



**PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH
BETON BERSERAT**

SKRIPSI

Oleh

**Nurul Fauziah
NIM 111910301013**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH
BETON BERSERAT**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Nurul Fauziyah
NIM 111910301013**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tuaku Bapak Sugiman dan Ibu Mistijah yang sangat saya sayangi;
2. Kakak-kakakku Siti Musyarofah, Faridatun Ni'mah, Idamatul Khoiriyah, dan Muti'atul Adawiyah beserta keluarga, serta keponakan-keponanku tercinta Salsabila Aprilia Adeva, Auliya Indana Faradis, Qlesya Nisa Nazura dan Zanuba Aulia Firzara;
3. Guru-guruku di TK Raudlatul Azhar 02 Semboro, TPQ Al-Firdaus Semboro, SDN Semboro 4, SMPN 1 Semboro, SMAN 2 Tanggul dan Universitas Jember;
4. Kakak-kakakku Miftah Rahmatullah dan Ahmad Syailendra yang telah membantu dalam penelitian, juga teman-temaku Sevira Oktavianingtyas, Silvia Triariantika Romadhona, Umi Khazinatin, Fefina Patno Vilanda, Lestari Handayani, Eka Desy Nurul Fadhillah, Dyah Nurani Pratiwi, Layliana Ifkifaturrohmah, Siska Febri Pangestutik, Weny Indriana Tampubolon dan Ratna Oktavia Budiono yang telah memberikan dukungan dan tenaga;
5. Teman-teman yang telah membantu Desi, Miftah, Suci, Laili, Anis, Winda, Sayi, Sandy, Abror, Dhani, Orin, Bimby, Anin, Ria, Riski, Dany, Tedy, Iqbal, Nizam, Hashfi, Vivi, Zaka;
6. Teman-teman Teknik Sipil 2011;

MOTO

Sesungguhnya Allah tidak mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang pada diri mereka.

(terjemahan QS. Ar-Ra'du ayat 11)

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu.

Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.

(terjemahan QS. Al-Baqarah ayat 216)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Nurul Fauziah

NIM : 111910301013

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Juni 2015

Yang menyatakan,

Nurul Fauziah

NIM 111910301013

SKRIPSI

**PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH
BETON BERSERAT**

Oleh

Nurul Fauziyah
NIM 111910301013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ketut Aswatama Wiswamitra, S. T., M. T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Henu Suyoso, M. T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 24 Juni 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ketut Aswatama W., S. T., M. T.
NIP. 197007132000121001

Ir. Hernu Suyoso, M. T.
NIP. 195511121987021001

Penguji I,

Penguji II,

Akhmad Hasanuddin, S. T., M.T.
NIP. 197103271998031003

Dr. Anik Ratnaningsih, S. T., M. T.
NIP. 197005301998032001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M. T.
NIP 196104141989021001

RINGKASAN

Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat; Nurul Fauziyah, 111910301013; 2015: 32 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton merupakan teknologi yang sering digunakan dalam bidang konstruksi bangunan gedung, jembatan dan jalan raya. Beton mempunyai sifat lemah terhadap tarik, sehingga diperlukan perkuatan berupa tulangan. Tulangan tersebut dapat mengalami korosi, yaitu apabila terjadi keretakan yang besar pada beton, tulangan terbuka dan terjadi kontak dengan udara. Keretakan pada beton dapat diminimalisir dengan cara menambahkan serat. Penelitian ini menguji beton berserat *fiber glass*, *master fibre*, tali rami dan serabut kelapa yang bertujuan untuk mengetahui besar kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada komposisi optimum masing-masing serat.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini yaitu pengujian material, uji kuat tekan (uji pendahuluan), uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton. Pengujian material yang dilaksanakan meliputi pengujian semen, agregat halus dan agregat kasar. Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui proporsi serat optimum yang dapat menghasilkan kuat tekan tertinggi yang digunakan sebagai acuan pada uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Uji pendahuluan ini membuat tiga benda uji untuk setiap komposisi, yaitu $0,7 \text{ kg/m}^3$; $0,9 \text{ kg/m}^3$ dan $1,1 \text{ kg/m}^3$. Pengujian kuat tekan menggunakan 3 benda uji untuk masing-masing serat dan pengujian kuat tarik belah beton menggunakan 6 buah benda uji untuk masing-masing serat.

Dari hasil pengujian didapatkan komposisi optimum masing masing serat, kuat tekan dan kuat tarik belah beton beturut-turut yaitu *master fibre* $0,7 \text{ kg/m}^3$; 46,82 MPa dan 4,68 MPa, *fiber glass* $1,1 \text{ kg/m}^3$; 53,15 MPa dan 4,76 MPa, serabut kelapa $0,7 \text{ kg/m}^3$; 57,28 MPa dan 4,74 MPa dan tali rami $0,9 \text{ kg/m}^3$; 61,94 MPa dan 4,2 MPa.

SUMMARY

Compressive and Tensile Strength Test of Fiber Reinforced Concrete; Nurul Fauziyah, 111910301013; 2015: 32 pages; Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University.

Concrete is a technology in the construction of buildings, bridges and highways. The concrete has the weakness of tensile strength, so it needs reinforcement. The reinforcement can corrode when the concrete has large crack, thus reinforcement opens and in contacts with air. The cracks in concrete can be minimized by adding fibers. This research aims to make fibre reinforced concrete by using four kinds such as fiber glass, master fiber, hemp and coconut fiber. The goal of this research is determining the compressive and tensile strength fiber reinforced concrete in fiber optimum proportion.

The steps of this research are materials test, preliminary compressive strength test, compressive and tensile strength test. Materials includes cement, fine and coarse aggregate test. Preliminary test aims to determine the optimum proportion of fibers that can produce the highest compressive strength. Proportion of fiber will be used as a reference in the compressive and tensile strength test. The research makes three specimens for each fibre proportion; 0,7 kg/m³; 0,9 kg/m³ and 1,1 kg/m³. The specimens are tested at the age of 7 days. The compressive strength test that 3 specimens and tensile strength test that uses 6 specimens are tested at the age of 28 days for each fiber.

The research shows the optimum composition fiber, compressive and tensile strength test are master fibre 0,7 kg/m³; 46,82 MPa and 4,68 MPa, fiber glass 1,1 kg/m³; 53,15 MPa and 4,76 MPa, coconut fiber 0,7 kg/m³; 57,28 MPa and 4,74 MPa and hemp 0,9 kg/m³; 61,94 MPa and 4,2 MPa.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis sampaikan kepada Allah S. W. T., yang telah memberikan ridho dan petunjuk-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat” dapat penulis selesaikan dengan baik.

Penyusunan skripsi ini dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ketut Aswatama, S. T., M. T., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ir. Hernu Suyoso, M. T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyusunan skripsi ini;
2. Akhmad Hasanuddin, S. T., M. T., selaku Dosen Penguji I dan Dr. Anik Ratnaningsih, S. T., M. T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Syamsul Arifin, S. T., M. T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasehat;
4. Ir. Krisnamurti, M. T. yang telah memberikan bantuan dan masukan;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun. Penulis Berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Jember, 24 Juni 2015

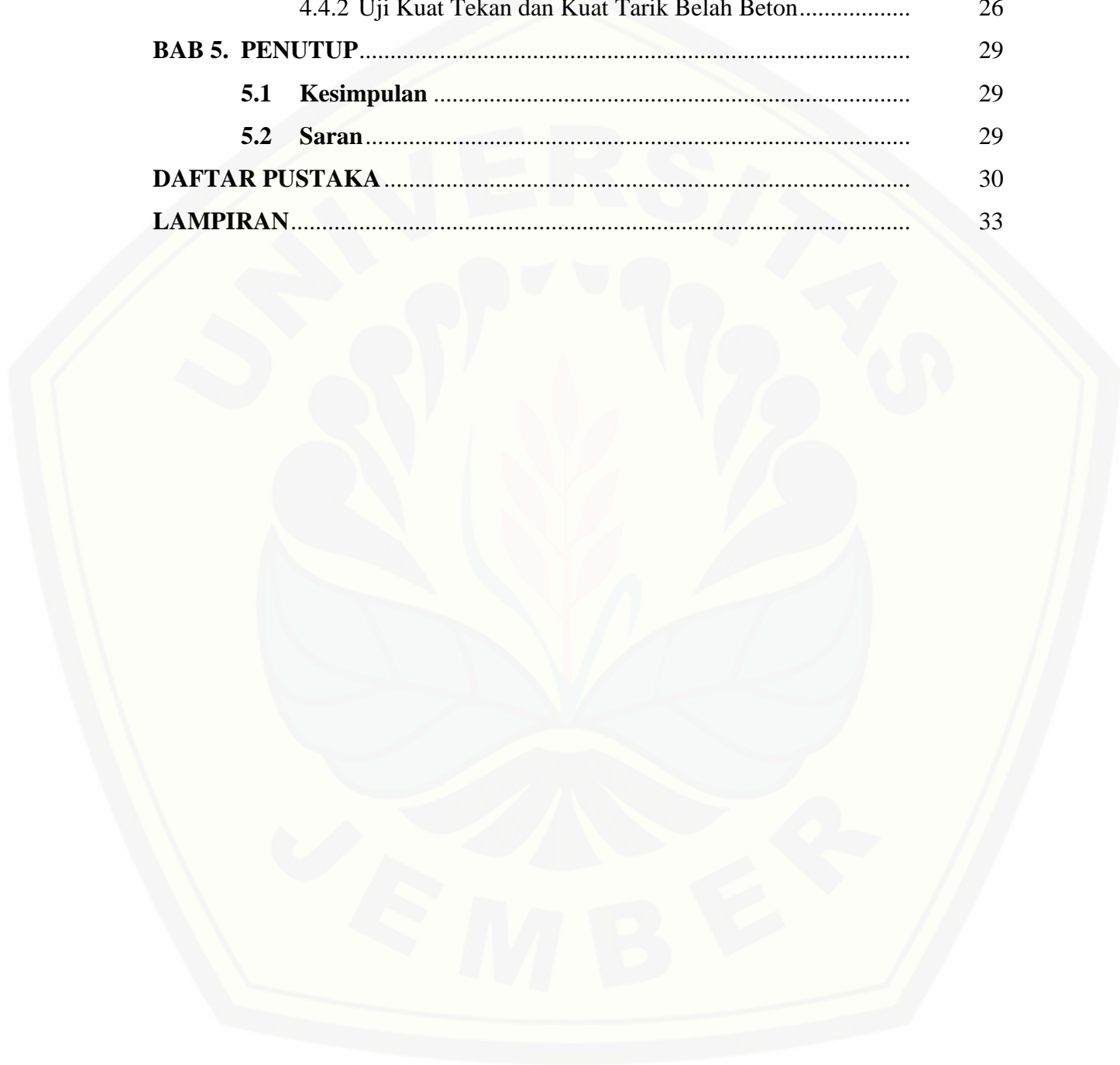
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Deskripsi Beton dan Beton Serat	3

2.3	Material yang Digunakan	4
2.3.1	Agregat Halus	4
2.3.2	Agregat Kasar	5
2.3.3	Semen Portland	6
2.3.4	Air	6
2.3.5	<i>Superplastisizer</i>	7
2.3.6	<i>Silica Fume</i>	8
2.3.7	<i>Silica Powder</i>	8
2.3.8	<i>Serat</i>	9
2.4	Kuat Tekan Beton	11
2.5	Kuat Tarik Belah Beton	12
BAB 3.	METODE PENELITIAN	13
3.1	Pengujian Material	14
3.2	Rencana Pembuatan Benda Uji	14
3.2.1	Rencana Komposisi.....	13
3.2.2	Uji Kuat Tekan (Uji Pendahuluan)	14
3.2.3	Kuat Tekan Beton	14
3.2.4	Uji Kuat Tarik Belah Beton	14
3.3	Perawatan Benda Uji	15
3.4	Hasil dan Pembahasan	15
3.5	Kesimpulan	15
3.6	<i>Flowchart</i> Kegiatan Penelitian	16
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Pengujian Material	18
4.1.1	Pengujian Semen.....	18
4.1.2	Pengujian Agregat Halus	18
4.1.3	Pengujian Agregat Kasar	20
4.2	Komposisi Material yang Digunakan	21
4.3	Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	22

