



**PENGARUH VARIASI KADAR SERAT BENANG GELASAN
SEBAGAI CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TARIK
BELAH DAN KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

oleh

**Sandy Ratia Laksana
NIM. 111910301034**

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



**PENGARUH VARIASI KADAR SERAT BENANG GELASAN
SEBAGAI CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TARIK
BELAH DAN KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

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

oleh

Sandy Ratia Laksana
NIM 111910301034

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada ;

1. Allah SWT, Tuhan seluruh alam semesta dan rasulullah Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan terbaik untuk semua makhluk,
2. Kedua orang tuaku tercinta, Ibunda Supiyati dan Ayahanda Ratno Dumillah yang telah memberi kasih sayang, doa, dan nasihat yang baik,
3. Keluarga besar Teknik Sipil 2011 yang telah banyak membantu serta bekerja sama untuk mencapai kesuksesan bersama-sama,
4. Para guru dan dosen dari TK sampai perguruan tinggi yang telah memberi ilmu yang baik dan bermanfaat,
5. Almamaterku Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Hendaknya kita tidak mudah menyerah dalam menghadapi kesulitan karena Allah SWT akan memberikan kemudahan setelahnya.”
(QS. Al Insyiroh 94:6-7)

Tuntutlah ilmu mulai dari buaian hingga ke liang lahat
(Al Hadist)

Anda tidak bisa mengubah orang lain, Anda harus menjadi perubahan yang Anda harapkan dari orang lain
(*Mahatma Gandhi*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Sandy Ratia Laksana

NIM : 111910301034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Pengaruh Variasi Kadar Serat Benang Gelasan Sebagai Campuran Beton terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 10 Juni 2015

Yang menyatakan,

Sandy Ratia Laksana

NIM 111910301034

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KADAR SERAT BENANG GELASAN
SEBAGAI CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TARIK
BELAH DAN KUAT TEKAN BETON**

oleh

Sandy Ratia Laksana

NIM 111910301034

Pembimbing

**Dosen Pembimbing Utama
Dosen Pembimbing Anggota**

**: Ir. Hernu Suyoso, M.T.
: Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Kadar Serat Benang Gelasan Sebagai Campuran Beton terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Rabu

tanggal : 10 Juni 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,



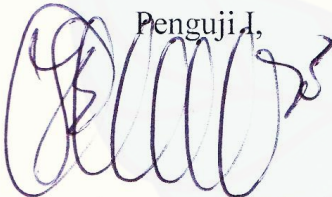
Ir. Hernu Suyoso, M.T.
NIP 19551112 198702 1 001

Pembimbing Anggota,



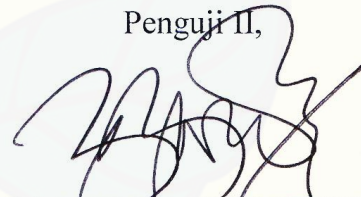
Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.
NIP 19700530 199803 2 001

Penguji I,



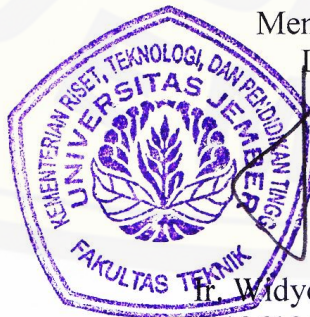
Ketut Aswatama, S.T., M.T.
NIP 19700713 200012 1 001

Penguji II,



Jojok Widodo S., S.T., M.T.
NIP 19720527 200003 1 001

Mengesahkan
Dekan,



H. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Kadar Serat Benang Gelasan Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tekan beton; Sandy Ratia Laksana, 111910301034; 2015: 42 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton serat adalah beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat. Serat beton berfungsi untuk memperbaiki kekurangan beton yaitu untuk meningkatkan kuat tarik beton, serta mengurangi retakan-retakan kecil yang biasa terjadi pada beton karena kondisi lingkungan. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai serat beton adalah benang gelas. Penelitian benang gelas sebagai serat beton merupakan pertama kali dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tarik belah dan kuat tekan yang dihasilkan berdasar variasi kadar seratnya pada masing-masing benda uji. Benda uji pada penelitian ini ada 5 jenis berdasarkan variasi kadar seratnya, yaitu : 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³. Bentuk benda uji digunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sampel benda uji silinder dibuat sebanyak 40 buah dengan tiap perlakuan dibuat 8 buah, yaitu 5 benda uji untuk kuat tarik belah dan 3 benda uji untuk kuat tekan. Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam beton sampai satu haru sebelum pengujian.

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ diperoleh nilai kuat tarik belah sebesar 2.73 Mpa, 3.04 Mpa, 3.18 Mpa, 3.37 Mpa dan 3.56 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ diperoleh nilai kuat tekan sebesar 31.35 Mpa, 28.60 Mpa, 27.76 Mpa, 26.36 Mpa dan 26.22 Mpa.

Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik belah beton serat benang gelasan yang tertinggi adalah 3,56 Mpa pada benda uji dengan kadar serat 1200 gr/m³ dan kuat tekan tertinggi adalah 31,35 Mpa pada benda uji dengan kadar serat 0 gr/m³. Pada pengujian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah sudah memenuhi syarat, yakni antara 10-20% dari nilai kuat tekan.



SUMMARY

The Influence of Gelasan Yarn Fiber Variation Levels As A Mixed Concrete Against Tensile Strength And Compressive Strength of Concrete; Sandy Ratia Laksana, 111910301034; 2015: 41 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Fiber concrete is a concrete made from a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate and a small amount of fiber. The function of fiber concrete here is to improve the lack of concrete, which is to increase the tensile strength of concrete, as well as reducing the small cracks that are common to the concrete due to environmental conditions. One of the materials that can be used as fiber concrete is gelasan yarn. A research related gelasan yarn as fiber concrete will be the first research ever tested.

This study aims to determine the tensile strength and compressive strength which are generated based on the variation of fiber content in each specimen. In this research, There are 5 type of specimens according to the fiber variation levels, that are: 0 gr/m^3 , 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 , 900 gr/m^3 and 1200 gr/m^3 . The shape of specimen that is used in this research is cylinder with 15 cm of diameter and 30 cm of height. The samples of the cylinder specimen are made as many as 40 pieces with 8 pieces of different treatments, that are 5 specimens of tensile strength and 3 specimens of compressive strength. The specimen treatments are done by immersing the concrete in one day before examining.

The tensile strength results of the fiber content with 0 gr/m^3 , 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 , 900 gr/m^3 and 1200 gr/m^3 well obtained the split tensile strength values at 2.73 Mpa, 3.04 Mpa, 3.18 Mpa, 3.37 Mpa and 3.56 Mpa. Results of compressive strenght with fiber content of 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 , 900 gr/m^3 and 1200 gr/m^3 obtained value

of compressive strenght at 31.35 Mpa, 28.60 MPa, 27.76 Mpa, 26.36 Mpa and 26.22 Mpa.

From the test results obtained the value of tensile strength of split concrete with the highest gelasarn yarn fiber at 3.56 Mpa for the specimens with 1200 gr/m³ fiber and the highest compressive strength at 31.35 Mpa for the specimens with 0 gr/m³ fiber. In this test showed that the split tensile strength value has already qualified, in the range of 10-20% of the compressive strength.

PRAKATA

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Kadar Serat Benang Gelasan Sebagai Campuran Beton terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton” dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi, penulis mendapat banyak bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Hernu Suyoso M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberi bimbingan, saran, perhatian, dan ilmu dalam pengerjaan skripsi maupun riset;
4. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T., dan Jojok Widodo S., S.T., M.T., selaku Dosen Penguji skripsi yang telah memberi banyak saran demi perbaikan skripsi ini;
5. Ahmad Hasanuddin S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi banyak nasihat dan saran;
6. Seluruh Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pelajaran selama perkuliahan;
7. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Jember, Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Beton	4
2.2 Beton Serat	4
2.3 Material Yang Digunakan	5
2.2.1 Semen	5
2.2.2 Air	5

2.2.3 Agregat Halus	6
2.2.4 Agregat Kasar	7
2.2.5 Benang Gelasan	7
2.4 Kuat Tarik Belah Beton	8
2.5 Kuat Tekan Beton	8
2.6 Standar Deviasi.....	8
2.7 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Studi Kepustakaan	10
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	10
3.2.1 Persiapan Alat	10
3.2.2 Persiapan Bahan	11
3.3 Pengujian Material.....	11
3.4 Perencanaan Komposisi Bahan Campuran.....	11
3.5 Perencanaan Bentuk Benda Uji Yang Akan Digunakan....	12
3.6 Pembuatan Benda Uji	12
3.7 Perawatan Benda Uji	13
3.8 Pengujian Sampel Beton.....	13
3.9 Analisa dan Pembahasan.....	13
3.10 Kesimpulan	13
3.11 Bagan Alur Metodologi.....	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Data Pengujian Material	15
4.1.1 Semen	15
4.1.2 Agregat Halus	16
4.1.3 Agregat Kasar	16
4.2 Pembuatan Benda Uji	17
4.2.1 Perencanaan Campuran Beton.....	17

4.2.1.1 Perencanaan Tahap Satu	21
4.2.1.2 Perencanaan Volume Material Setelah Terkoreksi Kadar Udara	22
5.2.1.3 Perencanaan Volume Material Setelah Terkoreksi Kadar Air	24
4.2.2 Prosedur Pembuatan Benda Uji.....	26
4.3 Pengujian Beton	29
4.3.1 Pengujian <i>Slump</i>	29
4.3.2 Pengujian Berat Benda Uji	30
4.3.3 Pengujian Kuat Tarik Belah	31
4.3.4 Pengujian Kuat Tekan	35
4.3.5 Hubungan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan.....	38
4.3.5 Standar Deviasi.....	40
BAB 5. PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jumlah benda uji penelitian.....	12
4.1 Analisa pengujian semen PPC Gresik.....	15
4.2 Analisa pengujian agregat halus.....	16
4.3 Analisa pengujian agregat kasar.....	17
4.4 Data spesifikasi material	18
4.5 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai <i>slump</i> dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.....	18
4.6 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen {w/(c=p)} dan kekuatan beton.....	19
4.7 Volume agregat kasar per satuan volume beton.....	20
4.8 Perkiraan awal berat beton segar	20
4.9 Perhitungan tahap 1	22
4.10 Proporsi kebutuhan campuran tahap 1.....	22
4.11 Perencanaan volume material terkoreksi kadar udara	24
4.12 Proporsi kebutuhan campuran setelah terkoreksi kadar udara	24
4.13 Perhitungan volume material terkoreksi kadar air	25
4.14 Proporsi kebutuhan campuran tahap akhir	26
4.15 Persentase serat benang gelas terhadap volume beton	26
4.16 Hasil pengujian <i>slump</i> setiap adukan	29
4.17 Hasil pengujian berat untuk tiap perlakuan benda uji	30
4.18 Hasil kuat tarik belah rata-rata untuk tiap perlakuan benda uji	32
4.19 Persentase peningkatan kuat tarik belah terhadap beton normal dengan variasi kadar serat benang gelas	33
4.20 Hasil kuat tekan rata-rata untuk tiap perlakuan benda uji	35
4.21 Persentase penurunan kuat tekan terhadap beton normal dengan variasi	

kadar serat benang gelasana	37
4.22 Hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan	38
4.23 Nilai standar deviasi untuk berbagai tingkat pengendalian.....	40
4.24 Standar deviasi kuat tekan.....	40



