

# SIMTEKS

(Sistem Infrastruktur Teknik Sipil)



Jurnal Teknik Sipil	Vol. 1	No. 2	Hal. 1-92	Bandung Oktober 2019	ISSN 2655-8149
Terakreditasi LIPI No. 0005.26558149/JI.3.1/SK.ISSN/2019.01					

<b>SIMTEKS</b> (Sistem Infrastruktur Teknik Sipil)
---

**Dewan Redaksi :**

**Penelaah Ahli**

Dr. Ir. H. Bakhtiar Abu Bakar, MT. (Universitas Sangga Buana)

Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT. (Universitas Sangga Buana)

Dr. Ir. Agus Rachmat, MT. (Universitas Sangga Buana)

Dr. Ir. Abdul Chalid, M. Eng. (Universitas Sangga Buana)

Dr. Ir. A. Anton Soekiman, MT., MSc. (Universitas Katolik Parahyangan)

**Mitra Bestari**

Prof., Dr., Hadi UM., MIHT. (Universitas Sangga Buana)

**Penyunting Pelaksana**

Chandra Afriade Siregar, ST., MT. (Universitas Sangga Buana)

Dody Kusmana, ST., MT. (Universitas Sangga Buana)

Ir. Muhammad Ryanto, MT. (Universitas Sangga Buana)

Muhammad Syukri, ST., MT. (Universitas Sangga Buana)

**Alamat Redaksi**

Fakultas Teknik – Universitas Sangga Buana

Jl. PHH Mustofa (Suci) No.68 – Bandung Jabar

Gedung C – Lantai 3

Telepon : (022) 7275489

Fax : (022) 7201756

Jurnal Teknik Sipil	Vol. 1	No. 2	Hal. 1-92	Bandung Oktober 2019	ISSN 2655-8149
Terakreditasi LIPI No. 0005.26558149/JI.3.1/SK.ISSN/2019.01					

# **SIMTEKS**

(Sistem Infrastruktur Teknik Sipil)

1. Agus Triyansah, Bahktiar AB  
**Studi Pada Kasus Rehabilitasi Jembatan Citarum Dengan Sistem Manajemen Konstruksi Jembatan (Bms)**
2. Almuhammad, Bakhtiar AB, Doni Romdhoni Witarsa  
**Analisis Banjir Pada Wilayah Sungai Akibat Tinggi Curah Hujan Dengan Pemodelan Hec-Ras (Studi Kasus: Sungai Citanduy)**
3. Arif Brahan Udin, R. Didin Kusdian  
**Uji Laboratorium Untuk Variasi Perbandingan Semen Terkait Kebutuhan Beton Kedap Pada Bangunan Reservoir Dari Campuran 2 : 3 : 5 2,5 : 3 : 5 2,75 : 3 : 5**
4. Bagus Sukma Saputra, Chandra Afriade Siregar, Hadi Utoyo Moeno  
**Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dengan Formula Statis Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu**
5. Budi Rismansandi, Chandra Afriade Siregar  
**Kajian Kerusakan Jaringan Drainase Perkotaan Akibat Pengaruh Aliran Air Permukaan Dan Sampah Pada Wilayah Kecamatan Cibeunying Kidul Kota Bandung**
6. Deden Ridwan, Iwan Gunawan Adiwijaya  
**Kajian Kerusakan Tanggul Akibat Debit Banjir Yang Berdampak Pada Kerusakan Lereng Dan Sungai Dengan Pendekatan Analisis Uji Model Hidrolik (Sungai Cisangkuy)**
7. Dessi Natalia, Bakhtiar AB, Lina Nurhayati  
**Analisis Pengaruh Gerakan Air Hujan Terhadap Penurunan Kualitas Jaringan Drainase Perkotaan Pada Studi Kasus Daerah Selatan Sumedang**
8. Eka Oktaviani, Muhammad Ryanto  
**Kajian Uji Tekan Beton Dengan Berbagai Variasi Penggunaan Jumlah Dosis Zat Additive Super *Plasticizer***
9. Eva Farahdiba Nurul Adha, Abdul Chalid, Dody Kusmana  
**Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Variasi Penambahan *Calcium Carbonate* Dengan Perawatan Air Kapur Terhadap Beton Normal Tekan Rencana K300**
10. Famuazi Eka Herdyana, R. Didin Kusdian, Anton Sunarwibowo  
**Analisis Perbandingan Uji Laboratorium Untuk Variasi Perbandingan Semen Terkait Kebutuhan Beton Kedap Air Pada Bangunan Reservoir Dari Campuran 3:2:3, 3,5:2:3, 3,75:2:3**