4.4 Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah.....	24
4.4.1 Uji Pendahuluan.....	24
4.4.2 Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton.....	26
BAB 5. PENUTUP.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Rencana komposisi pembuatan beton.....	13
3.2 Rencana pembuatan benda uji beton	15
4.1 Hasil pengujian semen.....	18
4.2 Hasil pengujian agregat halus.....	19
4.3 Hasil pengujian agregat kasar.....	20
4.4 Komposisi material yang digunakan	21
4.5 Analisa campuran pasir dan kerikil zona 2.....	22
4.6 Hasil pengujian kuat tekan uji pendahuluan.....	24
4.7 Standar deviasi.....	27
4.8 Kriteria tingkat pengendalian mutu pekerjaan.....	27
4.9 Penyebab-penyebab utama variasi kekuatan	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gradasi agregat halus.....	4
2.2 Gradasi agregat kasar.....	5
2.3 Serat <i>fiber glass</i>	9
2.4 Serat <i>master fibre</i>	10
2.5 Serat tali rami.....	10
2.6 Serat serabut kelapa	11
3.1 <i>Flowchart</i> kegiatan penelitian	16
4.1 Gradasi agregat halus.....	19
4.2 Gradasi agregat kasar.....	20
4.3 Grafik hasil pengujian kuat tekan uji pendahuluan	24
4.4 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton	26
4.5 Grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.PENGUJIAN MATERIAL	33
A.1a Berat Volume Semen	33
A.1b Berat Jenis Semen	33
A.2a Kelembaban Agregat Halus	33
A.2b Berat Jenis Agregat Halus	33
A.2c Kadar Air Resapan	34
A.2d Berat Volume Agregat Halus	34
A.2e Kadar Lumpur Agregat Halus	34
A.2f Analisa Saringan Agregat Halus	34
A.3a Kelembaban Agregat Kasar	35
A.3b Berat Jenis Agregat Kasar	35
A.3c Kadar Air Resapan	35
A.3d Berat Volume Agregat Kasar	35
A.3e Analisa Saringan Agregat Kasar	36
B. HASIL PENGUJIAN PENELITIAN TERDAHULU	37
B.1 Pengaruh Kadar Semen Terhadap Kuat Tekan Beton.....	37
B.2 Pengaruh Kadar Kerikil Terhadap Kuat Tekan Beton	37
B.3 Pengaruh Kadar Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton.....	37
B.4 Pengaruh Kadar <i>Silika Fume</i> Terhadap Kuat Tekan Beton	38
B.5 Pengaruh Kadar <i>Silica Powder</i> Terhadap Kuat Tekan Beton	38
B.6 Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Tekan Beton	38
B.7 Pengaruh Kadar <i>Superplasticizer</i> Terhadap Kuat Tekan Beton.....	38
C. KOMPOSISI MATERIAL	39
C.1 Komposisi Material	39

C.2a	Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20	39
C.2b	Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20 (lanjutan)	40
C.2c	Rekapitulasi Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20	40
C.3a	Komposisi Agregat Campuran Untuk 1 Benda Uji Silinder 15x30	40
C.3b	Komposisi Agregat Campuran Untuk 1 Benda Uji Silinder 15x30 (lanjutan)	41
C.3c	Rekapitulasi Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 15x30	41
C.4	Komposisi Serat	41
D. HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK		
BELAH BETON		42
D.1a	Pengujian Kuat Tekan Uji Pendahuluan	42
D.2a	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	43
D.3a	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	43
E. DOKUMENTASI		44
E.1	Persiapan Material.....	44
E.2a	Pengujian Agregat Kasar.....	44
E.2b	Pengujian Agregat Halus.....	44
E.2c	Pengujian Semen	44
E.3a	Perlakuan Serat <i>Master Fibre</i>	45
E.3b	Perlakuan Serat <i>Fiber Glass</i>	45
E.3c	Perlakuan Serat Serabut Kelapa	45
E.3d	Perlakuan Serat Tali Rami.....	45
E.4	Pengadukan Beton.....	45
E.5	Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton.....	45

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan teknologi yang sering digunakan dalam kegiatan konstruksi. Tidak hanya digunakan dalam konstruksi bangunan gedung dan jembatan, tetapi juga digunakan dalam perkerasan rigid pada konstruksi jalan raya (Hardono et al, 2013). Beton mempunyai sifat mudah putus atau getas (Tambunan dan Priyono, 2012). Beton lemah terhadap tarik, sehingga muncul beton bertulang. Beton bertulang ini, akan stabil jika keretakan belum terjadi pada beton normal. Jika terdapat beban yang besar, akan terjadi keretakan pada daerah tarik. Jika keretakan yang terjadi cukup besar, maka tulangan akan terbuka dan terjadi kontak dengan udara. Akibatnya terjadi korosi. Korosi akan mengurangi kekuatan struktur tersebut.

Beton serat merupakan beton dengan tambahan serat yang dimaksudkan untuk meningkatkan ketahanan pengelupasan dan retak selimut, sehingga melindungi tulangan beton dari korosi, meningkatkan ketahanan terhadap *impact*, daktilitas dan kuat lentur (As'ad dalam Fatmawati, 2011). Beberapa serat yang digunakan dalam rangka memperbaiki sifat-sifat mekanik beton adalah serat baja, serat *polypropelene*, serat kaca (*fiber glass*), serat karbon, dan serat alami. Dalam penelitian kali ini, akan dicoba membuat beton berserat menggunakan serat yang berbeda, yaitu *fiber glass*, *master fibre*, tali rami dan serabut kelapa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu berapa kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada kadar serat optimum?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- a. Tidak menguji kuat tarik serat;
- b. Tidak menguji kadar air serat;
- c. Tidak menguji *flowability* beton.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada kadar serat optimum.

1.5 Manfaat

Penelitian ini bermanfaat untuk:

- a. Menambah kajian beton berserat dalam ilmu pengetahuan;
- b. Para peneliti sebagai acuan dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Fandy, Anita dan Handoko yang berjudul "Pengaruh Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa dengan Perlakuan Alkali terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton", menggunakan komposisi serabut kelapa sebesar 0,5%; 0,75%, dan 1% terhadap volume beton dan konsentrasi NaOH. Komposisi optimum yang dihasilkan sebesar 0,5% serat serabut kelapa dengan konsentrasi NaOH sebesar 1,25 M, terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 17,8%, yaitu 35,889 MPa. Sedangkan kuat tarik optimum terjadi pada komposisi serat serabut kelapa sebesar 0,75%, dengan konsentrasi NaOH sebesar 1,25 M, yaitu sebesar 2,491 MPa.

2.2 Deskripsi Beton dan Beton Serat

Menurut SNI 03-2384-2000, beton adalah campuran semen Portland, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBTU 1971), beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen Portland, dan air (aditif). Menurut Tjokrodinuljo (dalam Nugraheni, 2011), beton adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan aditif.

American Concrete Institut (ACI) (dalam Fandi, Anita dan Handoko) mengemukakan beton serat adalah suatu konstruksi yang tersusun dari semen, agregat

halus, agregat kasar, serta sejumlah kecil serat. Keuntungan beton serat yang diungkapkan As'ad (dalam Nugraheni, 2011), antara lain:

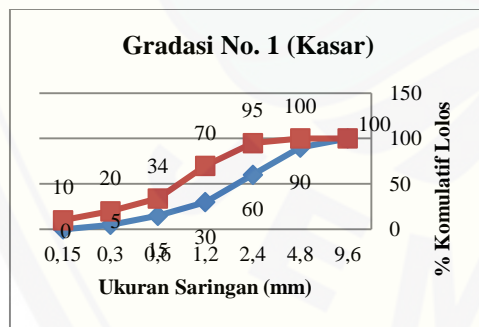
- Meningkatkan ketahanan pengelupasan dan retak selimut, sehingga melindungi tulangan beton dari korosi
- Meningkatkan ketahanan terhadap impact, daktilitas, kuat lentur, dan kapasitas torsi
- Distribusi serat yang acak dan berdekatan, akan memberikan tahanan yang seimbang ke segala arah.

2.3 Material yang Digunakan

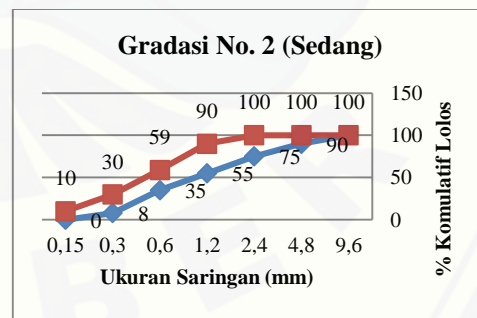
Material yang digunakan antara lain:

2.3.1 Agregat Halus

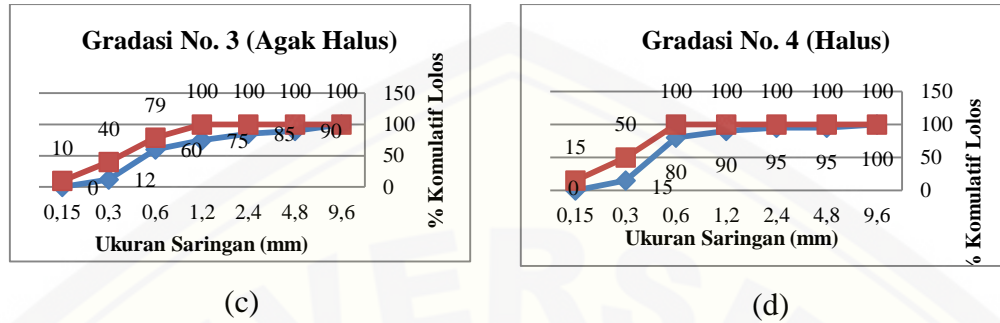
Menurut Tjokrodimuljo (dalam Nugraheni, 2011), agregat halus adalah agregat yang berbutir antara 0,15 mm dan 5 mm. Menurut SNI 03-2384-2000, agregat halus adalah pasir yang berasal dari alam atau industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir maksimum 5 mm yang diklasifikasikan menjadi empat gradasi dan ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



(a)



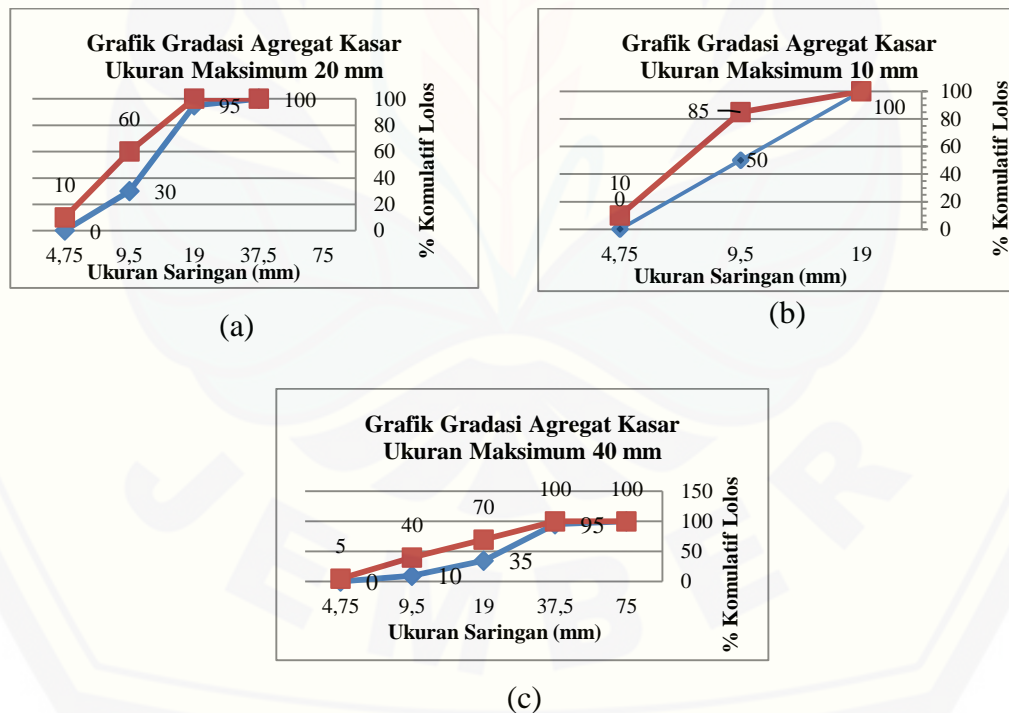
(b)



(a) Gradasi No 1; (b) Gradasi No.2; (c) Gradasi No.3; (d) Gradasi No. 4
 Gambar 2.1 Gradasi agregat halus (Sumber: SNI 03-2384-2000)

2.3.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil berasal dari alam atau industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir 5 mm – 40 mm (SNI 03-2384-2000), yang diklasifikasikan menjadi tiga dan ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



(a) Ukuran Maksimum 20mm; (b) Ukuran Maksimum 10mm; (c) Ukuran Maksimum 40mm
 Gambar 2.2 Gradasi agregat kasar (Sumber: SNI 03-2384-2000)

2.3.3 Semen *Portland*

Menurut SNI 03-2384-2000, semen *Portland* di Indonesia dibedakan menjadi 5 jenis.