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Dimensi benda uji.....	12
3.2 <i>Flow chart</i> penelitian	14
4.1 Proses pencampuran material.....	27
4.2 Menuangkan campuran dan benang gelas ke dalam cetakan	28
4.3 Proses pembongkaran dan perawatan benda uji.....	29
4.4 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap berat beton rata-rata.....	30
4.5 Pengujian kuat tarik belah beton	31
4.6 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap kuat tarik belah beton rata-rata.....	32
4.7 Grafik hubungan persentase peningkatan kuat tarik belah (%) terhadap variasi kadar serat benang gelas	34
4.8 Pengujian kuat tekan beton	35
4.9 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap kuat tekan beton rata-rata.....	36
4.10 Grafik hubungan persentase penurunan kuat tekan (%) terhadap variasi kadar serat benang gelas	37
4.11 Grafik hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pengujian Semen	45
B. Pengujian Agregat Kasar	46
C. Pengujian Agregat Halus.....	48
D. Pengujian Kuat tarik belah beton	50
E. Pengujian Kuat tekan beton	51
F. Foto-Foto Pelaksanaan Penelitian	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini beton merupakan bahan utama suatu konstruksi bangunan. Hampir seluruh struktur dasar bangunan terbuat dari beton. Beton berbahan dasar dari campuran semen, pasir, kerikil dan air dengan komposisi tertentu, serta bahan tambah (*admixture* atau *additive*) jika diperlukan. Beton normal merupakan beton dengan kekuatan tekannya kurang dari 50 Mpa (Supartono, 1998).

Penelitian tentang beton sangat banyak pada era modern ini, sehingga beton mengalami banyak perkembangan, salah satunya adalah beton serat. Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/*fiber* (ACI Cocommitte 544, 1982). Bahan-bahan yang digunakan sebagai serat beton dibagi menjadi dua macam, yaitu organik dan non-organik. Untuk bahan organik seperti sabut kelapa, bambu, dan jerami. Untuk bahan non-organik seperti *nylon*, *polymeric*, dan serat baja.

Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai serat beton adalah benang gelas. Saat ini belum ada penelitian beton dengan campuran benang gelas. Benang gelas memiliki permukaan yang kasar, berbeda dengan serat non-organik pada umumnya yang permukaannya licin. Benang gelas memiliki struktur yang tidak bereaksi dengan air, sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya reaksi kimia jika menjadi campuran beton. Dengan menambahkan serat benang gelas, diharapkan mampu memperbaiki kelemahan beton yang rata-rata memiliki kuat tarik rendah.

Penelitian yang hampir sama menggunakan serat nylon dengan variasi kadar serat 0, 600, 900, 1200 gr/m³, dengan panjang serat 1,2 cm menghasilkan kuat lentur 4.15, 4.57, 4.69 Mpa pada penelitian Yohanes Lim (1996) dan dengan panjang serat

1,9 cm menghasilkan kuat tarik 4.51, 4.51, 4.58, 4.69 Mpa pada penelitian Tri Basuki (2004). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan tidak terdapat hasil yang signifikan pada tiap variasi, hal ini bisa dikarenakan sifat *nylon* yang licin sehingga tidak terlalu komposit dengan beton, ukuran serat yang terlalu pendek, dan kadar variasi serat yang terlalu sedikit.

Oleh karena itu, penelitian kali ini memilih menguji kuat tarik belah dan kuat tekan beton serat benang gelas dengan variasi kadar serat, untuk mengetahui kadar benang gelas pada campuran beton untuk memperoleh kuat tarik belah maksimal dan kuat tekan optimal. Karena benang gelas memiliki permukaan lebih kasar dibandingkan dengan *nylon*, sehingga diharapkan lebih komposit dengan beton.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa hal yang menjadi rumusan masalah antara lain :

- a. Bagaimana pengaruh kadar berat serat benang gelas terhadap kuat tarik belah benda uji?
- b. Bagaimana pengaruh kadar berat serat benang gelas terhadap kuat tekan benda uji?
- c. Berapa proporsi kadar berat serat benang gelas untuk menghasilkan kuat tarik belah beton maksimal dan kuat tekan optimal?

1.3 Batasan Masalah

Dari latar belakang di atas, agar pembahasan tidak terlalu luas maka diperlukan suatu batasan masalah sebagai berikut :

- a. Tidak mempelajari reaksi kimia benang gelas yang terjadi saat pengecoran.
- b. Tidak mempelajari kuat tarik benang gelas.

1.4 Tujuan

Adapun beberapa tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Mengetahui pengaruh kadar berat serat benang gelasian terhadap kuat tarik beton.
- b. Mengetahui pengaruh kadar berat serat benang gelasian terhadap kuat tekan beton.
- c. Mengetahui proporsi kadar berat serat benang gelasian untuk menghasilkan kuat tarik maksimal dan kuat tekan optimal.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah agar semakin berkembangnya inovasi tentang serat beton dan peneliti mengetahui campuran proporsi beton dengan menambahkan material serat benang gelasian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Beton

Beton adalah campuran antara semen portland agregat halus, agregat kasar dan air, untuk beton khusus ditambahkan bahan tambahan berupa bahan kimia pembantu, serat dan sebagainya.

Beton sudah banyak berkembang mengikuti kebutuhan kondisi-kondisi tertentu misalnya untuk struktur gedung tinggi diperlukan beton mutu tinggi, untuk beton non-struktur menggunakan beton ringan, untuk mencegah retak beton diperlukan beton serat dan sebagainya.

Beton memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan material lain, antara lain yaitu :

- a. Beton segar mudah diangkut dan dicetak sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan.
- b. Mempunyai kuat tekan yang tinggi.
- c. Biaya perawatan murah karena tahan aus, tahan bakar dan tahan karat.

Selain itu beton juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain yaitu :

- a. Kuat tarik beton rendah sehingga memerlukan kombinasi dengan material tulangan untuk digunakan sebagai struktur bangunan.
- b. Beton bersifat getas.

2.2 Beton Serat

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/*fiber* (ACI Cocommitte 544, 1982). Bahan-bahan yang digunakan sebagai serat beton dibagi menjadi dua macam, yaitu organik dan non-organik. Untuk bahan organik seperti sabut kelapa, bambu,

jerami, dan sebagainya. Untuk bahan non-organik seperti *nylon*, *polymeric*, serat baja dan sebagainya.

Serat benton disini berfungsi untuk memperbaiki kekurangan beton yaitu untuk meningkatkan kuat tarik beton, serta mengurangi retakan-retakan kecil yang biasa terjadi pada beton karena kondisi lingkungan.

2.3 Material Yang Digunakan

2.3.1 Semen

Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti pasir dan kerikil sehingga bisa membentuk beton. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim).

Semen yang umumnya digunakan sebagai bahan beton adalah semen portland. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker*) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($x\text{CaO.Si}$) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (CaSO_xHO) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (*Mineral in component*).

2.3.2 Air

Air yang digunakan untuk bahan campuran beton air bersih yang bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton, karena bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (SNI 7974 : 2013). Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya).

Air yang digunakan untuk adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran volume dan harus dilakukan setepat-tepatnya, umumnya berkisar 25% dari jumlah semen. Jika air yang digunakan dalam proses pembuatan beton terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak, maka kekuatan beton akan berkurang atau terjadi penyusutan setelah beton mengeras.

2.3.3 Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus dalam beton adalah pasir yang lolos dari ayakan No.4 (lebih kecil 3/16 inci) dimana besar butirannya berkisar antara 0.15 mm sampai 5 mm. Adapun syarat-syarat dari agregat halus yang digunakan menurut PBI 1971, antara lain :

1. Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian-bagian yang bisa melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka harus dicuci . Khususnya pasir untuk bahan pembuat beton.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder. Agregat yang tidak memenuhi syarat percobaan ini bisa dipakai apabila kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan beton dengan agregat yang sama tapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih pada umur yang sama.

2.3.4 Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil hasil desintergrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan besar butir lebih dari 5 mm. Kerikil dalam penggunaannya harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya.
3. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
4. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

Agregat merupakan komponen yang paling berperan dalam menentukan besarnya beton biasanya terdapat 70-75 % volume agregat. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, mempunyai gradasi baik sesuai dengan standart analisa saringan dari ASTM.

2.3.5 Benang Gelasan

Benang gelas adalah benang yang digunakan untuk adu layangan, dibuat dari benang nylon yang diberi lem dan gelas bubuk. Benang ini bersifat kasar beda dengan benang pada umumnya yang bersifat licin. Sehingga jika digunakan sebagai serat beton akan mendapatkan hasil yang maksimal karena bisa komposit dengan beton.

2.4 Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan untuk mengetahui kuat tarik beton. Benda uji yang dipakai untuk uji kuat tarik belah adalah benda uji berbentuk silinder. Kuat tarik belah adalah nilai kuat tarik tidak langsung hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan alas papan mesin uji tekan (SNI. 03-2491-2002).

Kuat tarik Belah dapat dicari dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan : f_{ct} = Kuat Tarik Belah (MPa)

P = Beban Uji maksimum yang ditunjukkan Mesin (N)

L = Panjang Benda Uji (mm)

D = Diameter Benda Uji (mm)

2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dinyatakan dengan berapa besar kemampuan beton menerima beban maksimum sampai beton tersebut retak atau pecah. Menurut SNI 1974:2011, kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan : σ = kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum yang tertera di alat (kN)

A = Luas bidang tekan (cm^2)

2.6 Standar Deviasi

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai standar deviasinya. Cara untuk mengetahui mutu beton adalah dengan melakukan uji tekan terhadap benda uji. Benda uji harus dibuat beberapa buah untuk mendapatkan nilai rata-rata kuat tekan beton.

