

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

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	
Abraisi	25.688%	Max 40 %

Sumber :
Sriliani,
Andry

ALim Lingga, Gatot Setya Budi (2016)

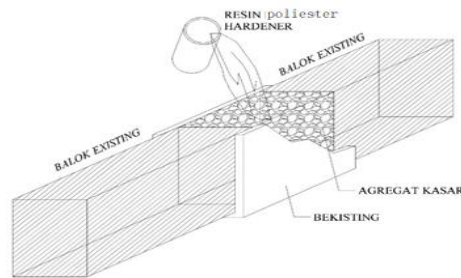
Karakteristik Beton Polimer

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

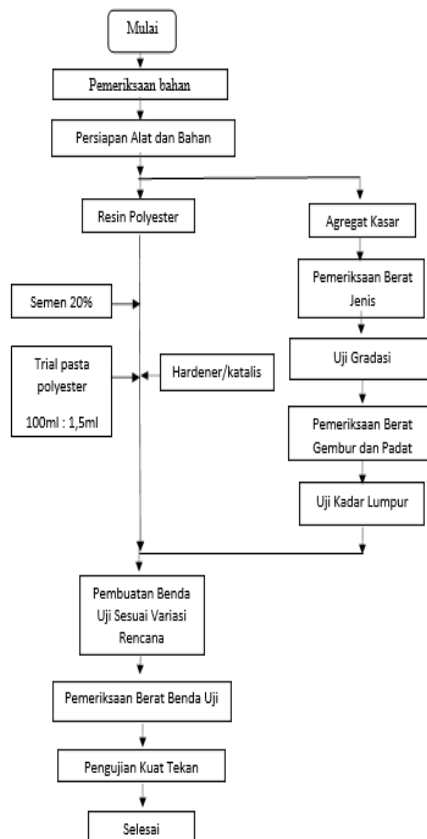
3 = Komposisi 100% agregat krikil bulat

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

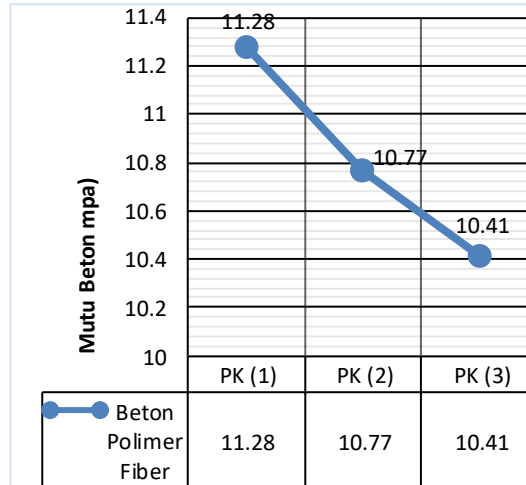
Setelah benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm itu mengeras, berikutnya di diamkan selama 1 hari, selanjutnya setelah 1 hari benda dipersiapkan untuk uji tekan. Berikut adalah tabel hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

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)

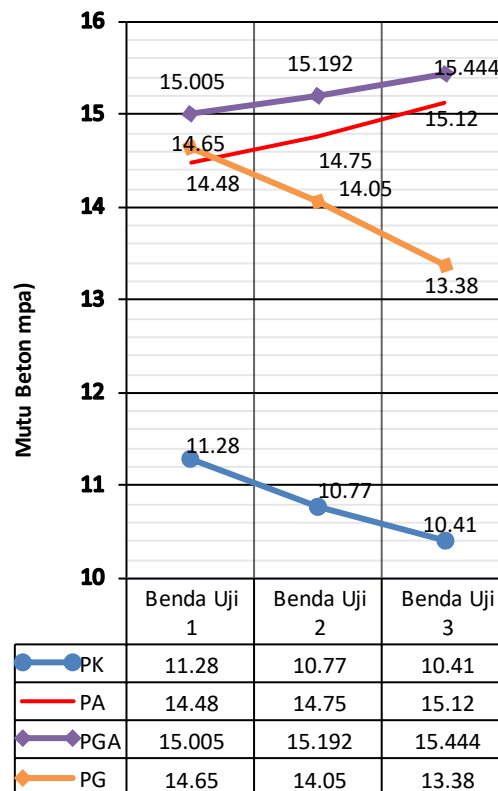
$$*1\text{kN} = 101,97 \text{ kg} \quad *1\text{MPa} = 10,2 \text{ kg/cm}^2$$



(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>