- a. Jenis I : untuk penggunaan umum
- b. Jenis II : untuk persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- c. Jenis III : untuk persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV : untuk persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V : untuk persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Menurut Wicaksono (2013), semen *Portland* yang dipasarkan yaitu:

a. *Ordinary Portland Cement (OPC)*

Semen OPC digunakan pada konstruksi yang tidak memerlukan persyaratan khusus, seperti bangunan perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, landasan pacu dan jalan raya.

b. *Pozzolan Portland Cement (PPC)*

Semen jenis ini digunakan untuk bangunan-bangunan dekat laut, karena tahan terhadap asam dan garam. Sifat dari semen PPC adalah mempunyai kuat tekan awal yang rendah, akan tetapi untuk selanjutnya kuat tekannya stabil.

c. *Special Blended Cement (SBC)*

Semen SBC adalah semen khusus yang dibuat untuk konstruksi jembatan Suramadu.

2.3.4 Air

Untuk hidrasi, secara teoritis air yang dibutuhkan sejumlah 35-37% dari berat semen. Akan tetapi, jumlah air yang terikat dalam beton, pada saat fas 0,65 adalah 20% terhadap berat semen (beton berumur 4 minggu) (Nugraha dan Antoni, 2007).

Kebutuhan air pada campuran beton, dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Jika diameter semakin besar, maka kebutuhan air semakin sedikit
- b. Jika bentuk bulat, kebutuhan air menurun
- c. Jika gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelacakan yang sama.
- d. Semakin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- e. Jika agregat halus semakin sedikit, maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan dalam campuran beton, mempunyai persyaratan, antara lain:

- a. Bersih dan bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak beton dan tulangan, misalnya oli, asam, alkali, garam dan bahan organik.
- b. Air yang digunakan dalam campuran beton adalah air yang dapat diminum.
- c. Tidak boleh mengandung klorida.

2.3.5 *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan yang dapat menambah besarnya slump. Bahan ini dapat mengurangi kadar air hingga 30%, sehingga sering digunakan pada beton. Prinsip kerja *superplasticizer* adalah menghasilkan gaya tolak menolak pada semen, sehingga tidak terjadi penggumpalan. Penggumpalan pada semen, dapat menyebabkan terjadinya rongga udara, sehingga dapat menurunkan kekuatan atau mutu beton. *Superplasticizer* mempunyai kelemahan, yaitu sifat *flowability* tinggi, sehingga hanya dapat bertahan 30-60 menit, setelah itu terjadi *slump loss* (Nugraha dan Antoni, 2007).

Superplasticizer dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. SMFC (*Sulphonate Melamine Formaldehyde Condensate*)
2. SNFC (*Sulphonate Naphtalene Formaldehyde Condensate*)
3. PCE (*Polycarboxilate Ethers*)

Superplasticizer ini, mempunyai kegunaan untuk:

- a. Meningkatkan *workability*;

- b. Mengurangi kebutuhan air;
- c. Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair.

Kekurangan superplasticizer antara lain:

- a. *Slump loss*;
- b. Kadar udara hanya 1,2-2,7 %, bisa tanpa pemadatan;
- c. Mempunyai resiko pemisahan (segregasi) dan pendarahan (*bleeding*);
- d. Harga relatif mahal.

2.3.6 *Silica Fume*

Silica fume adalah bahan tambah yang digunakan untuk membuat beton. Bahan ini terdiri atas silicon yang berukuran 150 nm. (Rahmatullah, 2014). Sedangkan menurut Nugraha dan Antoni, *silica fume* adalah produk samping dari proses fusi dalam produksi silicon metal dan amlagam ferrosilicon.

Menurut Rahmatullah (2014) fungsi *silica fume* antara lain:

- a. Mengurangi permeabilitas beton;
- b. Meningkatkan kinerja mekanis beton;
- c. Meningkatkan resistensi sulfat beton;
- d. Meningkatkan durabilitas beton;
- e. Meningkatkan mutu beton.

2.3.7 *Silica Powder*

Silica powder mempunyai fungsi yang sama dengan *silica fume*, akan tetapi ukuran *silica powder* lebih besar, yaitu 5-10 μm (Rahmatullah, 2014).

2.3.8 Serat

Tjokrodinuljo (dalam Resmi, 2008) mengemukakan serat adalah bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Balaguru dan Shah (dalam

Adianto dan Basuki, 2004) mengklasifikasikan serat menjadi menjadi empat jenis, yaitu:

- a. Serat metal, seperti serat besi dan *stainless steel*;
- b. Serat polymeric, seperti serat *polypropylene* dan *nylon*;
- c. Serat mineral, seperti *fiberglass*;
- d. Serat alam, seperti serabut kelapa.

Beberapa serat yang digunakan dalam penelitian yaitu:

a. *Fiber glass*

Fiber glass adalah bahan dasar pembuatan *fiber glass* yang berbentuk serat-serat. Menurut Fandy, Anita dan Handoko kuat tarik *fiber glass* adalah 360-500 ksi atau setara dengan 2482-3448 Mpa. Serat ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- a. *Fiber Glass* 300 yaitu serat fiber dengan ketebalan 0,4 mm;
- b. *Fiber Glass* 400 yaitu serat fiber dengan ketebalan 0,8 mm.



Gambar 2.3 Serat *fiber glass*

b. *Master Fibre*

Master fibre merupakan serat *polypropylene* yang didesain untuk mengontrol keretakan beton. *Master fibre* mencegah terjadinya retak kecil, serta mencegah retak tersebut menjadi lebih besar. *Master fibre* memiliki kuat tarik 620-758 MPa.



Gambar 2.4 Serat *master fibre*

c. Serat Tali Rami

Serat tali rami merupakan serat alam selulosa yang berasal dari Negara Cina. Serat ini telah dikenal oleh manusia sejak 3000 SM. Serat ini digunakan sebagai bahan tali temali dan kain pembungkus mumi di Mesir. Pada tahun 1911 Amerika telah menggunakan serat tali rami sebagai bahan baku sandang. (Maiti, dalam Syam dan Djafar).

Menurut Resmi (2008) rami memiliki modulus elastisitas tinggi. Selain itu, Syam dan Djafar juga mengemukakan tali rami memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, sehingga memungkinkan tali rami digunakan sebagai media perkuata. Beberapa peneliti menunjukkan karakteristik kuat tarik rami sebagai berikut:

- a. Mueller & Krobjilowski, 2003 menunjukkan kuat tarik tali rami sebesar 400-1050 MPa
- b. Jacob et al, 2005 menunjukkan kuat tarik tali rami sebesar 400-938 MPa
- c. Andre, 2006 menunjukkan kuat tarik tali rami sebesar 500-730 MPa
- d. Marsyahyo et al, 2005 menunjukkan kuat tarik tali rami sebesar 786-1586 MPa.



Gambar 2.5 Serat tali rami

d. Serat Serabut Kelapa

Setiap butir kelapa menghasilkan serat sebanyak 525 gram (75% dari serabut) dan gabus 175 gram (25% dari serabut). Serabut kelapa merupakan hasil samping buah kelapa yang mempunyai bobot besar, yaitu sekitar 35%. (Soedjanto dan Sianipar, dalam Faradina). Fandy, Anita dan Handoko mengemukakan bahwa kuat tarik serabut kelapa sebesar 17-29 ksi atau setara dengan 117-200 MPa. Selain itu, serabut kelapa

tahan terhadap mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan).



Gambar 2.6 Serat serabut kelapa

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur (Nugraheni, 2011). Kuat tekan beton dipengaruhi oleh proporsi material beton yang digunakan. Beton dapat diuji pada waktu beton berumur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Menurut Nugraheni (2011), kuat tekan beton dipengaruhi oleh:

- a. Faktor air semen, yaitu semakin rendah faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan beton
- b. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kuat tekan rata-rata dan kuat batas beton
- c. Jenis dan permukaan agregat, yaitu batu pecah akan menghasilkan kuat tekan lebih besar dari pada kerikil
- d. Efisiensi dan perawatan (*curing*), yaitu beton dapat kehilangan kekuatannya hingga 40 % bila terjadi pengeringan sebelum waktunya.
- e. Umur beton, yaitu kuat tekan beton akan bertambah, seiring dengan bertambahnya umur beton.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan : σ = kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm^2)

2.5 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton dapat menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan (Kartini, 2007). Retakan pada beton dapat menyebabkan beton mengelupas, tulangan terbuka. Bila tulangan mengalami kontak dengan udara, dapat terjadi korosi. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji silinder 15cmx30cm.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan : f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

l = Tinggi silinder beton (mm)

d = Diameter silinder beton (mm)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengujian Material

Pengujian material yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian semen, agregat halus dan agregat kasar. Pengujian semen meliputi pengujian berat jenis dan berat volume semen. Pengujian agregat halus, meliputi: analisa saringan, berat jenis, berat volume, kelembaban, kadar air resapan dan kadar lumpur. Pengujian agregat kasar meliputi analisa saringan, berat jenis, berat volume, kadar air resapan dan kelembaban.

3.2 Rencana Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini melaksanakan uji pendahuluan, uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

3.2.1 Rencana Komposisi

Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rencana komposisi pembuatan beton

No.	Komponen	Komposisi terhadap Berat Total Benda Uji	Perbandingan Komposisi terhadap Berat Semen
1	Semen Portland	33.00%	1
2	Silica Fume	3.50%	0,106
3	Silica Powder	3.40%	0,103
4	Pasir	22.00%	0,667
5	Kerikil	11.00%	0,333
6	Air	11.50%	0,348
7	Superplasticizer	0.60%	0,018
8	Serat / Fiber		

Sumber: Krisnamurti (2014)

Komposisi bahan pencampur beton mengacu pada penelitian Krisnamurti. Komposisi serat mengacu pada petunjuk penggunaan *master fibre* oleh pabrik, yaitu sebanyak $0,9 \text{ kg/m}^3$. Sehingga pada uji pendahuluan menggunakan komposisi masing-masing serat sebesar $0,7 \text{ kg/m}^3$, $0,9 \text{ kg/m}^3$ dan $1,1 \text{ kg/m}^3$.

3.2.2 Uji pendahuluan

Uji pendahuluan beton adalah pengujian kuat tekan beton yang benda ujinya berbentuk silinder berdiameter 10 dan tinggi 20 cm. Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui komposisi serat optimum yang menghasilkan kuat tekan tertinggi. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 3 benda uji setiap komposisi.

3.2.3 Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilaksanakan setelah uji pendahuluan. Material yang digunakan sama dengan material yang digunakan pada uji pendahuluan. Komposisi serat yang digunakan adalah komposisi optimum serat yang menghasilkan kuat tekan tertinggi pada uji pendahuluan. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 3 buah setiap serat, yang diuji pada umur 28 hari.

3.2.4 Uji Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Komposisi serat yang digunakan adalah komposisi serat optimum yang menghasilkan kuat tekan tertinggi pada uji pendahuluan. Jumlah benda uji yang dibuat 6 buah benda uji setiap serat. Benda uji ini akan diuji pada umur 28 hari. Rencana pembuatan benda uji ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rencana pembuatan benda uji beton

No	Pengujian	Bentuk	Jumlah
1	Uji Kuat Tekan Beton (Uji Pendahuluan)	Silinder 10cmx20cm	-Tiap serat 3 komposisi, masing-masing 3 benda uji -Total = $4 \times 3 \times 3 = 36$ benda uji
2	Uji Kuat Tekan Beton	Silinder 10cmx20cm	-Tiap serat, diambil satu komposisi optimum, masing-masing 3 benda uji -Total = $4 \times 3 = 12$ benda uji
3	Uji Kuat Tarik Belah	Silinder 15cmx30cm	-Tiap serat, diambil satu komposisi optimum, masing-masing 6 benda uji -Total = $4 \times 6 = 24$ benda uji

3.3 Perawatan Benda Uji

Setelah beton keras, beton dikeluarkan dari cetakan. Beton dirawat dengan cara direndam dalam air, sampai satu hari sebelum beton tersebut diuji kuat tekan dan kuat tarik belahnya.