Karena benda uji dibuat beberapa buah, tentu saja hasil uji tekan masing-masing benda uji tersebut berbeda-beda, dan faktor perbedaan ini harus diperhatikan dalam menghitung besarnya nilai kuat tekan beton, karena semakin besar nilai standar deviasi maka akan semakin kecil nilai kuat tekan beton yang didapat.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya tentang penambahan serat telah banyak dilakukan. Penelitian sebelumnya menggunakan serat nylon dengan variasi kadar serat 0, 600, 900, 1200 gr/m³, dengan panjang serat 1,2 cm menghasilkan kuat lentur 4.15, 4.57, 4.69 Mpa pada penelitian Yohanes Lim (1996) dan dengan panjang serat 1,9 cm menghasilkan kuat letur 4.51, 4.51, 4.58, 4.69 Mpa pada penelitian Tri Basuki (2004). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan tidak terdapat hasil yang signifikan pada tiap variasi, hal ini bisa dikarenakan sifat *nylon* yang licin sehingga tidak terlalu komposit dengan beton, ukuran serat yang terlalu pendek, dan kadar variasi serat yang terlalu sedikit.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Studi Kepustakaan

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan penelitian yang akan di lakukan sebagai dasar sebelum melaksanakan penelitian. Informasi dari studi pustaka tersebut didapat dari berbagai sumber, antara lain : Buku, jurnal, skripsi terdahulu, buku panduan praktikum, internet dan sebagainya

3.2. Persiapan Alat dan Bahan

3.2.1. Persiapan Alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Timbangan digital 6 kg dan timbangan manual 50 kg.
- b. Alat getar (*shieve shaker*) dan satu set saringan ASTM.
- c. Oven.
- d. Loyang.
- e. Perojok besi
- f. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- g. Mesin uji kuat tekan hancur (*compression strength*).
- h. Gelas ukur
- i. Kuas
- j. Sarung tangan
- k. Alat bantu lainnya.

3.2.2. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen

Digunakan tipe semen PPC jenis IP-U PT. Semen Gresik.

2. Agregat halus

Agregat yang digunakan lolos dari ayakan No 4 (lebih kecil dari 3/16 inci) dimana besar butirannya berkisar antara 0,15 mm sampai 5mm. Pasir yang dipakai adalah pasir Lumajang.

3. Agregat kasar

Agregat kasar berupa kerikil batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan besar butir lebih dari 5 mm.

4. Air

Air yang digunakan yaitu air bersih yang sudah tersedia di laboratorium.

5. Benang gelasan

Benang gelasan yang digunakan ada benang gelasan nomor 50 dengan panjang 2 cm cap Kelelawar.

3.3. Pengujian Material

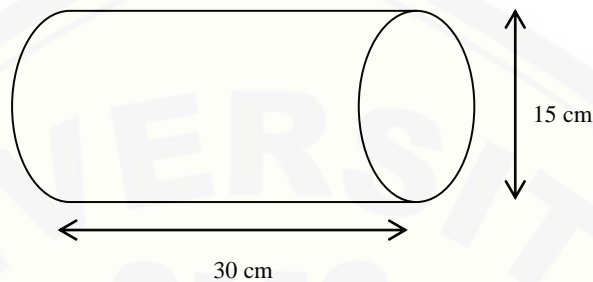
Tidak dilakukan pengujian material karena data-data material mengambil dari hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan material dengan jenis dan tempat pembelian yang sama.

3.4. Perencanaan Komposisi Bahan Campuran Beton

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, maka diambil rencana komposisi bahan campuran beton untuk penelitian ini berdasarkan metode ACI (*American Association*) dari buku Edward G. Nawy yang berjudul *Concrete Construction Engineering Handbook Second Edition* dengan campuran serat benang gelasan sebanyak 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³, 1200 gr/m³.

3.5. Perencanaan Bentuk Benda Uji Yang Akan Digunakan

Pada penelitian ini akan digunakan satu macam bentuk benda uji yaitu silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm



Gambar 3.1 Dimensi Benda Uji

3.6. Pembuatan Benda Uji

Setelah membuat perencanaan komposisi campuran beton selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Dalam penelitian ini benda uji yang akan dibuat sebanyak 40 buah, dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Penelitian

No	Variasi Kadar Serat Benang Gelasan	Benda Uji Kuat Tekan	Benda Uji Kuat Tarik Belah	Jumlah Total
1	0 gr/m ³	3	5	8
2	300 gr/m ³	3	5	8
3	600 gr/m ³	3	5	8
4	900 gr/m ³	3	5	8
5	1200 gr/m ³	3	5	8
Total Benda Uji				40

3.7. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton yang baru dikeluarkan dari cetakan ke dalam air sampai jangka waktu sesuai dengan umur beton yang ditentukan, yaitu pada 28 hari untuk kemudian dilakukan uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

3.8. Pengujian Sampel Beton

Metode pengujian untuk beton adalah pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan, pengujian dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tarik dan tekan beton pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tekanan pada benda uji berbentuk silinder dalam kondisi terlentang untuk kuat tarik belah dan tegak untuk kuat tekan dengan kecepatan konstan, sehingga benda uji retak.

3.9. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan terhadap data-data hasil pengujian di laboratorium. Setiap kejadian dalam penelitian ini harus diikuti pengamatan, semakin detail pengamatan akan semakin besar manfaat dari penelitian ini.

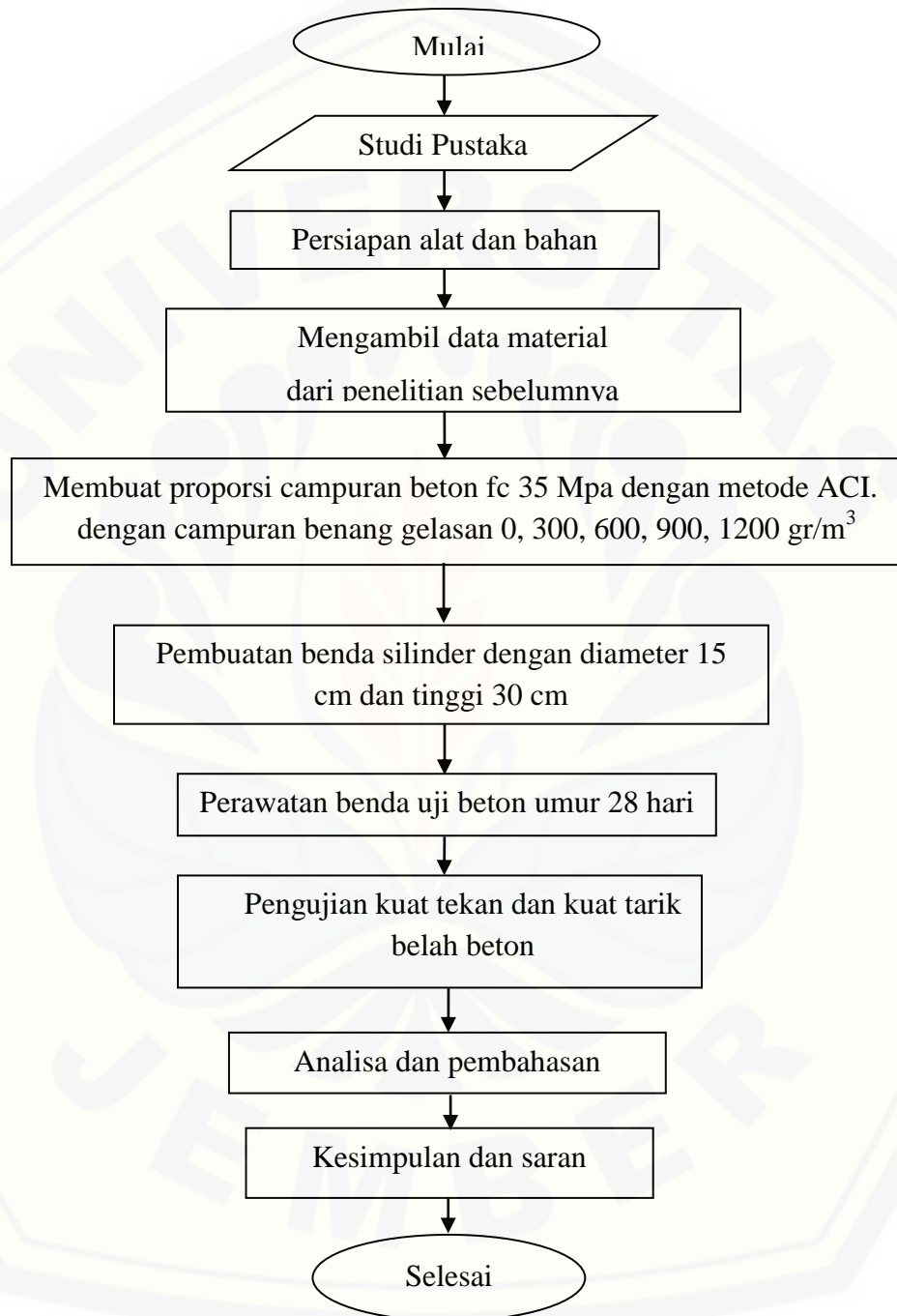
Dalam tahap penyelesaian yaitu tahap analitis dan pembahasan terhadap hasil-hasil pengujian di laboratorium. Adapun hasil yang dibahas sebagai berikut:

- a. Analisa terhadap perencanaan pencampuran beton.
- b. Analisis dan pembahasan hasil pengujian kuat tarik dan kuat tekan beton.

3.10. Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil analisis dan pembahasan terhadap data-data yang diperoleh di laboratorium, sehingga mengetahui bagaimana pengaruh variasi kadar serat benang gelas terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

3.11. Bagan Alur Metodologi



Gambar 3.2 *Flow chart* penelitian

BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengujian Material Beton

Pengujian material dilakukan terhadap bahan-bahan material pembentuk beton, sehingga diperoleh data-data spesifikasi material yang diperlukan dalam perencanaan komposisi bahan campuran beton. Data-data tersebut sebagai berikut:

4.1.1 Semen

Data hasil pengujian semen meliputi pengujian berat jenis dan berat volume yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisa Pengujian Semen PPC Gresik

Jenis Pengujian	No. Pengujian			Rata-rata	Satuan
	1	2	3		
a. Berat jenis	3,007	2,985	3,478	3,157	
b. Berat Volume					
Kondisi Padat	1,343	1,408		1,375	kg/m ³
Kondisi Lepas	1,317	1,216		1,266	kg/m ³
BV Rata-rata				1,321	kg/m ³

Sumber : Miftah Rahmatullah (2014)

Hasil pengujian rata-rata berat jenis semen adalah 3,157, dengan nilai tersebut sudah memenuhi pesyaratan SNI 15-2049-2004. Sedangkan nilai berat volume rata-rata adalah 1,321 kg/m³.