# **SIMTEKS**

(Sistem Infrastruktur Teknik Sipil)

11. Ganjar Satria Nugraha, Yushar Kadir  
**Kajian Pengaruh Kalsium Karbonat Dan Limbah Adukan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Mutu Rendah**
12. Indra Cahyana, R.Didin Kusdian, Muhammad Syukri  
**Analisa Perbandingan Uji Laboratorium Untuk Variasi Perbandingan Semen Terkait Kebutuhan Beton Kedap Air Pada Bangunan Reservoir Dari Campuran 4:2:3 , 4,5:2:3 , 4,75:2:3**
13. Indria Stephanie Widiantera, Chandra Afriade Siregar, Yanti Irawati  
**Studi Perbandingan Semen Dengan Menggunakan Serbuk Calcium Carbonate Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Ringan**
14. Irwan Setiawan, Dwi Haryono Aji Wibowo  
**Kajian Kerusakan Kaki Bendung Akibat Pengaruh Aliran Turbulensi Dan Gerusan Setempat (*Local Scouring*) Pada Daerah Irigasi Sentig Dengan Pendekatan Uji Model Hidrolik Laboratorium**
15. Juana Trisno Setiadi, Tia Sugiri  
**Kajian Kerusakan Drainase Kereta Api Akibat Pengaruh Infiltrasi Dan Limpasan Air Curah Hujan Pada Jalur St. Rancaekek Menuju St. Cimekar Daerah Operasional 2 Bandung**
16. Mochamad Qodir Oktariana, Hendra Garnida  
**Analisa Pemanfaatan Sumber Daya Air Kali Kuto Untuk Kebutuhan Air Baku Perusahaan Daerah Air Minum Wilayah Kabupaten Kendal**
17. Muhamad Miftakhul Fahri, Muhammad Ryanto, Heri Sismoro  
**Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer**

# PENGARUH PEMANFAATAN SABUT KELAPA SEBAGAI MATERIAL SERAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON POLIMER

Muhamad Miftakhul Fahri<sup>(1)</sup>, Ir. Muhammad Ryanto.,MT<sup>(2)</sup>, Heri Sismoro,ST.,MT<sup>(3)</sup>  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

## ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah sabut kelapa dengan persentase 0,125 % dari volume agregat kasar beton prepacked, dengan panjang serat 6 cm. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm. Selain itu variasi campuran agregat halus juga diterapkan dalam penelitian ini, yaitu benda uji pertama BE (A) dengan campuran agregat halus 0%, benda uji kedua BE (B) dengan campuran agregat halus 25% dan benda uji ketiga BE (C) dengan campuran agregat halus 75%.

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton polimer dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Pada benda uji pertama BE (A) memiliki nilai kuat tekan sebesar 47,6 Mpa dan pada benda uji kedua BE (B) memiliki nilai kuat tekan sebesar 50,6 Mpa dan pada benda uji ketiga BE (C) memiliki nilai kuat tekan sebesar 48,6 Mpa.

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

## 1.1. PENDAHULUAN

### 5.1 Latar Belakang

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 epoksi, resin jenis ini banyak dipakai untuk keperluan pengecoran, pelapisan, protektor alat-alat listrik, campuran cat dan sebagai *adhesif* (perekat/lem). Selain itu epoksi merupakan salah satu jenis resin yang diperoleh dari proses polimerisasi dari epoxida. Setelah dicampur, epoksi dan *hardener* akan berubah dari air ke padat dan menjadi sangat kuat, tahan suhu tinggi tertentu dan memiliki ketahanan kimia yang tinggi. Resin epoksi mungkin banyak dikenal karena sifat *adhesi* yang dimilikinya tetapi mereka juga sangat baik untuk melindungi logam, kayu, baja, beton, kaca dan beberapa plastik sebagai cat atau *coating* dengan membentuk lapisan yang sangat keras.

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. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah serat yang elastis, salah satunya menggunakan sabut kelapa di dalam beton yang diharapkan dapat menunda terjadinya keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba tersebut.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Berapa perbandingan campuran epoksi dan hardener yang baik ?
2. Apakah daya rekat agregat tetap terjaga dengan baik setelah ditambahkan epoksi ?
3. Berapa panjang sabut kelapa yang baik dalam campuran beton ?
4. Apakah penambahan serat sabut kelapa dalam campuran beton polimer dapat meningkatkan kuat tekan beton polimer ?

