalui *jack power*. *Jack power*

yang digunakan mempunyai terminal positif yang berada di tengah dengan model plug 2,1mm.

Software Arduino

Arduino merupakan *open source* elektronik

berbasis mikrokontroler Atmel AVR. Arduino menyediakan dua aplikasi utama yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Saat ini Arduino telah digunakan oleh jutaan pemakai diseluruh dunia dengan berbagai versi *board*. Dengan menggunakan board Arduino maka seluruh pekerjaan yang berkaitan dengan mikrokontroler Atmel AVR akan mudah dilakukan.

Selain perangkat keras berupa *board* atau kit PCB yang telah terpasang komponen pendukungnya, Arduino juga menyediakan perangkat lunak (*software*) untuk membuat program aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah dikenal secara umum yaitu bahasa pemrograman C dan C++.

Konfigurasi dan penggunaan perangkat lunak Arduino sangat mudah bila dibandingkan dengan perangkat lunak yang lainnya. Pada

Arduino juga telah dilengkapi sejumlah pustaka (*library*) pendukung sehingga pengguna Arduino tidak perlu membuat *library* yang baru.

Penggerak Robot

Untuk dapat menggerakkan dapat digunakan berbagai jenis motor. Pada tugas akhir ini digunakan Motor DC sebagai penggerak robotnya yang dikendalikan oleh chip motor driver dengan tipe L298. Arah dan kecepatan pergerakan robot dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler tipe ATmega328 yang telah terpasang pada kit Arduino.

Motor DC

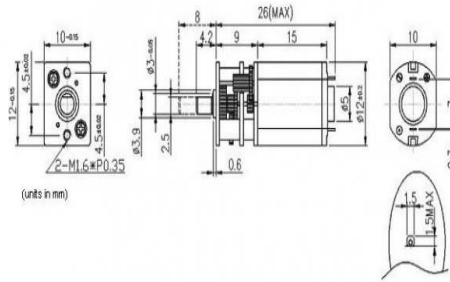
Agar motor dapat bergerak maka digunakan komponen Motor DC atau dikenal juga dengan nama motor arus searah.



Gambar 3 Motor DC dilengkapi dengan gear motor

Bila output motor digunakan secara langsung maka putaran motor akan sangat cepat tetapi torsiya kecil. Salah satu teknik untuk meningkatkan tenaga dari motor DC secara

mekanik adalah dengan cara menambahkan *gearbox* pada bagian output dari motor DC tersebut.



Gambar 4 Dimensi Motor DC dilengkapi dengan Gearbox

Kemudi Motor DC

Untuk mengemudikan atau menjalankan motor dc secara efektif dan dapat dengan cepat merespon instruksi dari mikrokontroler maka dibutuhkan perangkat kemudi motor DC.

Banyak jenis kemudi motor DC, diantaranya menggunakan transistor. Saat ini kemudi motor dc telah banyak yang dikemas dalam chip, diantaranya adalah chip dengan tipe L298 yang mampu mengendalikan motor DC sampai

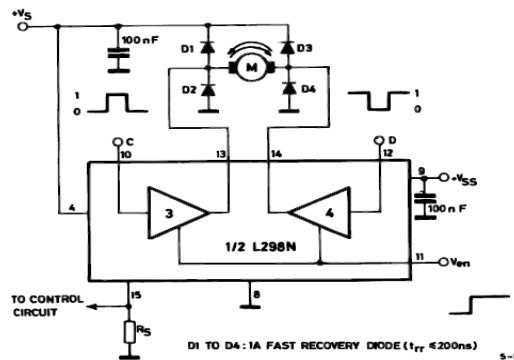
dengan 48 VDC dan arus sebesar 4A. Pada chip L298 terdapat 2 paket kemudi motor DC yang dikonfigurasi dengan konsep H-Bridge dan kecepatannya dapat diatur dengan menggunakan konsep modulasi lebar pulsa yang dikenal dengan istilah *Pulse Width Modulation* (PWM).

Berdasarkan datasheet diketahui bahwa L298 mempunyai cara kerja berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2 Pengaturan gerakan motor

Input		Fungsi
Ven = H	C = H ; D = L	Maju (<i>Forward</i>)
	C = L ; D = H	Mundur (<i>Reverse</i>)
	C = D	Motor Berhenti (<i>brake</i>)
Ven = L	C = X ; D = X	Motor Berhenti (<i>free runing stop</i>)
L = Low		H = High
		X = Don't care

Untuk skematik dasar dari tabel cara kerja L298 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Skema dasar L298 sebagai pengontrol motor

Dari skematik dasar L298 inilah diperoleh tabel pengendali untuk motor DC atau motor arus searah. Skematik di atas hanya merupakan salah satu bagian dari dua motor driver. Untuk yang sebelumnya lagi mempunyai konsep yang sama hanya posisi pinnya saja yang berbeda.

Sensor Inframerah

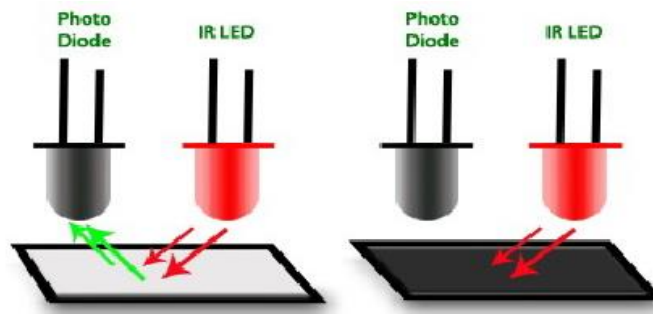
Pada dasarnya, sensor garis merupakan sensor warna yang dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan untuk membaca garis dengan prinsip pemantulan cahaya. Sensor garis dapat dibuat dengan beberapa cara. Cara yang dilakukan untuk membuat sensor garis pada rancang bangun robot pengikut garis ini adalah dengan menggunakan beberapa komponen elektronika, seperti *Light Emitting Diode* (LED), Photodiode, *Light Depend Resistor* (LDR), komparator, atau IC sensor warna.

Pada dasarnya, sensor warna merupakan aplikasi dari teori gelombang cahaya. Pada gelombang cahaya, kita mengenal adanya spektrum cahaya. Dalam spektrum cahaya tersebut, terdapat beberapa warna dengan

panjang gelombang dan frekuensi tertentu. Dengan menggunakan warna tertentu, frekuensi cahaya ini kemudian diolah menjadi sebuah energi yang digunakan oleh semikonduktor untuk dapat mengalirkan listrik. Dengan frekuensi yang cukup, semikonduktor dapat memiliki cukup energi untuk mengalirkan electron (atau arus listrik) sehingga semikonduktor dapat menjalankan sistem.

Sensor dapat dianalogikan sebagai mata dari robot yang berfungsi untuk membaca garis hitam dari jalur yang akan digunakan. Dengan menggunakan sensor maka robot mampu mengetahui kapan akan akan maju atau mundur dan juga tahu kapan berbelok kekanan dan juga kapan akan berbelok ke kiri.

Sensor yang umum dipakai untuk robot pengikut garis adalah *sensor inframerah* yang dipasang pada bagian depan bawah dari robot. Sensor harus mampu mengetahui garis terang dari latar belakang gelap atau sebaliknya. Sensor penerima cahaya inframerah yang biasa digunakan adalah photo dioda dan photo transistor yang dipasang dua atau lebih pada bagian depan bawah dari robot pengikut garis.



Gambar 6 Prinsip kerja sensor inframerah

Prinsip kerja sensor sangat sederhana, ketika pemancar (*transmitter*) berupa LED infrared yang memancarkan cahaya pada bidang berwarna putih. Cahaya akan dipantulkan hampir semuanya oleh bidang berwarna putih. Ketika LED inframerah memancarkan cahaya ke bidang yang berwarna gelap atau hitam maka cahaya akan banyak diserap oleh bidang gelap tersebut sehingga cahaya yang masuk ke bagian penerima (*receiver*) akan sedikit atau bahkan tidak ada.

Agar mampu dibaca oleh mikrokontroler maka tegangan sensor harus disesuaikan dengan level tegangan digital yaitu 0VDC – 1VDC untuk logika Low dan 3VDC sampai 5VDC untuk logika High.

ADC Pada Arduino

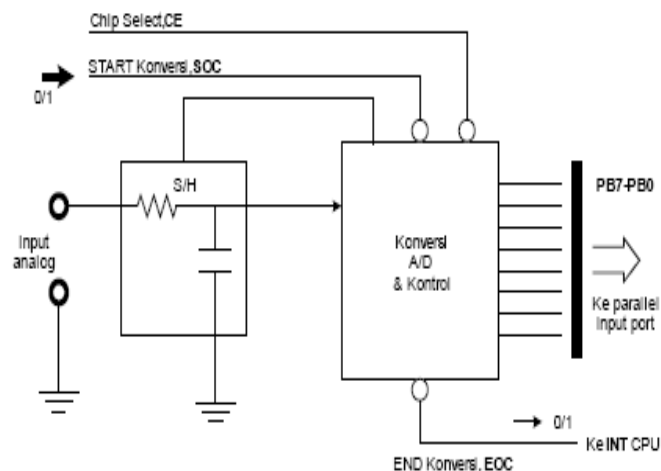
Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal

digital. ADC ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpankan ke suatu sistem minimum. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation conversion* (SAC) atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat.

Secara umum Rangkaian di dalam IC ADC memiliki 2 bagian utama, yaitu:

- Bagian *Sampling* dan *Hold*, yang berfungsi menangkap atau menahan tagangan analog input sesaat untuk seterusnya diumpankan ke rangkaian pengonversi.
- Rangkaian Konversi A/D (plus rangkaian kontrolnya).

Gambar dibawah ini menggambarkan bagaimana aliran sinyal analog diubah ke sinyal digital.

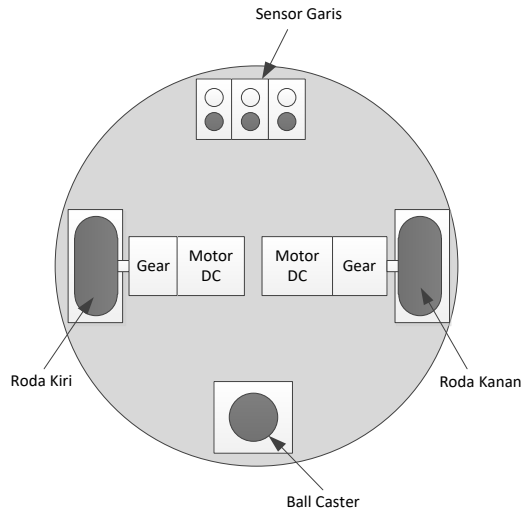


Gambar 7 Diagram ADC Secara Umum.

bagaimana cara mendesain mekanik robot pengikut garis yang sederhana dan tepat guna. Untuk menyederhanakan sistem mekanik tetapi tidak mengurangi fungsinya maka digunakan sistem *chasis* yang sederhana yaitu berupa

lempengan plat aluminium dengan harapan lebih mudah dibentuk dan lebih ringan.

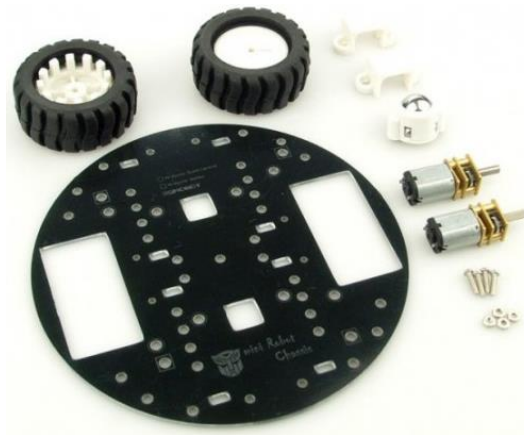
Dibawah ini adalah gambar desain mekanik robot pengikut garis.



Gambar 8 Desain mekanik robot pengikut garis

Untuk membuat perangkat mekanik minimal dibutuhkan komponen:

1. Chasis = 1 unit
2. Gear Motor DC 2 unit
3. Ball Caster = 1 unit
4. Roda = 2 unit
5. Braket = 2 unit
6. Mur dan baut = secukupnya



Gambar 9 Komponen pendukung perangkat mekanik

Setelah seluruh komponen pendukung diperoleh maka dirakit menjadi satu kesatuan seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 10 Perangkat mekanik telah di rakit

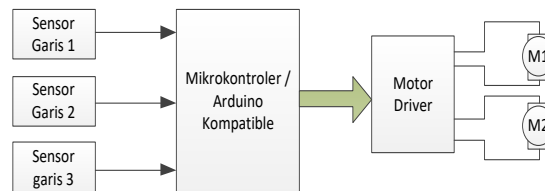


Gambar 11 Perangkat mekanik dan elektronik

Perancangan Perangkat Elektronik

Perancangan perangkat elektronik untuk robot pengikut garis dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah modul pengendali untuk

keseluruhan sistem menggunakan Arduino compatible, motor driver, motor DC dan sensor garis yang ditampilkan pada gambar dibawah ini..



Gambar 12 Diagram blok robot pengikut garis

Dari diagram blok untuk rangkaian elektronik dari robot pengikut garis dapat diketahui bahwa dibutuhkan 3 sensor garis, modul Arduino atau yang compatible seperti DFRobot Romeo All in One, motor driver untuk mengemudikan atau menggerakkan motor dan

tentu saja menggunakan 2 unit motor DC sebagai perangkat untuk menggerakkan robot pengikut garis.

Modul DFRobot Romeo All in One

Didalam DFRobot Romeo All in One terdapat sebuah rangkaian ADC (Analog to digital converter) yang menjembatani antara sensor dan modul Arduino, ADC ini berfungsi sebagai

pengubah sinyal Analog yang dideteksi oleh sensor dan dirubah menjadi sinyal digital.

Dibawah ini adalah Gambar modul Arduino yang digunakan sebagai modul utama dalam perancangan DFRobot All In One.



Gambar 13 Modul DFRobot Romeo All in One

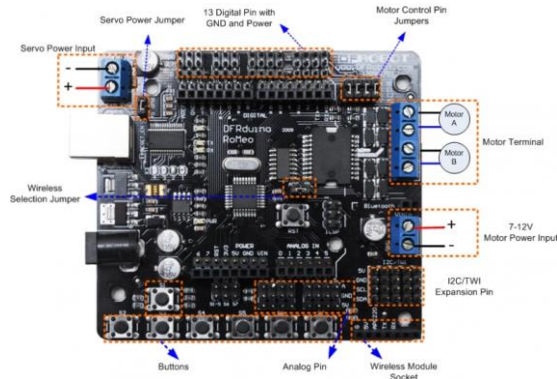
Modul DFRobot Romeo All in One ini dirancang untuk dapat digunakan pada perangkat robot karena telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas tambahan seperti motor driver L298, terminal untuk input output dan terminal untuk komunikasi *wireless*. Sebenarnya DFRobot Romeo All in One merupakan pengembangan dari modul Arduino UNO, sehingga seluruh fitur yang terdapat pada Arduino UNO juga terdapat pada modul DFRobot Romeo All in One.

Adapun fitur-fitur atau spesifikasi yang terdapat pada Dfrobot Romeo All in One adalah sebagai berikut:

- Kompatibel dengan arduino UNO dan menggunakan mikrokontroler Atmega328 sebagai pusat pengontrolannya
- Mempunyai 14 kanal digital I/O

- Memiliki 6 kanal *pulse width modulation* (PWM) untuk untuk mengkonversi tegangan digital menjadi tegangan analog.
- Dilengkapi 8 kanal Analog I/O
- Antar muka dengan komputer menggunakan USB yang dapat digunakan untuk memprogram modul itu sendiri.
- Dilengkapi 7 tombol untuk digital input
- Dilengkapi dengan 2 kemudi (*driver*) untuk motor DC
- Tegangan kerja sekitar 7VDC sampai 12VDC
- Mempunyai tegangan keluaran 5VDC dan 3,3VDC
- Dimensi : 90 x 80mm

Untuk detail fungsi-fungsi setiap bagian dari Dfrobot Romeo All in One dapat dilihat pada gambar berikut.



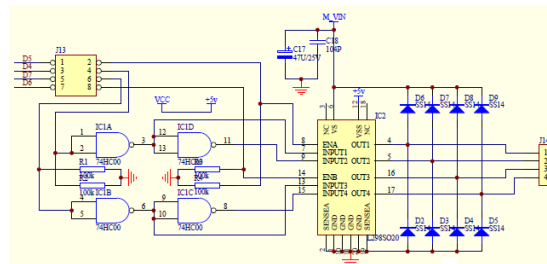
Gambar 14 Rincian fitur DFRobot Romeo All in One.

Kemudi Motor DC

Agar robot dapat bergerak maka dibutuhkan komponen elektro mekanik yaitu berupa motor DC. Karena motor yang digunakan pada robot berupa motor DC maka dibutuhkan komponen elektronik yang dapat mengemudikan atau menjalankan motor DC. Untuk menghindari gangguan yang berasal dari motor DC itu sendiri maka perlu ditambahkan perangkat proteksi yang berupa dioda yang dipasang pada

setiap output dari chip L298. Setiap output akan dipasang 2 dioda yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan dari output L298 tidak melebihi dari tegangan sumber yang akan digunakan.

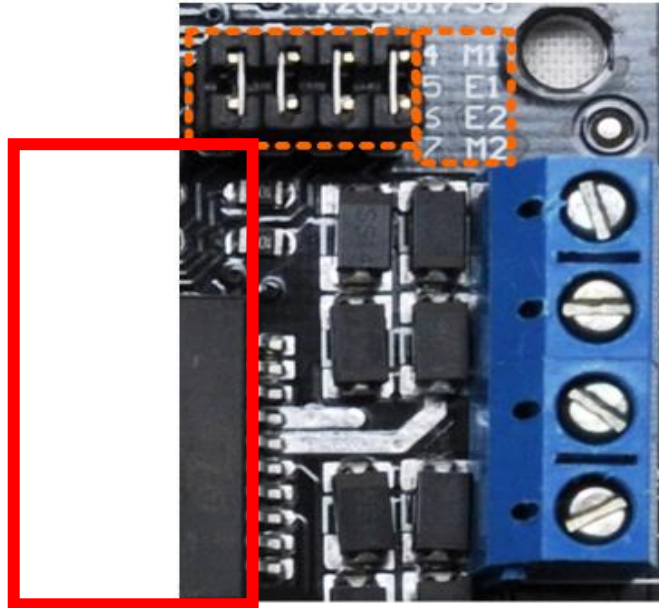
Pada gambar di bawah menunjukkan skematik dari motor driver L298 yang terhubung dengan mikrokontroler yang terdapat pada modul DFRobot Romeo All in One.



Gambar 15 Skematik motor driver L298

Pin D4, D5, D6 dan D7 yang terdapat pada konektor J13 akan terhubung pada mikrokontroler Atmega328 yang terdapat pada DFRobot Romeo All in One. Melalui pin inilah instruksi dari mikrokontroler akan diterima dan diolah lebih lanjut untuk menggerakkan motor. IC1 dengan tipe 74HC00 merupakan chip yang berisi 4 buah gerbang NAND. IC ini dikonfigurasi sehingga data dari arduino dapat

diteruskan pada driver motor L298. IC ini juga berfungsi untuk meminimalisasi penggunaan pin dari modul Arduino. Komponen D2 sampai D9 berfungsi sebagai proteksi agar tidak ada tegangan yang melebihi dari tegangan sumber. Dioda ini juga berguna untuk menghindari gangguan yang muncul dari motor DC seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 16 Terminal untuk 2 unit motor DC

Kapasitor C1 dan C18 yang terhubung pada tegangan masukan untuk motor (*VIN*) berguna untuk menjaga agar sumber tegangan tetap stabil dan juga berfungsi sebagai filter untuk sumber tegangan motor. Terminal J14 berfungsi sebagai terminal untuk 2 unit motor DC. Pada terminal J14 terdapat 4 pin yaitu pin 1, 2, 3 dan 4. Pin 1 dan 2 dihubungkan pada motor DC yang pertama sedangkan pin 3 dan 4 dihubungkan pada motor DC yang ke dua.

Sensor Garis

Agar robot dapat bergerak mengikuti garis yang berungsi sebagai jalur lintasan pergerakan robot maka dibutuhkan sensor yang mampu mendeteksi garis. Agar robot dapat berjalan dengan baik sesuai dengan lintasan maka dibutuhkan lebih dari satu sensor. Pada tugas akhir ini digunakan 4 unit sensor untuk pendeteksi garis seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 17 Sensor pendeteksi garis

Pada saat sensor mendeteksi garis berwarna maka akan dihasilkan tegangan sekitar

5VDC, yang berarti akan menghasilkan logika High. Bila sensor tidak mendeteksi garis maka

tegangan yang dihasilkan oleh output dari sensor berkisar 0VDC, yang berarti berlogika Low.

Perancangan Perangkat Lunak

Robot pengikut garis memiliki kemudi (*driver*) sebanyak 2 unit roda yang masing-masing

digerakkan oleh motor DC.

Gerakan Dasar Robot Pengikut Garis

Untuk robot pengikut garis paling tidak memiliki beberapa gerakan dasar yang dapat dilakukan oleh robot seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3 Gerakan dasar robot pengikut garis

Gerakan	Keterangan
Maju	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan yang sama.
Belok kiri	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan motor kanan lebih besar daripada motor kiri.
Belok kanan	Motor kiri dan motor kanan berputar maju dengan kecepatan motor kanan lebih kecil daripada motor kiri.
Mundur	Motor kiri dan motor kanan berputar mundur dengan kecepatan yang sama.
Stop	Motor kiri dan kanan berhenti.

Algoritma Robot Pengikut Garis

Karena sensor pendeteksi garis yang akan digunakan untuk robot pengikut garis berjumlah 3 unit sensor, maka semua gerakan robot dapat ditentukan oleh pembacaan seluruh sensor tersebut.

Bila sensor berada tepat di atas jalur maka hasil pembacaannya akan bernilai 1 atau berlogika high dan bila sensor tidak mendeteksi garis

maka hasil pembacaannya akan bernilai 0 atau berlogika Low.

Contoh keputusan yang dapat diambil untuk dijadikan algoritma pemrograman untuk robot pengikut garis berdasarkan hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Keputusan yang dapat diambil berdasarkan pembacaan sensor

Hasil Sensor	Contoh keputusan yang dapat diambil
010	Jalur tepat di tengah, robot bergerak lurus atau maju.
011	Jalur agak menyimpang ke kiri, robot belok kanan.
001	Jalur menyimpang ke kiri, robot belok kanan.
110	Jalur agak menyimpang ke kanan, robot belok kiri.
100	Jalur menyimpang ke kanan, robot belok kiri.
101	Robot terap maju sesuai dengan perintah sebelumnya.
000	Robot keluar jalur. Robot berjalan mundur.
111	Kemungkinan ada perempatan. Robot bergerak lurus

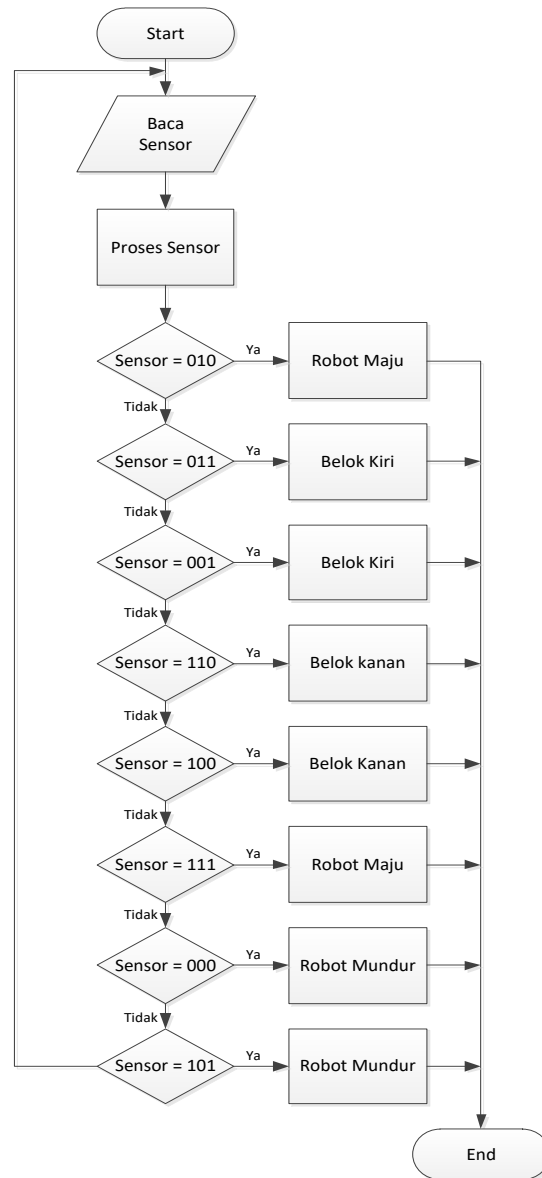
Jika seluruh sensor tidak mendeteksi jalur sehingga hasil pembacaan sensor adalah “000”, maka robot harus bergerak atau berjalan mundur dengan tujuan untuk kembali ke jalur sebelumnya.

Terdapat berbagai algoritma yang dapat dilakukan untuk mencari jalur, salah satu algoritma sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan menyimpan hasil keputusan terakhir robot. Misalnya jika sebelumnya robot sedang berusaha untuk belok ke arah kiri sebelum kehilangan jalur, maka saat jalur menghilang robot dapat diperintahkan untuk

berputar ke arah kanan untuk kembali ke jalur demikian juga sebaliknya jika robot sebelumnya berusaha menikung ke kanan maka robot dapat diperintahkan untuk belok ke arah kiri.

Bila sebelumnya robot sedang bergerak maju dan kemudian jalur menghilang maka robot dapat diperintah untuk bergerak mundur.

Dari tabel di atas dapat dibuat diagram alir untuk kode program Arduino sebagai berikut.



Gambar 18 Diagram alir robot pengikut garis

Pembacaan sensor harus dilakukan secara terus menerus dengan interval waktu tertentu. Jika robot telah berjalan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dan analisa keseluruhan sistem dari robot pengikut garis.

Tabel di bawah berikut menunjukkan besar tegangan yang terdapat pada seluruh sistem robot pengikut garis. Pada bagian ini akan dilakukan pengujian seluruh sumber tegangan analog dan digital yang terdapat pada modul DFRobot Romeo all in One.

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian Tegangan Sumber dan Tegangan Digital

Tabel 5 Pengukuran tegangan analog dan digital

Titik yang diukur	Besar Tegangan (V)	Keterangan
Tegangan Baterai	7.8 V	Tegangan sumber untuk keseluruhan sistem.
Tegangan masukan (Vin)	7.4 V	Tegangan pada titik masukan (Vin)
Tegangan Digital	4.9 V	VCC atau +5V
Tegangan Masukan Motor (M_VIN)	7.4 V	Tegangan diukur pada titik masukan untuk driver motor L298 (M_VIN)
Tegangan Logika High	4.9 V	Tegangan diukur pada pin I/O yang terdapat pada modul Arduino pada saat sedang berlogika high
Tegangan Logika Low	0.1V	Diukur pada pin I/O yang terdapat pada modul Arduino pada saat berlogika Low

Pengujian Sensor Pendeteksi Garis

Setelah melakukan pengujian sensor maka pengukuran yang dilakukan selanjutnya adalah pada bagian sensor pendeteksi garis . Ada 3

sensor pengikut garis yang digunakan dan tegangan yang dihasilkan pada setiap sensor dirangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 6 Pengukuran Sensor Garis

Sensor	Logika	Tegangan
Sensor 1	LOW	0.1 V
	HIGH	4.8 V
Sensor 2	LOW	0.15 V
	HIGH	4.8
Sensor 3	LOW	0.1 V
	HIGH	0.1 V

Logika high diperoleh pada saat sensor infra merah berada di atas garis lintasan berwarna gelap atau hitam, sedangkan logika Low diperoleh pada saat sensor infra merah berada pada bidang berwarna putih.

Pengujian Motor Driver

Untuk mengukur tegangan yang terdapat pada output motor driver dapat dilakukan pada output 1, 2, 3 dan 4 yang terdapat pada pin dari chip L298.

Tabel 7 Pengukuran tegangan pada output motor driver L298

Output Driver	Gerakan	Tegangan
Motor 1	Maju	4,9 VDC
	Belok Kanan	2,5 VDC
	Belok Kiri	2,4 VDC
	Mundur	3 VDC
Motor 2	Maju	4,8 VDC
	Belok Kanan	2,6 VDC
	Belok Kiri	2,3 VDC
	Mundur	2.9 VDC

Analisa Sistem Keseluruhan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pengukuran besaran listrik yang terdapat pada titik pengukuran maka dapat dibuat suatu analisa bahwa seluruh komponen yang digunakan untuk robot pengikut garis telah memenuhi syarat yang dibutuhkan.

Semakin besar tegangan yang di terima oleh motor DC maka semakin cepat pula putaran motor DC, begitu juga sebaliknya yaitu semakin kecil tegangan yang terima oleh motor DC maka semakin pelan juga putaran motor. Bila putaran motor semakin pelan maka gerakan robot juga akan semakin melambat,

Setelah melakukan pengujian dari seluruh gerakan yang dihasilkan oleh robot dapat diketahui dengan pasti bahwa DFRobot Romeo All in One dapat digunakan sebagai modul untuk robot pengikut garis.

Sensor Garis dapat bekerja dengan baik dan

level tegangan yang dihasilkan oleh setiap sensor dapat langsung digunakan dan diolah sebagai sinyal masukan (*input*) untuk mikrokontroler Atmega328 yang terdapat pada board DFRobot Romeo All in One.

Garis berwarna gelap atau hitam atau jalur yang berfungsi sebagai lintasan robot dapat dideteksi dengan baik oleh sensor pendeteksi garis. Level tegangan yang dihasilkan oleh sensor pendeteksi garis untuk logika High berkisar $\pm 4,9V$. Level tegangan yang dihasilkan oleh sensor pendeteksi garis untuk logika Low berkisar $\pm 0,1 V$.

Pada rangkaian digital level tegangan untuk logika Low biasanya berkisar pada area 0,1V sampai 0,8V dan untuk level tegangan berlogika High biasanya berkisar pada area 3V sampai 5V.

Berdasarkan analisa dari hasil pengukuran seluruh sensor di atas dapat disimpulkan bahwa sensor pendeteksi garis dapat digunakan sebagai sensor untuk robot pengikut garis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan pengujian alat perangkat keras dan perangkat lunak serta pengujian secara keseluruhan terhadap robot pengikut garis (*Line Follower Robot*) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot pengikut garis dapat bekerja dengan baik dan dapat berjalan pada lintasan atau jalur yang berwarna hitam.
2. Modul atau kit Arduino atau DFRobot Romeo All in One dapat digunakan sebagai kendali utama untuk robot pengikut garis.
3. Satu chip tipe L298 dapat digunakan untuk mengemudikan dua motor DC dengan baik.
4. Sensor infra merah dapat diterapkan untuk membaca garis yang akan digunakan sebagai jalur atau jalan dari robot pengikut garis.
5. Jarak antar sensor berpengaruh terhadap kemampuan robot pengikut garis dalam menghadapi sudut belokan. Jarak sensor yang pendek memungkinkan robot berbelok pada sudut belok yang lebih kecil.
6. Kecepatan gerak robot pengikut garis ini tidak dapat dipercepat maupun diperlambat sesuai dengan kebutuhan.
7. Perubahan warna jalur pemandu dari putih menjadi hitam masih dapat dimungkinkan, hanya diperlukan perubahan pada perangkat lunak saja.

Saran

Berdasarkan pengamatan terhadap hasil rancangan ini, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut.

1. Jumlah sensor infra merah sebagai pendeteksi garis dapat ditambah, agar lebih presisi dalam menentukan garis pandu.
2. Robot pengikut garis dapat berjalan pada lintasan atau garis berwarna putih dan juga garis lintasan berwarna hitam.
3. Dilengkapi dengan sensor pembaca kecepatan putaran motor dan arah putaran motor seperti sensor rotary encoder.
4. Sistem kontrol dapat menggunakan sistem yang lebih kompleks seperti kontrol *proporsional*, kontrol *Integral*, kontrol *Derivatif* (*PID*) maupun menggunakan teknik *Fuzzy Logic*.
5. Apabila dibutuhkan agar laju robot pengikut garis dapat dipercepat maupun diperlambat, maka dapat menggunakan sistem penggerak Motor DC dengan teknik pengaturan PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

<http://.cc/en/Hardware>.

<http://arduino.cc/en/Main/Hardware>.

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

www.arduino.cc

David Cook, Robot Building for Beginners, Apress, TIA: Technology In Action, New York, 2009.

John-David Warren, Josh Adams, Harald Moole, Arduino Robotics, Apress, TIA:

- Technology In Action, New York, 2011.
- Massimo Banzi, Getting Started with Arduino, 2nd edition, O'Reilly, USA, 2011.
- Muchlas, Rangkaian Digital, Gava Media, Yogyakarta, Indonesia, 2005.
- Syahban Rangkuti, Mikrokontroler Atmel AVR: Simulasi dan Praktek Menggunakan ISIS Proteus dan CodeVisionAVR, Informatika, Bandung, Indonesia, 2011.
- Taufiq Dwi Septian Suyadhi, Build Your Own Line Follower Robots, CV. Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia, 2008.
- Taufiq Dwi Septian Suyadhi, Buku Pintar Robotika: Bagaimana Merancang & Membuat Robot Sendiri, CV. Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia, 2010.
- Widodo Budiharto, Membuat Sendiri robot Cerdas, Elex Media Komputindo, Jakarta, Indonesia, 2009.
- Winarno & Deni Arifianto, Bikin Robot itu Gampang, Kawan Pustaka, Jakarta, Indonesia, 2011.

ANALISIS KELUHAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NORDIC BODY MAPS* (NBM) UNTUK MENCEGAH MUSCULOSKELETAL DISORDER (MSDs)

(Studi Kasus pada Pekerja Produksi PD. Setiabudhi Mandiri Bandung)

Sukmastuti¹, Ade Geovania Azwar²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP

Email : sukmastuti123@gmail.com

ABSTRACT

One of the ergonomics problems in workers is monotonous work rhythm or continuous and repetitive. This is mostly found in small and medium company where there are still work in manual without machines. This has the potential to cause musculoskeletal complaints. There is a complaint in the muscles, tendons, and nerves caused by work with high intensity and repetitive. These complaints are usually termed with Musculoskeletal Disorder (MSDs). As is the case with PD. Setiabudhi Mandiri Bandung, small companies in the field of food, production workers do their work monotonically and without machines helping. In initial observations, workers work with improper postures such as bowing and bending over 7 hours working so workers can cause complaints of musculoskeletal disorders in workers. This research is descriptive in nature to determine the level of MSDs complaints and work risk assessment. For the MSDs complaint level was used Nordic Body Maps (NBM) questionnaire while for the risk assessment was used Rapid Entire Body Assessment (REBA) method. The results of this study showed complaints on the body parts of the neck (90%), shoulders (90%), wrists (80%), lower back (80%), and upper back (60%) the most and often complained of workers. For work posture risk, a score of 6 is obtained, which means medium risk where are needed immediate investigation and change.

Keywords: *Ergonomics, Musculoskeletal Disorder (MSDs), Nordic Body Maps (NBM).*

ABSTRAK

Salah satu masalah ergonomi pada pekerja adalah ritme kerja monotonis atau terus-menerus dan berulang. Hal ini banyak ditemukan pada usaha kecil dan menengah dimana masih belum adanya alat bantu kerja sehingga pekerja mengerjakan semua pekerjaan secara manual tanpa bantuan mesin. Hal ini berpotensi memunculkan keluhan muskuloskeletal. Keluhan ini merupakan keluhan pada otot, tendon, dan syaraf yang diakibatkan oleh pekerjaan dengan intensitas tinggi dan berulang. Keluhan ini biasa diistilahkan dengan keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs). Seperti halnya pada PD. Setiabudhi Mandiri Bandung, perusahaan kecil menengah dalam bidang makanan, dimana para pekerja produksi melakukan pekerjaannya secara monotonis dan tanpa bantuan dari mesin. Dalam pengamatan awal, para pekerja bekerja dengan postur yang tidak ergonomi seperti menunduk dan membungkuk selama 7 (tujuh) jam kerja sehingga dapat menimbulkan keluhan gangguan muskuloskeletal pada pekerja. Penelitian ini bersifat deskriptif untuk mengetahui tingkat keluhan MSDs dan penilaian risiko kerja. Untuk tingkat keluhan MSDs digunakan kuesioner Nordic Body Maps (NBM) sedangkan untuk penilaian risiko digunakan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Hasil dari penelitian ini menunjukkan keluhan pada bagian tubuh leher (90%), bahu (90%), pergelangan tangan (80%), punggung bawah (80%), dan punggung atas (60%) paling banyak dan sering dikeluhkan pekerja. Untuk risiko postur kerja dari proses kerjanya didapatkan skor 6 yang berarti berisiko menengah dimana dibutuhkannya investigasi dan perubahan segera.