3.4 Hasil dan Pembahasan

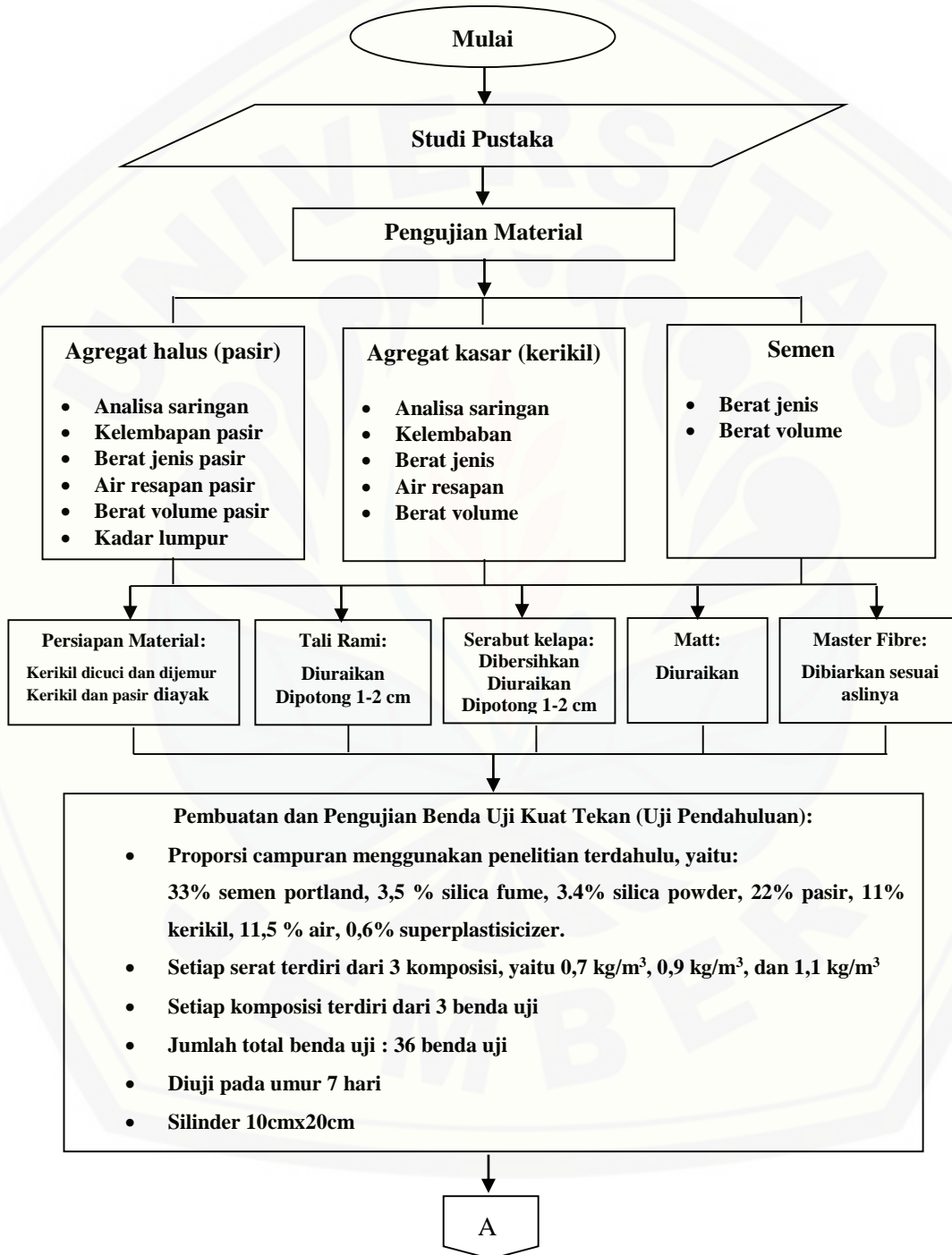
Setiap penelitian yang dilakukan di Laboratorium, dilakukan dan diamati secara detail dan dibahas. Hasil yang dibahas antara lain:

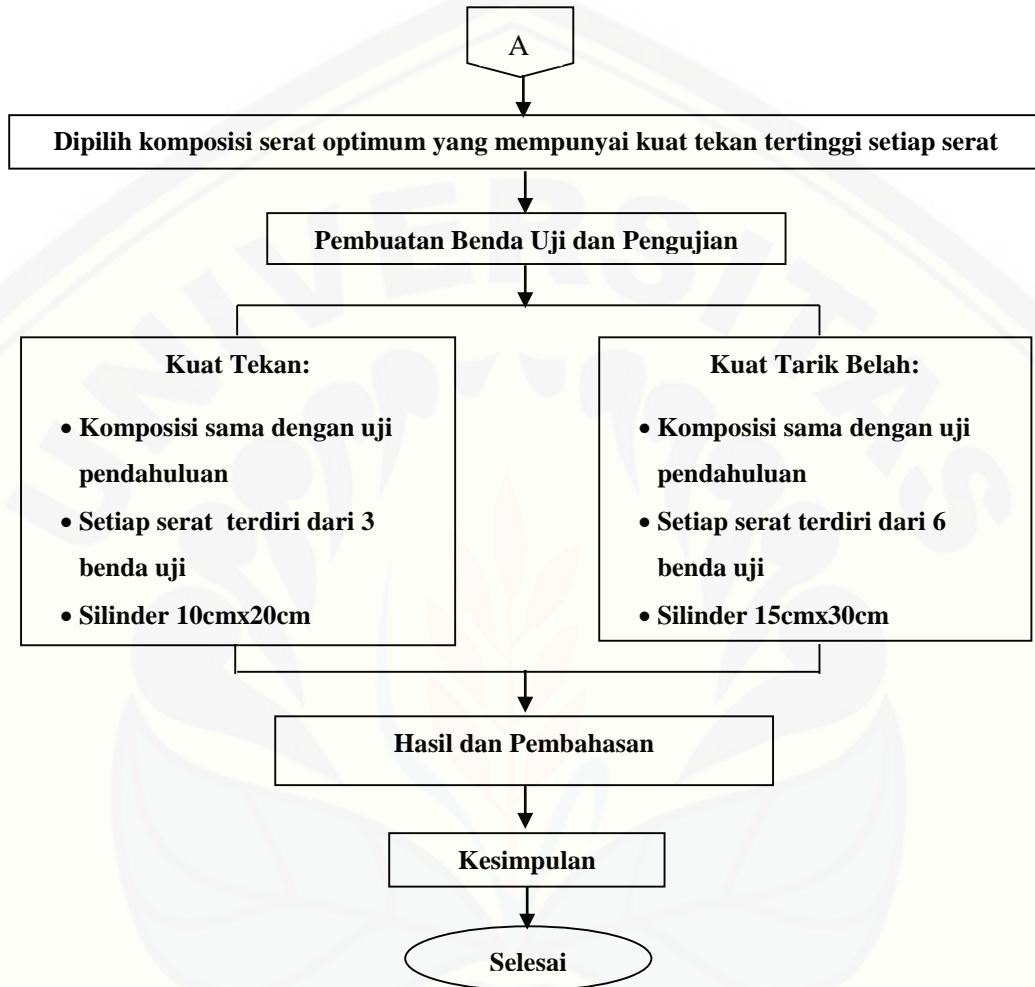
1. Pembahasan hasil pengujian material yang terdiri dari pengujian semen, pasir dan kerikil.
2. Pembahasan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton

3.5 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil dan pembahasan penelitian di Laboratorium, sehingga dapat mengetahui besar kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada komposisi optimum serat.

3.6 *Flowchart* Kegiatan Penelitian





Gambar 3.1 *Flowchart* kegiatan penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Material

Pengujian material yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini meliputi pengujian semen, agregat halus dan agregat kasar.

4.1.1 Pengujian Semen

Pengujian semen yang telah dilaksanakan berupa pengujian berat jenis dan berat volume. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian semen

Pengujian	Hasil
Berat Volume Semen	1,25 kg/dm ³
Berat Jenis Semen	2,78

Dari hasil pengujian, berat volume semen adalah 1,25 kg/dm³. Hasil pengujian tersebut sesuai dengan berat volume semen rata-rata yang dikemukakan oleh Riyadi dan Amalia (2005) yaitu 1,25 kg/dm³.

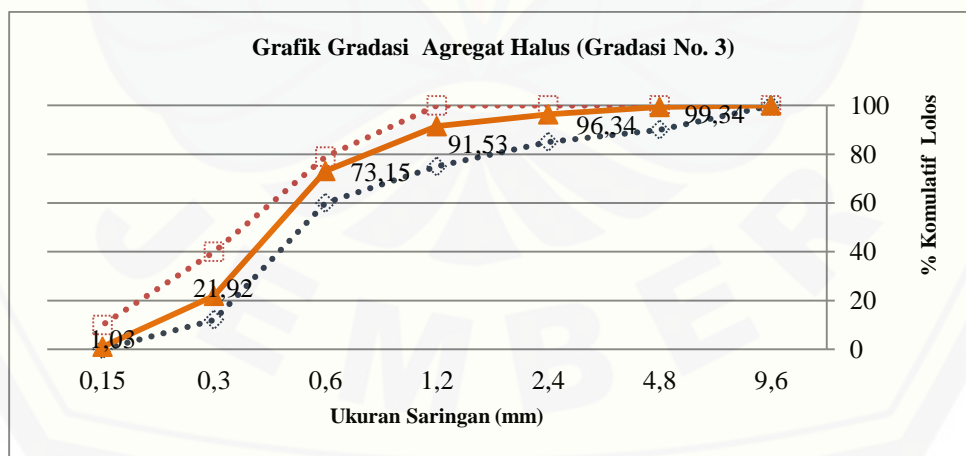
4.1.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus yang telah dilaksanakan berupa kelembaban, berat jenis, kadar air resapan, berat volume, kadar lumpur dan analisa saringan. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat halus

Pengujian	Hasil
Kelembaban Pasir	1,43 %
Berat Jenis Pasir	2,74
Kadar Air Resapan	0,84 %
Berat Volume Pasir	1,37 kg/dm ³
Uji Kadar Lumpur	0,83 %
Modulus Halus	2,17

Sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F yang dikemukakan oleh Riyadi dan Amalia (2005) kadar lumpur maksimal 5% dan modulus halus pasir berkisar antara 1,5-3,8. Pada hasil penelitian didapatkan kadar lumpur sebesar 0,83 %, sehingga pasir tidak perlu dicuci. Angka modulus halus sebesar 2,17, angka tersebut memenuhi kisaran SK SNI S-04-1989-F. Semakin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa pasir tersebut semakin kasar. Dalam SNI 03-2384-2000, dijelaskan bahwa pasir dibedakan menjadi 4 kriteria, yaitu kasar (gradasi No. 1), sedang (gradasi No.2), agak halus (gradasi No.3), dan halus (gradasi No.4). Hasil analisa saringan pasir yang ditunjukkan dalam Lampiran A, bila dikaitkan dengan SNI 03-2384-2000 tersebut merupakan pasir agak halus (gradasi No.3) yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gradasi agregat halus

4.1.3 Pengujian Agregat Kasar

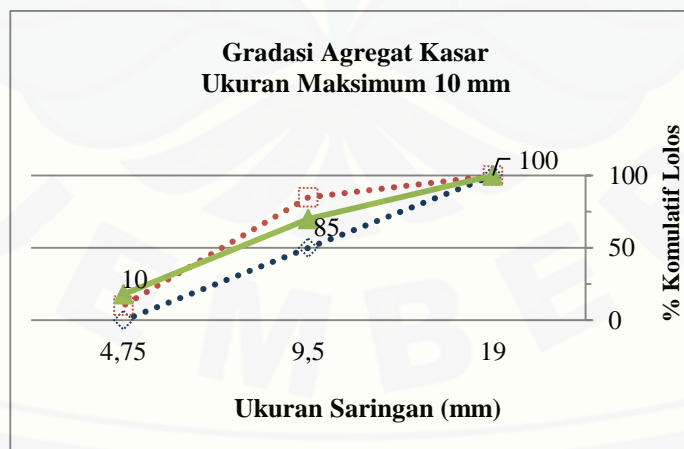
Pengujian agregat kasar yang telah dilaksanakan berupa kelembaban, berat jenis, kadar air resapan, berat volume dan analisa saringan. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat kasar

Pengujian	Hasil
Kelembaban Pasir	0,23 %
Berat Jenis Pasir	2,70
Kadar Air Resapan	1,67 %
Berat Volume Pasir	1,34 kg/dm ³
Modulus Halus	6,11

Menurut SK SNI S-04-1989-F (dalam Riyadi dan Amalia, 2005), modulus kehalusan kerikil berkisar antara 6-7,10. Hasil penelitian menunjukkan nilai modulus halus kerikil sebesar 6,11 sehingga nilai tersebut memenuhi syarat tersebut.