## II. LANDASAN TEORI

Rekayasa beton polimer atau disebut sebagai *polymer modified concrete* merupakan suatu perkerasan 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). *Polymer impregnated concrete* adalah suatu material yang dibuat melalui impregnasi bahan polimer ke dalam beton jadi yang sudah mengeras agar dapat menutup pori – pori permukaan beton agar lebih tahan terhadap kelembapan atau penyerapan air. Sedangkan *polymer cement concrete* adalah suatu material beton yang dibuat dengan menggantikan sebagian perekat semen dengan bahan polimer (Van Gement, 2004)

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.

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambah serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat, cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat berupa serat alam atau serat buatan. Harapan ditambahnya serat pada beton polimer adalah untuk menambah kekuatan beton sehingga mampu menekan biaya pembuatannya.

### Resin Epoksi

*Epoxy* adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai "resin" dan "pengeras". Resin ini terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung. Epoxy resin Paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara epiklorohidrin dan bisphenol-A, meskipun yang

terakhir mungkin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa.

Pengeras terdiri dari monomer *polyamine*, misalnya *Triethylenetetramine* (Teta). Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen. Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut "curing", dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, dan rasio kata senyawanya; proses dapat mengambil menit untuk jam. Beberapa formulasi manfaat dari pemanasan selama masa penyembuhan, sedangkan yang lainnya hanya memerlukan waktu, dan suhu ambien.

Karakteristik dari senyawa epoksida adalah gugus oksiran yang terbentuk oleh oksidasi dari senyawa olefinik atau senyawa aromatik ikatan ganda.

### Serat Sabut Kelapa

Menurut Suhardiyono (1999), serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa.

Di berbagai negara lainnya, serat sebagai penguat dan peningkat sifat deformasi beton bukan lagi barang asing. Beton diperkuat dengan serat maka beban deformasi akan dialihkan ke serat. Peranan serat adalah sebagai penahan retakan yang menjalar untuk menjebak ujung retakan agar lambat melintasi matrik dengan demikian regangan retakan ultimit komposit meningkat drastis dibandingkan beton tanpa serat. Mutu serat ditentukan oleh warna, persentase kotoran, kadar air, dan proporsi berat antar serat panjang dan serat pendek. Serat sabut kelapa yang bermutu tinggi berwarna cerah cemerlang dengan persentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung lumpur.

### Beton Prepacked

Beton pracetak atau *Prepack Concrete* adalah metode pembuatan beton dengan cara memasukan agregat kasar pembentuk beton ke dalam bekisting atau cetakan secara bertahap. Pada metode ini beton yang dihasilkan adalah dengan cara menempatkan sejumlah agregat kasar ke dalam bekisting, setelah itu dilakukan *injeksi/grout/pouring* cairan pengisi, kedalam bekisting. Cairan pengisi yang umumnya digunakan salah satunya adalah resin epoksi,

yang memiliki *flow* cukup tinggi dan tidak susut. Tata cara perancangan beton pracetak ini di atur dalam SNI beton 7833-2012.

### Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm<sup>2</sup> sampai 500 kg/cm<sup>2</sup>. 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 kubus dengan ukuran 15 x15 x 15 cm. 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<sup>2</sup>. Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar *ASTM C 39* atau menurut yang disyaratkan *PBI 1989*.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