Kata Kunci : *Ergonomi, Musculoskeletal Disorder (MSDs), Nordic Body Maps (NBM).*

PENDAHULUAN

Salah satu masalah ergonomi yang terjadi

adalah pada pekerja yang terus-menerus atau

berulang. Beban kerja yang terus menerus dan

berulang ini dapat mengakibatkan keluhan muskuloskeletal. Keluhan muskuloskeletal atau merupakan keluhan pada otot, tendon, dan saraf yang diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan intensitas tinggi dan waktu istirahat yang kurang. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal [3]. Pekerjaan terus menerus dan berulang ini dilakukan oleh pekerja produksi di PD. Setiabudhi Mandiri. PD. Setiabudhi Mandiri merupakan unit Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) pembuatan dan penjualan makanan khas Bandung berupa Cilok goreng, Cilok kukus, Baso, dan Batagor. Adapun jumlah pekerja produksi adalah 10 orang dengan komposisinya sebanyak 4 orang bekerja pada penusukan cilok dengan tusuk bambu serta 6 orang dalam pembuatan cilok.

Berdasarkan informasi awal, didapatkan bahwa permintaan konsumen harian minimal 8000 tusuk cilok. Jam kerja karyawan yaitu dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB. Semakin tinggi permintaan cilok, maka semakin banyak waktu kerja yang dibutuhkan, sehingga pekerja mengalami aktivitas monotonis dalam jangka waktu tersebut. Para pekerja sering mengeluhkan gangguan pada otot, sakit pinggang, maupun sakit punggung. Keluhan-keluhan ini jika berlangsung dalam jangka panjang tanpa adanya penanganan dapat mengakibatkan kelainan otot-rangka atau *Musculoskeletal*

Disorders (MSDs). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keluhan MSDs yang dialami oleh pekerja dan dapat memberikan usulan untuk mengurangi keluhan MSDs pekerja produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang didalamnya terdapat berbagai aspek dan karakteristik manusia (kemampuan, kelebihan, keterbatasan, dan lain-lain) yang relevan dalam konteks kerja, serta memanfaatkan informasi yang diperoleh dalam upaya merancang produk, alat, mesin, lingkungan, dan sistem kerja yang terbaik [4].

1. Sikap Tubuh dalam Bekerja

Sikap tubuh dalam bekerja merupakan gambaran tentang anggota tubuh, kepala dan posisi badan (kaki dan tangan) baik dalam hubungan antar bagian tubuh maupun letak pusat gravitasi. Faktor-faktor yang berpengaruh meliputi inklinasi vertikal badan, sudut persendian, tangan dan kaki, kepala, serta derajat penambahan maupun pengurangan bentuk tulang belakang. Faktor-faktor tersebut akan menentukan efisien atau tidaknya sikap tubuh dalam bekerja. Sikap tubuh bisa dikatakan efisien jika [9] :

- a. Menempatkan tekanan yang seimbang pada bagian-bagian tubuh yang berbeda,
- b. Membutuhkan sedikit usaha otot untuk bertahan,
- c. Terasa nyaman bagi masing-masing orang.

2. Keluhan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs)
Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15 - 20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20 %, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot [3].

3. *Nordic Body Maps* (NBM)

Nordic Body Map merupakan salah satu metode pengukuran subjektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner checklist ergonomi. Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang

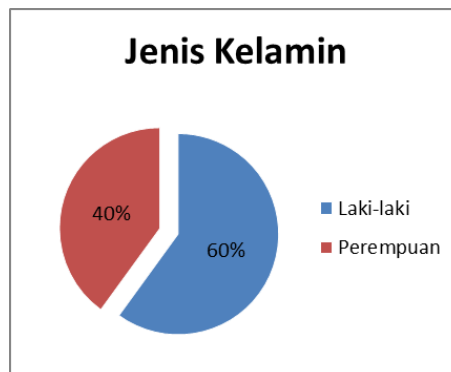
paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi [2].

Cara pengukurannya yaitu responden mengisi kuesioner diminta untuk menunjukkan ada atau tidaknya gangguan pada 9 bagian tubuh. Keluhan pernah dirasakan dalam kurun waktu 12 bulan kebelakang atau sering dirasakan dalam minggu-minggu terakhir. Setelah menentukan tingkat keluhan, responden merasakan apakah penyebab rasa sakit akibat pekerjaan atau tidak. Kemudian dilakukan analisis dan keluhan akibat pekerjaan saja yang dapat di proses [4].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dan menggunakan kuesioner data demografi serta kuesioner *Nordic Body Maps* (NBM) dengan narasumber pekerja produksi di PD. Setiabudhi Mandiri. Hasil kuesioner direkapitulasi sesuai keluhan yang dirasakan.

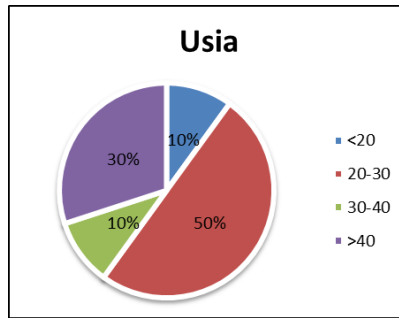
Hasil Data Demografi Pekerja



Gambar 1. Distribusi Responden Menurut Jenis Kelamin

Berdasarkan gambar 4.2, dapat terlihat bahwa responden dalam penelitian berdasarkan jenis kelamin terdiri dari 6 orang laki-laki atau 60%

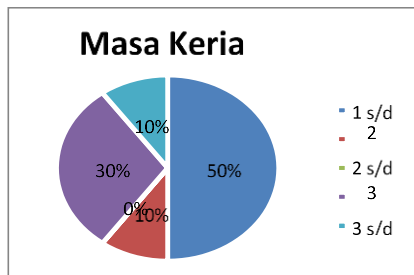
dan 4 orang perempuan atau 40%. Maka jumlah pekerja atau responden adalah 10 orang.



Gambar 2. Distribusi Responden Menurut Usia

Berdasarkan gambar 4.3, dapat terlihat bahwa responden terdiri dari 1 orang (10%) berusia dibawah 20 tahun, 5 orang (50%) berusia 20 s/d 30 tahun, 1 orang (10%) berusia 30 s/d 40 tahun, dan 3 orang (30%) berusia lebih dari 40

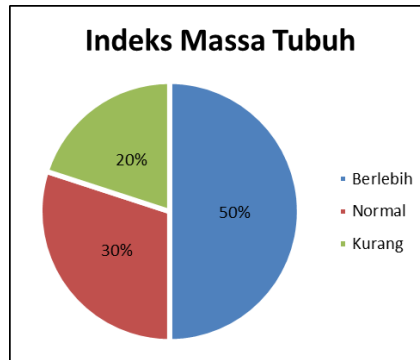
tahun. Kelompok umur 20 s/d 30 tahun menjadi yang terbanyak yaitu 50% dan umur dibawah 20 dan diatas 40 tahun menjadi kelompok umur terendah yaitu 10%.



Gambar 3. Distribusi responden menurut masa kerja

Berdasarkan gambar 3, dapat terlihat bahwa berdasarkan masa kerjanya responden terdiri dari 5 orang (50%) telah bekerja dengan rentang 1 s/d 2 tahun, 1 orang (10%) telah bekerja dengan rentang 2 s/d 3 tahun, 3 orang (30%) telah bekerja 4 s/d 5 tahun, dan 1 orang (10%) telah bekerja lebih dari 5 tahun. Rentang lama kerja paling banyak adalah 1 s/d 2 tahun mencapai 50% dan rentang kerja 2 s/d 3 tahun serta diatas 5 tahun merupakan

yang terendah yaitu 10%. Para pekerja merupakan pekerja dari luar daerah bandung sehingga saat libur panjang tiba, pekerja yang mudik ke kampung halaman sering tidak kembali lagi sehingga pekerja dengan masa kerja lebih dari 5 tahun menjadi sedikit. Para pekerja perempuan pun sering mengajukan cuti hamil dan melahirkan hingga 6 bulan atau lebih. Sehingga pekerja wanita pun tidak ada yang memiliki masa kerja diatas 5 tahun.



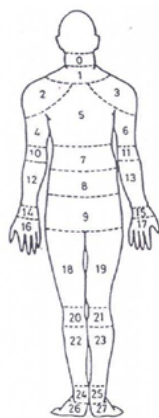
Gambar 4. Distribusi responden menurut Indeks Massa Tubuh (IMT)

Berdasarkan gambar 4, dapat terlihat bahwa responden menurut Indeks Massa Tubuh (IMT) memperlihatkan 5 orang (50%) memiliki IMT berlebih atau gemuk, 3 orang (30%) memiliki IMT normal, dan 2 orang (20%) memiliki IMT kurus. Paling banyak IMT yang dimiliki pekerja yaitu IMT berlebih/gemuk sebanyak 50%.

Deskripsi pekerjaan yang dilakukan

responden yaitu 6 orang pekerja laki-laki melakukan pembelian bahan baku dan menjalankan proses produksi sedangkan 4 orang pekerja perempuan melakukan penusukan cilok dengan tusuk bambu dan mempacking produk hingga siap diambil oleh pemesan atau pembeli. Permintaan cilok rata-rata sebanyak 8000 tusuk per hari dan dalam 1 pack berisi 300 tusuk cilok.

Hasil Kuesioner Nordic Body Maps (NBM)



Apakah Anda mempunyai keluhan nyeri selama 12 bulan terakhir pada anggota tubuh berikut?	Hanya dijawab jika jawaban pada kolom 1 ya		
	Apakah dalam 12 bulan terakhir, masalah tersebut mengakibatkan Anda tidak dapat bekerja secara normal?	Apakah Anda mempunyai masalah yang sama pada 7 hari terakhir?	Apakah menurut Anda masalah tersebut berhubungan dengan pekerjaan Anda disini?
0 Leher <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
1,2,3 Bahu <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
10, 11 Siku <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
14,15 Pergelangan tangan <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
5, 7 Punggung atas <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
8,9 Punggung bawah <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
18,19 Paha (salah satu atau keduanya) <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
20,21 Lutut (salah satu atau keduanya) <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
24, 25 Pergelangan Kaki (salah satu atau keduanya) <input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya

Gambar 5. Kuesioner Nordic Body Maps (NBM)

(Sumber: Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014)

Tabel 1. Tingkat Keluhan Muskuloskeletal dengan kuesioner NBM

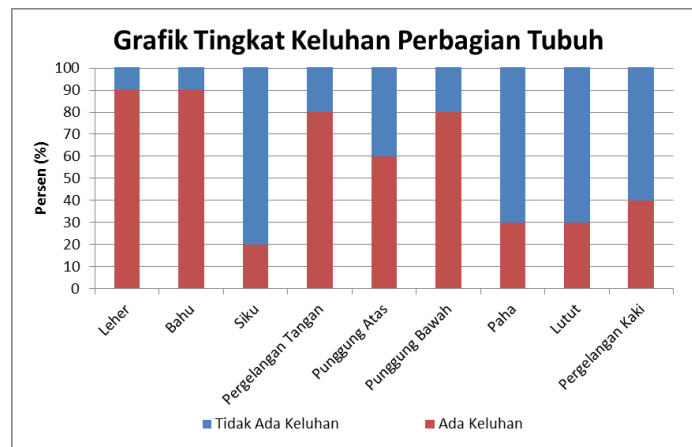
No	Jenis kelamin	Subjek	Usia	Keluhan yang Dirasakan									Banyak Keluhan	Persen (%)	Kategori Keluhan
				Leher	Bahu	Siku	Pergelangan Tangan	Punggung atas	Punggung Bawah	Paha	Lutut	Pergelangan Kaki			
1	Perempuan	Responden 1	>40 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	4	40	Sedang
2	Perempuan	Responden 2	30-40 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	4	40	Sedang
3	Perempuan	Responden 3	>40 tahun	Biru	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	3	30	Sedang
4	Perempuan	Responden 4	>40 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	4	40	Sedang
5	Laki-laki	Responden 5	20-30 tahun	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	7	70	Berat
6	Laki-laki	Responden 6	20-30 tahun	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah	7	70	Berat
7	Laki-laki	Responden 7	20-30 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	6	60	Berat
8	Laki-laki	Responden 8	<20 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	7	70	Berat
9	Laki-laki	Responden 9	20-30 tahun	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	4	40	Sedang
10	Laki-laki	Responden 10	20-30 tahun	Merah	Merah	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	Biru	6	60	Berat
Jumlah				9	9	2	8	6	8	3	3	4			
Persen (%)				90	90	20	80	60	80	30	30	40			

Keterangan: Merah = Ada keluhan, Biru = Tidak ada keluhan

Gambar 6. Grafik tingkat keluhan perbagian tubuh pekerja produksi PD. Setiabudhi Mandiri

Pada tabel dan gambar grafik distribusi keluhan dapat terlihat bahwa terdapat keluhan MSDs pada para pekerja. Keluhan yang paling banyak di keluhkan pekerja adalah bagian leher dan bahu sebanyak 90% atau 9

pekerja. Selanjutnya bagian pergelangan tangan dan punggung bawah sebanyak 80% atau 8 orang pekerja. Bagian tubuh yang paling sedikit dikeluhkan adalah bagian siku sebanyak 20% atau 2 orang.



Gambar 7. Grafik keluhan pada responden

Dari gambar terlihat bahwa keluhan paling banyak dirasakan responden 5, 6, dan 8 dimana responden tersebut merupakan pekerja pria. Hal ini berarti pekerja pria lebih banyak merasakan keluhan dibandingkan pekerja wanita. Hal ini dimungkinkan terjadi karena

pada produksinya, pekerja wanita melakukan penusukan cilok dan pengepakan sedangkan pekerja laki-laki melakukan pembelian dan memproses bahan baku hingga menjadi bahan jadi.

Tabel 2. Tingkat keseringan keluhan

No	Letak Tubuh	12 Bulan Terakhir	7 Hari Terakhir	Persentase (%)
1	Leher	9	7	78
2	Bahu	9	6	67
3	Siku	2	0	0
4	Pergelangan Tangan	8	5	63
5	Punggung Atas	6	4	67
6	Punggung Bawah	8	7	88
7	Paha	3	0	0
8	Lutut	3	2	67
9	Pergelangan Kaki	4	1	25
Total		52	32	62

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa tingkat keseringan keluhan pada pekerja sebagian besar dirasakan seminggu terakhir sebanyak 62% dan yang paling sering dikeluhkan adalah bagian punggung bawah sebanyak 88% sedangkan bagian tubuh yang paling jarang dikeluhkan adalah bagian siku.

Hasil kuesioner *Nordic Body Maps* (NBM) yang telah diperoleh dari 10 orang responden pekerja produksi yang telah bekerja minimal satu tahun pada bagian produksi menunjukkan bahwa keluhan yang paling banyak dirasakan oleh pekerja yaitu keluhan pada leher dan bahu sebanyak 9 pekerja (90%), keluhan pada pergelangan tangan dan punggung bawah sebanyak 8 pekerja (80%), dan pada punggung atas sebanyak 6 pekerja (60%). Sedangkan keluhan yang paling sedikit dirasakan adalah bagian siku sebanyak 2 pekerja (20%). Keluhan tersebut banyak ditemukan pada perusahaan yang pekerjaannya banyak melakukan aktifitas monotonis selama beberapa jam dan dalam posisi kerja duduk

dan menunduk sehingga menimbulkan keluhan MSDs.

Dalam penelitian ini, diketahui usia rata-rata pekerja adalah berkisar antara 20 s/d 30 tahun, dengan usia pekerja paling muda dibawah 20 tahun dan paling tua diatas 40 tahun. Keluhan otot skeletal biasanya dialami seseorang pada usia kerja yaitu 24 sampai dengan 65 tahun. Biasanya keluhan pertama dialami pada usia 30 tahun dan keluhan akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur [6].

Masa kerja pada penelitian ini diketahui bahwa sebagian besar pekerja memiliki lebih dari satu tahun dengan frekuensi sebanyak 50% orang bekerja selama lebih dari satu tahun, 10% orang lebih dari 2 tahun, 30% orang lebih dari 4 tahun, dan 10% orang lebih dari 5 tahun. Semakin lama waktu seseorang untuk bekerja maka seseorang tersebut semakin besar risiko untuk mengalami MSDs [13].

Hasil penelitian pada pekerja produksi PD. Setiabudhi Mandiri menunjukkan bahwa

sebanyak 5 pekerja (50%) memiliki indeks massa tubuh dengan kategori berlebih, sedangkan yang memiliki indeks massa tubuh kurus sebanyak 2 pekerja (20%). Pengaruh status gizi dengan kejadian MSDs yaitu semakin gemuk seseorang maka akan bertambah besar risiko orang tersebut mengalami kejadian MSDs [10].

Hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar pekerja laki-laki merupakan perokok dan kebiasaan merokok sedang sebanyak 4 pekerja (40%). Kebiasaan merokok membuat kemampuan paru-paru dalam mengkonsumsi oksigen akan menurun, sehingga dengan kurangnya asupan oksigen mengakibatkan kelelahan pada pekerja yang diakibatkan pembakaran karbohidat berkurang dan terjadi penumpukan asam laktat dan menimbulkan nyeri pada otot [14].

KESIMPULAN

Tingkat keluhan MSDs yang dialami oleh pekerja di PD. Setiabudhi Mandiri paling banyak dirasakan pada bagian tubuh leher dan bahu sebanyak 90% pekerja, pergelangan tangan dan punggung bawah sebanyak 80% pekerja, dan punggung atas 60% pekerja. Tingkat Keluhan MSDs yang dialami oleh pekerja produksi di PD. Setiabudhi Mandiri bervariasi dari keluhan sedang hingga berat sehingga dibutuhkan investigasi dan perubahan kerja. Jika dibiarkan akan menyebabkan masalah pada

otot atau MSDs. Tingkat keluhan ini banyak ditemukan pada pekerjaan yang dilakukan dengan duduk dan statis selama berjam-jam atau monotonis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aghnia, Agin Darojatul. 2017. *Pemetaan Keluhan Muskuloskeletal Disorder Berdasarkan Faktor Risiko Pekerjaan Pekerja Produksi Bakso CV Unique Mandiri Perkasa Bekasi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [2] Corlett, E.N and Clark, T.S. 1995. *The Ergonomics of Workspaces and Machine, A Design Manual, 2nd ed.* London: Taylor & Francis.
- [3] Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man, 4th ed.* London: Taylor and Francis Inc.
- [4] Iridiastadi, Hardianto. 2017. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- [5] Nurmianto, Eko. 1998. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi 1, Guna Widya. Jakarta
- [6] Osborne, David J. 2000. *Ergonomic At Works*. New York: John Wiley & Sons.
- [7] Pheasant, S. 1991. *Ergonomics, Work and Health*. Maryland, Gaithersburg; Aspen Publisher, Inc.
- [8] Sinurat, Laurita. 2010. *Gambaran Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja Pembuat Roti di U.D Harum Manis di Kecamatan Medan Tembung*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- [9] Suma'mur. 1996. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*.

- Jakarta: Gunung agung.
- [10] Supariasa. 2001. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran
- [11] Surya, Indra & Yustiavandana, Ivan. 2008. *Penerapan Good Corporate Governance (Mengesampingkan Hak-hak Istimewa Demi Kelangsungan Usaha)*. Jakarta: KENCANA.
- [12] Tambun, Madschen. 2012. Analisis Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs) pada Pekerja Tenun Ulos di Kelurahan Martimbang dan Kelurahan KebunSayur Kota Pematang Siantar Tahun 2012. Depok: Universitas indonesia.
- [13] Tarwaka. 2013. *Ergonomi Industri*. Surakarta: Harapan Baru.
- [14] Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.

ANALISA POROS RODA TRUK KAPASITAS GROSS VEHICLE WEIGHT 8 TON

Rosyid Ridho

Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP

e-mail : rosyidr50@gmail.com

ABSTRAK

Tulisan ini membahas tentang bahan dan rancangan dari poros roda truk yang dikarenakan terjadinya kegagalan dari poros roda truk. Tujuan dari penelitian ini yaitu guna mengetahui penyebab dari kegagalan poros roda truk dan mengetahui optimalisasi rancangan dari poros roda truk 8 ton. Studi pada analisa poros roda truk ini mengacu pada bahan dan rancangan poros, pengujian laboratorium yang dilakukan yaitu uji spektro emisi dan uji tarik statik. Hasil dari uji spektro emisi menunjukkan bahwa material yang digunakan yaitu AISI 1541 dan hasil dari uji tarik mendapatkan kekuatan tarik maksimum 85,45 kg/mm². Dari segi material poros AISI 1541 kurang dari standar disebabkan fosfor kurang dari 0,04 dan sulfur kurang dari 0,05 dan dari segi rancangan poros didapat tegangan geser maksimal 5,16 kg/mm² tidak melebihi tegangan geser izin 6,97 kg/mm². Kesimpulan dari analisa poros roda diduga penyebab dari kegagalan poros yaitu dari material poros yang sudah kurang dari standar dan dari segi rancangan poros dianggap sudah optimal.

Kata kunci: poros roda truk, material poros, rancangan poros.

ABSTRACT

This paper discusses the material and design of the truck axle due to the failure of the truck axle. The purpose of this study is to determine the cause of failure of the axle of the truck and determine the optimization of the design of the 8 ton truck axle. Studies on truck axle analysis refer to the axle material and design, laboratory tests carried out are emissions spectro tests and static tensile tests. The results of the emissions spectro test show that the material used is AISI 1541 and the results of the tensile test get a maximum tensile strength of 85.45 kg /mm². In terms of AISI 1541 shaft material is less than the standard due to phosphorus less than 0.04 and sulfur less than 0.05 and in terms of shaft design the maximum shear stress is 5.16 kg /mm² does not exceed the permit shear stress of 6.97 kg /mm². The conclusion from the analysis of the axle is thought to be the cause of the shaft failure which is the shaft material that is already less than the standard and in terms of shaft design is considered optimal.

Keywords: truck wheel axle, axle material, axle design.

PENDAHULUAN

Truk dapat berjalan atau beroperasi dengan sempurna apabila semua komponen dalam keadaan baik. Salah satu bagian truk adalah poros roda belakang merupakan poros pemutar

roda- roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari differential keroda roda. (rifanli wahab.2016)

Poros menurut istilah dalam bahasa Inggris disebut 3 yaitu shaft, spindle, axle. Shaft

adalah poros dalam pengertian umum dalam ukuran yang relatif besar dan panjang misalnya poros-poros mesin, Spindle dalam pengertian ini biasanya diartikan sebagai poros transmisi misalnya spindle/ obor mesin freis, spindle mesin bor dan lain lain, Axle adalah poros-poros dalam ukuran pendek yang tidak menerima pembebanan puntir dan umumnya dipegang oleh satu pemegang poros atau oleh satu bantalan. (Jefri, 2016)

Poros dapat diklasifikasikan atas beberapa tinjauan berdasarkan jenis pembebanan pada poros yaitu poros transmisi, poros dukung, poros dukung transmisi. Jika berdasarkan arah gaya yang bekerja poros di bagi menjadi 3 yaitu poros radial, poros aksial, poros aksial-radial. (Jefri, 2016)

Pada poros gardan belakang truk 8 ton tersambung pada roda gigi untuk meneruskan daya besar sehingga kejutan berat dalam bentuk torsi akan terjadi. Kejutan besar juga dapat terjadi apabila poros yang sedang berputar secara tiba-tiba mengalami kerusakan di system transmisi sehingga terjadi torsi akibat kelembaman daya. (Noal Rolando Orosa, 2012)

Kegagalan atau kerusakan suatu produk masih sering terjadi yang disebabkan oleh insiden. Kegagalan karena insiden umumnya terjadi karena beban yang melebihi kekuatan komponen atau struktur, misalnya beban kejutan (shock) karena benturan, beban berlebih (over load). Sedangkan kegagalan yang bukan insiden disebabkan karena umur operasi yang telah melampaui kalkulasi desain. (Mesyahril,

2013)

Salah satu bentuk kegagalan dari komponen otomotif adalah kegagalan yang terjadi pada sebuah poros roda belakang (rear axle shaft) kendaraan. Kegagalan tersebut menimbulkan kerugian baik materi dan non materi yang sangat besar , sehingga suatu penelitian pada kasus tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan (root cause of failure) dari batang poros roda. (M.syahril,2013)

Sifat- sifat mekanis suatu material konstruksi berhubungan dengan ketahanan material terhadap besarnya intensitas distribusi gaya dari luar pada saat kondisi operasi. Oleh karena itu, para perancang dan pembuat otomotif juga telah berupaya meningkatkan kualitas rancangan dengan cara mengoptimasi desain. (M.syahril.2013)

Sifat mekanik suatu material yaitu sifat logam yang dikaitkan dengan kelakuan logam tersebut jika dibebani dengan beban mekanik. Penggunaan bahan-bahan teknik secara tepat dan efisien membutuhkan pengetahuan yang luas akan sifat-sifat mekanisnya. Diantara sifat ini yang penting adalah kekuatan, elastisitas, dan kekakuan. (sidiq darmawan.2012)

Konsep tegangan-siklus (S-N) merupakan pendekatan pertama untuk memahami fenomena kelelahan logam. Konsep ini secara luas dipergunakan dalam aplikasi perancangan material dimana tegangan yang terjadi dalam daerah elastis dan umur leleh cukup panjang. (abrianto akuan.2010) Dasar dari metoda s-n

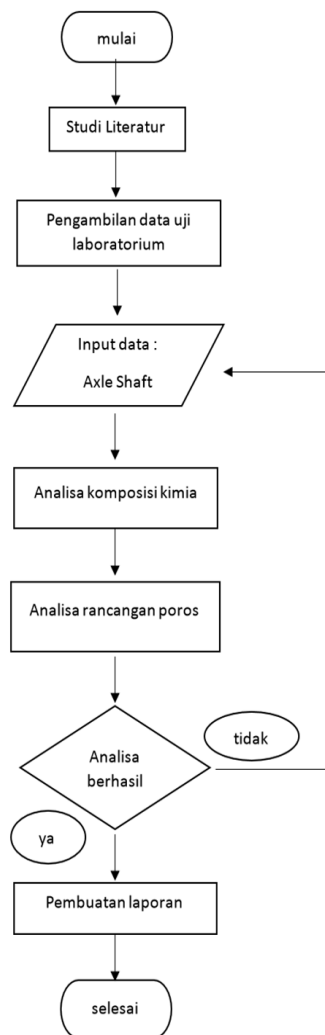
ini adalah diagram wohler atau diagram S-N yang secara eksperimen didapat dari pengujian lelah, lentur, putar dengan tegangan yang bekerja secara fluktuasi secara sinusoidal antara tegangan Tarik dan tekan. (abrianto akuan.2010).

Sebelum membuat suatu mekanisme atau mesin, seorang designer mesin haruslah melakukan perancangan yang berisi perhitungan terhadap gaya gaya yang diduga akan menimpa atau terjadi pada mekanisme

atau mesin tersebut. Dugaan atau asumsi awal yang diambil haruslah logis dan realistis untuk mendapatkan pendekatan yang baik terhadap hasil akhir dari mekanisme atau mesin yang akan dibuat. (syabam setiawan.2018).

Prosedur Percobaan

Penelitian berfokus pada material bahan poros dan juga rancangan poros, maka metode yang digunakan yaitu diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir analisa poros roda truk gw 8 ton

STUDI LITERATUR

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang di temukan dan metode pengumpulan data pustaka, membaca, dan mencatat serta mengolah bahan penelitian. Metode pengumpulan data yang penulis lakukan seperti membeli buku referensi mekanika teknik, elemen mesin, dan lain lain. Ada juga pengumpulan data melalui internet untuk mengumpulkan contoh contoh jurnal yang berhubungan dengan perancangan. Dan juga membaca dan mencatat informasi pendukung seperti spesifikasi kendaraan.

Dari metodologi penulis menggunakan diagram alir, dan untuk konsep dan juga beberapa argumen penulis kumpulkan dari dosen pembimbing dan juga dari teman sejurusan. Sebelumnya penulis menjurus ke pada analisa perpatahan poros roda tetapi seiring waktu penelitian berkembang menjadi perancangan poros roda.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang di butuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data dapat di bedakan dalam beberapa kategori. Jenis jenis data dapat dikategorikan sebagai berikut:

A. Menurut cara memperolehnya

1. Data primer, di sini penulis melakukan pengukuran langsung pada objek poros

yang patah guna mendapat acuan berupa ukuran poros sebelumnya.

2. Data sekunder, di sini penulis mendapatkan data dari internet berupa spek kendaraan dan beberapa jurnal pendukung lainnya.

B. Menurut sumbernya

1. Data internal, di sini penulis mengumpulkan data dari perpustakaan kampus
2. Data eksternal, di sini penulis mendapatkan data atau referensi dari teman sejurusan

C. Menurut sifatnya

1. Data kuantitatif, di sini penulis mengumpulkan data seperti spek kendaraan, ukuran poros dan rumus pendukung perancangan poros.
2. Data kualitatif, di sini penulis mengumpulkan data seperti pengertian poros dan apapun materi pendukung pembuatan tugas akhir kuliah.

Metode Pengumpulan Data

1. Wawancara

Di sini penulis hanya melakukan wawancara ke pada penjual poros yang patah guna mendapat informasi mengenai kejadian dan penyebab patah poros, dan juga wawancaraMachine generated alternative text:kepada teman Yang sudah pernah mengemudikan truk guna

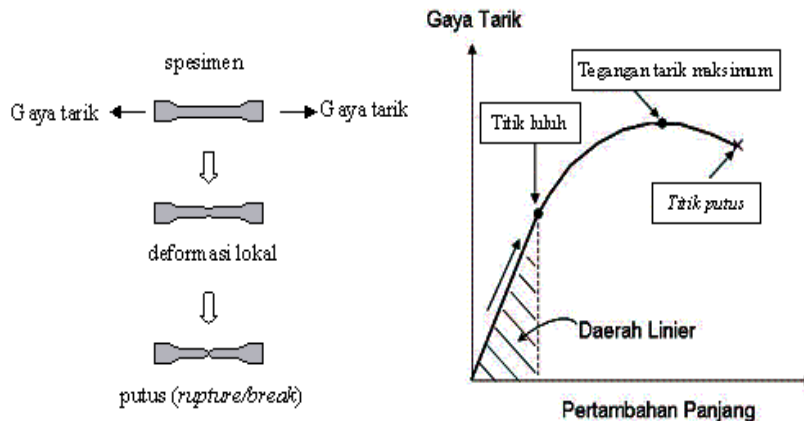
mendapat gambaran kondisi di perjalanan.

2. Observasi

Observasi yang penulis kerjakan di sini yaitu observasi laboratorium guna mendapatkan material penyusun poros roda.

3. Studi dokumen

Di sini penulis melakukan pengumpulan data jurnal yang berkaitan dengan poros roda, jurnal mereka yang telah melakukan penelitian mengenai poros roda.



Gambar 2 Gambaran singkat uji tarik dan datanya

Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut “*Ultimate Tensile Strength*” disingkat dengan UTS, dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum.

Hukum Hooke (*Hooke’s Law*)

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke sebagai berikut:

rasio tegangan (stress) dan regangan (strain) adalah konstan

Stress adalah beban dibagi luas penampang bahan dan *strain* adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan.

$$\text{Stress: } \sigma = F/A$$

F: gaya tarikan,

A: luas penampang

$$\text{Strain: } \varepsilon = \Delta L/L$$

ΔL : pertambahan panjang,

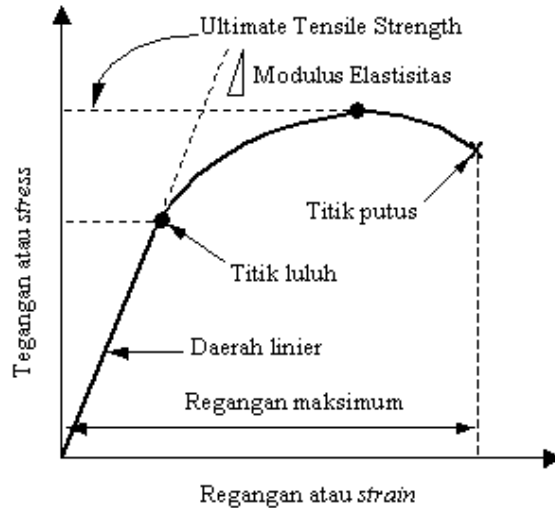
L: panjang awal

Hubungan antara stress dan strain dirumuskan:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

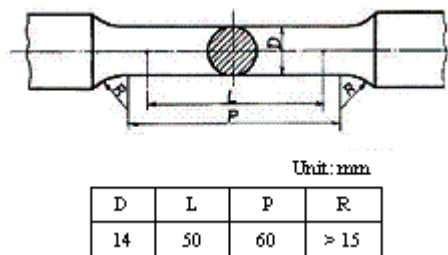
Untuk memudahkan pembahasan, Gbr.1 kita modifikasi sedikit dari hubungan antara gaya tarikan dan pertambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*). Selanjutnya kita dapatkan Gbr.2, yang merupakan kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik. *E* adalah

gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap. *E* diberi nama “*Modulus Elastisitas*” atau “*Young Modulus*”. Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva SS (*SS curve*).

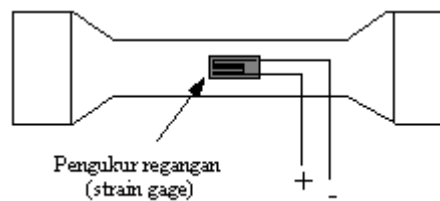


Gambar 3 Kurva tegangan-regangan

Bentuk bahan yang diuji, untuk logam seperti pada Gambar 4 berikut. biasanya dibuat *spesimen* dengan dimensi



Gambar 4 Dimensi spesimen uji tarik (JIS Z2201)



Gambar 5 Ilustrasi pengukur regangan pada spesimen

Perubahan panjang dari spesimen dideteksi lewat pengukur regangan (*strain gage*) yang ditempelkan pada spesimen seperti diilustrasikan pada Gambar 5. Bila pengukur regangan ini mengalami perubahan panjang

dan penampang, terjadi perubahan nilai hambatan listrik yang dibaca oleh detektor dan kemudian dikonversi menjadi perubahan regangan.