Dalam SNI 03-2384-2000, kerikil dibedakan menjadi 3 kriteria, yaitu ukuran butir maksimum 40 mm, 20 mm dan 10 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kerikil yang digunakan mempunyai ukuran butir maksimum 10 mm yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Gradasi agregat kasar

4.2 Komposisi Material yang Digunakan

Dalam penelitian ini, peneliti tidak menghitung komposisi yang digunakan, akan tetapi menggunakan/mengambil dari hasil penelitian terdahulu. Dari penelitian yang dilaksanakan oleh Krisnamurti, yang ditunjukkan dalam Lampiran B, didapatkan hasil:

- a. Komposisi semen yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah 33,6 % terhadap berat total bahan pencampur beton, sehingga digunakan kadar pasir sebesar 33%.
- b. Komposisi *silica fume* yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah 3,5% terhadap berat total bahan pencampur beton.
- c. Komposisi *silica powder* yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah 3,4% terhadap berat total bahan pencampur beton.
- d. Komposisi kerikil yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah 0,4 dari 1,1 berat semen dan komposisi adalah 0,7 dari 1,1 berat semen. Sehingga kadar kerikil yang dapat digunakan adalah 11% terhadap berat total bahan pencampur beton, dan kadar pasir sebesar 22%.
- e. Komposisi air yang digunakan sebesar 11,5%.
- f. Komposisi *superplasticizer* yang digunakan adalah 0,6%.

Sesuai hasil penelitian tersebut, digunakan komposisi seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Komposisi material yang digunakan

No.	Komponen	Komposisi terhadap Berat Total Benda Uji	Perbandingan Komposisi terhadap Berat Semen
1	Semen Portland	33.00%	1
2	Silica Fume	3.50%	0,106
3	Silica Powder	3.40%	0,103
4	Pasir	22.00%	0,667
5	Kerikil	11.00%	0,333
6	Air	11.50%	0,348
7	Superplasticizer	0.60%	0,018
8	Serat / Fiber		

Sumber: Krisnamurti (2014)

4.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini meliputi dua tahap. Tahap pertama, pembuatan benda uji pendahuluan yang terdiri dari 3 komposisi setiap serat, yaitu $0,7 \text{ kg/m}^3$; $0,9 \text{ kg/m}^3$ dan $1,1 \text{ kg/m}^3$. Komposisi serat yang menghasilkan kuat tekan tertinggi digunakan sebagai acuan dalam membuat benda uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Uji kuat tekan terdiri dari 3 benda uji silinder $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ dan 6 benda uji silinder $15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ sebagai benda uji kuat tarik belah.

Tahapan yang peneliti laksanakan yaitu:

1. Menyiapkan material (semen, pasir dan kerikil). Semen disimpan pada tempat yang kering, pasir dijemur sampai kering, kemudian disimpan dalam karung. Kerikil dicuci untuk menghilangkan lumpur yang menempel, dijemur sampai kering, kemudian disimpan dalam karung;
2. Menguji semen, pasir dan kerikil;
3. Mengayak pasir dan kerikil. Pasir dan kerikil yang peneliti gunakan, dipisah menggunakan saringan ukuran $3/8''$, No.4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50 dan No. 100 sesuai dengan analisa campuran pasir dan kerikil zona 2 seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisa campuran pasir dan kerikil zona 2

Saringan	Ukuran Ayakan (mm)	Batas	% Komulatif Lolos	% Komulatif Tertinggal	% Tertinggal Tiap Saringan
$3/8''$	9,6	100	98	2	2
4	4,76	45-60	58	42	40
8	2,38	33-47	42	58	16
16	1,19	27-38	35	65	7
30	0,59	18-28	25	75	10
50	0,297	8-14	12	88	13
100	0,149	3-6	5	95	7
Pan	0		100		5

Pada Tabel 4.5, persentase tertinggal pada pan sebanyak 5%. Akan tetapi agregat yang tertinggal pada pan tidak digunakan, dan digantikan dengan agregat ukuran diatas pan, yang dihitung sesuai Tabel 4.5;

4. Menyiapkan serat, yaitu:
 - a. Serat *master fibre* dibiarkan sesuai dengan aslinya;
 - b. Serat *fiber glass* diuraikan;
 - c. Serat serabut kelapa dipilih yang kering, diuraikan, dibersihkan, kemudian dipotong 1-2 cm;
 - d. Serat tali rami dipotong 1-2 cm kemudian diuraikan.
Perlakuan serat dijelaskan dalam bentuk gambar pada Lampiran E;
5. Menimbang semua material yang dibutuhkan dan disimpan dalam kantong plastik. Jumlah agregat yang digunakan, ditunjukkan pada tabel 4.5 yang merupakan hasil kali dari 1,4 volume asli untuk silinder 10x20 dan 1,3 volume asli untuk silinder 15x30. Akan tetapi, air yang digunakan sebanyak 0,8 jumlah air yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4;
6. Pencampuran bahan. Dalam setiap kali pencampuran, direncanakan untuk menghasilkan 3 benda uji. Tahapan pencampurannya adalah:
 - a. Memasukkan dan mencampur pasir, kerikil dan sepertiga air ke dalam *mixer*.
 - b. Memasukkan dan mencampur semen, *silica fume*, *silica powder* dan sepertiga air ke dalam *mixer*.
 - c. Setelah bahan tercampur, menambahkan sepertiga air yang sudah dicampur dengan *superplastisizer*.
 - d. Sambil mixer berputar, diperhatikan apakah ada bahan yang menempel pada *mixer*. Bila ada, *mixer* dimatikan sebentar untuk dibersihkan;
7. Bila bahan telah berbentuk butiran-butiran kecil seperti kelereng, serat ditambahkan sambil diputar;

8. Adukan beton diputar hingga menjadi adukan yang diinginkan. Adukan beton dimasukkan dalam cetakan. Sebelum adukan beton dimasukkan dalam cetakan, cetakan dilumuri oli terlebih dahulu;
9. Satu hari setelah dimasukkan dalam cetakan, beton dikeluarkan dari cetakan;
10. Merawat beton dengan cara direndam dalam air sampai satu hari sebelum pengujian;
11. Pengujian beton.

4.4 Pengujian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah

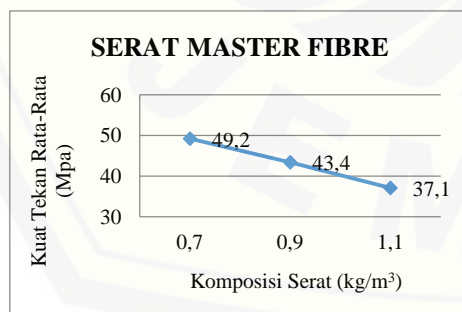
Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton meliputi:

4.4.1 Uji Kuat Tekan (Uji Pendahuluan)

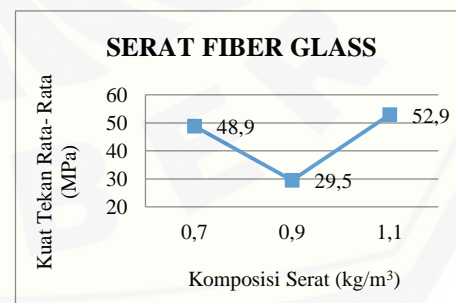
Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui komposisi serat yang menghasilkan kuat tekan paling tinggi. Komposisi serat yang digunakan adalah $0,7 \text{ kg/m}^3$; $0,9 \text{ kg/m}^3$ dan $1,1 \text{ kg/m}^3$. Benda uji diuji pada umur 7 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton uji pendahuluan ditunjukkan dalam Tabel 4.6 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tekan uji pendahuluan

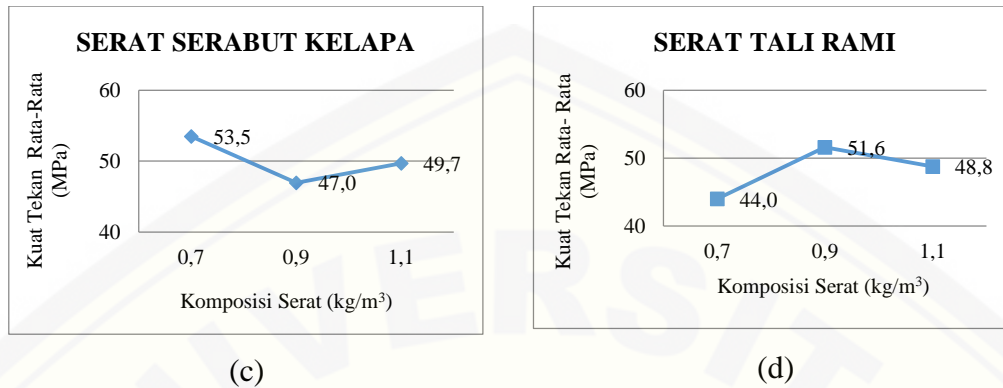
Komposisi	Kuat Tekan (MPa)			
	<i>Master Fibre</i>	<i>Fibre Glass</i>	Serabut Kelapa	Tali Rami
0,7	49,2	48,9	53,5	44
0,9	43,4	29,5	47	51,6
1,1	37,1	52,9	49,7	48,8



(a)



(b)



(a) Serat *Master Fibre*; (b) Serat *Fibre Glass*; (c) Serat Serabut Kelapa; (d) Serat Tali Rami
Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kuat tekan pendahuluan

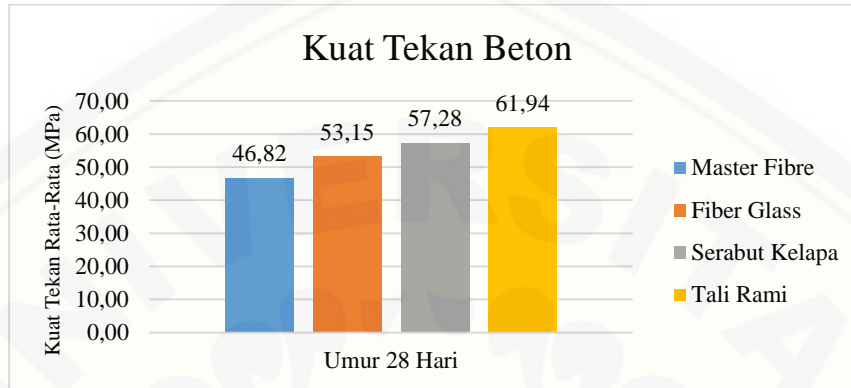
Dari Tabel 4.6 dan Gambar 4.3, dapat diketahui bahwa penambahan komposisi serat tidak berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil pengujian serat *master fibre* dan serabut kelapa, kuat tekan semakin menurun ketika komposisi serat ditambah. Pada hasil pengujian *fibre glass*, kuat tekan beton meningkat ketika komposisi serat ditambah. Pada serat tali rami, kuat tekan beton mengalami penurunan ketika komposisi serat ditambah, namun mengalami peningkatan ketika komposisi serat ditambah lagi. Sehingga dari Tabel 4.6, dapat diketahui komposisi optimum masing-masing serat adalah:

- a. *master fibre* sebesar $0,7 \text{ kg/m}^3$ yang menghasilkan kuat tekan sebesar 49,2 MPa;
 - b. *fiber glass* sebesar $1,1 \text{ kg/m}^3$ yang menghasilkan kuat tekan sebesar 52,9 MPa;
 - c. serabut kelapa sebesar $0,7 \text{ kg/m}^3$ yang menghasilkan kuat tekan sebesar 53,5 MPa;
 - d. tali rami sebesar $0,9 \text{ kg/m}^3$ yang menghasilkan kuat tekan sebesar 51,6 MPa;
- sehingga komposisi optimum masing-masing serat tersebut digunakan pada uji kuat tekan dan kuat tarik belah.