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

Keterangan

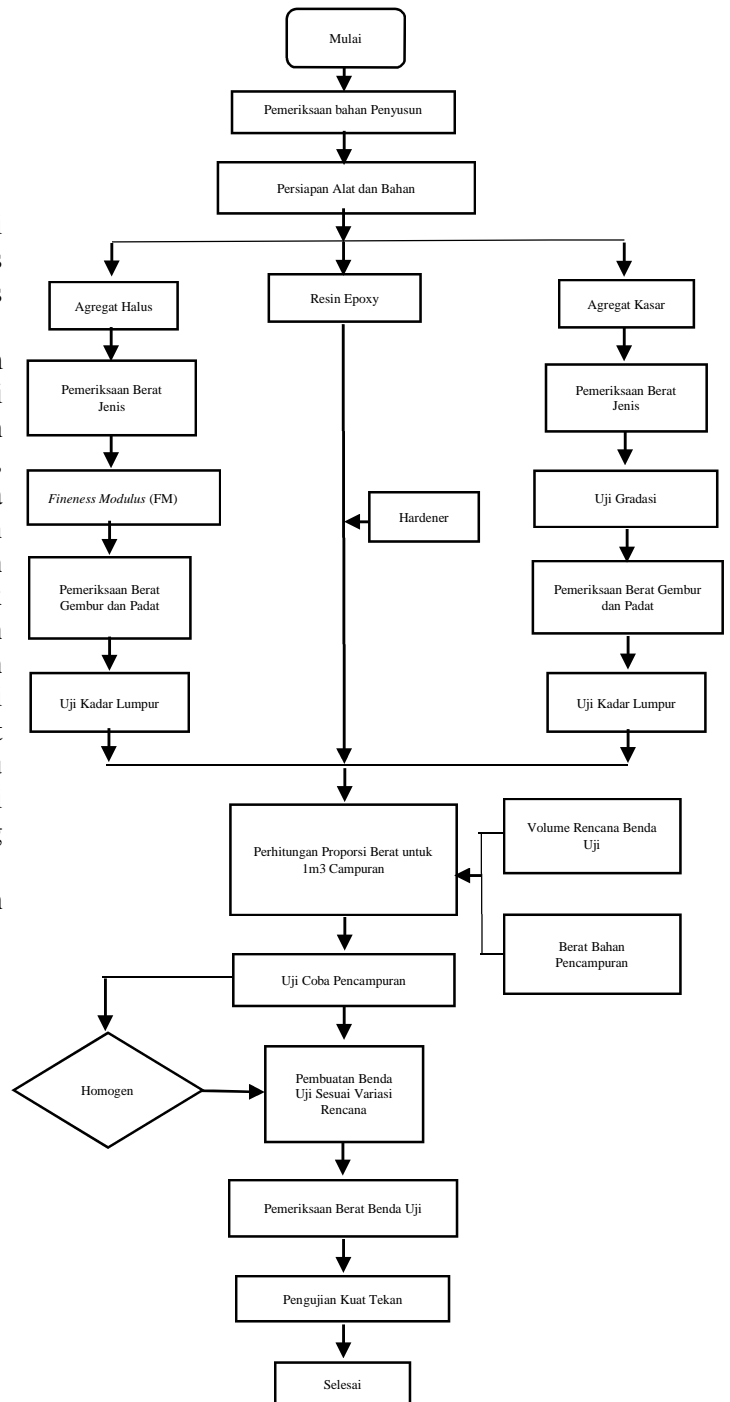
f'c : Kuat Tekan Beton

P : Beban Maksimum

A : Luas Penampang

## II. METODOLOGI PENELITIAN

*Metode ACI (American Concrete Institute) 211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight and Mass Concrete (Reapproved 2002)* mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan kekuatan dan pekerjaan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (*workability*).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## III. ANALISA PENELITIAN

### I. Pengujian Agregat

Tabel 1. Pengujian Agregat Kasar

No	Agregat	Berat	Volume
1	Kerikil 2/3"	4,6 kg	0,003375m <sup>3</sup>
Berat Jenis			1363 kg/m <sup>3</sup>

Tabel 2. Pengujian Agregat Halus

No	Agregat	Berat	Volume
1	Pasir Cor	5,2 kg	0,003375 m <sup>3</sup>
Berat Jenis			1363 kg/m <sup>3</sup>

## II. Pembuatan Benda Uji

Rencana campuran beton yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah resin epoksi, batu pecah, dan pasir. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan 2/3” (20.00 mm), agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75 mm), namun tertahan pada saringan No.4 (4,75 mm), serat sabut kelapa dengan panjang 6 cm dan resin jenis epoksi dengan perbandingan 1:1, berikut ini adalah rinciannya:

Tabel 3. Pembuatan benda uji

No	Kode	Agregat kasar	Agregat Halus	Serat	Jmlh
1	BE (A)	99,875%	-	0,125%	1
2	BE (B)	74,875%	25%	0,125%	1
3	BE (C)	49,875%	50%	0,125%	1
Jumlah					3