HASIL PENGUJIAN

Hasil uji tarik



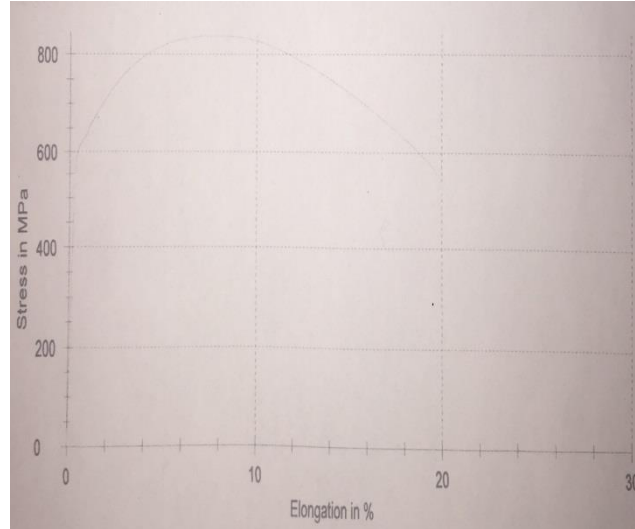
Gambar benda uji

Material : AISI 1541
Tes standar : ASTM 370 :2012
Benda uji : poros roda



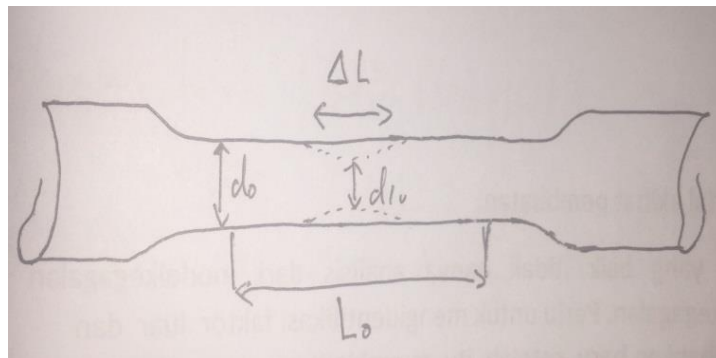
Mesin : ZWICK / ROELL 25T max . capacity
 Test speed : 0,3 1/min
 Pre-load : 0,2 kpsi
 Speed ,yield point : 35 kpsi/min

Grafik uji tarik



Data perhitungan

do : 12,410 mm
 d1u : 7,93 mm
 d2u : 7,93 mm
 mE : 200 Gpa (modulus elastisitas)
 cross-section : 120,96 mm²
 Lo : 50,00 mm
 σ_{0.2} : 7493,20 kgf
 σ_{0.2}² : 61,95 kg/mm²
 Y_{0.2} : 607,5 Mpa (tensile strength, yield)
 Fmax : 10346,57 kgf (force maximum)
 σ_m : 85,54 kg/mm² (tegangan maksimum)
 TS : 838,8 MPa (tensile strength , ultimate)
 Elong.at fracture : 19,7 %
 Z : 59%



Penghitungan Uji Tarik

Satuan (mm)

Do = 12,41 mm

D1u = 7,93 mm

Lo = 50,00 mm

 ΔL = 7,5 mm1. Tegangan tarik maksimum (σ_m)Diketahui : $F_{max} = 10.346,57 \text{ kgf}$ $A_o = 120,96 \text{ mm}^2$ Ditanyakan : $\sigma_m = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } \sigma_m &= \frac{F_m}{A_o} \\ &= \frac{10.346,57}{120,96} \\ &= 85,54 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

 F_{max} = beban tarik maksimal A_o = luas penampang Σ_m = tegangan tarik maksimum

2. Regangan / elongation (e)

Diketahui : $L_f = 57,5 \text{ mm}$ $L_o = 50,0 \text{ mm}$ Ditanyakan : $e = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawaban : } e &= \frac{\Delta L}{L} \times 100\% \\ &= \frac{57,5 - 50}{50} \times 100\% \\ &= 15\% \end{aligned}$$

 L_f = panjang akhir L_o = panjang awal e = regangan

3. Kekuatan luluh (yield strenght)

Diketahui : $\sigma_{o.2} = 7493,2 \text{ kg}$

(besarnya beban di titik yield)

 $A_o = 120,96 \text{ mm}^2$ Ditanyakan : $Y_{o.2} = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } Y_{o.2} &= \frac{\sigma_{o.2}}{A_o} \\ &= \frac{7493,2 \text{ kg}}{120,96 \text{ mm}^2} \\ &= 61,95 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 607,5 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

 $\sigma_{o.2}$ = beban dititik yield A_o = luas penampang $Y_{o.2}$ = kekuatan luluh4. Luas penampang awal (A_o) Cross-sectionDiketahui : $F_m = 10.346,57 \text{ kg}$ $\sigma_m = 85,54 \text{ kg/mm}^2$ Ditanyakan : $A_o = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } A_o &= \frac{F_m}{\sigma_m} \\ &= \frac{10.346,57 \text{ kg}}{85,54 \text{ kg/mm}^2} \\ &= 120,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_o = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 12,41^2$$

$$= 120,96 \text{ mm}^2$$

 F_m = beban tarik maksimal σ_m = kekuatan tarik maksimal A_o = luas penampang awal

5. Beban dititik patah

Diketahui : $\sigma_f = 56,08 \text{ kg/mm}^2$
 $A_t = 49,36 \text{ mm}^2$
 Ditanyakan : $F_{patah} = ?$
 Jawab : $F_{patah} = \sigma_f \cdot A_t$
 $= 56,08 \times 49,36$
 $= 2.768,1 \text{ kg}$
 $A_t = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot U^2$
 $= 3,14/4 \times 7,93^2$
 $= 49,36 \text{ mm}^2$

σ_f = tegangan titik patah
 A_t = luas penampang regangan
 F_{patah} = beban titik patah

Parameter	Standar AISI 1541
Karbon (C)	0,36-0,44
Silikon (Si)	0,1-0,4
Mangan (Mn)	1,35-1,65
Phospor (P)	<0,04
Sulfur (S)	<0,05

Dari analisa komposisi kimia dapat di ambil kesimpulan bahwa :

1. Bahan termasuk dalam baja karbon sedang karena kandungan karbon antara -
2. Bahan porostidak memenuhi StandafAISI dikafenakah kandungan Phospor(P) dan Sulfur (S) kurang dari standar

Analisa komposisi kimia

Komposisi kimia poros menggunakan standar AISI 1541 SAE 1041 (UNS G15410), material yang digunakan AISI 1541 , dimana :

AISI : The American Iron & Steel Institue

1 Adalah baja karbon

5 Adalah unsur paduan

41 adalah kandungan karbon

Dimana hasil yang didapat dari hasil uji spektro adalah :

parameter	Hasil Uji	Metoda Uji
Karbon.....(C)	0,389	Inhouse
Silikon..... (Si)	0,293	methode
Mangan..... (Mn)	1,59	PU-402-01
Phospor..... (P)	0,0157	(Spektro
Sulfur.....S)	0,0152	Emisi)

Dimana standar yang berlaku yaitu : AISI 1541 SAE 1041 (UNS G15410)

Kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil uji kimia spektro di laboratorium B4T (balai besar bahan dan barang teknik) dan bahan tidak termasuk kedalam AISI 1536 dikarenakan kandungan carbon dan mangan kurang dari hasil uji bahan.

Analisa rancangan poros

Spesifikasi

Material yang dipakai : AISI 1541

Kekuatan tarik : 85,45 kg/mm2
 $= 838 \text{ Mpa} \rightarrow 1 \text{ Mpa}=0,101 \text{ kg/mm}^2$

Daya maksimum (jis) ps/rpm : 136/2900
 $= 100,028 \text{ kw/2900 rpm}$

Torsi maksimum (jis) kgm/rpm: 38/1600

Daya tajak (tan ϕ) : 45,5

Final gear rasio : 5.714

As belakang : full floating

Berat kosong truk : 2,5 ton

Berat keseluruhan : 8 ton (GVW)
 Max beban angkut : 5,5 ton

Fc = faktor koreksi
 P = daya maksimum

Daya rencana

$$Pd = fc \cdot P$$

$$= 1,2 \times 100,028 \text{ kw}$$

$$= 120,03 \text{ kw}$$

Fc = 1,2 (karena poros terjadi kejutan pada waktu meneruskan daya)

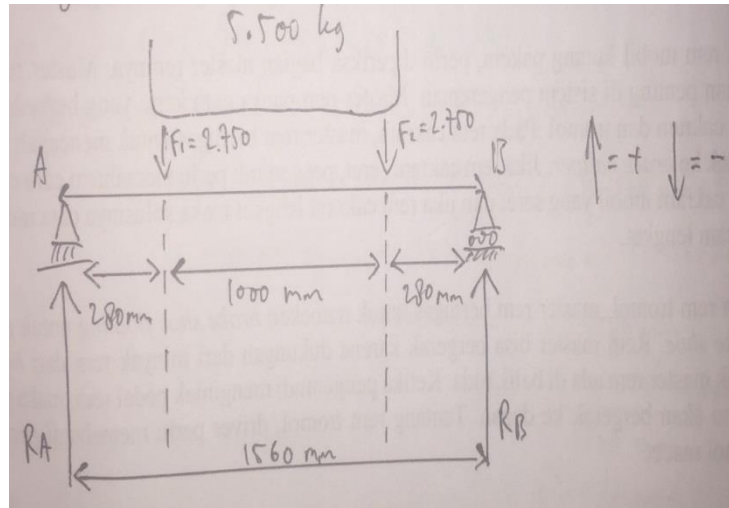
Momen rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{rpm} \text{ (kg .mm)}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{120,03}{2900} \text{ (kg .mm)}$$

$$= 40.313,52 \text{ kg.mm}$$

Pd = daya rencana



Gambar Free Body Diagram

Beban lentur pada roda belakang kiri dan kanan/ Ra & Rb

$$\Sigma Ma = 0$$

$$M1 (Ra) + M2 (f1) + M3 (f2) + M4 (Rb) = 0$$

$$RA \cdot 0 + f1 \cdot 280 \text{ mm} + f2 \cdot 1280 \text{ mm} + Rb \cdot 1560 \text{ mm} = 0$$

$$2750 \text{ kg} \cdot 280 \text{ mm} + 2750 \text{ kg} \cdot 1280 \text{ mm} + Rb \cdot 1560 \text{ mm} = 0$$

$$770.000 \text{ kg.mm} + 3.520.000 \text{ kg.mm} = Rb \cdot 1560 \text{ mm}$$

$$4.290.000 \text{ kg.mm} = Rb \cdot 1560 \text{ mm}$$

$$Rb = 4.290.000 \text{ kg.mm} / 1560 \text{ mm}$$

$$Rb = 2750 \text{ kg}$$

Eliminasi ruas 1 ke ruas 2

$$F1 + F2 - Ra \cdot Rb = 0$$

$$2.750 + 2.750 - Ra \cdot 2750 \text{ kg}$$

$$5.500 - Ra \cdot 2750 \text{ kg}$$

$$Ra = 5500 - 2750$$

$$Ra = 2750 \text{ kg}$$

Bahan poros

AISI 1541 , $\sigma_b = 85,45 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$,
 Sf1 = 7,0 (safety factor)
 Sf2 = 1,75 (filet bulat halus)

Tegangan geser izin

$$\begin{aligned}\tau_a &= 85,45 / (7,0 \times 1,75) \\ &= 6,97 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$C_b = 2,0 \text{ (karena diperkirakan akan terjadi beban lentur)}$$

$$K_t = 1,5 \text{ (faktor koreksi puntir)}$$

Diameter poros

$$D_s = [5,1/\tau_a]$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{(cb.Ma)^2 + (kt.T)^2}^{1/3} \\ &= [5,1/6,97\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{(2,0.2750)^2 + (1,5.40.313,52)^2}^{1/3} \\ &= [0,73\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{30.250.000 + 4.218.697.352,25}^{1/3} \\ &= [0,73 \times 60.719,89]^{1/3} \\ &= 34,15 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen inersia polar

$$\begin{aligned}J &= \pi r^4 / 2 \\ &= \pi d^4 / 32 \\ &= 3,14 \times 34,15^4 / 32 \\ &= 4.270.635,24 / 32 \\ &= 133.457,35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_{maks} &= T.r/J \\ &= 40.313,5 \times 17,075 / 133.457,35 \\ &= 5,16 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

* τ_{maks} kurang dari τ izin maka diameter dari perancangan sudah memenuhi persyaratan

penggunaan

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisa dan uji lab penulis menyimpulkan bahwa :

1. Dari hasil uji kimia spektro material poros termasuk ke pada Baja Karbon Sedang yaitu AISI 1541
2. Material poros kurang dari standar AISI 1541 karena P (phospor) dan S (sulfur) kurang dari yang sudah ditetapkan standar AISI 1541
3. Dari segi perancangan dimensi poros sudah memenuhi syarat penggunaan karena tegangan geser maksimal tidak melebihi tegangan geser yang diizinkan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis ingim mengemukakan saran yaitu :

1. Kemungkinan kurangnya material dari standar di akibatkan oleh kelelahan bahan material dikarenakan phospor dan sulfur kurang memenuhi standar dan harus di lakukan uji kelelahan bahan.
2. Di saat final chek pembuatan poros penulis sarankan agar lebih teliti dalam memeriksa poros
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan Uji kelelahan guna mengetahui penyebab material kurang dari standar.

DAFTAR PUSTAKA

Wahab, Rifanli. (2016). "Analisis Kelelahan

- Axle Shaft Truk Izusu Elf 125 Ps” . [online]. : <https://ejournal.unsrat.ac.id/>. (Tanggal Akses : 14-Januari-2019)
- Jefri. (2016). “Poros”. [online]. : <https://Sarang.Teknikblogspot.com/>. (Tanggal Akses : 1-Juli-2019)
- Rolando, Noal. (2012). “Analisa Kegagalan Rear Axle Shaft Truk Kapasitas 7.5 Ton”. [online]. : <https://lib.ui.ac.id/>. (Tanggal Akses : 1-Juli-2019)
- M.Syahril. (2013).”Analisa Kegagalan Poros Roda Belakang Kendaraan”. [online]. : <https://ejournalmaterialmetalurgi.com/>. (Tanggal Akses : 1- Januari-2019)
- Sidiqarmawan. (2012) .”Sifat Mekanik Suatu Material”.[online].: <https://blog.ub.ac.id/>. (Tanggal Akses : 14-Juli-2019)
- Akuan, Abrianto .(2010).”Batas Kelelahan Logam Konsep S-N (aa)”. [online]. : <https://www.Slideshare.net/>. (Tanggal Akses : 14-Juli-2019)
- E.P.Popov .(1989). “Mekanika Teknik”. Jakarta : Erlangga.
- Prof.Ir.Tata Surdia Ms.Met.E .(1999) .”Pengetahuan Bahan Teknik”. Jakarta. : Pradnya Paramita.
- L.Mott, Robert. (2009).”Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis”. Yogyakarta : Andi.
- Sularso.(1997).”Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin”. Jakarta : Pradnya Paramita.
- P.Timoshenko .(1972) .”Mekanika Bahan”. Jakarta .: Erlangga.

UPAYA PENINGKATAN NILAI AUDIT OPERASIONAL DARI ASPEK *QUALITY* DI PT. FOOD BEVERAGES INDONESIA (*CHATIME*) MENGUNAKAN METODE *SEVEN TOOLS*

Adi Aang¹, Hj. Rodiah, SE., M.Sc.²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP
E-mail: adi.aang07@gmail.com

ABSTRACT

Increasing development of a company also requires developments in the field of inspection. PT. Food Beverages Indonesia (Chatime) is a company engaged in the sale of bubble tea drinks, which is a business engaged in services. In its implementation there are several problems that require companies to conduct operational audits.

This study aims to identify the factors that cause the decline in audit value, to find out whether the amount of discrepancy of waste topping products is always the auditor's findings and To find out whether the amount of topping product waste is at a reasonable limit, by analyzing the topping-topping process. In this topping product quality research using seven quality control tools (seven tools). Seven tools include: Flow Charts, Cause and Effect Diagrams, Check Sheets, Histograms, Pareto Diagrams, Scatter Diagrams, and Control Charts. The data taken are historical production data from May 2018 to April 2019 at PT. Food Beverages Indonesia.

From the data taken, there has been a lot of waste in the past year, but it is still within the control limits because if on average there is no exceeding the tolerance limit of waste determined by PT. Food Beverages Indonesia, amounting to 2% of the total total production. Based on observations, it appears that products that are often waste are caused because the product is not ripe. With data from the past year, waste with the number of immature products reached 154,400 grams or 93.3% of total production.

ABSTRAK

Semakin berkembangnya suatu perusahaan menuntut pula perkembangan di bidang pemeriksaan. PT. Food Beverages Indonesia (Chatime) adalah perusahaan yang bergerak dalam penjualan minuman bubble tea, yang merupakan usaha yang bergerak di bidang jasa. Dalam pelaksanaannya terdapat beberapa masalah yang mengharuskan perusahaan melakukan audit operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya nilai audit, untuk mengetahui jumlah waste produk topping berada pada batas wajar, dan untuk mengetahui apa saja yang harus dilakukan agar nilai audit meningkat dengan menganalisis proses pembuatan topping-topping. Pada penelitian kualitas produk topping ini menggunakan tujuh alat pengendali mutu (seven tools). Seven tools meliputi : Diagram Alir (Flow Chart), Diagram Sebab Akibat (Cause and Effect Diagram), Lembar Periksa (Check Sheet), Histogram, Diagram Pareto, Diagram Pencar (Scatter Diagram), dan Peta Kendali (Control Chart). Data yang diambil yaitu data historis produksi bulan Mei 2018 sampai dengan April 2019 di PT. Food Beverages Indonesia.

Dari data yang diambil terdapat banyak waste dalam satu tahun terakhir, namun masih dalam batas kendali karena apabila di rata-ratakan tidak ada yang melebihi batas toleransi waste yang ditentukan oleh PT. Food Beverages Indonesia, sebesar 2% dari total jumlah keseluruhan produksi. Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat bahwa produk yang sering di waste di sebabkan karena produk tidak matang. Dengan data satu tahun terakhir waste dengan jumlah produk tidak matang mencapai 154.400 gram atau 93.3% dari total produksi.

Kata Kunci : *Pengendalian Kualitas, Audit Operasional, Seven Tools.*

PENDAHULUAN

Cleanliness berupa pengecekan terhadap kebersihan *equipment*, kerapian toko dan

kebersihan area kerja. Dari data yang telah ada pada PT. Food Beverages Indonesia (*chatime*)

terlihat penurunan penilaian audit dari 1 tahun kebelakang dari aspek *Quality*. Adapun datanya sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Audit periode tahun 2018 s/d Januari 2019

Tanggal	Hasil Nilai			Total
	<i>Quality</i>	<i>Service</i>	<i>Cleanliness</i>	
02 April 2018	78,49 %	88,54 %	59,52 %	76,78 %
04 Juli 2018	80,50 %	89,05 %	60,43 %	76,66 %
15 Oktober 2018	76,30 %	88,65 %	62,50 %	75,81 %
10 Januari 2019	70,20 %	89,15 %	67,49 %	75,61 %

Dalam hal ini peneliti ingin meningkatkan nilai audit dari aspek *Quality*, dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya nilai audit pada produksi *topping* di PT. Food Beverages Indonesia dan mengidentifikasi apakah jumlah *waste* produk *topping* berada pada batas wajar. Untuk itu diperlukan evaluasi dan usulan supaya mampu menganalisis pengendalian kualitas dalam meningkatkan penilaian audit. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode *seven tools*. Metode ini melihat dan menggambarkan keadaan perusahaan secara sistematis, aktual dan akurat berdasarkan fakta-fakta yang nampak dalam perusahaan, yang kemudian menganalisisnya sehingga dapat memberikan usulan perbaikan yang dapat meningkatkan nilai audit.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kualitas

Menurut Irwan dan Didi dalam bukunya "Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoris dan Aplikatif)" bahwa Kualitas

merupakan salah satu indikator penting bagi perusahaan untuk dapat eksis di tengah ketatnya persaingan dalam industri. Istilah kualitas mengandung banyak makna dan definisi. Orang berbeda akan mengartikannya secara berlainan.

Banyak juga yang mendefinisikan bahwa kualitas merupakan keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Menurut Hendy Tannady dalam bukunya "Pengendalian Kualitas" bahwa munculnya berbagai pandangan mengenai apa definisi tentang kualitas. Pemikiran dasarnya adalah saat ini konsumen akan mencari dan membeli barang dan jasa yang berkualitas, entah itu konsumen perorangan, organisasi swasta atau organisasi pemerintah. Ketika ingin membeli barang dan jasa tersebut, konsumen datang

dengan membawa 3 aspek, yakni kebutuhan, ekspektasi dan harapan.

B. Pengertian Pengendalian Kualitas

Menurut sinurat (2016) pengendalian kualitas dapat dibagi empat, yaitu :

1. Menetapkan standart yang meliputi standart mutu biaya, standart mutu keamanan yang diperlukan oleh produk tersebut.
2. Menilai kesesuaian sifat – sifat produk yang dibuat dengan standart yang telah ditentukan
3. Merencanakan perbaikan standart, yaitu melakukan usaha terus menerus untuk memperbaiki kinerja, standart ongkos produksi dan keandalan.
4. Mengambil tindakan koreksi apabila diperlukan terhadap masalah dan penyebabnya yang mencakup pemasaran, perancangan, produksi, dan pemeliharaan yang mempengaruhi kepuasan konsumen.

Dengan adanya pengendalian kualitas maka diharapkan munculnya penyimpangan– penyimpangan dapat diarahkan pada tujuan yang hendak dicapai. Oleh sebab itu fungsi pengendalian kualitas ini dilaksnaka bukan saja pada saat proses berlangsung, akan tetapi juga dalam bentuk tindakan pencegahan.

C. Alat Bantu Dalam Kualitas

Menurut Hendy Tannady dalam bukunya “Pengendalian Kualitas oleh Penerbit Graha Ilmu” alat-alat dalam kualitas atau sering

disebut *seven tools* merupakan alat bantu statistik untuk melakukan analisa pengendalian kualitas dengan metode statistic process control. Ketujuh alat tersebut adalah: diagram alir, lembar periksa, histogram, peta kendali, diagram pareto, diagram pencar dan diagram sebab – akibat.

1. Diagram alir (*flow chart*)

Diagram alir adalah alat bantu yang memberikan gambaran visual urutan operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas. Diagram alir merupakan langkah pertama dalam memahami suatu proses, baik administrasi maupun manufaktur. Diagram alir memberikan ilustrasi visual berupa gambar langkah-langkah suatu proses untuk menyelesaikan tugas tertentu.

2. Lembar periksa (*check sheet*)

Check sheet merupakan alat yang memungkinkan pengumpulan data sebuah proses yang mudah, sistematis, dan teratur. Alat ini berupa lembar kerja yang telah dicetak sedemikian rupa sehingga data dapat dikumpulkan dengan mudah dan singkat.

3. Histogram

Histogram adalah salah satu metode statistik untuk mengatur data sehingga dapat dianalisa dan diketahui distribusinya. Histogram merupakan tipe grafik batang yang jumlah datanya dikelompokkan ke dalam beberapa kelas dengan rentang tertentu

4. Peta Kendali

Peta kendali adalah teknik pengendali proses pada jalur yang digunakan secara luas untuk menyelidiki secara cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau proses sedemikian sehingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi.

5. Diagram Pareto

Fungsi diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas. Diagram Pareto dibuat untuk menemukan atau mengetahui masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan.

6. Diagram pencar(*scatter diagram*)

Diagram pencar (*scatter diagram*) digunakan untuk melihat korelasi atau hubungan dari suatu faktor penyebab yang berkesinambungan terhadap suatu karakteristik kualitas hasil kerja.

7. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*)

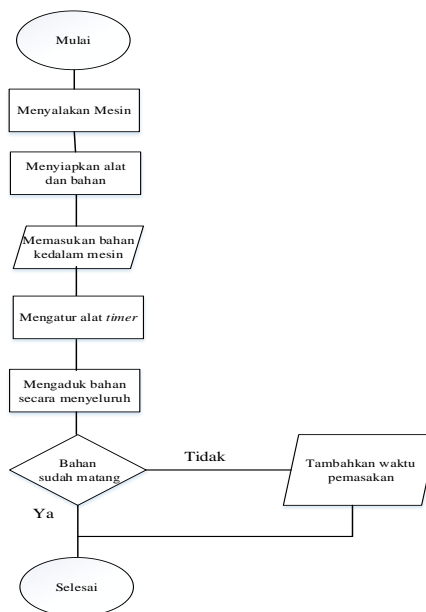
Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

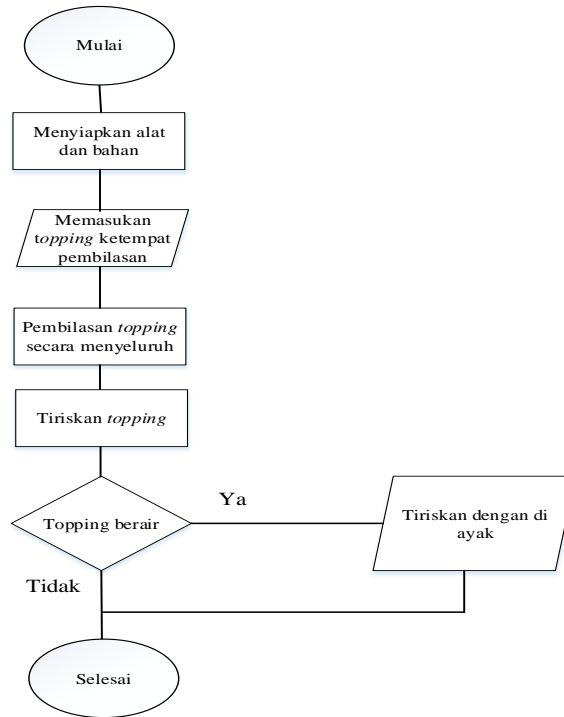
Pengolahan Data

Tahapan yang dilakukan untuk pengolahan data dengan metode *seven tools* adalah sebagai berikut :

1) Diagram Alir



Gambar 1 Flowchart produksi topping dari bahan mentah menjadi bahan jadi



Gambar 2 Flowchart produksi topping setengah jadi menjadi siap saji

2) Lembar Periksa (*Check Sheet*)
 Untuk mengetahui jenis waste yang terjadi
 dilakukan dengan cara menghitung setiap jenis

waste dengan menggunakan *check sheet* yang
 tersaji dalam tabel berikut

Tabel 2 *check sheet* Bulan Mei 2018 s/d April 2019

Bulan	Jenis waste			Batas Toleransi waste (gram)	Waste (gram)
	Produk tidak matang (gram)	Produk berbintik (gram)	Perubahan rasa (gram)		
Mei	IIII IIII IIII IIII	I	-	13,780	10,900
Juni	IIII IIII IIII IIII IIII I	I	-	13,840	13,650
Juli	IIII IIII IIII IIII IIII I	I	-	15,000	14,500
Agustus	IIII IIII IIII IIII IIII	II	-	14,360	13,750
September	IIII IIII IIII IIII IIII	I	-	14,600	13,200
Oktober	IIII IIII IIII IIII IIII III	I	-	15,300	15,100
November	IIII IIII IIII IIII IIII III	I	-	15,800	15,350
Desember	IIII IIII IIII IIII IIII IIII I	II	-	16,140	16,850
Januari	IIII IIII IIII IIII IIII	I	-	14,860	13,050
Februari	IIII IIII IIII IIII IIII	I	-	14,740	12,100
Maret	IIII IIII IIII IIII IIII	I	-	14,400	13,400
April	IIII IIII IIII IIII IIII	I	-	14,240	13,650
					165,500

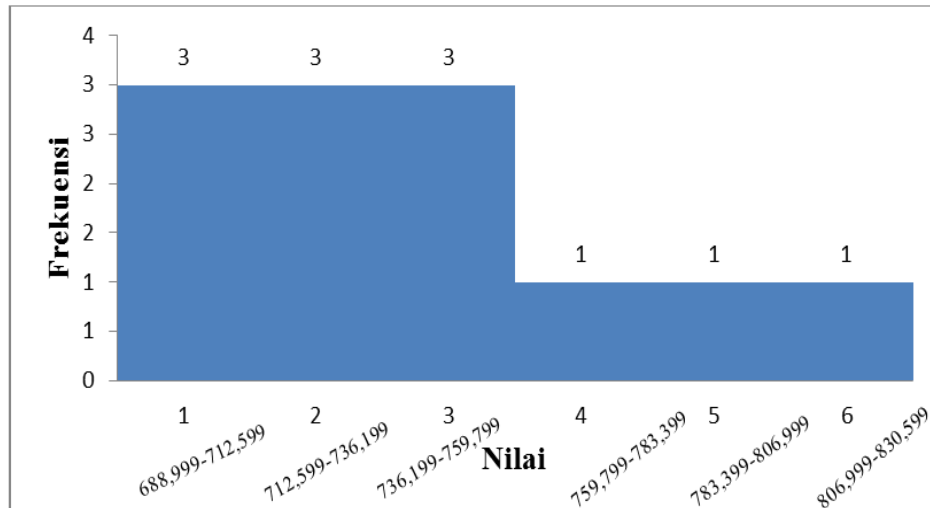
Keterangan :

Untuk satu garis *check sheet* (I) di hitung 500

3) Histogram

Tabel 3 Lembar Perhitungan Frekuensi

	Awal sel	Akhir sel	Perhitungan	Frekuensi
1	688,999	712,599	III	3
2	712,599	736,199	III	3
3	736,199	759,799	III	3
4	759,799	783,399	I	1
5	783,399	806,999	I	1
6	806,999	830,599	I	1



Gambar 3 Diagram Histogram

4) Peta Kendali P

Berdasarkan perhitungan didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$p = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{10.900}{689.000} = 0,016$$

$$CL = p = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{165.500}{8.853.000} = 0,019$$

$$UCL = \hat{p} + 3 \left(\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \right) = 0,019 + 3$$

$$\sqrt{\frac{0,019(1-0,019)}{12}} = 0,135$$

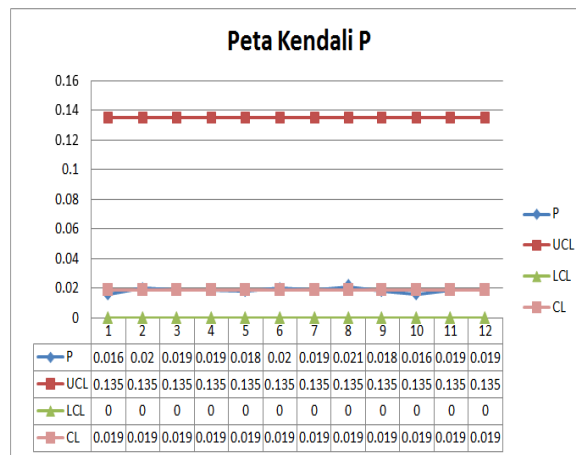
$$LCL = \hat{p} - 3 \left(\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \right) = 0,019 - 3$$

$$\sqrt{\frac{0,019(1-0,019)}{12}} = -0,097 = 0$$

Catatan : jika LCL minus (-) maka LCL nol

Tabel 4 Hasil Perhitungan CL, UCL dan LCL

N	Bulan	N	X	P	UCL	LCL	CL
1	Mei	689,000	10,900	0.016	0.135	0	0.019
2	Juni	692,000	13,650	0.02	0.135	0	0.019
3	Juli	750,000	14,500	0.019	0.135	0	0.019
4	Agustus	718,000	13,750	0.019	0.135	0	0.019
5	September	730,000	13,200	0.018	0.135	0	0.019
6	Oktober	765,000	15,100	0.02	0.135	0	0.019
7	November	790,000	15,350	0.019	0.135	0	0.019
8	Desember	807,000	16,850	0.021	0.135	0	0.019
9	Januari	743,000	13,050	0.018	0.135	0	0.019
10	Februari	737,000	12,100	0.016	0.135	0	0.019
11	Maret	720,000	13,400	0.019	0.135	0	0.019
12	April	712,000	13,650	0.019	0.135	0	0.019
	Total	8,853,000	165,500	0.224	1.62	0	0.228

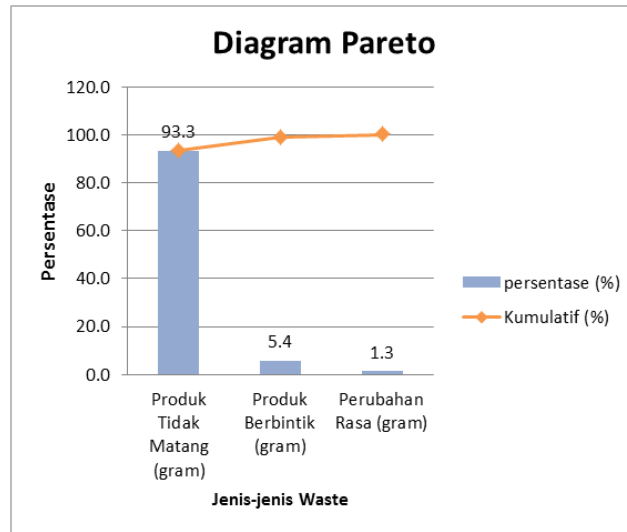


Gambar 4 Grafik peta control dari bulan Mei 2018 s/d April 2019

5) Diagram Pareto jumlah persentase kumulatif yang akan
 Dibawah ini menunjukkan jumlah waste dan digunakan untuk membuat diagram pareto.

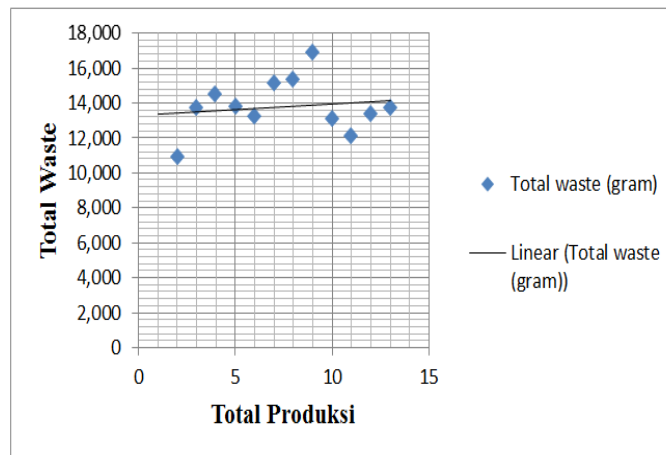
Tabel 5 Data Perhitungan Persentase Kumulatif

Urutan	Jenis-jenis Waste	Jumlah	persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Produk Tidak Matang (gram)	154,400	93.3	93.3
2	Produk Berbintik (gram)	9,000	5.4	98.7
3	Perubahan Rasa (gram)	2,100	1.3	100.0
Total		165,500	100.0	



Gambar 5 Diagram Pareto Bulan Februari 2019

6) Diagram Sebar



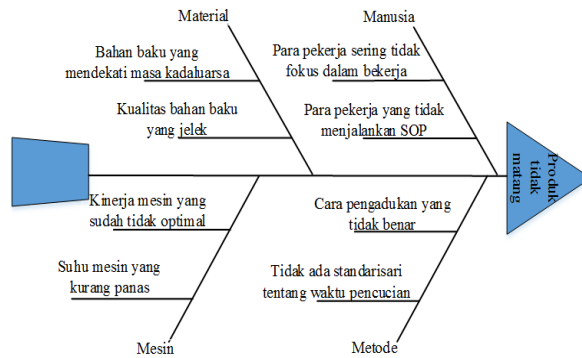
Gambar 6 Diagram Sebar

Berdasarkan gambar terlihat bahwa bentuk sebaran memiliki korelasi positif, artinya apabila rata-rata produksi meningkat (x) maka rata-rata waste (y) juga meningkat.

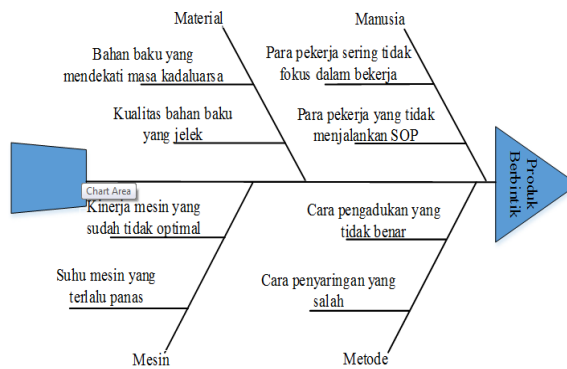
7) Diagram Sebab Akibat (*Cause And Effect Diagram*)

Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta

faktor-faktor mempengaruhi dan menjadi penyebab penyebab kerusakan *topping*. hubungan sebab akibat yang mempengaruhi dikelompokkan dalam empat penyebab. Faktor-faktor yang menjadi penyebab *topping waste* antara lain faktor manusia, faktor material, faktor mesin dan faktor metode. Analisis faktor penyebab waste dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7 Diagram *Fish Bone* Produk Tidak Matang



Gambar 8 Diagram *Fish Bone* Produk Berbintik



Gambar 9 Diagram *Fish Bone* Perubahan Rasa

PEMBAHASAN

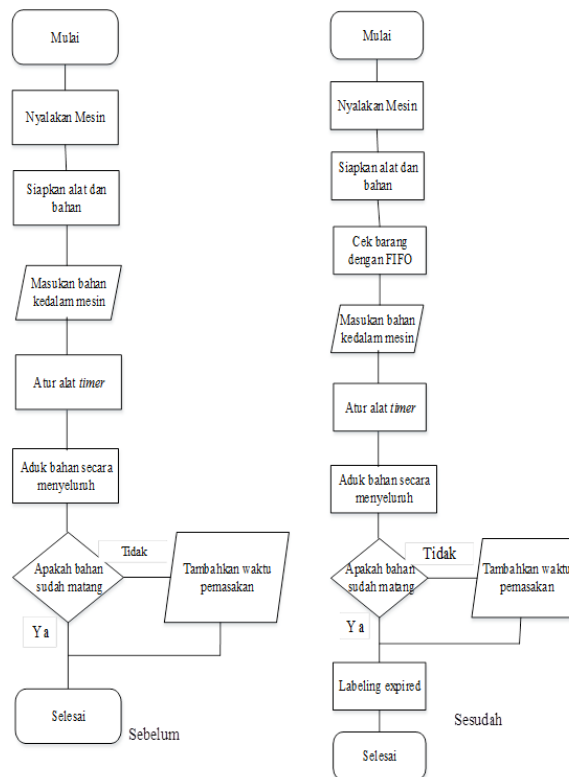
Pembahasan yang dilakukan ini berdasarkan dari masing-masing metode yang digunakan dalam pengolahan data terdiri dari Diagram Alir (*Flow Chart*), Lembar Periksa (*Check Sheet*), Histogram, Peta Kendali (*Control Chart*), Diagram Pareto, Diagram Pencar

(*Scatter Diagram*), dan Diagram Sebab Akibar (*Cause and Effect Diagram*).