4.1.2 Agregat Halus

Data hasil pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis, berat volume, analisa saringan, kelembaban dan air resapan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisa Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	No. Pengujian			Rata-rata	Satuan
	1	2	3		
a. Berat jenis	2,732	2,590	2,907	2,743	
b. Berat Volume					
Kondisi Padat	1,429	1,461		1,445	kg/m ³
Kondisi Lepas	1,282	1,321		1,301	kg/m ³
BV Rata-rata				1,373	kg/m ³
a. Analisa Saringan				Zona 3	
b. Kelembapan	1,502	1,378	1,419	1,433	%
c. Air Resapan	6,746	8,038	8,014	7,599	%

Sumber : Silvia Triantika (2015)

Hasil pengujian rata-rata berat jenis agregat halus adalah 2,743 kg/m³, berat volume rata-rata 1.321, analisa saringan zona 3, kelembapan rata-rata 1,433 % dan air resapan rata-rata adalah 7,599 %.

4.1.3 Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar dilakukan untuk mendapatkan data-data yang nantinya dipakai campuran beton. Data ini sangat mempengaruhi kekuatan beton.

Tabel 4.3 Analisa Pengujian Agregat Kasar

Jenis pengujian	No. Pengujian			Rata-rata	Satuan
	1	2	3		
a. Berat jenis	2,70	2,71	2,69	2,70	
b. Berat Volume					
Kondisi Padat	1,439	1,434		1,437	kg/m ³
Kondisi Lepas	1,222	1,200		1,218	kg/m ³
BV Rata-rata				1,324	kg/m ³
d. Analisa Saringan				Zona 3	
e. Kelembaban	0,26	0,22	0,20	0,227	%
f. Air Resapan	1,605	1,667	1,750	1,674	%

Sumber : Silvia Triantika (2015)

Hasil pengujian rata-rata berat jenis agregat kasar adalah 2,7 kg/m³, berat volume rata-rata 1.324, analisa saringan zona 3, kelembapan rata-rata 0,227 % dan air resapan rata-rata adalah 1,674 %.

4.2 Pembuatan Benda Uji

4.2.1 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data spesifikasi material

No.	Data-data	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kuat tekan beton pada umur 28 hari	35	Mpa	Perencanaan
2	Semen yang digunakan	PPC		Perencanaan
3	Berat jenis semen	3,16		Pengujian
4	Berat kering oven agregat kasar	1324,36	kg/m ³	Pengujian
5	Modulus kehalusan agregat halus	2,85		
6	Berat jenis agregat halus	2,74		Pengujian
7	Berat jenis agregat kasar	2,70		Pengujian
8	Absorpsi agregat halus	7,60	%	Pengujian
9	Absorpsi agregat kasar	1,67	%	Pengujian
10	Kadar air agregat halus	1,43	%	Pengujian
11	Kadar air agregat kasar	0,23	%	Pengujian

Sumber : Hasil perhitungan (2014)

Pada Tabel 4.4 merupakan data perencanaan awal untuk menentukan kuat tekan beton, jenis semen, dan data-data material yang didapat dari hasil uji laboratorium.

Tabel 4.5 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai *slump* dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah									
<i>Slump</i>	9,5	12,7	19	25	37,5	50	75	150	
(mm)	mm	mm	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Beton tanpa tambahan udara									
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113	
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124	
150-175	243	228	216	202	190	179	160	-	
>175	-								
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2	

Sumber : Nawy, Edward G. (2008)

Tabel 4.5 digunakan untuk menentukan kebutuhan air pencampur dan kadar udara berdasarkan data *slump* dan ukuran agregat maksimum yang telah ditentukan oleh peneliti. Dengan ukuran agregat maksimum 19 mm dan *slump* 75-100 mm didapat kebutuhan air pencampur 205 kg/m^3 dan banyak udara dalam beton sebesar 2 %.

Tabel 4.6 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen {w/(c=p)} dan kekuatan beton.

Kekuatan beton umur 28 hari, Mpa	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Sumber : Nawy, Edward G. (2008)

Tabel 4.6 digunakan untuk menentukan rasio air semen berdasarkan umur pengujian beton. Dengan umur pengujian beton 28 hari dan kuat tekan rencana 35 Mpa didapatkan rasio air semen 0,47.

Tabel 4.7 Volume agregat kasar per satuan volume beton.

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : Nawy, Edward G. (2008)

Tabel 4.7 digunakan untuk menentukan volume agregat kasar kering per satuan volume beton berdasarkan modulus kehalusan agregat halus dan ukuran agregat maksimum. Dengan ukuran agregat maksimum 19 mm dan modulus kehalusan agregat halus 2,83 didapat volume agregat kasar 0,615 m³.

Tabel 4.8 Perkiraan awal berat beton segar.

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19,0	2345	2275
25,0	2380	2290
37,5	2410	2350
50,0	2445	2345
75,0	2490	2405

Sumber : Nawy, Edward G. (2008)

Tabel 4.8 digunakan untuk memperkirakan berat awal beton segar berdasarkan ukuran agregat maksimum. Dengan ukuran agregat maksimal 19 mm maka didapat perkiraan awal berat beton 2345 kg/m³.

4.2.1.1 Perencanaan Tahap Satu Beton Normal

Perencanaan tahap satu menghitung proporsi awal material berdasarkan data pengujian material dan data dari tabel, prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *slump* yang diinginkan
2. Menentukan ukuran agregat maksimum
3. Menentukan perkiraan kebutuhan air pencampur dengan tabel 4.6 berdasarkan ukuran agregat maksimum
4. Menentukan rasio air semen dengan tabel 4.7 berdasarkan mutu beton pada umur 28 hari
5. Menghitung kadar semen yang dibutuhkan dengan cara :

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{perkiraan kebutuhan air pencampur}}{\text{rasio air semen}}$$

6. Menentukan volume agregat kasar kering oven dengan tabel 4.8 berdasarkan ukuran agregat maksimum dan modulus kehalusan
7. Menghitung jumlah agregat kasar dengan cara :

$$\text{Jumlah gregat kasar} = \text{berat agregat kasar} \times \text{volume agregat kasar}$$

8. Menentukan berat jenis beton basah dengan tabel 4.9 berdasarkan ukuran agregat maksimum
9. Menghitung jumlah agregat halus deng cara :

$$\text{Jumlah agregat halus} = \text{berat jenis beton} - \text{jumlah agregat kasar} - \text{kadar semen} - \text{perkiraan kebutuhan air pencampur.}$$

Tabel 4.9 Perhitungan tahap 1.

No	Tahapan	Nilai	Satuan	Keterangan
1	<i>Slump</i> diminta	75-100	Mm	Perencanaan
2	Agregat kasar yang digunakan dengan ukuran maksimum	19	Mm	Perencanaan
3	Perkiraan kebutuhan air pencampur	205	kg/m ³	Tabel 4.6
4	Rasio air-semen	0,47		Tabel 4.7
5	Kadar semen	436,17	kg/m ³	Perhitungan
6	Volume agregat kasar kering oven	0,615	Kg	Tabel 4.8
7	Jumlah agregat kasar	814,48	kg/m ³	Perhitungan
8	Berat jenis beton basah	2350,83	kg/m ³	Tabel 4.9
9	Jumlah agregat halus	889,35	kg/m ³	Perhitungan

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Tabel 4.10 Proporsi kebutuhan campuran tahap 1

No.	Material per m ³ Beton	Satuan
1	Semen	436,17 kg/m ³
2	Air	205,00 kg/m ³
4	Agregat halus	889,35 kg/m ³
5	Agregat kasar	814,48 kg/m ³
	Jumlah	2345,00 kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Pada Tabel 4.10 merupakan hasil dari perhitungan tahap pertama untuk menentukan berat material penyusun beton normal dengan metode ACI (*American Concrete Institute*). Dengan hasil semen 436,17 kg/m³, air 205 kg/m³, agregat halus 889,35 kg/m³, agregat kasar 814,48 kg/m³ dan total adalah 2345 kg/m³.

4.2.1.2 Perencanaan Volume Material Setelah Terkoreksi Kadar Udara

Perencanaan volume material setelah terkoreksi kadar udara menghitung volume material terhadap koreksi udara sebesar 2 % dari tabel 4.6. Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung volume semen dengan cara :

$$\text{Volume semen} = \frac{\text{kadar semen}}{\text{berat jenis semen} \times 1000}$$

2. Menghitung volume air dengan cara :

$$\text{Volume air} = \frac{\text{perkiraan kebutuhan air}}{1000}$$

3. Menghitung volume agregat kasar dengan cara :

$$\text{Volume air} = \frac{\text{jumlah agregat kasar}}{\text{berat jenis agregat kasar} \times 1000}$$

4. Berdasarkan tabel 4.6 banyaknya kadar udara dalam beton berdasarkan volume material maksimum adalah 2%.

5. Menghitung volume padat bahan selain agregat halus dengan cara :

$$\text{Volume selain agregat halus} = \text{volume semen} + \text{volume air} + \text{volume agregat kasar} + \text{kadar udara 2\%}$$

6. Menghitung volume agregat halus dengan cara :

$$\text{Volume agregat halus} = 1 - \text{volume padat selain agregat halus}$$

7. Menghitung berat agregat halus dengan cara :

$$\text{Berat agregat halus} = \text{volume agregat halus} \times \text{berat jenis agregat halus} \times 1000$$

Tabel 4.11 Perencanaan volume material terkoreksi kadar udara

No.	Material	Volume	Satuan	Keterangan
1	Semen	0,138	m ³	Perhitungan
2	Air	0,205	m ³	Perhitungan
3	Agregat kasar	0,301	m ³	Perhitungan
4	Agregat halus dengan kadar udara sebesar 2%	0,02		Tabel 4.6
5	Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	0,665	m ³	Perhitungan
6	Volume agregat halus dibutuhkan	0,335	m ³	Perhitungan
7	Jadi berat agregat halus yang dibutuhkan	919,344	kg/m ³	Perhitungan

Sumber : Hasil Perhitungan (2015)

Tabel 4.12 Proporsi kebutuhan campuran setelah terkoreksi kadar udara

No	Material per m ³ Beton	Volume	Satuam
1	Semen	436,17	kg/m ³
2	Air	205,00	kg/m ³
3	Agregat kasar	814,48	kg/m ³
4	Agergat halus	919,34	kg/m ³
	Jumlah	2374,99	kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Pada Tabel 4.12 merupakan hasil dari perhitungan berat material penyusun beton normal setelah terkoreksi kadar udara. Dengan hasil semen 436,17 kg/m³, air 205 kg/m³, agregat halus 919,35 kg/m³, agregat kasar 814,48 kg/m³ dan total beratnya 2374,99 kg/m³.