## III. Estimasi Kebutuhan Resin Epoksi

Tabel 4. Estimasi kebutuhan resin epoksi

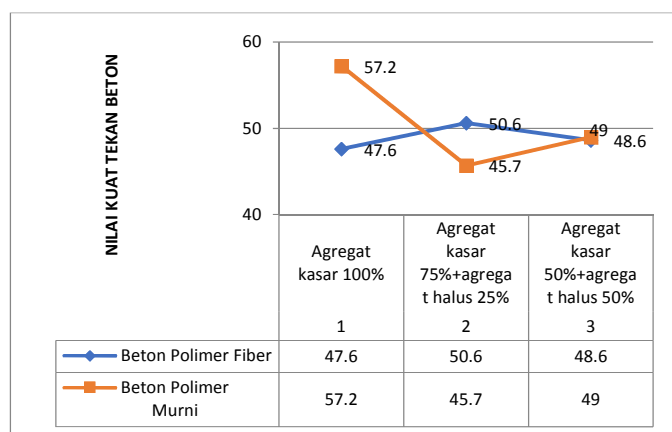
No	Campuran	Resin (kg)	Resin (m <sup>3</sup> )
1	BE (A)	1-1,2	0,0012
2	BE (B)	0,9-1,1	0,0011
3	BE (C)	0,8-1	0,001
Jumlah		3,3	0,0033

## IV. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan pada umur beton ke 2 hari Jenis benda uji ini masing-masing terdiri dari beton polimer 0% agregat halus, beton polimer 25% agregat halus dan beton polimer 50% agregat halus. Berikut penjelasannya :

No	Jenis Beton	Luas Penampang					Berat		Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Mata beton F <sup>2</sup>
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )						
					A	B	C	D=AxB	E=AxBxC	F	G=F/E
1	BE(A)	148	15	155	2220	341	64	1899	120	5742	47,6
2	BE(B)	149	15,15	152	22574	341	66	19236	130	6098	50,6
3	BE(C)	152	149	153	22648	346	63	1882	130	5853	48,6

Gambar 2. Hasil Kuat Uji Tekan Beton Polimer Berumur 2 Hari



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

Note : Data nilai kuat tekan beton polimer murni diambil dari penelitian sebelumnya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 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 serat sabut kelapa 0,125% berpengaruh terhadap beton polimer yaitu mampu meningkatkan kuat tekan beton polimer.
2. Komposisi campuran dengan agregat halus 0% dengan kode BE (A) memiliki nilai kuat tekan 47,6 MPa
3. Komposisi campuran dengan agregat halus 25% dengan kode BE (B) memiliki nilai kuat tekan 50,6 MPa
4. Komposisi campuran dengan agregat halus 75% dengan kode BE (C) memiliki nilai kuat tekan 48,6 MPa
5. Daya rekat agregat terhadap polimer terjadi dengan baik, dengan ditandai tidak adanya keretakan ataupun korosi beton akibat proses pencampuran.
6. Komposisi campuran resin epoksi dan hardener yang sesuai yaitu 1:1, ini dibuktikan dengan resin epoksi dapat mengeras sempurna.

### 5.2 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 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. 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.
4. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan penyiapan alat – alat dan matrial, resin epoksi yang sudah dicampur dengan hardener harus segera dimasukkan ke dalam cetakan dengan bertahap, karena resin epoksi akan segera mengental dan mengeras, sehingga sulit untuk dicampur.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. 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.
2. Dela Hermayulia, 2019. *Kajian eskperimental kuat tekan beton dengan varian fiber sebagai beton berserat*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP: 2019.
3. 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.
4. 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
5. Departemen Pekerjaan Umum. **Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar**. SNI 03 – 1968 : 1990. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
6. Departemen Pekerjaan Umum. **Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir – Butir Mudah Pecah Dalam Agregat**. SNI 03 -4141 : 1996. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1996.
7. Departemen Pekerjaan Umum. **Metode Pengujian Kuat Tekan Beton**. SNI 03 - 1974 : 1990. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
8. Departemen Pekerjaan Umum. **Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung**. SNI 7833 : 2012. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2012.
9. 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>
10. 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/>
11. Indonesia Dokumen (2015, 16 Juli) **Makalah beton polimer**. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku: <https://dokumen.tips/documents/makalah-beton-polimer.html>
12. Dokter Beton (2012, 8 Maret) *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton*. Dikutip 15 Maret 2019 dari cara menulis buku:
13. <http://dokterbeton.blogspot.com/2012/03/perbaikan-dan-perkuatan-struktur-beton.html>