4.4.2 Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Setelah mendapatkan proporsi serat yang menghasilkan kuat tekan tertinggi, dilanjutkan dengan membuat 3 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 6 benda uji

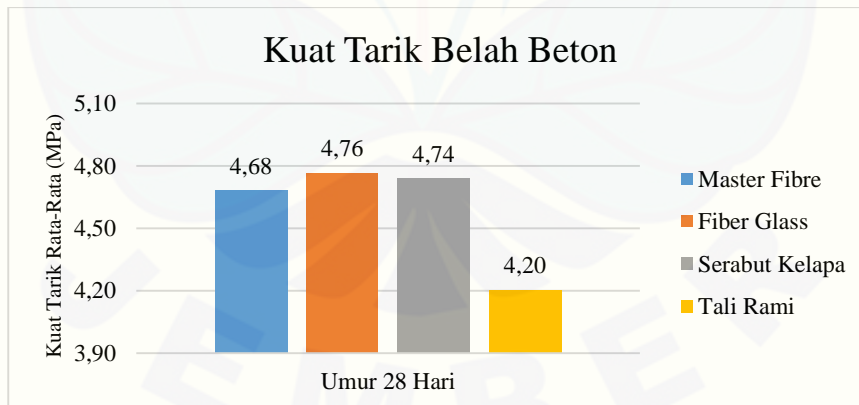
untuk pengujian kuat tarik belah beton yang masing-masing diuji pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari yaitu serat *master fibre* sebesar 46,8 MPa, *fiber glass* 53,15 MPa, serabut kelapa 57,28 MPa dan serat tali rami 61,94 MPa. Jika diurutkan dari kuat tekan tertinggi ke terendah adalah serat tali rami, serabut kelapa, *fiber glass* dan *master fibre*.

Sedangkan hasil pengujian kuat tarik belah ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton

Dalam Gambar 4.5, dapat diketahui bahwa kuat tarik beton berserat *master fibre* adalah 4,68 MPa; *fiberglass* sebesar 4,76 MPa; serabut kelapa 4,74 MPa dan tali

rami 4,2 MPa. Jika diurutkan dari kuat tarik tertinggi ke terendah adalah *fiber glass*, serabut kelapa, *master fibre* dan tali rami.

Lampiran D menunjukkan hasil pengujian kuat tekan pendahuluan, kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Lampiran D juga menunjukkan besar standar deviasi pengujian kuat tekan. Standar deviasi tersebut dapat digunakan sebagai kontrol tingkat mutu pekerjaan yang sudah dikerjakan. Kriteria tingkat pengendalian mutu pekerjaan ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Standar deviasi

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Memuaskan	Sangat Baik	Baik	Cukup	Jelek	Tanpa Kendali
Standar Deviasi (MPa)	2,8	3,5	4,2	5,6	7,0	8,4

Sumber: Murdock dalam Kurniawan (2011)

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan pengujian kuat tekan beton dikontrol dengan menggunakan Tabel 4.7. Kriteria masing-masing pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kriteria tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Pengujian	Serat	Komposisi (kg/m ³)	Standar Deviasi (MPa)	Kriteria
Uji Pendahuluan	Master Fibre	0,7	6,48	Jelek
		0,9	4,88	Cukup
		1,1	8,08	Tanpa Kendali
	Fibre Glass	0,7	6,51	Jelek
		0,9	2,36	Memuaskan
		1,1	7,02	Jelek
	Serabut Kelapa	0,7	4,28	Cukup
		0,9	5,62	Jelek
		1,1	6,13	Jelek
	Tali Rami	0,7	3,38	Sangat Baik
		0,9	5,29	Cukup
		1,1	4,73	Cukup
Pengujian Kuat Tekan	Master Fibre	0,7	13,71	Tanpa Kendali
	Fibre Glass	1,1	6,58	Jelek
	Serabut Kelapa	0,7	3,04	Sangat Baik
	Tali Rami	0,9	1,79	Memuaskan

Dari Tabel 4.8, dapat diketahui bahwa tingkat pengendalian mutu pekerjaan bervariasi. Tingkat pengendalian mutu pekerjaan yang bervariasi tersebut disebabkan oleh variasi dalam perilaku beton dan ketidaksesuaian dalam metode pengujian, seperti kualitas mold yang jelek dan tidak dilaksanakan kaping beton. Penyebab-penyebab utama variasi kekuatan beton menurut SNI 03-6815-2002 ditunjukkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Penyebab-penyebab utama variasi kekuatan

Variasi dalam perilaku beton	Ketidaksesuaian dalam metode pengujian
Perubahan dalam rasio air semen <ul style="list-style-type: none"> • Kontrol air yang jelek • Variasi yang sangat besar dari kelembaban dalam agregat • Perubahan sifat 	Prosedur pengambilan benda uji yang tidak tepat.
Variasi dalam kebutuhan air <ul style="list-style-type: none"> • Ukuran butir agregat, penyerapan, bentuk partikel • Perilaku semen dan bahan pencampur • Waktu antar dan temperature 	Variasi yang disebabkan oleh teknik pembuatan, pengangkutan dan pemeliharaan silinder yang baru dibuat, kualitas mold yang jelek.
Variasi dalam karakteristik dan proporsi bahan-bahan beton <ul style="list-style-type: none"> • Agregat • Semen • Puzolan • Bahan pencampur 	Perubahan dalam pemeliharaan: <ul style="list-style-type: none"> • Variasi suhu • Kelembaban yang ber Variasi • Penundaan membawa silinder ke dalam laboratorium
Variasi dalam pengangkutan, penempatan dan pepadatan	Prosedur pengujian yang kurang baik: <ul style="list-style-type: none"> • Kaping silinder • Pengujian tekan
Variasi temperature dan pemeliharaan	

Sumber: SNI 03-6815-2002

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian uji kuat tekan pendahuluan, uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton, kesimpulan yang dapat diambil yaitu kadar optimum masing-masing serat adalah *master fibre* $0,7 \text{ kg/m}^3$; *fiber glass* $1,1 \text{ kg/m}^3$; serabut kelapa $0,7 \text{ kg/m}^3$; dan tali rami $0,9 \text{ kg/m}^3$. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton dari masing-masing komposisi serat optimum adalah *master fibre* 46,82 MPa dan 4,7 MPa; *fiber glass* 53,15 MPa dan 4,76; serabut kelapa 57,28 MPa dan 4,74 MPa; 53,2 MPa dan 4,2 MPa.

5.2 Saran

Saran- saran yang dapat peneliti sampaikan yaitu untuk menjaga agar perlakuan setiap benda uji sama, pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilaksanakan dalam pengadukan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Yohanes L.D. Basuki, Tri. 2004. *Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kinerja Beton*. Volume 12, No. 2, Edisi XXIX Juli 2004. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=21704&val=1269>. [11 Maret 2015].
- Badan Standardisasi Nasional. *SNI 03-6815-2002 tentang Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton*. <https://pu.go.id/uploads/services/infopublik/20120809162843.pdf> [27 April 2015].
- Badan Standardisasi Nasional. *SNI 03-2384-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-slamet-widodo-st-mt/sni-03-2834-2000.pdf> [16 -3- 2015].
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Cetakan ke-7. https://kawansipil.files.wordpress.com/2012/10/pbi_1971.pdf [27 Maret 2015].
- Fandy. Anita. Handoko. Tanpa Tahun. *Pengaruh Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Dengan Perilaku Alkali Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton*. http://r.search.yahoo.com/_ylt=A2oKmJhYcTRUSwcA7rDLQwx.;_ylu=X3oDMTByb2lkZ2kyBHNIYwNzcgRwb3MDMgRjb2xvA3NnMwR2dGlkAw/RV=2/RE=1412751832/RO=10/RU=http%3a%2f%2fstudentjournal.petra.ac.id%2findex.php%2ftekniksipil%2farticle%2fdownload%2f1192%2f1079/RK=0/RS=jKCauhflbfHeOZf3ZR02YtaAIY8- [7 Juli 2014]
- Faradina. 2010. *Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa dengan Teknik ATBM sebagai Armatu Lampu*. Skripsi Jurusan Kriya Tekstil Fakultas Sastra Seni Rupa Universitas Sebelas Maret Surakarta. <http://core.ac.uk/download/pdf/12347397.pdf> [08 Agustus 2014]
- Fatmawati, Laili. 2011. *Tinjauan Modulus of Rupture Beton Berserat Baja dengan Menggunakan Filler Nanomaterial*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
<http://core.ac.uk/download/pdf/12349068.pdf> [28 Oktober 2014].

Hardono, Setyo. Ranasta, Rully. Syuryadi, Paksi Aan. 2013. *Efektifitas Penambahan Serat Baja Terhadap Karakteristik Mekanik Beton*.
http://www.pusjatan.pu.go.id/pus_berita/index.php?option=com_content&view=article&id=147:efektifitas-penambahan-serat-baja-terhadap-karakteristik-mekanik-beton&catid=31:general&Itemid=46 [26 Agustus 2014].

Kartini, Wahyu. Tanpa Tahun. *Penggunaan Serat Polypropylene untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurusan Teknik Sipil UPN Veteran Jatim.
http://eprints.upnjatim.ac.id/1306/1/TS-YUYUN_41.pdf [11 Maret 2015]

Krisnamurti dkk. 2014. *Pengaruh Komposisi Material UHPC terhadap Perilaku Kuat Tekan Mortar Beton*. Seminar Nasional X-2014 Teknik Sipil ITS Surabaya Inovasi Struktur dalam Menunjang Konektivitas Pulau di Indonesia. Perpustakaan Universitas Jember.

Kurniawan, Taufik. *Pengujian Perkembangan Kuat Tekan Beton Menggunakan Superplasticizer untuk Memperoleh Angka Konversi Umur yang Sesuai*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Nugraha, Paul. & Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.

Nugraheni, Murwani Widi. 2011. *Tinjauan Kuat Tekan Beton Berserat Baja dengan Menggunakan Filler Nanomaterial*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
<http://eprints.uns.ac.id/4139/1/191831711201107311.pdf> [08 Agustus 2014].

Rahmatullah, Miftah. 2014. *Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton UHPFRC dengan Perubahan Komposisi Silica Fume dan Silica Powder, Bendrat, dan Bonding Agent*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Resmi, Sito. 2008. *Kajian tentang Aplikasi Serat Sintetis dan Serat Alami untuk Campuran Beton*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
http://eprints.unika.ac.id/1391/1/03.12.0053_Sito_Resmi.pdf [11 Maret 2015].