Berdasarkan gambar *Flowchart* produksi dari bahan mentah menjadi bahan jadi dapat dilihat bahwa proses atau alur pembuatan *topping* masih kurang baik, karena menurut peneliti alur pembuatan *topping* masih ada yang

kurang. Masalah yang paling utama pada kegiatan pembuatan *topping* adalah tidak adanya proses FIFO (*first in first out*) atau pemberian label *expire*, apabila demikian maka akan mempengaruhi hasil dari produk. Berdasarkan pengolahan data, dapat dilihat bahwa proses pembuatan *topping* dimulai dari menyalakan mesin, menyiapkan alat dan bahan

yang kemudian langsung memasukan bahan kedalam mesin. Dengan demikian peneliti membuat usulan terhadap alur pembuatan produksi *topping* dari bahan mentah menjadi bahan jadi dengan menambahkan proses FIFO (*first in first out*) dan pemberian label *expired*. Adapun alur yang menjadi usulan peneliti adalah sebagai berikut :



Gambar 10 Perbandingan *Flowchart* produksi *topping* dari bahan mentah menjadi bahan jadi

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data, terlihat bahwa *check sheet* atau lembar periksa merupakan alat yang berguna dalam melakukan pengumpulan data, sehingga mempermudah peneliti dalam melakukan pengolahan data selanjutnya. Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut terlihat bahwa produk cacat atau produk *waste*

terjadi karena Produk tidak matang, Produk berbintik dan terjadinya Perubahan rasa.

Hasil pengolahan data sebelumnya terlihat bahwa dari 12 sampel atau 12 bulan yaitu pada periode bulan Desember 2018 melebihi batas toleransi dengan jumlah *waste* 16.850 gram dengan batas toleransi nya 16.140 gram atau 2% dari total produksi pada bulan

tersebut.

Berdasarkan hasil analisis peta kontrol dapat memberikan informasi yang sangat berharga, informasi tersebut berupa nilai proporsi *waste* yang besar sehingga dapat mendeteksi faktor penyebabnya. Informasi lain seperti nilai garis pusat (CL) sebesar 0.019, nilai batas kendali atas (UCL) sebesar 0.135, dan batas kendali bawah (LCL) sebesar -0.097. Setelah CL, UCL dan LCL diketahui selanjutnya membuat grafik peta kontrol, sesuai dengan gambar 4.20. Dari hasil penelitian yang dilakukan, meskipun terdapat banyak *waste* dalam satu tahun terakhir namun masih dalam batas kendali karena tidak ada yang melebihi batas toleransi *waste* yang ditentukan oleh PT. Food Beverages Indonesia, sebesar 2% dari total jumlah keseluruhan produksi. Maka dengan tidak adanya proporsi *waste* yang berada di luar batas kontrol. Untuk itu tidak diperlukan revisi suatu nilai dan proporsi *waste*. Maka produk *waste* berdasarkan peta kontrol dalam batas kendali aman.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan diagram pareto diperoleh suatu informasi mengenai persentase dari jenis *waste* yang terjadi selama proses produksi *topping*. Informasi yang diperoleh sesuai dengan data diketahui persentase *waste* untuk jenis produk tidak matang 93,3% , hasil produk berbintik 5,4% dan terjadi perubahan rasa 1,3% jadi total kumulatif persentasenya adalah 100%.

Untuk mengetahui faktor apa saja yang menjadi penyebab *topping waste* maka

dilakukan wawancara kepada karyawan. Wawancara dilakukan kepada 5 orang dari 7 orang karyawan. Data terlihat bahwa produk *waste* disebabkan oleh 4 faktor, yakni sebagai berikut :

1. Manusia

Faktor ini adalah faktor yang sering menyebabkan barang produksi menjadi *waste* dikarenakan para pekerja yang tidak menjalankan SOP (*Standar Operasional Prosedur*) dan para pekerja yang sering tidak fokus dalam bekerja sehingga menyebabkan hasil produksi banyak mengalami cacat yang sehingga harus di *waste*.

2. Material

Berdasarkan pengamatan di lapangan salah satu faktor terjadinya *waste* adalah bahan baku yang mendekati *expired*, kemudian dari segi kualitas bahan baku juga tidak dapat dihindarkan mengingat bahan baku yang didatangkan tidak semuanya memiliki kualitas yang baik sehingga mempengaruhi pada kualitas produk *topping-topping*.

3. Mesin

Selain itu faktor lain yang menyebabkan produk di *waste* adalah faktor mesin, yang menjadi penyebabnya adalah ketika proses pencampuran bahan baku kedalam mesin, kondisi mesin yang tidak siap untuk produksi, ketika mesin sedang beroperasi terkadang mesin tersebut mati dikarenakan mesin mengalami panas

berlebih yang menyebabkan hasil produk tidak maksimal.

4. Metode

Hasil dari pengamatan dilapangan terlihat bahwa metode yang digunakan sering kali salah dan tidak konsisten, seperti cara pengadukan bahan yang tidak benar dan cara penyaringan yang salah. Inilah yang menyebabkan banyak barang produksi yang di *waste*.

KESIMPULAN

1. Menurunnya nilai audit operasional dari aspek *Quality* di PT. Food Beverages Indonesia dikarenakan banyak nya temuan oleh auditor. Faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya nilai audit pada produksi *topping* adalah faktor manusia (karyawan), di karenakan para pekerja yang tidak menjalankan SOP (*Standar Operasional Prosedur*). Adapun faktor lainnya seperti materil yang di mana bahan baku tidak semuanya memiliki kualitas yang baik sehingga mempengaruhi terhadap hasil produk. Kemudian faktor mesin juga yang menjadi penyebab produk cacat , dimana mesin seringkali mati ketika terjadi panas yang berlebih yang mengakibatkan hasil produksi tidak maksimal. Kemudian faktor metode juga yang menyebabkan ketidak sesuai nya produk *topping* yang mengharuskan produk di *waste* , karena

metode yang digunakan sebelumnya kurang tepat, dapat dilihat pada *flowchart* produksi *topping* bahwa tidak adanya pengecekan bahan baku secara FIFO (*first in first out*) dan tidak adanya pemberian *labeling expired*.

2. Dari hasil penelitian yang dilakukan, meskipun terdapat banyak *waste* dalam satu tahun terakhir namun masih dalam batas kendali. Maka dengan tidak adanya proporsi *waste* di luar batas control, ini menunjukkan bahwa jumlah *waste* produk *topping* berada pada batas wajar. Ini ditunjukkan oleh grafik peta kendali P.
3. Hal yang harus dilakukan agar nilai audit meningkat adalah dengan cara mengganti alur *flowchart* pada produksi *topping* dari bahan mentah menjadi bahan jadi, kemudian melakukan perawatan pada mesin, dan melakukan pelatihan *Refreshment Standar Operasional Procedure* (SOP) kepada semua karyawan, sehingga karyawan yang lupa dengan prosedur dapat mengingat kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Assiyah Nur, Dedeh. 2018. “*Analisis Pengendalian Kualitas Part A di PT. XYZ Dengan Menggunakan Alat Pengendalian Mutu Seven Tools Sebagai Cara Untuk Menuju Zero Deffect*”. Jurnal Teknik Industri. Universitas Sangga Buana YPKP.

- Dimiyati, Dede. 2018. “*Evaluasi Kinerja Performansi Pemasok Dengan Pendekatan metode Model SCOR 9.0 studi pada PT.XYZ*”. Jurnal Teknik Industri. Universitas Sangga Buana YPKP.
- Fauzi, R. 2015. “*Manajemen Operasi dan Produk*” Skripsi. Dikutip dari <https://repository.widyatama.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/5746/Bab%202.pdf?sequence=10>
- Irwan dan Didi. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoris dan Aplikatif)* Bandung: Alfabeta Bandung.
- Mutaqin, Fahmi. 2018. “*Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Statistical Proses Control (SPC) di PT. Marga Jaya Cimahi*”. Jurnal Teknik Industri. Universitas Sangga Buana YPKP.
- Sinurat. 2016. “*Pengendalian Kualitas*”. Skripsi. dikutip dari http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/672/5/128150009_file5.pdf diakses pada 20 April 2019
- Tannady, Hendy. 2015. *Pengendalian Kualitas*. Jakarta : Graha Ilmu.
- Widjayanto, Nugroho. 2004. *Pemeriksaan Operasional Perusahaan*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

ANALISIS KUALITAS PELAYANAN TERHADAP KEPUASAN KONSUMEN DI TOKO STATION MODE BANDUNG

Indra Nugraha¹, Inayati Nasrudin, BSBA, MT²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri Fakultas Universitas Sangga Buana YPKP
Email : inugraha198@gmail.com

ABSTRACT

Quality of service to consumers becomes the main focus in this presentation, by processing data on service quality is expected to meet customer satisfaction. This study aims to determine whether the dimensions of service quality, namely physical evidence, reliability, responsiveness, assurance, and caring affect customer satisfaction. The population in this study were guests who visited the Station Mode store. Samples taken as many as 100 respondents using the Non-Probability Sampling technique with the Accidental sampling approach, which is a sampling technique based on chance, which means whoever happens to meet with the author can be sampled if deemed suitable. Based on the analysis of statistical data, the indicators in this study are valid and the variables are reliable and normally distributed. The management of the Station Mode store needs to maintain the elements that are considered good by consumers, and need to improve things that are still lacking.

ABSTRAK

Kualitas pelayanan terhadap konsumen menjadi fokus utama dalam pemaparan ini, dengan melakukan pengolahan data terhadap kualitas pelayanan diharapkan agar dapat memenuhi kepuasan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dimensi dalam kualitas pelayanan yaitu bukti fisik (*tangible*), kehandalan (*reliability*), daya tanggap (*responsiveness*), jaminan (*assurance*), dan kepedulian (*emphaty*) berpengaruh terhadap kepuasan konsumen. Populasi dalam penelitian ini adalah para tamu yang berkunjung ke toko Station Mode. Sampel yang diambil sebanyak 100 responden dengan menggunakan teknik *Non-Probability Sampling* dengan pendekatan *Accidental sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yang artinya siapa yang kebetulan bertemu dengan penulis dapat dijadikan sampel jika dipandang cocok. Berdasarkan analisis data statistik, indikator-indikator pada penelitian ini bersifat valid dan variabelnya bersifat reliabel dan berdistribusi normal. Manajemen dari pihak toko Station Mode perlu mempertahankan elemen-elemen yang sudah dinilai baik oleh konsumen, serta perlu memperbaiki hal-hal yang masih kurang.

Kata Kunci : Kualitas Pelayanan Terhadap Konsumen, Kuesioner.

PENDAHULUAN

Kepuasan konsumen merupakan salah satu faktor penting dalam memenangkan persaingan, sehingga setiap perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan segala faktor yang dapat meningkatkan nilai kepuasan konsumen tersebut. Seiring dengan perkembangan bisnis toko retail, banyak perusahaan yang bergerak di bidang ini yang awalnya dikelola secara tradisional berubah haluan menjadi Toko retail modern sehingga

menjadi bisnis yang inovatif, dinamis, dan kompetitif. Toko STATION MODE yang terletak di JL. AH Nasution no.172, Ujungberung Bandung. Dalam bisnis ini Toko STATION MODE merupakan pendatang baru, tepat pada bulan Mei 2019 kemarin baru beroperasi selama satu tahun. Melihat penurunan jumlah konsumen, yang datang untuk berbelanja pada bulan Nopember 2018 sampai dengan pada bulan April 2019, sehingga menimbulkan masalah pada jumlah

pendapatan yang dapat dibidang cukup signifikan. Naik turunnya jumlah pengunjung atau konsumen yang datang ke Toko STATION MODE menjadi perhatian khusus pihak manajemen. Kualitas pelayanan terhadap konsumen menjadi fokus utama dalam pemaparan ini, dengan melakukan pengolahan data terhadap kualitas pelayanan diharapkan agar dapat memenuhi kepuasan konsumen dalam memenuhi kebutuhan, keinginan, dan harapan yang akan berakibat pada kenaikan jumlah pendapatan Toko tersebut. Diharapkan melalui peningkatan kualitas pelayanan di Toko STATION MODE sebagai upaya untuk bisa memberikan yang terbaik terhadap kualitas pelayanan untuk tahun yang akan datang. Hal ini dilakukan untuk menarik banyak perhatian konsumen agar merasa nyaman dan puas saat berbelanja di toko tersebut, serta untuk memenangkan kompetisi dari ketatnya persaingan bisnis atau usaha dalam bidang *retail fashion*.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Pemasaran

Manajemen pemasaran merupakan suatu kegiatan yang harus dikoordinasikan dan dikelola dengan baik, karena pemasaran merupakan kegiatan yang dilakukan perusahaan dalam memperthankan keberlangsungan hidup perusahaan dan untuk mendapatkan keuntungan. Sebagian besar masyarakat beranggapan bahwa pemasaran hanyalah menjual dan mengiklankan,

sesungguhnya iklan dan penjualan hanyalah puncak dari pemasaran. Saat ini pemasaran harus dipahami tidak lagi sebagai pandangan kuno yang hanya untuk berjualan, tetapi dalam pemahaman modern yaitu untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Definisi pemasaran menurut sumber yaitu pemasaran adalah sebuah proses kemasyarakatan dimana individu dan kelompok memperoleh apa yang mereka butuhkan dan inginkan dengan menciptakan, menawarkan, dan secara bebas mempertukarkan produk dan jasa yang bernilai dengan orang lain.⁽⁶⁾

Jasa

Jasa sebagai semua kegiatan atau manfaat yang dapat ditawarkan suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud atau *intangible* dan tidak menghasilkan kepemilikan. Produksi jasa biasa berhubungan dengan produk fisik maupun tidak⁽⁸⁾. Setiap tindakan atau perbuatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak lain yang pada dasarnya bersifat tidak berwujud fisik (*intangible*) dan tidak menghasilkan kepemilikan sesuatu produksi jasa bisa berhubungan dengan produk fisik maupun tidak⁽¹⁶⁾.

Kualitas Pelayanan

Kualitas merupakan suatu kunci sukses perusahaan, dewasa ini, konsumen tidak mudah percaya dengan berbagai iklan yang dipasang dimedia, tetapi lebih percaya lepad testimoni seseorang terhadap kualitas suatu barang.⁽¹⁷⁾ Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis

yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, alam dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.” Dari definisi kualitas tersebut terdiri dari elemen-elemen, yaitu:⁽¹⁶⁾

3. Kualitas meliputi usaha memenuhi kebutuhan.
4. Kualitas mencakup produk, jasa, manusia dan lingkungan.
5. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah.

Kualitas pelayanan dikatakan baik apabila penyedia jasa memberikan pelayanan yang sesuai dengan harapan konsumen. Demikian juga sebaliknya kualitas pelayanan dikatakan jelek, apabila konsumen memperoleh pelayanan yang lebih rendah dari harapan mereka.

Kepuasan Konsumen

Persaingan yang sangat ketat, dengan semakin banyak produsen yang terlibat dalam pemenuhan kebutuhan dan keinginan konsumen menyebabkan setiap perusahaan harus mampu menempatkan orientasi pada kepuasan konsumen sebagai tujuan utama. Hal ini tercermin dari semakin banyaknya perusahaan yang menyertakan komitmen terhadap kepuasan konsumen. Karena kunci utama untuk memenangkan persaingan adalah memberikan nilai dan kepuasan konsumen melalui penyampaian produk berkualitas dengan harga bersaing. Kepuasan konsumen dapat ditunjukkan melalui sikap konsumen

pada pembelian. Kepuasan adalah perasaan senang atau kecewa seseorang yang muncul setelah membandingkan antara kinerja (hasil) produk yang dipikirkan terhadap kinerja (atau hasil) yang diharapkan.⁽³⁾ Oleh karena itu, suatu perusahaan harus selalu memperhatikan kualitas produk maupun pelayanan yang diberikan kepada konsumen. Kepuasan konsumen merupakan respons konsumen terhadap ketidaksesuaian antara tingkat kepentingan sebelumnya dan kinerja aktual yang dirasakannya setelah pemakaian.⁽²⁾

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. Tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, maka peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan.⁽¹³⁾ Dalam penelitian ilmiah, ada beberapa teknik pengumpulan data beserta perangkat pengumpulan datanya masing-masing. Paparannya disajikan berikut ini :

1. Teknik pengumpulan data wawancara
Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan langsung kepada subjek penelitian. Dulu wawancara biasanya dilakukan dengan bertatap muka langsung dengan subjek, tetapi seiring perkembangan teknologi, wawancara tidak hanya dilakukan dengan

tatap muka saja, tetapi juga bisa dilakukan melalui media komunikasi, seperti telepon, email, *skype*, dan masih banyak lagi. Sebelum melakukan wawancara biasanya seorang peneliti akan membuat draf pertanyaan terlebih dahulu. Draft pertanyaan yang dibuat juga tidak bisa sembarangan, harus sesuai dengan topik penelitian yang dituju. Salam penelitian draf pertanyaan tersebut juga harus divalidasi ahli. Layak atau tidaknya pertanyaan yang akan diajukan tergantung dari pendapat ahli tersebut. Biasanya ahli akan memberikan masukan-masukkan pertanyaan-pertanyaan agar didapatkan hasil maksimal. Wawancara dikategorikan menjadi dua, yaitu wawancara terstruktur dan wawancara tidak terstruktur.

2. Teknik pengumpulan data observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati secara langsung keadaan atau situasi dari subjek penelitian. Data hasil observasi bukan hanya dilihat dari sikap subjek penelitian saja, tetapi ada banyak faktor yang harus diperhatikan. Bisa dikatakan observasi ini merupakan teknik penelitian yang sangat kompleks, karena tidak hanya terpaku pada satu fenomena saja. Teknik observasi lebih cocok apabila digunakan untuk penelitian terkait gejala-gejala alam, perilaku manusia, dan lainnya. Teknik ini juga sangat cocok untuk mencari data-data

yang subjek penelitiannya tidak terlalu besar, jadi subjek penelitiannya spesifik. Teknik observasi dalam pengumpulan data sendiri dikategorikan menjadi 2 bagian, yaitu *participan observation* dan *non participan observation*.

3. Angket (kuisisioner)

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan tertulis kepada subjek penelitian terkait topik yang diteliti. Teknik ini akan sangat efektif apabila peneliti mengetahui benar variabel yang ingin diukur dan keinginan yang diharapkan oleh responden atau subjek penelitian. Jika observasi lebih efektif apabila digunakan jika subjek penelitiannya tidak terlalu besar, maka tidak demikian dengan teknik pengumpulan data angket atau kuesioner. Kuesioner bisa digunakan untuk mengumpulkan data dari responden atau subjek penelitian yang jumlahnya sangat banyak sekalipun. Bahkan juga bisa digunakan untuk mengumpulkan data dari responden yang tersebar di banyak wilayah. Apabila dilihat dari bentuk pertanyaannya, kuesioner dibedakan menjadi dua, yaitu kuesioner tertutup dan kuesioner terbuka. Kuesioner tertutup yaitu pertanyaan tertulis yang sudah disertai dengan pilihan jawaban untuk respondennya. Jadi ketika menjawab

pertanyaan yang ada di kuesioner tersebut, responden harus memilih jawaban yang sudah disediakan.

4. Teknik pengumpulan data studi pustaka
Pengumpulan data selanjutnya yaitu dengan melakukan studi pustaka. Studi beberapa pustaka ini dilakukan untuk melakukan analisis terhadap topik permasalahan yang ingin diteliti. Pengumpulan data seperti ini sangat cocok untuk jenis penelitian studi pustaka. Jadi data dalam penelitian studi pustaka tersebut diambil dari dokumen, arsip, atau buku-buku. Tetapi bukan berarti jenis penelitian yang bukan studi pustaka tidak memerlukan pustaka. Tetap perlu, tetapi kadarnya tidak sedetail penelitian studi pustaka. Tanpa studi pustaka, Anda tidak mungkin bisa menganalisis sebuah data dengan benar. Semua pasti perlu patokan, jadi analisis dokumen-dokumen tersebut digunakan untuk membaca data dan fenomena yang akan diteliti. Studi pustaka sendiri terbagi menjadi dua kategori, yaitu dokumen primer dan dokumen sekunder.

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji validitas item digunakan untuk mengetahui

seberapa cermat suatu item dalam mengukur apa yang ingin diukur. Item dikatakan valid jika adanya korelasi dengan skor totalnya.⁽⁹⁾

Data penelitian didalam proses pengumpulannya seringkali membutuhkan biaya, waktu dan tenaga yang besar, akan tetapi data itu menjadi tidak berguna lagi bila alat pengukur yang digunakan tidak memiliki validitas dan reabilitas yang tinggi.

Hubungan Variabel Pelayanan dan Kepuasan

Kualitas pelayanan merupakan tolak ukur dalam menentukan kepuasan konsumen atau tidaknya seseorang dalam penggunaan suatu jasa. Karena melalui kualitas pelayanan akan dapat menilai kinerja dan merasakan puas atau tidaknya konsumen dengan layananyang diberikan oleh penyedia jasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pelayanan dan memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap kepuasan konsumen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menguji keberartian model regresi untuk masing-masing variabel secara parsial dapat diperoleh dengan menggunakan uji t. Berikut akan dijelaskan pengujian masing-masing variabel secara parsial dibawah ini. :

Tabel 1 hasil pengujian t

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17,637	6,890		2,560	,012
	buktifisik	,254	,121	,215	2,108	,038
	pelayanan	,059	,109	,060	,542	,589
	dayatanggapi	,101	,104	,103	,971	,334
	jaminan	,083	,122	,069	,678	,500
	kepedulian	-,033	,107	-,034	-,311	,756

a. Dependent Variable: kepuasan

1. Variabel Bukti Fisik (*tangible*)
Hasil pengujian diperoleh nilai t untuk variabel bukti fisik (*tangible*) membuktikan bahwa nilai $t = 2,108$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,038 < 0,05$. Dengan nilai signifikansi di bawah $0,05$ tersebut menunjukkan bahwa bukti fisik (*tangible*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan. Hal ini berarti Hipotesis 1 diterima. Arah koefisien regresi positif berarti bahwa bukti fisik memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap kepuasan konsumen.
2. Variabel Pelayanan (*reliability*)
Hasil pengujian yang diperoleh untuk nilai t terhadap variabel pelayanan (*reliability*) menunjukkan bahwa nilai $t = 0,542$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,589 > 0,05$. Dengan nilai signifikansi di atas $0,05$ tersebut menunjukkan bahwa pelayanan (*reliability*) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan konsumen. Hal ini berarti Hipotesis 2 ditolak. Arah koefisien regresi positif berarti bahwa pelayanan memiliki pengaruh positif tetapi tidak signifikan terhadap kepuasan konsumen.
3. Variabel Dayatanggapi (*responsiveness*)
Hasil pengujian diperoleh nilai t untuk variabel daya tanggap (*responsiveness*) menunjukkan nilai $t = 0,971$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,334 > 0,05$. Dengan nilai signifikansi di atas $0,05$ tersebut menunjukkan bahwa daya tanggap (*responsiveness*) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan konsumen. Hal ini berarti Hipotesis 3 ditolak. Arah koefisien regresi positif berarti bahwa daya tanggap memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap kepuasan konsumen.
4. Variabel Jaminan (*assurance*)
Hasil pengujian diperoleh nilai t untuk variabel jaminan (*assurance*) menunjukkan nilai $t = 0,678$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,500 > 0,05$. Dengan nilai signifikansi di atas $0,05$ tersebut menunjukkan bahwa jaminan (*assurance*)

tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan konsumen. Hal ini berarti Hipotesis 4 ditolak. Arah koefisien regresi positif berarti bahwa jaminan memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap kepuasan konsumen.

5. Variabel kepedulian (*empathy*)

Hasil pengujian diperoleh nilai t untuk variabel kepedulian (*empathy*) menunjukkan nilai $t = -0,311$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,756 > 0,05$. Dengan

nilai signifikansi di atas 0,05 tersebut menunjukkan bahwa kepedulian (*empathy*) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan konsumen. Hal ini berarti Hipotesis 5 ditolak. Arah koefisien regresi negatif berarti bahwa empati tidak memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kepuasan konsumen.

Hasil perhitungan regresi secara bersama-sama di peroleh pada Tabel 4.18 berikut ini :

Tabel 2 hasil Uji regresi secara bersama-sama (uji F).

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	81,937	5	16,387	1,637	,158 ^b
	Residual	941,223	94	10,013		
	Total	1023,160	99			

a. Dependent Variable: kepuasan
 b. Predictors: (Constant), kepedulian, buktifisik, jaminan, dayatanggap,

Pengujian pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya dilakukan dengan menggunakan uji F. Hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa nilai F hitung = 1,637 dengan signifikansi sebesar $0,158 > 0,05$. Dengan nilai signifikansi di atas 0,05 menunjukkan bahwa secara bersama-sama bukti fisik, pelayanan, daya tanggap, jaminan

dan kepedulian mempunyai pengaruh yang positif tetapi tidak signifikan terhadap kepuasan konsumen.

Koefisien determinasi ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel-variabel bebas memiliki pengaruh terhadap variabel terikatnya. Nilai koefisien determinasi ditentukan dengan nilai *adjusted R square*.

Tabel 3 hasil uji Kofisien Determinasi.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.736 ^a	.541	.517	1.18147

a. Predictors: (Constant), kepedulian, buktifisik, jaminan, dayatanggap, pelayanan

Hasil perhitungan regresi dapat diketahui bahwa koefisien determinasi (*adjusted R²*) yang diperoleh sebesar 0,517. Hal ini dapat dikatakan berarti 51,7% kepuasan konsumen dipengaruhi oleh bukti fisik, pelayanan, daya tanggap, jaminan dan kepedulian, sedangkan sisanya yaitu sebesar 48,3% kepuasan konsumen dipengaruhi oleh variabel-variabel lainnya yang tidak masuk dalam penelitian ini. Pembahasan ini berisikan tentang analisis-analisis yang telah dilakukan oleh penulis, berdasarkan pada pengumpulan dan pengolahan data yang telah dibahas pada bab sebelumnya yang telah dibahas, analisis-analisis yang akan dipaparkan dalam pembahasan ini didasari pada masing-masing metode yang digunakan dalam pengolahan data terdiri dari, analisis indeks tanggapan responden mengenai bukti fisik (*tangible*) pelayanan (*reliability*), daya tanggap (*responsiveness*), jaminan (*assurance*) dan kepedulian (*emphaty*), terhadap kepuasan konsumen, uji validitas dan reliabilitas, uji normalisasi, dan uji regresi linear berganda menggunakan aplikasi SPSS. Secara umum pembahasan ini menunjukkan hasil yang memuaskan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa kualitas pelayanan yang diberikan oleh karyawan di Toko STATION MODE secara umum sudah sangat baik. Hal ini dapat ditunjukkan dari banyaknya tanggapan kepuasan yang tinggi dari responden terhadap kondisi dari masing-masing variabel penelitian. Dari hasil tersebut selanjutnya

diperoleh bahwa variabel kualitas pelayanan dalam kelima dimensinya memiliki pengaruh yang positif terhadap kepuasan konsumen. Hal ini dikarenakan bahwa dengan pemberian pelayanan yang berkualitas, maka hal tersebut akan menciptakan kepuasan dalam diri konsumen.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil semua pengujian analisis yang telah penulis lakukan, dapat dikatakan bahwa Secara umum penelitian ini menunjukkan hasil yang memuaskan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas dari pelayanan yang diberikan oleh karyawan di Toko STATION MODE secara umum dapat dikatakan memuaskan. Sedangkan untuk pengaruh kualitas-kualitas pelayanan terhadap kepuasan konsumen juga menunjukkan hal positif, dimana pada hasil uji F, pengujian pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya dilakukan dengan menggunakan uji F. Hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa nilai F hitung = 1,637 dengan signifikansi sebesar $0,158 > 0,05$. Dengan nilai signifikansi di atas 0,05 menunjukkan bahwa secara bersama-sama bukti fisik, pelayanan, daya tanggap, jaminan dan kepedulian mempunyai pengaruh yang positif tetapi tidak signifikan terhadap kepuasan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Freddy Rangkuti. 2002. "Measuring Customer Satisfaction" (cetakan ketiga). Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Kotler, Philip. 2002. "Manajemen Pemasaran (Edisi Milenium). Jakarta: PT Prenhalindo.
- Kotler dan Keller. 2009 "Manajemen Pemasaran. Jilid I Edisi ke 13 Jakarta: Erlangga.
- Kotler, Philip dan Kevin Lane Keller 2012 Manajemen Pemasaran 13. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Inc.
- Priyatno, Duwi. 2018 "SPSS Panduan Olah Data Bagi Mahasiswa dan Umum". Yogyakarta: Andi.
- Tjiptono, Fandi. 1997 "Manajemen Jasa" Yogyakarta: Penerbit: Andi.
- Wahyuni, Catur Hana, 2015 "Pengendalian Kualitas" Yogyakarta: Graha Ilmu.

ANALISIS TINGKAT KELELAHAN PADA PEKERJA SHIFT DEPARTEMEN FINISHING PT. GRAND TEXTILE INDUSTRY

Mohamad Azis Hakistian¹, Ade Geovania²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

Email :hakistian@gmail.com

ABSTRAK

PT. Grand Textile Industry merupakan perusahaan yang bergerak dibidang tekstil. Aktivitas pekerjaan produksi membutuhkan tenaga otot serta konsentrasi penuh karena berhubungan dengan mesin berukuran besar. Penyebab beban kerja mental yang dihadapi karyawan, yaitu target pengukuran dan pengecekan hasil proses kain, pembagian *shift* kerja yang dimiliki perusahaan berkaitan dengan ritme sirkadian manusia, faktor lingkungan kerja (kebisingan, *temperature*, pencahayaan, dll). Metode SOFI dan NASA-TLX merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan yang terjadi pada seseorang. NASA-TLX memiliki 6 dimensi, yaitu: Kebutuhan Fisik, Kebutuhan Mental, Kebutuhan Waktu, Performansi, Usaha, dan Tingkat Frustrasi. Metode SOFI memiliki 5 dimensi, yaitu: kurang energi, aktivitas fisik, ketidak nyamanan fisik, kurang motivasi, dan kantuk. Hasil penelitian tingkat kelelahan kerja yang diterima oleh pekerja *shift* karyawan departemen finishing memiliki nilai diantaranya *shift* pagi 33%, *shift* siang, dan *shift* malam 34% dengan pengukuran NASA-TLX. Karyawan *shift* malam memiliki tingkat kelelahan yang tertinggi dari dimensi tingkat kantuk yaitu sebesar 5,19, yang dimana nilai ini menjadi nilai tertinggi dalam pengukuran SOFI. Hasil analisis menggunakan uji anova kuesioner SOFI nilai (sig) sebesar $0,203 > 0,05$ (ada perbedaan kelelahan fisik pada *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam). Sedangkan kuesioner NASA-TLX hasilnya tidak berdistribusi normal, sehingga dilakukan pengujian *alternative* yaitu uji kruskal wallis yang hasilnya asymp sig $0,977 > 0,05$ (tidak ada perbedaan kelelahan mental pada *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam).

ABSTRACT

PT. Grand Textile Industry is a company engaged in textiles. Production work activities require muscle power and full concentration because it is associated with large machines. The causes of mental workload faced by employees, namely the target measurement and checking of the results of the fabric process, the division of work shifts owned by the company related to the human circular rhythm, work environment factors (noise, temperature, lighting, etc.) SOFI and NASA-TLX methods are methods used to measure the level of fatigue that occurs in a person. NASA-TLX has 6 dimension, namely: Physical Needs, Mental Needs, Time Needs, Performance, Effort, and Frustration Level. SOFI has 5 dimension, namely: decreased energy, physical discomfort, physical discomfort, decreased motivation, sleepiness. The results of research on the level of fatigue Workload received by shift workers in finishing department employees has values including 33% morning shift, afternoon shift, and 34% night shift with NASA-TLX measurements. Night shift employees have the highest level of fatigue from the sleepiness dimension which is 5.19, which is the highest value in SOFI measurement. The results of the analysis used the ANOVA questionnaire SOFI test value (sig) of $0.203 > 0.05$ (there were differences in physical fatigue in the morning shift, afternoon shift, and night shift). While the NASA-TLX questionnaire results were not normally distributed, so an alternative test was carried out, namely the KRUSKAL WALLIS test, the results of which were asymmetrical $0.977 > 0.05$ (there was no difference in mental fatigue in the morning, afternoon and night shifts).

Keywords: Work Shift, Fatigue, SOFI (Swedish Occupational Fatigue Inventory), NASA-TLX (National Aeronautics and Space Administration Task Load Index)

PENDAHULUAN

Pada dasarnya, aktivitas manusia dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu kerja fisik (otot)

dan kerja mental (otak). Walaupun tidak dapat dipisahkan, namun masih dapat dibedakan

pekerjaan dengan dominasi aktivitas fisik dan pekerjaan dengan dominasi aktivitas mental. Aktivitas fisik dan mental menimbulkan konsekuensi, yaitu munculnya beban kerja. (Nugraha et al., 2013).

PT. Grand Textile Industry merupakan perusahaan yang bergerak dibidang tekstil. Aktivitas pekerjaan pada bagian produksi membutuhkan tenaga otot serta konsentrasi penuh. Dalam kegiatannya, pekerjaan tersebut berhubungan dengan berbagai mesin yang berukuran besar. Penyebab beban kerja mental yang dihadapi karyawan antara lain target pengukuran dan pengecekan hasil proses kain, pembagian waktu/*shift* kerja yang dimiliki perusahaan sebanyak 3 *shift* (06.00 pagi-14.00 siang, 14.00 siang-22.00 malam, 22.00 malam-06.00 pagi) yang juga berkaitan dengan ritme sirkadian manusia, faktor lingkungan kerja (kebisingan, *temperature*, pencahayaan, dll)

Konsentrasi dan ketelitian yang cukup merupakan sikap kerja yang baik dilakukan pada saat bekerja, karena sangat menunjang untuk kelancaran produksi yang berlangsung. Sikap kerja kurang baik (kurang *ergonomic*) seperti bekerja dengan posisi berdiri berlebihan, jongkok, membungkuk, serta adanya getaran dari mesin dan peralatan yang digunakan dapat menimbulkan *Occupational*

Fatigue yang bisa berdampak pada performansi pekerja menurun (Nugraha et al.,2013). Penggunaan tenaga otot secara terus menerus bisa menimbulkan kelelahan yang cepat pada pekerja tidak hanya kelelahan secara fisikis tapi juga kelelahan secara mental atau masalah beban kerja.

Berdasarkan data tabel dibawah, untuk pencapaian target kecacatan produksi pada kain Departemen *Finishing* terjadi ketidaksesuaian atau angka berlebih dari target yang ditentukan terjadi pada bulan Maret, April, Juni dan Oktober tahun 2018, sedangkan untuk bulan yang lainnya sudah sesuai dengan target dan dibawah dari target yang ditentukan. Pencapaian pada tahun 2019 selama bulan Januari, Februari, dan Maret sudah sesuai target yang diharapkan.

Perbaikan Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, perbaikan yang dilakukan adalah dengan menganalisis tingkat *occupational fatigue* (kelelahan kerja) yang diharapkan dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap perbaikan kelelahan kerja pada produksi di Departemen *Finishing* . Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian. Pencapaian kualitas Departemen *Finishing* untuk periode tahun 2018 dan tahun 2019, adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Pencapaian Target Kecacatan Produksi Departemen *Finishing*

	TAHUN 2018												TAHUN 2019				
	TARGET /BULAN	JAN	FEB	MRT	APRIL	MEI	JUN	JUL	AGTS	SEPT	OKT	NOV	DES	TARGET /BULAN	JAN	FEB	MRT
Noda Air	0.03													0.03	0.01	0.01	0.01
Bakar Bulu tak Sempurna	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01
Keriput	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Bekas Lipatan	0.12	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.03	0.04	0.1	0.05	0.04	0.06
Noda Warna																	
Warna tak merata	0.03													0.03	0.02	0.01	0.04
Belang Washing	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03
Total	0.27	0.21	0.16	0.22	0.19	0.15	0.14	0.14	0.15	0.14	0.22	0.12	0.13	0.25	0.14	0.13	0.17

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu ‘ergon’ yang artinya ‘kerja’ dan ‘nomos’ yang artinya ‘hukum’ atau ‘aturan’. Dimana ergonomic dapat disimpulkan bahwa ergonomi adalah hukum atau kebijakan tentang kerja yang saling berhubungan dengan pekerjaan, yang dapat disebut juga ilmu kerja.