4.2.1.3 Perencanaan Volume Material Setelah Terkoreksi Kadar Air

Perencanaan volume material setelah terkoreksi kadar air menghitung volume material berdasarkan kadar air dan absorpsi agregat. Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kadar agregat kasar dengan cara :

$$\text{Kadar kerikil} = \text{kadar kerikil awal} + \left(\frac{\text{kadar kerikil awal} \times \text{kadar air kerikil}}{100} \right) - \left(\frac{\text{kadar kerikil awal} \times \text{absorpsi kerikil}}{100} \right)$$

2. Menghitung kadar agregat halus dengan cara :

$$\text{Kadar pasir} = \text{kadar pasir awal} + \left(\frac{\text{kadar pasir awal} \times \text{kadar air pasir}}{100} \right) - \left(\frac{\text{kadar pasir awal} \times \text{absorpsi pasir}}{100} \right)$$

3. Menghitung perkiraan kebutuhan air yang ditambahkan dengan cara :

$$\text{Kadar pasir} = \text{air} - \left(\text{kerikil} \times \left(\frac{\text{kadar air kerikil}}{100} - \frac{\text{absorpsi kerikil}}{100} \right) \right) - \left(\left(\text{pasir} \times \left(\frac{\text{kadar air pasir}}{100} - \frac{\text{absorpsi}}{100} \right) \right) \right)$$

Tabel 4.13 Perhitungan volume material terkoreksi kadar air

Koreksi terhadap kadar air		Keterangan
Kadar air agregat kasar	0,23 %	Pengujian
Kadar air agregat halus	1,43 %	Pengujian
Absorpsi agregat kasar	1,67 %	Pengujian
Absorpsi agregat halus	7,60 %	Pengujian
1 Agregat kasar (basah)	802,69 kg/m ³	Perhitungan
2 Agregat halus (basah)	862,66 kg/m ³	Perhitungan
3 Perkiraan kebutuhan air yang ditambahkan	273,47 kg/m ³	Perhitungan

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Tabel 4.14 Proporsi kebutuhan campuran tahap akhir

No.	Material per m ³ Beton	Satuan
1	Semen	436,17 kg/m ³
2	Air	273,47 kg/m ³
3	Agregat kasar	802,69 kg/m ³
4	Agregat halus	862,66 kg/m ³
	Jumlah	2374,99 kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Tabel 4.15 Persentase serat benang gelas terhadap volume beton

No.	Kadar Benang Gelasan	Jumlah Benda Uji	Satuan
1	0 gr/m ³	8	Buah
2	300 gr/m ³	8	Buah
3	600 gr/m ³	8	Buah
4	900 gr/m ³	8	Buah
5	1200 gr/m ³	8	Buah

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Pada Tabel 4.15 merupakan hasil akhir dari perhitungan berat material penyusun beton normal. Dengan hasil semen 436,17 kg/m³, air 273,47 kg/m³, agregat halus 862,66 kg/m³, agregat kasar 802,69 kg/m³ dan total beratnya 2374,99 kg/m³.

4.2.2 Prosedur Pembuatan Benda Uji

a. Persiapan material

Sebelum melakukan pembuatan benda uji beberapa hal yang harus disiapkan terlebih adalah material seperti agregat halus, kerikil, semen, air, dan benang gelas. Selain itu alat yang dibutuhkan yaitu *mixer*, selang air, gelas ukur, timbangan. Kemudian timbang semua material, termasuk benang gelas sesuai perbandingan dan kapasitas komposisi bahan campuran beton pada tiap benda uji. Untuk menjaga kelembapannya material yang sudah ditimbang kemudian dimasukkan kedalam kresek.

b. Pencampuran material

Untuk tahapan pencampuran material penyusun beton adalah sebagai berikut :

1. Pertama masukkan agregat kasar dan agregat halus selama 5 menit kedalam *mixer*, kemudian nyalakan *mixer*.
2. Kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit dengan *mixer* terus berputar sampai tercampur rata.
3. Terakhir tambahkan semen kedalam *mixer* selama 5 menit.
4. Setelah material tercampur, tuang material kedalam wadah untuk uji *slump*.
5. Setiap 1 adukan campuran yang dimasukkan ke dalam mixer adalah 5 campuran benda uji.



Gambar 4.1 Proses pencampuran material.

c. Pencetakan benda uji

Setelah pencampuran selesai dan uji slump sesuai perencanaan, tuangkan adukan beton ke dalam cetakan besi yang sudah di olesi dengan oli

sebelumnya. Campuran dituang ke dalam cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Kemudian dirojok sekaligus memasukkan serat benang gelas dengan tiap memasukkan $1/3$, $2/3$, dan $3/3$ (penuh) kedalaman ditumbuk 25 kali secara merata sampai cetakan benda uji terisi penuh.



Gambar 4.2 Menuangkan campuran dan benang gelas kedalam cetakan.

d. Pembongkaran dan perawatan benda uji

Setelah campuran beton dimasukkan dalam cetakan tunggu 1 hari sampai beton mengeras, kemudian bongkar cetakan dan keluarkan benda uji dari dalam cetakan kemudian lakukan curing atau benda uji direndam dalam air hingga 1 hari sebelum pengujian. Curing bertujuan untuk menjaga kelembaban permukaan beton agar proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.



(a). Pembongkaran benda uji. (b). Benda uji setelah dilakukan curing.

Gambar 4.3 Proses pembongkaran dan perawatan benda uji.

4.3 Pengujian Beton

4.3.1 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan setiap kali pengadukan campuran beton, yaitu sebanyak 8 kali.

Tabel 4.16 Hasil pengujian *slump* setiap adukan.

No	Benda Uji	Hasil Pengujian	Satuan
1	Adukan 1	7,8	cm
2	Adukan 2	8,5	cm
3	Adukan 3	8	cm
4	Adukan 4	9,2	cm
5	Adukan 5	8,5	cm
6	Adukan 6	8	cm
7	Adukan 7	8,7	cm
8	Adukan 8	9	cm

Sumber : Hasil Penelitian (2015)

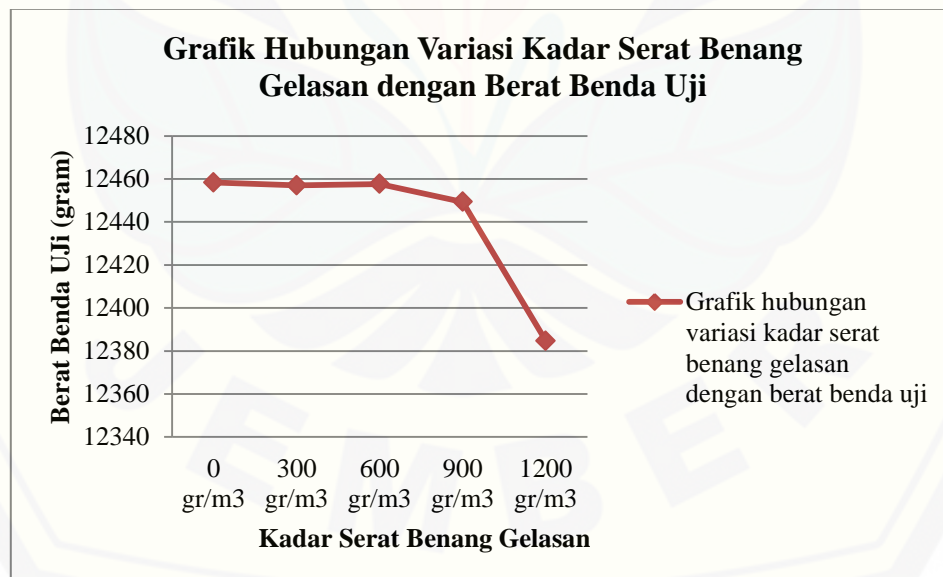
Tabel 4.16 menunjukkan nilai hasil pengujian *slump* setiap adukan sebanyak delapan kali adukan campuran beton. Nilai terendah *slump* adalah 7,8 cm dan nilai tertinggi 9,2 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *slump* telah memenuhi perencanaan *slump* dengan nilai 7,5 cm – 10 cm. Setiap adukan campuran mewakili 5 variasi kadar serat benang gelas untuk menjaga perlakuan setiap variasi kadar serat agar tetap sama.

4.3.2 Pengujian Berat Benda Uji

Tabel 4.17 Hasil pengujian berat untuk tiap perlakuan benda uji.

No	Kadar Serat	Berat Benda Uji	Satuan
1	0 gr/m ³	12458,33	Gr
2	300 gr/m ³	12457	Gr
3	600 gr/m ³	12457,67	Gr
4	900 gr/m ³	12432,33	Gr
5	1200 gr/m ³	12384,67	Gr

Sumber : Hasil penelitian (2015)



Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap berat beton rata-rata.

Dari hasil penimbangan berat beton pada Tabel 4.17 untuk tiap perlakuan penambahan serat dihitung berat rata-ratanya. Beberapa benda uji memiliki berat hampir sama, dan beberapa lainnya mengalami penurunan cukup besar. Pada kadar serat 0 gr/m^3 , 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 tidak mengalami penurunan yang cukup besar bahkan hampir sama, yaitu 2458.33 gr , 2457 gr dan 2457.67 gr . Namun pada kadar serat 600 gr/m^3 , 900 gr/m^3 , 1200 gr/m^3 mengalami penurunan cukup besar yaitu 2457.67 gr , 2432.33 gr , dan 2384.67 gr .

. Dari Gambar 4.4 yang menunjukkan grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap berat beton rata-rata di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar serat benang gelas pada beton maka akan semakin rendah pula berat beton tersebut. Hal ini dikarenakan benang gelas memiliki berat jenis yang jauh lebih kecil daripada material beton yang lain.

4.3.4 Pengujian Kuat Tarik Belah



Gambar 4.5 Pengujian kuat tarik belah beton.