- Riyadi, Muhtarom. Amalia. 2005. *Teknologi Bahan*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. <https://civilhighway.files.wordpress.com/2011/07/buku-ajar-teknologi-bahan-1.pdf> [27 April 2015].
- Syam, Rafiuddin. Djafar, Zulkifli. 2012. *Analisis Sifat Mekanis Tenunan Serat Rami Jenis Basket Tipe S 3/12 dengan Matriks Epoksi Resin (Kekuatan Bending)*. Prosiding Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. <http://r.search.yahoo.com/> [07 Juli 2014].
- Tambunan, Ramlan. Priyono, Bambang Sugeng. 2012. *Peningkatan Kualitas Beton dengan Penambahan Viber Bendrat*. Jurnal Rancang Sipil Volume 1 Nomer 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Medan. <http://www.sipil.itm.ac.id/content/download.php?page=download&id=29> [25 Januari 2015].
- Wicaksono, Kristya Hadi. 2013. *Pengujian Kuat Tekan Beton ($f_c' 25 \text{ MPa}$) dengan menggunakan Empat Jenis Semen yang Berbeda*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

LAMPIRAN A. PENGUJIAN MATERIAL

A.1a Berat Volume Semen

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1) (kg)	6,830	6,830	6,830	6,830
Berat Silinder (W1) + Semen (W2) (kg)	10,530	10,480	10,820	10,800
Berat Semen (W2-W1) (kg)	3,700	3,650	3,990	3,970
Volume Silinder (V) (dm ³)	3,030	3,075	3,030	3,075
Berat Volume (BV=(W2-W1)/V) (kg/ dm ³)	1,220	1,187	1,317	1,291
Berat Volume Rata-Rata	1,204		1,304	
		1,254		

A.1b Berat Jenis Semen

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Picnometer + Semen + Mintak Tanah (W2) (gram)	153,1	153,4	150,7
Berat Semen (W1)	50	50	50
Berat Picnometer + Minyak Tanah (W3) (gram)	117,5	117,8	115,1
Berat Jenis Semen	2,778	2,778	2,778
Rata-rata		2,778	

A.2a Kelembaban Agregat Halus

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1) (gram)	250	250	250
Berat Pasir Oven (W2) (gram)	246,3	246,6	246,5
Kelembaban Pasir (KP) ((W1-W2)/W2) (%)	1,502	1,379	1,420
Kelembaban Pasir Rata Rata (%)		1,434	

A.2b Berat Jenis Agregat Halus

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Picnometer + Pasir + Air (W1) (gram)	167,8	165,8	166,9
Berat Pasir SSD (gram)	50	50	50
Berat Picnometer + Air (W2) (gram)	136,1	135,2	134,1
Berat Jenis Pasir (BJ)	2,73	2,58	2,91
Berat Jenis Pasir (BJ)		2,74	

A.2c Kadar Air Resapan

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir (W1) (gram)	100	100	100
Berat Pasir Oven (W2) (gram)	99,1	99,1	99,3
Kadar Air Resapan (KAR) (%)	0,908	0,908	0,705
Kadar Air Resapan (KAR) (%)		0,840	

A.2d Berat Volume Agregat Halus

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1) (kg)	7,200	72,00	7,200	7,200
Berat Silinder + Pasir (W2) (kg)	19,570	19,950	20,990	21,300
Berat Pasir (W2 - W1) (kg)	12,370	12,750	13,790	14,100
Volume Silinder (V) (dm ³)	9,519	9,776	9,519	9,776
Berat Volume (BV) (kg/liter)	1,299	1,304	1,449	1,442
Berat Volume Rata-Rata (kg/liter)		1,302		1,445
				1,374

A.2e Kadar Lumpur Agregat Halus

Tinggi Lumpur (H) (cm)	0,05
Tinggi Pasir Asli (h) (cm)	6
Kadar Lumpur (h/H)*100% (%)	0,83

A.2f Analisa Saringan Agregat Halus

Saringan Nomor	Saringan mm	Berat Pasir Tertinggal		% Kumulatif	
		Gram	%	Tinggal	Lolos
3/8	9,5	0	0	0	100
4	4,75	6,6	0,66	0,66	99,34
8	2,36	30	3,00	3,66	96,34
16	1,18	48	4,80	8,47	91,53
30	0,6	183,7	18,39	26,85	73,15
50	0,3	511,8	51,23	78,08	21,92
100	0,15	208,7	20,89	98,97	1,03
pan	0	10,3	1,03		
Jumlah		999,1	100,00		
Modulus halus					2,17

A.3a Kelembaban Agregat Kasar

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat kerikil Asli (W1) (gram)	500	500	500
Berat kerikil Oven (W2) (gram)	498,7	498,9	499
Kelembaban kerikil (KP)	0,26	0,22	0,20
Kelembaban kerikil Rata Rata (%)		0,23	

A.3b Berat Jenis Agregat Kasar

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil di Udara (W1) (gram)	3000	3000	3000
Berat Kerikil di Air (W2) (gram)	1888	1893	1885
Kelembaban Kerikil	2,69	2,71	2,69
Kelembaban Kerikil Rata-Rata		2,69	

A.3c Kadar Air Resapan

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Kerikil SSD (W1) (gram)	500	500	500
Berat Kerikil Oven (W2) (gram)	492,1	491,8	491,4
Kadar Air Resapan	1,6054	1,6673	1,7501
Kadar Air Resapan		1,6743	

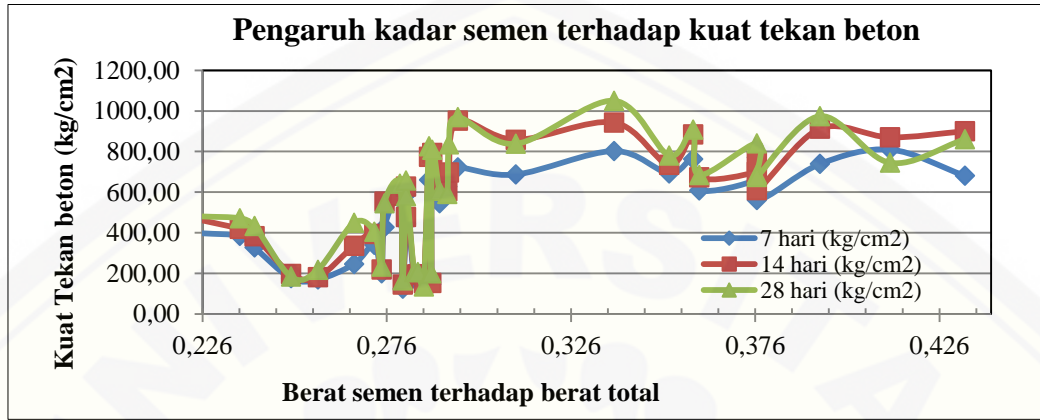
A.3d Berat Volume Agregat Kasar

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1) (kg)	10,200	10,200	10,200	10,200
Berat Silinder + Kerikil (W2) (kg)	28,830	29,490	32,130	32,050
Berat Kerikil (W2 - W1) (kg)	18,630	19,290	21,930	21,850
Volume Silinder (V) (dm ³)	15,365	15,08	15,365	15,078
Berat Volume (BV)	1,213	1,279	1,427	1,449
Berat Volume Rata-Rata		1,342		

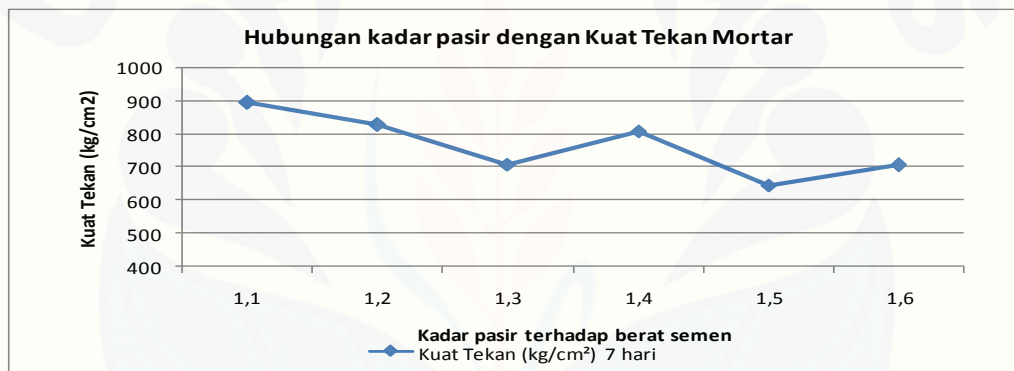
A.3e Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor	Saringan		Berat Kerikil Tertinggal		% Kumulatif	
	mm	Gram	%	Tinggal	Lolos	
3/4"	19	0	0		100	
3/8"	9,5	903,6	30,12	30,12	69,88	
4	4,75	1557,2	51,91	82,03	17,97	
8	2,36	531	17,70	99,73	0,27	
16	1,18	4,2	0,14	99,87	0,13	
30	0,6	0,6	0,02	99,89	0,11	
50	0,3	0,4	0,01	99,91	0,09	
100	0,15	0,3	0,01	99,92	0,08	
Pan	0	2,5	0,08			
Jumlah		2999,8	100,00			
Modulus Halus					6,11	

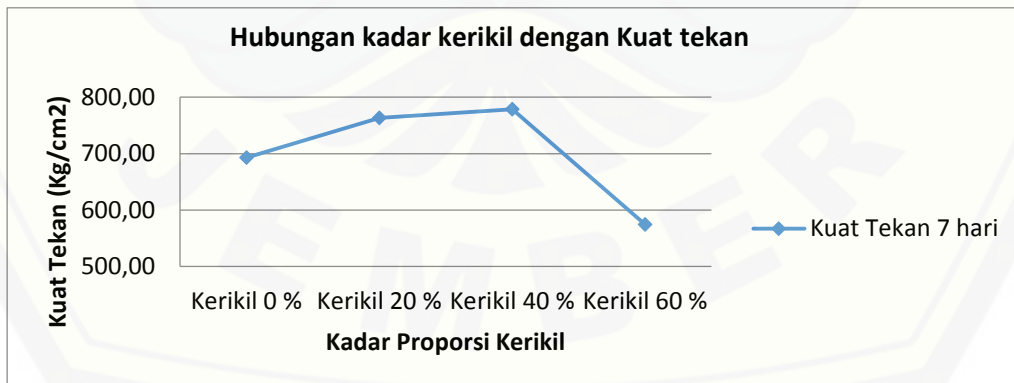
LAMPIRAN B. HASIL PENGUJIAN PENELITIAN TERDAHULU



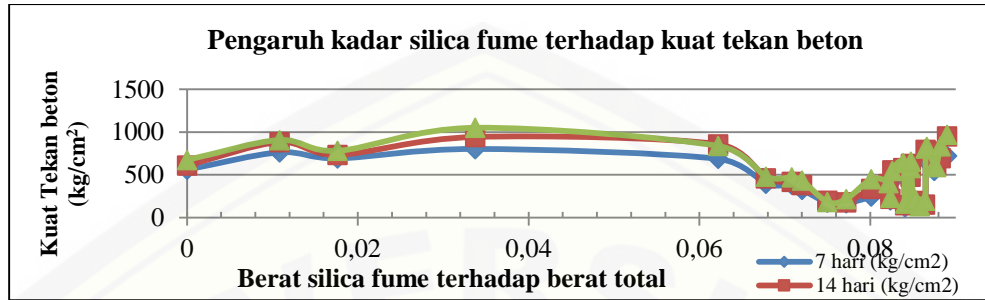
Gambar B.1 Pengaruh kadar semen terhadap kuat tekan beton



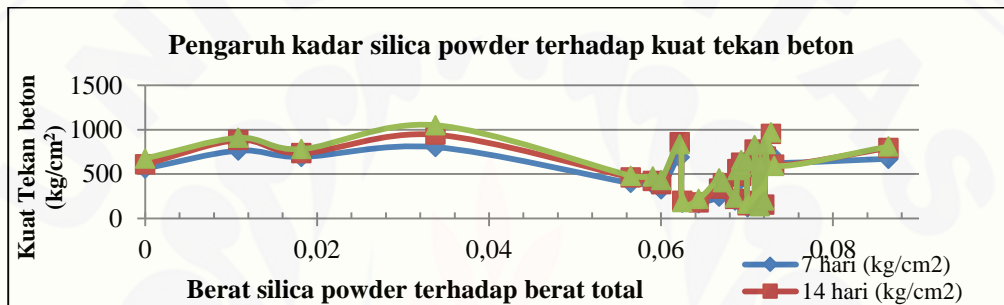
Gambar B.2 Pengaruh kadar pasir terhadap kuat tekan beton



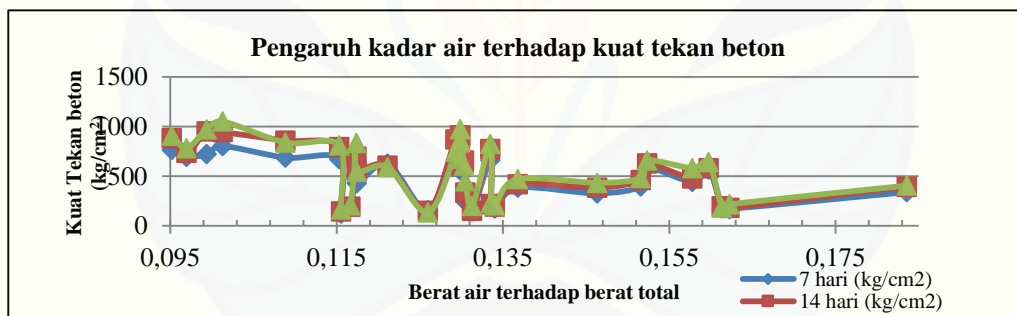
Gambar B.3 Pengaruh kadar pasir terhadap kuat tekan beton