Ergonomi berdasarkan ilmunya merupakan hubungan antara manusia dengan keadaan dan lingkungan yang berkaitan dengan pekerjaan. Ergonomi juga menggali dan mengaplikasikan informasi, perilaku manusia, kemampuan karakteristik untuk pekerjaan dan juga untuk meningkatkan produktivitas, keselamatan, efektivitas, kenyamanan dalam bekerja.

Faal Kerja

Ruang lingkup ergonomi memiliki aspek yang luas, diantaranya yaitu fisiologi kerja atau faal

kerja. Faal kerja adalah hasil kerjasama dalam koordinasi yang sebaik-baiknya dari kelima indra yaitu (penglihat, pendengar, peraba, perasa dan pencium), dalam otak dan saraf-saraf yang ada dipusat dan perifer tubuh , dan juga otot-otot pada tubuh. Selain itu untuk petukaran zat-zat yang diperlukan dan tidak diperlukan oleh otot-otot dan tubuh.

Fisiologi kerja biasanya lebih terfokus pada faal tubuh dalam kata lain koordinasi antara saraf perifer tubuh dan saraf pusat, baik panca indra, otot, rangka tubuh, saat pertukaran zat tubuh dan juga energi tubuh serta adanya pengaruh terhadap sistem peredaran darah, paru-paru, alat pernafasan dan jaringan organ-organ termasuk sistem gastro intestinal yaitu (mulut, esophagus, usus, hati dan lain-lainnya) pada saat bekerja. Fisiologi kerja adalah ilmu yang mempelajari informasi tentang seberapa besar aktivitas sistem tubuh baik itu sirkulasi darah, pernafasan, pencernaan dan juga

aktivitas *musculoskeletal* dapat bertahan atau optimal tanpa mengalami fungsi kerja yang berlebih dan mengalami kelelahan.

Kelelahan Kerja

Kelelahan merupakan proses yang menimbulkan penurunan kesejahteraan, kapasitas kinerja sebagai akibat dari aktivitas kerja menurut Mississauga, 2012. Kelelahan didefinisikan sebagai suatu keadaan ketika seseorang merasakan lelah baik itu secara fisik maupun mental, yang dapat ditimbulkan oleh beberapa kegiatan, diantaranya :

- a) Jam kerja yang berlangsung terlalu panjang tanpa intervensi istirahat atau periode waktu pemulihan kondisi tubuh,
- b) Kegiatan yang menggunkan fisik yang kuat dan berkelanjutan setelahnya,
- c) Usaha secara mental yang kuat dan berkelanjutan setelahnya
- d) Bekerja selama waktu alami untuk tidur (sebagai akibat dari shift atau bekerja untuk waktu yang panjang)
- e) Tidur dan istirahat yang kurang cukup (Suma'mur, 2009)

Ritme Sirkadian

Ritme sirkadian merupakan proses biologis yang berpatokan pada siklus pada 24 jam atau siklus pagi-malam yang dapat mempengaruhi sistem fungsional tubuh pada manusia. Waktu sirkadian otak dapat mengatur tidur, pola makan, suhu dalam tubuh, produksi hormon tubuh, regulasi level glukosa dan insulin,

produksi urin, regenerasi sel, dan aktivitas biologis lainnya.

Menurut Kuswadi tahun 1997 masing-masing orang mempunyai jam biologis yang berbeda-beda, kehidupan mereka diatur menjadi sama dan seragam dalam daur hidup 24 jam sehari. Faktor-faktor seperti cahaya, temperatur, aktivitas sosial, dan rutinitas kerja memengaruhi siklus tidur-bangun sehari-hari. Semua orang mempunyai jam yang sinkron terhadap siklus tidur mereka. Namun beberapa orang yang berbeda juga memiliki performa yang paling baik pada waktu yang berbeda dalam satu hari kegiatannya.

NASA-TLX *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*

Metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX) merupakan metode untuk mengevaluasi beban kerja yang bersifat subjektif, dimana pekerja diminta untuk memberikan pendapatnya pada pekerjaan yang tengah dilakukannya baik itu pekerjaan yang berat atau pun yang ringan.

Metode NASA-TLX itu sendiri meminta pekerja untuk menilai (antara 0 – 100) dari pada 6 aspek yang ada dalam pekerjaannya. Menurut Iridiastadi tahun 2014, Pada metode NASA-TLX, dikembangkan kembali oleh Sandra G. Dari *NASA-Ames Research Center* dan Lowell E. Staveland dari *San Jose State University* (1981), berdasarkan kutipan (Simanjuntak, 2010).

Metode ini dikembangkan berdasarkan

munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang terdiri dari skala sembilan faktor (kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustrasi, *stress*, dan kelelahan). Dari sembilan faktor ini disederhanakan lagi menjadi 6 faktor, yaitu:

1. Kebutuhan Fisik (KF),
2. Kebutuhan Mental (KM),
3. Kebutuhan Waktu (KW),
4. Performansi (P),
5. Usaha (U),
6. dan Tingkat Frustrasi (TF).

Total nilai dari keseluruhan aspek pekerjaan tersebut dinilai dapat digunakan sebagai evaluasi kuantitatif beban mental terhadap pekerjaan/aktivitas yang bersangkutan. Metode ini dapat pula digunakan untuk mengkaji apakah untuk pekerjaan yang sama, beban mental dirasakan oleh para pekerja.

Langkah pengukuran dengan menggunakan NASA TLX menurut Meshkati, 1988 yang dikutip dari Widyanti, 2010 adalah sebagai berikut

Pembobotan

Pada tahap pemberian bobot yang menyajikan 15 pasangan indikator kemudian diisi oleh karyawan dengan cara mencentang salah satu pasangan indikator dimana menurut karyawan yang lebih dominan mereka alami.

Pemberian Rating

Dalam tahap ini, responden diminta memberikan penilaian/rating terhadap keenam

dimensi beban mental. Skor akhir beban mental NASA-TLX diperoleh dengan mengalikan bobot dengan rating setiap dimensi, kemudian dijumlahkan dan dibagi 15.

Pengolahan data dari tahap pemberian peringkat (*rating*) bertujuan untuk memperoleh beban kerja (*mean weighted workload*) adalah sebagai berikut: Menghitung banyaknya perbandingan antara faktor yang berpasangan, kemudian menjumlahkan dari masing-masing indikator, sehingga diperoleh banyaknya jumlah dari tiap-tiap faktor.

Dengan demikian, dihasilkan 6 nilai dari 6 indikator (KM, KF, KW, PF, U, dan TF). Menghitung nilai untuk tiap-tiap faktor dengan cara mengalikan *rating* dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. *Weighted workload* (WWL). WWL diperoleh dengan cara menjumlahkan ke enam nilai faktor.

$$WWL = rating \times bobot\ faktor \dots\dots\dots (1)$$

Menghitung rata-rata WWL. Ratarata WWL diperoleh dengan cara membagi

WWL dengan jumlah bobot total, yaitu 15.

Menghitung rata-rata WWL. Rata-rata WWL diperoleh dengan cara membagi WWL dengan jumlah bobot total, yaitu 15.

$$Rata - rata\ WWL = \frac{WWL}{15} \dots\dots\dots (2)$$

Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI)

Salah satu alat ukur untuk mengetahui

kelelahan kerja yang terjadi pada seorang response. Alat ukur yang digunakan dalam mengukur kelelahan adalah kuesioner *Swedish Occupational Fatigue Inventory* (SOFI) dan pengukuran performansi dengan waktu reaksi. SOFI adalah pengukuran kelelahan secara subjektif yang dikembangkan oleh Ashberg (1998) yang terdiri dari lima dimensi yaitu :

- a) *Lack of energy* (penurunan energi) ;
- b) *Physical exertion* (ketidaknyamanan pada fisik secara keseluruhan) ;
- c) *Physical Discomfort* (ketidaknyamanan pada beberapa bagian fisik tubuh tertentu);
- d) *Lack of motivation* (penurunan motivasi);
- e) *Sleepiness* (kantuk). Masing-masing dimensi terdiri dari empat faktor.

Kuesioner SOFI terdiri dari tujuh skala dimana skala 0 berarti “tidak merasa sama sekali” hingga skala 6 yaitu “merasa sangat tinggi” (Ashberg, 1998 ; Ashberg, 2000 ; Johansson, Ytterberg, Back, Holmqvist & Koch, 2008) Kuesioner SOFI diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia atas bantuan ahli bahasa. SOFI dibuat dalam tiga versi untuk masing-masing shift, perbedaan tersebut hanya dari urutan pernyataan. Hal ini dilakukan untuk meminimisasi *memory effect* (efek ingatan) pada responden (Leung, Chan & He, v 2004).

Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI) digunakan untuk menyelidiki kualitas subjektif dari kelelahan pada orang di pekerjaan yang berbeda. SOFI terdiri dari 20 item yang dibagi menjadi beberapa dimensi

diantara lain kurangnya energi, tenaga fisik, ketidaknyamanan fisik, kurangnya motivasi dan kantuk.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis Tingkat kelelahan pada pekerja shift menggunakan SOFI (*Swedish Occupational Fatigue Inventory*)

Berdasarkan hasil pengolahan, diperoleh nilai tertinggi yaitu kantuk sebesar 5,19 terjadi pada *shift* malam, 1,71 pada *shift* pagi, dan 1,56 pada *shift* siang.

Nilai tertinggi kedua yaitu kurangnya energi sebesar 4,23 terjadi pada *shift* malam, 3,23 terjadi pada *shift* siang, dan 2,76 terjadi pada *shift* pagi.

Nilai tertinggi ketiga yaitu aktivitas fisik sebesar 2,68 terjadi pada *shift* malam, 2,43 terjadi pada *shift* siang, dan 1,63 terjadi pada *shift* pagi.

Nilai teritnggi yang ke-empat yaitu kurang motivasi sebesar 2,35 terjadi pada *shift* siang, 2,12 terjadi pada *shift* malam, dan 1,47 terjadi pada *shift* pagi.

Nilai yang terakhir yaitu ketidaknyaman fisik sebesar 2,27 terjadi pada *shift* siang, 1,28 terjadi pada *shift* pagi, dan 1,07 terjadi pada *shift* malam.

Analisis Hubungan Beban Kerja Terhadap Tingkat Kelelahan Karyawan Shift Menggunakan UJI ANOVA

Untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan antara beban kerja dengan tingkat kelelahan

pekerja *shift* karyawan Departemen *Finishing*, dilakukan pengujian hubungan menggunakan Uji ANOVA. Langkah yang dilakukan sebelum ketahapan uji anova adalah uji normalitas, uji homogenitas, dan uji anova, sebagai berikut :

Hipotesis dalam Uji Normalitas, yaitu :

- Ho : Data Tidak Berdistribusi Normal

- H1 : Data Berdistribusi Normal

Pengambilan Keputusan Uji Normalitas :

- Jika nilai signifikansi > 0,05 maka, H1 Diterima dan H0 Ditolak
- Jika nilai signifikansi < 0,05 maka, H0 Diterima dan H1 Ditolak

Tabel 2 Data Uji Normalitas
Tests of Normality

	Shift	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dimensi	Shift Pagi	.341	5	.057	.814	5	.104
	Shift Siang	.258	5	.200*	.936	5	.637
	Shift Malam	.191	5	.200*	.968	5	.863

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan data yang diperoleh melalui uji normalitas pada tabel 5.1 nilai data telah memenuhi standar untuk dilakukan uji berikutnya, dikarenakan nilai sig pada tabel *Shapiro-wilk* memiliki nilai 0.104 untuk *shift* pagi, 0,637 untuk *shift* siang, dan 0,863 untuk *shift* malam > 0,05, maka data yang di uji sudah berdistribusi normal dan dapat melanjutkan ke uji homogenitas dan uji anova.

Hipotesis dalam Uji ANOVA ini, yaitu :

- Ho : Tidak Adanya perbedaan tingkat kelelahan antara pekerja *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam

- H1 : Adanya perbedaan tingkat kelelahan antara pekerja *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam

Dasar Pengambilan Keputusan Uji Anova :

- Jika nilai signifikansi > 0,05 maka, H1 Diterima dan H0 Ditolak
- Jika nilai signifikansi < 0,05 maka, H0 Diterima dan H1 Ditolak

Berdasarkan output SPSS “*Descriptives*” didapat perbedaan rata-rata nilai dimensi antara *shift* pagi, *shift* siang dan *shift* malam dengan rincian sebagai berikut :

1. Rata-rata tingkat kelelahan untuk *shift* pagi sebesar 1,77
 2. Rata-rata tingkat kelelahan untuk *shift* siang sebesar 2,37
 3. Rata-rata tingkat kelelahan untuk *shift* malam sebesar 3,06
- Dengan demikian, maka secara *descriptives* dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat kelelahan tertinggi terjadi pada *shift* malam yaitu sebesar 3,06.

Tabel 3 Data Uji Homogentitas
Test of Homogeneity of Variances

Dimensi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.132	2	12	.025

Berdasarkan *output* SPSS “*Test of Homogeneity of Variances*” yang dimana untuk menguji kesamaan varian (uji homogenitas), diperoleh nilai signifikansi (sig) sebesar 0,025. Karena nilai signifikansi $0,025 < 0,05$, maka

dapat disimpulkan bahwa varian ketiga *shift* tingkat kelelahannya yang dibandingkan tersebut adalah tidak sama atau tidak *homogeny*.

Tabel 4 Data Uji Anova
ANOVA

Dimensi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.154	2	2.077	1.828	.203
Within Groups	13.637	12	1.136		
Total	17.791	14			

Berdasarkan *output* “Anova” diatas, diketahui nilai signifikansi (sig) sebesar $0,203 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata dimensi tingkat kelelahan pekerja *shift* karyawan departemen finishing tersebut “BERBEDA” secara signifikansi atau secara nyata.

Analisis Beban Kerja pada pekerja shift menggunakan NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*)

Berdasarkan hasil pengolahan diperoleh bahwa nilai yang tertinggi adalah tingkat usaha dengan nilai 261,63 untuk *shift* pagi, 248 untuk

shift siang, dan 236 untuk *shift* malam.
 Nilai tertinggi yang kedua yaitu performansi sebesar 228 untuk *shift* pagi, 200,67 untuk *shift* siang, dan 176,67 untuk *shift* malam.
 Nilai tertinggi ketiga yaitu kebutuhan fisik sebesar 208,67 untuk *shift* siang, 203,33 untuk *shift* malam, dan 194 untuk *shift* pagi.
 Nilai tertinggi ke-empat yaitu kebutuhan mental sebesar 222,67 untuk *shift* malam, 184 untuk *shift* siang, dan 142 untuk *shift* pagi.
 Nilai tertinggi kelima yaitu kebutuhan waktu yaitu sebesar 188,67 untuk *shift* malam, 178 untuk *shift* pagi, dan 160,67 untuk *shift* siang.
 Nilai yang terakhir adalah tingkat frustrasi yaitu sebesar 44 untuk *shift* siang, 35,33 untuk *shift* malam, dan 20 untuk *shift* pagi.

Analisis Hubungan Beban Kerja Terhadap

Tingkat Kelelahan Mental Karyawan Shift Menggunakan Uji ANOVA

Untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan antara beban kerja dengan tingkat kelelahan Mental pekerja *shift* karyawan Departemen *Finishing*, dilakukan pengujian hubungan menggunakan Uji ANOVA. Langkah yang dilakukan sebelum ketahapan uji anova adalah uji normalitas, uji homogenitas, dan uji anova, sebagai berikut :

Hipotesis dalam Uji Normalitas, yaitu :

- Ho : Data Tidak Berdistribusi Normal
- H1 : Data Berdistribusi Normal

Pengambilan Keputusan Uji Normalitas :

- Jika nilai signifikasi > 0,05 maka, H1 Diterima dan H0 Ditolak
- Jika nilai signifikasi < 0,05 maka, H0 Diterima dan H1 Ditolak

Tabel 5 Data Uji Normalitas

Tests of Normality

	SHIFT	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dimensi	Shift Pagi	.203	6	.200*	.919	6	.501
	Shift Siang	.260	6	.200*	.876	6	.249
	Shift Malam	.331	6	.039	.775	6	.035

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan data yang diperoleh melalui uji normalitas pada tabel 5.4 nilai data tidak memenuhi standar untuk dilakukan uji berikutnya, dikarenakan nilai sig pada tabel *Shapiro-wilk* memiliki nilai 0.501 untuk *shift*

pagi, 0,249 untuk *shift* siang > 0,05, yang berarti untuk kedua data signifikasi yang dapat di uji hanya 2 data atau telah berdistribusi normal, sedangkan untuk *shift* malam memiliki nilai signifikasi (sig) 0,035 < 0,05, maka data

yang di uji tidak berdistribusi normal atau tidak dapat melanjutkan ke uji homogenitas dan uji anova. Untuk *alternative* uji yang digunakan untuk menguji data hasil kuesioner NASA-TLX ini adalah uji non-parametrik atau biasa dikenal dengan uji *kruskal wallis*.

Hipotesis Penelitian, yaitu :

- Ho : Tidak adanya perbedaan tingkat kelelahan antara pekerja *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam

- H1 : Adanya perbedaan tingkat kelelahan antara pekerja *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam

Dasar Keputusan Uji *Kruskal Wallis* :

- Jika nilai asymp sig > 0,05 maka tidak ada perbedaan atau Ho Diterima dan H1 Ditolak
- Jika nilai asymp sig < 0,05 maka ada perbedaan atau Ho Ditolak dan H1 Diterima

Tabel 6 Data Uji Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis Test

Test Statistics^{a,b}

	Dimensi
Chi-Square	.047
Df	2
Asymp. Sig.	.977

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: SHIFT

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil uji *kruskal wallis* pada tabel 5.4 diperoleh nilai asymp sig sebesar $0,977 > 0,05$, sebagaimana dari dasar pengambilan keputusan uji *kruskal wallis* nilai hasil uji menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dalam tingkat kelelahan antara pekerja *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam.

1. Beban kerja yang diterima oleh pekerja *shift* karyawan Departemen Finishing memiliki nilai yang tidak jauh berbeda antara *shift* pagi 33%, *shift* siang, dan *shift* malam 34% berdasarkan pada hasil pengukuran NASA-TLX. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kelelahan yang diterima untuk setiap *shift* sama.
2. Karyawan *shift* malam memiliki tingkat kelelahan yang tertinggi dari dimensi tingkat kantuk yaitu sebesar 5,19, yang dimana nilai ini menjadi nilai tertinggi dalam pengukuran SOFI pada pekerja *shift*

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

karyawan Departemen *Finishing*. Nilai tertinggi kedua 4,23 kurangnya energi, 2,68 aktivitas fisik, 2,12 kurang motivasi, 1,07 ketidaknyamanan fisik. Sedangkan untuk *shift* siang *relative* sama 3,23 untuk kurangnya energi, 2,43 aktivitas fisik, 2,35 kurang motivasi, 2,27 ketidaknyamanan fisik, 1,56 kantuk. Nilai yang terendah adalah *shift* pagi 2,76 kurangnya energi, 1,71 kantuk, 1,63 aktivitas fisik, 1,47 kurangnya motivasi, 1,28 ketidaknyamanan fisik.

Hasil analisis menggunakan uji anova, untuk data yang didapat dengan kuesioner SOFI diketahui nilai signifikansi (sig) sebesar $0,203 > 0,05$ yang berarti ada perbedaan antara kelelahan fisik pada *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam. Sedangkan untuk hasil uji anova pada kuesioner NASA-TLX data yang dihasilkan tidak berdistribusi normal, sehingga dilakukan pengujian alternative yaitu uji kruskal wallis yang hasil dari uji didapat nilai asymp sig sebesar $0,977 > 0,05$, yang berarti tidak ada perbedaan kelelahan mental antar *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aminah, Soleman. 2011. Analisis Beban Kerja Ditinjau Dari Faktor Usia Dengan Pendekatan *Recommended Weight Limit*. ARIKA, Vol. 05, No. 2.
- [2] Ahsberg, E. (1998). Perceived Fatigue Related to Work. *National Institute for Working Life*.
- [3] Budiono, AMS, Jusuf, RMF, Pusparini, A. 2003. Hiperkes dan keselamatan kerja. Semarang: Bunga Rampai
- [4] Hancock, A. Peter and N. Meshkati (1988). *Human Mental Workload*. Netherlands: Elsevier Science Publishing Company, INC
- [5] Mississauga. 2012. A Review of mechanisms, outcomes, and measurement of fatigue at work : The Toronto Workshop. Ontario: CRE-MSD.
- [6] Nugraha, H.A., Astuti, M., Rahman, A. 2013. Analisis Perbaikan Kerja Operator Menggunakan Metode RULA Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders (Studi Kasus pada Bagian Bad Stock Warehouse PT. X Surabaya). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*. Vol 1, No 2. P.229-240.
- [7] Nurmianto, E. 1998. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Guna Widya.
- [8] Nurmianto, E. 2003. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya. Surabaya.
- [9] Oentoro, S. 2004. Kampanye atasi kelelahan mental dan fisik. Jakarta: UI Press.
- [10] Risma Adelina Simanjuntak. 2010. Analisis Beban Kerja Mental Dengan Metoda *Nasa-Task Load Index*. Jurusan Teknik Industri, Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Vol 3, No 1.
- [11] Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- [12] Setyawati, L. 2010. *Selintas tentang Kelelahan Kerja*. Yogyakarta: Amara Books.

- [13] Setyawati, LM. 2004. Kelelahan kerja & stress kerja. Seminar Nasional Ergonomi Aplikasi Ergonomi dalam Industri. Yogyakarta.
- [14] Sugiono. 2002. Metode penelitian administrasi. Cetakan XI. Alfabetha. Bandung
- [15] Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. Ergonomi (Studi Gerak dan Waktu). Surabaya: Guna Widya.
- [16] Wicaksono, A. 2014. Pengaruh Beban Kerja Fisik Terhadap Kelelahan Kerja Di Bagian Produksi Tulangan Beton Pt Wijaya Karya Tbk. Beton Boyolali. [Skripsi Ilmiah]. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan UMS.

**PENENTUAN WAKTU *SETUP* PRODUKSI KAIN TYPE F205
MENGUNAKAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*
TRISULA TEXTILE INDUSTRIES Tbk**

Dara Puspita Sari¹, Nurwathi²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP

Email : rharapusita399@gmail.com

ABSTRACT

PT Trisula Textile Industries Tbk has a Research and Development Department that manufactures uniform and fashion fabrics. There are various kinds of operations for the production of raw cloth (*greige*), there are 7 operations in this department. The variety of operations that are processed in this department causes the frequency and the length of time the machine is set up for the replacement of operations on a particular machine. As a result, one of the problems is the delay in the delivery of products to the next division, based on the exposure, the focus point of the research is the effort to reduce the time needed to set-up the machine when making a changeover / changeover of operational activities using the Single Method of Exchange Of Die. (SMED). The application of SMED is applied to weaving machines. The results of the set-up time in the weaving machine calculation indirectly by reducing the operations of the main operators based on the calculation of getting uniformity of data, classification of internal and external activities, calculation of normal time and standard time. With data processing, it can recap the comparison of standard time data before the duration of set time -up is 934 minutes / *greige*, normal time is 1027.4 minutes / *greige*, normal time duration is 1464 minutes / *greige*. and after the SMED method the results of the set-up duration are 845 minutes / *greige*, the normal duration is 929.5 minutes / *greige*, and the default time duration is 1324 minutes / *greige*.

Keywords: Set-Up Time, Single Exchange Method Of Die (SMED).

ABSTRAK

PT Trisula Textile Industries Tbk memiliki Departemen *Research and Development* yang memproduksi kain seragam dan *fashion*. Ada beberapa berbagai macam kegiatan operasi untuk pembuatan kain mentah (*greige*), terdapat 7 kegiatan operasi pada departemen ini. Beragamnya kegiatan operasi yang diproses di departemen ini menyebabkan frekuensi dan lamanya waktu set-up mesin untuk pergantian kegiatan operasi pada mesin tertentu. Akibatnya salah satu permasalahan yang ada adalah keterlambatan pengiriman produk ke divisi selanjutnya, berdasarkan pemaparan yang ada maka titik fokus pada penelitian adalah upaya pengurangan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan set-up mesin saat melakukan pergantian/changeover kegiatan operasi dengan menggunakan metode *Single Metode Exchange Of Die* (SMED). Penerapan SMED diterapkan pada mesin *weaving* (pertenunan). Hasil waktu *set-up* di mesin *weaving* perhitungan secara tidak langsung dengan mengurangi kegiatan operasi operator utama berdasarkan perhitungan mendapatkan keseragaman data, klasifikasi aktifitas internal dan eksternal, perhitungan waktu normal dan waktu baku. Dengan pengolahan data dapat direkap data perbandingan waktu baku sebelum durasi waktu *set-up* adalah 934 menit/*greige*, waktu normal adalah 1027,4 menit/*greige*, durasi waktu normal adalah 1464 menit/*greige*. dan sesudah metode SMED hasil durasi waktu *set-up* adalah 845 menit/*greige*, durasi waktu normal adalah 929,5 menit/*greige*, dan durasi waktu baku adalah 1324 menit/*greige*.

Kata kunci: Waktu *Set-Up* , *Single Exchange Method Of Die* (SMED)

PENDAHULUAN

Setiap perusahaan dituntut untuk memberikan

pelayanan yang sesuai dengan permintaan konsumen dengan tujuan untuk memenuhi

kepuasan konsumen. Konsumen menghendaki waktu penyelesaian order yang cepat dan waktu pengiriman yang singkat, untuk meningkatkan kecepatan pelayanan terhadap konsumen, perusahaan harus mengkaji beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas perusahaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain adalah waktu *se-tup*, waktu proses, kondisi mesin dan lain-lain. Waktu *se-tup* dan waktu proses sangat mempengaruhi waktu siklus pembuatan suatu produk. Untuk meningkatkan kecepatan pelayanan, perusahaan harus bisa meminimalisasi waktu *set-up* dan waktu proses, sehingga permintaan konsumen dapat terpenuhi dan kepuasan konsumen akan tercapai.

PT.Trisula Textile Industries Tbk memiliki Departemen *Research and Development* yang bertugas dalam pengembangan kain mentah (*greige*) untuk setiap proses produksi. Demi memenuhi pesanan Departemen *Research and Development* membutuhkan waktu penyelesaian yang sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Kendala yang dihadapi Departemen *Research and Development* adalah keterlambatan dalam penyelesaian pembuatan kain mentah (*greige*) sehingga tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Keterlambatan tersebut mengakibatkan waktu penyelesaian yang tidak sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan. Contoh keterlambatan terjadi pada kain mentah (*greige*) bulan Januari dengan data sebagai berikut:

Tabel 1 Contoh Keterlambatan Pada Kain Mentah (*greige*)

No	Corak XD	Tanggal Intruksi	Pemintaan Finish	Terima Finish	Lama Proses	Selisih -> Target	Ketepatan Waktu
1	18260	10/10/2018	30/10/2018	8/1/2019	90	70	Telat
2	18278-TU	7/12/2018	14/01/2018				
3	18292	5/12/2018	23/1/2019	22/1/2019	48	-1	Tepat
4	18293	10/10/2018	31/10/2018	30/1/2019	112	91	Telat
5	18296	30/11/2018	23/1/2018	23/1/2019	54	0	Tepat
6	18301	10/10/2018	31/10/2018	11/1/2019	93	72	Telat
7	18304	30/11/2018	18/1/2019	18/1/2019	49	0	Tepat
8	18306	17/12/2018	31/1/2019	18/1/2019	32	-13	Telat
9	18310	11/12/2018	31/1/2019	23/1/2019	43	-8	Tepat
10	19004	7/1/2019	28/1/2019	25/1/2019	18	-3	Tepat
11	17238-A3-TU2	20/12/2019	15/1/2019	29/1/2019	40	14	Telat
12	18295-A1	30/11/2018	18/1/2019	8/1/2019	39	-10	Tepat
13	1895-A2	30/11/2018	18/1/2019	8/1/2019	39	-10	Tepat
14	18307-A1	11/12/2018	12/1/2019	25/1/2019	45	13	Telat
15	18307-A2	11/12/2018	12/1/2019	25/1/2019	45	13	Telat

Waktu penyelesaian kain mentah (*greige*) dipengaruhi oleh waktu *set-up* dan waktu proses. Dalam hal ini, waktu *set-up* mengambil bagian yang cukup besar dari total penyelesaian. Penghematan waktu *set-up* dapat

mempercepat penyelesaian produk sehingga produk dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal produksi. Dampak dari ketepatan waktu ini adalah meningkatnya produktivitas yang mengakibatkan penambahan pendapatan

perusahaan.

Dengan adanya permasalahan tersebut, PT.Trisula Textile Industries Tbk melakukan pengurangan waktu set-up untuk mengatasi keterlambatan penyelesaian produksi kain mentah (greige). Pengurangan waktu set-up dapat menggunakan metode Single Minute Exchange Of Die (SMED) atau menyebutnya dengan “ quick changeover”

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi merupakan sebagai salah satu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan bahkan sistem kerja, untuk bertujuan tercapainya kualitas kerja yang terbaik tidak mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya. Dapat dijelaskan bahwa hampir semua objek rancangan yang berhubungan (berinteraksi) dengan manusia memerlukan ilmu ergonomi.

Tujuan ergonomi merupakan suatu keadaan ketika pekerja dapat menerima keadaan kondisi kerja yang ada (*acceptable*) untuk mengingat keterbatasan yang bersifat teknis maupun organisatoris. Pada hirarki yang paling tinggi, ergonomi bertujuan menciptakan kondisi kerja yang optimal, dengan beban dan karakteristik pekerjaan yang sesuai kemampuan serta keterbatasan individu pengguna sistem kerja.

Proses Set-Up yang terjadi yaitu set-up mesin

Weaving, sebelumnya pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (stop watch).

Berikut langkah-langkah untuk melakukan pengukuran waktu adalah :

- Menghitung waktu dengan menggunakan jam henti
- Hitung rata-rata dari harga rata-rata subgroup dengan :

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{k}$$

Dimana : X_i adalah harga rata-rata dari subgroup ke-I, k adalah harga banyaknya subgroup yang terbentuk

- Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Di mana : N adalah jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan

X_j adalah waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan.

- Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Di mana : N adalah jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan

X_j adalah waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan.

- e. Tentukan batas kendali atas (BKA) dan batas

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma_{\bar{x}} \text{ untuk kendali atas}$$

$$BKB = \bar{X} - 3\sigma_{\bar{x}} \text{ untuk kendali bawah}$$

- f. Menghitung kecukupan data

$$N' = \left(\frac{z \sqrt{\frac{N \sum x_j^2 - (\sum x_j)^2}{N}}}{\sum x_j} \right)^2$$

Jika $N' < N$, maka kecukupan data sudah cukup

Hitung **waktu siklus**, yang tidak lain adalah waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran :

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

di mana X_i dan N menunjukkan arti yang sama dengan yang telah dibahas sebelumnya.

- a. Hitung waktu normal dengan:

$$W_n = W_s \times p$$

Dimana p adalah faktor penyesuaian, p sama dengan 1 untuk menormalkan pengukur harus memberi harga $p < 1$, dan sebaliknya $p > 1$, jika dianggap bekerja cepat.

- b. Hitung Waktu Baku

$$W_n = W_n (1+l)$$

Dimana l adalah kelonggaran atau *allowance*

dari *lean manufacturing* yang digunakan untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *set-up* pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke model produk lainnya. Waktu *set-up* pergantian salah satu bentuk *waste*/pemborosan dalam konsep *lean* yang harus dihilangkan karena tidak memberi nilai tambah untuk pelanggan dan mengakibatkan proses tidak efisien.

Metode SMED merupakan adanya dua aktifitas *set-up* yang merupakan dasar dari metode SMED yaitu : *internal set-up* hanya dilakukan bila mesin dalam kondisi *shutdown* dan *external set-up* dapat dilakukan pada saat mesin dalam keadaan operasi. Kedua konsep tersebut merupakan konsep yang sangat penting dalam implementasi SMED.

Apabila sistem SMED dapat diimplementasikan sehingga waktu *changeover* dapat dilakukan dengan cepat, maka pergantian produk satu ke produk berikutnya dapat dilakukan sesering mungkin. Dan perusahaan dapat memproduksi *lot* dalam jumlah yang lebih kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan dan menggunakan data jam henti (*stopwatch*) dengan narasumber pekerja produksi di Departemen R&D PT. Trisula Textile Industries Tbk. Hasil Kecukupan data sesuai wawancara dan pengamatan.

SMED adalah salah satu metode *improvement*

1. Hasil Kecukupan data

Tabel 2 Data Waktu Operasi Mesin Weaving

Pengambilan Data Ke	Waktu Proses (menit)	Pengambilan Data Ke	Waktu Proses(menit)
1	934	16	945
2	912	17	940
3	912	18	935
4	950	19	967
5	928	20	953
6	910	21	933
7	965	22	942
8	968	23	940
9	958	24	947
10	938	25	917
11	956	26	933
12	932	27	941
13	943	28	941
14	935	29	931
15	926	30	941

Sumber : data primer yang telah diolah

Pada penelitian ini asumsi yang digunakan ialah tingkat kepercayaan 95% = 2 dan derajat ketelitian 10%.

Jadi $k/s = 20$

$$N = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{30(25578506) - (939)^2}}{939} \right]^2$$

$$N' = 24,28$$

Perhitungan nilai N' dapat di lihat di lampiran. Berdasarkan perhitungan di atas dapat di lihat bahwa jumlah data sampel awal sudah mencukupi $N' < N$.

2. Keceragaman Data

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{18 + 15 + 15 + \dots + 17}{30}$$

$$\bar{x} = \frac{17,37}{30}$$

$$= 0,58$$

Standar deviasi

$$= \frac{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2}}{N-1}$$

$$= \sqrt{\frac{(18-0,58)^2 + (15-0,58)^2 + \dots}{30-1}}$$

$$\text{BKA} = \bar{X} + 3\sigma\bar{x}$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 3\sigma\bar{x}$$

Sehingga

$$\text{BKA} = 0,58 + 3(297,24)$$

$$= 892,3$$

$$\text{BKB} = 0,58 - 891,72$$

$$= - 891,14$$

3. Waktu Normal dan waktu Siklus

Tabel 3 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku			
Kegiatan Data ke-	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku/ Standar
1	934	1961.4	2795.0
2	911.8	1914.8	2728.6
3	911.5	1914.2	2727.7
4	949.7	1994.4	2842.0
5	927.9	1948.6	2776.7
6	909.5	1910.0	2721.7
7	964.9	2026.3	2887.5
8	968.3	2033.4	2897.6
9	958.6	2013.1	2868.6
10	937.8	1969.4	2806.4
11	956.6	2008.9	2862.6
12	932.2	1957.6	2789.6
13	943.4	1981.1	2823.1
14	934.7	1962.9	2797.1
15	926	1944.6	2771.1
16	944.8	1984.1	2827.3
17	940.2	1974.4	2813.5
18	934.6	1962.7	2796.8
19	967.3	2031.3	2894.6
20	952.9	2001.1	2851.6
21	933.3	1959.9	2792.9
22	941.8	1977.8	2818.3
23	939.9	1973.8	2812.7
24	947	1988.7	2833.9
25	916.7	1925.1	2743.2
26	933.3	1959.9	2792.9
27	941.5	1977.2	2817.4
28	940.7	1975.5	2815.0
29	931.4	1955.9	2787.2
30	940.8	1975.7	2815.3

4. Penerapan *Single Minute Exchange Of Die* (SMED)Tabel 4 Penerapan *Single Minute Exchange Of Die* (SMED)

Kegiatan Operasi Mesin Weaving (Pertenenan)				
No	Kegiatan Awal	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
			<i>set-up</i>	<i>set-up</i>
1	Bongkar Mesin	18		
2	Mengambil beam truk	1		
3	Pergi ke pencucukan mengambil beam	3		
4	Kembali ke mesin weaving	1		
5	Menaikan beam ke mesin weaving	1		
6	Mengembalikan beam truk ke tempatnya	1		
7	kembali ke mesin weaving	1		
8	Memulai penyetingan sisir ke mesin	2		
9	Pergi mengambil peralatan kunci	0,2		

Kegiatan Operasi Mesin Weaving (Pertenenan)				
No	Kegiatan Awal	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
			<i>set-up</i>	<i>set-up</i>
10	Membongkar tutup mesin untuk penyetingan	0,1		
11	Memasang baur	1		
12	Mengambil peralatan	0,5		
13	Penyetingan slay	10		
14	Pemasangan leno	13		
15	Membereskan peralatan	0,1		
16	Memasang Pengganjal sisir	0,6		
17	Penguncian sisir memasang 15 baur	3		
18	Pemasangan kamran ke mesin	9		
19	Settingudukan leno	0,2		
20	Pengikatan benang lusi	6		
21	Merapikan benang lusi	1		
22	Penyetingan rapier	8		
23	Pemasangan temple	4		
24	Pemasangan benang pakan	3		
25	Perbaikan lusi putus	6		
26	Check angkat lusi	5		
27	Check angkat dobby	2		
28	Check susunan Pakan	2		
29	Pembuatan kain mentah buat dyeing check 1 meter	60		
30	Menuju tempat proses dyeing ceheck	3		
31	Proses pencelupan dyeing check	45		
32	Kembali, menuju tempat pemeriksaan dyeing check	3		
33	Kualitas ok, lanjut jalan mesin	720		
34	Mengirim ke bagian inspek	0.3		
Total		845	50	795

Perhitungan waktu normal dan waktu baku mesin weaving

Berdasarkan tabel 4.11, nilai $p = 1 + 0,1 = 1,1$

$$\begin{aligned} \text{Waktu normal} &= \text{waktu siklus} \times p \\ &= 845 \times 1,1 \\ &= 929,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin di

mesin weaving adalah 1027,4 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x % allowance)

$$\begin{aligned} &= 929,5 + (929,5 \times 42,5\%) \\ &= 1.324,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin weaving adalah 1.464 menit.

Keterangan : poin no 1,2,3,4,5,6,7,17,18,30,31,32

adalah pengurangan kegiatan operator utama.

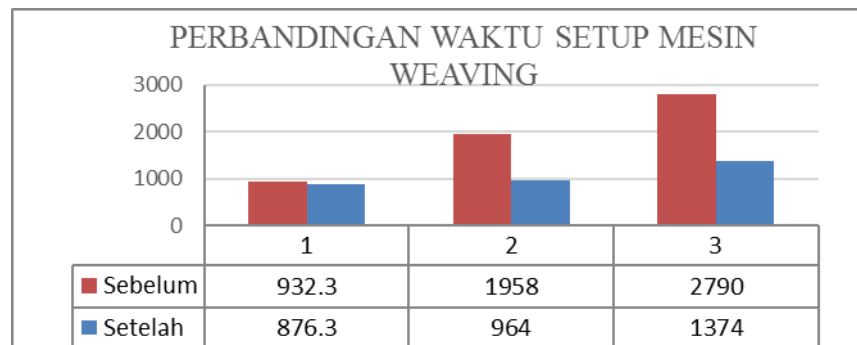
Rekapan Data Perbandingan Waktu Baku Sebelum dan Setelah Penerapan SMED

Tabel 5 Waktu Baku Sebelum Penerapan SMED Mesin weaving

Waktu Sebelum Penerapan SMED		
Durasi setup	Durasi Normal	Durasi Baku
Menit	Menit	Menit
934	1027,4	1464

Tabel 6 Waktu Baku Setelah Penerapan SMED Mesin Weaving

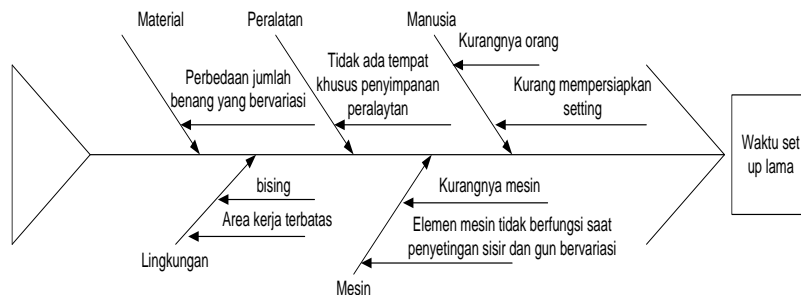
Waktu Setelah Penerapan SMED		
Durasi setup	Durasi Normal	Durasi Baku
Menit	Menit	Menit
845	929,5	1324



Gambar 1 Grafik perbandingan waktu setup mesin weaving sebelum dan sesudah

Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Aspek Waktu Setup

Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Elemen Waktu Setup Mesin Weaving



Gambar 2 Diagram Fishbone Mesin Weaving

KESIMPULAN

Hasil yang telah diamati waktu *se-tup* dengan uji keseragaman data sebanyak 30 kali pada mesin weaving pembuatan kain mentah (*greige*), menghemat waktu *set-up* sebesar 94,1 menit/*greige*. Waktu *set-up* rata-rata dari setiap kegiatan sebesar 939,10 menit/*greige*, sedangkan waktu *set-up* rata-rata dari setiap kegiatan sesudah menggunakan SMED dapat diturunkan menjadi 845 menit/*greige*. Setelah penerapan metode SMED hasil waktu lebih cepat untuk persiapan pembuatan kain mentah (*greige*). Bahkan bisa menjalankan lebih dari satu mesin agar produksi per hari dapat meningkat dan juga dapat menyelesaikan tepat waktu. Penambahan asisten dalam kegiatan *set-up* yang biasanya dilakukan oleh operator saja

yang melakukan apapun sendiri yang mengakibatkan salah satu keterlambatan. Penambahan tersebut menghasilkan peningkatan produksi kain mentah (*greige*)/hari dan mengutungkan bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iridiastadi Herdianto, dkk. 2017. Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- [2] Satalaksana Z. Iftkar, dkk. Teknik Perancangan Sistem Kerja. ITB:Bandung. 2006:83
- [3] Satwikaningrum Dyaksi. Perbaikan Waktu Set-Up Dengan Menggunakan Metode SMED (studi kasus Pt. Naga Bhuana Aneka Piranti).2006.
- [4] Syafiq nabhan Abdurrafi. Implementasi *Single Minute Exchange Of Dies* (SMED) Saat *Changeover* Kabinet Pada Proses Produksi Di Mesin Nc (Studi Kasus: Divisi NC Machining, Departemen Wood Working, PT Yamaha Indonesia). 2018.

PERANCANGAN MESIN PENGUPAS KULIT KACANG TANAH BERKAPASITAS 20 KG /JAM

Rafly Theo Tampaty

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP

e-mail: raflycorpse002@gmail.com

ABSTRAK

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L*) merupakan tanaman polong-polongan atau legum kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Kacang tanah merupakan tanaman berupa semak yang berasal dari Amerika Selatan, tepatnya dari Brazilia. Sebelum ditemukannya atau dibuat mesin pengupas kacang tanah, pengupasan kulit kacang tanah pada awalnya dipecah kulitnya dengan cara manual atau menggunakan jari tangan, dengan cara ini menghasilkan biji kacang sebanyak 5-10 kg/jam. Cara ini dirasa kurang menghasilkan bulir kacang tanah kupasan dalam jumlah yang besar. Maka diperlukan sebuah mesin pengupas kulit kacang tanah yang lebih modern dengan spesifikasi harganya yang murah sehingga terjangkau oleh kelompok petani kacang tanah, mudah diproduksi, mudah dioperasikan, mudah perawatannya dan tentunya memberikan keringanan pekerjaan petani kacang tanah, utamanya pada proses pasca panen, yang menghasilkan biji kacang tanah kupasan dengan kualitas tinggi dan jumlahnya yang besar, yang tentunya berdampak pada nilai jual lebih pada kacang tanah yang dihasilkan.

Untuk itu penulis merancang mesin pengupas kulit kacang tanah yang menggunakan tenaga motor listrik dengan konstruksi yang sederhana agar memudahkan pada saat proses pengupasan kulit kacang tanah.

Kata kunci: Kacang tanah, pengupas, perancangan mesin,

ABSTRACT

Peanut (Arachis hypogaea L) is the second most important legume or legume crop after soybeans in Indonesia. Peanuts are shrubs in South America, to be exact from Brazil. Before the discovery or manufacture of peanut peeling machines, peeling peel was initially broken down by manual skin or using a finger, in this way producing bean seeds of 5-10 kg / hour. This method is deemed insufficient to produce large amounts of peeled peanuts. So we need a peanut sheller machine that is more modern with cheap price specifications so that it is affordable by the group of peanut farmers, easy to produce, easy to operate, easy to care for and certainly provides relief from the work of peanut farmers, especially in the post-harvest process, which produces seeds peeled peanuts with high quality and large amount, which of course has an impact on the selling value of the peanut produced.

For this reason, the authors designed a peanut peeler that uses an electric motor with a simple construction to make it easier during the peeling process.

Keywords: Peanut, peeler, machine design,

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah dan kaya akan heterogenitas sumber daya alam yang terkandung di dalamnya. Mulai dari

sumber daya alam penghasil komoditas pangan, penghasil komoditas tambang dan mineral, maupun potensi pariwisata dan kebudayaan lokalnya. Indonesia dikenal oleh mancanegara sebagai negara agraris atau

negara pertanian, yang dikenal dengan semboyannya *gemah ripah loh jinawi*, yang mempunyai kondisi lahan pertanian yang mampu ditanami segala jenis tanaman, mulai dari tanaman palawija, sayur mayur, tanaman perkebunan hingga tanaman kacang-kacangan. Tanaman jenis kacang-kacangan yang dapat tumbuh dengan subur di lahan pertanian Indonesia meliputi kacang hijau, kacang kedelai, kacang kapri, kacang tanah dan jenis kacang-kacangan lainnya. Dalam perancangan ini penulis akan fokus dan membatasi masalah pada salah satu jenis tanaman kacang-kacangan, yaitu kacang tanah. Kacang tanah dengan nama latin *arachis hypogaeae*, adalah salah satu tumbuhan yang tergolong dalam tumbuhan biji tertutup (Angiospermae). Kacang tanah ini telah banyak dikonsumsi dan diproduksi oleh petani Indonesia yang dimanfaatkan dan dikonsumsi sebagai makanan ringan maupun produk olahan makanan lainnya yang berbahan dasar dari kacang tanah. Komoditi kacang tanah ini diperoleh dari petani kacang lokal, yang hingga saat ini kacang tanah lokal ini masih terus diproduksi/ditanam guna memenuhi permintaan pasar lokal. Kebutuhan pasar akan kacang tanah ini terus meningkat, sehingga perlu dikembangkan dan ditingkatkan dalam hal produksi kacang tanah, mulai dari proses pra tanam, proses tanam hingga proses pasca tanam. Produksi kacang tanah nasional, dari seluruh provinsi yang ada di Indonesia mengalami

kenaikan rata-rata produksi sebesar 2,57% antara tahun 2011 dan tahun 2012. Pada tahun 2011, produk kacang tanah nasional mencapai 691.289 ton dan terjadi peningkatan produksi pada tahun 2012, dengan jumlah produksi sebesar 709.063 ton (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan). Walaupun terjadi peningkatan produksi antara tahun 2011 dan 2012, produksi kacang tanah nasional ini masih belum mampu memenuhi permintaan pasar dalam negeri pada tahun 2012, sehingga masih harus mengimpor kacang tanah mencapai 50.378 ton antara bulan Januari hingga April 2012 (Harian Terbit, 30 Januari 2013). Untuk meningkatkan produksi kacang tanah utamanya pada proses pengolahan pasca panen, petani kacang tanah lokal harus melakukan inovasi dalam proses pengupasan kulit kacang tanah. Jika proses pengupasan kulit kacang tanah ini masih dilakukan dengan cara-cara manual, maka bulir kacang tanah yang dihasilkan masih rendah, baik dari segi kualitas kacang tanah yang dihasilkan maupun dari segi kuantitas kacang yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam perancangan ini bermaksud untuk mendesain atau merancang mesin pengupas kulit kacang tanah dengan perubahan yang dilakukan dari segi komponen maupun konstruksi mesin untuk menghasilkan sebuah mesin yang diinginkan. Sebelum ditemukannya atau dibuat mesin pengupas kacang tanah, pengupasan kulit kacang tanah pada awalnya dipecah kulitnya dengan cara manual atau menggunakan jari

tangan, dengan cara ini menghasilkan biji kacang sebanyak 5-10 kg/jam. Cara ini dirasa kurang menghasilkan bulir kacang tanah kupasan dalam jumlah yang besar. Maka diperlukan sebuah mesin pengupas kulit kacang tanah yang lebih modern dengan spesifikasi harganya yang murah sehingga terjangkau oleh kelompok petani kacang tanah, mudah diproduksi, mudah dioperasikan, mudah perawatannya dan tentunya memberikan keringanan pekerjaan petani kacang tanah, utamanya pada proses pasca panen, yang menghasilkan biji kacang tanah kupasan dengan kualitas tinggi dan jumlahnya yang besar, yang tentunya berdampak pada nilai jual lebih pada kacang tanah yang dihasilkan.

Kacang tanah memiliki peluang pengembangan agroindustri dalam mendukung pembangunan perekonomian daerah yang efektif dan efisien karena dapat menekan kemiskinan bagi rumah tangga tani dan kelompok masyarakat berpenghasilan rendah. Pemanfaatan kacang tanah pada agroindustri adalah kacang rebus, kacang goreng, bumbu gado-gadodan sate, tempe kacang tanah, industri pangan, pakan ternak (bungkil kacang tanah) dan lain sebagainya.

Perumusan Masalah

Dalam hal perancangan mesin pengupas kulit kacang tanah terdapat poin-poin yang harus di selesaikan dengan tujuan perancangan mesin ini sebagai berikut :

- Sumber penggerak yang dibutuhkan masih menggunakan tenaga manusia.
- Bagaimana bentuk desain atau konstruksi mesin pengupas kulit kacang secara keseluruhan.
- Bagaimana perhitungan daya penggerak yang dibutuhkan.

Batasan Masalah

Pada perancangan mesin pengupas kulit kacang tanah ini akan dibatasi oleh beberapa pokok permasalahan di antaranya :

- Digunakan untuk mengupas kulit kacang tanah berkapasitas 20kg/jam.
- Mekanisme penggerak dan prinsip kerja mesin pengupas kulit kacang tanah.
- Menghitung secara teoritis komponen bahan pengupas kulit kacang yang terdiri dari poros penggerak, sistem transmisi dan motor penggerak.
- Membuat saringan dengan ukuran biji kacang yang kecil dan besar.
- Membuat jarak ukuran silinder pengupas dengan ukuran rangka mesin.

LANDASAN TEORI

Pengertian Proses Perancangan

Menurut definisinya, proses adalah serangkaian langkah sistematis, atau tahapan yang jelas dan dapat ditempuh berulang kali, untuk mencapai hasil yang diinginkan. Proses juga dapat diartikan sebagai cara metode dan Teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada

diubah untuk memperoleh suatu hasil. Pembuatan adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa.

“Perancangan adalah tahapan perancangan (*design*) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik”.

“Perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi sistem baru berdasarkan hasil rekomendasi analisis sistem”. Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru.

Botani Kacang Tanah

Kandungan Biji Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) merupakan tanaman polong-polongan atau legum kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Kacang tanah merupakan tanaman beerupa semak yang berasal dari Amerika Selatan, tepatnya dari Brazilia (Danarti dan Sri Najiyati, 1998).

Sebagai tanaman budidaya, kacang tanah terutama dipanen bijinya yang kaya protein dan lemak. Biji kacang tanah mengandung lemak dan protein tinggi. Kandungan proteinnya sekitar 25-34%, terdiri dari asam-asam amino esensial seperti arginin, fenilalanin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, triptofan, dan valin. Kacang tanah mengandung antioksidan, yaitu senyawa tokoferol, selain itu

mengandung arakhidonat, dan mineral (Kalsium, Magnesium, Phosphor dan Sulfur), serta vitamin (riboflavin, thianin, asam nikotonic, vitamin E dan vitamin A). Kandungan lemaknya sekitar 16-50%, 76-86% di antaranya adalah asam lemak tidak jenuh seperti asam oleat dan linoleat (K Mutia, 2008).

Biji kacang tanah ini dapat dimakan mentah, direbus (di dalam polongnya), digoreng atau disangrai. Di Amerika Serikat, biji kacang tanah diproses menjadi semacam selai dan merupakan industri pangan yang menguntungkan. Produksi minyak kacang tanah mencapai sekitar 10% pasaran minyak masak dunia pada tahun 2003 menurut FAO. Selain dipanen biji atau polongnya, kacang tanah juga dipanen hijauannya (daun dan batang) untuk makanan ternak atau dijadikan pupuk hijau.

Jenis Dan Varietas Kacang Tanah

Didalam dunia tumbuh-tumbuhan, kacang tanah dapat diklasifikasikan menjadi (Suprpto, 1993).

- Kingdom : Plantae atau tumbuh-tumbuhan
- Divisi : Spermaphyta atau tumbuhan berbiji
- Sub divisi : Angiospermae atau biji tertutup
- Kelas : Dicotyledoneae atau biji berkeping dua
- Ordo : Leguminales
- Famili : Papilionaceae

- Genus : *Arachis*
- Spesies: *Arachis hypogaeae L.; Arachis tuberosa Benth.; Arachis guaramitica; chod & Hassl.; Arachis idiagoi Hochne; Arachis angustifolia (chod & Hassl) killip; Arachis villosa Benth.; Arachis prostrate Benth.; Arachis helodes Mart.; Arachis marganata Garden; Arachis namby quarae Hochne; Arachis villoticaarpa Hochne; Arachis glabrata Benth.*

Di Indonesia menurut hasil penelitian dikenal empat macam varietas unggul yaitu, varietas gajah, banteng, macan, dan kijang. Varietas kijang mempunyai kandungan minyak terbesar yaitu 49,9% dari berat daging. Di beberapa daerah, nama lain dari kacang tanah adalah kacang una, suuk, kacang jebrol, kacang bandung, kacang tuban, kacang kole, kacang banggala sedangkan dalam bahasa Inggris kacang tanah dikenal dengan nama “*peanut*” atau “*groundnut*” (Danarti dan Sri Najiyati, 1998).

Penggiling Biji-Bijian

Klasifikasi mesin pemecah bahan berdasarkan kerja ataupun cara pembebanannya terhadap bahan yang akan diproses dapat dikelompokkan menjadi mesin pemecah dengan beban tekan, mesin pemecah dengan beban tumbukan dan mesin pemecah berputar (Badger dan Banchemo, 1995).

Pemecahan bahan dengan menggunakan beban tekan terjadi akibat beban tekan relatif lebih

besar daripada kekuatan yang dimiliki oleh bahan. Berdasarkan cara pembebanannya dapat dilakukan 2 cara yaitu tekanan yang diberikan bolak-balik dan tekanan yang diberikan kontinyu. Pemecahan bahan dengan beban tumbukan terjadi akibat tumbukan antara bahan dengan komponen mesin yang bergerak cepat. Sedangkan kelompok mesin pemecah berputar menggunakan prinsip pemutaran ruang pemecah pada sumbunya.

Beberapa tipe alat pemecah bahan yang umum digunakan pada industri pengolahan pangan adalah tipe roll, tipe gilingan palu (*Hammer Mill*), tipe piringan dan tipe banting (Potter, J.R. 1971).

Tipe Roll

Tipe ini menggunakan prinsip beban tekan. Roll yang digunakan satu atau dua buah. Prinsip kerja dari tipe ini adalah gesekan antara dua bidang, dimana bahan yang akan digiling berada di antaranya. Bidang tersebut dapat berupa 2 buah roll (roll ganda) yang berputar berlawanan arah atau 1 buah roll (roll tunggal) dan 1 bidang lengkung, dimana yang bergerak hanya roll saja. Gerakan roll bolak-balik atau berputar kontinyu. Contoh penggunaan tipe ini adalah pada penggiling gabah tipe *Rubber roll* dan tipe *Engelberg*. Tipe *Rubber roll* menggunakan roll ganda, sedangkan *Engelberg* menggunakan roll tunggal.

Tipe Gilingan Palu

Prinsip kerja tipe ini berdasarkan beban

tumbukan. Pecahan bahan terjadi akibat tumbukan bahan dengan pemukul yang dipasang tegak lurus atau pisau pencacah.

Tipe Piringan

Alat ini bekerja berdasarkan gesekan dua buah piringan. Jenis pembebanannya adalah beban tekan. Jika hanya satu permukaan saja yang bergerak, disebut tipe gilingan piringan tunggal, sedangkan jika bergerak dalam arah yang berlawanan disebut gilingan piringan ganda. Contoh penerapan alat ini dalam bidang pertanian adalah alat pengupas sekam tipe piringan (*disk husker*).

Tipe Banting

Prinsip pengecilan bahan dengan menggunakan tipe ini memanfaatkan gaya sentrifugal, yang dihasilkan dari putaran dengan RPM tinggi. Putaran piringan yang tinggi menyebabkan bahan terpelanting menumbuk landasan banting.

Motor Dinamo Listrik

Motor dinamo listrik merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis atau gerak. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan di rumah juga di industri. Motor listrik kadang disebut "kuda kerja" nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-

motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total industri. Konstruksi motor DC sangat mirip dengan generator DC. Kenyataannya, mesin yang bekerja baik sebagai generator akan bekerja baik pula sebagai motor. (Lister, 1993).

dalam perancangan ini daya motor dapat ditentukan dengan persamaan, yaitu :

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

P = Daya motor (watt)

T = Torsi (Nm)

r = Jari-jari (m)

ω = Kecepatan keliling (rad/s)

METODOLOGI PERANCANGAN DAN GAMBAR

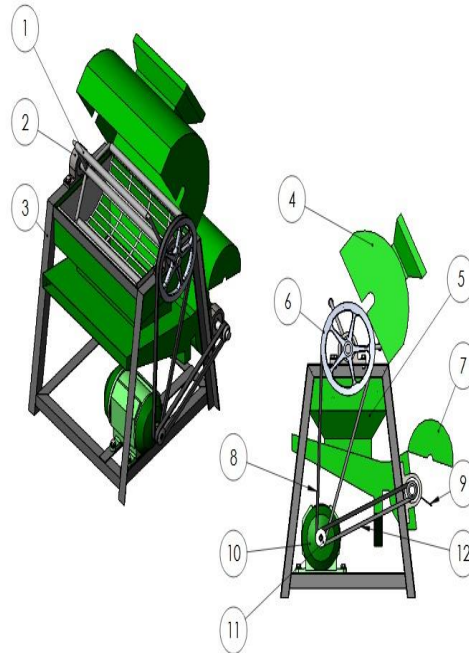
Komponen

Pembuatan mesin pengupas kulit kacang tanah ini mencakupi komponen yang akan digunakan adalah:

a. Komponen

Berdasarkan perancangan mesin pengupas kulit kacang tanah dibutuhkan komponen yang akan digunakan adalah :

1. Besi Siku
2. Silinder Pengupas
3. Bantalan / Bearing
4. V-Belt
5. Pulley
6. Baut dan Mur
7. Plat
8. Motor Listrik
9. Poros



➤ **Komponen-Komponen Pada Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah.**

1. Unit Pengupas
2. Bearing / Bantalan
3. Rangka
4. Hopper / Saluran Masuk
5. Bak Penampung
6. Pulley Pengupas
7. Tutup Blower
8. V - Belt Pengupas
9. Blower / Kipas
10. Motor Listrik
11. Pulley Motor Listrik
12. V - Belt Blower
13. Saluran Keluar Kulit Kacang
14. Saluran Keluar Biji Kacang

Pola Perancangan

Pola perancangan merupakan pola berpikir dalam merancang mesin pengupas kulit kacang sebagai solusi dari permasalahan proses pengupasan kacang tanah.

Perumusan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas dapat diketahui beberapa permasalahan yang dapat kita kemukakan diantaranya :

- Sumber penggerak yang dibutuhkan masih menggunakan tenaga manusia.
- Bagaimana bentuk desain atau konstruksi mesin pengupas kulit kacang secara keseluruhan.
- Bagaimana perhitungan daya penggerak yang dibutuhkan.

Studi Literatur

Studi literatur merupakan acuan dalam menentukan dan memahami tahapan desain mesin pengupas kulit kacang tanah yang akan direncanakan dan dilakukan mulai tahap awal sampai dengan penarikan kesimpulan. Hal ini dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari berbagai sumber informasi dari buku teks atau jurnal dan penelitian terdahulu yang merupakan dasar dalam pelaksanaan perancangan dan pembahasan.

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk mendukung proses perancangan mesin pengupas kulit kacang tanah yaitu :

a. Data Primer

Data primer yang diperlukan untuk mendukung perancangan ini, yaitu data rangka, daya dan kapasitas.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam perancangan mesin pengupas kulit kacang tanah ini yaitu, data putaran, poros, sabuk, puli daya pengupasan daya untuk memutar puli pada poros.

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

➤ Perbandingan Putaran

Dik : Putaran yang direncanakan
280Rpm
Putaran motor listrik 1400Rpm

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1400}{280} = \frac{5}{1}$$

(Perbandingan pully 1:5)

➤ Perhitungan Pully

Dik : Diameter pully penggerak (dp)
40mm
Rasio (i) 5:1

$$\frac{D_p}{d_p} = \frac{5}{1} = D_p = 5 \text{ dp}$$

$$D_p = d_p \times i$$

$$D_p = 40\text{mm} \times 5$$

$$D_p = 200\text{mm}$$

➤ Torsi Pengupas

Dik : Gaya pengupas (F)
= 4,58Kg
= 45,8N

Jari-jari pengupas (r)

$$= 70\text{mm}$$

$$= 0,07\text{m}$$

Faktor koreksi pada gaya pengupasan :

$$45,8\text{N} \times 1,2 = 54,96\text{N}$$

Maka besar torsi pengupasan adalah :

$$T = F \cdot R$$

$$T = 54,96\text{N} \cdot 0,07\text{m}$$

$$T = 3,84\text{Nm}$$

➤ Analisa Putaran Poros

Dik : Pully penggerak (dp) 40mm
Pully digerakkan (Dp) 200mm
Putaran motor (Nm) 1400Rpm

$$n_p = \frac{d_p \cdot N_m}{D_p} = \frac{40 \text{ mm} \cdot 1400 \text{ Rpm}}{200 \text{ mm}} = 280 \text{ Rpm}$$

➤ Kecepatan Sudut

Dik : Putaran poros pengupas 280Rpm

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 280}{30} = 29,31 \text{ rad/sec}$$

➤ Daya Pengupas

Dik : Torsi pengupas (T) 3,84Nm

Kecepatan sudut (ω)

$$= 29,31 \text{ rad/sec}$$

$$P = T \cdot \omega = 3,84 \cdot 29,31 = 112,5 \text{ watt}$$

$$P = 0,1125 \text{ Kwatt} = 112,5 \text{ watt} = 0,15 \text{ HP}$$

Maka motor yang digunakan adalah 1Hp, 1400Rpm.

➤ **Perencanaan Belt Dan Pully**

➤ Daya Rencana

Dik : Daya (P) 0,1125Kwatt

Faktor koreksi 1,2

$$P_d = P \cdot F_c$$

$$P_d = 0,1125 \text{ Kwatt} \cdot 1,2$$

$$P_d = 0,135 \text{ Kwatt}$$

Maka besar daya yang direncanakan adalah 0,135Kwatt.

➤ Pemilihan Pully

Pada mesin pengupas ini pully yang digunakan adalah type A, tinggi 9mm dan lebar 12,5mm.

➤ Kecepatan Keliling Pully

➤ Dik : Pully penggerak (dp) 40mm

Putaran motor (Nm) 1400Rpm

$$V = \frac{\delta \cdot d_p \cdot N_m}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \text{ mm} \cdot 1400 \text{ Rpm}}{60 \cdot 1000}$$

$$= 2,93 \text{ m/s}$$

➤ Panjang Belt

Dik : Pully penggerak (dp) 40mm

Pully pengupas (Dp) 200mm

$$C = 638 \text{ mm}$$

$$L = 2\bar{a} + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \left(\frac{D_2 - D_1}{4\bar{a}}\right)^2$$

Dimana :

\bar{a} : jarak poros 638mm

D1 : Pully motor 40mm

D2 : Pully pengupas 200mm

Maka,

$$L = 2(638) + \frac{3,14}{2}(200 + 40) + \left(\frac{200 - 40}{4 \cdot 638}\right)^2$$

$$L = 1276 + 376,8 + 22,570$$

$$L = 1675 \text{ mm} = 1676 \text{ (66inch)}$$

➤ Pada mesin pengupas ini, belt yang digunakan adalah type A No.66 dengan

➤ L = 1676mm.

➤ Jarak Sumbu Poros

Dik : Pully motor (dp) 40mm

Pully pengupas (Dp) 200mm

Panjang belt (L) 1676mm

$$B = 2L - 3,14(D_p + d_p)$$

$$B = 2 \cdot 1676 - 3,14(200 + 40)$$

$$B = 3352 - 3,14(200 + 40)$$

$$B = 2764 \text{ mm}$$

Sehingga jarak antara poros pada pully yang digunakan :

$$C = \frac{B \pm \sqrt{B^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2764 + \sqrt{2764^2 - 8(200 - 40)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2328}{8} = 291 \text{ mm}$$

➤ Sudut Kontak Pada Pully

Dik : Pully motor (d_p) 40mm
 Pully pengupas (D_p) 200mm
 $C = 291 \text{ mm}$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(200 - 40)}{291}$$

$$\theta = 180^\circ - 31,34$$

$$\theta = 148,66^\circ = 2,59 \text{ radian}$$

$k\theta = 0,93$
 $1 \text{ radian} = 57,298^\circ$

➤ Gaya Tarik Efektif

Dik : Daya (P) 112,5Kw
 Kecepatan keliling pully (v)
 $2,93 \text{ m/s}$

$$F_e = \frac{P}{v}$$

$$F_e = \frac{112,5}{2,93} = 38,39 \text{ N}$$

➤ Jumlah Putaran Belt

Dik : Kecepatan keliling pully (v)
 $2,93 \text{ m/s}$
 Panjang belt (L) 1676mm

$$u = \frac{v}{L}$$

$$u = \frac{2,93}{1676} = 1,74 \text{ s}$$

➤ Gaya Pada Sabuk

Dik : Daya rencana (P_d)
 $0,135 \text{ Kw}$
 Kecepatan keliling pully (v)
 $2,93 \text{ m/s}$
 Koefisien gesek antara sabuk dan pully (μ) 0,3
 Sudut kontak pada pully (θ)
 $2,59 \text{ radian}$

$$P = \frac{F_1 - F_2}{102} \cdot v$$

$$0,135 = \frac{F_1 - F_2}{102} \cdot 2,93$$

$$F_1 - F_2 = \frac{0,135 \cdot 102}{2,93}$$

$$F_1 - F_2 = 4,69 \text{ N}$$

$$F_1 - F_2 = F_1 \cdot \frac{e^{\mu\theta} - 1}{e^{\mu\theta}}$$

$$4,69 \text{ N} = F_1 \cdot \frac{e^{0,3 \cdot 2,59} - 1}{e^{0,3 \cdot 2,59}}$$

$$4,69 \text{ N} = F_1 \cdot \frac{1,31 - 1}{1,31}$$

$$F_1 = \frac{4,69}{0,54} = 8,68 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - 4,69$$

$$F_2 = 8,68 - 4,69$$

$$F_2 = 3,99 \text{ N}$$

KESIMPULAN

1. Mesin pengupas kulit kacang ini memiliki dimensi P x L x T (500 x 500 x 730 mm)
2. Menggunakan system transmisi pully dan sabuk.
3. Tenaga penggerak dynamo listrik 1 HP, 1400 RPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan. 1995. *Manajemen Produksi*. Jakarta; FEUI.
- Al-Bahra bin Ladjamudin. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Sularso, Kiyokatsu Suga. (2002). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta:Pradnya Paramita
- V. Dobrovolsky, *Machine Element*, Second Printing, (Moscow:Peace Publishers)
- Mohsenin, N.N. 1980 *Physical Properties Of Plant And Animal Materials*.

Gordon And Breach Science Pub., New York.

Hadi K Purwadaria. 1988. *Teknologi Penanganan Pasca Panen Kacang Tanah*. DEPTAN-FAO, UNDP

MC Borget. 1992. *Food Legumens in Asia*. 1992. The MC Millan Press Ltd. London

Potter, J.B. 1971 *Chemical Engineering*. Butterworth & Co (Publisher) Ltd. London

Badger, W.L dan J.T Banchemo. 1955. *Introduction to the Chemical Engineering*. MC Graw Hill Book Company, New York

Woodroof, J.G 1983. *Peanut*. The AVI Publishing Company. New York

Anonim. 1973. *Peanut, Culture and Uses*. American Peanut. Research and Education Assosiate Inc.

Danarti dan Sri Najiyati. 1998. *Palawija, Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Swadaya: Jakarta

Hs, Suprpto. 2005. *Bertanam Kacang Tanah*. Penebar Swadaya: Jakar

BIDANG EKONOMI

ANALISIS PERBANDINGAN *RETURN* DAN RISIKO SAHAM ANTARA SEKTOR MANUFAKTUR DAN JASA

Karina Sallya Irawan, Erna Garnia

Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Corresponding author. Email: karinasallya@gmail.com

ABSTRACT

Manufacturing and service sectors are groups of companies that have different characteristics in terms of type and scale of business. This study aims to provide empirical evidence about the comparative analysis of stock returns and risks between the manufacturing and services sector. The research method used in this research is descriptive and comparative research methods. The research population is manufacturing and services sector shares. The research sample uses a purposive sampling method. Testing the hypothesis in this study using the Independent Sample t-test. This study uses monthly stock data of manufacturing sector and service sector contained in the Indonesia Stock Exchange for the periode 2013-2017. Based on the results of inferential statistics using the Independent Sample t-test, there is no difference in stock returns between the manufacturing and service sectors. And risk, the results show that there are differences in stock risk between the manufacturing and service sectors.

Keywords: Return, Risk, Manufacturing Sector Shares, and Service Sector Shares

ABSTRAK

Sektor manufaktur dan jasa merupakan kelompok perusahaan yang memiliki karakteristik berbeda dalam hal jenis maupun skala bisnis. Studi ini bertujuan untuk memberikan bukti empiris tentang analisis perbandingan *return* dan risiko saham antara sektor manufaktur dan jasa. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dan komparatif. Populasi penelitian adalah saham sektor manufaktur dan jasa. Sampel penelitian menggunakan metode *purposive sampling*. Pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji *Independent Sample t-test*. Studi ini menggunakan data saham bulanan sektor manufaktur dan sektor jasa yang terdapat di Bursa Efek Indonesia periode 2013-2017. Berdasarkan hasil statistik inferensial dengan menggunakan uji *Independent Sample t-test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan *return* saham antara sektor manufaktur dan jasa. Dan risiko, hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan risiko saham antara sektor manufaktur dan jasa.

Kata Kunci: *Return*, Risiko, Saham Sektor Manufaktur, dan Saham Sektor Jasa

PENDAHULUAN

Saham adalah tanda bukti pernyataan kepemilikan suatu perusahaan yang dapat memberikan keuntungan berupa capital gain dan dividen. Dengan menerbitkan saham, memungkinkan perusahaan-perusahaan yang membutuhkan pendanaan jangka panjang untuk “menjual” kepentingan dalam bisnis saham dengan imbalan tunai. Menurut Fahmi

(2015:80), saham adalah tanda bukti pernyataan kepemilikan modal/dana pada suatu perusahaan. Saham berwujud selembur kertas yang tercantum dengan jelas nilai nominal, nama perusahaan dan diikuti dengan hak dan kewajiban yang dijelaskan kepada setiap pemegangnya. Serta merupakan persediaan yang siap untuk dijual. Perusahaan manufaktur adalah salah satu industri bisnis yang bergerak

di bidang pengolahan bahan mentah (baku) menjadi barang jadi yang kemudian siap untuk dipakai atau dijual kepada konsumen. Perusahaan jasa yaitu suatu perusahaan yang menjual jasa yang diproduksinya, yang mempunyai tujuan untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen dan memperoleh keuntungan.

Tujuan utama investasi adalah untuk mendapatkan *return* optimal dan risiko terendah, untuk itu investor perlu menganalisis tingkat *return* dan risiko dan investasi sahamnya tersebut. Dalam penelitian ini penulis mencoba membandingkan dua kelompok saham yaitu sektor manufaktur dan jasa dari sisi *return* dan risiko.

TINJAUAN PUSTAKA

Return atau pengembalian adalah keuntungan yang diperoleh perusahaan, individu dan institusi dari hasil kebijakan investasi yang dilakukan. *Return* dapat berupa realisasian yang sudah terjadi atau *return* ekspektasian yang belum terjadi tetapi yang diharapkan akan terjadi dimasa mendatang. Menurut **Jogiyanto (2013:235)**, *return* saham adalah hasil yang diperoleh dari investasi saham. Sumber-sumber *return* investasi menurut **Tandelilin (2010:102)**, terdiri dari dua komponen utama yaitu: (a) *Yield*, merupakan komponen *return* yang mencerminkan aliran kas atau pendapatan yang diperoleh secara periodik dari suatu investasi. (b) *Capital gain (loss)*, merupakan kenaikan (penurunan) harga suatu surat berharga (saham maupun obligasi), yang bisa

memberikan keuntungan (kerugian) bagi investor. Untuk mengetahui tujuan utama investasi, tidak hanya *return* saja yang diperhitungkan, namun juga ada yang lain seperti risiko. Untuk menghitung risiko, metode yang digunakan adalah standar deviasi yang mengukur absolute penyimpangan nilai-nilai yang sudah terjadi dengan nilai ekspektasinya.

Beberapa penelitian terdahulu yang diambil sesuai dengan masalah penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

(a) Fridayana Yudiaatmaja, “*Analisis Komparatif Kinerja Saham Sektor Keuangan, Manufaktur dan Pertambangan di Bursa Efek Indonesia Tahun 2013*”, (2014). Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kinerja saham sektor keuangan, manufaktur dan pertambangan di Bursa Efek Indonesia pada periode 2013.

(b) Cendi D. Polakitan (2015), menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan dilihat dari sub sektor usaha, terdapat 3 sub sektor usaha yang memiliki perbedaan yang signifikan antara risiko saham LQ45 dan Non LQ45.

(c) Putri Widia Sari (2015), menyatakan dari hasil perbedaan *return*, risiko saham dan perataan laba sebelum dan sesudah konvergensi IFRS, hasil penelitian tersebut adalah terdapat perbedaan *return* dan risiko saham manufaktur tahun 2010-2013.

(d) Citra, Silma, Friska dan Denny (2018), menyatakan hasil uji komparasi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada *return* saham antara perusahaan makanan dan minuman dengan perusahaan kosmetik.

METODE PENELITIAN

Usulan penelitian ini akan menggunakan metode penelitian deskriptif dan komparatif, dalam hal ini penelitian deskriptif untuk menjelaskan gambaran data yang aktual saat sekarang untuk memperoleh hasil, agar dapat diperbandingkan. Sedangkan metode penelitian komparatif ditujukan untuk membandingkan dua keadaan berdasarkan data hasil pengukuran sebagai bahan dasar untuk menguji hipotesis. Oleh sebab itu untuk memperoleh hasil yang sesuai diperlukan desain penelitian. Atas dasar metode penelitian diatas yaitu metode penelitian deskriptif dan komparatif, maka desain penelitian yang akan digunakan peneliti adalah mulai dari mengambil sampel, dianalisis untuk *return* dan risiko untuk masing-masing sektor manufaktur dan jasa, dan dibandingkan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh saham sektor manufaktur

dan jasa yang tercatat di Bursa Efek Indonesia, yaitu sampel sektor manufaktur 102 saham dan sektor jasa 186 saham menggunakan data bulana periode 2013-2017. Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu *return* dan risiko. Statistik deskriptif dalam penelitian ini adalah untuk menghitung *return* dan risiko kelompok saham manufaktur dan jasa. Sampel yang digunakan adalah menggunakan metode metode *purposive sampling* karena tidak semua sampel memiliki kriteria yang sesuai dengan yang telah penulis tentukan. Metode analisis data yang digunakan untuk menguji hipotesis adalah uji beda *Independent Sample t-test* diperlukan untuk mengetahui perbedaan *return* dan risiko saham sektor manufaktur dan jasa. Namun sebelum melakukan uji beda *Independent Sample t-test*, perlu untuk melakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai syarat untuk melakukan uji beda *Independent Sample t-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik inferensial dalam penelitian ini yaitu menggunakan uji normalitas, uji homogenitas dan uji beda *Independent Sample t-test* dijelaskan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Normalitas

No	Test Of Normality	Asymp.Sig.(2-tailed)
1	<i>Return</i> Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,511
2	Risiko Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,174

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil Sig. menunjukkan signifikansi sebesar $0,511 > 0,05$ maka data *return* saham sektor manufaktur dan jasa terdistribusi normal. Adapun untuk risiko, hasil Sig.

menunjukkan signifikansi sebesar $0,174 > 0,05$ maka data risiko saham sektor manufaktur dan jasa terdistribusi normal. Maka bisa melanjutkan ke uji homogenitas selanjutnya untuk penelitian perbandingan ini.

Tabel 2 Hasil Uji Homogenitas

No	Test Of Homogeneity of Variances	Sig.
1	<i>Return</i> Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,887
2	Risiko Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,834

Berdasarkan tabel diatas, Sig. menunjukkan signifikansi sebesar $0,887 > 0,05$ maka data *return* saham sektor manufaktur dan jasa bervariasi sama. Adapun untuk hasil

signifikansi risiko sebesar $0,834 > 0,05$ maka data risiko saham sektor manufaktur dan jasa bervariasi sama. Maka bisa dilanjutkan ke uji beda (*Independent Sample t-test*).

Tabel 3 Hasil Uji Beda *Independent Sample t-test*

No	<i>Independent Sample t-test</i>	Sig. (2-tailed)
1	<i>Return</i> Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,967
2	Risiko Saham Sektor Manufaktur dan Jasa	0,002

Return saham sektor manufaktur dan jasa bernilai 0,967, karena nilai signifikansi *return* tersebut lebih besar dari probabilitasnya ($0,967 > 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan *return* saham antara sektor manufaktur dan jasa. *Return* tidak signifikansi karena *return* tersebut tidak dipengaruhi hanya oleh masalah karakteristik perusahaan, namun ada risiko-risiko lain yang mempengaruhinya. Risiko saham sektor manufaktur dan jasa bernilai 0,002, karena nilai signifikansi risiko tersebut lebih kecil dari probabilitasnya ($0,002 < 0,05$), maka dapat

disimpulkan bahwa terdapat perbedaan risiko saham antara sektor manufaktur dan jasa. Hal ini disebabkan karena saham sektor manufaktur risikonya lebih tinggi, sedangkan saham sektor jasa risikonya lebih rendah. Risiko saham sektor manufaktur lebih dikarenakan adanya demo buruh, barang yang dikirim terlebih dahulu dan harus disimpan di gudang agar tidak terjadi hal yang diinginkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis inferensial dengan

uji beda (*Independent Sample t-test*), didapatkan *return* saham sektor manufaktur dan jasa bernilai $0,967 > 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa *return* tidak terdapat perbedaan, artinya rata-rata *return* saham manufaktur dan jasa saham manufaktur dan jasa dapat dikatakan mempunyai rata-rata yang sama atau keduanya sama-sama memperoleh *return* investasi. Berdasarkan hasil analisis inferensial dengan menggunakan uji beda, didapatkan risiko saham sektor manufaktur dan jasa bernilai $0,002 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa risiko tersebut terdapat perbedaan, artinya rata-rata risiko saham sektor manufaktur dan jasa dapat dikatakan mempunyai rata-rata yang berbeda atau dapat dikatakan bahwa keadaan ketidakpastian sebagai risiko yang akan terjadi pada saham sektor manufaktur dan jasa memang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Citra Firdausi Nuzula, Silma Nurisshobakh, Friska Heninda Rahmadini, dan Denny Oktavina Radianto. (2018). *Analisis Perbandingan Kinerja Saham Sektor Manufaktur Antara Perusahaan Makanan Dan Minuman Dengan Kosmetik Di Bursa Efek Indonesia Periode 2014-2017*. The National
- Conferences Management and Business (NCMAB) 2018 “Pemberdayaan dan Penguatan Daya Saing Bisnis Dalam Era Digital”. ISSN:2621 -1572.
- Fahmi, Irham. (2012). *Pengantar Pasar Modal*. Edisi Pertama. Jilid Pertama. Bandung: ALFABETA.
- Fahmi, Irham. (2015). *Pengantar Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Bandung: ALFABETA.
- Hartono, Jogiyanto. (2016). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Edisi Sepuluh. Jilid Kedua. Yogyakarta: BPFE.
- Mardhiyah, Ainun. (2017). *Peranan Analisis Return Dan Risiko Dalam Investasi*. Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam, Vol.2, No. 1.
- Sari, Putri Widia. (2015). *Analisis Perbedaan Return, Risiko Saham dan Perataan Laba Pada Era Konvergensi International Financial Reporting Standards (IFRS) (Studi Empiris pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia tahun 2010-2013)*. Jurnal WRA Vol.3, No.2.
- Tandelilin, Eduardus. (2010). *Portofolio dan Investasi Edisi 1*. Yogyakarta: Kanisius UGM.
- Yudiatmaja, Fridayana. (2014). *Analisis Komparatif Kinerja Saham Sektor Keuangan, Manufaktur dan Pertambangan di Bursa Efek Indonesia Tahun 2013*. Seminar Riset Inovatif II.

PENGARUH STRES KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT. LOTTEMART CITY LINK BANDUNG

Ae Suaesih¹, David Adam Nainggolan²

Fakultas Ekonomi Universitas Sangga Buana Bandung

ABSTRACT

Today more and more companies are realizing that it is important to always pay attention to work stress well to support the work of employees to get better, Stress that cannot be handled properly usually results in the inability of someone to interact with their environment, both the work environment and outside the work so that the impact on employee performance is less than optimal.

This research was conducted to find out how work stress and employee performance at PT. LotteMart City Link Bandung, and how much "The Effect of Job Stress on Employee Performance at PT. LotteMart City Link Bandung". The purpose of this research is as one of the requirements in completing the Management Education Undergraduate Program at Sangga Buana University YPKP Bandung.

The method used in this research is descriptive analysis method and verification method. The type of data needed for this research are primary data and secondary data, while the techniques used in collecting data for this research are interviews, questionnaires and literature studies. Samples taken were 60 respondents. Data processing and analysis are carried out quantitatively by using statistical methods and using SPSS 20.0 software tools.

Based on the results of data processing through simple linear regression analysis, it can be seen the relationship between work stress variables (X) and employee performance variables (Y), namely: $Y = 6.011 + 1.413 X$. on the basis of these calculations it can be stated that the employee performance variable (Y) equals 6.011 if the work stress variable (X) has a value equal to 0. Each increase in the variable X one unit causes the average employee performance variable (Y) to rise by 1.413. The correlation coefficient is 0.849 and it can be concluded that the correlation between the two variables is very strong. While the coefficient of determination obtained a result of 72.2% which can be concluded that the work stress variable (X) affects the employee performance variable (Y) by 72.2% and the remaining 27.8% is influenced by other factors not examined (ceteris paribus), or outside the work stress variable (X). With reference to the entire calculation obtained, the value of t_{count} is greater than t_{table} ($12.261 > 2.002$). Thus the hypothesis H_0 is rejected and H_1 is accepted, this shows that the hypothesis is accepted meaning that there is an influence between work stress on employee performance at PT. LotteMart City Link Bandung.

ABSTRAK

Saat ini semakin banyak perusahaan yang menyadari bahwa betapa pentingnya selalu memperhatikan stres kerja dengan baik untuk menunjang pekerjaan para karyawan agar semakin baik, Stres yang tidak dapat diatasi dengan baik biasanya berakibat pada ketidakmampuan seseorang berinteraksi dengan lingkungannya, baik lingkungan pekerjaan maupun di luar pekerjaan sehingga berdampak pada kinerja karyawan yang kurang optimal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana stres kerja dan kinerja karyawan pada PT. Lottemart City Link Bandung, dan seberapa besar "Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. LotteMart City Link Bandung". Maksud dari penelitian ini adalah sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Jurusan Manajemen Pada Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif dan metode verifikatif. Jenis data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, sedangkan teknik yang digunakan dalam mengumpulkan data untuk penelitian ini adalah wawancara, kuesioner dan studi kepustakaan. Sampel yang diambil adalah sebanyak 60 responden. Pengolahan dan analisis data yang dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan metode statistik dan menggunakan alat bantu software SPSS 20.0.

Berdasarkan pada hasil pengolahan data melalui analisis regresi linear sederhana, dapat diketahui adanya hubungan antara variabel stres kerja (X) dengan Variabel kinerja karyawan (Y) yaitu : $Y = 6,011 + 1,413 X$. atas dasar perhitungan tersebut dapat dikemukakan bahwa variabel kinerja karyawan (Y) sama dengan 6,011 apabila variabel stres kerja (X) mempunyai nilai sama dengan 0. Setiap kenaikan variabel X satu satuan mengakibatkan rata-rata variabel kinerja karyawan (Y) naik sebesar 1,413. Koefisien korelasi diperoleh sebesar

0,849 dan dapat disimpulkan bahwa hubungan korelasi antara kedua variabel tersebut adalah sangat kuat. Sedangkan koefisien determinasi diperoleh hasil sebesar 72,2% yang dapat disimpulkan bahwa variabel stres kerja (X) mempengaruhi variabel kinerja karyawan (Y) sebesar 72,2% dan sisanya 27,8% dipengaruhi faktor-faktor lain yang tidak diteliti (*ceteris paribus*), atau diluar variabel stres kerja (X). Dengan mengacu pada keseluruhan perhitungan yang diperoleh, maka nilai t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} ($12,261 > 2,002$). Dengan demikian maka hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis diterima artinya terdapat pengaruh antara stres kerja terhadap kinerja karyawan pada PT. LotteMart City Link Bandung.

Keywords: Job Stress, Employee Performance.

PENDAHULUAN

Bagi suatu perusahaan, mengelola karyawan dalam jumlah banyak bukan perkara yang mudah, jika dilihat dari karakteristik individu, perspektif budaya yang berbeda satu sama lain. Sehingga dibutuhkan keinginan dan keterampilan yang kuat untuk mengelola karyawannya agar mampu menghasilkan kinerja yang optimal bagi perusahaan.

Kinerja menunjukkan hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggungjawab yang diberikan kepadanya (Mangkunegara 2009:9).

Usaha untuk meningkatkan kinerja karyawan, diantaranya adalah dengan memperhatikan stres kerja. Stres merupakan kondisi ketegangan yang berpengaruh terhadap emosi, jalan pikiran, dan kondisi fisik seseorang (Siagian 2009:300). Stres yang tidak dapat diatasi dengan baik biasanya berakibat pada ketidakmampuan seseorang berinteraksi dengan lingkungannya, baik lingkungan pekerjaan maupun di luar pekerjaan.

LotteMart City Link adalah sebuah hypermarket yang menjual berbagai bahan makanan, pakaian, mainan, elektronik, dan

barang lainnya. LotteMart City Link merupakan hypermarket yang terus berusaha untuk meningkatkan kepuasan kerja karyawannya agar kinerja karyawan yang mereka berikan pada pelanggan meningkat.

Sebagai manusia biasa, karyawan LotteMart tentunya dihadapkan dengan kondisi dilematis. Di satu sisi mereka harus bekerja untuk fokus pada visi perusahaan yaitu memberi kepuasan bagi pelanggan sementara di sisi yang lain mereka memiliki kebutuhan dan keinginan yang perlu mendapat perhatian dari perusahaan. Kondisi tentunya akan menimbulkan stress kerja.

Upaya mencapai kinerja karyawan yang tinggi tentunya membutuhkan upaya-upaya yang terintegrasi dalam internal perusahaan, khususnya terhadap pegawai-pegawai yang terlibat langsung dengan konsumen. Individu-individu tersebut dituntut lebih banyak menciptakan keunggulan kompetitif melalui peningkatan pengetahuan, pengalaman, keahlian, dan komitmen serta hubungan kebersamaan dengan rekan sekerja maupun dengan pihak lain khususnya konsumen.

Oleh sebab itu penting bagi perusahaan LotteMart City Link Bandung untuk memenuhi

kebutuhan karyawan dan menciptakan kenyamanan kerja sehingga sangat tidak mungkin untuk terkena stres. Stres pekerjaan dapat diartikan sebagai tekanan yang dirasakan karyawan karena tugas-tugas pekerjaan tidak dapat mereka penuhi. Berdasarkan uraian yang telah disajikan sebelumnya, maka peneliti memilih judul “Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. LotteMart City Link Bandung”.

Permasalahan yang terjadi pada PT. LotteMart City Link, yaitu tidak seimbangnya jumlah karyawan dengan pekerjaan yang menumpuk, sehingga penyelesaian kerja dengan *deadline* yang telah ditentukan atasan sulit untuk terpenuhi, apalagi mereka sering mendapat *request* pekerjaan dari atasan, tekanan kerja dan mendapat beberapa tugas tambahan yang harus mereka kerjakan sehingga membuat pekerjaan yang lainnya menumpuk. Hal tersebut memicu timbulnya stres kerja yang kemudian mempengaruhi produktivitas dan berimbas pada kinerja karyawan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengukur besarnya pengaruh stres kerja terhadap kinerja karyawan pada PT. LotteMart City Link Bandung.

TINJAUAN PUSTAKA

Stres kerja merupakan bagian dari fungsi pengelolaan dalam sumber daya manusia dan untuk mengetahui lebih jauh mengenai stres kerja, dibawah ini akan dikemukakan beberapa pengertian stres kerja menurut para ahli.

Menurut Malayu S.P Hasibuan (2011:204) yaitu: “Stres adalah suatu kondisi ketegangan yang mempengaruhi emosi, proses berpikir dan kondisi seseorang”.

Menurut Mangkunegara (2011:157) yaitu: “perasaan tertekan yang dialami karyawan dalam menghadapi pekerjaan”.

Menurut Rivai dan Mulyadi (2010:308) yaitu : “Stres kerja karyawan adalah suatu kondisi ketegangan yang dikarenakan perbedaan karakter individu yang dapat berakibat pada penurunan kinerja karyawan”.

Sumber-sumber stres menurut Malayu S.P Hasibuan (2011:204) menyebutkan faktor-faktor penyebab stres karyawan, antaranya sebagai berikut :

1. Beban kerja yang berlebihan
2. Tekanan dan sikap pemimpin yang kurang adil dan wajar
3. Waktu dan peralatan kerja yang kurang memadai
4. Konflik antar pribadi dengan pimpinan atau kelompok
5. Balas jasa yang terlalu rendah
6. Masalah-masalah keluarga seperti anak, istri, mertua dan lain-lain.

Menurut Charles D. Spielberg dalam Hulaifah (2012:12) secara umum stres kerja dikelompokkan menjadi stres individu dan organisasi, sebagai berikut :

- a. Stres Individu

Stres Individu meliputi: konflik peran, beban karir, pengembangan karir, hubungan dalam pekerjaan.

b. Stres Organisasi

Stres Organisasi meliputi: Struktur organisasi, kepemimpinan.

Kinerja karyawan merupakan aspek yang penting dalam manajemen sumber daya manusia dan berikut ini adalah beberapa pengertian yang dikemukakan para ahli mengenai kinerja karyawan, yaitu :

Menurut Mangkunegara (2011:67) definisi kinerja karyawan adalah : “hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seseorang karyawan dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya”.

As’ad (2005:27) menyatakan bahwa: “Kinerja karyawan merupakan kesuksesan seseorang dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Kinerja karyawan pada dasarnya adalah hasil kerja seseorang karyawan selama periode tertentu dibandingkan dengan kemungkinan, misalnya standar, target sasaran atau kriteria yang telah ditentukan terlebih dahulu dan telah disepakati bersama”.

Dharma (2010: 36) yaitu: Kinerja merupakan hasil kerja seorang dari karyawan atas target yang telah ditentukan perusahaan, ialah:

1. Kuantitas. Berapa banyak (jumlah) hasil kerja yang harus atau telah dikerjakan.

2. Kualitas. Sebaik apa (mutu) hasil kerja yang harus atau telah dihasilkan.

3. Ketepatan waktu. Kapan harus (waktu) hasil kerja diselesaikan.

Miner dalam Handayani (2006:11) menyebutkan bahwa beberapa variabel yang digunakan untuk penilaian kinerja karyawan yang ditunjukkan dengan skor total yaitu sebagai berikut:

a. Kualitas Pekerjaan

Kualitas pekerjaan meliputi: pemahaman dan penguasaan tugas, kebutuhan terhadap instruksi-instruksi dalam pelaksanaan tugas, kemampuan dalam memecahkan masalah, efisiensi waktu, tenaga dan biaya, ketekunan dan kedisiplinan dalam melaksanakan tugas, inisiatif, sikap terhadap tugas, kemampuan dalam bekerja sendiri, dan tanggung jawab.

b. Kuantitas Pekerjaan

Kuantitas pekerjaan meliputi: kemampuan menyelesaikan seluruh pekerjaan yang ditugaskan, dan kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan melebihi yang ditugaskan.

c. Ketepatan Waktu Kerja

Ketepatan waktu kerja meliputi: ketepatan waktu dalam menyelesaikan tugas, ketepatan waktu dalam kehadiran, ketepatan waktu dalam istirahat dan pulang kantor, dan tingkat kehadiran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 : Hasil Koefisien Determinasi Variabel X Terhadap Y

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.849 ^a	.722	.717	2.96656

a. Predictors: (Constant), Stres Kerja

Sumber : Data yang telah diolah menggunakan SPSS 20.0 (2018)

Dari hasil analisis pada tabel diatas dapat dilihat nilai R square sebesar 0,722 (72,2%). Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh stres kerja terhadap kinerja karyawan adalah

sebesar 72,2% sedangkan sisanya sebesar 27,8% dapat dijelaskan oleh variabel lainnya yang tidak diteliti.

Tabel 2 : Hasil Analisis Regresi Linier Sederhana Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	6.011	1.629		3.689	.000
Stres Kerja	1.413	.115	.849	12.261	.000

a. Dependent Variable: Kinerja Karyawan

Sumber : Data yang telah diolah menggunakan SPSS 20.0 (2018)

Nilai 6,011 merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada Stres Kerja (X) maka nilai konsistensi Kinerja Karyawan (Y) adalah 6,011.

Nilai sebesar 1,413 merupakan angka koefisien regresi. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% tingkat Stres Kerja (X),

maka Kinerja Karyawan (Y) akan meningkat sebesar 1,413. Karena nilai koefisien regresi bernilai positif (+), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa Stres Kerja (X) berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 6,011 + 1,413 X$.

Tabel 3 : Hasil Uji Hipotesis (uji t)

Variabel	t hitung	Df	t tabel	Sig	Keterangan	Kesimpulan
X	12.261	58	2,002	0,000	Ho ditolak	Signifikan

Sumber : Data yang telah diolah menggunakan SPSS 20.0 (2018)

Berdasarkan gambar diatas,maka dapat diperoleh bahwa nilai t hitung sebesar 12,261. Karena nilai t hitung (12,261) > t tabel (2,002), dan berada dalam daerah penolakan Ho.

Artinya, terdapat pengaruh signifikan antara Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. LotteMart City Link Bandung.

KESIMPULAN

Stres kerja berpengaruh terhadap kinerja karyawan pada LotteMart City Link yang ditunjukkan dari nilai signifikansi sebesar $0,000 <$ dari nilai α yaitu sebesar 0,05. Nilai R square sebesar 0,722 menunjukkan bahwa besarnya pengaruh stres kerja terhadap kinerja karyawan sebesar 72,2% dan sisanya sebesar 27,8 dapat dijelaskan oleh variabel lainnya yang tidak diteliti. Berdasarkan hasil penelitian, didapat hasil stres kerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan pada PT. LotteMart City Link Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ad, M. (2005). Psikologi Industri: Seri Sumber Daya Manusia. Yogyakarta : Liberty.
- Dharma, Surya. (2010). Manajemen Kinerja, Falsafah Teori & Penerapannya. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Hasibuan, Malayu S.P. (2011), Manajemen Sumber Daya Manusia. Edisi Revisi. Jakarta : PT. Bumi Aksara.
- Mangkunegara, Anwar Prabu. (2009). Evaluasi Kerja Sumber Daya Manusia. Bandung : Cetakan Ketiga. PT. Refika Aditama.
- Mangkunegara, Anwar Prabu. (2011). Manajemen Sumber Daya Manusia. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Rivai, Veithzal dan Mulyadi, (2010), Kepemimpinan Dan Perilaku Organisasi. Jakarta : Rajawali Pers.
- Siagian, S.P. (2009). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta : Edisi Satu. Cetakan Ketujuh belas. Bumi Aksara

ANALISIS NILAI TRANSAKSI, VOLUME PERDAGANGAN DAN NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP INDEKS LQ45 PERIODE 2013-2017

Ayudita Fiana¹, Tahmat²

¹ Program Studi S1 Akuntansi Fakultas Ekonomi, ² Program Studi S1 Manajemen Fakultas Ekonomi
Universitas Sangga Buana YPKP
Email : ayudita.fiana96@gmail.com

ABSTRACT

The main goal in investing is to get the maximum profit. The LQ45 company promises a high average profit for investors on the Indonesia Stock Exchange, but high profits can be accompanied by high risks. Therefore, investors need to perform forecasting and calculation effectively by knowing what factors influence the stock price. LQ45 index is very helpful for investors in making decisions to choose healthy stocks. This research aims to analyze the influence of value transactions, trading volume activity, and rupiah exchange rate on LQ45 Index for 2013-2017 period. The method used in this study is descriptive associative using multiple linear regression analysis, correlation analysis and coefficient of determination, and hypothesis testing using the t-Test and F-Test which previously performed the classic assumption test first. The results showed that transaction value, trading volume activity, and rupiah exchange rate had a positive and significant effect on the LQ45 Index both partially and simultaneously. From these findings, investors who want to invest in LQ45 shares can be accessed by the market through an analysis of the development of transaction value, trading volume activity and rupiah exchange rate on LQ45 at that time. This can certainly be used as a predictor in monitoring and predicting LQ45 stock price movements.

Keywords: Transaction Value, Trading Volume Activity, Rupiah Exchange Rate and LQ45 Index

ABSTRAK

Tujuan utama dalam berinvestasi adalah mendapatkan keuntungan yang maksimal. Perusahaan LQ45 menjanjikan rata-rata keuntungan yang tinggi bagi investor di Bursa Efek Indonesia, namun keuntungan yang tinggi dapat disertai dengan risiko yang tinggi pula. Maka dari itu, investor perlu melakukan peramalan dan perhitungan secara efektif dengan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi harga saham tersebut. Indeks LQ45 sangat membantu para investor dalam pengambilan keputusan untuk memilih saham-saham yang sehat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh nilai transaksi, volume perdagangan dan nilai tukar rupiah terhadap Indeks LQ45 periode 2013-2017. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif asosiatif dengan menggunakan analisis regresi linier berganda, korelasi, koefisien determinasi, serta uji hipotesis menggunakan Uji t dan Uji F yang sebelumnya dilakukan uji asumsi klasik terlebih dahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai transaksi, volume perdagangan dan nilai tukar rupiah berpengaruh positif dan signifikan terhadap Indeks LQ45 baik secara parsial maupun simultan. Dari hasil temuan tersebut, maka bagi para investor yang ingin berinvestasi pada saham-saham LQ45 dapat mengetahui kondisi pasar melalui perkembangan nilai transaksi, volume perdagangan dan nilai tukar rupiah terhadap Indeks LQ45 pada saat itu. Hal tersebut tentunya dapat dijadikan sebagai prediktor dalam memonitor serta memprediksi pergerakan harga saham-saham LQ45.

Kata Kunci: Nilai Transaksi, Volume Perdagangan, Nilai Tukar Rupiah dan Indeks LQ45.

PENDAHULUAN

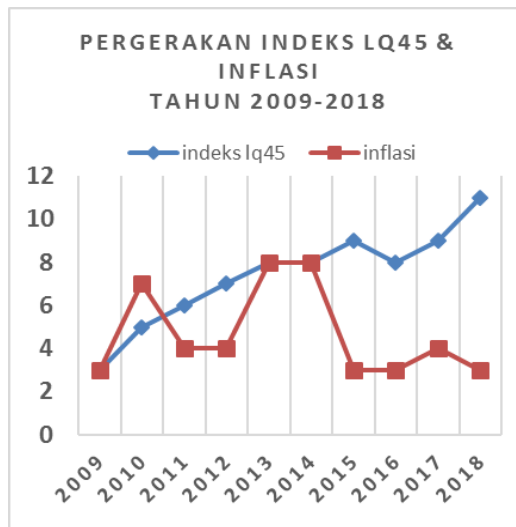
Bursa Efek Indonesia memiliki Indeks LQ45 yang berisikan 45 perusahaan dengan tingkat

likuiditas tinggi yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan. Indeks LQ45 dijadikan parameter dalam menilai saham baik

dari segi fundamental maupun teknikal.

Indeks LQ45 merupakan indeks yang dalam perhitungannya melibatkan saham-saham yang aktif, memiliki kapitalisasi pasar yang tinggi serta memiliki prospek pertumbuhan dan kondisi keuangan yang cukup baik.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis seberapa besar pengaruh nilai transaksi, volume perdagangan dan nilai tukar rupiah terhadap Indeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia periode 2013-2017.



Gambar 1 : Grafik Pergerakan Indeks LQ45 dan Inflasi Tahun 2009-2018.

(Sumber : www.idx.co.id, data diolah 2018).

Gambar 1. memperlihatkan pergerakan Indeks LQ45 dan inflasi dalam periode 10 tahun terakhir. Indeks LQ45 dalam periode 10 tahun terakhir mengalami kenaikan rata-rata hingga 10,46% per tahunnya. Kenaikan harga saham Indeks LQ45 ini jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata inflasi tahunan yang besarnya 4,78%. Data tersebut menunjukkan bahwa Indeks LQ45 dapat menutupi defisit yang tergerus oleh inflasi dengan keuntungan sebesar 5,68%. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa berinvestasi di pasar modal khususnya perusahaan yang termasuk ke dalam Indeks LQ45 jauh lebih menguntungkan dibandingkan dengan hanya menyimpan dana di Bank.

Investasi pasar modal memberikan earning yang lebih tinggi dibandingkan dengan menyimpan uang di Bank misalnya dalam bentuk deposito yang rata-rata hanya 6% per tahun.

Indeks LQ45 menjanjikan rata-rata return yang tinggi bagi investor di Bursa Efek Indonesia, akan tetapi return yang tinggi juga dapat disertai dengan risiko yang tinggi pula. Investor yang membeli saham atau melakukan investasi tentunya mengharapkan untuk memperoleh keuntungan yang tinggi dan meminimalkan risiko pada ketidakpastian, maka dari itu untuk menghasilkan keputusan investasi yang tepat dan menguntungkan

belum cukup bagi investor jika hanya sekedar mengetahui apa yang sedang terjadi di pasar modal saat ini dan mengapa hal itu bisa terjadi. Salah satu cara untuk meramalkan pergerakan saham Indeks LQ45 yaitu dengan melihat nilai transaksi, volume perdagangan dan nilai tukar rupiah dari Indeks LQ45 tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Nilai Transaksi

Nilai transaksi merupakan penjumlahan dari setiap transaksi yang terjadi di bursa pada waktu tertentu untuk mengetahui likuiditas saham dan akan berpengaruh terhadap pergerakan saham. Nilai transaksi dipengaruhi oleh informasi yang masuk ke bursa dan minat investor untuk melakukan transaksi jual beli yang tinggi terhadap saham tersebut. (Tandelilin, 2010:78).

Volume Perdagangan

Volume perdagangan merupakan bagian yang diterima dalam analisis teknikal, kegiatan perdagangan dalam volume yang sangat tinggi di suatu bursa akan ditafsirkan sebagai tanda pasar akan membaik (*bullish*). Peningkatan volume perdagangan dibarengi dengan peningkatan harga merupakan gejala yang makin kuat akan kondisi yang *bullish*. Jika penurunan harga disertai dengan tekanan jual yang juga besar, pergerakan dapat disimpulkan akan melemah (*bearish*). (Husnan, 2015:344).

Nilai Tukar Rupiah

Nilai tukar (kurs) merupakan perbandingan nilai mata uang suatu negara dengan mata uang negara lainnya. Kurs valuta asing dapat juga didefinisikan sebagai jumlah uang domestik yang dibutuhkan, yaitu banyaknya rupiah yang dibutuhkan untuk memperoleh satu unit mata uang asing. Sukirno (2016:397).

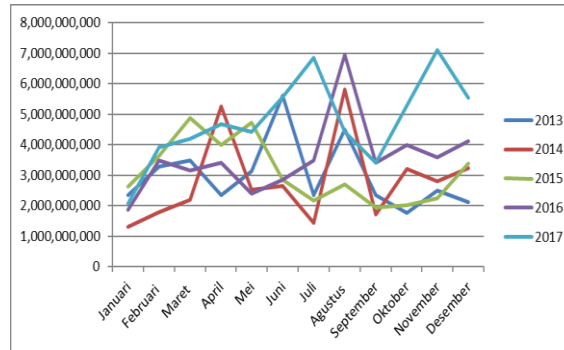
Indeks LQ45

Indeks LQ45 adalah 45 perusahaan tercatat yang dipilih berdasarkan pertimbangan likuiditas dan kapitalisasi pasar dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan (Tandelilin 2010:87).

ILQ45 pertama kali diluncurkan pada tanggal 24 Februari 1997. Perusahaan-perusahaan yang masuk ke dalam LQ45 memiliki kapitalisasi sebesar pasar 72% dari total kapitalisasi pasar dan memiliki nilai transaksi sebesar 72,5% dari total nilai transaksi di pasar reguler. Dengan demikian, perusahaan-perusahaan yang masuk ke dalam ILQ45 mencerminkan kisaran 70%an dari keseluruhan perusahaan yang ada di pasar modal. Artinya, kontribusi perusahaan-perusahaan ILQ45 hampir tiga perempat dari kekuatan bursa. Kondisi ini dapat mencerminkan bahwa pengamatan terhadap 45 perusahaan yang masuk dalam LQ45 cukup menggambarkan kinerja pasar secara keseluruhan. Gumanti (2011:73).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Nilai Transaksi Indeks LQ45 Tahun 2013-2017



Gambar 2: Grafik Perkembangan Nilai Transaksi Indeks LQ45

(Sumber : www.duniainvestasi.com, data diolah).

Dari **gambar 2** diatas dapat dilihat bahwa perkembangan nilai transaksi Indeks LQ45 tahun 2013-2017 mengalami fluktuasi, dimana dari kelima tahun tersebut nilai transaksi tertinggi terjadi pada bulan November tahun 2017, sedangkan nilai transaksi terendah terjadi pada bulan Januari 2014 dan cenderung menurun pada tahun 2015.

Nilai transaksi LQ45 pada tahun 2017 menempati nilai rata-rata tertinggi dari ke empat tahun lainnya. Pada bulan September 2017 nilai transaksi sempat mengalami penurunan, penurunan ini disinyalir terpengaruh oleh keluarnya dana asing dari pasar alias *capital outflow*. Namun hal tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pergerakan LQ45, karena pada tahun 2017 nilai transaksi cenderung naik terutama pada bulan Juli dan November 2017.

Pada bulan Juli 2017 nilai transaksi mengalami kenaikan yang cukup tinggi, hal

ini dikarenakan adanya penurunan suku bunga AS sebesar 1,5%, kemudian pada bulan November 2017 nilai transaksi juga mengalami kenaikan, hal tersebut dikarenakan nilai transaksi LQ45 di tahun 2017 setiap bulannya mengalami fluktuasi, namun rata-rata transaksi perharinya dapat mencapai tujuh hingga delapan miliar yang didorong oleh penguatan IHSG akibat profitabilitas yang terus meningkat, sehingga banyak investor asing yang menanamkan modal ke Indonesia.

Bulan Januari tahun 2014 Nilai Transaksi LQ45 sempat berada pada titik terendah, rata-rata nilai transaksi harian pada tahun 2014 mengalami perlambatan menjelang perhelatan pemilihan umum (pemilu) merupakan hal yang wajar, perhelatan pilpres tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan bagi transaksi saham IndeksLQ45.

Pada bulan Juli menjelang Agustus 2014 dapat dilihat nilai transaksi menaik dengan tajam dan turun kembali pada bulan

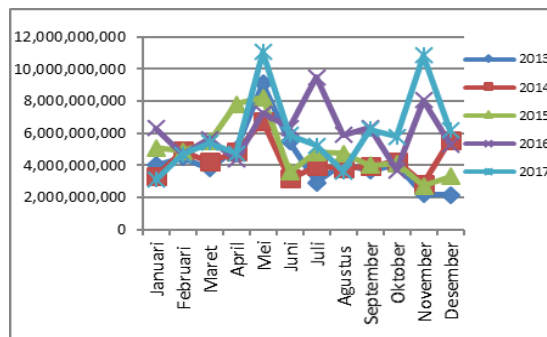
September 2014. Hal tersebut dikarenakan pemilu yang terjadi pada tanggal 9 Juli 2014 menimbulkan terjadinya eskalasi harga saham, dengan market yang tinggi maka nilai transaksi juga akan tinggi. Kemudian presiden terpilih juga dapat mempengaruhi naik turunnya nilai transaksi, jika presiden terpilih tidak familiar dengan pasar maka nilai transaksi cenderung turun begitupun sebaliknya.

Pada tahun 2015 nilai transaksi cenderung menurun, pada tahun 2015 aksi beli **investor asing** di pasar modal Indonesia cenderung menurun hingga Juli 2015 dibandingkan periode 2014. Sejumlah faktor eksternal dan internal seperti ekonomi Indonesia yang melambat dan krisis Yunani yang terjadi telah mempengaruhi investasi investor asing. Selain itu, lembaga keuangan internasional juga menurunkan pertumbuhan ekonomi Indonesia

pada akhir 2015. Salah satunya Bank Dunia memangkas pertumbuhan ekonomi Indonesia sekitar 4,7 % pada tahun 2015. Saat itu investor asing hanya melakukan strategi *trading* saja, mengingat nilai tukar rupiah tertekan terhadap dolar Amerika Serikat (AS). Nilai tukar rupiah pada saat itu berada di kisaran 13.500 per dolar AS.

Sepanjang Agustus 2016, nilai transaksi juga mengalami kenaikan yang cukup tinggi, nilai transaksi perdagangan saham LQ45 yang dibukukan oleh perusahaan efek naik 42,31% dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat nilai impor Indonesia pada Agustus 2016 mencapai USD 12,34 miliar, meningkat 36,84 persen dibandingkan Juli 2016 sehingga turut menaikkan nilai transaksi karena adanya aksi jual yang berlebih.

Perkembangan Volume Perdagangan Indeks LQ45 Tahun 2013-2017



Gambar 3: Grafik Perkembangan Volume Perdagangan Indeks LQ45

(Sumber: www.duniainvestasi.com, data diolah)

Dari **gambar 3** tersebut dapat diketahui bahwa volume perdagangan pada tahun 2017 sempat mengalami kenaikan yang cukup tinggi dibandingkan dengan keempat tahun lainnya.

Volume perdagangan tertinggi terjadi pada bulan Mei 2017. Namun volume perdagangan cenderung menurun pada tahun 2013 dan 2015, titik terendahnya terjadi pada bulan Desember

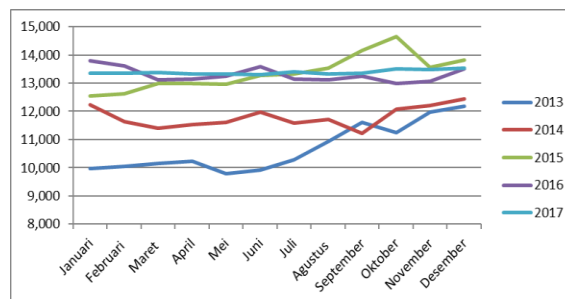
2013.

Pada Juli 2013 volume perdagangan menurun (bearish) dari periode sebelumnya yakni sebesar 54,14%, hal ini terjadi karena adanya efek pemecahan nilai nominal saham atau stock split yang dilakukan sejumlah emiten (www.kompasiana.com). Pada bulan Mei 2013 – 2017 volume perdagangan selalu mengalami kenaikan, hal ini diperkirakan akibat adanya window dressing yang dilakukan oleh perusahaan. Window dressing secara sederhana mengacu pada upaya membuat laporan keuangan perusahaan terlihat lebih baik daripada realita yang ada. Window dressing biasanya dilakukan pada tiap akhir kuartal (per seperempat tahun atau per tiga bulan) yaitu ketika perusahaan merilis laporan keuangan kuartal pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Biasanya laporan keuangan dirilis setelah bulan-bulan tersebut.

Pada bulan Juli 2016 volume perdagangan sempat mengalami kenaikan (bullish), hal ini dikarenakan banyaknya investor asing yang

melakukan transaksi, hal tersebut juga didukung berdasarkan data dari World Federation Exchange bahwa pada Juli 2016 Bursa Thailand membukukan rata-rata frekuensi harian sebesar 368.000 kali, Bursa Malaysia 153.000 kali, dan Bursa Filipina 53.000 kali transaksi. BEI mencatatkan total pembelian bersih oleh investor asing di pasar saham domestik sebesar Rp32,35 triliun. Sedangkan kenaikan volume perdagangan yang terjadi pada bulan Mei dan November 2017 diikuti dengan adanya kenaikan nilai transaksi. Berdasarkan data pada tabel diatas dapat dilihat bahwa naik turunnya volume perdagangan dengan nilai transaksi Indeks LQ45 hampir beriringan, maka faktor yang mempengaruhi naik turunnya nilai transaksi juga secara tidak langsung mempengaruhi volume perdagangan, Hal tersebut dapat terlihat dalam grafik bahwa nilai transaksi dan volume perdagangan tertinggi terjadi pada tahun 2017, kemudian keduanya juga cenderung menurun pada tahun 2015.

Perkembangan Nilai Tukar Rupiah Tahun 2013-2017



Gambar 4: Grafik Perkembangan Nilai Tukar Rupiah

(Sumber: www.bi.go.id, data diolah).

Dari **gambar 3** tersebut dapat dilihat bahwa perkembangan nilai tukar rupiah setiap periode

mengalami fluktuasi yang cenderung meningkat dimana titik tertinggi peningkatan nilai tukar rupiah terjadi pada bulan Oktober 2015 yaitu sebesar Rp.14.640, hal ini disebabkan karena pertumbuhan ekonomi Indonesia pada kuartal II-2015 mengalami perlambatan, seperti pemutusan hubungan kerja (PHK), pengangguran dan inflasi bahan pangan yang meningkat.

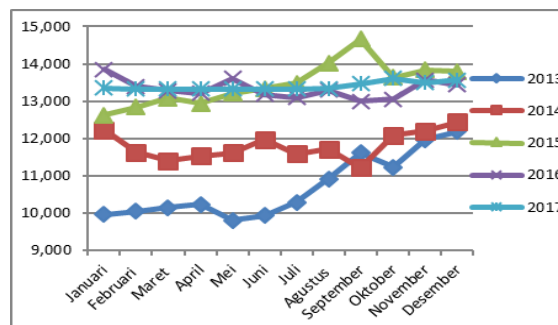
Pada bulan September 2015 nilai tukar rupiah juga melemah, hal ini dikarenakan meningkatnya permintaan terhadap dolar Amerika Serikat di pasar uang. Selain itu, masalah defisit transaksi berjalan Indonesia masih menjadi sorotan para investor. Pelemahan ini memang tidak terlepas dari "serangan" ekonomi global, akan tetapi juga didorong dengan defisitnya transaksi berjalan (*current account deficit*) akibat impor BBM

dan minyak mentah yang tinggi.

Pada bulan Januari 2013 hingga Desember 2017 nilai tukar rupiah terus mengalami fluktuasi yang signifikan dan cenderung meningkat, yang berarti bahwa nilai tukar rupiah mengalami pelemahan terhadap dolar. Hal ini dikarenakan berkurangnya arus modal asing ke dalam negeri akibat sentimen global, khususnya normalisasi kebijakan moneter Bank Sentral AS dan devaluasi mata uang China dimana tingginya kebutuhan valuta asing tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan valuta asing di pasar keuangan.

Pada dasarnya jika nilai tukar rupiah menguat, maka kinerja saham Indeks LQ45 cenderung meningkat, demikian pula sebaliknya. Hal tersebut dapat terlihat dari grafik nilai tukar rupiah dan Indeks LQ45 yang saling beriringan.

Perkembangan Volume Perdagangan Indeks LQ45 Tahun 2013-2017



Gambar 5: Grafik Perkembangan Indeks LQ45

(Sumber: www.duniainvestasi.com, data diolah).

Berdasarkan **gambar 5** diatas dapat dilihat bahwa pergerakan Indeks LQ45 mengalami fluktuasi yang cenderung tetap dimana kenaikan yang signifikan terjadi pada tahun

2013 dan 2015. Titik tertinggi peningkatan Indeks LQ45 terjadi pada bulan September 2015, sedangkan titik terendahnya terjadi pada bulan Mei 2013.

Pada bulan Mei menjelang bulan September 2013 Indeks LQ45 mengalami kenaikan yang signifikan, hal tersebut dikarenakan banyaknya investor yang melakukan ekspansi saham dengan didukung oleh kondisi laporan keuangan perusahaan yang baik. Ekspansi perusahaan dilakukan untuk memperbesar atau memperluas usaha guna mencapai efisiensi perusahaan agar dapat menjadi lebih kompetitif dan juga meningkatkan keuntungan atau profit perusahaan.

Tahun 2014 kinerja Indeks LQ45 menurun sebesar 2,01%, hal ini dipengaruhi oleh adanya sentimen politik dalam negeri, khususnya Pemilihan Umum Presiden. Penurunan ini juga dikarenakan karena pada tahun 2014 ada beberapa faktor yang mempengaruhi indeks seperti inflasi, nilai mata uang rupiah yang menurun dan banyaknya dana asing yang keluar. Titik terendahnya terjadi pada bulan Mei 2013, hal tersebut dikarenakan setelah terlaksananya pemilu, banyak investor yang melakukan aksi penjualan saham akibat hasil *quick*

count pemilu tidak sesuai dengan harapan pasar.

Pada tahun 2015 Indeks LQ45 sempat mengalami titik tertinggi pada bulan September diikuti dengan naiknya nilai tukar rupiah, namun pada bulan berikutnya mengalami penurunan sebesar 9,78%. Penurunan diakibatkan oleh kondisi perekonomian domestik dan global yang mengalami tekanan, selain itu adanya penurunan ekspor Indonesia yang disebabkan karena perlambatan pertumbuhan ekonomi Tiongkok, dimana Tiongkok sebagai salah satu mitra dagang terbesar di Indonesia menyebabkan penurunan impor yang mempengaruhi tingkat ekspor Indonesia ke negara Tiongkok. Tidak hanya itu saja, tingginya fluktuasi rupiah juga menyebabkan terjadinya penurunan Indeks LQ45 tahun 2015.

Pengujian Hipotesis

Uji t (uji secara parsial)

Tabel 1: Hasil Uji t

Variabel Independen	t	Sig	Kesimpulan
Nilai Transaksi	4.444	0,000	Signifikan
Volume Perdagangan	2.374	0,021	Signifikan
Nilai Tukar Rupiah	1.701	0,094	Sugnifikan

Sumber : data sekunder yang sudah diolah, 2019

Berdasarkan hasil pethitungan pada **tabel 1**

dapat diketahui bahwa :

1. Variabel Nilai Transaksi menghasilkan nilai T_{hitung} sebesar 4,444 dengan tingkat kekeliruan 0,10 (10%) didapat nilai T_{tabel} sebesar 1,669 dan nilai $sig = 0,000$ yang lebih kecil dari 0,10, dikarenakan nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang artinya Nilai Transaksi (X_1) berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 (Y).
2. Variabel Volume Perdagangan menghasilkan nilai T_{hitung} sebesar 2,374 dengan tingkat kekeliruan 0,10 (10%) didapat nilai T_{tabel} sebesar 1,669 dan nilai $sig = 0,021$ yang lebih kecil dari 0,10, dikarenakan nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_2 diterima, yang artinya Volume Perdagangan (X_2) berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 (Y).
3. Variabel Nilai Tukar Rupiah menghasilkan nilai T_{hitung} sebesar 1,701 dengan tingkat kekeliruan 0,10 (10%) didapat nilai T_{tabel} sebesar 1,669 dan nilai $sig = 0,094$ yang lebih kecil dari 0,10, dikarenakan nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_3 diterima, yang artinya Nilai Tukar Rupiah (X_3) berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 (Y).

Uji F (uji secara simultan)

Tabel 2: Hasil Uji F

Variabel Independen	F	Sig	Kesimpulan
Nilai Transaksi, Volume Perdagangan, Nilai Tukar Rupiah	16.342	0,000	Signifikan

Sumber : data sekunder yang sudah diolah, 2019

Dari **tabel 2** diatas dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} adalah sebesar 16,342 dengan p-value (sig) = 0,000. Sedangkan F_{tabel} yang didapat adalah sebesar 2,18. Hal tersebut menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($16,342 > 2,18$) maka H_0 ditolak dan H_4 diterima, yang artinya secara bersama-sama Nilai Transaksi, Volume Perdagangan dan Nilai Tukar Rupiah mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap Indeks LQ45.

Pengaruh Nilai Transaksi Terhadap Indeks LQ45

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, besar kecilnya nilai transaksi yang dapat mempengaruhi Indeks LQ45 disebabkan oleh beberapa faktor seperti *capital outflow*, penurunan suku bunga AS, aksi beli **investor asing** di pasar modal, perhelatan politik menjelang pemilu, naiknya nilai impor, aksi jual yang berlebih serta adanya penguatan IHSG akibat profitabilitas yang terus

meningkat.

Dalam penelitian ini, hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa nilai transaksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Indeks LQ45, yang artinya jika nilai transaksi meningkat, maka Indeks LQ45 juga akan cenderung meningkat karena semakin banyak transaksi yang terjadi menggambarkan semakin banyaknya minat investor yang berinvestasi pada perusahaan LQ45.

Dengan demikian, informasi mengenai nilai transaksi sangat penting untuk diketahui oleh para investor, karena nilai transaksi menggambarkan aktivitas transaksi (*buy/sell*) yang terjadi di pasar dalam waktu tertentu untuk memberikan informasi bahwa saham tersebut merupakan saham yang aktif diperdagangkan dan banyak diminati.

Pengaruh Volume Perdagangan Terhadap Indeks LQ45

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, tinggi rendahnya volume perdagangan yang dapat mempengaruhi Indeks LQ45 disebabkan oleh mekanisme yang terjadi dipasar modal seperti banyaknya investor asing yang melakukan transaksi, adanya efek pemecahan nilai nominal saham atau stock split yang dilakukan sejumlah emiten, terjadinya window dressing, serta naikturunnya nilai transaksi yang secara tidak langsung mempengaruhi volume perdagangan.

Hasil pengujian statistik menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antara Volume

Perdagangan terhadap Indeks LQ45. Hasil tersebut selaras dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ginanjar (2013) dan Azharine (2018) yang menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara Volume Perdagangan terhadap Indeks LQ45. Artinya, semakin tinggi volume perdagangan berarti semakin baik, karena akan meningkatkan likuiditas perusahaan LQ45 yang akan mempengaruhi Indeks LQ45.

Dengan demikian, informasi mengenai volume perdagangan sangat penting untuk diketahui oleh para investor, karena naiknya volume perdagangan merupakan kenaikan aktivitas jual beli para investor di bursa. Hal ini menunjukkan semakin diminatnya saham tersebut oleh masyarakat sehingga membawa pengaruh terhadap pergerakan Indeks LQ45.

Pengaruh Nilai Tukar Rupiah Terhadap Indeks LQ45

Nilai tukar suatu mata uang merupakan hasil interaksi antara kekuatan permintaan dan penawaran yang terjadi di pasar valuta asing. Keadaan nilai tukar suatu negara akan mencerminkan keadaan ekonomi negara tersebut. Berdasarkan hasil analisis deskriptif, menguat dan melemahnya nilai tukar rupiah yang dapat mempengaruhi Indeks LQ45 dikarenakan meningkatnya permintaan terhadap dolar Amerika Serikat di pasar uang, adanya defisit transaksi berjalan Indonesia yang menjadi sorotan para investor akibat

impor BBM dan minyak mentah yang tinggi, serta berkurangnya arus modal asing ke dalam negeri akibat sentimen global.

Hasil pengujian statistik menunjukkan Nilai Tukar Rupiah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Indeks LQ45. Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan Ilmi (2017) yang menyimpulkan bahwa nilai tukar rupiah berpengaruh positif dan signifikan terhadap Indeks LQ45.

Dengan demikian, informasi mengenai nilai tukar rupiah sangat penting untuk diketahui oleh para investor, karena pergerakan Indeks LQ45 mengikuti naik turunnya nilai tukar rupiah. Di pasar modal nilai tukar atau kurs juga memiliki dampak yang positif, jika nilai tukar rupiah terhadap USD menguat maka harga saham akan meningkat, sebaliknya jika nilai rupiah terhadap USD melemah maka harga saham akan turun.

Pengaruh Nilai Transaksi, Volume Perdagangan, dan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Indeks LQ45

Hasil uji hipotesis secara simultan menunjukkan bahwa Nilai Transaksi, Volume Perdagangan dan Nilai Tukar Rupiah berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45. Kemudian dari hasil uji analisis korelasi dapat diketahui pula bahwa keeratan hubungan antara Nilai Transaksi, Volume Perdagangan, dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Indeks LQ45 sangat kuat. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa besarnya nilai transaksi secara tidak langsung berpengaruh pada volume

perdagangan saham, karena naiknya volume perdagangan merupakan kenaikan aktivitas jual beli para investor di Bursa Efek Indonesia. Hal ini menunjukkan semakin diminatinya saham tersebut oleh masyarakat sehingga akan membawa pengaruh terhadap pergerakan Indeks LQ45. Kemudian, penentuan nilai tukar rupiah terhadap valuta asing juga merupakan hal yang penting bagi pelaku pasar modal di Indonesia, karena nilai tukar rupiah sangat mempengaruhi jumlah biaya yang harus dikeluarkan dan besarnya biaya yang akan diperoleh dalam transaksi saham di pasar modal. Jika nilai tukar rupiah menguat, maka kinerja saham Indeks LQ45 cenderung meningkat, demikian pula sebaliknya.

Dengan demikian, informasi mengenai Nilai Transaksi, Volume Perdagangan dan Nilai Tukar Rupiah sangat penting untuk dijadikan parameter dalam memonitor dan memprediksi pergerakan saham-saham LQ45.

KESIMPULAN

1. Nilai Transaksi berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 periode 2013-2017.
2. Volume Perdagangan berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 periode 2013-2017.
3. Nilai Tukar Rupiah berpengaruh signifikan terhadap Indeks LQ45 periode 2013-2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Ary, Tatang Gumanti. 2011. *Manajemen Investasi-Konsep, Teori dan Aplikasi*. Mitra Wacana Media, Jakarta.
- Bambang Widjanarko dkk. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Volume Perdagangan Saham*. Jurnal Widya Manajemen & Akuntansi Vol.6 No.3, Hlm 305-306.
- Bank Indonesia. 2019. Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar AS [online]. Tersedia <http://www.bi.go.id>
- Bursa Efek Indonesia. 2018. Pergerakan Indeks LQ45 [online]. Tersedia <http://www.idx.co.id>
- Dunia Investasi. 2019. Nilai Transaksi dan Volume Perdagangan Indeks LQ45 [online]. Tersedia <http://www.duniainvestasi.com>
- Ginanjar. 2013. *Pengaruh Likuiditas dan Volume Perdagangan Saham Terhadap Harga Saham Indeks LQ45 Periode 2007-2011*. Universitas Widyatama.
- Ilmi. 2017. *Pengaruh Kurs, Inflasi dan Tingkat SBI Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan LQ45 Periode 2009-2013*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Husnan, Suad. 2015. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. Edisi kelima. Yogyakarta : UPPN STIM YKPN.
- Sukirno, Sadono, 2016. *Teori Pengantar Makro Ekonomi*. Edisi Ketiga. Jakarta : Rajawali Pers .
- Tandelilin, Eduardus. 2010. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*. Edisi pertama. Yogyakarta : Kanisius.
- Yahoo Finance. 2018. Tingkat Inflasi 10 Tahun Terakhir [online]. Tersedia <http://www.yahoo.finance.com>

**PENGARUH UKURAN PERUSAHAAN & ARUS KAS OPERASI
TERHADAP *REAL EARNING MANAGEMENT*
(Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur Subsektor Makanan &
Minuman yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2014 – 2016)**

Foni Tri Septiyanti¹, Sukadwilinda², Tevi Leviany³

¹Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Sangga Buana

Email: Foni.Tri.Septiyanti@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of company size, operating cash flow on real earnings management in the food and beverage sub-sector manufacturing companies listed on the Indonesia Stock Exchange in 2014-2016. The data used in this study were obtained from audited financial statements. The population in this study was purposive sampling and 13 companies was obtained within 2014-2016 research period. Data analysis method that used in this research is panel data regression analysis. The results showed that simultaneously that the company size, operating cash flow significantly affected the real earnings management. Partially, company size and operating cash flow have a significant effect on real earnings management.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh ukuran perusahaan, arus kas operasi terhadap manajemen laba riil pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia tahun 2014-2016. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari laporan keuangan yang telah diaudit. Populasi dalam penelitian ini adalah purposive sampling dan diperoleh 13 perusahaan dengan periode penelitian 2014-2016. Metode analisis data dalam penelitian ini adalah analisis regresi data panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara simultan ukuran perusahaan, arus kas operasi berpengaruh signifikan terhadap manajemen laba riil. Secara parsial, ukuran perusahaan dan arus kas operasi berpengaruh signifikan terhadap manajemen laba riil.

Keywords: Company Size, Operating Cash Flow, Real Earning Management

PENDAHULUAN

Laporan keuangan merupakan sarana penyampaian informasi keuangan yang digunakan sebagai perantara perusahaan dengan pihak-pihak diluar perusahaan yang mempunyai kepentingan. Tujuan adanya laporan keuangan adalah untuk menyediakan informasi tentang kinerja perusahaan. Kinerja perusahaan dapat dinilai dari besarnya laba dalam laporan keuangan, sehingga informasi

laba merupakan informasi penting dalam pengambilan keputusan oleh investor dan kreditor.

Berdasarkan kenyataan yang ada pemegang saham, investor maupun kreditor selaku pengguna laporan keuangan pada umumnya untuk melihat kinerja perusahaan yang baik dilihat dari besar kecilnya laba yang diperoleh tanpa melihat bagaimana proses dalam menghasilkan laba tersebut, maka dari itu

dengan masalah yang demikian membuat manajemen perusahaan melakukan beberapa tindakan yang disebut dengan manajemen atas laba.

Ukuran perusahaan juga mempunyai peran penting dalam tindak praktik manajemen laba riil dikarenakan besar kecilnya perusahaan sangat mempengaruhi para kreditor dan investor untuk menginvestasikan dananya pada sebuah perusahaan sehingga memungkinkan manajemen perusahaan melakukan cara untuk membuat perusahaan terlihat memiliki kinerja yang baik untuk menarik minat para investor dan kreditor.

Kasus yang terkait dengan praktik *real earning management* diantaranya skandal akuntansi internal PT Toshiba yang terjadi pada tahun 2015 di mana PT Toshiba melakukan accounting frauds senilai 1.22 milyar dolar Amerika.

Penelitian yang penulis lakukan mencoba untuk kembali melakukan analisis mengenai pengaruh ukuran perusahaan, arus kas operasi terhadap *real earning management* atau manajemen laba riil, perusahaan yang dipilih oleh penulis adalah perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman. Alasan pemilihan perusahaan di bidang makanan dan minuman dikarenakan perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman merupakan salah satu sektor usaha yang banyak diminati para investor karena produk yang dihasilkan menjadi salah satu barang kebutuhan pokok masyarakat sehingga perusahaan yang bergerak

di bidang makanan dan minuman mengalami perkembangan yang cukup bagus sehingga dapat dikatakan sebagai perusahaan yang banyak menghasilkan laba.

TINJAUAN PUSTAKA

Real Earning management

Real earning management atau manajemen laba riil adalah kegiatan memanipulasi data laporan keuangan secara sengaja dengan cara memanipulasi aktivitas riil perusahaan guna untuk kepentingan pribadi.

Aktivitas Operasi

Aktivitas operasi adalah kegiatan atau aktivitas yang dilakukan perusahaan untuk menghasilkan pendapatan yang berfungsi untuk melakukan pembiayaan operasional perusahaan. Penghasilan yang diperoleh dari aktivitas operasi adalah salah satu hal terpenting yang dapat menentukan apakah operasi perusahaan mampu untuk menanggulangi segala kebutuhan operasional tanpa mengharapkan bantuan sumber pendanaan dari luar.

Ukuran Perusahaan

Ukuran perusahaan dapat dinilai dari total asset yang dimiliki perusahaan, dari total asset kita dapat melihat jumlah kekayaan sebuah perusahaan dimana semakin mampu perusahaan untuk membiayai operasional perusahaan maka perusahaan tersebut dapat

dikatakan mapan dan mandiri karena tidak memerlukan dana tambahan dari luar. Ukuran perusahaan yang kecil besar kemungkinannya untuk melakukan praktik *real earning management* dikarenakan perusahaan kecil memiliki total asset yang sedikit sehingga perusahaan ini membutuhkan bantuan dana dari para investor dan kreditor sedangkan perusahaan besar memiliki total asset yang cukup besar, lebih kecil kemungkinannya untuk melakukan praktik *real earning management*. Pada umumnya perusahaan besar sudah memiliki organisasi yang sudah terstruktur dan setiap divisi sudah mempunyai fungsinya masing-masing, lebih banyak diperhatikan oleh masyarakat dan para investor asing sehingga akan lebih berhati-hati dalam melakukan pelaporan keuangannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis deskriptif dan asosiatif hubungan kausal. Jenis data penelitian ini adalah data sekunder. Sumber data adalah laporan keuangan yang telah diaudit dan dipublikasikan tahun periode 2014-2016 yang penulis peroleh dengan pengambilan data sekunder dari *website* <https://www.idx.co.id>

periode tahun 2014-2016. Populasi dalam penelitian ini adalah perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI sedangkan untuk pemilihan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian dilakukan dalam 3 periode waktu yang berbeda yaitu periode tahun 2014-2016. Teknik analisis data diawali dengan menghitung ukuran perusahaan dari total aktiva perusahaan, arus kas operasi dari proksi arus kas dari aktivitas operasi satu tahun ke depan dan *real earning management* dengan menentukan aliran kas operasional *abnormal* dengan *software Microsoft Excel*, Regresi Linier Berganda Model Data Panel, koefisien determinasi, Pengujian hipotesis dengan menggunakan Uji t dan Uji F.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui pengaruh ukuran perusahaan, arus kas operasi terhadap *real earning management* pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI pada periode 2014-2016, maka disajikan hasil perhitungan statistik yang diperoleh dengan menggunakan *Eviews 10* sebagai berikut

Tabel 1: Hasil Estimasi *Common Effect Model*

Dependent Variable: Y
 Method: Panel Least Squares
 Date: 07/31/19 Time: 23:33
 Sample: 2014 2016
 Periods included: 3
 Cross-sections included: 13
 Total panel (balanced) observations: 39

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.231053	0.131113	-1.762249	0.0865
X1	0.602103	0.077149	7.804392	0.0000
X2	0.008890	0.004540	1.958362	0.0580
R-squared	0.629169	Mean dependent var		0.105772
Adjusted R-squared	0.608568	S.D. dependent var		0.116847
S.E. of regression	0.073105	Akaike info criterion		-2.320046
Sum squared resid	0.192394	Schwarz criterion		-2.192080
Log likelihood	48.24091	Hannan-Quinn criter.		-2.274133
F-statistic	30.53967	Durbin-Watson stat		1.777468
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sumber: Data yang sudah diolah, 2019

Koefisien Determinasi

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat penghitungan koefisien determinasi menggunakan *Eviews 10* di peroleh nilai R-squared = 0.630, nilai koefisien determinasi sebesar 0.630 menunjukkan bahwa ukuran perusahaan, arus kas operasi memberikan pengaruh sebesar 63% terhadap *real earning management*. sedangkan

sisanya sebesar 37% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati di dalam penelitian ini. Analisis Deskriptif yang dilakukan adalah untuk mengetahui gambaran dari ukuran perusahaan, arus kas operasi dan *real earning management* pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI, kemudian akan ditampilkan

dalam tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2: Statistik Deskriptif

Date: 08/02/19

Time: 15:56

Sample: 2014 2016

	Y	X1	X2
Mean	0.105772	28.18185	0.143290
Median	0.085950	28.43349	0.098710
Maximum	0.536350	32.15098	0.594270
Minimum	0.000860	20.55608	-0.098510
Std. Dev.	0.116847	2.665618	0.156855
Skewness	1.968451	-1.407609	1.150550
Kurtosis	7.212032	5.558709	4.322449
Jarque-Bera	54.01568	23.51772	11.44639
Probability	0.000000	0.000008	0.003269
Sum	4.125120	1099.092	5.588310
Sum Sq. Dev.	0.518820	270.0097	0.934935
Observations	39	39	39

Sumber: Data yang sudah diolah, 2019

Berdasarkan tabel 2 dapat dijelaskan hasil pengujian statistik deskriptif yaitu sebagai berikut:

1. Variabel ukuran perusahaan menunjukkan nilai rata-rata 28.18185. Nilai maksimum sebesar 32.15098 berada pada PT Indofood Sukses Makmur Tbk tahun 2015. Nilai minimum sebesar 20.55608 berada pada PT Delta Djakarta Tbk tahun 2014. Nilai standar deviasi sebesar 2.665618.
2. Variabel arus kas operasi menunjukkan nilai rata-rata 0.143290. Nilai maksimum sebesar 0.594270 berada pada PT Multi Bintang Indonesia Tbk tahun 2015. Nilai minimum sebesar -0.098510 berada pada PT Sekar Bumi Tbk tahun 2016. Nilai standar deviasi sebesar 0.156855.

3. Variabel *real earning management* menunjukkan nilai rata-rata 0.105772. Nilai maksimum sebesar 0.536350 berada pada PT Multi Bintang Indonesia Tbk tahun 2016. Nilai minimum sebesar 0.000860 berada pada PT Mayora Indah Tbk tahun 2016. Nilai standar deviasi sebesar 0.116847.

Pengaruh Ukuran Perusahaan terhadap *Real Earning Management*

Hasil pengujian hipotesis ukuran perusahaan berpengaruh signifikan terhadap *real earning management* pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI. ukuran perusahaan memiliki nilai terhitung 7.804392 lebih besar dari pada

tabel 1.68830 artinya variabel ukuran perusahaan berpengaruh secara signifikan terhadap *real earning management*. Hasil ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar perusahaan yang diukur dengan total asset, tindakan manajemen laba berkurang. Selain itu perusahaan yang besar akan lebih berhati-hati dalam melakukan pelaporan keuangan dan cenderung melaporkan kondisi keuangan dengan akurat karena lebih diperhatikan oleh masyarakat. Sedangkan perusahaan kecil mempunyai kecenderungan untuk melakukan *real earning management* dengan melaporkan laba yang lebih besar sehingga dapat menunjukkan kinerja perusahaan yang lebih bagus.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh pembahasan sebelumnya yang menyatakan bahwa ukuran perusahaan juga memegang peranan penting dalam perusahaan yang melakukan praktik *real earning management*. Ukuran perusahaan yang kecil dianggap lebih banyak melakukan praktik *real earning management* daripada perusahaan besar. Hal ini disebabkan karena perusahaan kecil cenderung ingin memperlihatkan kondisi perusahaan yang selalu berkinerja baik agar investor menanamkan modalnya pada perusahaan tersebut. Berbeda dengan perusahaan kecil, perusahaan besar biasanya akan lebih berhati-hati dalam melakukan pelaporan keuangan, karena perusahaan yang besar lebih diperhatikan oleh masyarakat. Siti Rukmana Adrianti, Neny tri Indriana Sari,

Agus Salim (2019) membuktikan bahwa semakin besar ukuran perusahaan maka semakin kecil indikasi pengelolaan labanya (*real earning management*). Hal ini disebabkan karena perusahaan besar biasanya memiliki peran sebagai pemegang kepentingan yang luas sehingga lebih diperhatikan oleh masyarakat. Akibatnya, perusahaan akan lebih berhati-hati dalam melakukan pelaporan keuangan untuk menghasilkan laporan yang akurat.

Pengaruh Arus Kas Operasi terhadap *Real Earning Management*

Hasil pengujian hipotesis arus kas operasi berpengaruh signifikan terhadap *real earning management* pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI. arus kas operasi memiliki nilai t hitung 1.958362 lebih besar dari pada ttabel 1.68830 artinya variabel arus kas operasi berpengaruh secara signifikan terhadap *real earning management*. Hasil ini selaras dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Richard Kumala (2014) yang menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara arus kas operasi terhadap *real earning management*. Arus kas operasi mempengaruhi tindakan manajemen laba riil atau *real earning management* yang dilakukan oleh manajemen. Hal ini terjadi karena ketika arus kas operasi perusahaan menunjukkan angka yang baik, maka manajemen merasa tidak perlu melakukan *real earning management*.

Pengaruh Ukuran Perusahaan dan Arus Kas Operasi terhadap *Real Earning Management*

Hasil pengujian mengenai ukuran perusahaan, arus kas operasi terhadap *real earning management* pada perusahaan manufaktur subsektor makanan dan minuman yang terdaftar di BEI, dapat dilihat bahwa besar pengaruh ukuran perusahaan arus kas operasi terhadap *real earning management* sebesar 63% serta sisanya ditentukan oleh faktor lain. Hal ini ditunjukkan oleh besar R-square 0.630. diluar dari itu masih banyak faktor-faktor lain yang kemungkinan mempengaruhi *real earning management* entah itu faktor internal maupun eksternal seperti reputasi auditor, struktur kepemilikan manajerial, struktur kepemilikan institusional, *leverage*, profitabilitas dan lain sebagainya. Selain itu dapat dilihat berdasarkan uji signifikansi hipotesis uji f, secara simultan ukuran perusahaan dan arus kas operasi berpengaruh signifikan terhadap *real earning management*. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian hipotesis dimana nilai Fhitung sebesar $30.53967 > F_{tabel}$ sebesar 3.26. Pengambilan keputusan signifikansi juga dapat dilihat dari signifikansi sebesar $0.000000 < 0.05$.

Hubungan kedua variabel independen (ukuran perusahaan dan arus kas operasi) secara simultan dengan *real earning management* menunjukkan kriteria sangat kuat. Jadi pada permasalahan yang sedang diteliti diketahui bahwa secara simultan kedua variabel

independen/bebas (ukuran perusahaan dan arus kas operasi) memiliki hubungan yang sangat kuat dengan *real earning management*. Sementara nilai dari R-Square (0.630), menunjukkan bahwa kedua variabel independen/bebas yang terdiri dari ukuran perusahaan dan arus kas operasi secara simultan mempunyai pengaruh yang membuat *real earning management* meningkat atau menurun. Artinya secara bersama-sama variabel independen/bebas (ukuran perusahaan dan arus kas operasi) memberikan kontribusi atau pengaruh sebesar 0.630 terhadap *real earning management*. Sisanya merupakan pengaruh faktor lain diluar kedua variabel bebas yang diteliti. Jadi terjadinya praktik *real earning management* tidak hanya dipengaruhi kedua variabel tersebut, namun juga dapat dipengaruhi oleh variabel-variabel lainnya.

KESIMPULAN

Secara parsial ukuran perusahaan dan arus kas operasi berpengaruh signifikan terhadap *real earning management*, jadi semakin kecil ukuran perusahaan maka tindakan *real earning management* semakin besar dan juga setiap penurunan arus kas operasi mampu menyebabkan kenaikan *real earning management*. Secara simultan terdapat pengaruh yang signifikan antara ukuran perusahaan dan arus kas operasi terhadap *real earning management*, besarnya pengaruh ukuran perusahaan dan arus kas operasi dalam memberikan kontribusi pengaruh terhadap *real*

earning management sebesar 63%. Jadi semakin besar ukuran perusahaan dan semakin tinggi arus kas operasi maka akan semakin rendah tindakan *real earning management* perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianti Siti Rukmana, Indriansari Tri Neny, Salim Agus. 2019. "Pengaruh Good Corporate Governance (GCG) dan Ukuran Perusahaan Terhadap Manajemen laba Riil (Studi Pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di BEI)". Progress Conference. Volume 2.
- Brigham, Houston. 2010. *Dasar-Dasar Manajemen Keuangan*. Edisi III. Jakarta: Salemba Empat
- Febrininta Naila Cut, Siregar Veronica Sylvia. 2014. "Manajemen laba Akrua, manajemen laba Riil, dan Biaya Modal". *Jurnal Akuntansi Multiparadigma*. 05(5).
- Gunawan Ketut I, Darmawan Surya Ari Nyoman I, Purnamawati Ay Gusti I. 2015. "Pengaruh Ukuran Perusahaan, Profitabilitas dan Leverage Terhadap Manajemen Laba". *E-Jurnal S1 Ak*. 03(1).
- Ikatan Akuntan Indonesia (IAI). 2018. *Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK)*. Jakarta: IAI.
- Richard Kumala. 2014. "Pengaruh Kualitas Audit dan Arus Kas Operasi Terhadap Praktik Manajemen Laba Riil Pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI)". Skripsi. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala.
- Sartono, Agus. 2010. *Managemen Keuangan Teori dan Aplikasi*. Jogjakarta: BPF.
- Sulistiawan, dkk. 2011. *Creative Accounting: Mengungkap Manajemen Laba dan Skandal Akuntansi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kartika Sari. 2017. Integrity Indonesia di <https://integrityindonesia.com> (di akses Februari 2019)
- www.idx.co.id