Contoh pengujian kuat tarik belah silinder diam. 15 cm dan tinggi 30 cm :

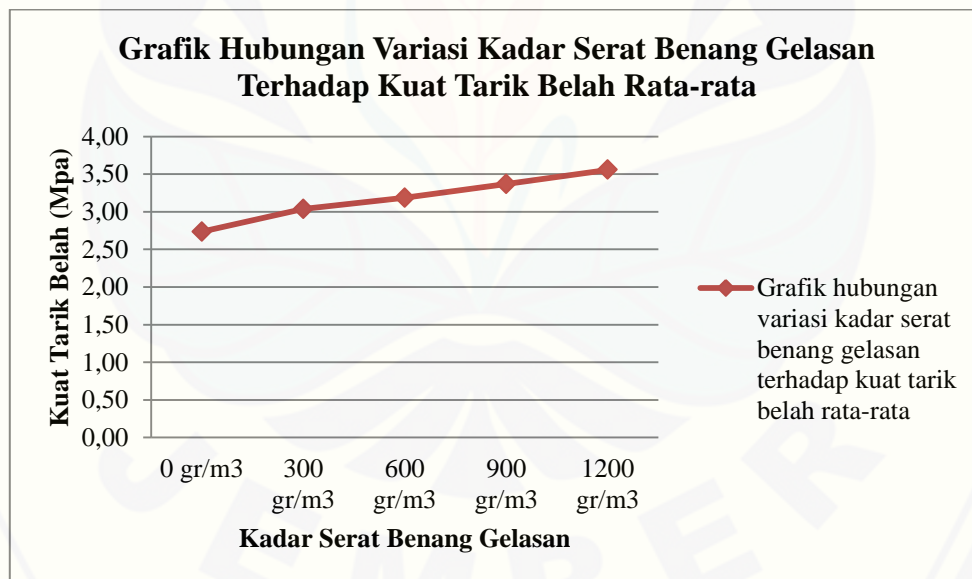
$$P = 215,14 \text{ kN} = 215.140 \text{ N}$$

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} = \frac{2 \times 215.140}{\pi \times 300 \times 150} = 3,04 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.18 Hasil kuat tarik belah rata-rata untuk tiap perlakuan benda uji.

No	Kadar Serat	Kuat Tarik Belah Rata-Rata	Satuan
1	0 gr/m ³	2,73	Mpa
2	300 gr/m ³	3,04	Mpa
3	600 gr/m ³	3,18	Mpa
4	900 gr/m ³	3,37	Mpa
5	1200 gr/m ³	3,56	Mpa

Sumber : Hasil Penelitian (2015)



Gambar 4.6 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap kuat tarik belah beton rata-rata.

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.18 diperoleh nilai kuat tarik belah dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ berturut-turut sebesar 2.73 Mpa, 3.04 Mpa, 3.18 Mpa, 3.37 Mpa dan 3.56 Mpa.

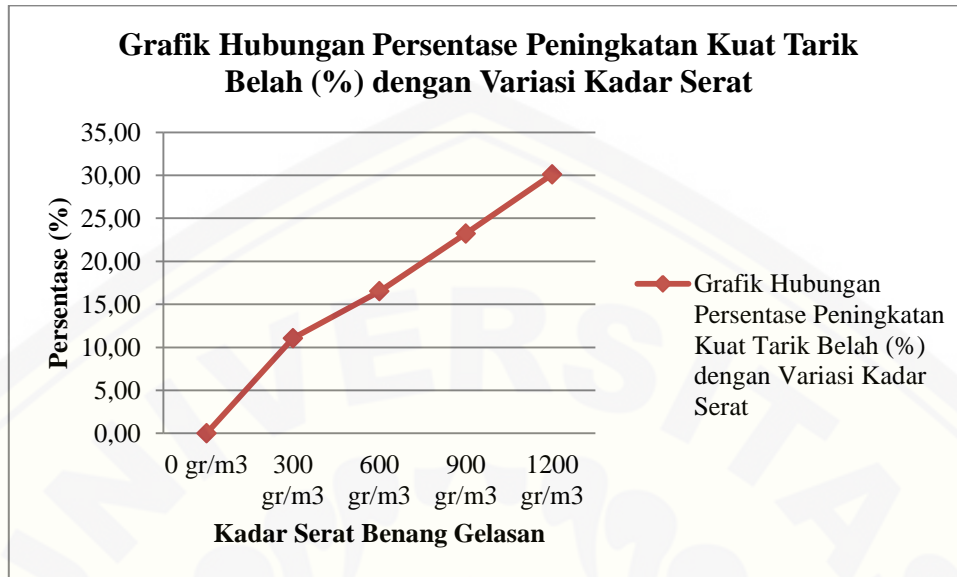
Grafik yang terdapat pada Gambar 4.6 menunjukkan adanya penambahan variasi serat benang gelas pada beton normal mempengaruhi nilai kuat tarik belah beton tersebut. Dari hasil penelitian menunjukkan naiknya nilai kuat tarik belah beton setelah ditambahkan serat benang gelas. Hal ini dikarenakan benang gelas bersifat lentur atau tidak mudah getas. Sehingga semakin banyak serat benang gelas akan menaikkan kuat tarik belah beton.

Untuk persentase peningkatan kuat tarik belah pada setiap perlakuan penambahan serat benang gelas dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.19 Persentase peningkatan kuat tarik belah terhadap beton normal dengan variasi kadar serat benang gelas.

No	Kadar Serat	Kuat Tarik Belah		Peningkatan (%)
		Rata-Rata	Satuan	
1	0 gr/m ³	2,73	Mpa	0,00
2	300 gr/m ³	3,04	Mpa	11,05
3	600 gr/m ³	3,18	Mpa	16,50
4	900 gr/m ³	3,37	Mpa	23,23
5	1200 gr/m ³	3,56	Mpa	30,10

Sumber : Hasil perhitungan (2015)



Gambar 4.7 Grafik hubungan persentase peningkatan kuat tarik belah (%) terhadap variasi kadar serat benang gelas.

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.19 menunjukkan bahwa penambahan serat benang gelas terhadap campuran beton normal mempengaruhi persentase peningkatan kuat tarik belah. Semakin banyak penambahan serat benang gelas maka peningkatan kuat tarik belah beton juga semakin besar.

Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 4.7 di atas menunjukkan peningkatan kuat tarik belah yang cukup stabil pada tiap variasi penambahan serat benang gelas, yaitu rata-rata peningkatan kuat tarik belahnya sebesar 7,52 % tiap penambahan benang gelas 300 gr/m³.

4.3.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan alat uji tekan digital.



Gambar 4.8 Pengujian kuat tekan beton.

Contoh pengujian kuat tekan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebagai berikut :

$$P = 374,26 \text{ kN} = 374.260 \text{ N}$$

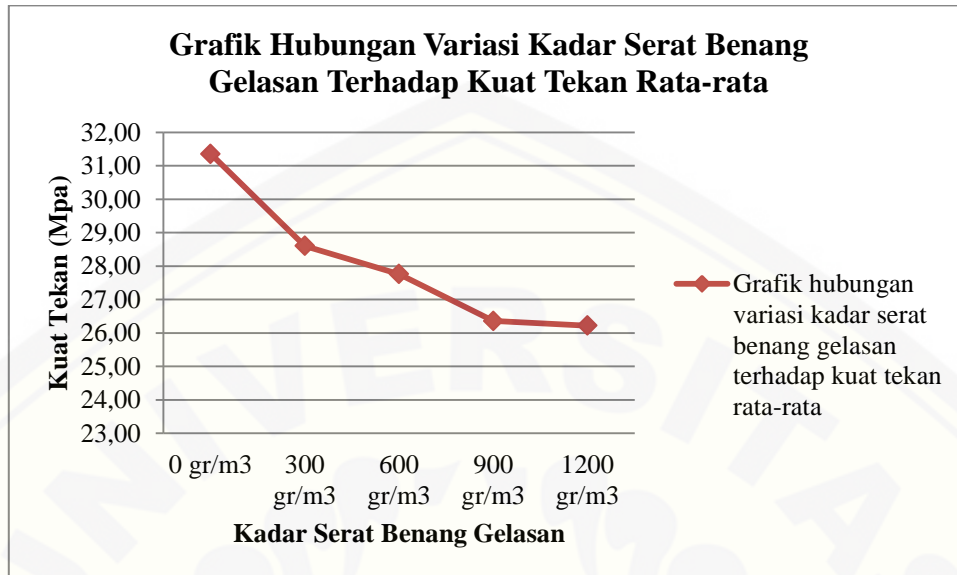
$$A = \pi \times 0,075^2 \times 100^2 = 17.662,5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{374.260}{17.662,5} = 21,19 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.20 Hasil kuat tekan rata-rata untuk tiap perlakuan benda uji.

No	Kadar Serat	Kuat Tekan Rata-Rata	Satuan
1	0 gr/m ³	31,35	Mpa
2	300 gr/m ³	28,60	Mpa
3	600 gr/m ³	27,76	Mpa
4	900 gr/m ³	26,36	Mpa
5	1200 gr/m ³	26,22	Mpa

Sumber : Hasil Penelitian (2015)



Gambar 4.9 Grafik hubungan variasi kadar serat benang gelas terhadap kuat tekan beton rata-rata.

Dari nilai hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 4.20, benda uji dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ termasuk beton normal, dimana kuat tekannya berkisar antara 15 Mpa sampai 30 Mpa.

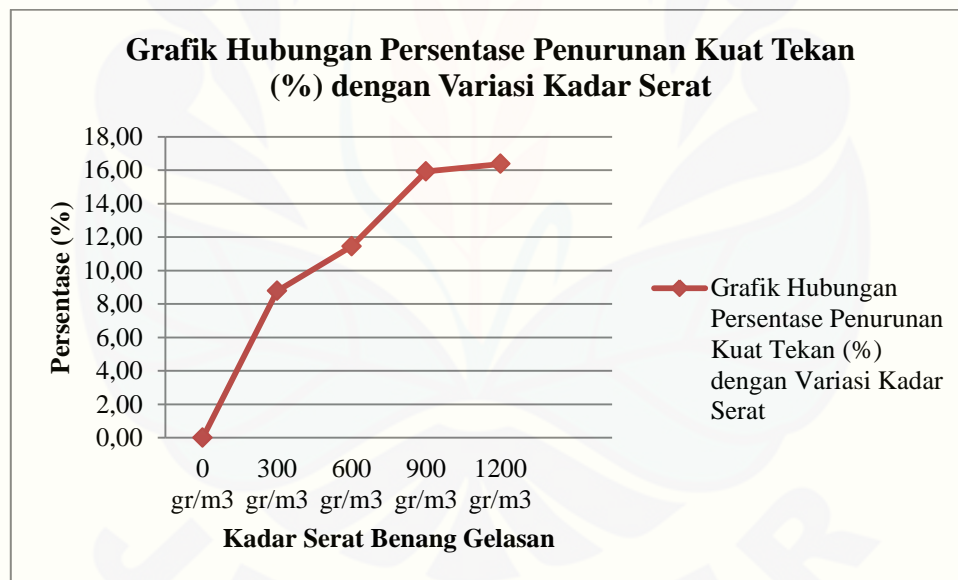
Dari grafik yang terdapat pada Gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan variasi serat benang gelas pada beton normal mempengaruhi nilai kuat tekan beton tersebut. Dari hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai kuat tekan beton setelah ditambahkan serat benang gelas. Hal ini bisa terjadi karena sifat benang gelas itu sendiri memiliki berat jenis yang jauh lebih kecil daripada material beton yang lain. Jadi semakin banyak serat benang gelas akan memperlemah kuat tekan beton. Selain itu pada saat pencampuran serat, ada beberapa benang gelas yang mengalami penggumpalan sehingga akan terbentuk rongga-rongga udara di dalam beton, sehingga semakin banyak serat yang ditambahkan akan semakin banyak juga rongga-rongga di dalam beton dan akan menurunkan mutu beton tersebut.

Untuk persentase penurunan kuat tekan pada setiap perlakuan penambahan serat benang gelas dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Persentase penurunan kuat tekan terhadap beton normal dengan variasi kadar serat benang gelas.

No	Kadar Serat	Kuat Tekan		Penurunan (%)
		Rata-Rata	Satuan	
1	0 gr/m ³	31,35	Mpa	0
2	300 gr/m ³	28,60	Mpa	8,77
3	600 gr/m ³	27,76	Mpa	11,44
4	900 gr/m ³	26,36	Mpa	15,92
5	1200 gr/m ³	26,22	Mpa	16,37

Sumber : Hasil perhitungan (2015)



Gambar 4.10 Grafik hubungan persentase penurunan kuat tekan (%) terhadap variasi kadar serat benang gelas.

Grafik yang terdapat pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa penambahan serat benang gelas terhadap campuran beton normal mempengaruhi persentase

penurunan kuat tekan. Semakin banyak penambahan serat benang gelas maka penurunan kuat tekan beton juga semakin besar.

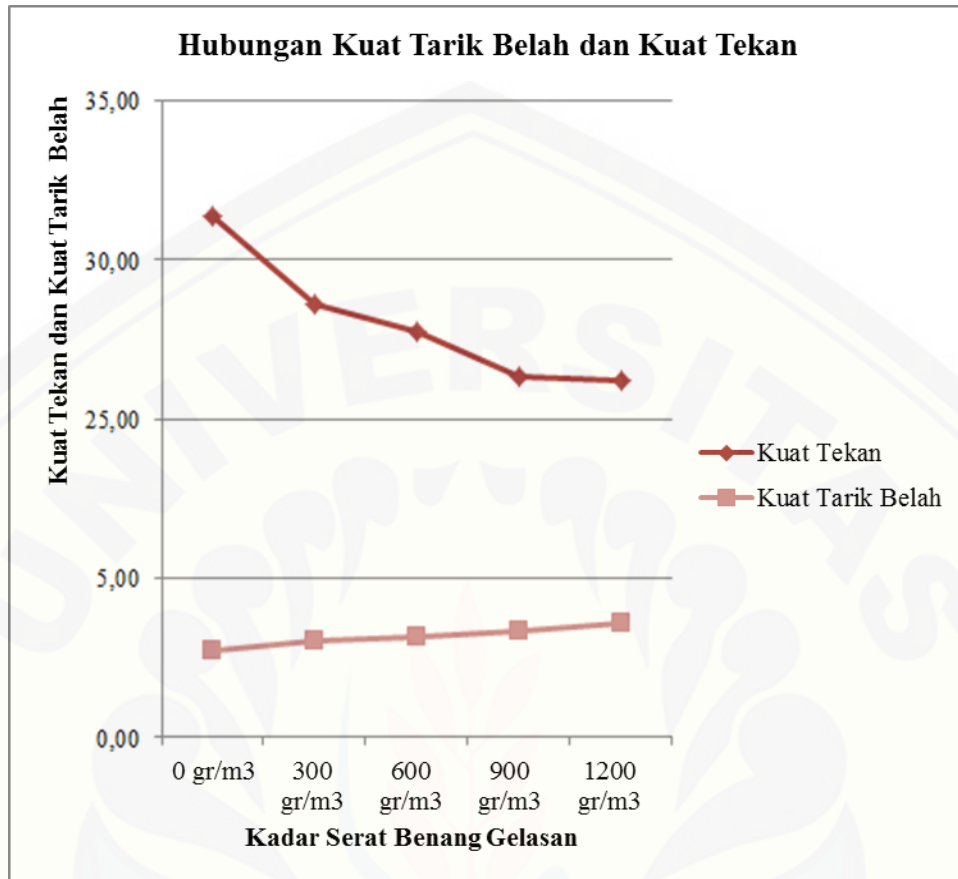
Tingkat penurunan kuat tekannya cukup variatif, beberapa benda uji mengalami penurunan cukup besar dan beberapa yang lain mengalami penurunan sangat kecil. Penurunan yang cukup besar terjadi pada beton normal dengan penambahan 300 yaitu penurunan terjadi sebesar 8,77 %. Penurunan yang sangat kecil terjadi pada penambahan serat 900 gr/m³ kemudian 1200 gr/m³ yang mengalami penurunan 15,92 % kemudian 16,37 % yang selisihnya hanya 0,45 %. Penurunan rata-rata kuat tekan beton tiap penambahan benang gelas 300 gr/m³ adalah 2,53 %.

4.3.5 Hubungan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan

Tabel 4.22 Hubungan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan

No	Kadar Serat	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (Mpa)	Presentase Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan (%)
1	0 gr/m ³	31,35	2,73	8,718811
2	300 gr/m ³	28,60	3,04	10,61389
3	600 gr/m ³	27,76	3,18	11,47063
4	900 gr/m ³	26,22	3,37	12,84735
5	1200 gr/m ³	26,36	3,56	13,49158

Sumber : Hasil perhitungan (2015)



Gambar 4.11 Grafik hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.22, diperoleh persentase rata-rata kuat tarik belah terhadap kuat tekan adalah 11,43 %. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah pada beton serat benang gelas sudah memenuhi persamaan rumus : $0,1 f_{c_i} < f_{ct} < 0,2 f_{c_i}$ atau dengan kata lain kuat tarik belah adalah 10 % sampai 20% dari kuat tekan (Khairoel Marzuki, 2009).

Grafik yang terdapat pada Gambar 4.11 menunjukkan pengaruh penambahan serat benang gelas terhadap kuat tarik belah dan kuat tekan beton, yaitu semakin banyak kadar serat benang gelas yang ditambahkan pada campuran beton normal, maka akan semakin tinggi kuat tarik belah beton tersebut, namun nilai kuat tekannya akan semakin kecil.

4.3.6 Standar Deviasi

Tabel 4.23 Nilai Standar Deviasi Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian

Mutu Pekerjaan

No	Tingkat Pengendalian Mutu Pengerjaan	Standar Deviasi (Mpa)
1	Memuaskan	2,8
2	Sangat Baik	3,5
3	Baik	4,2
4	Cukup	5,6
5	Jelek	7,0
6	Tanpa Kendali	8,4

Sumber : SK.SNI.T-15-1990-03

Tabel 4.24 Standar Deviasi Kuat Tekan

No	Kadar Serat	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi (Mpa)	Mutu Pengerjaan
1	0 gr/m ³	31,35	2,60	Memuaskan
2	300 gr/m ³	28,60	3,56	Baik
3	600 gr/m ³	27,76	1,91	Memuaskan
4	900 gr/m ³	26,36	3,36	Sangat Baik
5	1200 gr/m ³	26,22	4,57	Cukup

Sumber : Hasil perhitungan (2015)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.24, nilai standar deviasi sangat variatif, yaitu pada kadar serat 0 gr/m³ dan 600 gr/m³ mutu pengerjaan memuaskan, pada kadar serat 300 gr/m³ mutu pengerjaan baik, pada kadar serat 900 gr/m³ mutu pengerjaan sangat baik, dan pada kadar serat 1200 gr/m³ mutu pengerjaan cukup.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ diperoleh nilai kuat tarik belah sebesar 2.73 Mpa, 3.04 Mpa, 3.18 Mpa, 3.37 Mpa dan 3.56 Mpa. Dari hasil tersebut peningkatan yang terjadi secara berturut-turut rata-rata adalah sebesar 7.55%.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan kadar serat 0 gr/m³, 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ dan 1200 gr/m³ diperoleh nilai kuat tekan sebesar 31.35 Mpa, 28.60 Mpa, 27.76 Mpa, 26.36 Mpa dan 26.22 Mpa. Dari hasil tersebut penurunan yang terjadi secara berturut-turut rata-rata adalah sebesar 2.53%.
3. Hasil pengujian kuat tarik belah beton yang paling besar dari 5 benda uji tersebut adalah pada kadar serat benang gelas 1200 gr/m³ dengan nilai 3,56 Mpa namun nilai kuat tekannya tidak bisa mendapatkan nilai optimal karena nilai kuat tekannya paling rendah diantara yang lain yaitu sebesar 26,22 Mpa.

5.2 Saran

Saran yang terkait dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan adalah :

1. Untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan variasi kadar serat benang gelas yang lebih banyak agar diketahui kadar serat optimalnya untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah maksimal.

2. Perlu diperbaiki rencana campuran beton dan metode pelaksanaan pembuatan beton agar bisa mendapatkan kuat tarik belah maksimal dan kuat tekan sesuai dengan rencana.
3. Pada saat pancampuran benang gelas ke dalam cetakan, lebih diperbanyak lagi pembagian lapisan benda uji, agar beton tercampur dengan benang gelas secara merata.
4. Untuk benda uji kuat tekan dan kuat tarik belah sebaiknya berasal dari 1 pengadukan, untuk menjaga perlakuan setiap benda uji agar tetap sama.
5. Hasil penelitian ini bisa diterapkan pada struktur bangunan plat atau balok yang tidak memerlukan kuat tekan terlalu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Y.L.D., Basuki, T. 2004. "Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kinerja Beton". *Media Komunikasi Teknik Sipil*. Volume 12, No. 2, Edisi XXIX Juli 2004.
- Badan Standardisasi Nasional. 1990. *Standar Nasional Indonesia: Metode Pengujian Slump Beton*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2001. *Standar Nasional Indonesia: Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Standar Nasional Indonesia: Semen Portland*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia: Spesifikasi Air Pencampur yang Digunakan dalam Produksi Beton Semen Hidraulis (ASTM C1602-06, IDT)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Standar Nasional Indonesia: Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Dewan Standardisasi Nasional. 1990. *Standar Nasional Indonesia: Besar Butiran Agregat untuk Aduk dan Beton*. Jakarta: DSN.
- Kurniawan, A. 2012. *Mix Design Beton American Association (ACI) Metode Absolute Volume*. <http://aprekcil.blogspot.com/2012/02/b-mix-design-beton-american-association.html> [12 Februari 2014].

- Kusuma, D. 2012. *Peranan Air dalam Pembuatan Beton*. [https://dwikusumadpu.wordpress.com/tag/syarat-air-untuk-pembuatan beton/](https://dwikusumadpu.wordpress.com/tag/syarat-air-untuk-pembuatan-beton/) [12 Maret 2015].
- Lim, Y., Adian, D. 1996. “Studi Penggunaan Serat Polypropylene dan Nylon Untuk Memperbaiki Kinerja Beton Normal dan Beton Kinerja Tinggi”. Seminar Ilmiah PPSM 1996 ITB.
- Marzuki, Khairoel. 2009. “*Pengujian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Menggunakan Serat Ropping Marzuki, Khairoel. 2009 Pada Beton*”. Universitas Jember
- Nawvy, Edward G. 2008. “*Concrete Construction Engineering Handbook Second Edition*”. CRC Press
- Proyek Sipil. 2013. *Cara Menghitung Standard Deviasi dan Hasil Uji Kuat Tekan Beton*. <http://proyeksipil.blogspot.com/2013/05/cara-menghitung-standard-deviasi-dan.html> [5 Januari 2014].

LAMPIRAN A

PENGUJIAN SEMEN

1. Berat Jenis Semen

Tabel A.1 Berat jenis semen (ASTM C 188 78)

Percobaan	Berat jenis			Rata-rata
	I	II	III	
Berat asli (W1), gram	50	50	50	50
Berat picno+minyak+semen (W2), gram	151,3	149,3	148,8	149,1
Berat picno +minyak (W3), gram	114,6	112,7	110,3	112,5
Berat jenis = $\frac{0,8 \times W1}{W1-W2+W3}$	3,007	2,985	3,478	3,157

Berat Jenis semen rata-rata : 3,157

Tabel A.2 Berat volume semen (ASTM C 187 – 79)

Percobaan	tanpa rojokan (g/cm ³)		Dengan rojokan (g/cm ³)	
	I	II	I	II
Berat silinder (W1)	6.900	6.900	6.900	6.900
Berat silinder + semen (W2)	10.530	10.250	10.600	10.780
Berat semen (W2)	3.630	3.350	3.700	3.880
Volume silinder, cm ³	2757,17	2757,17	2757,17	2757,17
Berat volume = $\frac{W2-W1}{vol}$	1,317	1,215	1,342	1,407
Rata-rata	1,2660		1,3745	

Berat volume rata-rata :

Tanpa rojokan : 1,2660

Dengan rojokan : 1,3745

LAMPIRAN B**PENGUJIAN AGREGAT KASAR****ANALISA SARINGAN KERIKIL**

Saringan		Berat saringan	Berat saringan	Berat pasir tertinggal		% kumulatif	
No.	mm	(gram)	+ pasir	gram	%	Tertinggal	Lolos
3/4"	19	545	545	0	0	0	100
3/8"	9,5	439	1342,6	903,6	30,12	30,12	69,88
4	4,75	425	1982,2	1557,2	51,91	82,03	17,97
8	2,36	416	947	531	17,70	99,73	0,27
16	1,18	419	423,2	4,2	0,14	99,87	0,13
30	0,6	416	416,6	0,6	0,02	99,89	0,11
50	0,3	393	393,4	0,4	0,01	99,91	0,09
100	0,15	392	392,3	0,3	0,01	99,92	0,08
pan	0	457	459,5	2,5	0,08	100,00	0
Jumlah				2999,8	100		

Pengujian Berat Jenis (BJ) Kerikil

Percobaan	1	2	3
Berat kerikil di udara (W1) gram	3000	3000	3000
Berat kerikil di air (W2) gram	1888	1893	1885
Berat Jenis Kerikil	2,70	2,71	2,69
Rata-rata	2,70		

Pengujian Berat Volume (BV) Kerikil

Percobaan	Dengan rojokan		Tanpa rojokan	
	1	2	1	2
Berat silinder (W1)	10,2	10,2	10,2	10,2
Berat silinder +Berat Pasir (W2)	32,13	32,05	28,83	28,49
Berat pasir (W3 = W2 - W1)	21,93	21,85	18,63	18,29
Volume silinder (V)	0,0152	0,0152	0,0152	0,0152
Berat volume BV = (W3/V)	1439,560	1434,309	1222,937	1200,618
Rata-rata	1436,9344		1211,7775	

Keterangan :

Diameter Silinder (cm)		Tinggi Silinder (cm)	
1	25,82	1	29,41
2	25,59	2	29,33
Rata-rata	25,705	Rata-rata	29,37

Rumus Volume Silinder

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$V = 15233,82 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,0152 \text{ m}^3$$

Pengujian Kelembaban Kerikil

Percobaan	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	500	500	500
Berat Pasir Oven (W2)	498,7	498,9	499
Kelembaban Pasir $((W1-W2)/W2) \times 100$	0,2607	0,2205	0,2004
Rata-rata (%)	0,2272		

Pengujian air resapan kerikil

Percobaan	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	500	500	500
Berat Pasir Oven (W2)	492,1	491,8	491,4
Kelembaban Pasir $((W1-W2)/W2) \times 100$	1,6054	1,6673	1,7501
Rata-rata (%)	1,6743		

LAMPIRAN C

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Analisa Saringan Pasir

Saringan No.	Berat saringan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat saringan + pasir	Berat pasir tertinggal		% kumulatif	
				gram	%	Tertinggal	Lolos
4	4,76	425	431,6	6,6	0,66	0,66	99,34
8	2,38	416	446	30	3,00	3,66	96,34
16	1,19	419	467	48	4,80	8,47	91,53
30	0,59	416	599,7	183,7	18,39	26,85	73,15
50	0,297	393	904,8	511,8	51,23	78,08	21,92
100	0,149	392	600,7	208,7	20,89	98,97	1,03
pan	0	457	467,3	10,3	1,03	100,00	0,00
jumlah				999,1	100,00		

Pengujian Berat Jenis Pasir

Percobaan	1			2			3		
Berat picnometer + pasir + air (W2)				167,8	165,8	166,9			
Berat Semen (W1)				50	50	50			
Berat Picnometer + air (W3)				136,1	135,1	134,1			
Berat Jenis Semen ($W1/(W1-W2+W3)$)				2,7322	2,5907	2,9070			
Rata-rata					2,7433				

Pengujian Berat Volume (BV) Pasir

Percobaan	Dengan rojokan		Tanpa rojokan	
	1	2	1	2
Berat silinder (W1)	7,2	7,2	7,2	7,2
Berat silinder +Berat Pasir (W2)	20,99	21,3	19,57	19,95
Berat pasir (W3 = W2 - W1)	13,79	14,1	12,37	12,75
Volume silinder (V)	0,0096	0,0096	0,0096	0,0096
Berat volume BV = (W3/V)	1429,401	1461,534	1282,211	1321,6
Rata-rata		1445,467359		1301,9053

Keterangan :

Diameter Silinder (cm)		Tinggi Silinder (cm)	
1	21,82	1	25,47
2	22,16	2	25,36
Rata-rata	21,99	Rata-rata	25,415

Rumus Volume Silinder

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$V = 9647,398754 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,0096 \text{ m}^3$$

Pengujian Kelembaban Pasir

Percobaan	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	250	250	250
Berat Pasir Oven (W2)	246,3	246,6	246,5
Kelembaban Pasir $((W1-W2)/W2) \times 100$	1,5022	1,3788	1,4199
Rata-rata (%)	1,4336		

Pengujian air resapan pasir

Percobaan	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	100	100	100
Berat Pasir Oven (W2)	93,68	92,56	92,58
Kelembaban Pasir $((W1-W2)/W2) \times 100$	6,7464	8,0380	8,0147
Rata-rata (%)	7,5997		

Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Tinggi Pasir	4,7	cm
Tinggi Lumpur	0,5	mm
	0,05	cm
Kadar Lumpur =	0,83	%

LAMPIRAN D

PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON

Tabel D.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Kadar	0 kg/m ³		300 kg/m ³		600 kg/m ³		900 kg/m ³		1200 kg/m ³	
	Berat (gr)	Uji Tarik (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tarik (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tarik (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tarik (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tarik (Mpa)
1	12450	2,97	12500	2,82	11900	3,08	12100	3,26	11670	3,28
2	12200	2,99	12150	3,16	12200	3,10	12100	3,28	12420	3,80
3	12500	2,75	12190	3,15	12510	3,14	12100	3,45	12250	3,29
4	12450	2,76	12790	3,04	12730	3,42	12100	3,58	12700	3,85
5	12150	2,20	12390	3,01	12500	3,18	12100	3,27	12540	3,57
Rata-rata	12350	2,73	12404	3,04	12368	3,18	12100	3,37	12316	3,56

Sumber : Hasil Penelitian (2015)

LAMPIRAN E

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Tabel D.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Kadar	0 kg/m ³		300 kg/m ³		600 kg/m ³		900 kg/m ³		1200 kg/m ³	
	Berat (gr)	Uji Tekan (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tekan (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tekan (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tekan (Mpa)	Berat (gr)	Uji Tekan (Mpa)
NO										
1	12600	34,34	12530	31,76	12650	27,81	12420	28,78	12360	30,45
2	12580	30,15	12440	24,74	12440	29,65	12400	27,78	12420	26,83
3	12520	29,57	12560	29,31	12450	25,83	12670	22,52	12580	21,38
Rata-rata	12566,67	31,35	12510	28,60	12513,33	27,76	12496,67	26,36	12453,33	26,22

Sumber : Hasil Penelitian (2015)

LAMPIRAN F

FOTO-FOTO PELAKSANAAN PENELITIAN



Gambar F.1 Menyiapkan cetakan silinder



Gambar F.2 Memasukkan material ke dalam *mixer*



Gambar F.3 Pengujian *slump*



Gambar F.4 Memasukkan benang gelasan ke dalam campuran beton



Gambar F.5 Menimbang benda uji yang sudah siap diuji



Gambar F.6 Pengujian kuat tarik belah beton