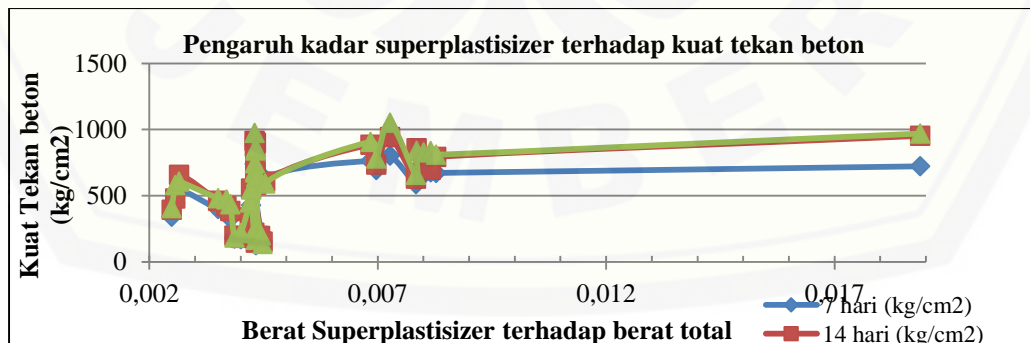
Gambar B.4 Pengaruh kadar *silica fume* terhadap kuat tekan beton



Gambar B.5 Pengaruh kadar *silica powder* terhadap kuat tekan beton



Gambar B.6 Pengaruh kadar air terhadap kuat tekan beton



Gambar B.7 Pengaruh kadar *superplastisizer* terhadap kuat tekan beton

LAMPIRAN C. KOMPOSISI MATERIAL

C.1 Komposisi Material

No.	Komponen Mix Desain	Komposisi Berat Komponen Terhadap Berat Total	Komposisi Berat Komponen Terhadap Berat Semen	Komposisi Komponen Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder 10x20	Komposisi Komponen Untuk 3 Buah Benda Uji Silinder 10x20	Komposisi Komponen Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder 15x30	Komposisi Komponen Untuk 3 Buah Benda Uji Silinder 15x30
	(1)	(2)	(3) = (2)/(2.1)	(4)	(5) = 3 x (4)	(7)	(8) = 2 x (7)
1	Portland cement (kg)	33%	1,000%	1,742	5,225	5,458	16,375
2	Silica Fume (kg)	3,5%	0,106%	0,185	0,554	0,579	1,737
3	Silica powder (kg)	3,4%	0,103%	0,179	0,538	0,562	1,687
4	Pasir (kg)	22%	0,667%	1,161	3,483	3,639	10,917
5	Kerikil (kg)	11%	0,333%	0,581	1,742	1,819	5,458
6	Added water (liter)	11,5%	0,348%	0,607	1,821	1,902	5,706
7	Superplasticizer (ltr)	0,6%	0,018%	0,032	0,095	0,099	0,298
8	Serat / Fiber (kg/m ³)			0,7;0,9;1,1			

C.2a Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20

Saringan	Ukuran Ayakan	Spek	% Komulatif Lolos	% Komulatif Tertinggal	% Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Yang Dibutuhkan (kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (gram)
3/8	9,6	100	98	2	2	0,1045	104,50
4	4,76	45-60	58	42	40	2,0900	2090,04
8	2,38	33-47	42	58	16	0,8360	836,02
16	1,19	27-38	35	65	7	0,3658	365,76
30	0,59	18-28	25	75	10	0,5225	522,51
50	0,297	8-14	12	88	13	0,6793	679,26
100	0,149	3-6	5	95	7	0,3658	365,76
Pan	0		100		5	0,2613	261,25
JUMLAH					100	5,225	5225,10

C.2b Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20 (Lanjutan)

Saringan	Ukuran Ayakan	Spek	% Komulatif Losol	% Komulatif Tertinggal	% Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Yang Dibutuhkan (kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (gram)
3/8	9,6	100	98	2	2	0,0052	5,225
4	4,76	45-60	58	42	40	0,1176	117,56
8	2,38	33-47	42	58	16	0,0418	41,80
16	1,19	27-38	35	65	7	0,0183	18,29
30	0,59	18-28	25	75	10	0,0261	26,13
50	0,297	8-14	12	88	13	0,0340	33,96
100	0,149	3-6	5	95	7	0,0183	18,29
Pan	0		100		5		
		Jumlah			100	0,2613	261,26

C.2c Rekap Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 10x20

Saringan	Ukuran Ayakan	Jumlah Yang Dibutuhkan (kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (gram)
3/8	9,6	0,1097	109,73
4	4,76	2,2076	2207,60
8	2,38	0,8778	877,82
16	1,19	0,3840	384,04
30	0,59	0,5486	548,64
50	0,297	0,7132	713,23
100	0,149	0,3840	384,04
Total Kebutuhan		5,2251	5225,10

C.3a Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 15x30

Saringan	Ukuran Ayakan (mm)	Spek	% Komulatif Losol	% Komulatif Tertinggal	% Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Yang Dibutuhkan (kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (gram)
3/8"	9,6	100	98	2	2	0,1092	109,17
4	4,76	45-60	58	42	40	2,1833	2183,34
8	2,38	33-47	42	58	16	0,8733	873,34
16	1,19	27-38	35	65	7	0,3821	382,09
30	0,59	18-28	25	75	10	0,5458	545,84
50	0,297	8-14	12	88	13	0,7096	709,59
100	0,149	3-6	5	95	7	0,3821	382,09
Pan	0		100		5	0,2729	272,92
		JUMLAH			100	5,4584	5458,36

C.3b Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 15x30 (lanjutan)

Saringan	Ukuran Ayakan	Spek	% Komulatif Lolos	% Komulatif Tertinggal	% Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Yang Dibutuhkan (Kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (Gram)
3/8	9,6	100	98	2	2	0,0055	5,458
4	4,76	45-60	58	42	40	0,1228	122,81
8	2,38	33-47	42	58	16	0,0437	43,67
16	1,19	27-38	35	65	7	0,0191	19,10
30	0,59	18-28	25	75	10	0,0273	27,29
50	0,297	8-14	12	88	13	0,0355	35,48
100	0,149	3-6	5	95	7	0,0191	19,10
PAN	0		100		5		
		JUMLAH			100	0,2729	272,918

C.3c Rekap Komposisi Agregat Campuran Untuk 3 Benda Uji Silinder 15x30

Saringan	Ukuran Ayakan	Jumlah Yang Dibutuhkan (kg)	Jumlah Yang Dibutuhkan (gram)
3/8	9,6	0,1146	114,63
4	4,76	2,3062	2306,16
8	2,38	0,9170	917,00
16	1,19	0,4012	401,19
30	0,59	0,5731	573,13
50	0,297	0,7451	745,07
100	0,149	0,4012	401,19
Total Kebutuhan		5,4584	5458,36

C.4 Komposisi Serat

Proporsi Serat		3 Buah Benda Uji Silinder 10 X 20		1 Buah Benda Uji Silinder 15 X 30	
		kg	gram	kg	gram
0,7	kg/m ³	0,00462	4,62	0,00520	5,20
0,9	kg/m ³	0,00594	5,94	0,00668	6,68
1,1	kg/m ³	0,00726	7,26	0,00816	8,16

LAMPIRAN D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton

D.1 Pengujian Kuat Tekan Uji Pendahuluan (Umur 7 hari)

Serat	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Komposisi Serat kg/m ³	Berat Benda Uji gram	Beban Maks kN	Kuat Tekan MPa	Kuat Tekan Rata-Rata MPa	Standar Deviasi MPa
Master Fibre	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3823,6	376,07	47,9		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015	0,7	4000,6	341,56	43,5	49,2	6,48
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		4015,4	441,75	56,2		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		4021,4	301,89	38,4		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015	0,9	3849,3	342,19	43,6	43,4	4,88
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3811,7	378,54	48,2		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3986,6	218,85	27,9		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015	1,1	3833,2	336,64	42,9	37,1	8,08
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3992,1	318,56	40,6		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3994,3	429,98	54,8		
Fiber Glass	28 -1- 2015	04 -2- 2015	0,7	4019,6	328,84	41,9	48,9	6,5
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		4046,3	392,3	49,9		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		4027,5	240,7	30,6		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015	0,9	3978,5	210,7	26,8	29,5	2,4
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		4017,9	244,47	31,1		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3825,2	394,54	50,2		
	28 -1- 2015	04 -2- 2015	1,1	3997,8	478,16	60,9	52,9	7,0
	28 -1- 2015	04 -2- 2015		3996,6	374,2	47,6		
Serabut Kelapa	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4111,6	383,35	48,9		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015	0,7	4012,3	427,87	54,5	53,5	4,28
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		3822,7	449,2	57,2		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4003,7	394,92	50,3		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015	0,9	4021,4	393,74	50,1	47,0	5,62
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		3977,4	317,88	40,5		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4011,6	337,91	43,0		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015	1,1	4004,6	432,37	55,1	49,7	6,13
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4057	401,18	51,1		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		3795,9	328,15	41,8		
Tali Rami	04 -2- 2015	11 -2- 2015	0,7	3996,7	332,53	42,3	44,0	3,38
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4010,4	376,1	47,9		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4009,2	420,31	5,35		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015	0,9	4035,9	437,49	55,7	51,6	5,29
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		3773,9	358,52	45,6		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		3988,7	350,85	44,7		
	04 -2- 2015	11 -2- 2015	1,1	3823,9	374,64	47,7	48,8	4,73
	04 -2- 2015	11 -2- 2015		4007,4	423,72	53,9		

D.2 Pengujian Kuat Tekan Beton (Umur 28 hari)

Serat	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur hari	Berat Benda Uji	Beban Maks KN	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata MPa	Standar Deviasi MPa
				gram		Mpa		
Master Fibre	28-02-2015	28-03-2015		3993,3	252,35	32,1		
	28-02-2015	28-03-2015	28	3810,7	465,52	59,3	46,8	13,7
	28-02-2015	28-03-2015		3986,6	385,27	49,1		
Fiber Glass	02-03-2015	30-03-2015		4033,1	441,02	56,2		
	02-03-2015	30-03-2015	28	3981,3	453,05	57,7	53,2	6,6
	02-03-2015	30-03-2015		3991,5	358,19	45,6		
Serabut Kelapa	04-03-2015	01-04-2015		4033,8	422,34	53,8		
	04-03-2015	01-04-2015	28	3812,9	464,57	59,2	57,3	3,0
	04-03-2015	01-04-2015		3839,2	462,77	58,9		
Tali Rami	04-03-2015	01-04-2015		4025,4	484,74	61,7		
	04-03-2015	01-04-2015	28	4026	473,44	60,3	61,9	1,8
	04-03-2015	01-04-2015		4054,7	501,33	63,8		

D.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Umur 28 hari)

Serat	Tanggal Pengecoran	Tanggal Pengujian	Umur hari	Berat Benda Uji	Beban Maks KN	Kuat Tarik	Kuat Tarik Belah Rata-Rata MPa
				gram		MPa	
Master Fibre	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12200	425,92	6,0	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12430	347,17	4,9	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015	28	12170	228,71	3,2	4,7
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12220	353,95	5,0	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12130	318,56	4,5	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12010	311,16	4,4	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12040	363,53	5,1	
Fiber Glass	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12110	358,67	5,1	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015	28	12140	252,28	3,6	4,8
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12330	452,6	6,4	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12210	266,4	3,8	
	28 -2- 2015	28 -3- 2015		12270	327,2	4,6	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12080	320,22	4,5	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12540	301,18	4,3	
Serabut Kelapa	03 -3- 2015	31 -3- 2015	28	12440	342,03	4,8	4,7
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12410	335,88	4,8	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12680	436,05	6,2	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12600	274,58	3,9	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12350	272,8	3,9	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12440	242,18	3,4	
	03 -3- 2015	31 -3- 2015		12430	288,64	4,1	
Tali Rami	04 -3- 2015	01 -3- 2015	28	12410	400,45	5,7	4,2
	04 -3- 2015	01 -3- 2015		12450	377,86	5,3	
	04 -3- 2015	01 -3- 2015		12530	200,45	2,8	

LAMPIRAN E. DOKUMENTASI



Gambar E.1 Persiapan Material



Gambar E.2a Pengujian Agregat Kasar



Gambar E.2b Pengujian Agregat Halus



Gambar E.2c Pengujian Semen



E.3a Perlakuan Serat *Master Fibre*



E.3b Perlakuan Serat *Fiber Glass*



E.3c Perlakuan Serat Serabut Kelapa



E.3d Perlakuan Serat Tali Rami



Gambar E.4 Pengadukan Beton



Gambar E.5 Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton