TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *FIBERGLASS* DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN, MODULUS ELASTISITAS, DAN KUAT TARIK BELAH BETON

(*THE EFFECT OF THE ADDITION FIBERGLASS AND SUPERPLACTICIZER ON THE CONCRETE COMPRESSION TENSILE, MODULUS OF ELASTICITY, AND TENSILE STRENGTH)*

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Irfan Fadhlurrohman
18511274

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *FIBERGLASS* DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN, MODULUS ELASTISITAS, DAN KUAT TARIK BELAH BETON

(*THE EFFECT OF THE ADDITION FIBERGLASS AND SUPERPLACTICIZER ON THE CONCRETE COMPRESSION TENSILE, MODULUS OF ELASTICITY, AND TENSILE STRENGTH)*

Disusun oleh

Irfan Fadhlurrohman
18511274

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 4 Oktober 2022

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji 1	Penguji II
Jafar, S.T., M.T., MURP.	**Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.**	**Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.**
NIK: 185111305	**NIK: 885110105**	**NIK: 185111302**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng.
NIK: 095110101

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan kaya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 1 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Irfan Fadhlurrohman

(18511274)

DEDIKASI

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya dan limpahan rahmatnya dan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Rustono dan Ibu Sumiyati sebagai orang tua penulis yang selalu mendoakan, memberi semangat dan dukungan, serta pengorbanan yang tidak akan bisa tergantikan selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Iqbal Rachmanto sebagai kakak laki-laki yang selalu mendoakan dan memberi dukungan selama saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Pak Darusallam dan Pak Suwarno sebagai laboran yang selalu senantiasa memberikan pemahaman dan bimbingan selama melakukan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik.
4. Armetha Rizqia Sari, S.Ak. yang senantiasa menemani, memberikan dukungan, motivasi, doa dan bantuan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Fakhri, Adlu, Hendrix, Kisna yang selalu membantu saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Teknik Sipil 2018 yang telah membantu di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dari awal berjalannya proses penelitian sampai selesainya pengujian.

   Semua teman-teman yang tidak disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas kontribusi dan dukungan yang diberikan hingga Tugas Akhir ini selesai.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan limpahan rahmatnya saya telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Penambahan Serat *Fiberglass* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Dan Kuat Tarik Belah Beton" secara maksimal. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan dan curahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat beberapa hambatan yang dihadapi, namun berkat saran, kritik, dan dorongan dari berbagai pihak, Alhamdulillah dapat diselesaikan. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang terlibat dan senantiasa memberi dukungan kepada penulis selama proses penyusunan hingga selesainya Tugas Akhir.

1. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Jafar, S.T, M.T., MURP. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, nasihat, saran, dan dorongan yang diberikan kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Helmy Akbar Bale, M.T. selaku Dosen Penguji I pada Sidang Tugas Akhir saya.
4. Malik Mushthofa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji II pada Sidang Tugas Akhir saya.
5. Bapak Darussalam dan Suwarno selaku Laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta yang telah mendampingi dan membantu selama proses pengujian.

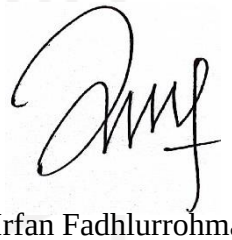
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Rustono dan Ibu Sumiyati yang selalu memberi dukungan, doa, dan semangat kepada saya selama proses penyusunan sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Iqbal Rachmanto selaku kakak yang selalu memberi dukungan selama proses penyusunan sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Sipil 2018 yang selalu memberi dukungan dan semangat selama proses penyusunan sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis memohon maaf dan mengharapkan kritik serta saran yang diberikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarata, 1 Oktober 2021

Penulis,



Irfan Fadhlurrohman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu `dengan Penelitian yang Dilakukan 7
2.3 Keaslian Penelitian 11
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1 Umum 12
3.2 Bahan Penyusun Beton 12
3.2.1 Agregat 12
3.2.2 Semen Portland 14
3.2.3 Air 15
3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*) 15
3.3 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design) 17

3.4 Uji *Slump* 24
3.5 Kuat Tekan Beton 24
3.6 Modulus Elastisitas 25
3.7 Kuat Tarik Belah Beton 26
BAB IV METODE PENELITIAN 27
4.1 Umum 27
4.2 Lokasi 27
4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian 27
4.3.1 Bahan yang Digunakan 27
4.3.2 Peralatan yang Digunakan 28
4.4 Tahap Penelitian 30
4.4.1 Persiapan Bahan 30
4.4.2 Pembuatan Benda Uji 36
4.4.3 Perawatan Benda Uji 38
4.4.4 Pengujian Benda Uji 38
4.5 Prosedur Pengujian 38
4.5.1 *Slump Test* 39
4.5.2 Kuat Tekan Beton 39
4.5.3 Modulus Elastisitas 39
4.5.4 Kuat Tarik Belah Beton 40
4.6 Bagan Alir Penelitian 41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 44
5.1 Umum 44
5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat 44
5.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus 44
5.2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar 51
5.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) 57
5.4 Hasil Uji *Slump* 65
5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 68
5.6 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas 73

5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton 80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 87
6.1 Kesimpulan 87
6.2 Saran 88
DAFTAR PUSTAKA 89
LAMPIRAN 91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Dilakukan	8
Tabel 3.1	Faktor Pengali untuk Deviasi Standar bila data hasil yang tersedia kurang dari 30	17
Tabel 3.2	Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton dengan Faktor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	18
Tabel 3.3	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	19
Tabel 3.4	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan aduka beton	20
Tabel 3.5	Penetapan Nilai *Slump*	24
Tabel 4.1	Rincian Sampel Pengujian Beton	36
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Analisis Perhitungan Saringan Agregat Halus	47
Tabel 5.3	Daerah Gradasi Agregat Halus	48
Tabel 5.4	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus	49
Tabel 5.5	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus	50
Tabel 5.6	Hasil Pemeriksaan Lolos Saringan No.200 Agregat Halus	51
Tabel 5.7	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	52
Tabel 5.8	Hasil Pemeriksaan Analisis Perhitungan Saringan Agregat Kasar	54
Tabel 5.9	Daerah Gradasi Agregat Kasar	54
Tabel 5.10	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar	56
Tabel 5.11	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar	56
Tabel 5.12	Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Mix Design*	62
Tabel 5.13	Rekapitulasi Proporsi Campuran	65
Tabel 5.14	Hasil Uji *Slump*	65
Tabel 5.15	Sisa Penggunaan Air	66
Tabel 5.16	Persentase Penyerapan Air pada Variasi *Fiberglass*	67
Tabel 5.17	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	69

Tabel 5.18 Persentase Penurunan Nilai Kuat Tekan Beton Kadar *Fiberglass* Terhadap Beton Normal 71
Tabel 5.19 Rekapitulas Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan 74
Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Modulus Elastisitas Umur 28 Hari 77
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton 81
Tabel 5.22 Hubungan Nilai Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Beton pada Penambahan *Fiberglass* 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Serat *Fiberglass*	16
Gambar 3.2	*Superplasticizer*	16
Gambar 3.3	Grafik Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm)	19
Gambar 3.4	Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Agregat (Ukuran Butir Maksimum 10 mm)	21
Gambar 3.5	Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20 mm)	21
Gambar 3.6	Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Agregat (Ukuran Butir Maksimum 40 mm)	22
Gambar 3.7	Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah	23
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 5.1	Grafik Gradasi Agregat Halus Daerah II	48
Gambar 5.2	Grafik Gradasi Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm	55
Gambar 5.3	Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20 mm)	59
Gambar 5.4	Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah	60
Gambar 5.5	Pengaruh Kadar Penambahan *Fiberglass* Terhadap FAS	66
Gambar 5.6	Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari	71
Gambar 5.7	Sampel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	72
Gambar 5.8	Grafik Tegangan-Regangan Sampel BN1	76
Gambar 5.9	Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Kadar Penambahan *Fiberglass*	79
Gambar 5.10	Pengaruh Kadar Penambahan *Fiberglass* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton	83
Gambar 5.11	*Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF1	85
Gambar 5.12	*Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF3	85
Gambar 5.13	*Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF6	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Izin Penggunaan Laboratorium	92
Lampiran 2	Laporan Sementara Hasil Pengujian Agregat	94
Lampiran 3	Laporan Sementara Hasil *Mix Design*	109
Lampiran 4	Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	110
Lampiran 5	Laporan Sementara Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	112
Lampiran 6	Laporan Sementara Hasil Kuat Tarik Belah Beton	175
Lampiran 7	Gambar Pengujian	177

ABSTRAK

Beton adalah gabungan dari agregat halus, agregat kasar, semen, air, dan campuran lainnya seperti bahan tambah lainnya sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Beton memiliki beberapa kelebihan yaitu kuat tekan tinggi, harga relatif murah, mudah dalam pengerjaan dan perawatan, serta mudah dibentuk. Diantara beberapa kelebihan, beton juga memiliki kekurangan yang dimana kuat tarik yang rendah. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, dilakukan inovasi dengan penambahan serat dalam campuran beton. Serat *fiberglass* merupakan inovasi yang dilakukan sebagai bahan penambahan substitusi agregat. Kadar serat *fiberglass* yang digunakan yaitu sebesar 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%; dan 1,5% dari berat agregat. Selain penambahan serat, terdapat bahan tambah yang memiliki fungsi dapat mengurangi penggunaan air yaitu *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang digunakan yaitu sebesar 0,6% dari berat semen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar optimum penambahan serat *fiberglass* pada kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton serta pengaruhnya. Benda uji dalam penelitian menggunakan silinder berukuran 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 49 sampel dengan umur beton 28 hari. Perhitungan perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 2834-2000 dengan kuat rencana 25 MPa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton dengan penambahan serat *fiberglass* sebesar 0,9% didapatkan kuat tekan optimum yaitu sebesar 24,91 MPa, modulus elastisitas optimum dengan penambahan serat *fiberglass* 0,9% yaitu sebesar 32540,484 MPa, dan kuat tarik belah optimum dengan penambahan serat *fiberglass* 0,6% yaitu sebesar 2,75 MPa. Pengaruh penambahan *fiberglass* pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Untuk nilai kuat tekan beton hasilnya tidak mencapai mutu rencana, namun nilai yang didapatkan meningkat.

Kata Kunci: *Fiberglass*, *Superplasticizer*, Kuat tekan beton, Modulus elastisitas, Kuat tarik beton

ABSTRACT

Concrete is a combination of fine aggregate, coarse aggregate, cement, water, and other added materials according to construction needs. Concrete offers a number of benefits, including a high compressive strength, a reasonably low cost, ease of use and maintenance, and simple to form. In addition to its multiple benefits, concrete also has a weakness, namely a lower tensile strength. To overcome these issues, innovations were made by adding fiber in the concrete mixture. Fiberglass is an innovation made as an addition to aggregate substitution. The fiber content of fiberglass used is 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%; and 1,5% by weight of aggregate. In addition to fiber, there is an additional ingredient called superplasticizer that can reduce use water. The superplasticizer used is 0,6% of cement by weight. This research aims to determine the optimum level of fiberglass addition and its impact on concrete's compressive strength, elastic modulus, and split tensile strength. The specimens in this research consist of 49 samples of concrete aged 28 days with a clylindrical diameter of 150 mm and a height of 300. Concrete mix planning calculations are based on SNI 2834-2000, which has a design strength of 25 MPa.

The results of this research concluded that adding 0,9% fiberglass to concrete produced the mixture's optimum compressive strength of 24,91 MPa, 0,9% fiberglass fiber produced the optimum elastic modulus of 32540,484 MPa, and 0,6% fiberglass fiber produced the optimum split tensile strength of 2,75 MPa. The effect of adding fiberglass to the concrete mix has succesfully increased split tensile strenght of the concrete. The concrete compressive strength result doesn't reach the quality that was planned but still increased the compressive strength value.

Keywords: *Fiberglass, Superplasticizer, Concrete Compressive strength, Modulus of elasticity, Concrete tensile strength*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia sedang mengalami perkembangan yang pesat. Perkembangan tersebut berdampak terhadap kebutuhan penggunaan beton. Beton merupakan gabungan dari agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan campuran lainnya seperti bahan tambahan lainnya sesuai kebutuhan konstruksi. Beton adalah bahan konstruksi yang umum digunakan karena memiliki beberapa kelebihan seperti kuat tekan tinggi, harga relatif murah, mudah dalam pengerjaan (*workability*) dan perawatan (*curing*), tahan terhadap cuaca, dan mudah dibentuk. Diantara beberapa kelebihan tersebut, beton memiliki kekuatan tarik yang rendah dimana itu kelemahan beton.

Untuk mengatasi permasalahan kekurangan dari beton ada berbagai cara, salah satunya inovasi. Pencampuran beton dengan serat adalah inovasi untuk meningkatkan kekuatan tarik beton. Beton serat merupakan bahan komposit yang pembuatannya ditambahkan serat dalam campuran beton. Serat yang digunakan dalam pengujian kali ini adalah *fiberglass*.

Fiberglass merupakan kaca cair ditarik menjadi serat tipis dengan diameter mulai dari 0,005 mm hingga 0,01 mm. Bahan tersebut digunakan sebagai bahan komposit berbahan dasar serat yang dinamakan *Glass Reinforced Plastic*. *Fiberglass* memiliki berat yang ringan serta memiliki sifat kuat terhadap tarik dan ketahanan lebih tinggi yang dibandingkan dengan serat baja (Kushartomo & Ivan, 2017). Penambahan serat pada beton mengurangi jumlah retak pada beton. Beton dengan tambahan *fiberglass* memiliki lebih sedikit retak daripada beton tanpa campuran *fiberglass* (Satria, 2015). Namun, penambahan *fiberglass* secara berlebih dapat menyebabkan kesulitan dalam pemadatan. Hal ini dapat menurunkan kuat tekan beton (Jemima, 2017).

Selain menambahkan serat *fiberglass* pada campuran beton, terdapat penambahan bahan tambahan. Bahan tambah tersebut yaitu *superplasticizer* yang dicampur pada saat proses *mixing*. Mengacu pada ASTM C494-82, *superplasticizer* memiliki fungsi dapat mengurangi penggunaan air. Penggunaan *superplasticizer* dengan tujuan memperkecil faktor air semen. Faktor air semen yang rendah dapat menghasilkan kuat tekan yang tinggi. Namun apabila terlalu rendah, akan mengalami kesulitan dalam pengerjaan serta tidak maksimal dalam pemadatan yang mengakibatkan beton keropos dan penurunan kuat tekan beton. Penggunaan bahan tambah *superplasticizer* yang memiliki sifat mengurangi air dapat mengatasi hal tersebut (Tilik, 2011).

Beton mempunyai kelemahan dalam kuat tariknya yang rendah. Dengan menambahkan serat *fiberglass* ke dalam campuran beton, kekuatan tarik beton dapat meningkat. Penambahan *superplasticizer* memiliki tujuan untuk memperkecil faktor air semen serta pengurangan air dalam adukan beton yang dapat meningkatkan kualitas. Penggunaan bahan tambah di penelitian ini menggunakan *fiberglass* dan *superplasticizer* yang dicampurankan kedalam adonan beton diharapkan dapat menambah inovasi dengan membandingkan hasil setiap variasi campuran bahan tambah serta pengaruh yang terjadi terhadap beton. Untuk mengetahui kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton dengan penambahan *fiberglass* dan *superplasticizer* akan dilakukan pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton dengan benda uji menggunakan silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan metode *mix design* yang mengacu kepada SNI 03-2384-2000.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas, diperoleh rumusan masalah adalah sebagai berikut.

1. Berapa kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai kuat tekan beton?
2. Berapa kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai modulus elastisitas beton?
3. Berapa kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai kuat tarik belah beton?

4. Bagaimana pengaruh serat *fiberglass* pada peningkatan nilai kuat tarik belah beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan berdasarkan dari rumusan masalah diatas. Untuk tujuannya adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai kuat tekan beton.
2. Mengetahui kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai modulus elastisitas beton.
3. Mengatahui kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai kuat tarik belah beton.
4. Mengetahui pengaruh serat *fiberglass* pada nilai peningkatan kuat tarik belah beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian memiliki beberapa manfaat yaitu sebagai berikut.

1. Memberikan inovasi baru dalam campuran beton untuk kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik yang lebih tinggi apabila tujuan penelitian ini tercapai dibanding dengan beton biasa.
2. Dapat diketahui penambahan subsitusi *fiberglass* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton.
3. Dapat digunakan sebagai pembanding dan referensi dalam penelitian selanjutnya di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian dibatasi dalam pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton.
2. Metode *mix design* mengacu SNI 2834-2000.
3. Mutu beton rencana sebesar 25 MPa.
4. Nilai *slump* yang digunakan 10 ± 2 cm.
5. Agregat halus berasal dari Progo.
6. Agregat kasar berasal dari Clereng yang berukuran maksimum 20 mm.

7. Air yang berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
8. Penggunaan semen *portland* menggunakan Tipe I merk Gresik.
9. *Fiberglass* yang digunakan menggunakan jenis *Chopper Strand Mat* dengan variasi 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%, 1,2%, dan 1,5% dari berat total agregat.
10. Ukuran *fiberglass* yang digunakan yaitu 2,0 cm x 2,0 cm.
11. *Superplasticizer* merk Sika dengan kadar sebesar 0,6% dari berat semen.
12. Tidak meneliti mengenai kandungan kimia pada *superplasticizer*.
13. Benda uji yang digunakan dalam penelitian berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
14. Pengujian beton yang dilakukan dengan umur 28 hari.
15. Beberapa pengujian yang akan dilakukan yaitu:
    a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 03-1970-1990.
    b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 03-1969-1990.
    c. Pengujian analisis saringan agregat halus menggunakan SNI 03-1968-1990.
    d. Pengujian analisis saringan agregat kasar menggunakan SNI 03-1968-1990.
    e. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus menggunakan SNI 03-4804-1998.
    f. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar menggunakan SNI 03-4804-1998.
    g. Pengujian lolos saringan no.200 (uji kandungan lumpur agregat halus) menggunakan SNI 03-4142-1996.
    h. Pengujian *slump* beton menggunakan SNI 1972-2008.
    i. Pengujian kuat tekan beton menggunakan SNI 1974-2011.
    j. Pengujian modulus elastisitas menggunakan SNI 03-4169-1996.
    k. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan SNI 2491-2014.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tugas akhir ini menganalisis kuat tekan dan kuat tarik pada beton dengan penambahan *fiberglass* dalam beberapa variasi dan *superplasticizer*. Beberapa penelitian mengenai *fiberglass* dan *superplasticizer* yang pernah dilakukan sebagai berikut:

1. Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton EPS Dengan Penggunaan *Fiberglass* dan Perawatan *Curing* dan *Non Curing*, Devina (2017)

   Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana fiberglass mempengaruhi kuat desak beton dan kuat tarik belah beton serta penggunaan EPS (*Expand Polystyrene*) sebagai pengganti material pasir. Variasi *fiberglass* penelitian ini yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%. Hasil penelitian yang dilakukan penambahan *fiberglass* maksimal pada variasi 0,5% ,1%, 1,5% pada beton EPS terhadap nilai kuat dan kuat tarik belah beton meningkat. Nilai kuat rata-rata dihasilkan sebesar 25,276 Mpa dan 23,767 pada uji kuat desak beton berumur 28 hari dengan variasi *fiberglass* 0,5% dan 1% dengan proses curing. Untuk nilai kuat tarik belah menghasilkan sebesar 7,25 Mpa dan 7,11 Mpa dengan variasi *fiberglass* 0,5% dan 1,5% dengan proses curing dengan umur beton 28 beton. Penggunan beton EPS dengan serat *fiberglass* dapat menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton secara meningkat.

2. Pengaruh Penambahan Serat *Fiberglass* dan Substitusi *Fly Ash* Terhadap Pengujian *Self Compacting Concrete*, Sianipar (2021)

   Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana penambahan *fiberglass* mempengaruhi terhadap sifat mekanis dan karakteristik beton SCC serta penambahan serat optimum. Selain itu kuat tarik dan ketahanan

retak dapat meningkat diawal serta berkurangnya sifat getas beton. Penggunaan *fly ash* sebanyak 10% sebagain bahan substitusi semen dan penambahan *fiberglass* dalam SCC sebesar 0%, 0,1%, 0,4%, dan 0,8% terhadap volume beton. Pada pengujian kuat desak beton umur 7, 28, 56 hari dengan setiap variasi *fiberglass* didapatkan nilai maksimal kuat tekan beton dengan variasi 0% sebesar 43,93 Mpa, 47,33 Mpa, dan 49,97 Mpa. Untuk pengujian kuat tarik belah didapatkan nilai optimum pada variasi 0,1% dengan nilai optimum sebesar 3,59 Mpa, 5,76 Mpa, dan 6,28 Mpa. Untuk pengujian dengan umur 28 hari terhadap kuat lentur tertinggi sebesar 8,61 Mpa dengan variasi 0,1%. Kesimpulan dari penelitian ini penambahan serat kaca (*fiberglass*) dapat meningkatkan kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton tetapi menurunkan kuat tekan pada beton SCC.

3. Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi, Afif (2019)

   Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kuat desak optimum dan kuat tarik optimum dengan antara abu batu dan bahan tambah *superplasticizer* dengan mutu beton tinggi. Penggunaan beton mutu tinggi menyebabkan porositas dalam beton tersebut yang membuat beton sulit dikerjakan dan terdapat celah di dalam beton. Beton mutu tinggi memiliki kualitas yang dipengaruhi oleh faktor air semen rendah karena beton yang dihasilkan menjadi padat. Penambahan *superplasticizer* dapat memudahkan pengerjaan beton lebih mudah dan meningkatkan kekuatan beton. *Superplasticizer* yang digunakan adalah jenis sika *Viscocrete 3115N*. Untuk variasi dari abu batu sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40% dengan penambahan *superplasticizer* secara konsisten sebesar 0,6%. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukan bahwa abu batu dengan penambahan *superplasticizer* menghasilkan kuat desak dan kuat tarik optimum. Kuat desak optimum dihasilkan sebesar 45,44 Mpa pada umur beton 28 hari dengan kadar abu batu 20% dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,6 dari berat semen. Untuk beton umur 28 hari menghasilkan kuat tarik optimum sebesar 3,21 Mpa dengan kadar abu batu 20% dengan penambahan

superplasticizer sebesar 0,6 dari berat semen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* secara konsisten sebesar 0,6% meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik optimum dengan mutu beton tinggi.

4. Pengaruh Abu Terbang Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton, Tilik (2011)

   Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh abu terbang pada beton dan pengaruh terhadap meningkatnya kuat tekan beton dengan bahan tambah *superplasticizer*. Penggunaan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan subtitusi parsial semen dengan bahan tambah *superplasticizer*. Penelitian ini menggunakan sampel silinder berukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm sebanyak 120 sampel dengan umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari. Variasi dalam persentase abu terbang yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil penelitian ini adalah penambahan abu terbang pada beton sebagai substitusi parsial pada variasi 20% dan *superplasticizer* dengan kadar 0,6% dapat meningkatkan kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar 40,08 Mpa dengan perbandingan persentase kenaikan kuat tekan beton normal sebesar 0% dan 19,07%.

2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Untuk perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitain Terdahulu dan Penelitian yang Dilakukan

Variabel Tujuan	**Penelitian Terdahulu**				**Penelitian yang Dilakukan**
Peneliti	(Jemima, 2017)	(Sianipar, 2021)	(Afif, 2019)	(Tilik, 2011)	Fadhlurrohman (2021)
Judul	Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton EPS Dengan Penggunaan *Fiberglass* dan Perawatan *Curing* dan *Non Curing.*	Pengaruh Penambahan Serat *Fiberglass* Dan Substitusi *Fly Ash* Terhadap Pengujian *Self Compactin Concrete.*	Pengaruh Abu Batu Sebagai Sustitusi Agregat Halus dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi.	Pengaruh Abu Terbang Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton.	Pengaruh Penambahan Serat *Fiberglass* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas Dan Kuat Tarik Belah Beton.
Tujuan	Untuk mengetahui bagaimana fiberglass mempengaruhi kuat desak beton dan kuat tarik belah beton serta penggunaan EPS (*Expand Polystyrene*) sebagai pengganti material pasir.	Untuk mengetahui bagaimana penambahan *fiberglass* mempengaruhi terhadap sifat mekanis dan karakteristik beton SCC serta penambahan serat optimum.	Untuk mengetahui kuat tekan optimum dan kuat tarik optimum antara abu batu dan bahan tambah *superplasticizer* jenis sika *Viscocrete 3115N* secara variasi dengan mutu beton tinggi.	Untuk menganalisis perubahan dengan campuran abu terbang pada beton dan bahan tambah *superplasticizer* terhadap meningkatnya kuat tekan beton.	1. Untuk mengetahui kadar optimum serat *fiberglass* untuk nilai kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton. 2. Mengetahui pengaruh serat *fiberglass* pada nilai peningkatan kuat tarik belah beton.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Parameter Uji	1. Kuat tekan beton 2. Kuat tarik belah	1. Kuat tekan beton 2. Kuat tarik belah 3. Kuat lentur beton	4. Kuat tekan beton 5. Kuat tarik	1. Kuat tekan beton	1. Kuat tekan beton 2. Modulus elastisitas 3. Kuat tarik belah
Varian Penelitian	Penggunaan *fiberglass* dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat pasir, semen dan kerikil.	Variasi *fiberglass* yang digunakan 0%, 0,1%, 0,4%, dan 0,8%. Untuk *fly ash* substitusi semen sebesar 10%.	1. Variasi abu batu 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40%. 2. Kadar s*uperplasticizer* 0,6% dari berat semen.	1. Variasi abu terbang 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. 2. Kadar *superplasticizer* sebesar 0,6%.	1. Variasi penambahan *fiberglass* 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, dan 1,5% dari berat agregat. 2. *Superplasticizer* sebesar 0,6% dari berat semen.
Hasil Penelitian	1. Penambahan *fiberglass* pada variasi 0,5%, 1%, meningkatkan kuat tekan beton sebesar 25,276 Mpa dan 23,767 Mpa.	1. Pengujian kuat tekan beton umur 7, 28, 56 hari dengan setiap variasi *fiberglass* didapatkan nilai optimum kuat tekan beton dengan variasi 0% sebesar 43,93 Mpa, 47,33 Mpa, dan 49,97 Mpa.	1. Didapatkan hasil kuat tekan maksimal sebesar 45,44 Mpa dengan umur 28 hari dengan variasi abu batu 20% dan bahan tambah *superplasticizer* 0,6% dari berat semen.	1. Penambahan abu terbang 20% dan *superplasticizer* kadar 0,6% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 40,08 Mpa.	1. Nilai kuat tekan beton dengan kadar optimum *fiberglass* 0,9% sebesar 24,91 MPa. 2. Nilai modulus elastisitas dengan kadar optimum *fiberglass* 0,9% sebesar 36051,791 MPa.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

	2. Penambahan fiberglass dengan variasi 0,5 % dan 1,5% menghasilkan nilai kuat tarik belah sebesar 7,25 Mpa dan 7,11 Mpa	2. Untuk pengujian kuat tarik belah didapatkan nilai optimum pada variasi 0,1% dengan nilai optimum sebesar 3,59 Mpa, 5,76 Mpa, dan 6,28 Mpa. 3. Untuk pengujian kuat lentur tertinggi pada umur 28 hari sebesar 8,61 Mpa dengan variasi 0,1%.	2. Didapatkan kuat tarik optimum sebesar 3,21 Mpa pada umur 28 hari dengan variasi abu batu 20% dan penambahan superplasticizer sebesar 0,6% dari berat semen.	3. Persentase kenaikan kuat tekan beton sebesar 19,07% sedangkan untuk beton normal sebesar 0%	3. Nilai kuat tarik belah beton dengan kadar optimum *fiberglass* 0,6% sebesar 2,75 MPa. 4. Penambahan *fiberglass* dapat mempengaruhi pada peningkatkan nilai kuat tarik belah beton.

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian yang dilakukan saat ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan. Perbedaannya yaitu dalam penelitian ini mengetahui pengaruh penambahan *fiberglass* dan *superplasticizer* yang akan diuji kuat tekan beton, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton. Penggunaan *fiberglass* penelitian saat ini dengan variasi 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, dan 1,5% dari berat agregat dan penambahan bahan *superplasticizer*. Secara konsisten untuk penambahan *superplasticizer* sebesar 0,6% ditentukan dari hasil penelitian terdahulu untuk setiap variasi dari berat semen dan dilakukan pengujian dengan umur rencana beton 28 hari menggunakan f'c 25 Mpa.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton merupakan kombinasi antara lain semen, air, agregat halus, agregat kasar dan bahan tambahan yang diperlukan sebagai perbandingan untuk pengujian tertentu yang memiliki sifat plastis pada saat pertama kali pembuatan dengan seiring waktu akan mengeras dengan sendirinya (SNI 2493-2011). Dalam pembuatan beton perlu beberapa ditambahkan *admixture* dengan perbandingan tertentu. Untuk perbandingan tertentu dapat ditambah mulai dari bahan tambah kimia, limbah, atau bahan lainnya. Perhitungan material dan bahan tambah yang digunakan harus sesuai rencana karena dapat memengaruhi mutu beton.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Agregat halus, agregat kasar, semen, air, dan bahan tambah merupakan komponen penyusun dari suatu beton. Beton dapat dicampur dengan berbagai bahan tambahan untuk memenuhi kebutuhan setiap struktur. Dalam pengaplikasiannya, beton memiliki bahan penyusun dan tujuan tertentu. Berikut adalah bahan atau material penyusun beton.

3.2.1 Agregat

Agregat adalah bahan yang berasal dari alam ataupun buatan yang terdiri dari kerikil, batu pecah, pasir, atau mineral lainnya yang berbentuk butiran. Agregat yang digunakan dalam campuran beton sangat penting karena mengisi sekitar 70% dari volume beton dan sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Adapun agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar. Untuk penjelasan masing-masing agregat adalah sebagai berikut.

1. Agregat Halus

   Menurut SNI 03-2834-2000, agregat halus memiliki ukuran maksimum sebesar 5,0 mm yang merupakan pasir alam hasil produksi dari industri pemecah batu sebagai hasil desintegrasi batuan yang terjadi secara alami. Agregat halus memiliki ukuran butir kurang dari 5,00 mm dan tertahan pada saringan No. 200 dan lolos pada saringan No. 4. Dalam PBI 1971 menjelaskan syarat-syarat pada agregat halus yaitu sebagai berikut.

   a. Bentuk butiran agregat halus yang kuat dengan kualitas yang tidak mudah rusak oleh kondisi cuaca panas atau hujan.
   b. Agregat halus tidak terdapat kandungan organik yang terlalu banyak.
   c. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus tidak boleh mengandung 5% berat agregat kering, apabila melebihi maka agregat perlu dibersihkan terlebih dahulu unutk menghilangkan kandungan lumpur.
   d. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang memiliki ukuran bervariasi dan bila proses pengayakan menggunakan saringan yang telah dijelaskan dalam PBI 1971 pasal 3.4 ayat 1 bahwa:
      1) Jumlah agregat halus yang tertahan pada saringan 4 mm harus paling sedikit 2% dari total berat agegat halus.
      2) Jumlah agregat halus yang tertahan pada saringan 1 mm harus paling sedikit 10% dari total berat agregat halus.
      3) Jumlah agregat halus yang tertahan pada saringan 0,25 mm berkisar 80% - 90% dari total berat agregat halus.

2. Agregat Kasar

   Menurut SNI 03-2834-2000, agregat kasar memiliki ukuran antara 5 mm – 40 mm yang merupakan kerikil hasil produksi dari industri pemecah batu sebagai hasil desintegrasi batuan yang terjadi secara alami. Agregat kasar memiliki ukuran butir yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm). Syarat-syarat agregat halus menurut PBI 1971 adalah sebagai berikut.

a. Agregat kasar dalam campuran beton harus memiliki pori-pori 20% dari total berat agregat. Agregat kasar harus tahan terhadap suhu panas maupun dingin.
b. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% berat agregat kering, apabila lebih dari 1% maka agregat harus dicuci terlebih dahulu hingga kandungan lumpur berkurang.
c. Agregat kasar yang digunakan tidak mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat merusak beton.
d. Ukuran maksimum untuk agregat kasar menurut SNI 2847-2013:
    1) Seperlima dari dimensi terkecil dari kedua cetakan
    2) Sepertiga tebal pelat
    3) Tiga per empat jarak bersih antar tulangan atau kawat, tendon prategang

3.2.2 Semen Portland

Semen merupakan bahan pengikat penting yang digunakan secara umum dalam industri konstruksi. Campuran antara semen dengan air akan menghasilkan pasta semen, apabila campuran ditambahkan bahan agregat halus menghasilkan mortar, jika ditambahkan dengan agregat kasar akan menghasilkan beton segar yang mengeras menjadi beton keras (Mulyono, 2004).

Semen memiliki fungsi yaitu mengikat butiran agregat secara bersamaan untuk membentuk massa padat dan mengisi rongga udara. Semen memiliki tipe yang berbeda-beda tergantung penggunaan untuk kebutuhan struktur. Menurut SNI 15-2049-2004 terdapat beberapa tipe semen portland dan penggunaannya diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Semen Portland Tipe I, untuk penggunaan umum yang tidak membutuhkan persyaratan khusus.
2. Semen Portland Tipe II, untuk penggunaan yang memerlukan ketahanan pada sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen Portland Tipe III, untuk penggunaan yang membutuhkan kekuatan tinggi ditahap permulaan setelah terjadi pengikatan.

4. Semen Portland Tipe IV, untuk penggunaan yang membutuhkan kalor hidrasi rendah.

3.2.3 Air

Air memiliki pengaruh yang kuat terhadap reaksi antara semen dan agregat, karena membentuk pasta yang dapat mengikat antar agregat. Air juga berfungsi untuk mengurangi panas hidrasi ketika reaksi kimia dalam perawatan beton. Air diperlukan untuk mereaksikan semen dan sebagai pelumas antar butir agregat, sehingga mempermudah dalam pengerjaan beton (Tjokrodimuljo, 1992).

Beton pada konstruksi biasanya memiliki nilai faktor air semen. Faktor air semen yaitu perbandingan antara jumlah air dengan semen. Nilai faktor air semen harus dikontrol secara baik dan benar, karena berpengaruh terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Penggunaan air dalam campuran beton secara berlebihan dapat menimbulkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai. Sedangkan apabila air kurang pada campuran menyebabkan proses hidrasi tidak selesai.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Admixture adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selain dari bahan utama (semen, air, dan agregat). Bahan tambah dicampurkan dalam campuran beton relatif sedikit dan harus diperhitungan perbandingan dengan bahan penyusun utama beton secara baik. Berikut penjelasan dari bahan tambah pada penelitian ini.

a. *Fiberglass*

Fiberglass merupakan serat kaca yang ditarik pada garis tengah antara 0,005 mm sampai 0,01 mm menjadi serat tipis. *Glass Reinforced Plastic* adalah material komposit yang terbuat dari serat ini. Berdasarkan ACI Committee 544-1982 dalam Sianipar (2021), bahan serat dapat berupa baja, plastik, kaca, dan serat alami. Bahan serat tersebut dapat memperbaiki sifat beton yang dapat meningkatkan ketahanan retak awal. Penggunaan serat *fiberglass* pada penelitian ini menggunakan jenis *Chopped Strand Mat* dengan variasi penambahan 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%, 1,2%, 1,5% dari berat agregat. Penambahan serat *fiberglass* diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik

beton yang dimana bahan serat digunakan untuk meningkatkan ketahanan retak di awal.



Gambar 3.1 Serat *Fiberglass*

b. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah jenis bahan aditif yang umum digunakan dalam produksi campuran beton. *Superplasticizer* termasuk dalam *high range water reducer* yang berarti meski terjadi penurunan nilai dari faktor air semen dapat meningkatkan *workability*. Bahan aditif ini dapat meningkatkan kekuatan beton dengan menurunkan kadar air dengan tetap mempertahankan workabilitas yang tetap (Murdock & Brooks, 1991). Penelitian ini menggunakan *superplasticizer* dengan produk SikaCim yang diproduksi oleh Sika Indonesia. Menurut SNI 03-2495-1991, *superplasticizer* termasuk kedalam tipe F (*High Range Water Reducer*) merupakan bahan tambah yang berfungsi dapat mengurangi air sampai 12%.



Gambar 3.2 *Superplasticizer*

3.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah proses penentuan proporsi campuran berdasarkan mutu beton yang telah direncanakan. Penelitian ini melakukan perencanaan campuran beton dengan metode SNI 03-2834-2000. Berikut ini merupakan prosedur untuk perencanaan campuran beton.

1. Menentukan nilai standar deviasi (Sd) yang ditentukan berdasarkan dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan campuran beton. Jika dalam tingkat pengendalian mutu semakin baik, maka nilai standar deviasi yang diperoleh semakin kecil. Apabila jumlah pengujian kurang dari 30 buah maka perlu dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan angka fakor pengali yang tertera pada Tabel 3.1. Bila data uji lapangan tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan *f'cr* harus diambil tidak kurang dari (*f'c* + 12 Mpa).

Tabel 3.1 Faktor Pengali Untuk Deviasi Standar bila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Standar Deviasi
<15	-
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥30	1,00

Sumber: SNI 03-2843-2000

2. Nilai tambah (M) dapat dihitung dengan persamaan (3.1) berikut digunakan untuk kuat tekan rencana.

$$M = 1{,}64 \times S_r \quad \text{.....(3.1)}$$

Dengan :

M = Nilai tambah (MPa)

1,64 = Tetapan statistik

S_r = Deviasi standar rencana (MPa)

3. Mencari nilai kuat tekan beton rata-rata rencana dengan menggunakan persamaan (3.2) berikut ini.

$f_{cr} = f'_c + M$…….(3.2)

Dengan :

f_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata rencana (MPa)

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa)

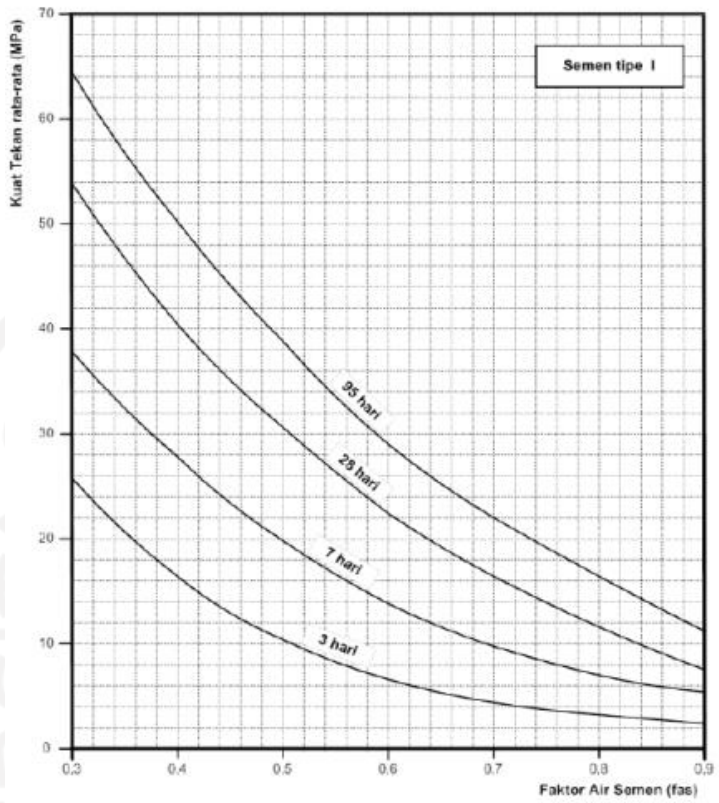
M = Nilai tambah (MPa)

4. Menentukan tipe semen yang digunakan.
5. Menentukan jenis agregat yang digunakan pada pengujian agregat.
6. Menentukan nilai faktor air semen (FAS) menggunakan Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk Uji
Semen Portland Tipe I Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	17	23	23	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI 03-2834-2000



Gambar 3.3 Grafik Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diamter 150 mm, tinggi 300 mm)
Sumber: SNI 03-2834-2000

7. Pemilihan nilai maksimum untuk faktor air semen dan minimum jumlah semen menggunakan Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton didalam ruang bangunan: a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton diluar ruangan bangunan: a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60

Beton masuk ke dalam tanah: a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut		Tabel 6

Sumber: SNI 03-2834-2000

8. Menentukan nilai *slump* yang memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) dalam adukan beton.
9. Menentukan ukuran maksimum dari butir agregat.
10. Melakukan perhitungan kadar air bebas agregat campuran menggunakan persamaan 3.3 berikut ini.

$$Kadar\ air\ bebas = \frac{2}{3}Wh + \frac{2}{3}Wk \quad \text{.....(3.3)}$$

Dengan:

W_h = Perkiraan air untuk agregat halus

W_k = Perkiraan air untuk agregat kasar

Untuk mendapatkan nilai W_h dan W_K berdasarkan pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

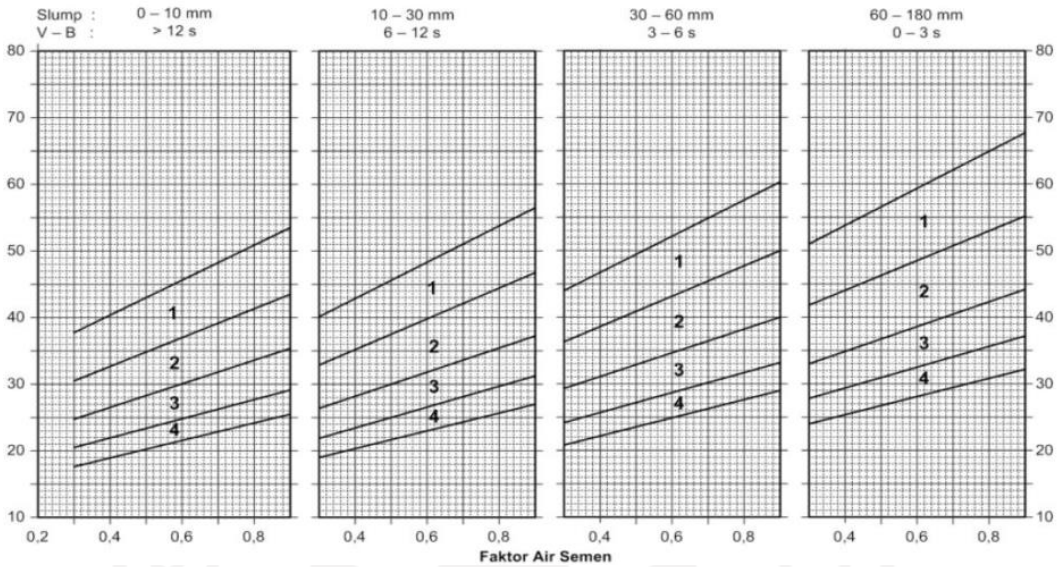
Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	-	-	-	-
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

11. Melakukan perhitungan kadar semen untuk per m^3 beton menggunakan persamaan 3.4 berikut ini.

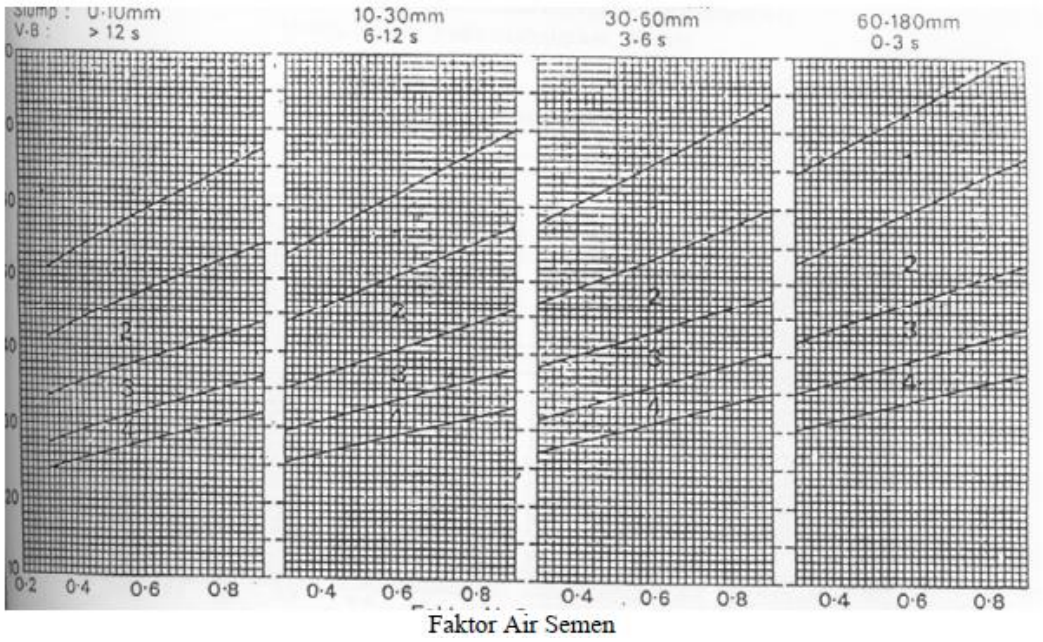
Jumlah semen per m^3 beton $= \frac{Kadar\ air\ bebas}{FAS}$ .....(3.4)

12. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar menggunakan grafik berikut dibawah ini.



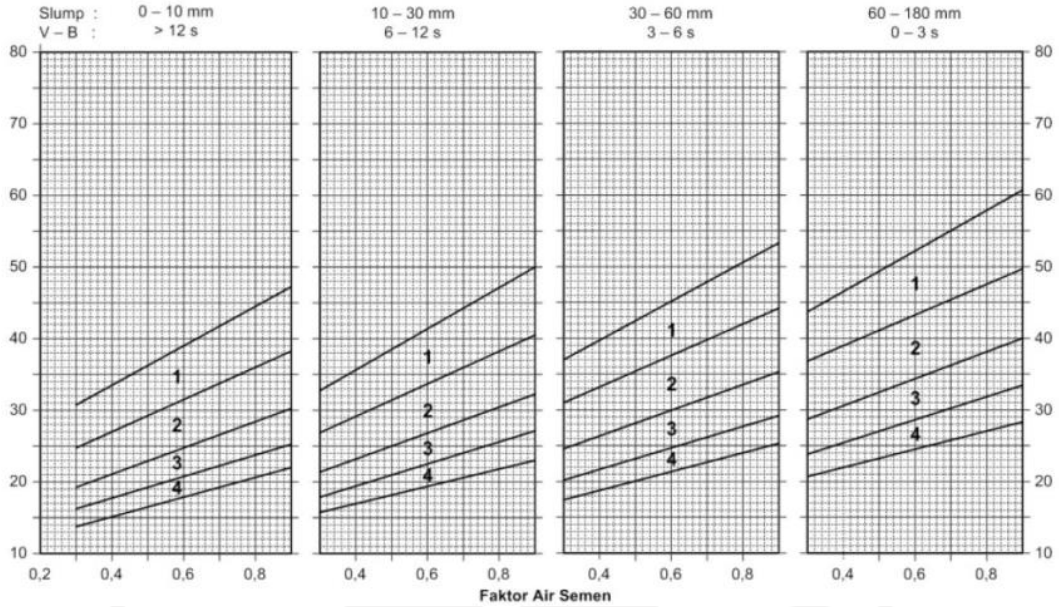
Gambar 3.4 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 10 mm)

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



Gambar 3.5 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20 mm)

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



Gambar 3.6 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 40 mm)
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Untuk mendapatkan persentase dari agregat halus dan agregat kasar dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

a. Melakukan penentuan grafik yang digunakan berdasarkan dari ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* yang direncanakan.
b. Apabila sudah menentukan grafik, dapat menarik garis ke atas hingga ke kurva paling atas diantara dua kurva yang memasuki daerah gradasi pasir.
c. Setelah itu tarik garis secara horizontal ke kanan, dari kurva batas atas maupun kurva atas bawah yang berada pada daerah gradasi.
d. Catat nilai yang didapatkan kemudian ambil rata-rata dari kedua nilai.

13. Hitung berat jenis relatif agregat yang telah diambil dari data hasil uji menggunakan persamaan 3.5 berikut ini.

$$BJ_{AG} = (\%AH \times BJ_{AH}) + (\%AK \times BJ_{AK}) \quad \text{.....(3.5)}$$

Dengan :
BJ_{AG} = Berat jenis agregat gabungan

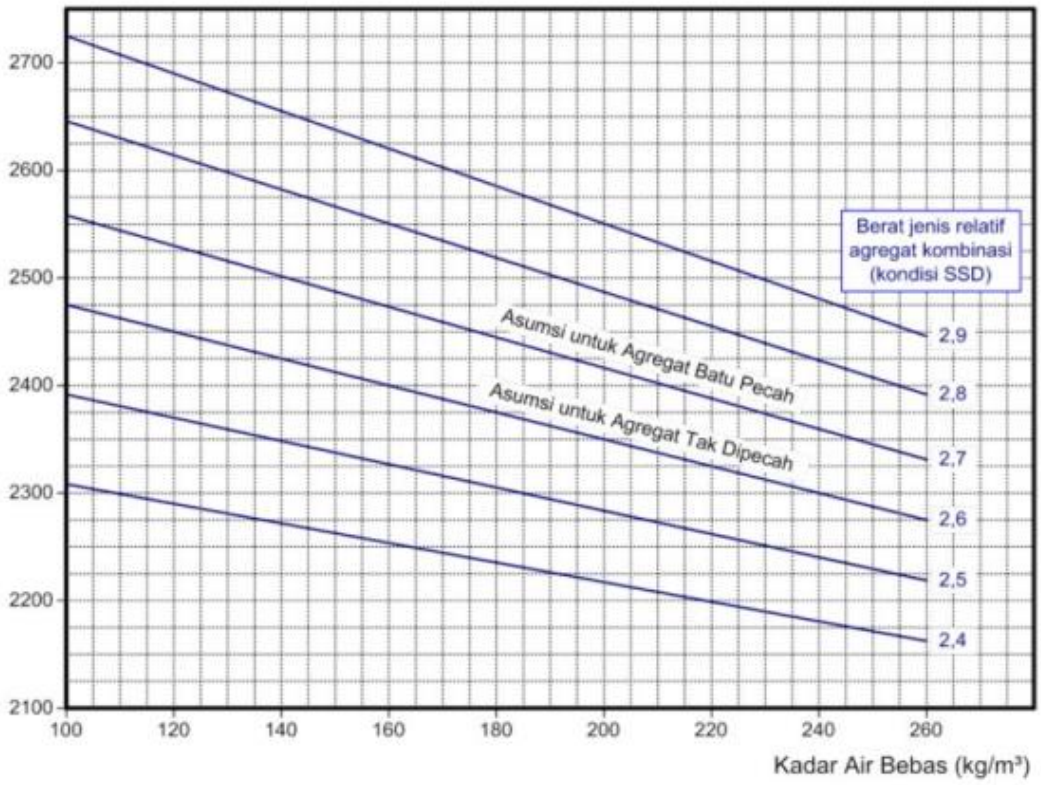
BJ_{AH} = Berat jenis agregat halus

BJ_{AK} = Berat jenis agregat kasar

%AH = Persentase agregat halus

%AK = Persentase agregat kasar

14. Menentukan nilai dari berat isi beton dengan grafik berikut ini.



Gambar 3.7 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

15. Menghitung kadar agregat gabungan dengan Persamaan 3.6 berikut ini.

$$AG = Berat\ isi\ beton - Kadar\ semen - Kadar\ air \quad \text{.....(3.6)}$$

16. Menghitungan kadar agregat halus dengan menggunakan Persamaan 3.7 berikut ini.

$$Kadar\ agregat\ halus = \frac{\%\ Agregat\ halus}{100}\ x\ Kadar\ agregat\ gabungan \quad \text{....(3.7)}$$

17. Menghitung kadar agregat kasar dengan menggunakan Persamaan 3.8.

$$Kadar\ agregat\ kasar = \frac{\%\ Agregat\ kasar}{100}\ x\ Kadar\ agregat\ gabungan \quad \text{...(3.8)}$$

18. Menghitung persentase penambahan serat *fiberglass* terhadap berat agregat.
19. Menghitung kadar penggunaan *superplasticizer* yang digunakan dalam perencanaan campuran beton dari berat semen.

3.4 Uji *Slump*

Pengujian *slump* bertujuan untuk mendapatkan nilai *slump* yang dapat mengetahui tingkat kelecakan adukan beton dan tingkat pengerjaan beton dengan menggunakan alat kerucut *Abrams* (SNI-1972-2008). Apabila *slump test* mendapatkan hasil nilai yang besar maka beton mudah dikerjakan, sedangkan dengan hasil nilai yang rendah akan menghasilkan beton yang kental dan sulit dikerjakan. Untuk penetapan nilai *slump* dari berbagai pengerjaan beton berdasarkan jenis struktur dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

Tabel 3.5 Penetapan Nilai *Slump*

No.	Pemakaian Beton (berdasarkan Jenis Struktur yang Dibuat)	Nilai *Slump*	
		Maksimum	Minimum
1	Dinding, pelat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	125	50
2	Fondasi telapak tidak bertulang dan struktur dibawah tanah	90	25
3	Pelat, balok, kolom, dinding	150	75
4	Perkerasa jalan	75	50
5	Pembetonan massal (beton massa)	75	25

Sumber: Tjokrodimuljo (1992)

3.5 Kuat Tekan Beton

Perbandingan besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton silinder hancur apabila dibebani dengan gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan disebut dengan kuat tekan beton. Kuat tekan beton merupakan beban aksial yang diberi dibandingkan dengan luas penampang (Dzikri & Sofianto, 2018). Pengujian kuat tekan beton penelitian ini menggunakan metode SNI 1974-2011. Benda uji silinder yang dibuat dan dilakukan proses perawatan benda uji (*curing*) secara perendaman pada air tawar dengan tujuan mendapatkan nilai kuat

tekan secara prosedural. Perhitungan kuat tekan beton dengan menggunakan Persamaan 3.9.

$f'c = \frac{P}{A}$……...…(3.9)

Dengan :

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban (mm^2)

3.6 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas ialah perbandingan yang terjadi antara tegangan dengan regangan pada sampel dalam deformasi elastis dan dinyatakan dalam MPa. Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan material, semakin tinggi modulus elastisitas, semakin sedikit bentuk material yang berubah ketika diberikan gaya dan semakin kecil regangan elastisnya terjadi atau menjadi lebih kaku (SNI 2826-2008). Modulus elastisitas yang besar dapat diartikan bahwa beton dapat mampu menahan tegangan yang besar (desak) akibat beban yang diberikan namun dalam keadaan regangan yang kecil (terjadi retakan). Modulus elastisitas menggunakan dua metode perhitungan menurut ASTM C469-94 pada Persamaan 3.10 dan menurut SNI 2847-2019 pada Persamaan 3.11 dan Persamaan 3.12 berikut ini.

$Ec = \frac{S2-S1}{\varepsilon 2-0{,}0005}$……...…….(3.10)

Dengan:

Ec = Modulus elastisitas beton (MPa)

S_2 = Tegangan pada saat 40% dari beban maksimum (MPa)

S_1 = Tegangan pada regangan 0,00005 (MPa)

ε_2 = Regangan yang terjadi pada S_2

$Ec = 4700\ x\ \sqrt{f'c}$ ……...……...…….(3.11)

$Ec = W_C^{1,5}\ x\ 0{,}043\ x\ \sqrt{f'c}$ ……...…...……...…….(3.12)

Dengan:

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

$W_C^{1,5}$ = Berat volume beton (kg/m^3)

3.7 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah untuk mengetahui dari struktur komponen beton yang menggunakan agregat terkait ketahanan geser. Nilai tersebut didapatkan dari hasil benda uji yang dilakukan pembenanan secara mendatar sejajar dengan mesin uji tekan yang masuk dalam syarat (SNI 2491-2014). Penelitian ini dalam pengujian kuat tarik belah beton menggunakan metode SNI-2491-2014. Perhitungan kuat tarik belah beton untuk luasan yang dipakai adalah dari luas selimut silinder beton, sehingga dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.13) berikut ini.

$$T = \frac{2 . P}{\pi . L . D} \quad \text{.....(3.13)}$$

Dengan:

T = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Prosedur pelaksanaan dalam sebuah penelitian merupakan metode yang dimana hasil akhirnya mendapat jawaban dari permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan. Dalam metode penelitian perlu adanya pemilihan jenis penelitian yang akan dilakukan. Penelitian eksperimen adalah jenis penelitian yang akan dilakukan. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan dengan membuat variabel bebas berisi variasi satu atau lebih yang berpengaruh terhadap variabel terikat.

4.2 Lokasi

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian

Berikut ini adalah bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian.

4.3.1 Bahan yang Digunakan

1. Semen Portland

   Semen jenis *portland* tipe I dengan merek Gresik yang digunakan dalam pembuatan beton. Semen harus disimpan dalam penyimpanan yang sesuai agar kualitasnya tidak menurun.

2. Agregat

   Agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar. Untuk agregat halus yang digunakan berasal dari Progo dan agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo.

3. Air

   Penggunaan air untuk penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4. *Superplastizicer*

   Penggunaan s*uperplasticizer* penelitian ini yaitu SikaCim *Concrete Additive* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia dengan komposisi 0,6% terhadap berat semen yang didapatkan dari penelitian-penelitian sebelumnya mendapatkan nilai optimum untuk penggunaan *superplasticizer*.

5. *Fiberglass*

   Fiberglass yang digunakan yaitu berjenis *Chopper Strand Mat* dengan variasi 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%, 1,2%, 1,5% dari berat agregat.

4.3.2 Peralatan yang Digunakan

Untuk mendapatkan hasil yang sesungguhnya dan guna menunjang penelitian ini, diperlukan beberapa peralatan dengan kondisi yang baik. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Timbangan

   Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan penyusun beton serta benda uji sebelum dilakukan pengujian. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan *ohaus* dan timbangan jarum.

2. Gelas Ukur

   Gelas ukur digunakan untuk mengukur dan menakar jumlah material berbahan cair seperti air dan *superplasticizer* yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton.

3. Saringan agregat

   Saringan agregat penelitian ini bertujuan untuk pengujian analisa lolos saringan terhadap agregat halus dan agregat kasar.

4. Cetakan silinder

   Cetakan silinder adalah cetakan yang digunakan untuk membentuk adukan beton yang telah di *mixer* dan menjadi bentuk silinder sebagai benda uji. Cetakan silinder penelitian ini memiliki diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

5. Alat ukur

   Alat ukur yang digunakan penelitian yaitu mistar dan kaliper. Alat ukur tersebut berfungsi untuk mengukur dimensi dari benda uji yang akan dilakukan pengujian. Mistar dapat digunakan untuk mengukur tinggi nilai *slump.*

6. Oven

   Penelitian ini menggunakan alat oven untuk mengeringkan bahan penyusun beton yaitu agregat dalam pengujian berat jenis agregat dan pengujian penyerapan air.

7. Ember

   Ember berfungsi sebagai tempat untuk menampung material seperti agregat, air, semen, dan *admixture* lainnya serta membantu untuk memasukkan bahan atau material ke dalam mesin *mixer* beton.

8. Kerucut Abrams

   Penggunaan kerucut Abrams dilakukan saat beton segar dikeluarkan dari *mixer* yang berfungsi menguji dan mengukur nilai *slump*. Injakan kaki dan pegangan pada bagian Kerucut Abrams harus disertakan.

9. Tongkat penumbuk

   Tongkat penumbuk berfungsi untuk memadatkan campuran beton segar yang berada pada Kerucut Abrams sehingga tidak adanya rongga udara. Sehingga dapat menghasilkan nilai *slump* yang baik.

10. *Mixer* beton

    Mixer beton merupakan mesin pengaduk atau alat yang digunakan untuk membuat campuran beton yang terdiri dari bahan-bahan penyusun beton dan menghasilkan beton segar. Mesin ini dimiliki oleh Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

11. Sekop

    Sekop berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memasukkan bahan material penyusun beton ke dalam cetakan sehingga dapat memudahkan pekerjaan.

12. Alat pengujian beton

    Penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas beton, dan kuat tarik belah beton. Mesin uji beton yang digunakan yaitu mesin uji tekan dengan kondisi baik dan layak digunakan. Untuk pengujian kuat desak menggunakan mesin dengan ketelitian pembacaan maksimum 10 kN. Untuk pengujian modulus elastisitas beton menggunakan Kompresometer-ekstensometer.

4.4 Tahap Penelitian

Untuk menghasilkan penelitian yang akurat, diperlukan adanya prosedur yang baik dan sistematis dalam melakukan tahapan-tahapannya. Tahapan tersebut harus dilakukan agar sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

4.4.1 Persiapan Bahan

Persiapan bahan sangat penting dilakukan sebelum melakukan penelitian. Persiapan bahan dibutuhkan untuk mendapatkan bahan dengan mutu yang baik. Pesiapan yang dilakukan yaitu pembersihan material dari kotoran atau benda yang tidak terpakai yang apabila tidak dibersihkan dapat merusak hasil dari penelitian. Berikut ini beberapa persiapan yang perlu dilakukan.

1. Persiapan material khusus

   Persiapan material yang harus dipersiapkan yaitu bahan-bahan penyusun beton yang akan di *mix* menjadi beton segar meliputi agregat halus, agregat kasar, air, semen, dan *admixture* lainnya. Untuk material khusus penelitian ini adalah *fiberglass* dan *superplasticizer*. Peralatan yang digunakan perlu dipersiapkan untuk proses pengujian beton.

2. Pembersihan material

   Pembersihan material dilakukan pada agregat halus dan agregat dan kasar. Tujuannya yaitu untuk menghasilkan material yang dapat memenuhi

persyaratan dalam dalam campuran beton. Agregat halus harus terhindar dari kadar lumpur dan agregat kasar bersih dari sampah-sampah sehingga apabila tidak dibersihkan dapat mempengaruhi hasil penelitian. Material yang sudah dibersihkan disimpan dalam wadah agar tetap terjaga kebersihannya.

3. Pengujian material

Material yang akan digunakan dalam campuran beton, perlu dilakukan pengujian material guna mengetahui sifat karakteristik dan klasifikasi agregat yang telah memenuhi parameter yang sudah ditentukan. Pengujian yang dilakukan meliputi:

a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1) keadaan agregat halus harus dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD),
2) mengeringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{o}$ C hingga berat uji tetap yang dimana setelah dilakukan proses penimbangan dan pengeringan dalam oven selama 3 kali proses dengan selang waktu 2 jam tidak terjadi perubahan kadar air lebih dari 0,1% dan lakukan perendaman selama 24 ± 4 jam dalam air,
3) membuang air rendaman secara hati-hati, pastikan tidak ada butiran yang terbuang, letakkan agregat pada pan kemudian keringkan di udara panas sampai keadaan benda uji jenuh kering permukaan,
4) setelah tercapai kondisi SSD, memasukkan 500 gram dari sampel ke dalam piknometer dan masukkan air hingga 90% dari isi piknometer,
5) dalam kondisi miring, memutar piknometer secara ke kiri dan ke kanan yang berisi agregat halus dan air sampai gelembung udara dalam agregat hilang,
6) menambahkan air sampai batas kapasitas piknometer, kemudian timbang berat piknometer, agregat halus, dan air serta dicatat hasilnya,

7) gunakan pan untuk meletakkan agregat halus yang dikeluarkan dari piknometer, kemudian keringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C selama 24 jam,
8) menimbang piknometer dalam keadaan kosong dan dicatat beratnya,
9) mengeluarkan agregat dari oven setelah 24 jam, kemudian timbang dan dicatat beratnya,
10) berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah, dan penyerapan air dihitung dengan menggunakan hasil penimbangan yang sebelumnya telah dilakukan pengujian dengan persamaan:

a) Berat jenis curah, gram/cm^3

$$= \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad \text{.....(4.1)}$$

b) Berat jenis jenuh kering permukaan

$$= \frac{500}{B+500-Bt} \quad \text{.....(4.2)}$$

c) Berat jenis semu

$$= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad \text{.....(4.3)}$$

d) Penyerapan air

$$= \frac{500-Bk}{Bk}\ x\ 100\% \quad \text{.....(4.4)}$$

b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1) membersihkan kotoran yang terdapat pada permukaan benda uji dengan dicuci terlebih dahulu,
2) mengeringkan benda uji dengan suhu (110 ± 5)^{o} C pada oven, kemudian mengeluarkan dan mendinginkan selama 3 jam
3) menimbang agregat sebanyak 5000 gram apabila telah mencapai kondisi SSD, kemudian ditempatkan dalam keranjang dan dicelupkan kedalam air serta dicatat beratnya,
4) mengeluarkan agregat dari keranjang kemudian letakkan dalam pan lalu keringkan selama ±24 jam di dalam oven,

5) apabila setelah 24 jam, mengeluarkan agregat dari oven kemudian timbang dan dicatat,
6) berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah, dan penyerapan air dihitung dengan menggunakan hasil penimbangan yang sebelumnya telah dilakukan pengujian dengan persamaan:
   a) Berat jenis curah (*bulk specifik grafity*)

   $= \frac{Bk}{Bj-Ba}$ ……...……...……(4.5)

   b) Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)

   $= \frac{Bj}{Bj-Ba}$ ……..…..…...……...(4.6)

   c) Berat jenis semu (*apparent specific gravity)*

   $= \frac{Bk}{Bk-Ba}$ ……...…….……(4.7)

   d) Penyerapan

   $= \frac{Bj-Bk}{Bk} x\ 100\%$ …..……..……...……(4.8)

c. Pengujian analisa saringan agregat halus

Pengujian ini merupakan saringan benda uji yang lolos dalam saringan 4,75 mm (No. 4). Untuk pengujian ini langkah-langkah yaitu sebagai berikut.

1) mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat benda uji tetap,
2) mengeluarkan benda uji dari oven kemudian dinginkan,
3) menyusun saringan dari dari ukuran yang paling besar dari atas ke bawah yang ukuran saringannya meliputi 9,5 mm; 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No.50); 0,150 mm (No. 100), dan pan,
4) memasukkan benda uji ke dalam saringan dari ukuran yang paling besar kemudian proses penyaringan dengan bantuan mesin ayak untuk mengguncang selama 10 – 15 menit,
5) mengeluarkan benda uji yang tersaring dalam setiap saringan kemudian letakkan diatas pan dan ditimbang untuk dicatat beratnya,

d. Pengujian analisa saringan agregat kasar

Pengujian ini merupakan pengujian yang dimana benda uji tidak lolos pada saringan 4,75 mm (No.4). Untuk pengujian ini langkah-langkah yaitu sebagai berikut.

1) mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat benda uji tetap,
2) mengeluarkan benda uji dari oven kemudian dinginkan.
3) menyusun saringan dari dari ukuran yang paling besar dari atas ke bawah yang ukuran saringannya meliputi 9,5 mm; 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No.50); 0,150 mm (No. 100), dan pan,
4) masukkan benda uji ke dalam saringan dari ukuran yang paling besar kemudian proses penyaringan dengan bantuan mesin ayak untuk mengguncang selama 10 – 15 menit,
5) mengeluarkan benda uji yang tersaring dalam setiap saringan kemudian letakkan diatas pan dan ditimbang untuk dicatat beratnya,
6) Setelah mendapat hasil pengukuran dari berat masing-masing benda uji yang tersaring kemudian menghitung Modulus Halus Butir (MHB) untuk agregat yang digunakan dengan persamaan:

$$MHB = \frac{\Sigma\, Berat\ tertinggal\ kumulatif}{100} \quad \text{.....(4.9)}$$

e. Pengujian berat volume padat/gembur agregat halus

Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.

1) mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat benda uji tetap,
2) mengeluarkan benda uji dari oven kemudian dinginkan,
3) melakukan pengukuran pada silinder ukur catat dimensi dan berat,
4) memasukkan agegat halus ke dalam silinder ukur per 1/3 bagian dari tinggi silinder dan masing-masing tiap bagian ditumbuk 25 kali secara merata, kemudian ulangi hingga volume penuh,

5) Pada pengujian berat volume gembur, memasukkan agregat halus ke dalam silinder ukur hingga penuh tanpa pemadatan secara ditumbuk kemudian ratakan.
6) Silinder ukur yang sudah terisi benda uji melakukan penimbangan berat silinder dan dicatat beratnya
7) menghitung berat volume menggunakan dari hasil penimbangan.

f. Pengujian berat volume padat/gembur agregat kasar

Langkah-langkah pengujian ini ialah sebagai berikut.

1) mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat benda uji tetap.
2) mengeluarkan benda uji dari oven kemudian dinginkan.
3) melakukan pengukuran pada silinder ukur catat dimensi dan berat.
4) Memasukkan agregat kasar ke dalam silinder ukur per 1/3 bagian dari tinggi silinder dan masing-masing tiap bagian ditumbuk 25 kali secara merata, kemudian ulangi hingga volume penuh.
5) Pada pengujian berat volume gembur, memasukkan agregat kasar ke dalam silinder ukur hingga penuh tanpa pemadatan secara ditumbuk kemudian ratakan.
6) Silinder ukur yang sudah terisi benda uji melakukan penimbangan berat silinder dan dicatat beratnya
7) Berat volume dihitung menggunakan dari hasil penimbangan.

g. Pengujian lolos saringan No. 200

Langkah-langkah pengujian ini ialah sebagai berikut.

1) mengeringkan benda uji pada oven dengan suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat benda uji tetap.
2) memasukkan benda uji ke saringan dan siram air diatasnya
3) menggerakkan saringan hingga agregat melewati saringan No. 200 dengan tetap mengalirkan air diatasnya hingga tersisa bagian yang kasar diatasnya.
4) melakukan cara tersebut sampai air pencucian jernih

5) mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)^{o} C hingga berat tetap.
6) melakukan perhitungan berat yang lolos saringan No. 200 dengan persamaan:

$$Berat\ yang\ lolos\ saringan\ No.200 = \frac{A-B}{A} x\ 100\% \text{.....(4.10)}$$

4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Sampel dengan bentuk silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan dalam penelitian ini untuk pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas beton, dan kuat tarik belah beton. Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan SNI-2493-2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Berdasarkan SNI-2493-2011 untuk masing-masing umur pengujian dan kondisi pengujian minimum berjumlah tiga dengan umur pengujian 28 hari. Rincian sampel pengujian beton dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Rincian Sampel Pengujian Beton

Jenis Pengujian	Kode Sampel	Persentase penggunaan *Superplasticizer* (%)	Persentase penggunaan *fiberglass* (%)	Jumlah Sampel	Total Sampel
Kuat Tekan & Modulus Elastisitas Beton	BN	0	0	4	28
	BF1	0,6	0	4	
	BF2	0,6	0,3	4	
	BF3	0,6	0,6	4	
	BF4	0,6	0,9	4	
	BF5	0,6	1,2	4	
	BF6	0,6	1,5	4	
Kuat Tarik Belah Beton	BN	0	0	3	21
	BF1	0,6	0	3	
	BF2	0,6	0,3	3	
	BF3	0,6	0,6	3	
	BF4	0,6	0,9	3	
	BF5	0,6	1,2	3	
	BF6	0,6	1,5	3	
Total Sampel					49

Tahapan dalam pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan bahan penyusun beton seperti agregat halus, agregat kasar, air yang sebelumnya dibersihkan dan diuji, serta bahan tambah *fiberglass* yang sudah dipotong sesuai dengan ukuran rencana, peralatan untuk menakar disiapkan seperti timbangan dan gelas ukur.
2. Menakar bahan yang digunakan dalam campuran beton sesuai dengan perencanaan berdasarkan SNI 2493-2011.
3. Melakukan penimbangan bahan seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air, *fiberglass*, dan *superplasticizer* sesuai dengan berat yang telah direncanakan.
4. Memasukkan bahan yang telah ditakar kedalam ember sebagai wadah untuk memudahkan pada saat pencampuran dimesin *mixer* beton.
5. Menyiapkan cetakan silinder dan olesi bagian dalam silinder dengan oli dan menimbang berat dan catat.
6. Menyiapkan mesin *mixer* beton dan tempat untuk menuangkan beton segar.
7. Memasukkan agregat kasar, agregat halus ke mesin *mixer* dalam keadaan hidup, aduk hingga agregat kasar dan agregat halus tercampur merata.
8. Setelah agregat kasar dan agregat halus telah tercampur merata dalam *mixer*, masukan setiap variasi dari penambahan *fiberglass* dengan menebar secara perlahan untuk memastikan tidak terjadi penumpukan pada adukan beton.
9. Memasukkan semen ke mesin *mixer* dan tunggu hingga campuran merata.
10. Menuangkan air yang telah di takar ke dalam mesin *mixer* sedikit demi sedikit dengan tujuan untuk mengontrol keenceran campuran beton segar.
11. Menambahkan *superplasticizer* ke dalam campuran beton segar.
12. Melakukan uji *slump.*

13. Apabila dalam uji *slump* beton telah memenuhi syarat, masukkan campuran beton segar ke dalam cetakan silinder dengan cara memasukkan satu per tiga cetakan terisi, kemudian tumbuk dengan tongkat penumbuk dan pukul dengan palu karet secukupnya hingga beton dirasa merata tanpa adanya rongga udara. Ulangi proses tersebut hingga cetakan silinder penuh.
14. Ratakan bagian permukaan beton dengan alat.
15. Menimbang berat beton segar yang sudah dalam cetakan silinder dan catat.
16. Setelah 1x24 jam beton dapat dibuka dari cetakan dan dapat dilakukan proses *curing*.

4.4.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan sampel penelitian berdasarkan SNI-2493-2011 Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Benda uji dibuka dari cetakan minimal 24 jam setelah beton segar dituangkan ke dalam cetakan. Penelitian ini melakukan perawatan benda uji dengan metode direndam dalam air setelah dikeluarkan dari cetakan. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari. Benda uji harus dikeluarkan dari proses perendaman dalam air satu hari sebelum pengujian, dengan tujuan kondisi beton kering saat pengujian.

4.4.4 Pengujian Benda Uji

Penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton pada setiap variasi campuran beton dengan benda uji berumur 28 hari. Benda uji ditimbang terlebih dahulu dan diukur dimensi untuk kebutuhan data penelitian sebelum dilakukan proses pengujian.

4.5 Prosedur Pengujian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa pengujian. Langkah-langkah pengujian akan dijelaskan secara sistematis dan prosedural dari setiap pengujian tersebut.

4.5.1 *Slump Test*

Slump test dilakukan setelah beton segar yang sudah di *mixer* dengan campuran bahan beton dituangkan dari mesin pengaduk. Berikut adalah pengujian *slump test.*

1. Isi kerucut *Abrams* dengan campuran beton segar setiap 1/3 bagian. Setiap bagian lakukan penumbukan dengan besi berdiameter 16 mm sebanyak 25 kali secara merata.
2. Lakukan hal penumbukan setiap bagian secara merata hingga kerucut *Abrams* terpenuhi beton segar.
3. Diamkan campuran beton segar selama 30 detik, kemudian angkat kerucut *abrams* secara vertikal untuk mencegah beton segar runtuh. Setelah itu kerucut *Abrams* ditempatkan di dekat campuran beton yang telah dicetak dan ukur tinggi slump dengan penggaris.

4.5.2 Kuat Tekan Beton

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder ialah sebagai berikut.

1. Siapkan alat dan benda uji yang akan dilakukan pengujian
2. Lakukan pengukuran dimensi dan berat pada benda uji.
3. Jika silinder pada permukaan atas tidak rata, maka perlu ditambahkan belerang yang dipanaskan hingga mencair dituangkan pada cetakan, kemudian letakkan permukaan beton yang tidak rata pada cetakan yang sudah diberi belerang cair tunggu hingga mengeras.
4. Pada mesin uji tekan beton letakkan benda uji secara posisi sentris. Kemudian mesin dijalankan dengan beban ditambahkan secara konstan 5 kN/detik.
5. Lakukan pembebanan pada benda uji sampai hancur dan catat angka beban maksimum yang didapat selama pengujian.

4.5.3 Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas sama seperti pengujian kuat tekan tetapi pada pengujian ini benda uji diberikan dial. Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan jangka sorong, ukur diameter benda uji di 3 posisi yaitu ditengah dan di kedua ujungnya dengan ketelitian 0,05 mm dari pembacaan rata-rata.
2. Ukur dimensi benda uji yang sudah ditambah dengan kaping sampai pembacaan 1 mm.
3. Benda uji perlu ditimbang dengan ketelitian timbangan 0,3%.
4. Pasang alat kompressometer-ekstensometer secara akurat dan kuat pada benda uji, kemudian pasang yang tepat alat pengukur deformasi atau *dial gauge*.
5. Letakkan benda uji pada alat uji tekan dengan keadaan posisi simetris setelah dipasang alat pengukur deformasi atau *dial gauge.*
6. Jalankan mesin uji tekan dan berikan beban secara teratur dengan kecepatan pembebanan 207 s.d 275 kPa/detik hingga benda uji hancur dan mesin tidak lagi memberi beban.
7. Lakukan pencatatan yang terjadi meliputi, setiap kenaikan beban 10kN, beban pada regangan/deformasi tercapai 50.10^{-6}, dan pembebanan telah mencapai 40% dari beban maksimum.

4.5.4 Kuat Tarik Belah Beton

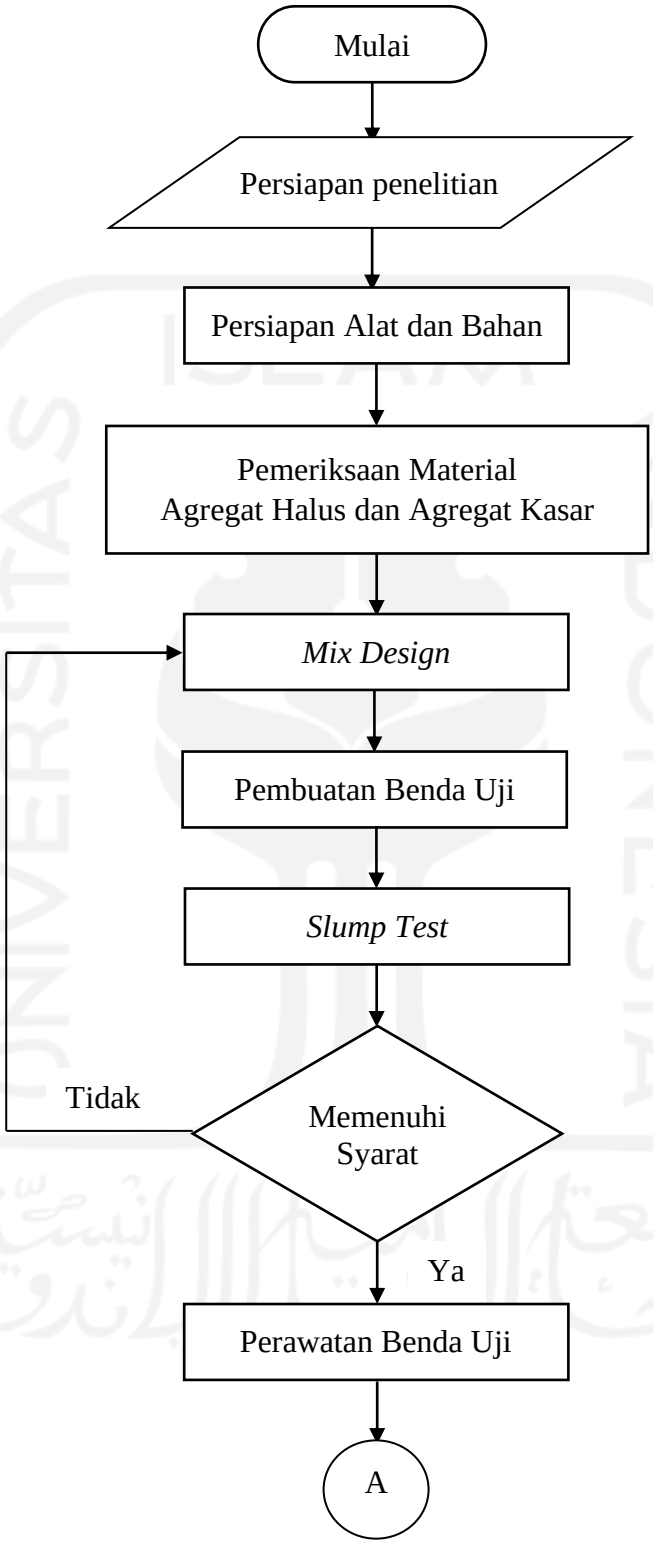
Langkah-langkah pengujian ini ialah sebagai berikut.

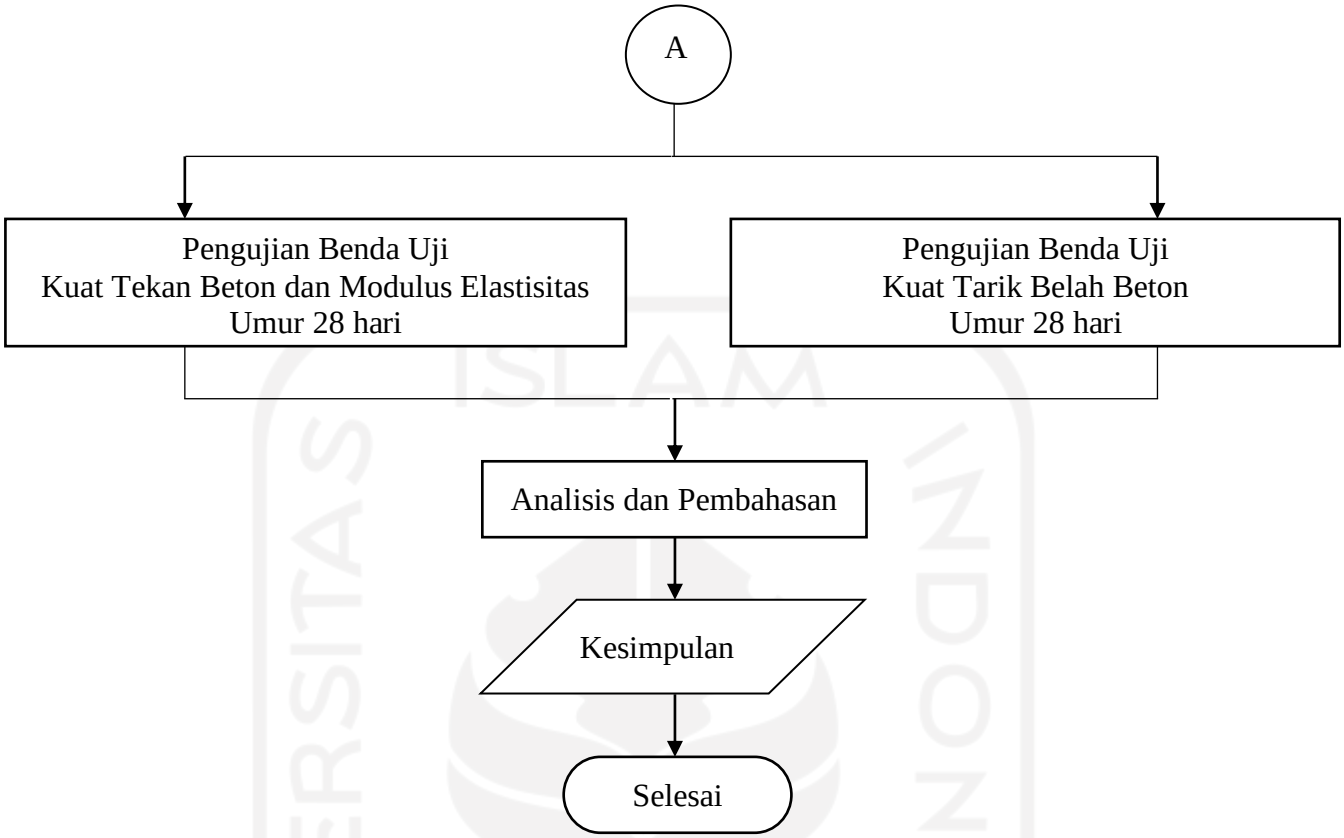
1. Siapkan alat yang perlu dalam pengujian ini.
2. Ukur dimensi dan berat dari benda uji.
3. Tandai dengan menggunakan alat yang sesuai untuk menggambar garis tengah di kedua sisi ujung benda uji, untuk memastikan bahwa kedua garis tengah berada pada bidang aksial yang sama.
4. Memasang bantalan bantu pembebanan dimesin uji pada bagian tengahnya tepatnya pada bagian atas meja tekan bagian bawah.
5. Tempatkan benda uji diatas pada bantalan yang terbuat dari kayu sedemikian rupa sehingga tanda garis tengah pada benda uji tegak lurus dengan titik pusat bantalan bantu pembebanan.

6. Letakkan bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis dua diatas benda uji posisikan agar titik tengah berpotongan dengan garis tengah yang ada pada benda uji bagian ujung silinder.
7. Atur posisi hingga tercapai kondisi: proyeksi dari bidang yang ditandai dengan garis tengah di kedua ujung benda uji bertemu dengan titik tengah bagian atas meja penekan mesin uji.
8. Jalankan mesin uji tekan dengan memberikan beban secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan yang konstan berkisar 0,7 – 1,4 Mpa/detik hingga benda uji hancur terbelah menjadi dua.
9. Catat angka beban maksimum yang didapatkan dari hasil pengujian.

4.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.


Mulai
Persiapan penelitian
Persiapan Alat dan Bahan
Pemeriksaan Material
Agregat Halus dan Agregat Kasar
Mix Design
Pembuatan Benda Uji
Slump Test
Memenuhi
Syarat
Tidak
Ya
Perawatan Benda Uji
A



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Dalam sebuah penelitian memiliki data hasil dan pembahasan yang didapatkan selama penelitain dilakukan. Data yang didapatkan dari penelitian harus dianalisis dan dibahas agar memperoleh hasil yang telah direncanakan. Penelitian ini menghasilkan data pemeriksaan material sebagai penyusun beton, *mix design*, pengujian kuat desak, pengujian kuat tarik dan modulus elastisitas beton.

5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan material penyusun beton memiliki tujuan agar mengetahui karakteristik dan sifat dari material yang digunakan pada penelitian ini. Pemeriksaan agregat dibagi menjadi dua, yaitu pemeriksaan agregat halus dan pemeriksaan agregat kasar.

5.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan material yang dilakukan yaitu berat jenis dan penyerapan air pada agregat, analisis saringan agregat, berat volume padat/gembur agregat, dan uji lolos saringan No.200.

1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

   Tujuan dari pemeriksaan ini yaitu mengetahui berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dari agregat halus dengan menggunakan SNI 03-1970-1990. Adapun perhitungan menggunakan sampel 1 adalah sebagai berikut.

   a. Berat Jenis Curah

   Berat jenis curah $= \frac{\text{Bk}}{\text{B}+500-\text{Bt}}$

   $= \frac{495}{707+500-1021}$

$= 2{,}661$

b. Berat Jenis Kering Permukaan

Berat jenis kering permukaan $= \frac{500}{\mathrm{B}+500-\mathrm{Bt}}$

$= \frac{500}{707+500-1021}$

$= 2{,}688$

c. Berat Jenis Semu

Berat jenis semu $= \frac{Bk}{\mathrm{B}+\mathrm{Bk}-\mathrm{Bt}}$

$= \frac{495}{707+495-1021}$

$= 2{,}735$

d. Penyerapan Air

Penyerapan air $= \frac{500-Bk}{\mathrm{Bk}} x100\%$

$= \frac{500-495{,}5}{495} x100\%$

$= 1{,}01\%$

Untuk perhitungan pada sampel 2 sama seperti perhitungan diatas dan rata-rata antara sampel 1 dan 2. Berikut adalah rekapitulasi hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	495	494	495
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1021	1006	1014
Berat piknometer berisi air, gram (B)	707	694	701
Berat Jenis Curah	2,661	2,633	2,647
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2,688	2,596	2,674
Berat Jenis semu	2,735	2,705	2,720
Penyerapan Air	1,01%	1,01%	1,01%

Dari perhitungan diatas hasil dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus mendapatkan hasil berat kering permukaan (SSD) rata-rata sebesar 2,674 dan penyerapan air didapatkan sebesar 1,01%. Dalam

pemeriksaan berat jenis agregat normal memiliki nilai diantara 2,5-2,7 (Tjokrodimuljo, 1992). Sehingga untuk agregat halus sudah masuk dalam berat jenis agregat normal dan dapat digunakan dalam campuran beton.

2. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan analisis saringan agregat halus memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kehalusan dan kekasaran dari agregat halus yang dimana akan didapatkan nilai modulus halus butir agregat dengan menggunakan SNI 1968-1990. Untuk perhitungan analisis diambil contoh pada saringan 4,8 mm sebagai berikut.

a. Persen berat tertinggal

Lubang ayakan 4,8 mm $= \frac{Berat\ tertinggal}{Berat\ Total}$ x 100%

$= \frac{63}{1998}$ x 100%

= 3,15%

b. Persen berat tertinggal kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm = % berat tertinggal + % berat tertinggal sebelumnya

= 3,15% + 0%

= 3,15%

c. Persen lolos kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm = 100% - % berat tertinggal

= 100% - 3,15%

= 96,85%

d. Modulus halus butir

MHB $= \frac{\%Total\ berat\ tertinggal\ kumulatif}{100}$

$= \frac{233,78}{100}$

= 2,338

Demikian langkah-langkah perhitungan hingga semuanya sampai lubang ayakan terakhir. Dalam pelaksanaan pemeriksaan analisis saringan agregat tidak mencapai 2000 gr dikarenakan kurangnya ketelitian pada saat

dilakukan penimbangan adanya butiran yang terjatuh. Menurut (Tjokrodimuljo, 1992) modulus butir halus agregat mempunyai nilai antara 1,5-3,8. Pengujian analisis saringan mempunyai nilai 2,338 sehingga sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hasil pemeriksaan analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Analisis Perhitungan Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	63	3,15	3,15	96,85
2,40	81	4,05	7,20	92,79
1,20	139	6,96	14,15	85,84
0,60	550	27,30	41,65	58,31
0,30	649	32,48	74,10	25,83
0,15	384	19,22	93,30	6,61
Pan	132	6,61	100	0
Jumlah	1998	100,00	233,78	

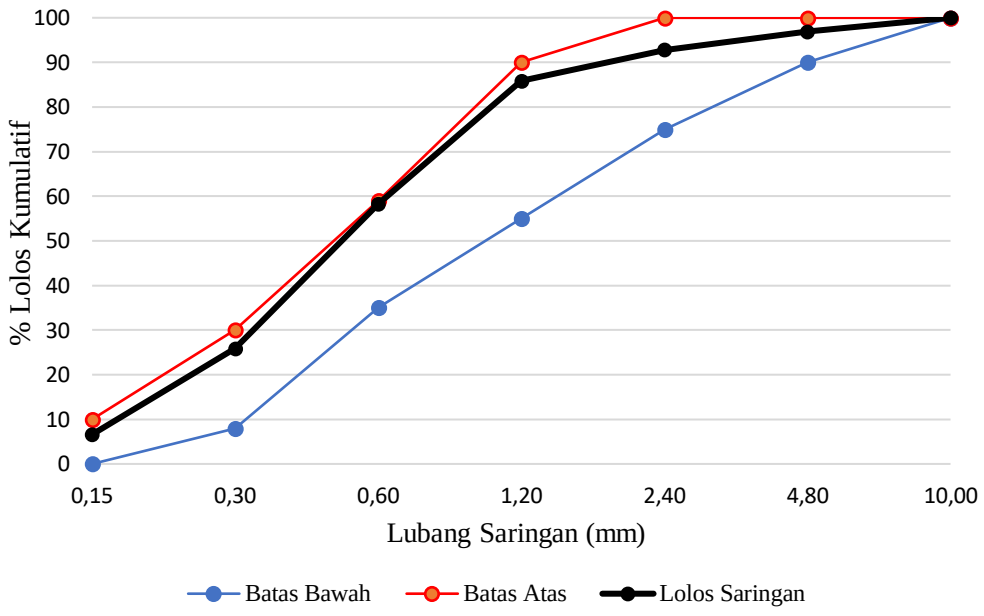
Selanjutnya menentukan daerah gradasi agregat halus dari nilai persen lolos kumulatif sesuai pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Daerah Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Agregat Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15.34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber: SNI 03-2384-2000)

Sesuai hasil persen lolos kumulatif pada Tabel 5.3 sehingga agregat halus masuk kedalam jenis gradasi daerah II. Berikut grafik dari gradasi agregat halus sesuai syarat SNI 03-2834-2000 beserta batas gradasi.



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Daerah II

3. Pemeriksaan Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan pada agregat halus dalam kondisi gembur dan padat untuk menentukan berat volume. Untuk perhitungan hasil pemeriksaan berat volume gembur sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus

Berat agregat (W3) = W2 – W1

= 17694 – 10720

= 6929 gram

Volume tabung (V) = $^1/_4$ π d^2 t

= $^1/_4$ x π x $(14,867)^2$ x 29,917

= 5193,143 cm^3

Berat Volume Padat = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{6929}{5193,143}$

=1,334 gram/cm^3

Untuk rekapitulasi hasil dari pemeriksaan berat volume gembur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat tabung (W1), gram	10720
Berat tabung + agregat kering (W2), gram	17649
Berat agregat (W3), gram	6929
Volume tabung (V), cm^3	5193,143
Berat volume gembur, gram/cm^3	1,334

b. Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus

Berat agregat (W3) = W2 – W1

= 19035 – 10720

= 8315 gram

Volume tabung (V) = $^1/_4$ π d^2 t

= $^1/_4$ x π x $(14{,}867)^2$ x 29,917

= 5193,143 cm^3

Berat Volume Padat = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{8315}{5193{,}143}$

=1,601 gram/cm^3

Untuk rekapitulasi hasil dari pemeriksaan berat volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat tabung (W1), gram	10720
Berat tabung + agregat kering (W2), gram	19035
Berat agregat (W3), gram	8315
Volume tabung (V), cm^3	5193,143
Berat volume padat, gram/cm^3	1,601

Dari hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat halus didapatkan nilai sebesar 1,334 gram/cm^3 dan berat volume padat agregat halus sebesar 1,601 gram/cm^3.

4. Pemeriksaan lolos saringan no.200 (uji kandungan lumpur agregat halus)

Pemeriksaan lolos saringan no.200 sesuai dengan metode pada SNI 03-4142-1996. Untuk perhitungan kandungan lumpur pada agregat halus sebagai berikut.

Kandungan lumpur pasir = $\frac{(W1-W2)}{W1}$

$$= \frac{(500-492)}{500}$$

$$= 1{,}60\%$$

Untuk hasil rekapitulasi pemeriksaan lolos saringan no.200 dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Hasil Pemeriksaan Lolos Saringan No.200 Agregat Halus

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Berat agregat oven (W1), gram	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	492
Persentase lolos saringan no.200 , $(\frac{(W1-W2)}{W1})$	1,60

5.2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan material yang dilakukan yaitu berat jenis dan penyerapan air pada agregat, analisis saringan agregat, dan berat volume padat/gembur agregat.

1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

   Tujuan dari pemeriksaan ini yaitu mengetahui berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dari agregat kasar dengan menggunakan SNI 1969-1990. Adapun perhitungan menggunakan sampel 1 adalah sebagai berikut.

   a. Berat Jenis Curah

   Berat jenis curah $= \frac{\text{Bk}}{Bj-Ba}$

   $= \frac{4890}{5000-3134}$

   $= 2{,}621$

   b. Berat Jenis Kering Permukaan

   Berat jenis kering permukaan $= \frac{BJ}{\text{Bj}-\text{Ba}}$

   $= \frac{5000}{5000-3134}$

   $= 2{,}679$

   c. Berat Jenis Semu

   Berat jenis semu $= \frac{Bk}{\text{Bk}-\text{Ba}}$

$$= \frac{4890}{4890-3134}$$

$$= 2{,}785$$

d. Penyerapan Air

Penyerapan air $= \frac{Bj-Bk}{\text{Bk}} x100\%$

$$= \frac{5000-4890}{4890} x100\%$$

$$= 2{,}25\%$$

Untuk perhitungan pada sampel 2 sama seperti perhitungan diatas dan rata-rata antara sampel 1 dan 2. Berikut adalah rekapitulasi hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pemeriksaan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4890	4918	4904
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3134	3136	3135
Berat Jenis Curah	2,621	2,638	2,629
Berat jenis jenuh kering (SSD)	2,679	2,682	2,681
Berat jenis semu	2,785	2,759	2,772
Penyerapan air	2,25%	1,67%	1,96%

Dari perhitungan diatas hasil dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar mendapatkan hasil berat kering permukaan (SSD) rata-rata sebesar 2,681 dan penyerapan air didapatkan sebesar 1,96%.

2. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Pemeriksaan analisis saringan agregat kasar sebagian acuan dalam menetapkan pembagian butir agregat kasar dengan menggunakan saringan yang dimana akan didapatkan nilai modulus halus butir agregat dengan menggunakan SNI 1968-1990. Untuk perhitungan analisis diambil contoh pada saringan 4,8 mm sebagai berikut.

a. Persen berat tertinggal

Lubang ayakan 4,8 mm $= \frac{Berat\ tertinggal}{Berat\ Total}$ x 100%

$= \frac{1236}{4998}$ x 100%

= 24,73%

b. Persen berat tertinggal kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm = % berat tertinggal + % berat tertinggal sebelumnya

= 73,17% + 24,73%

= 97,90%

c. Persen lolos kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm = 100% - % berat tertinggal kumulatif

= 100% - 97,90%

= 2,10%

d. Modulus halus butir

MHB $= \frac{\%Total\ berat\ tertinggal\ kumulatif}{100}$

$= \frac{669,07}{100}$

= 6,691

Demikian langkah-langkah perhitungan hingga semuanya sampai lubang ayakan terakhir. Dalam pelaksanaan pemeriksaan analisis saringan agregat tidak mencapai 5000 gram dikarenakan kurangnya ketelitian pada saat dilakukan penimbangan adanya kerikil yang terjatuh. Hasil perhitungan modulus halus butir didapatkan sebesar 6,691 yang dimana sesuai syarat SK SNI S-04-1989-F yaitu antara 5,0 – 8,0. Hasil analisis perhitungan pemeriksaan analisis saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pemeriksaan Analisis Perhitungan Saringan Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	0	0,00	0,00	100,00
10,00	3657	73,17	73,17	26,83
4,80	1236	24,73	97,90	2,10
2,40	85	1,70	99,60	0,40
1,20	0	0,00	99,60	0,40
0,60	0	0,00	99,60	0,40
0,30	0	0,00	99,60	0,40
0,15	0	0,00	99,60	0,40
Pan	20	0,36	100	0
Jumlah	4998	100,00	669,07	

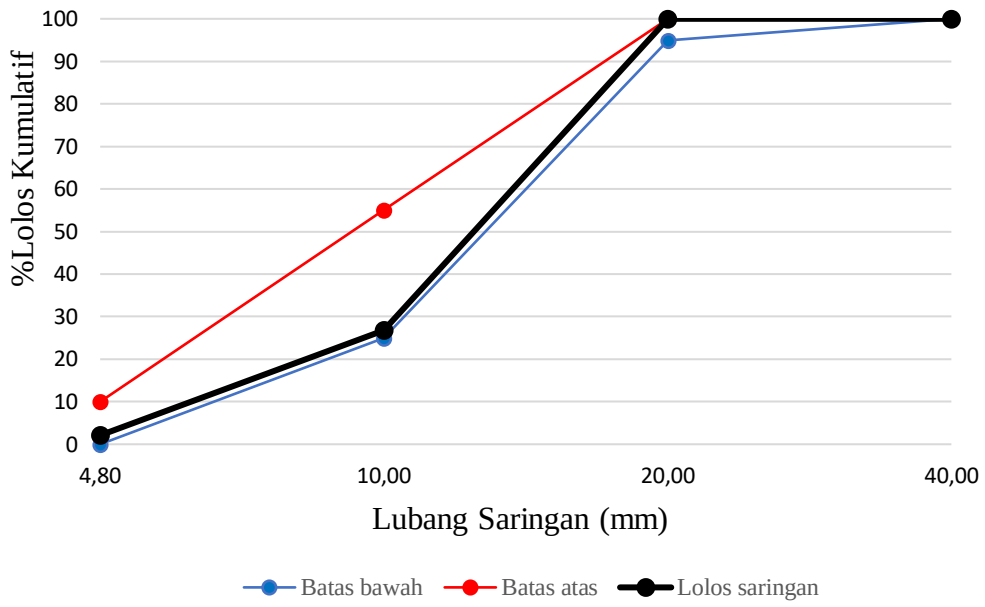
Selanjutnya menentukan daerah gradasi agregat kasar dari nilai persen lolos kumulatif sesuai pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Daerah Gradasi Agregat Kasar

Lubang saringan	Persentase Lolos saringan maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	37 – 70	95 – 100
10	10 – 40	30 – 60
4,8	0 – 5	0 – 10

(Sumber: SNI 03-2384-2000)

Sesuai hasil persen lolos kumulatif pada Tabel 5.9 didapatkan agregat kasar memiliki ukuran maksimum sebesar 20 mm. Berikut ini grafik dari analisis saringan agregat kasar beserta batas atas dan bawah gradasi.



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm

3. Pemeriksaan Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dilakukan pada agregat kasar dalam kondisi gembur dan padat untuk menentukan berat volume. Untuk perhitungan hasil pemeriksaan berat volume gembur sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Berat agregat (W3) = W2 – W1
= 18257 – 10725
= 7532 gram

Volume tabung (V) = $^1/_4\ \pi\ d^2\ t$
= $^1/_4$ x π x $(14{,}92)^2$ x 30,2
= 5280 cm^3

Berat Volume Padat = $\frac{W3}{V}$
= $\frac{7531}{5280}$
=1,427 $gram/cm^3$

Untuk rekapitulasi hasil dari pemeriksaan berat volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,2
Berat tabung (W1), gram	10725
Berat tabung + agregat kering (W2), gram	18257
Berat agregat (W3), gram	7532
Volume tabung (V), cm^3	5280,007
Berat volume gembur, $gram/cm^3$	1,427

b. Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar

Berat agregat (W3) = W2 – W1

= 19193 – 10725

= 8468 gram

Volume tabung (V) = $^1/_4$ π d^2 t

= $^1/_4$ x π x $(14,92)^2$ x 30,2

= 5280 cm^3

Berat Volume Padat = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{8468}{5280}$

=1,604 $gram/cm^3$

Untuk rekapitulasi hasil dari pemeriksaan berat volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,2
Berat tabung (W1), gram	10725
Berat tabung + agregat kering (W2), gram	19193
Berat agregat (W3), gram	8468
Volume tabung (V), cm^3	5280,007
Berat volume padat, $gram/cm^3$	1,604

Dari hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat kasar didapatkan nilai sebesar 1,427 gram/cm^3 dan berat volume padat agregat kasar sebesar 1,604 gram/$cm^{3.}$

5.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam proses perencanaan untuk campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Berikut prosedur untuk perhitungan perencanaan *mix design*.

1. Pengujian ini menggunakan sampel sebanyak 7 buah, maka berdasarkan Tabel 3.1 digunakan nilai margin (M) sebesar 12 MPa.
2. Menentukan nilai kuat tekan beton rata-rata rencana.

   f_{cr} $= f'_c + M$
   $= 25 + 12$
   $= 37$ MPa
3. Menggunakan *portland cement* tipe I dengan merk Gresik.
4. Berat jenis yang didapatkan dari pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk agregat halus sebesar 2,661 dan agregat kasar sebesar 2,621.
5. Menentukan nilai faktor air semen (fas) menggunakan Tabel 3.2. Sesuai dengan Tabel 3.2, semen yang digunakan menggunakan *portland* tipe I dengan jenis agregat batu pecah yang dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Maka didapatkan kuat tekan rencana sebesar 37 MPa.
6. Menggunakan Gambar 4.1, tarik garis vertikal dari bawah ke atas pada nilai fas sebesar 0,5 kemudian tarik garis horizontal ke kanan pada kuat tekan rata-rata yang telah dihitung sebelumnya sebesar 37 MPa, sehingga didapatkan titik perpotongan. Buatlah kurva baru pada titik perpotongan tersebut. Tarik garis horizontal dari nilai kuat tekan rata-rata yg direncanakan sebesar 37 MPa hingga memotong kurva antara perpotongan yang sudah didapatkan sebelumnya. Tarik garis vertikal kebawah sehingga didapatkan nilai fas sebesar 0,5.
7. Menentukan nilai maksimum faktor air semen dan jumlah minimum semen. Berdasarkan Tabel 3.3 dapat ditentukan dengan jenis lokasi beton dalam

ruangan dan keadaan keliling non korosif, maka jumlah minimum semen sebesar 275 kg/m^3 dan fas maksimum sebesar 0,60.

8. Menetukan nilai *slump* yang direncanakan yaitu sebesar 10 ± 2 cm, sehingga masuk dalam *slump* 60 – 180mm.
9. Menentukan ukuran maksimum dari butir agregat.
   a. Ukuran maksimum butir agregat yang dihasilkan dari pemeriksaan analisis saringan didapatkan sebesar 20 mm.
   b. Jenis agregat yang menggunakan batu tak dipecahkan untuk agregat halus dan batu pecah untuk agregat kasar.
10. Menentukan kadar air bebas agregat campuran.

    Berdasarkan Tabel 3.4 terdapat nilai kadar air bebas yang ditentukan dari nilai *slump.* Nilai *slump* yang direncanakan masuk kedalam *range* 60 – 180 mm. Berdasarkan persamaan 3.3 maka perhitungan kadar air bebas dapat dihitung sebagai berikut.

    w $= \frac{2}{3}Wh + \frac{2}{3}Wk$

    $= \frac{2}{3}195 + \frac{2}{3}225$

    = 205 kg/m^3

11. Menentukan kadar semen yang digunakan sesuai persaaman 3.4 sebagai berikut.

    Kadar semen $= \frac{Kadar\ air\ bebas}{fas}$

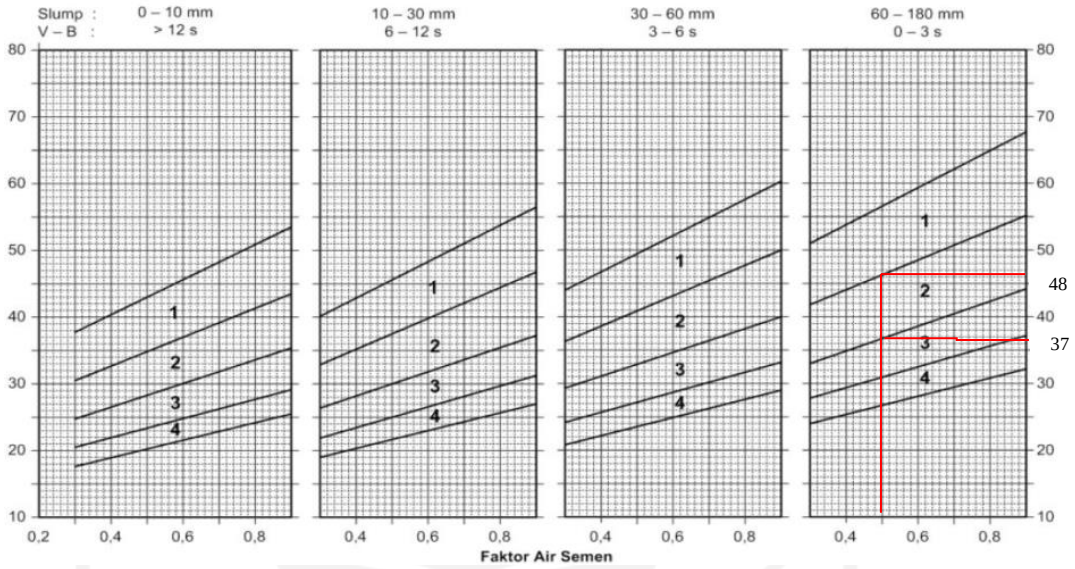
    $= \frac{205}{0{,}5}$

    = 410 kg/m^3

    Diperoleh kadar semen sebesar 410 kg/m^3 dan kadar semen minimum berdasarkan lokasi beton yang digunakan sebesar 275 kg/m^3, sehingga digunakan kadar semen sebesar 410 kg/m^3.
12. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar.

    Nilai *slump* yang digunakan 60 – 180 mm, fas didapatkan sebesar 0,5, ukuran maksimum butir 20 mm, dan gradasi agregat halus masuk kedalam gradasi daerah II. Dengan menggunakan Gambar 5.3 ditentukan persentase

agregat halus dengan cara tarik garis vertikal ke atas dari nilai fas 0,5 sampai batas gradasi daerah II. Terdapat dua titik yang memotong, kemudian tarik garis ke kanan dan didapatkan persentase batas atas agregat halus sebesar 48 % dan batas bawah 37%.



Gambar 5.3 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20 mm)

Untuk nilai persentase agregat halus dihitung sebagai berikut.

Persentase agregat halus $= \frac{48\%+37\%}{2}$

$= 42{,}5\%$

Persentase agregat kasar = 100% - persentase agregat halus

= 100% - 42,5%

= 57,5%

13. Menentukan berat jenis relatif agregat berdasarkan persamaan 3.5.

BJ_{AG} = (%AH x BJ_{AH}) + (%AK x BJ_{AK})

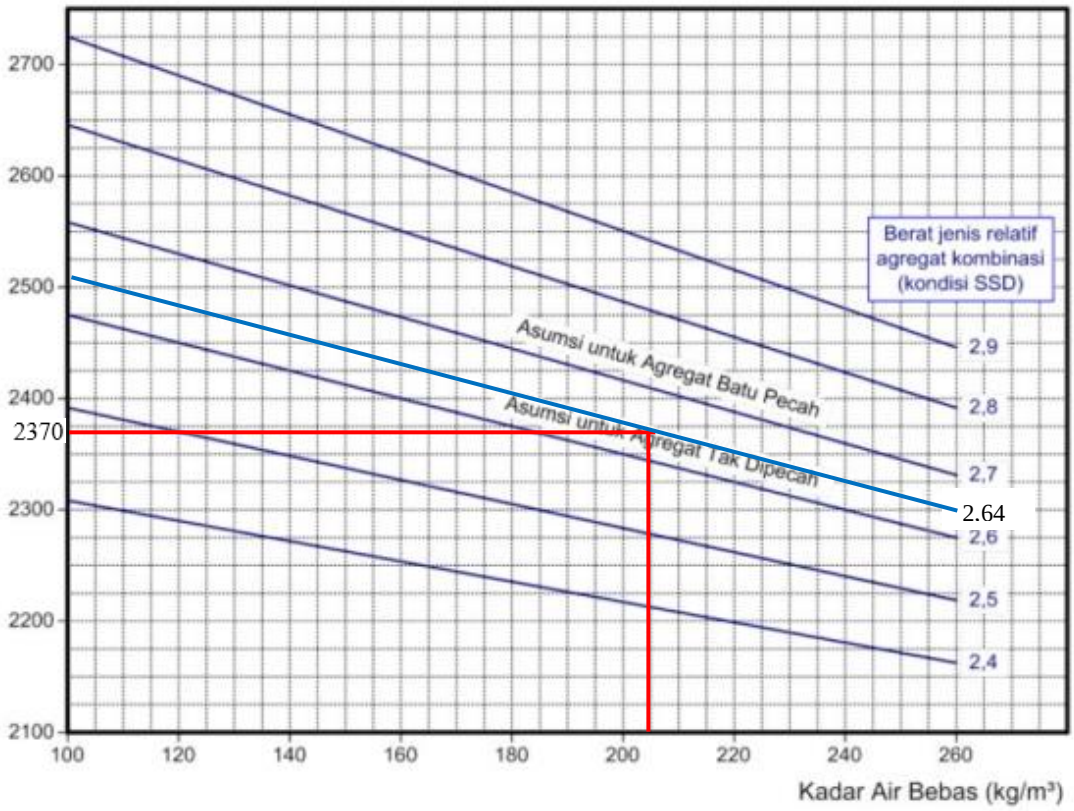
= (42,5% x 2,661) + (57,5 x 2,621)

= 2,637

14. Menentukan nilai berat isi beton.

Dengan menggunakan Gambar 5.4 berikut dapat ditentukan nilai berat isi beton. Dengan nilai kadar air bebas sebesar 205 kg/m^3, maka tarik garis vertikal ke atas hingga memotong kurva berat jenis agregat gabungan 2,637.

Dari titik perpotongan tersebut ditarik garis horizontal ke kiri sehingga didapatkan nilai perkiraan berat isi beton sebesar 2370 kg/m^3.



Gambar 5.4 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah
(Sumber: SNI 2834-2000)

15. Menghitung kadar agregat gabungan dengan menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

    Kadar agregat = Berat isi beton – kadar semen – kadar air
    = 2370 – 410 – 205
    = 1755 kg/m^3

16. Menghitung kadar agregat halus dan kasar dengan menggunakan Persamaan 3.7 dan Persamaan 3.8 sebagai berikut.

    Kadar agregat halus = %Ag halus x Kadar agregat gabungan
    = 42,5% x 1755
    = 745,875 kg/m^3

    Kadar agregat kasar = %Ag kasar x Kadar agregat gabungan

= 57,5% x 1755

= 1009,125 kg/m^3

17. Proporsi campuran untuk per 1 m^3 beton.

    Hasil perhitungan dari perencanaan campuran didapatkan proporsi tiap 1 m^3 beton sebagai berikut.

    a. Semen = 410 kg
    b. Air = 205 kg
    c. Agregat halus = 745,875 kg
    d. Agregat kasar = 1009,125 kg

18. Proporsi campuran untuk per 1 m^3 dilakukan penyusutan sebesar 20%.

    Penelitian ini dilakukan penyusutan sebesar 20% tiap material per 1 m^3 beton dan hasilnya sebagai berikut.

    a. Semen = 410 x 20%
       = 490 kg
    b. Air = 205 x 20%
       = 246 kg
    c. Agregat halus = 745,875 x 20%
       = 896,05 kg
    d. Agregat kasar = 1009,125 x 20%
       = 1210,95 kg

Adapun rekapitulasi hasil perencanaan *mix design* yang telah diperhitungkan diatas dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Mix Design*

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Kuat tekan rencana (f'c)	25	MPa
2.	Standar deviasi	-	-
3.	Nilai tambah (M)	12	MPa
4.	Kuat tekan yang ditargetkan	37	MPa
5.	Jenis semen	*Portland* Tipe I	
6.	Jenis agregat : a. Agregat Halus b. Agregat Kasar	 Batu tidak pecah Batu pecah	
7.	Faktor air semen (fas)	0,5	
8.	Nilai *Slump*	60 – 180	mm
9.	Ukuran agregat maksimum	20	mm
10.	Kadar air bebas	205	kg/m^3
11.	Kadar semen maksimum	410	kg/m^3
	Kadar semen minimum	275	
	Kadar semen digunakan	410	
12.	Susunan butir agregat halus	Gradasi II	
13.	Berat jenis agregat halus	2,661	
14.	Berat jenit agregat kasar	2,621	
15.	Persen agregat halus	42,5	%
16.	Persen agregat kasar	57,5	%
17.	Berat jenis butiran agregat gabungan	2,637	
18.	Berat isi beton	2370	kg/m^3
19.	Kadar agregat gabungan	1755	kg/m^3
20.	Kadar agregat halus	745,875	%
21.	Kadar agregat kasar	1009,125	%

(Sumber: SNI 2834-2000)

19. Volume benda uji

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Untuk setiap variasi terdiri dari 7 buah silinder yang total keseluruhan berjumlah 49 buah silinder. Untuk volume benda uji pada proses *mixing* sebagai berikut.

Volume 1 buah silinder $= {}^{1}/_{4} \times \pi \times d^2 \times t$

$= {}^{1}/_{4} \times \pi \times (0{,}15)^2 \times 0{,}3$

$= 0{,}0053\ m^3$

Volume 49 buah silinder $= 0{,}0053 \times 49$

$= 0{,}2598\ m^3$

20. Proporsi campuran dalam proses *mixing*.

Berikut perhitungan proporsi campuran dalam 1 buah silinder.

a. Semen $= 492 \times 0{,}0053$

$= 2{,}608$ kg

b. Air $= 246 \times 0{,}0053$

$= 1{,}304$ kg

c. Agregat halus $= 895{,}05 \times 0{,}0053$

$= 4{,}745$ kg

d. Agregat kasar $= 1210{,}95 \times 0{,}0053$

$= 6{,}419$ kg

Berikut perhitungan proporsi campuran dalam 49 buah silinder.

a. Semen $= 2{,}608 \times 49$

$= 127{,}807$ kg

b. Air $= 1{,}304 \times 49$

$= 63{,}904$ kg

c. Agregat halus $= 4{,}745 \times 49$

$= 232{,}508$ kg

d. Agregat kasar $= 6{,}419 \times 49$

$= 314{,}569$ kg

21. Menghitung kebutuhan penambahan serat *fiberglass*.

Penelitian ini dilakukan penambahan serat *fiberglass* pada campuran beton yang dimana proporsi penambahan *fiberglass* terhadap berat total agregat. Berat total proporsi agregat yang digunakan dalam campuran setiap variasi yaitu sebesar 78,154 kg. Untuk perhitungan setiap variasi persentase penggunaan serat *fiberglass* dari berat total agregat adalah sebagai berikut.

a. *Fiberglass* 0% = 0 % x 78,154
= 0 kg
b. *Fiberglass* 0,3% = 0,3% x 78,154
= 0,234 kg
c. *Fiberglass* 0,6% = 0,6% x 78,154
= 0,469 kg
d. *Fiberglass* 0,9% = 0,9% x 78,154
= 0,703 kg
e. *Fiberglass* 1,2% = 1,2% x 78,154
= 0,938 kg
f. *Fiberglass* 1,5% = 1,5% x 78,154
= 1,172 kg

22. Menghitung kadar kebutuhan penggunaan *superplascitizer*.

Penelitian ini menggunakan bahan tambah *superplasticizer* dengan proporsi penambahan terhadap berat semen. Persentase penambahan *superplasticizer* sebesar 0,6% dari berat semen setiap variasinya. Untuk berat semen setiap variasi yaitu sebesar 18,258 kg. Berikut ini adalah perhitungan kadar penambahan *superplasticizer* terhadap berat semen.

Kadar *superplasticizer* 0,6% = 0,6% x 18,258
= 0,110 kg

Untuk kadar dalam setiap variasi sama semua dikarenakan penambahan *superplasticizer* 0,6% yaitu sebesar 0,110 kg.

Adapun rekapitulasi proporsi campuran penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Proporsi Campuran

Variasi	Jumlah Sampel (buah)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	*Superplasticizer* (kg)	*Fiberglass* (kg)
BN	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,000	0,000
BF1	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	0,000
BF2	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	0,234
BF3	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	0,469
BF4	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	0,703
BF5	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	0,938
BF6	7	18,258	9,129	33,215	44,938	0,110	1,172

5.4 Hasil Uji *Slump*

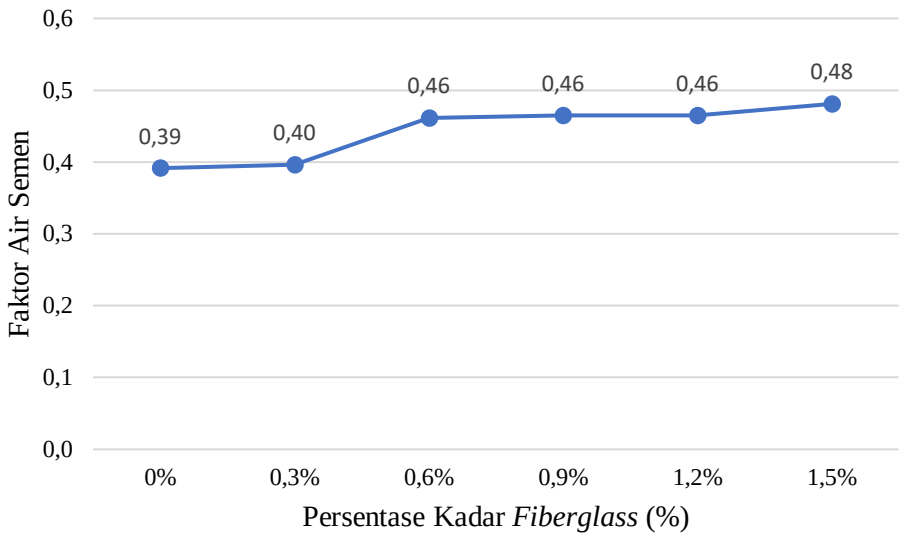
Pengujian *slump* memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kelecakan dari campuran adukan beton dalam kemudahan pengerjaan. Penelitian ini menggunakan bahan tambah *superplasticizer* yang dimana dapat mengurangi penggunaan air tetapi hasil *slump* masih dalam *range* yang telah direncanakan. Adapun berikut ini adalah hasil uji *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.14 serta grafik hubungan fas terhadap kadar penambahan *fiberglass* dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan untuk sisa penggunaan air dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.14 Hasil Uji *Slump*

Sampel Beton	Kadar *Fiberglass*	Kadar *SP*	Nilai *Slump* (cm)
BN	0%	0%	12
BF1	0%	0,6%	12
BF2	0,3%	0,6%	11
BF3	0,6%	0,6%	11
BF4	0,9%	0,6%	11
BF5	1,2%	0,6%	10,5
BF6	1,5%	0,6%	10

Tabel 5.15 Sisa Penggunaan Air

Sampel Beton	Sisa Air (liter)	Fas yang Digunakan
BN	0	0,50
BF1	1,98	0,39
BF2	1,90	0,40
BF3	0,70	0,46
BF4	0,65	0,46
BF5	0,56	0,46
BF6	0,35	0,48



Gambar 5.5 Pengaruh Kadar Penambahan *Fiberglass* Terhadap FAS

Berdasarkan Tabel 5.14 dapat dilihat bahwa nilai *slump* terbesar yaitu pada variasi BF1 sebesar 12 cm, sedangkan nilai *slump* terkecil yaitu pada variasi BF6 sebesar 10 cm. Hal tersebut terjadi karena pada saat sebelum proses pengadukan mesin *mixing* belum dilakukan penyiraman air, sehingga terjadi nilai *slump* yang kecil dan juga kadar *fiberglass* yang banyak. Untuk semua variasi beton dengan proporsi bahan tambah yang berbeda, hasil nilai *slump* masuk kedalam rencana yaitu 10 ± 2 cm.

Air yang digunakan dalam campuran tidak semuanya dituangkan kedalam campuran dikarenakan untuk menjaga nilai *slump* yaitu 10 ± 2 cm. Dalam menjaga nilai *slump* tersebut, air yang dituangkan harus ditinjau ketika penuangan kedalam campuran beton. Cara meninjau apakah air sudah cukup mencampur antar material yaitu dilihat secara visual. Adonan campuran beton ketika sudah cukup penggunaan air, warna dalam suatu campuran beton sudah berwarna abu-abu. Setelah tercampur merata dapat dilakukan uji *slump.*

Tabel 5.16 Persentase Penyerapan Air pada Variasi *Fiberglass*

Sampel Beton	Kadar *Fiberglass*	Kadar *SP*	Penyerapan Air
BN	0%	0%	0%
BF1	0%	0,6%	0%
BF2	0,3%	0,6%	38,89%
BF3	0,6%	0,6%	39,02%
BF4	0,9%	0,6%	39,12%
BF5	1,2%	0,6%	39,23%
BF6	1,5%	0,6%	39,51%

Berdasarkan Tabel 5.15 dan Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa sisa air terbanyak pada variasi BF1 dengan fas sebesar 0,39 dan paling sedikit pada variasi BF6 dengan fas sebesar 0,48. Sisa air yang dihasilkan pada masing-masing variasi terjadi perbedaan karena pengurangan air saat proses *mixing* untuk mencapai *range* nilai *slump* yang direncanakan yaitu 10 ± 2 cm. Seiring dengan bertambahnya kadar *fiberglass* maka sisa air yang digunakan semakin sedikit dan fas yang digunakan meningkat. Untuk penyerapan air yang dihasilkan meningkat juga seiring dengan penambahan kadar *fiberglass*. Hal tersebut terjadi peningkatan penggunaan air yang dimana semakin banyak penambahan *fiberglass* maka air yang digunakan semakin banyak yang disebabkan bahan dan sifat dari serat *fiberglass* dapat menyerap air.

Berdasarkan Tabel 5.16 dilakukan uji penyerapan air pada serat *fiberglass.* Hasil menunjukkan penyerapan air yang terjadi meningkat seiring dengan kadar *fiberglass* yang bertambah. Hal tersebut dikarenakan *fiberglass* memiliki sifat

yang dapat menyerap air. Dalam penelitian ini penggunaan *superplasticizer* dapat menambah kemudahan pengerjaan dalam adukan campuran beton dan dapat mengurangi penggunaan air. Menurut Kusuma et al., (1994), *superplasticizer* memiliki fungsi mengurangi penggunaan air dan mempermudah dalam adukan. Namun bahan tambah *fiberglass* memiliki sifat menyerap air yang menyebabkan semakin banyak kadar *fiberglass* maka penggunaan air semakin tinggi dan fas yang digunakan meningkat. Sehingga fungsi dari *superplasticizer* dalam campuran beton setiap variasi tidak terlalu maksimal hasilnya, tetapi untuk fungsi lainnya yaitu tingkat kemudahan dalam adukan beton sangat baik.

5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan sampel silinder. Sampel silinder dalam pengujian ini berjumlah 24 buah dengan masing-masing setiap variasi berjumlah 4 buah. Pengujian kuat tekan beton menggunakan *Compression Test Machine*. Sebelum dilakukan pengujian, beton dilakukan proses *curing* selama 28 hari dan dikeringkan 1 hari sebelum pengujian. Prosedur selanjutnya yang dilakukan yaitu proses *capping*. *Capping* bertujuan agar sampel silinder memiliki permukaan yang rata sehingga beban yang diberikan oleh mesin kuat tekan terbagi merata pada permukaan beton. Pengujian dilakukan dengan sampel silinder diberikan beban yang semakin besar sampai jarum *dial* yang tertera pada *Compression Test Machine* mendapatkan beban maksimum kemudian turun sampai dengan nol. Untuk perhitungan kuat tekan beton sesuai pada persamaan 3.9. Adapun perhitungan dari kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

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

$= \frac{460\ x\ 10^3}{17679{,}31}$

= 26,02 MPa

Dengan cara yang sama perhitungan kuat tekan beton untuk sampel-sampel variasi lainnya, maka hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

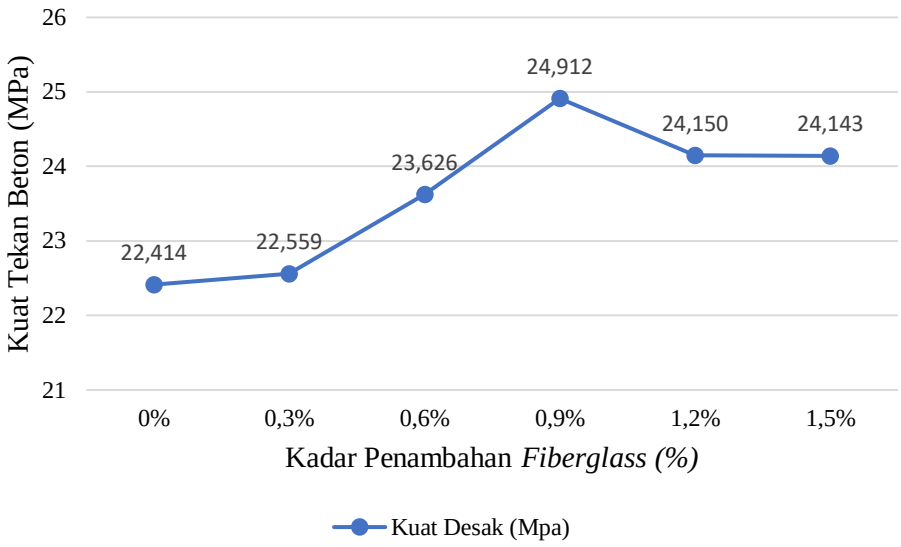
Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm^2)	Beban Maksimum (kN)	Angka Konversi	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
BN	1	28	148,600	304,833	17577,337	450	1	25,60	25,52
	2		149,267	305,067	17499,093	435		24,86	
	3		152,400	304,333	18241,469	465		25,49	
	4		149,700	307,233	17600,844	460		26,14	
BF1	1	28	150,033	299,000	17679,314	460	1	26,02	22,41
	2		150,300	303,833	17742,215	375		21,14	
	3		150,367	301,067	17757,958	330		18,58	
	4		151,300	298,700	17979,091	430		23,92	
BF2	1	28	148,667	303,467	17358,696	380	1	21,89	22,56
	2		149,867	303,967	17640,057	510		28,91	
	3		151,534	300,100	18034,588	425		23,57	
	4		151,233	298,700	17963,251	285		15,87	
BF3	1	28	151,967	307,567	18137,881	315	1	17,37	23,63
	2		150,533	304,700	17797,346	440		24,72	
	3		152,800	304,267	18337,351	440		23,99	
	4		149,667	304,067	17593,006	500		28,42	

Lanjutan Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Angka Konversi	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
BF4	1	28	150,133	304,900	17702,889	520	1	29,37	24.91
	2		150,333	304,700	17750,086	390		21,97	
	3		150133	303,200	17702,889	375		21,18	
	4		150,900	304,200	17884,152	485		27,12	
BF5	1	28	149,933	304,967	17655,754	375	1	21,24	24.15
	2		150,000	302,067	17671,459	475		26,88	
	3		151,533	303,233	18034,588	380		21,07	
	4		151,633	303,000	18058,399	495		27,41	
BF6	1	28	151,600	305,333	18050,460	465	1	25,76	24.14
	2		151,800	302,333	18098,118	495		27,35	
	3		150,600	305,933	17813,113	410		23,02	
	4		151,800	304,933	18098,118	370		20,44	

Tabel 5.18 Persentase Penurunan Nilai Kuat Tekan Beton Kadar *Fiberglass* Terhadap Beton Normal

Variasi	Variasi Penambahan		Kuat Tekan (MPa)	Persentase Penurunan (%)
	Fiberglass	SP		
BN	0%	0%	25,522	0
BF1	0%	0,6%	22,414	12%
BF2	0,3%	0,6%	22,559	12%
BF3	0,6%	0,6%	23,626	7%
BF4	0,9%	0,6%	24,912	2%
BF5	1,2%	0,6%	24,150	5%
BF6	1,5%	0,6%	24,143	5%



Gambar 5.6 Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari

Berdasarkan Tabel 5.17 diatas telah didapatkan nilai rata-rata kuat tekan dari setiap variasi penambahan serat *fiberglass* dan *superplasticizer*. Untuk nilai rata-rata kuat tekan beton dengan penambahan *fiberglass* sebanyak 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, dan 1,5% dengan umur beton 28 hari secara berurutan sebesar 22,414 MPa, 22,559 MPa, 23,626 MPa, 24,912 MPa, 24,150 MPa, dan 24,143 MPa.

Berdasarkan Tabel 5.18 dan Gambar 5.6 disimpulkan hasil yang didapatkan untuk semua variasi memang tidak ada yang mencapai kuat rencana awal. Namun dalam penelitian ini menghasilkan dengan penambahan kadar *fiberglass* sebanyak 0% - 0,9% serta dengan penambahan *superplasticizer* 0,6% dapat meningkatkan kuat tekan beton dan didapatkan kadar optimum pada variasi 0,9% (BF4) sebesar 24,912 MPa atau persentase penurunan paling kecil dihasilkan yaitu 2% terhadap beton normal. Untuk variasi selanjutnya yaitu BF5 dan BF6 terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Seiring dengan kadar *fiberglass* semakin banyak akan menyebabkan menurunnya kuat tekan beton. Hal tersebut terjadi karena penambahan serat *fiberglass* lebih dari 1% akan mengalami kesulitan dalam proses pengadukan dan tidak homogen (Jemima, 2017). Pada variasi BF1 didapatkan hasil sebesar 22,414 MPa atau menurun sebesar 12% dari beton normal. Penurunan nilai kuat tekan disebabkan adukan campuran yang tidak merata sehingga bahan pengikat tidak berfungsi secara maksimal. *Fiberglass* digunakan sebagai *filler* untuk mengisi rongga serta saling mengikat antar material yang dapat meningkatkan kuat tekan beton. Namun penambahan *fiberglass* yang terlalu banyak dapat menimbulkan kesulitan dalam adukan, sehingga rongga-rongga kecil pada beton tidak terisi yang menghasilkan pori-pori.



Gambar 5.7 Sampel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

5.6 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton pada semua variasi sampel. Untuk pengujian ini menggunakan sampel silinder berjumlah 3 buah dari 4 buah setiap variasinya yang totalnya yaitu 18 buat silinder. Prosedur pengujian ini dan alat yang digunakan sama seperti pada pengujian kuat tekan beton. Hanya saja untuk pengujian modulus elastisitas dalam memperoleh data berupa pembebanan 10 kN yang ditekan oleh *compression machine* dan penurunan silinder beton (ΔL') akan dibaca menggunakan *handheld data logger*. Adapun perhitungan nilai tegangan dan regangan ketika beban 10 kN pada pengujian ini dengan sampel beton normal pada umur 28 hari sebagai berikut.

1. Mencari Nilai ΔL

   $\Delta L = \frac{\Delta L'}{2} \times 10^{-3}$

   $= \frac{11'}{2} \times 10^{-3}$

   $= 0{,}0055$ mm

2. Hitung nilai regangan (ε)

   $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

   $= \frac{0{,}0055}{200}$

   $= 0{,}0000275$

3. Hitung nilai tegangan (σ)

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

   $= \frac{10\ x\ 1000}{17577{,}34}$

   $= 0{,}5689$ MPa

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas dalam setiap pembebanan 10 kN. Adapun rekapitulasi hasil dari perhitungan tegangan dan regangan dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

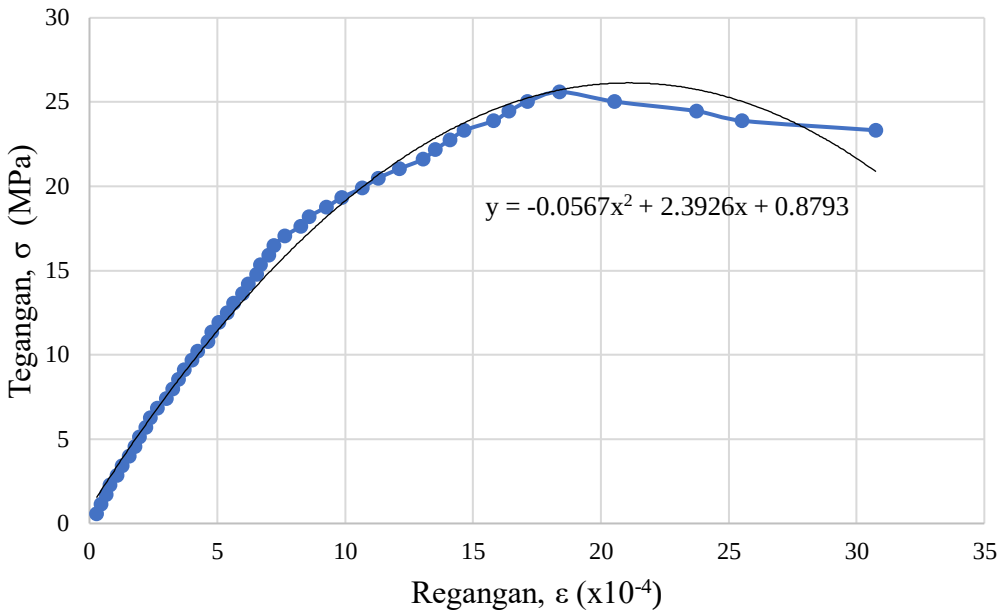
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan

Beban (kN)	Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
10	11	0,00550	0,000028	0,5689
20	18	0,00900	0,000045	1,1378
30	26	0,01300	0,000065	1,7067
40	32,5	0,01625	0,000081	2,2757
50	43,5	0,02175	0,000109	2,8446
60	51	0,02550	0,000128	3,4135
70	62	0,03100	0,000155	3,9824
80	71,5	0,03575	0,000179	4,5513
90	78	0,03900	0,000195	5,1202
100	88,5	0,04425	0,000221	5,6891
110	94,9	0,04745	0,000237	6,2581
120	105,9	0,05295	0,000265	6,8270
130	120,9	0.06045	0,000302	7,3959
140	130,4	0,06520	0,000326	7,9648
150	139,9	0,06995	0,000350	8,5337
160	148,4	0,07420	0,000371	9,1026
170	160,5	0,08025	0,000401	9,6715
180	169,2	0,08460	0,000423	10,2405
190	185,6	0,09280	0,000464	10,8094
200	191,2	0,09560	0,000478	11,3783
210	202,5	0,10125	0,000506	11,9472
220	215,5	0,10775	0,000539	12,5161
230	225,2	0,11260	0,000563	13,0850
240	239,9	0,11995	0,000600	13,6539
250	248,9	0,12445	0,000622	14,2229
260	261,2	0,13060	0,000653	14,7918
270	267,4	0,13370	0,000669	15,3607
280	280,9	0,14045	0,000702	15,9296

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan

Beban (kN)	Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
290	288,3	0,14415	0,000721	16,4985
300	305,8	0,15290	0,000765	17,0674
310	330,3	0,16515	0,000826	17,6363
320	343,8	0,17190	0,000860	18,2053
330	370,8	0,18540	0,000927	18,7742
340	395,2	0,19760	0,000988	19,3431
350	426,8	0,21340	0,001067	19,9120
360	451,5	0,22575	0,001129	20,4809
370	485,2	0,24260	0,001213	21,0498
380	522,5	0,26125	0,001306	21,6187
390	540,9	0,27045	0,001352	22,1877
400	564,3	0,28215	0,001411	22,7566
410	586,7	0,29335	0,001467	23,3255
420	632,5	0,31625	0,001581	23,8944
430	656,6	0,32830	0,001642	24,4633
440	685,7	0,34285	0,001714	25,0322
450	735,6	0,36780	0,001839	25,6011
440	821,5	0,41075	0,002054	25,0322
430	950,2	0,47510	0,002376	24,4633
420	1021,5	0,51075	0,002554	23,8944
410	1230,5	0,61525	0,003076	23,3255

Berdasarkan Tabel 5.19 didapatkan nilai tegangan dan regangan yang selanjutnya dicari nilai modulus elastisitas. Untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas, maka nilai tegangan dan regangan tersebut diplot kedalam grafik tegangan-regangan beton dengan bantuan *Microsoft Excel*. Grafik hubungan tegangan-regangan pada sampel BN1 dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Tegangan-Regangan Sampel BN1

Pada Gambar 5.8 dan Tabel 5.19 didapatkan data untuk dilakukan perhitungan koreksi regangan dengan menggunakan bantuan aplikasi *Autocad*. Selanjutnya dilakukan perhitungan modulus elastisitas pengujian menurut ASTM C-469-94 sebagai berikut.

S_1 = 1,16 MPa

S_2 = 10,241 MPa

ε_1 = 0,00005

ε_2 = 0,000407

$$Ec = \frac{S2-S1}{\varepsilon 2-\varepsilon 1}$$

$$= \frac{10.241-1,16}{0,000407-0,00005}$$

= 25471,134 MPa

Penelitian ini juga menggunakan perhitungan teoritis menurut SNI 2847-2013. Selanjutnya perhitungan modulus elastisitas teoritis dengan persamaan menurut SNI 2847-2013 dengan nilai w_c antara 1440 sampai 2560. Pada sampel BN1 sebagai contoh perhitungan, memiliki berat volume 2381,415 kg/m^3. Adapun perhitungan modulus elastisitas sebagai berikut.

$E_c = w_c^{1,5} . 0,043 . \sqrt{f'c}$

$= 2381,415^{1,5} \text{ x } 0,043 \text{ x } \sqrt{26,119}$

$= 25539,107$ MPa

Berdasarkan Tabel 5.19, Gambar 5.8, dan perhitungan diatas diperoleh nilai modulus elastisitas pada benda uji BN1 umur 28 hari sebesar 25471,134 MPa. Untuk modulus elastisitas teoritis sebesar 25539,107 MPa. Adapun rekapitulasi nilai modulus elastisitas beton secara pengujian dan teoritis untuk semua variasi sampel dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

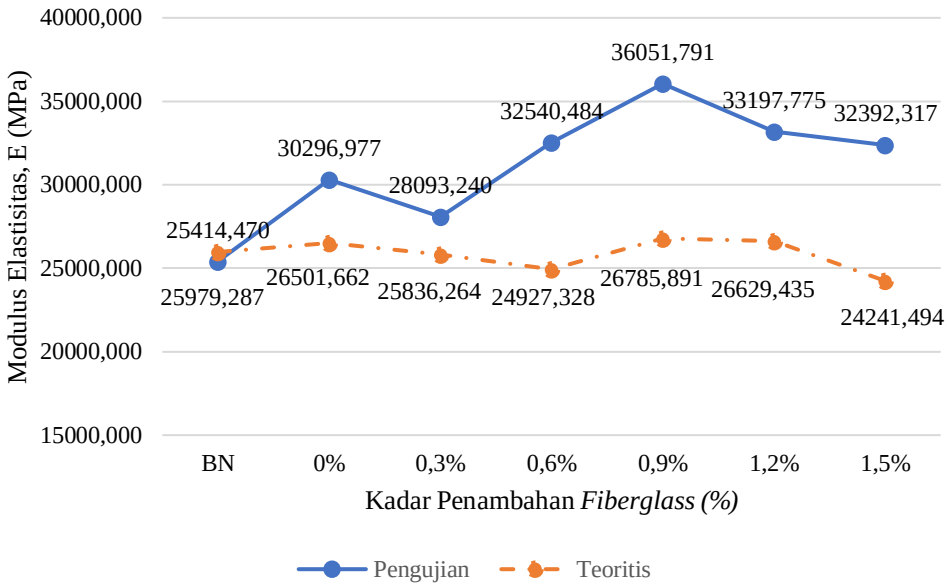
Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Modulus Elastisitas Umur 28 Hari

Variasi	Umur Uji	No. Sampel	Modulus Elastisitas, E (MPa)		Modulus elastisitas Rerata, E (MPa)	
			Pengujian	Teoritis	Pengujian	Teoritis
BN	28	1	25471,134	25539,107	25414,470	25979,287
		2	25471,134	25953,390		
		3	25301,142	26445,363		
BF1	28	1	32974,101	28502,257	30296,977	26501,662
		2	26443,282	26115,811		
		3	31473,548	24886,917		
BF2	28	1	24074,967	23084,836	28093,240	25836,264
		2	31933,984	27209,519		
		3	28270,771	27214,438		
BF3	28	1	31364,091	22036,182	32540,484	24927,328
		2	29799,510	27376,227		
		3	36457,852	25369,576		

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Umur 28 hari

Variasi	Umur Uji	No. Sampel	Modulus Elastisitas, E (MPa)		Modulus elastisitas Rerata, E (MPa)	
			Pengujian	Teoritis	Pengujian	Teoritis
BF4	28	1	34547,633	28509,338	36051,791	26785,891
		2	38114,105	24526,341		
		3	35493,633	27321,994		
BF5	28	1	33580,300	24334,697	28950,349	26629,435
		2	20455,496	29222,973		
		3	32815,249	26330,636		
BF6	28	1	37791,236	25488,035	32392,317	24241,494
		2	31312,402	24096,828		
		3	28073,312	23139,618		

Berdasarkan Tabel 5.20 diperoleh hasil perhitungan modulus elastisitas pada setiap variasi kadar *fiberglass* dan *superplasticizer* dengan umur 28 hari menunjukan hasil yang fluktuatif dari tiap kadar dan sampelnya. Hal tersebut terjadi karena dari beberapa sampel beton adanya *error* pada proses pemasangan alat ekstensometer yang menyebabkan kesalahan pembacaan pada *handheld data logger* serta memiliki permukaan yang tidak merata dan adanya pori-pori, sehingga hasil yang didapatkan tidak merata. Untuk itu diambil nilai rata-rata modulus elastisitas dari ketiga sampel tiap kadar variasi. Selanjutnya dibuat grafik hubungan modulus elastisitas beton terhadap kadar penambahan *fiberglass* dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Kadar Penambahan *Fiberglass*

Berdasarkan Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa penambahan *fiberglass* pada penelitian ini menghasilkan nilai modulus elastisitas yang meningkat dan didapatkan nilai optimum pada kadar *fiberglass* 0,9% yang dimana sama halnya dengan kuat tekan beton. Hal tersebut terjadi dikarenakan semakin meningkatnya kuat tekan beton maka modulus elastisitas akan meningkat (Salain & Widiarsa, 2006). Nilai modulus yang tinggi menunjukkan beton tersebut dapat melakukan deformasi dan beton menjadi daktail. Namun mengalami penurunan pada kadar *fiberglass* lebih dari 1%. Untuk nilai modulus elastisitas terendah pada variasi kadar *fiberglass* 0,3%. Nilai modulus elastisitas yang rendah menunjukkan beton tersebut mudah getas.

Pada variasi BF5 (*fiberglass* 1,2%) diambil 3 sampel silinder untuk pengujian modulus elastisitas yang diambil hasil nilai rata-rata. Namun pada salah satu sampel variasi BF5 mengalami kesalahan pada pemasangan alat kompresometer, sehingga sampel tersebut menghasilkan nilai yang tidak *valid*. Maka diambil nilai rata-rata modulus elastisitas pengujian dari dua sampel hasil pengujian saja. Penurunan nilai modulus elastisitas terjadi karena penambahan serat *fiberglass* yang terlalu banyak atau lebih dari 1%. Penambahan *fiberglass*

maksimal pada kadar 0,5% - 1%, apabila lebih dari 1% maka akan mengalami penurunan kuat tekan (Jemima, 2017). Bahan tambah serat *fiberglass* pada campuran beton ini berfungsi sebagai pengisi dan pengikat antar material. Namun *fiberglass* yang terlalu banyak mengakibatkan campuran material pada beton tidak saling mengikat, serta *fiberglass* dan bahan campuran pengisi beton menghasilkan gumpalan pada saat *mixing* yang menyebabkan adukan beton tidak homogen. Hal itu menunjukan dalam proses pengerjaan mengalami penurunan tingkat kemudahan.

5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada umur 28 hari dengan sampel silinder yang berjumlah 3 buah dari total 7 buah silinder setiap variasi. Pengujian ini menggunakan C*ompression Test Machine.* Adapun perhitungan pengujian ini dengan sampel variasi kadar *fiberglass* 0,3%. Berikut ini perhitungan dari pengujian kuat tarik beton.

$$T = \frac{2 . P}{\pi . L . D}$$

$$= \frac{2 . 184000}{\pi . 304{,}367 . 150{,}533}$$

= 2,56 MPa

Dengan cara yang sama perhitungan kuat tarik beton untuk sampel-sampel variasi lainnya, maka hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

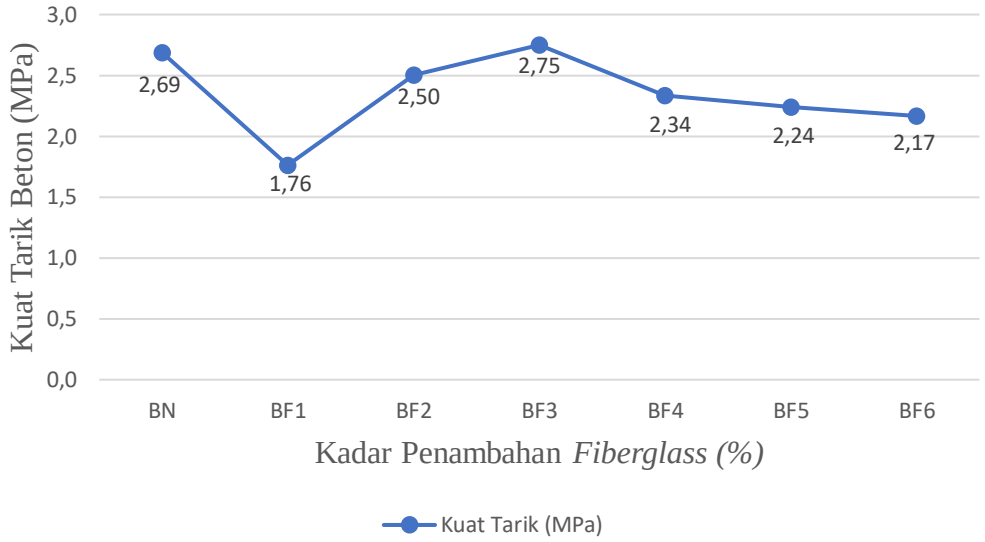
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)	Persentase Perubahan (%)
BN	1	28	153,200	306,000	147275,350	196	2,66	2,69	0,00
	2		149,900	302,033	142234,969	181	2,55		
	3		150,867	306,000	143942,749	205	2,85		
BF1	1	28	151,200	303,733	144276,009	125	1,73	1,76	-34,34
	2		149,167	300,667	142234,969	117	1,66		
	3		150,900	300,500	143942,749	135	1,90		
BF2	1	28	148,833	303,967	142126,821	180	2,53	2,50	-6,84
	2		150,200	301,333	142189,321	159	2,24		
	3		151,633	299,400	142625,228	195	2,73		
BF3	1	28	150,533	304,367	143939,384	184	2,56	2,75	2,42
	2		150,667	304,867	144303,543	192	2,66		
	3		150,200	307,500	145099,169	220	3,03		

Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)	Persentase Perubahan (%)
BF4	1	28	150,433	306,700	144946,498	173	2,39	2,34	-13,01
	2		149,800	303,167	142673,441	165	2,34		
	3		150,867	305,300	144700,480	154	2,28		
BF5	1	28	150,667	301,633	142773,099	136	1,91	2,24	-16,51
	2		151,600	304,200	144879,949	144	1,99		
	3		150,600	305,933	144744,358	205	2,83		
BF6	1	28	152,133	305,333	145931,307	156	2,14	2,17	-19,29
	2		150,567	303,000	143324,798	147	2,05		
	3		150,700	307,000	145345,470	168	2,31		

Dari data hasil pengujian kuat tarik belah beton diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh penambahan *fiberglass* pada campuran beton terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Pengaruh Kadar Penambahan *Fiberglass* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan Tabel 5.21 dan Gambar 5.10 didapatkan hasil kuat tarik pada penambahan kadar *fiberglass* dan *superplasticizer* dengan umur beton 28 hari. Untuk nilai kuat tarik rerata beton dengan kadar *fiberglass* 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, dan 1,5% secara berurutan sebesar 1,76 MPa, 2,50 MPa, 2,75 MPa, 2,34 MPa, 2,24 MPa, dan 2,17 MPa.

Untuk kadar optimum kuat tarik beton yang didapatkan yaitu pada variasi BF3 dengan kadar *fiberglass* 0,3% sebesar 2,75 MPa. Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan beton normal menunjukkan terjadinya peningkatan kuat tarik belah sebesar 2,42%. Untuk kuat tarik beton terendah pada BF1 dengan kadar *fiberglass* 0% sebesar 1,76 MPa. Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan beton normal menunjukkan terjadinya penurunan kuat tarik belah sebesar 34,34%.

Tabel 5.22 Hubungan Nilai Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Beton pada Penambahan *Fiberglass*

Variasi	Variasi Penambahan		Kuat Tarik (MPa)	Korelasi dengan Kuat Tekan (%)
	Fiberglas	SP		
BN	0%	0%	2,69	10,5%
BF1	0%	0,6%	1,76	8%
BF2	0,3%	0,6%	2,50	11,1%
BF3	0,6%	0,6%	2,75	11,6%
BF4	0,9%	0,6%	2,34	9,4%
BF5	1,2%	0,6%	2,24	9,3%
BF6	1,5%	0,6%	2,17	9,0%

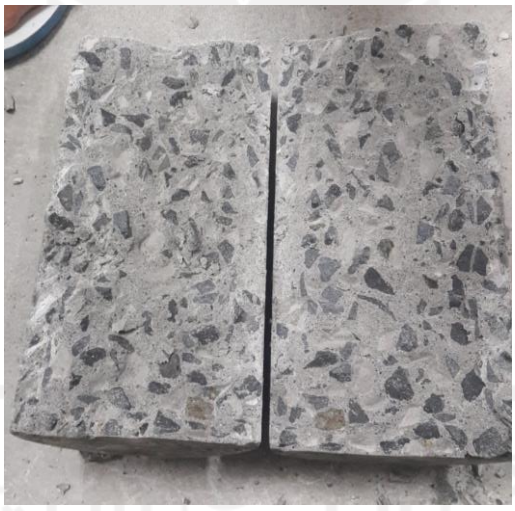
Berdasarkan Tabel 5.22 dihasilkan persentase korelasi antara kuat tarik belah dengan kuat tekan beton. Menurut Dipohusodo (1999) beton memiliki nilai kuat desak dan kuat tarik yang tidak berbanding lurus, maka kuat tarik beton normal memiliki nilai 9-15% dari kuat tekan beton. Sehingga variasi yang termasuk kedalam kuat tarik ideal yaitu kadar *fiberglass* sebanyak 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2% dan 1,5% dengan nilai persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton yaitu 11,1%, 11,6%, 9,4%, 9,3%, dan 9%. Nilai optimum didapatkan dari hasil rerata nilai kuat tarik yang menghasilkan pada kadar *fiberglass* sebanyak 0,6% sebesar 2,75 MPa yang dimana hasil tersebut juga dihasilkan persentase korelasi dengan kuat tekan optimum dengan nilai 11,6%. Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa beton yang dihasilkan mengalami pemerataaan bahan penyusun yang merata. Untuk nilai persentase lainnya yang dihasilkan masuk kedalam *range* nilai kuat tarik beton ideal. Peningkatan nilai kuat tarik belah beton terjadi karena serat *fiberglass* sebagai bahan tambah yang mengikat antar agregat dapat menahan ketahanan geser.

Pada Gambar 5.11 diberi keterangan A yang merupakan variasi *fiberglass* 0% memiliki nilai kuat tarik belah beton yang kecil yaitu sebesar 1,76 MPa. Hal tersebut terjadi dikarenakan kadar *fiberglass* yang terlalu sedikit tidak mampu

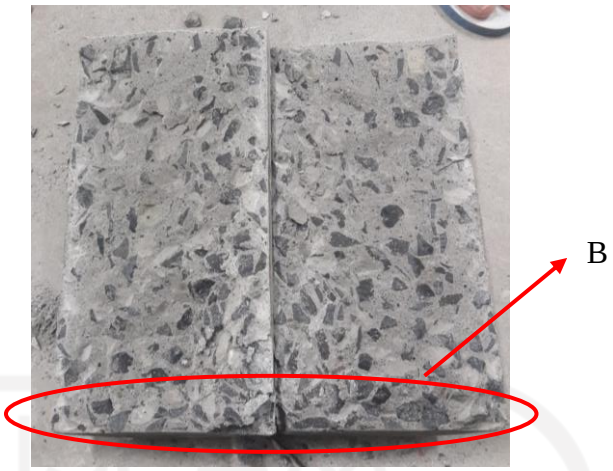
mendapatkan nilai kuat tarik belah yang ideal sebab *fiberglass* tidak mengikat antar agregat.



Gambar 5.11 *Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF1



Gambar 5.12 *Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF3



Gambar 5.13 *Fiberglass* dalam Benda Uji Beton Variasi BF6

Pada variasi kadar *fiberglass* sebanyak 0,9% sampai 1,5% mengalami penurunan nilai kuat tarik belah beton. Hal tersebut dikarenakan kenaikan kuat tarik beton terjadi seiring dengan peningkatan kuat desak yang besar. Hal yang menyebabkan lainnya yaitu *fiberglass* tidak bercampur secara merata dengan bahan campuran penyusun beton lainnya dan kadar *fiberglass* yang terlalu banyak. Tidak meratanya penyebaran *fiberglass* yang dilihat secara visual pada benda uji yang dapat dilihat pada Gambar 5.13 yang diberi keterangan B. Sebaliknya, penggunaan kadar *fiberglass* yang terlalu banyak dapat menimbulkan kesulitan dalam proses adukan campuran beton yang menyebabkan tidak meratanya *fiberglass*. Hal ini berkaitan jika tidak meratanya *fiberglass* maka terjadi efek gumpalan pada campuran beton.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan analisis dan pembahasan yaitu sebagai berikut.

1. Penambahan serat *fiberglass* sebagai bahan penyusun beton dan bahan tambah *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Kuat tarik belah optimum didapatkan pada variasi BF3 dengan kadar *fiberglass* sebanyak 0,6% dari berat agregat dan *superplasticizer* sebanyak 0,6% dari berat semen, didapatkan hasil pengujian kuat tarik belah beton sebesar 2,75 MPa atau meningkat sebesar 2,42% dari beton normal.
2. Penambahan serat *fiberglass* sebagai bahan penyusun beton dan bahan tambah *superplasticizer* dapat meningkatkan modulus elastisitas. Modulus elastisitas optimum didapatkan pada variasi BF4 dengan kadar *fiberglass* sebanyak 0,9%. Penambahan serat *fiberglass* dapat mempengaruhi modulus elastisitas yang menghasilkan beton dapat melakukan deformasi dan daktail.
3. Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan menghasilkan nilai yang tidak mencapai kuat rencana 25 MPa. Namun, penambahan serat *fiberglass* dan *superplasticizer* dapat meningkatkan mutu beton dari kadar 0% sampai 0,9%. Untuk kuat tekan optimum yang dihasilkan sebesar 24,91 MPa atau mengalami penurunan sebesar 12,18% dari beton normal.
4. Penambahan kadar serat *fiberglass* diatas 1% dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Hal ini terjadi dikarenakan sifat dari serat *fiberglass* yang dapat menyerap air, sehingga terjadinya gumpalan pada saat adukan campuran beton yang menghasilkan adukan tidak homogen.

5. Penelitian dilakukan pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton. Dalam setiap pengujian menghasilkan masing-masing nilai kadar *fiberglass* optimum.

6.2 Saran

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan mulai dari analisis hingga pembahasan, masih terdapat kekurangan dan perlu adanya pengembangan dari penelitian selanjutnya agar dapat hasil yang lebih baik. Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan *trial* pembuatan benda uji dengan perencanaan campuran beton agar mendapatkan mutu beton yang sesuai.
2. Perlu dilakukan pengujian beton dengan umur 7 hari dan 14 hari.
3. Penggunaan *admixture* lainnya yang dapat meningkatkan mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

Afif, A. (2019). *Pengaruh Abu Batu Sebagai Subtitusi Agregat Halus Dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi (Abu Batu Effect As Subtitusion Of Fine Aggregate And Addition Of Superplasticizer Characteristics On High Quality Concrete)*. Universitas Islam Indonesia.

ASTM C494-82. (1982). ASTM C494-82 Standard Specification For Chemical Admixtures For Concrete. *American Society for Testing and Material*.

Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 03-2495-1991: Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton.*

Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004: Semen Portland*.

Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1972-2008 : Cara Uji Slump Beton*.

Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2826-2008 : Cara Uji Modulus Elastisitas Batu dengan Tekanan Sumbu Tunggal*.

Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 1974-2011 : Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*.

Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2493-2011: Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847-2013: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.

Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 03-2491-2014 : Metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of.*

Dipohusodo, I. (1999). Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. *Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama*.

Dzikri, M., & Firmansyah Sofianto, M. (2018). Pengaruh Penambahan

Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya. *Rekayasa Teknik Sipil*.

Peraturan Beton Indonesia (1971). Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971.

Jemima. (2017). *Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton EPS Dengan Penggunaan Fiberglass Dan Perawatan Curing Dan Non Curing*.

Kushartomo, W., & Ivan, R. (2017). *Effect of Glass Fiber on Compressive, Flexural and Spliting Strength of Reactive Powder Concrete. MATEC Web of Conferences*, *138*, 1–6.

Kusuma, G. H., Kole, P., & Segel, R. (1994). Pedoman Pengerjaan Beton. *Jakarta: Erlangga*.

Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta*. Mulyono.

Murdock, L. J., & Brooks, K. M. (1991). Bahan dan Praktek Beton, terjemahan Hindarko, S. *Jakarta: Penerbit Erlangga*.

Salain, I. M. A. K., & Widiarsa, I. B. R. (2006). Hubungan Antara Modulus Elastisitas Dengan Kuat Tekan Pada Beton Yang Dibuat Dengan Menggunakan Semen Portland-Pozzolan Maupun Semen Portland Tipe I. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.

Satria. (2015). Pengaruh Penggunaan Fiber Glass Pada Beton Ringan Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Sianipar, Y. K. P. (2021). Pengaruh Penambahan Serat Fiberglass Dan Substitusi Fly Ash Terhadap Pengujian Self Compacting Concrete.

Sutrisno. (N.D.). Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer (Sikament-Ln) Terhadap Kuat Desak Beton F'c 35 Mpa.

Tilik, L. F. (2011). Pengaruh Abu Terbang Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton. *Xxxii*(1), 1–6.

Tjokrodimuljo, K. (1992). *Teknologi Beton, Biro Penerbit, Yogyakarta*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium

Nomor : 56/Ka. Prodi/20/PSTS/III/2022
Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Kepada Yth:
Koordinator Laboratorium
Jurusan Teknik Sipil FTSP
Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: **Irfan Fadhlurrohman**
NIM	: **18 511 274**
Program studi	: **Teknik Sipil**
Dosen pembimbing TA	: **Jafar, S.T., MURP, M.T.**
Judul tugas akhir	: **Pengaruh Serat *Fiberglass* dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton**

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan permohonan untuk meminjam peralatan beserta fasilitas laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Yogyakarta, 28 Februari 2022
Pemohon

Irfan Fadhlurrohman
NIM: 18 511 274

Menyetujui Koordinator Laboratorium	Menyetujui Dosen Pembimbing Tugas Akhir	Menyetujui Kepala Laboratorium
Ir. Bambang Sulistiono, MSCE	Jafar, S.T., MURP, M.T.	Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.

Catatan:
Kepala laboratorium bahan konstruksi teknik menyetujui permohonan mahasiswa untuk melakukan pengujian dalam rangka penyelesaian tugas akhir pada:
1. **Properties Material dan atau Pembuatan Sampel pada tanggal 21 Maret – 21 April 2022**
2. **Pengujian Sampel pada tanggal 21 Mei – 21 Juni 2022**

)* Kepala laboratorium mengisi tanggal pengujian yang disetujui untuk melakukan pengujian.

Nomor : 57/Ka. Prodi/20/PSTS/III/2022
Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Kepada Yth:
Ketua Tim Satgas Covid 19
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: **Irfan Fadhlurrohman**
NIM	: **18 511 274**
Program studi	: **Teknik Sipil**
Dosen pembimbing TA	: **Jafar, S.T., MURP, M.T.**
Judul tugas akhir	: **Pengaruh Serat *Fiberglass* dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton**

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan ijin untuk memasuki lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Februari 2022
Pemohon

Irfan Fadhlurrohman
NIM: 18 511 274

Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Jafar, S.T., MURP, M.T.

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Lampiran:
1. Surat Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Lampiran 2 Laporan Sementara Pengujian Agregat

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR

AGREGAT HALUS

(SNI 03-1970-1990)

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pemeriksaan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	495	495	495
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1021	1006	1014
Berat piknometer berisi air, gram (B)	707	694	701
Berat Jenis Curah	2,661	2,633	2,647
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2,688	2,660	2,674
Berat Jenis semu	2,735	2,705	2,720
Penyerapan Air	1,01%	1,01%	1,01%

PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS DAN MODULUS HALUS BUTIR

(SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 1

Lubang Ayakan (mm)	**Berat Tertinggal (gram)**	**Berat Tertinggal (%)**	**Berat Tertinggal Kumulatif (%)**	**Persen Lolos Kumulatif (%)**
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	63	3,15	3,15	96,85
2,40	81	4,05	7,21	92,79
1,20	139	6,96	14,16	85,84
0,60	550	27,53	41,69	58,31
0,30	649	32,48	74,17	25,83
0,15	384	19,22	93,39	6,61
Pan	132	6,61		
Jumlah	1998	100,00	233,78	

Modulus Halus Butir $= \frac{233,78}{100}$

$= 2,338$

Gradasi Agregat Halus

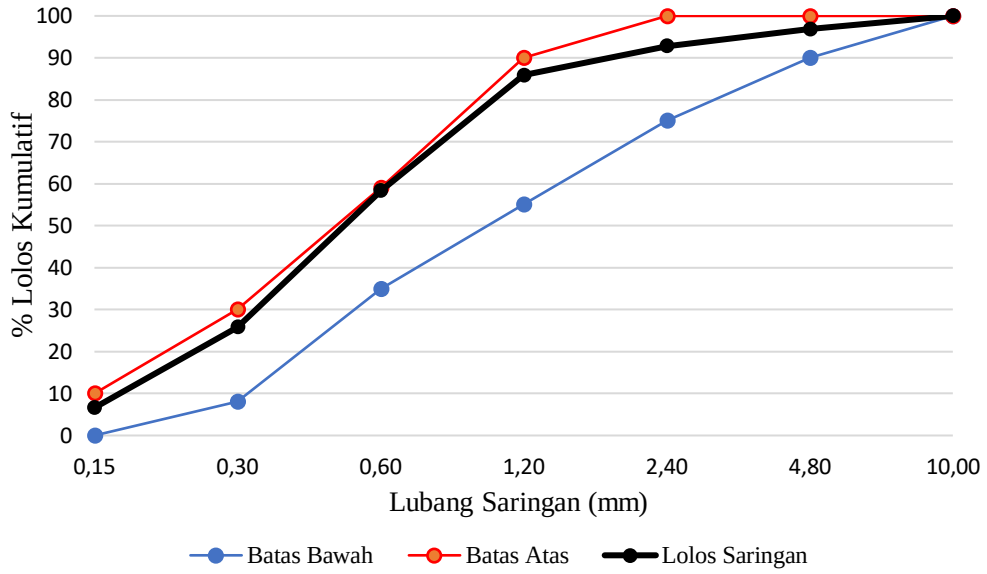
Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Agregat Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15.34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Hasil Analisa Saringan :

Jenis Pasir yang digunakan : Daerah II (Pasir Agak Kasar)

GRAFIK GRADASI AGREGAT HALUS

DAERAH II



PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS DAN MODULUS HALUS BUTIR

(SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	58	2,90	2,90	97,10
2,40	86	4,30	7,21	92,79
1,20	155	7,76	14,96	85,04
0,60	549	27,48	42,44	57,56
0,30	642	32,13	74,57	25,43
0,15	376	18,82	93,39	6,61
Sisa	132	6,61		
Jumlah	1998	100,00	235,49	

Modulus Halus Butir $= \frac{235,49}{100}$

$= 2,355$

Gradasi Agregat Halus

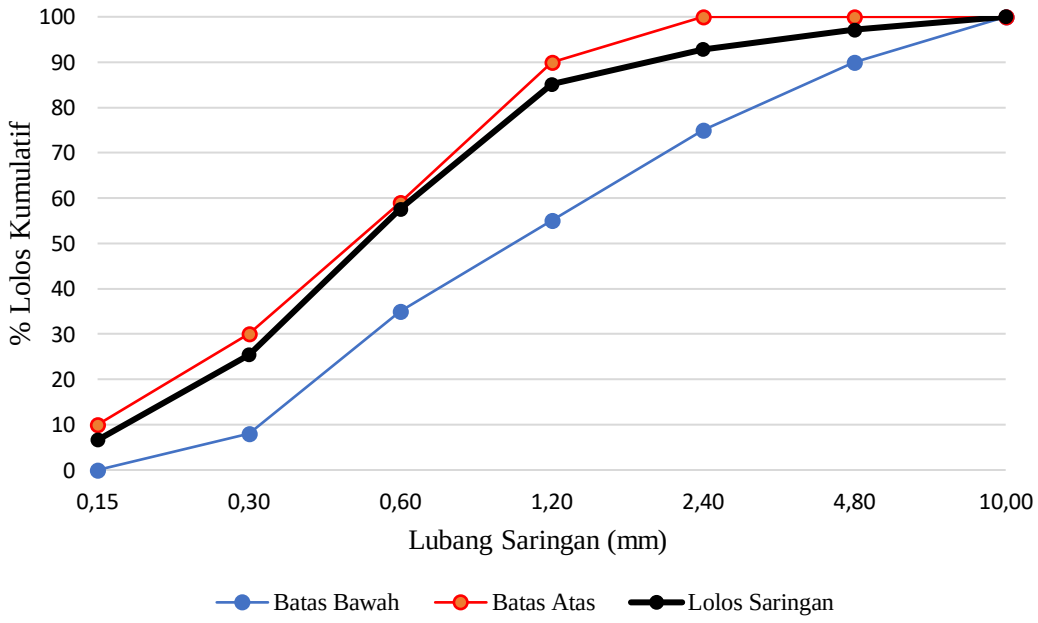
Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Agregat Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15.34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Hasil Analisa Saringan :

Jenis Pasir yang digunakan : Daerah II (Pasir Agak Kasar)

GRAFIK GRADASI AGREGAT HALUS

DAERAH II



PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR DAN PADAT

AGREGAT HALUS

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 1

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17649
Berat Agregat (W3), gram	6929
Volume Tabung (V), cm^3	5193,143
Berat Volume Gembur, $gram/cm^3$	1,334

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19035
Berat Agregat (W3), gram	8315
Volume Tabung (V), cm^3	5193,143
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,601

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR DAN PADAT

AGREGAT HALUS

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 2

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17601
Berat Agregat (W3), gram	6881
Volume Tabung (V), cm^3	5193,1431
Berat Volume Gembur, $gram/cm^3$	1,325

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	29,917
Tinggi silinder (t), cm	14,867
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19020
Berat Agregat (W3), gram	8300
Volume Tabung (V), cm^3	5193,143
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,598

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200

(KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS)

(SNI 03-4142-1996)

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 1 dan 2

Sampel 1	
Uraian	**Hasil Pengamatan**
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	491
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1,80%

Sampel 2	
Uraian	**Hasil Pengamatan**
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	492
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1,60%

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR

AGREGAT KASAR

(SNI 03-1970-1990)

Asal Pasir : Progo

Keperluan : Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4890	4918	4904
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3134	3136	3135
Berat Jenis Curah	2,621	2,638	2,629
Berat jenis jenuh kering (SSD)	2,679	2,682	2,681
Berat jenis semu	2,785	2,759	2,772
Penyerapan air	2,25%	1,67%	1,96%

PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN MODULUS HALUS BUTIR

(SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil : Clereng

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	0	0,00	0,00	100,00
10,00	3657	73,17	73,17	26,83
4,80	1236	24,73	97,90	2,10
2,40	85	1,70	99,60	0,40
1,20	0	0,00	99,60	0,40
0,60	0	0,00	99,60	0,40
0,30	0	0,00	99,60	0,40
0,15	0	0,00	99,60	0,40
Pan	20	0,36		
Jumlah	4998	100,00	669,07	

Modulus Halus Butir $= \frac{669,07}{100}$

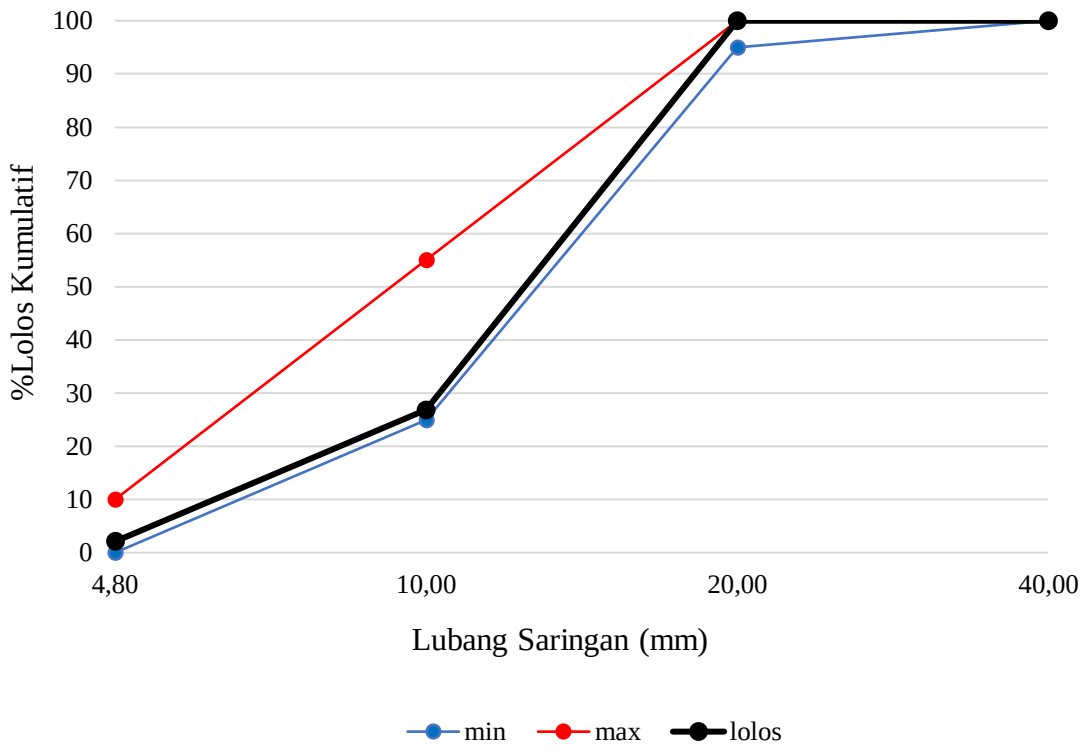
$= 6,691$

Gradasi Agregat Kasar

Lubang saringan	Persentase Lolos saringan maksimum	
	40 mm	**20 mm**
40	95 – 100	100
20	37 – 70	95 – 100
10	10 – 40	30 – 60
4,8	0 – 5	0 – 10

GRAFIK GRADASI AGREGAT KASAR

Ukuran Maksimum 20 mm



PEMERIKSAAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN MODULUS HALUS BUTIR

(SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil : Clereng

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0,00	100,00
20,00	0	0,00	0,00	100,00
10,00	3645	72,93	72,93	27,07
4,80	1259	25,19	98,12	1,88
2,40	73	1,46	99,58	0,42
1,20	0	0,00	99,58	0,42
0,60	0	0,00	99,58	0,42
0,30	0	0,00	99,58	0,42
0,15	0	0,00	99,58	0,42
Pan	20	0,40		
Jumlah	4997	99,98	668,95	

Modulus Halus Butir $= \frac{668,95}{100}$

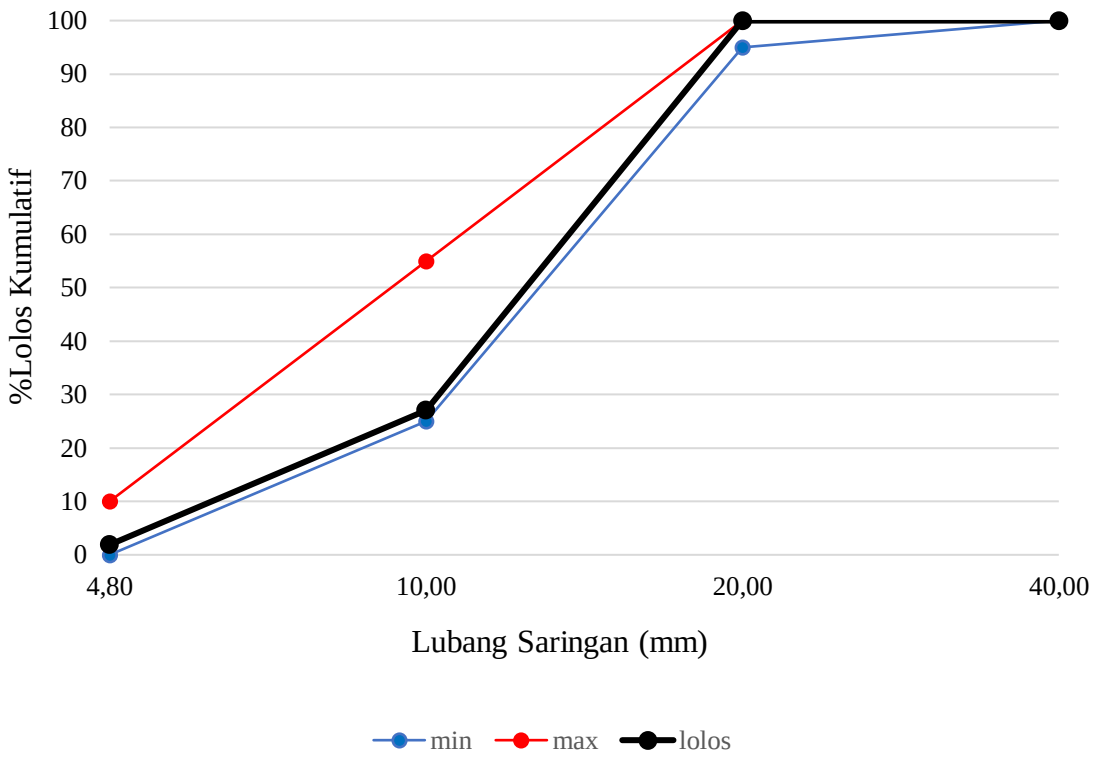
$= 6,689$

Gradasi Agregat Kasar

Lubang saringan	Persentase Lolos saringan maksimum	
	40 mm	**20 mm**
40	95 – 100	100
20	37 – 70	95 – 100
10	10 – 40	30 – 60
4,8	0 – 5	0 – 10

GRAFIK GRADASI AGREGAT KASAR

Ukuran Maksimum 20 mm



PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR DAN PADAT

AGREGAT KASAR

Asal Pasir : Clereng

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 1

Uraian	Hasil Pemeriksaan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,20
Berat tabung (W1), gram	10725
Berat tabung + agregat kering (W2), gram	18257
Berat agregat (W3), gram	7532
Volume tabung (V), cm^3	5280
Berat volume gembur, $gram/cm^3$	1,427

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,20
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19193
Berat Agregat (W3), gram	8468
Volume Tabung (V), cm^3	5280,007
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,604

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR DAN PADAT

AGREGAT KASAR

Asal Pasir : Clereng

Keperluan : Tugas Akhir

Sampel : 2

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,20
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	18098
Berat Agregat (W3), gram	7373
Volume Tabung (V), cm^3	5280,007
Berat Volume Gembur, $gram/cm^3$	1,396

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	14,92
Tinggi silinder (t), cm	30,20
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19269
Berat Agregat (W3), gram	8544
Volume Tabung (V), cm^3	5280,007
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,618

Lampiran 3 Laporan Sementara Hasil *Mix Design*

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perencanaan *Mix Design* (SNI 2834-2000)			
No.	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**
1.	Kuat tekan rencana (f'c)	25	MPa
2.	Standar deviasi	-	-
3.	Nilai tambah (M)	12	MPa
4.	Kuat tekan yang ditargetkan	37	MPa
5.	Jenis semen	*Portland* Tipe I	
6.	Jenis agregat : a. Agregat Halus b. Agregat Kasar	Batu tidak pecah Batu pecah	
7.	Faktor air semen (fas)	0,5	
8.	Nilai *Slump*	60 – 180	mm
9.	Ukuran agregat maksimum	20	mm
10.	Kadar air bebas	205	kg/m^3
11.	Kadar semen maksimum	410	kg/m^3
	Kadar semen minimum	275	
	Kadar semen digunakan	410	
12.	Susunan butir agregat halus	Gradasi II	
13.	Berat jenis agregat halus	2,661	
14.	Berat jenit agregat kasar	2,621	
15.	Persen agregat halus	42,5	%
16.	Persen agregat kasar	57,5	%
17.	Berat jenis butiran agregat gabungan	2,637	
18.	Berat isi beton	2370	kg/m^3
19.	Kadar agregat gabungan	1755	kg/m^3
20.	Kadar agregat halus	745,875	%
21.	Kadar agregat kasar	1009,125	%

Lampiran 4 Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm^2)	Beban Maksimum (kN)	Angka Konversi	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
BN	1	28	148,600	304,833	17577,337	450	1	25,60	25,52
	2		149,267	305,067	17499,093	435		24,86	
	3		152,400	304,333	18241,469	465		25,49	
	4		149,700	307,233	17600,844	460		26,14	
BF1	1	28	150,033	299,000	17679,314	460	1	26,02	22,41
	2		150,300	303,833	17742,215	375		21,14	
	3		150,367	301,067	17757,958	330		18,58	
	4		151,300	298,700	17979,091	430		23,92	
BF2	1	28	148,667	303,467	17358,696	380	1	21,89	22,56
	2		149,867	303,967	17640,057	510		28,91	
	3		151,534	300,100	18034,588	425		23,57	
	4		151,233	298,700	17963,251	285		15,87	
BF3	1	28	151,967	307,567	18137,881	315	1	17,37	23,63
	2		150,533	304,700	17797,346	440		24,72	
	3		152,800	304,267	18337,351	440		23,99	
	4		149,667	304,067	17593,006	500		28,42	

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Angka Konversi	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
BF4	1	28	150,133	304,900	17702,889	520	1	29,37	24.91
	2		150,333	304,700	17750,086	390		21,97	
	3		150133	303,200	17702,889	375		21,18	
	4		150,900	304,200	17884,152	485		27,12	
BF5	1	28	149,933	304,967	17655,754	375	1	21,24	24.15
	2		150,000	302,067	17671,459	475		26,88	
	3		151,533	303,233	18034,588	380		21,07	
	4		151,633	303,000	18058,399	495		27,41	
BF6	1	28	151,600	305,333	18050,460	465	1	25,76	24.14
	2		151,800	302,333	18098,118	495		27,35	
	3		150,600	305,933	17813,113	410		23,02	
	4		151,800	304,933	18098,118	370		20,44	

Lampiran 5 Laporan Sementara Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

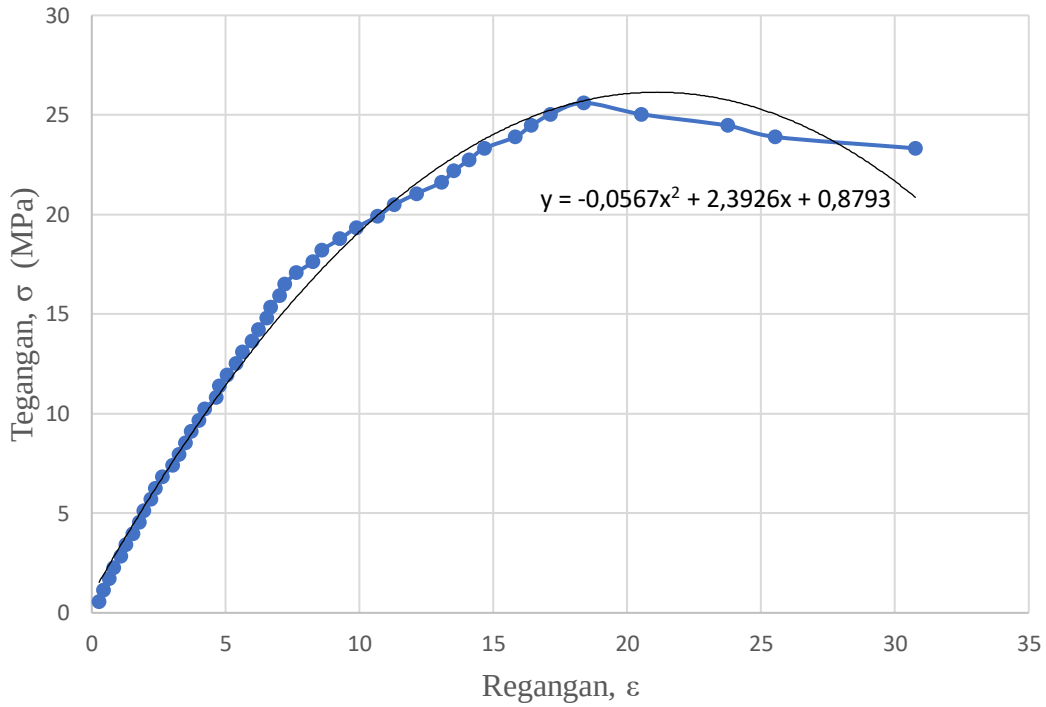
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BN/1
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	25,60 MPa
Diameter	149,6 mm
Tinggi	304,8 mm
Luas	17577,3 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11	0,0055	0,0000275	0,5689
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1378
30	30000	26	0,013	0,000065	1,7067
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2757
50	50000	43,5	0,02175	0,00010875	2,8446
60	60000	51	0,0255	0,0001275	3,4135
70	70000	62	0,031	0,000155	3,9824
80	80000	71,5	0,03575	0,00017875	4,5513
90	90000	78	0,039	0,000195	5,1202
100	100000	88,5	0,04425	0,00022125	5,6891
110	110000	94,9	0,04745	0,00023725	6,2581
120	120000	10,9	0,05295	0,00026475	6,8270
130	130000	120,9	0,06045	0,00030225	7,3959
140	140000	130,4	0,0652	0,000326	7,9648
150	150000	139,9	0,06995	0,00034975	8,5337
160	160000	148,4	0,0742	0,000371	9,1026
170	170000	160,5	0,08025	0,00040125	9,6715
180	180000	169,2	0,0846	0,000423	10,2405
190	190000	185,6	0,0928	0,000464	10,8094
200	200000	191,2	0,0956	0,000478	11.3783
210	210000	202,5	0,10125	0,00050625	11,9472
220	220000	215,5	0,10775	0,00053875	12,5161
230	230000	225,2	0,1126	0,000563	13,0850

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,6539
250	250000	248,9	0,12445	0,0006223	14,2229
260	260000	261,2	0,1306	0,000653	14,7918
270	270000	267,4	0,1337	0,0006685	15,3607
280	280000	280,9	0,14045	0,0007023	15,9296
290	290000	288,3	0,14415	0,0007208	16,4985
300	300000	305,8	0,1529	0,0007645	17,0674
310	310000	330,3	0,16515	0,0008258	17,6363
320	320000	343,8	0,1719	0,0008595	18,2053
330	330000	370,8	0,1854	0,000927	18,7742
340	340000	395,2	0,1976	0,000988	19,3431
350	350000	426,8	0,2134	0,001067	19,9120
360	360000	451,5	0,22575	0,0011288	20,4809
370	370000	485,2	0,2426	0,001213	21,0498
380	380000	522,5	0,26125	0,0013063	21,6187
390	390000	540,9	0,27045	0,0013523	22,1877
400	400000	564,3	0,28215	0,0014108	22,7566
410	410000	586,7	0,29335	0,0014668	23,3255
420	420000	632,5	0,31625	0,0015813	23,8944
430	430000	656,6	0,3283	0,0016415	24,4633
440	440000	685,7	0,34285	0,0017143	25,0322
450	450000	735,6	0,3678	0,001839	25,6011
440	440000	821,5	0,41075	0,0020538	25,0322
430	430000	950,2	0,4751	0,0023755	24,4633
420	420000	1021,5	0,51075	0,0025538	23,8944
410	410000	1230,5	0,61525	0,0030763	23,3255

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL

SAMPEL 1



E Uji	25471,134 MPa
E Teroritis	25953,390 MPa

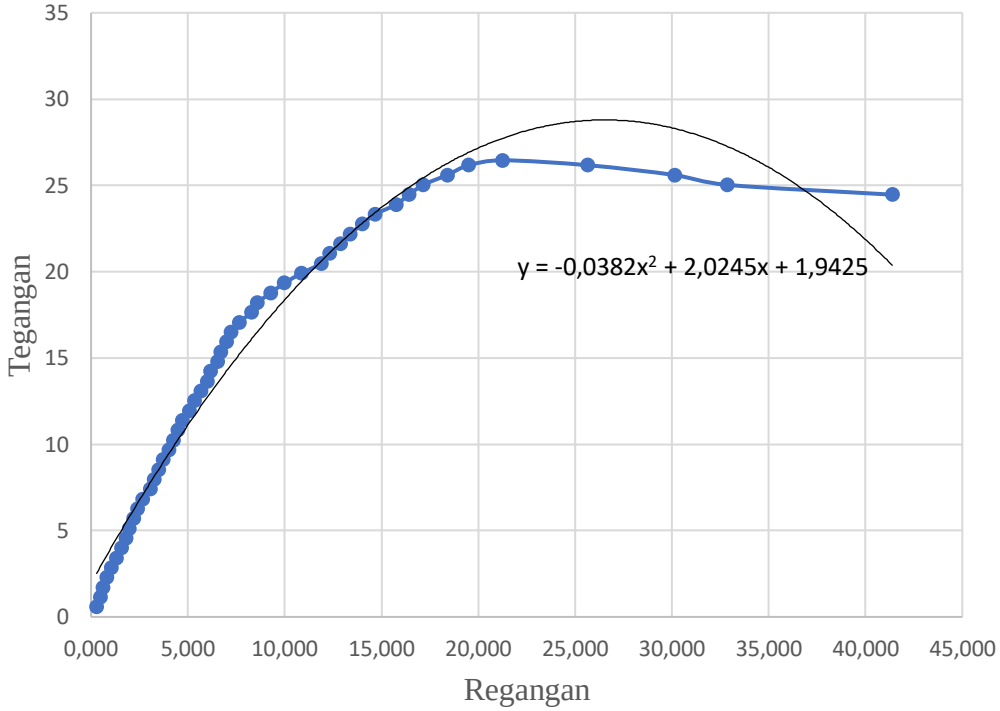
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BN/2
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	25,49 MPa
Diameter	152,4 mm
Tinggi	304,3 mm
Luas	18241,5 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5689
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1378
30	30000	25	0,0125	0,0000625	1,7067
40	40000	32	0,016	0,00008	2,2757
50	50000	42	0,021	0,000105	2,8446
60	60000	52	0,026	0,00013	3,4135
70	70000	63	0,0315	0,0001575	3,9824
80	80000	72	0,036	0,00018	4,5513
90	90000	78,5	0,03925	0,00019625	5,1202
100	100000	87,5	0,04375	0,00021875	5,6891
110	110000	95,5	0,04775	0,00023875	6,2581
120	120000	106,9	0,05345	0,00026725	6,8270
130	130000	121,9	0,06095	0,00030475	7,3959
140	140000	130,5	0,06525	0,00032625	7,9648
150	150000	140,1	0,07005	0,00035025	8,5337
160	160000	148,5	0,07425	0,00037125	9,1026
170	170000	161,2	0,0806	0,000403	9,6715
180	180000	169,5	0,08475	0,00042375	10,2405
190	190000	179,5	0,08975	0,00044875	10,8094
200	200000	189,2	0,0946	0,000473	11,3783
210	210000	203,5	0,10175	0,00050875	11,9472
220	220000	214,2	0,1071	0,0005355	12,5161
230	230000	226,7	0,11335	0,00056675	13,0850

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	240,1	0,12005	0,00060025	13,6539
250	250000	247,2	0,1236	0,000618	14,2229
260	260000	261,2	0,1306	0,000653	14,7918
270	270000	268,2	0,1341	0,0006705	15,3607
280	280000	280,2	0,1401	0,0007005	15,9296
290	290000	289,4	0,1447	0,0007235	16,4985
300	300000	305,8	0,1529	0,0007645	17,0674
310	310000	331,2	0,1656	0,000828	17,6363
320	320000	343,8	0,1719	0,0008595	18,2053
330	330000	371,5	0,18575	0,00092875	18,7742
340	340000	399,5	0,19975	0,00099875	19,3431
350	350000	435,2	0,2176	0,001088	19,9120
360	360000	475,1	0,23755	0,00118775	20,4809
370	370000	493,4	0,2467	0,0012335	21,0498
380	380000	515,6	0,2578	0,001289	21,6187
390	390000	535,6	0,2678	0,001339	22,1877
400	400000	560,6	0,2803	0,0014015	22,7566
410	410000	586,7	0,29335	0,00146675	23,3255
420	420000	630,2	0,3151	0,0015755	23,8944
430	430000	656,6	0,3283	0,0016415	24,4633
440	440000	686,5	0,34325	0,00171625	25,0322
450	450000	735,6	0,3678	0,001839	25,6011
460	460000	780,4	0,3902	0,001951	26,1701
465	465000	850,6	0,4253	0,0021265	26,4545
460	460000	1026,4	0,5132	0,002566	26,1701
450	450000	1205,4	0,6027	0,0030135	25,6011
440	440000	1314,2	0,6571	0,0032855	25,0322
430	430000	1655,2	0,8276	0,004138	24,4633

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL

SAMPEL 2



E Uji	25471,134 MPa
E Teroritis	25953,390 MPa

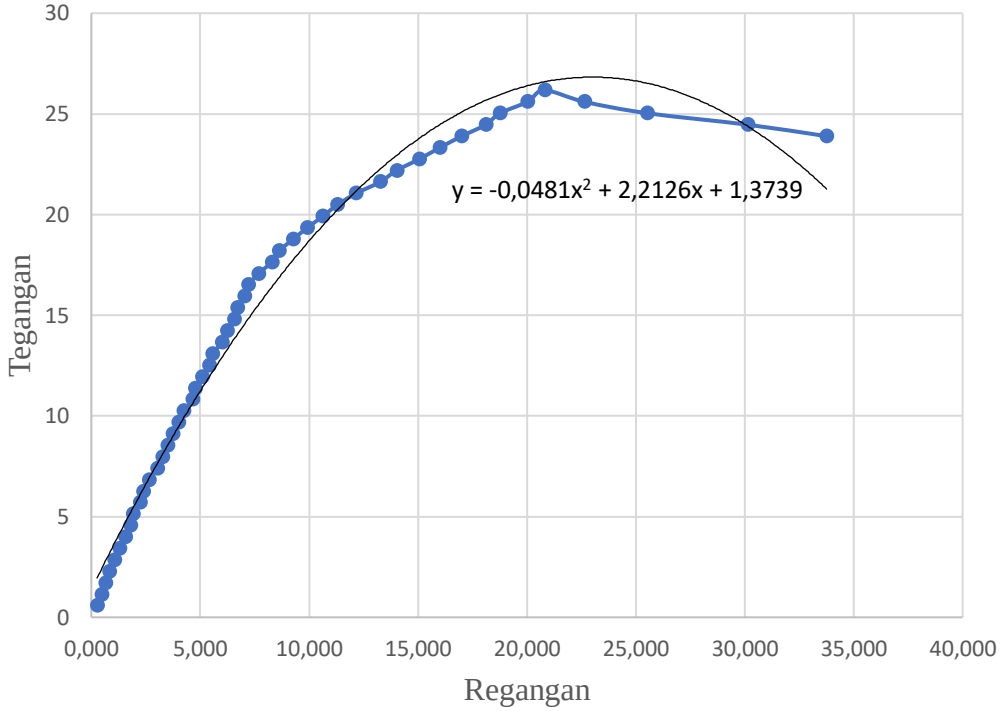
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BN/3
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	26,14 MPa
Diameter	152,4 mm
Tinggi	304,3 mm
Luas	18241,5 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	10,5	0,00525	0,00002625	0,5689
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1378
30	30000	26,5	0,01325	0,00006625	1,7067
40	40000	33	0,0165	0,0000825	2,2757
50	50000	43	0,0215	0,0001075	2,8446
60	60000	52	0,026	0,00013	3,4135
70	70000	63	0,0315	0,0001575	3,9824
80	80000	71,5	0,03575	0,00017875	4,5513
90	90000	77	0,0385	0,0001925	5,1202
100	100000	89	0,0445	0,0002225	5,6891
110	110000	95,5	0,04775	0,00023875	6,2581
120	120000	105,9	0,05295	0,00026475	6,8270
130	130000	121,2	0,0606	0,000303	7,3959
140	140000	130,5	0,06525	0,00032625	7,9648
150	150000	140,1	0,07005	0,00035025	8,5337
160	160000	149,9	0,07495	0,00037475	9,1026
170	170000	160,2	0,0801	0,0004005	9,6715
180	180000	169,3	0,08465	0,00042325	10,2405
190	190000	185,6	0,0928	0,000464	10,8094
200	200000	190,1	0,09505	0,00047525	11,3783
210	210000	203,5	0,10175	0,00050875	11,9472
220	220000	216,5	0,10825	0,00054125	12,5161
230	230000	222,2	0,1111	0,0005555	13,0850

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,6539
250	250000	248,9	0,12445	0,00062225	14,2229
260	260000	262,9	0,13145	0,00065725	14,7918
270	270000	267,8	0,1339	0,0006695	15,3607
280	280000	280,9	0,14045	0,00070225	15,9296
290	290000	288,3	0,14415	0,00072075	16,4985
300	300000	306,7	0,15335	0,00076675	17,0674
310	310000	331,2	0,1656	0,000828	17,6363
320	320000	345,2	0,1726	0,000863	18,2053
330	330000	370,8	0,1854	0,000927	18,7742
340	340000	396,2	0,1981	0,0009905	19,3431
350	350000	425,2	0,2126	0,001063	19,9120
360	360000	451,5	0,22575	0,00112875	20,4809
370	370000	486,2	0,2431	0,0012155	21,0498
380	380000	530,2	0,2651	0,0013255	21,6187
390	390000	560,5	0,28025	0,00140125	22,1877
400	400000	602,2	0,3011	0,0015055	22,7566
410	410000	640,2	0,3201	0,0016005	23,3255
420	420000	680,2	0,3401	0,0017005	23,8944
430	430000	724,2	0,3621	0,0018105	24,4633
440	440000	750,4	0,3752	0,001876	25,0322
450	450000	801,2	0,4006	0,002003	25,6011
460	460000	832,2	0,4161	0,0020805	26,1701
450	450000	905,5	0,45275	0,00226375	25,6011
440	440000	1021,4	0,5107	0,0025535	25,0322
430	430000	1205,2	0,6026	0,003013	24,4633
420	420000	1350,2	0,6751	0,0033755	23,8944

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BETON NORMAL

SAMPEL 3



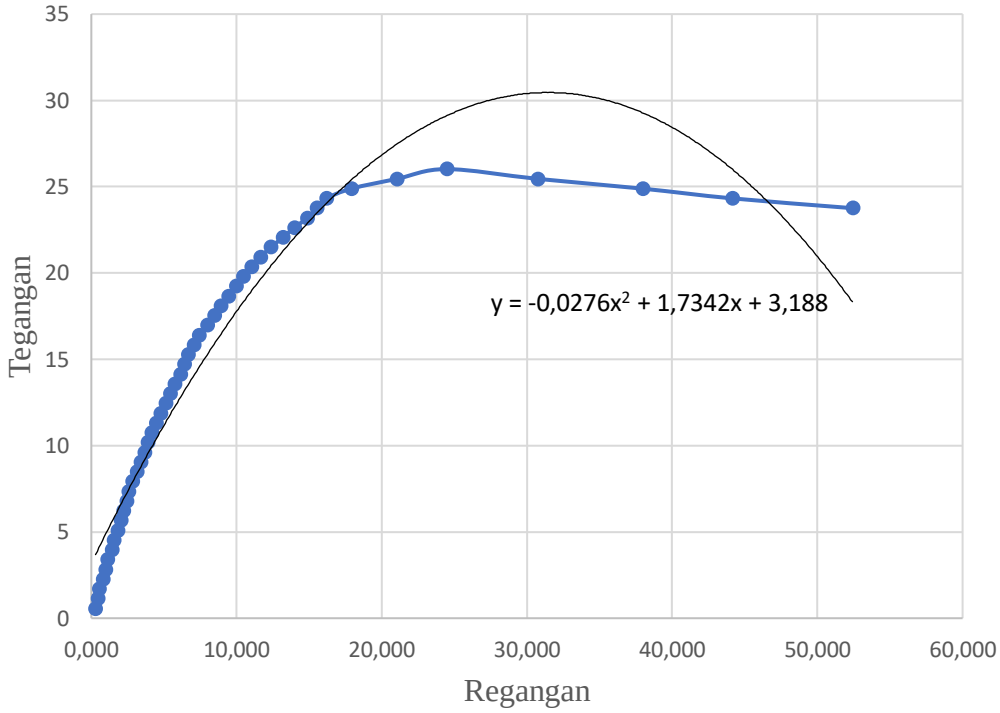
E Uji	25301,142 MPa
E Teroritis	26445,363 MPa

Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF1/1
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	26,02 MPa
Diameter	150,03 mm
Tinggi	299 mm
Luas	17679,3 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5656
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1313
30	30000	22	0,011	0,000055	1,6969
40	40000	32	0,016	0,00008	2,2625
50	50000	38,5	0,01925	0,00009625	2,8282
60	60000	44,5	0,02225	0,00011125	3,3938
70	70000	56,5	0,02825	0,00014125	3,9594
80	80000	62,5	0,03125	0,00015625	4,5251
90	90000	72	0,036	0,00018	5,0907
100	100000	80,5	0,04025	0,00020125	5,6563
110	110000	88,9	0,04445	0,00022225	6,2220
120	120000	96,9	0,04845	0,00024225	6,7876
130	130000	103,4	0,0517	0,0002585	7,3532
140	140000	112,9	0,05645	0,00028225	7,9189
150	150000	124,9	0,06245	0,00031225	8,4845
160	160000	135,9	0,06795	0,00033975	9,0501
170	170000	147,4	0,0737	0,0003685	9,6158
180	180000	154,9	0,07745	0,00038725	10,1814
190	190000	165,9	0,08295	0,00041475	10,7470
200	200000	178,9	0,08945	0,00044725	11,3127
210	210000	191,4	0,0957	0,0004785	11,8783
220	220000	205,4	0,1027	0,0005135	12,4439
230	230000	216,4	0,1082	0,000541	13,0096

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	229,4	0,1147	0,0005735	13,5752
250	250000	244,9	0,12245	0,00061225	14,1408
260	260000	255,8	0,1279	0,0006395	14,7065
270	270000	266,8	0,1334	0,000667	15,2721
280	280000	283,3	0,14165	0,00070825	15,8377
290	290000	297,3	0,14865	0,00074325	16,4034
300	300000	318,8	0,1594	0,000797	16,9690
310	310000	338,3	0,16915	0,00084575	17,5346
320	320000	356,8	0,1784	0,000892	18,1003
330	330000	377,3	0,18865	0,00094325	18,6659
340	340000	398,3	0,19915	0,00099575	19,2315
350	350000	418,7	0,20935	0,00104675	19,7971
360	360000	441,7	0,22085	0,00110425	20,3628
370	370000	466,2	0,2331	0,0011655	20,9284
380	380000	494,7	0,24735	0,00123675	21,4940
390	390000	527,7	0,26385	0,00131925	22,0597
400	400000	559,2	0,2796	0,001398	22,6253
410	410000	595,1	0,29755	0,00148775	23,1909
420	420000	620,6	0,3103	0,0015515	23,7566
430	430000	648,1	0,32405	0,00162025	24,3222
440	440000	716,6	0,3583	0,0017915	24,8878
450	450000	842	0,421	0,002105	25,4535
460	460000	978,4	0,4892	0,002446	26,0191
450	450000	1229,8	0,6149	0,0030745	25,4535
440	440000	1518,1	0,75905	0,00379525	24,8878
430	430000	1765,9	0,88295	0,00441475	24,3222
420	420000	2096,7	1,04835	0,00524175	23,7566

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0%, *SUPERPLASTICIZER* 0,6%
SAMPEL 1



E Uji	32974,101 MPa
E Teroritis	28502,257 MPa

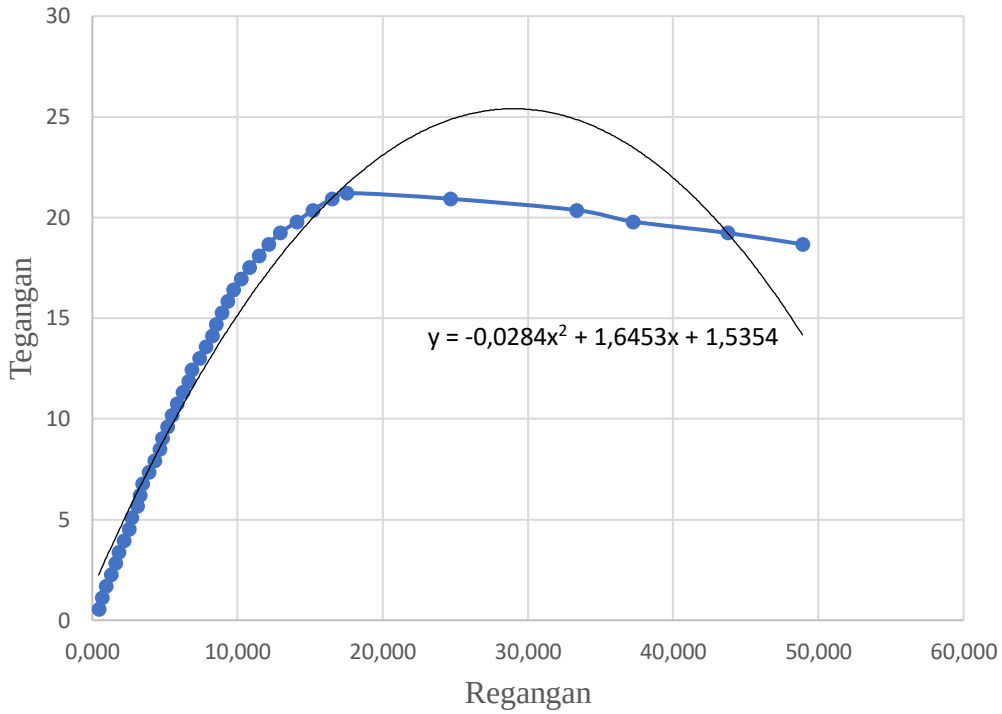
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF1/2
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	21,14 MPa
Diameter	150,3 mm
Tinggi	303,8 mm
Luas	17742,2 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	17,5	0,00875	0,00004375	0,5656
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1313
30	30000	38	0,019	0,000095	1,6969
40	40000	50,5	0,02525	0,00012625	2,2625
50	50000	63	0,0315	0,0001575	2,8282
60	60000	73	0,0365	0,0001825	3,3938
70	70000	86,4	0,0432	0,000216	3,9594
80	80000	100,4	0,0502	0,000251	4,5251
90	90000	108,4	0,0542	0,000271	5,0907
100	100000	122,9	0,06145	0,00030725	5,6563
110	110000	131,4	0,0657	0,0003285	6,2220
120	120000	138,4	0,0692	0,000346	6,7876
130	130000	154,9	0,07745	0,00038725	7,3532
140	140000	170,9	0,08545	0,00042725	7,9189
150	150000	184,9	0,09245	0,00046225	8,4845
160	160000	192,9	0,09645	0,00048225	9,0501
170	170000	205,9	0,10295	0,00051475	9,6158
180	180000	219,4	0,1097	0,0005485	10,1814
190	190000	232,9	0,11645	0,00058225	10,7470
200	200000	248,9	0,12445	0,00062225	11,3127
210	210000	264,3	0,13215	0,00066075	11,8783
220	220000	274,3	0,13715	0,00068575	12,4439
230	230000	295,3	0,14765	0,00073825	13,0096

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	311,8	0,1559	0,0007795	13,5752
250	250000	329,3	0,16465	0,00082325	14,1408
260	260000	340,8	0,1704	0,000852	14,7065
270	270000	356,3	0,17815	0,00089075	15,2721
280	280000	371,8	0,1859	0,0009295	15,8377
290	290000	388,8	0,1944	0,000972	16,4034
300	300000	409,8	0,2049	0,0010245	16,9690
310	310000	433,2	0,2166	0,001083	17,5346
320	320000	458,7	0,22935	0,00114675	18,1003
330	330000	485,7	0,24285	0,00121425	18,6659
340	340000	517,2	0,2586	0,001293	19,2315
350	350000	563,7	0,28185	0,00140925	19,7971
360	360000	607,1	0,30355	0,00151775	20,3628
370	370000	660,1	0,33005	0,00165025	20,9284
375	375000	701,1	0,35055	0,00175275	21,2112
370	370000	985,4	0,4927	0,0024635	20,9284
360	360000	1334,2	0,6671	0,0033355	20,3628
350	350000	1489,1	0,74455	0,00372275	19,7971
340	340000	1749,4	0,8747	0,0043735	19,2315
330	330000	1956,3	0,97815	0,00489075	18,6659

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	26443,282 MPa
E Teroritis	26115,811 MPa

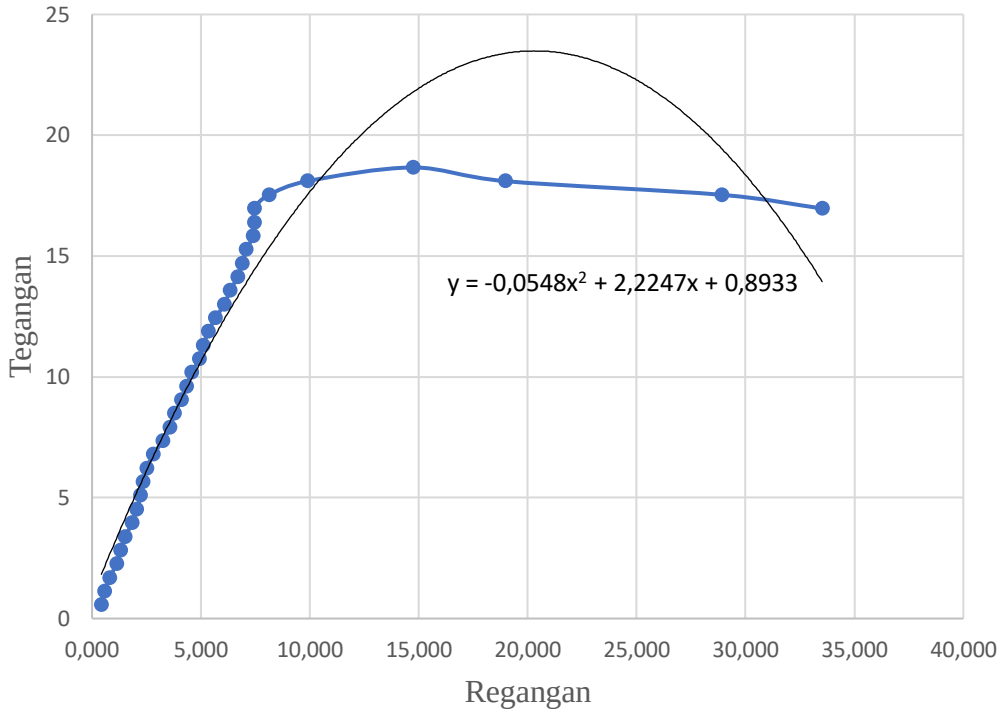
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF1/3
Kadar *Fiberglass*	0%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	18,58 MPa
Diameter	150,4 mm
Tinggi	301,1 mm
Luas	17757,9 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	17	0,0085	0,0000425	0,5656
20	20000	22,5	0,01125	0,00005625	1,1313
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6969
40	40000	45	0,0225	0,0001125	2,2625
50	50000	52,5	0,02625	0,00013125	2,8282
60	60000	61	0,0305	0,0001525	3,3938
70	70000	74	0,037	0,000185	3,9594
80	80000	82	0,041	0,000205	4,5251
90	90000	89,4	0,0447	0,0002235	5,0907
100	100000	93,4	0,0467	0,0002335	5,6563
110	110000	100,4	0,0502	0,000251	6,2220
120	120000	112,4	0,0562	0,000281	6,7876
130	130000	129,9	0,06495	0,00032475	7,3532
140	140000	143,4	0,0717	0,0003585	7,9189
150	150000	151,4	0,0757	0,0003785	8,4845
160	160000	164,4	0,0822	0,000411	9,0501
170	170000	173,4	0,0867	0,0004335	9,6158
180	180000	183,4	0,0917	0,0004585	10,1814
190	190000	196,9	0,09845	0,00049225	10,7470
200	200000	203,9	0,10195	0,00050975	11,3127
210	210000	213,9	0,10695	0,00053475	11,8783
220	220000	226,9	0,11345	0,00056725	12,4439
230	230000	242,9	0,12145	0,00060725	13,0096

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	253,8	0,1269	0,0006345	13,5752
250	250000	267,3	0,13365	0,00066825	14,1408
260	260000	275,8	0,1379	0,0006895	14,7065
270	270000	283,3	0,14165	0,00070825	15,2721
280	280000	296,1	0,14805	0,00074025	15,8377
290	290000	297,8	0,1489	0,0007445	16,4034
300	300000	298,1	0,14905	0,00074525	16,9690
310	310000	325,3	0,16265	0,00081325	17,5346
320	320000	395,3	0,19765	0,00098825	18,1003
330	330000	590	0,295	0,001475	18,6659
320	320000	759,2	0,3796	0,001898	18,1003
310	310000	1156,2	0,5781	0,0028905	17,5346
300	300000	1340,7	0,67035	0,00335175	16,9690

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	31473,548 MPa
E Teroritis	24886,917 MPa

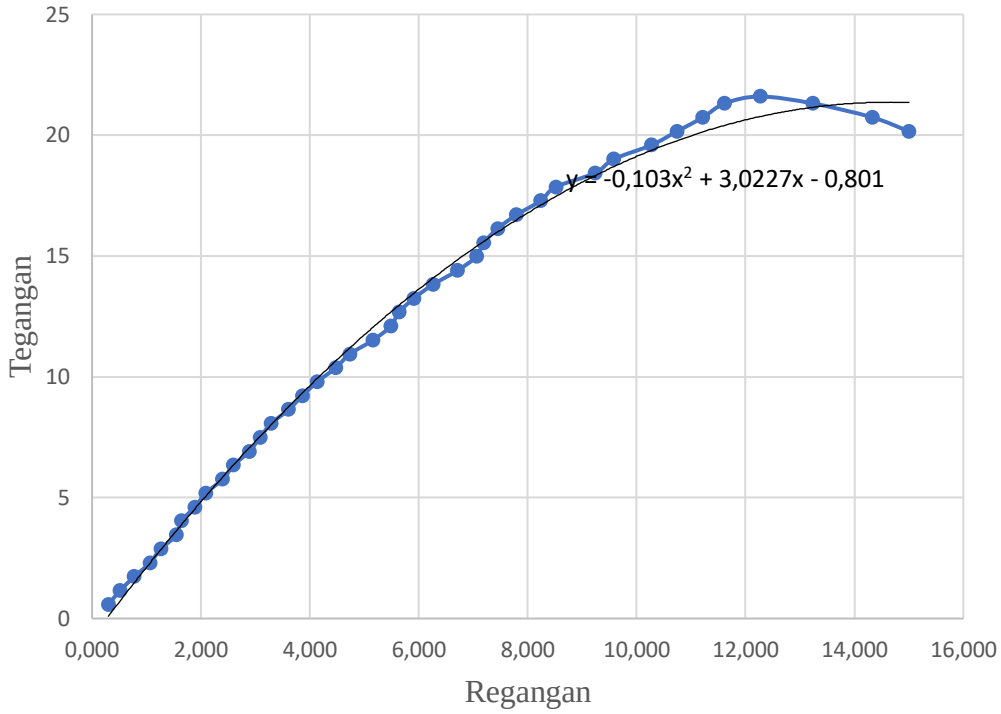
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF2/1
Kadar *Fiberglass*	0,3%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	21,89 MPa
Diameter	148,7 mm
Tinggi	303,5 mm
Luas	17358,7 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	12	0,006	0,00003	0,5761
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1522
30	30000	31	0,0155	0,0000775	1,7282
40	40000	42,5	0,02125	0,00010625	2,3043
50	50000	50,5	0,02525	0,00012625	2,8804
60	60000	62	0,031	0,000155	3,4565
70	70000	65,5	0,03275	0,00016375	4,0326
80	80000	75,5	0,03775	0,00018875	4,6086
90	90000	83,5	0,04175	0,00020875	5,1847
100	100000	95,9	0,04795	0,00023975	5,7608
110	110000	103,9	0,05195	0,00025975	6,3369
120	120000	115,4	0,0577	0,0002885	6,9130
130	130000	123,4	0,0617	0,0003085	7,4890
140	140000	131,4	0,0657	0,0003285	8,0651
150	150000	144,4	0,0722	0,000361	8,6412
160	160000	154,4	0,0772	0,000386	9,2173
170	170000	165,4	0,0827	0,0004135	9,7934
180	180000	178,9	0,08945	0,00044725	10,3694
190	190000	189,4	0,0947	0,0004735	10,9455
200	200000	206,4	0,1032	0,000516	11,5216
210	210000	219,4	0,1097	0,0005485	12,0977
220	220000	225,4	0,1127	0,0005635	12,6738
230	230000	236,4	0,1182	0,000591	13,2498

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	250,6	0,1253	0,0006265	13,8259
250	250000	268,4	0,1342	0,000671	14,4020
260	260000	282,3	0,14115	0,00070575	14,9781
270	270000	287,8	0,1439	0,0007195	15,5542
280	280000	297,8	0,1489	0,0007445	16,1302
290	290000	311,8	0,1559	0,0007795	16,7063
300	300000	329,4	0,1647	0,0008235	17,2824
310	310000	340,6	0,1703	0,0008515	17,8585
320	320000	369,5	0,18475	0,00092375	18,4346
330	330000	383,2	0,1916	0,000958	19,0106
340	340000	410,7	0,20535	0,00102675	19,5867
350	350000	429,7	0,21485	0,00107425	20,1628
360	360000	448,7	0,22435	0,00112175	20,7389
370	370000	464,7	0,23235	0,00116175	21,3150
375	375000	490,7	0,24535	0,00122675	21,6030
370	370000	529,6	0,2648	0,001324	21,3150
360	360000	573,2	0,2866	0,001433	20,7389
350	350000	600,1	0,30005	0,00150025	20,1628

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,3% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 1



E Uji	24074,967 MPa
E Teroritis	23084,836 MPa

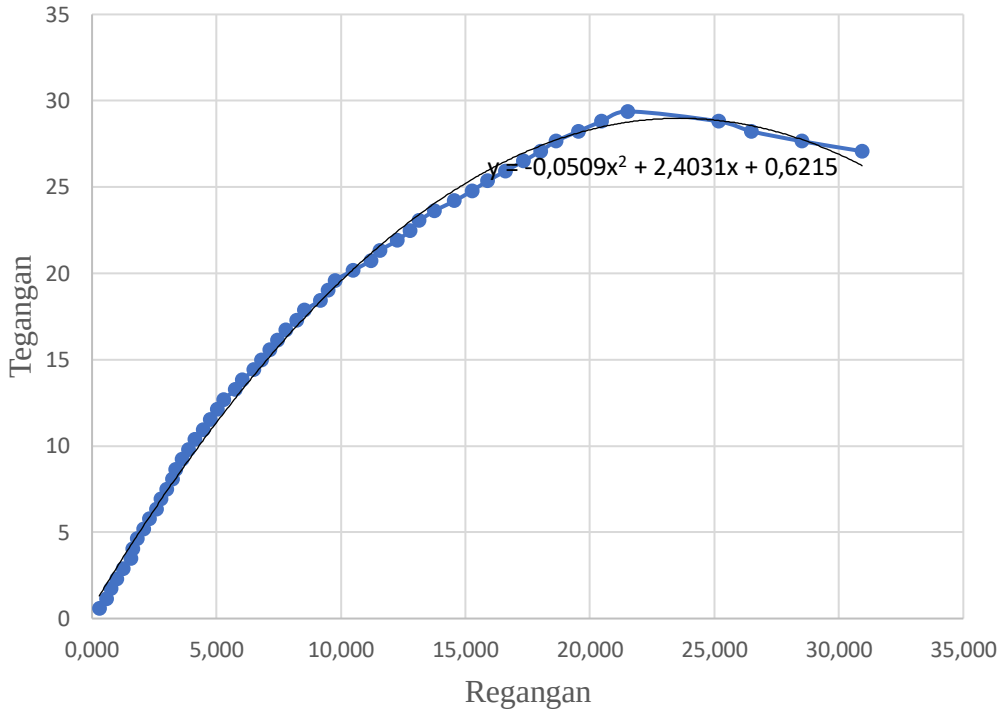
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF2/2
Kadar *Fiberglass*	0,3%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	28,91 MPa
Diameter	149,9 mm
Tinggi	300,5 mm
Luas	17640,1 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5761
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,1522
30	30000	30	0,015	0,000075	1,7282
40	40000	40	0,02	0,0001	2,3043
50	50000	50	0,025	0,000125	2,8804
60	60000	62,5	0,03125	0,00015625	3,4565
70	70000	65,5	0,03275	0,00016375	4,0326
80	80000	72,5	0,03625	0,00018125	4,6086
90	90000	82,5	0,04125	0,00020625	5,1847
100	100000	92,3	0,04615	0,00023075	5,7608
110	110000	103,4	0,0517	0,0002585	6,3369
120	120000	110,5	0,05525	0,00027625	6,9130
130	130000	119,5	0,05975	0,00029875	7,4890
140	140000	128,9	0,06445	0,00032225	8,0651
150	150000	134,7	0,06735	0,00033675	8,6412
160	160000	144,4	0,0722	0,000361	9,2173
170	170000	155,4	0,0777	0,0003885	9,7934
180	180000	165,4	0,0827	0,0004135	10,3694
190	190000	178,4	0,0892	0,000446	10,9455
200	200000	189,5	0,09475	0,00047375	11,5216
210	210000	201,4	0,1007	0,0005035	12,0977
220	220000	211,3	0,10565	0,00052825	12,6738
230	230000	229,7	0,11485	0,00057425	13,2498

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	241,4	0,1207	0,0006035	13,8259
250	250000	259,9	0,12995	0,00064975	14,4020
260	260000	272,2	0,1361	0,0006805	14,9781
270	270000	285,5	0,14275	0,00071375	15,5542
280	280000	297,8	0,1489	0,0007445	16,1302
290	290000	310,8	0,1554	0,000777	16,7063
300	300000	328,4	0,1642	0,000821	17,2824
310	310000	341,4	0,1707	0,0008535	17,8585
320	320000	366,7	0,18335	0,00091675	18,4346
330	330000	379,5	0,18975	0,00094875	19,0106
340	340000	390,5	0,19525	0,00097625	19,5867
350	350000	419,3	0,20965	0,00104825	20,1628
360	360000	447,8	0,2239	0,0011195	20,7389
370	370000	462,3	0,23115	0,00115575	21,3150
380	380000	489,9	0,24495	0,00122475	21,8910
390	390000	510,5	0,25525	0,00127625	22,4671
400	400000	525,6	0,2628	0,001314	23,0432
410	410000	550,3	0,27515	0,00137575	23,6193
420	420000	582,4	0,2912	0,001456	24,1954
430	430000	610,2	0,3051	0,0015255	24,7714
440	440000	635,4	0,3177	0,0015885	25,3475
450	450000	664,4	0,3322	0,001661	25,9236
460	460000	693,2	0,3466	0,001733	26,4997
470	470000	720,4	0,3602	0,001801	27,0758
480	480000	745,4	0,3727	0,0018635	27,6518
490	490000	781,2	0,3906	0,001953	28,2279
500	500000	818,8	0,4094	0,002047	28,8040
510	510000	860,5	0,43025	0,00215125	29,3801
500	500000	1006,7	0,50335	0,00251675	28,8040
490	490000	1059,4	0,5297	0,0026485	28,2279
480	480000	1140,8	0,5704	0,002852	27,6518
470	470000	1237,3	0,61865	0,00309325	27,0758

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,3% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	31933,984 MPa
E Teroritis	27209,519 MPa

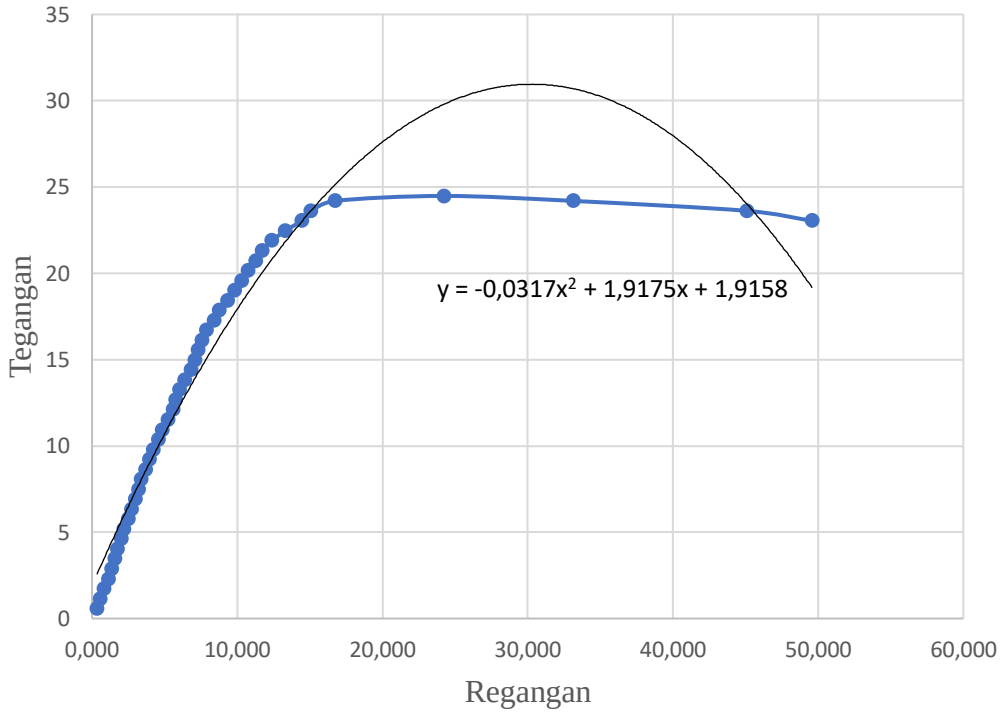
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF2/3
Kadar *Fiberglass*	0,3%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	23,57 MPa
Diameter	151,5 mm
Tinggi	300,1 mm
Luas	18034,6 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	14	0,007	0,000035	0,5761
20	20000	22,5	0,01125	0,00005625	1,1522
30	30000	33	0,0165	0,0000825	1,7282
40	40000	44,5	0,02225	0,00011125	2,3043
50	50000	53,5	0,02675	0,00013375	2,8804
60	60000	63	0,0315	0,0001575	3,4565
70	70000	69,5	0,03475	0,00017375	4,0326
80	80000	79,5	0,03975	0,00019875	4,6086
90	90000	87,4	0,0437	0,0002185	5,1847
100	100000	99,9	0,04995	0,00024975	5,7608
110	110000	107,9	0,05395	0,00026975	6,3369
120	120000	119,4	0,0597	0,0002985	6,9130
130	130000	127,4	0,0637	0,0003185	7,4890
140	140000	134,4	0,0672	0,000336	8,0651
150	150000	147,4	0,0737	0,0003685	8,6412
160	160000	157,4	0,0787	0,0003935	9,2173
170	170000	168,4	0,0842	0,000421	9,7934
180	180000	181,9	0,09095	0,00045475	10,3694
190	190000	192,4	0,0962	0,000481	10,9455
200	200000	209,4	0,1047	0,0005235	11,5216
210	210000	222,4	0,1112	0,000556	12,0977
220	220000	230,9	0,11545	0,00057725	12,6738
230	230000	240,4	0,1202	0,000601	13,2498

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	255,8	0,1279	0,0006395	13,8259
250	250000	272,8	0,1364	0,000682	14,4020
260	260000	282,3	0,14115	0,00070575	14,9781
270	270000	291,8	0,1459	0,0007295	15,5542
280	280000	302,8	0,1514	0,000757	16,1302
290	290000	315,8	0,1579	0,0007895	16,7063
300	300000	335,3	0,16765	0,00083825	17,2824
310	310000	350,3	0,17515	0,00087575	17,8585
320	320000	373,3	0,18665	0,00093325	18,4346
330	330000	393,3	0,19665	0,00098325	19,0106
340	340000	412,3	0,20615	0,00103075	19,5867
350	350000	429,7	0,21485	0,00107425	20,1628
360	360000	451,2	0,2256	0,001128	20,7389
370	370000	468,2	0,2341	0,0011705	21,3150
380	380000	495,7	0,24785	0,00123925	21,8910
390	390000	532,2	0,2661	0,0013305	22,4671
400	400000	577,2	0,2886	0,001443	23,0432
410	410000	603,1	0,30155	0,00150775	23,6193
420	420000	669,1	0,33455	0,00167275	24,1954
425	425000	969,9	0,48495	0,00242475	24,4834
420	420000	1325,7	0,66285	0,00331425	24,1954
410	410000	1803,9	0,90195	0,00450975	23,6193
400	400000	1982,8	0,9914	0,004957	23,0432

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,3% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	28270,771 MPa
E Teroritis	27214,438 MPa

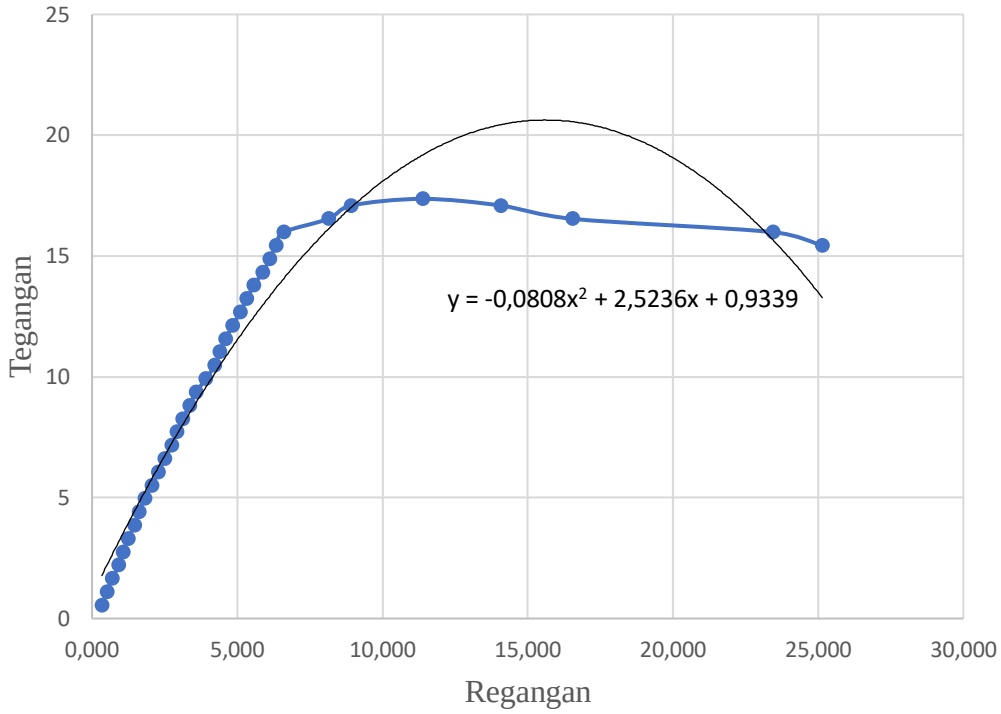
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF3/1
Kadar *Fiberglass*	0,6%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	17,37 MPa
Diameter	151,9 mm
Tinggi	307,6 mm
Luas	18137,9 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	13,5	0,00675	0,00003375	0,5513
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1027
30	30000	27,5	0,01375	0,00006875	1,6540
40	40000	37	0,0185	0,0000925	2,2053
50	50000	42,5	0,02125	0,00010625	2,7567
60	60000	50	0,025	0,000125	3,3080
70	70000	58,5	0,02925	0,00014625	3,8593
80	80000	65	0,0325	0,0001625	4,4107
90	90000	72,5	0,03625	0,00018125	4,9620
100	100000	82,5	0,04125	0,00020625	5,5133
110	110000	91,4	0,0457	0,0002285	6,0647
120	120000	100,4	0,0502	0,000251	6,6160
130	130000	109,9	0,05495	0,00027475	7,1673
140	140000	116,9	0,05845	0,00029225	7,7187
150	150000	124,9	0,06245	0,00031225	8,2700
160	160000	134,4	0,0672	0,000336	8,8213
170	170000	143,4	0,0717	0,0003585	9,3726
180	180000	156,9	0,07845	0,00039225	9,9240
190	190000	168,9	0,08445	0,00042225	10,4753
200	200000	176,4	0,0882	0,000441	11,0266
210	210000	183,9	0,09195	0,00045975	11,5780
220	220000	193,9	0,09695	0,00048475	12,1293
230	230000	203,9	0,10195	0,00050975	12,6806

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	213,4	0,1067	0,0005335	13,2320
250	250000	222,4	0,1112	0,000556	13,7833
260	260000	235,4	0,1177	0,0005885	14,3346
270	270000	244,4	0,1222	0,000611	14,8860
280	280000	253,3	0,12665	0,00063325	15,4373
290	290000	263,8	0,1319	0,0006595	15,9886
300	300000	325,8	0,1629	0,0008145	16,5400
310	310000	356,8	0,1784	0,000892	17,0913
315	315000	455,2	0,2276	0,001138	17,3670
310	310000	563,1	0,28155	0,00140775	17,0913
300	300000	662,1	0,33105	0,00165525	16,5400
290	290000	938,4	0,4692	0,002346	15,9886
280	280000	1005,8	0,5029	0,0025145	15,4373

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,6% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 1



E Uji	31364,091 MPa
E Teroritis	22036,182 MPa

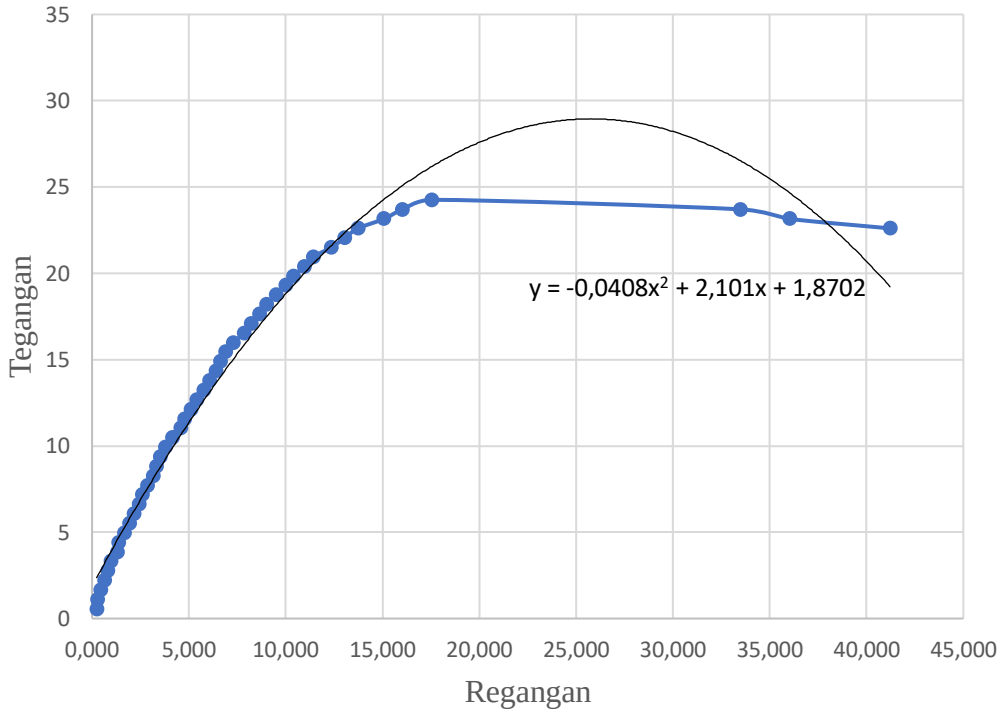
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF3/2
Kadar *Fiberglass*	0,6%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	24,72 MPa
Diameter	150,5 mm
Tinggi	304,7 mm
Luas	17797,3 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5513
20	20000	11,5	0,00575	0,00002875	1,1027
30	30000	18,5	0,00925	0,00004625	1,6540
40	40000	25,5	0,01275	0,00006375	2,2053
50	50000	33	0,0165	0,0000825	2,7567
60	60000	39	0,0195	0,0000975	3,3080
70	70000	52,5	0,02625	0,00013125	3,8593
80	80000	55,5	0,02775	0,00013875	4,4107
90	90000	67,5	0,03375	0,00016875	4,9620
100	100000	77	0,0385	0,0001925	5,5133
110	110000	86,4	0,0432	0,000216	6,0647
120	120000	96,9	0,04845	0,00024225	6,6160
130	130000	104,4	0,0522	0,000261	7,1673
140	140000	114,4	0,0572	0,000286	7,7187
150	150000	125,9	0,06295	0,00031475	8,2700
160	160000	132,5	0,06625	0,00033125	8,8213
170	170000	141,5	0,07075	0,00035375	9,3726
180	180000	151,5	0,07575	0,00037875	9,9240
190	190000	165,6	0,0828	0,000414	10,4753
200	200000	183,4	0,0917	0,0004585	11,0266
210	210000	190,9	0,09545	0,00047725	11,5780
220	220000	204,9	0,10245	0,00051225	12,1293
230	230000	216,4	0,1082	0,000541	12,6806

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	231,4	0,1157	0,0005785	13,2320
250	250000	243,4	0,1217	0,0006085	13,7833
260	260000	256,3	0,12815	0,00064075	14,3346
270	270000	265,3	0,13265	0,00066325	14,8860
280	280000	275,8	0,1379	0,0006895	15,4373
290	290000	291,8	0,1459	0,0007295	15,9886
300	300000	314,3	0,15715	0,00078575	16,5400
310	310000	328,8	0,1644	0,000822	17,0913
320	320000	346,3	0,17315	0,00086575	17,6426
330	330000	360,8	0,1804	0,000902	18,1940
340	340000	380,3	0,19015	0,00095075	18,7453
350	350000	400,3	0,20015	0,00100075	19,2966
360	360000	415,8	0,2079	0,0010395	19,8480
370	370000	438,2	0,2191	0,0010955	20,3993
380	380000	456,7	0,22835	0,00114175	20,9506
390	390000	494,2	0,2471	0,0012355	21,5020
400	400000	521,7	0,26085	0,00130425	22,0533
410	410000	549,7	0,27485	0,00137425	22,6046
420	420000	603,1	0,30155	0,00150775	23,1560
430	430000	641,6	0,3208	0,001604	23,7073
440	440000	702,1	0,35105	0,00175525	24,2586
430	430000	1339,2	0,6696	0,003348	23,7073
420	420000	1441,1	0,72055	0,00360275	23,1560
410	410000	1648,5	0,82425	0,00412125	22,6046

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,6% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	29799,510 MPa
E Teroritis	27376,227 MPa

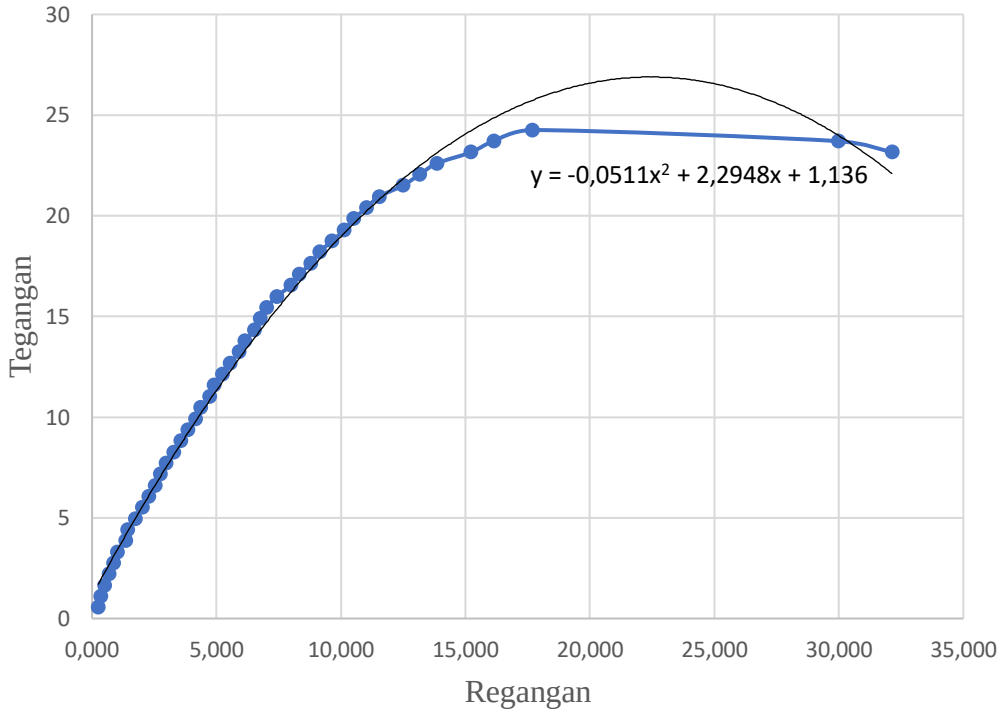
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF3/3
Kadar *Fiberglass*	0,6%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	23,99 MPa
Diameter	152,8 mm
Tinggi	304,3 mm
Luas	18337,4 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	10	0,005	0,000025	0,5513
20	20000	13,5	0,00675	0,00003375	1,1027
30	30000	20,5	0,01025	0,00005125	1,6540
40	40000	27,5	0,01375	0,00006875	2,2053
50	50000	35	0,0175	0,0000875	2,7567
60	60000	41	0,0205	0,0001025	3,3080
70	70000	54,5	0,02725	0,00013625	3,8593
80	80000	57,5	0,02875	0,00014375	4,4107
90	90000	69,7	0,03485	0,00017425	4,9620
100	100000	81	0,0405	0,0002025	5,5133
110	110000	91,4	0,0457	0,0002285	6,0647
120	120000	101,4	0,0507	0,0002535	6,6160
130	130000	109,4	0,0547	0,0002735	7,1673
140	140000	119,4	0,0597	0,0002985	7,7187
150	150000	130,9	0,06545	0,00032725	8,2700
160	160000	142,9	0,07145	0,00035725	8,8213
170	170000	153,9	0,07695	0,00038475	9,3726
180	180000	166,4	0,0832	0,000416	9,9240
190	190000	174,4	0,0872	0,000436	10,4753
200	200000	188,4	0,0942	0,000471	11,0266
210	210000	195,9	0,09795	0,00048975	11,5780
220	220000	209,8	0,1049	0,0005245	12,1293
230	230000	221,4	0,1107	0,0005535	12,6806

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	236,4	0,1182	0,000591	13,2320
250	250000	245,6	0,1228	0,000614	13,7833
260	260000	261,3	0,13065	0,00065325	14,3346
270	270000	270,3	0,13515	0,00067575	14,8860
280	280000	280,8	0,1404	0,000702	15,4373
290	290000	296,6	0,1483	0,0007415	15,9886
300	300000	319,3	0,15965	0,00079825	16,5400
310	310000	333,3	0,16665	0,00083325	17,0913
320	320000	351,3	0,17565	0,00087825	17,6426
330	330000	365,5	0,18275	0,00091375	18,1940
340	340000	385,3	0,19265	0,00096325	18,7453
350	350000	405,4	0,2027	0,0010135	19,2966
360	360000	420,4	0,2102	0,001051	19,8480
370	370000	441,2	0,2206	0,001103	20,3993
380	380000	461,2	0,2306	0,001153	20,9506
390	390000	499,2	0,2496	0,001248	21,5020
400	400000	526,7	0,26335	0,00131675	22,0533
410	410000	554,2	0,2771	0,0013855	22,6046
420	420000	608,8	0,3044	0,001522	23,1560
430	430000	645,2	0,3226	0,001613	23,7073
440	440000	707,8	0,3539	0,0017695	24,2586
430	430000	1199,2	0,5996	0,002998	23,7073
420	420000	1285,2	0,6426	0,003213	23,1560
410	410000	1402,3	0,70115	0,00350575	22,6046

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,6% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	36457,852 MPa
E Teroritis	25369,576 MPa

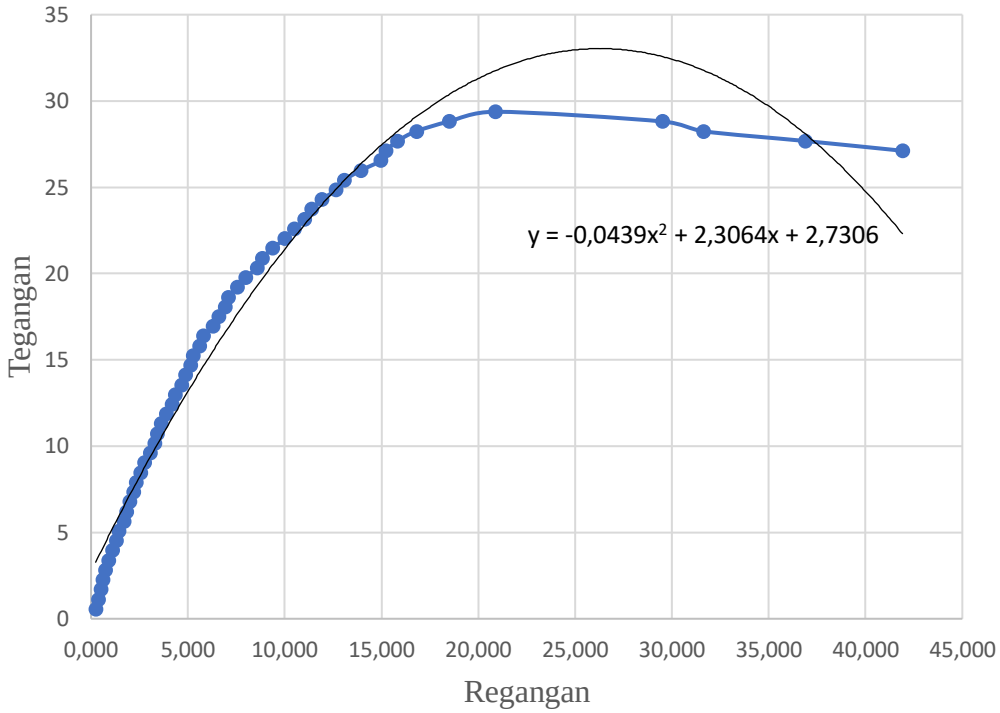
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF4/1
Kadar *Fiberglass*	0,9%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	29,37 MPa
Diameter	150,1 mm
Tinggi	304,9 mm
Luas	17702,9 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5649
20	20000	15	0,0075	0,0000375	1,1298
30	30000	20,5	0,01025	0,00005125	1,6946
40	40000	25	0,0125	0,0000625	2,2595
50	50000	30	0,015	0,000075	2,8244
60	60000	37	0,0185	0,0000925	3,3893
70	70000	44	0,022	0,00011	3,9542
80	80000	52	0,026	0,00013	4,5190
90	90000	57,5	0,02875	0,00014375	5,0839
100	100000	68,5	0,03425	0,00017125	5,6488
110	110000	73,5	0,03675	0,00018375	6,2137
120	120000	79,5	0,03975	0,00019875	6,7786
130	130000	87,9	0,04395	0,00021975	7,3434
140	140000	93,3	0,04665	0,00023325	7,9083
150	150000	102,4	0,0512	0,000256	8,4732
160	160000	110,9	0,05545	0,00027725	9,0381
170	170000	121,9	0,06095	0,00030475	9,6030
180	180000	131,4	0,0657	0,0003285	10,1678
190	190000	137,4	0,0687	0,0003435	10,7327
200	200000	145,4	0,0727	0,0003635	11,2976
210	210000	155,4	0,0777	0,0003885	11,8625
220	220000	166,9	0,08345	0,00041725	12,4274
230	230000	174,4	0,0872	0,000436	12,9922

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	187,4	0,0937	0,0004685	13,5571
250	250000	195,4	0,0977	0,0004885	14,1220
260	260000	205,9	0,10295	0,00051475	14,6869
270	270000	211,4	0,1057	0,0005285	15,2517
280	280000	224,4	0,1122	0,000561	15,8166
290	290000	232,4	0,1162	0,000581	16,3815
300	300000	251,8	0,1259	0,0006295	16,9464
310	310000	264,3	0,13215	0,00066075	17,5113
320	320000	276,8	0,1384	0,000692	18,0761
330	330000	284,4	0,1422	0,000711	18,6410
340	340000	301,8	0,1509	0,0007545	19,2059
350	350000	319,3	0,15965	0,00079825	19,7708
360	360000	343,3	0,17165	0,00085825	20,3357
370	370000	353,3	0,17665	0,00088325	20,9005
380	380000	375,3	0,18765	0,00093825	21,4654
390	390000	400,3	0,20015	0,00100075	22,0303
400	400000	420,2	0,2101	0,0010505	22,5952
410	410000	441,2	0,2206	0,001103	23,1601
420	420000	455,7	0,22785	0,00113925	23,7249
430	430000	476,7	0,23835	0,00119175	24,2898
440	440000	506,7	0,25335	0,00126675	24,8547
450	450000	523,2	0,2616	0,001308	25,4196
460	460000	558,2	0,2791	0,0013955	25,9845
470	470000	598,6	0,2993	0,0014965	26,5493
480	480000	609,6	0,3048	0,001524	27,1142
490	490000	633,1	0,31655	0,00158275	27,6791
500	500000	672,1	0,33605	0,00168025	28,2440
510	510000	739,6	0,3698	0,001849	28,8089
520	520000	835	0,4175	0,0020875	29,3737
510	510000	1181,3	0,59065	0,00295325	28,8089
500	500000	1265,2	0,6326	0,003163	28,2440
490	490000	1475,6	0,7378	0,003689	27,6791
480	480000	1676,5	0,83825	0,00419125	27,1142

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,9% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 1



E Uji	34547,633 MPa
E Teroritis	28509,338 MPa

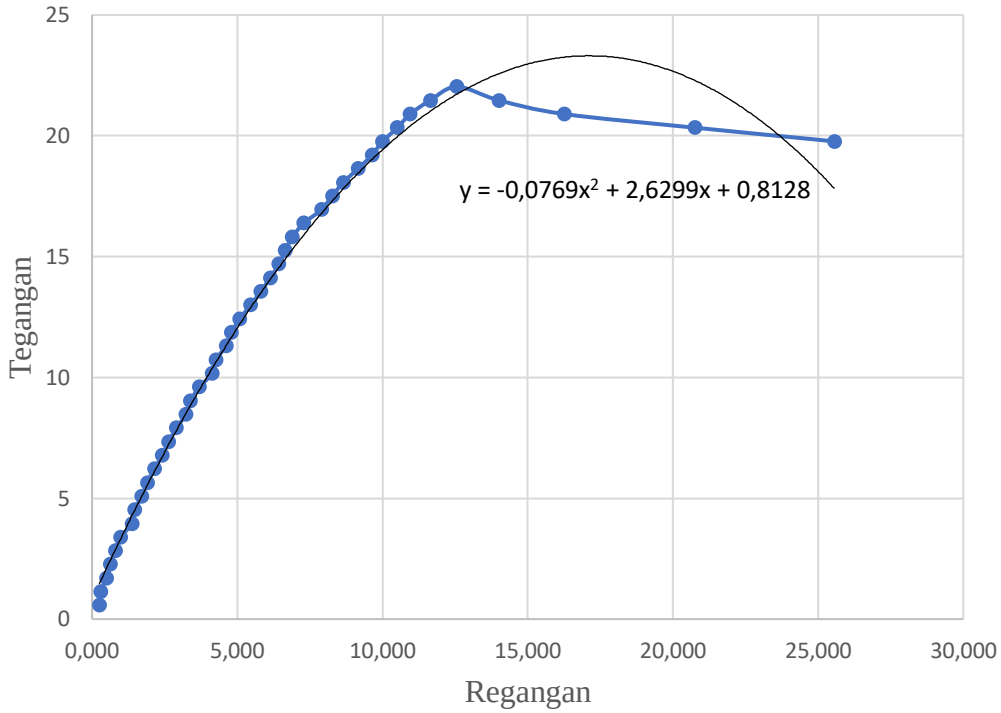
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF4/2
Kadar *Fiberglass*	0,9%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	21,97 MPa
Diameter	150,3 mm
Tinggi	304,7 mm
Luas	17750,1 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	10	0,005	0,000025	0,5649
20	20000	12	0,006	0,00003	1,1298
30	30000	19,5	0,00975	0,00004875	1,6946
40	40000	25,5	0,01275	0,00006375	2,2595
50	50000	32	0,016	0,00008	2,8244
60	60000	39	0,0195	0,0000975	3,3893
70	70000	55,5	0,02775	0,00013875	3,9542
80	80000	59	0,0295	0,0001475	4,5190
90	90000	68,5	0,03425	0,00017125	5,0839
100	100000	76	0,038	0,00019	5,6488
110	110000	85,9	0,04295	0,00021475	6,2137
120	120000	96,9	0,04845	0,00024225	6,7786
130	130000	105,4	0,0527	0,0002635	7,3434
140	140000	116,4	0,0582	0,000291	7,9083
150	150000	128,9	0,06445	0,00032225	8,4732
160	160000	135,8	0,0679	0,0003395	9,0381
170	170000	147,7	0,07385	0,00036925	9,6030
180	180000	165,7	0,08285	0,00041425	10,1678
190	190000	170,7	0,08535	0,00042675	10,7327
200	200000	184,4	0,0922	0,000461	11,2976
210	210000	191,9	0,09595	0,00047975	11,8625
220	220000	203,5	0,10175	0,00050875	12,4274
230	230000	218,4	0,1092	0,000546	12,9922

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	232,4	0,1162	0,000581	13,5571
250	250000	245,4	0,1227	0,0006135	14,1220
260	260000	257,4	0,1287	0,0006435	14,6869
270	270000	266,3	0,13315	0,00066575	15,2517
280	280000	275,8	0,1379	0,0006895	15,8166
290	290000	291,8	0,1459	0,0007295	16,3815
300	300000	315,8	0,1579	0,0007895	16,9464
310	310000	330,9	0,16545	0,00082725	17,5113
320	320000	346,3	0,17315	0,00086575	18,0761
330	330000	366,5	0,18325	0,00091625	18,6410
340	340000	385,5	0,19275	0,00096375	19,2059
350	350000	400,2	0,2001	0,0010005	19,7708
360	360000	420,5	0,21025	0,00105125	20,3357
370	370000	438,2	0,2191	0,0010955	20,9005
380	380000	465,7	0,23285	0,00116425	21,4654
390	390000	502,7	0,25135	0,00125675	22,0303
380	380000	560,7	0,28035	0,00140175	21,4654
370	370000	650,3	0,32515	0,00162575	20,9005
360	360000	830,4	0,4152	0,002076	20,3357
350	350000	1022,2	0,5111	0,0025555	19,7708

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,9% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	38114,105 MPa
E Teroritis	24526,341 MPa

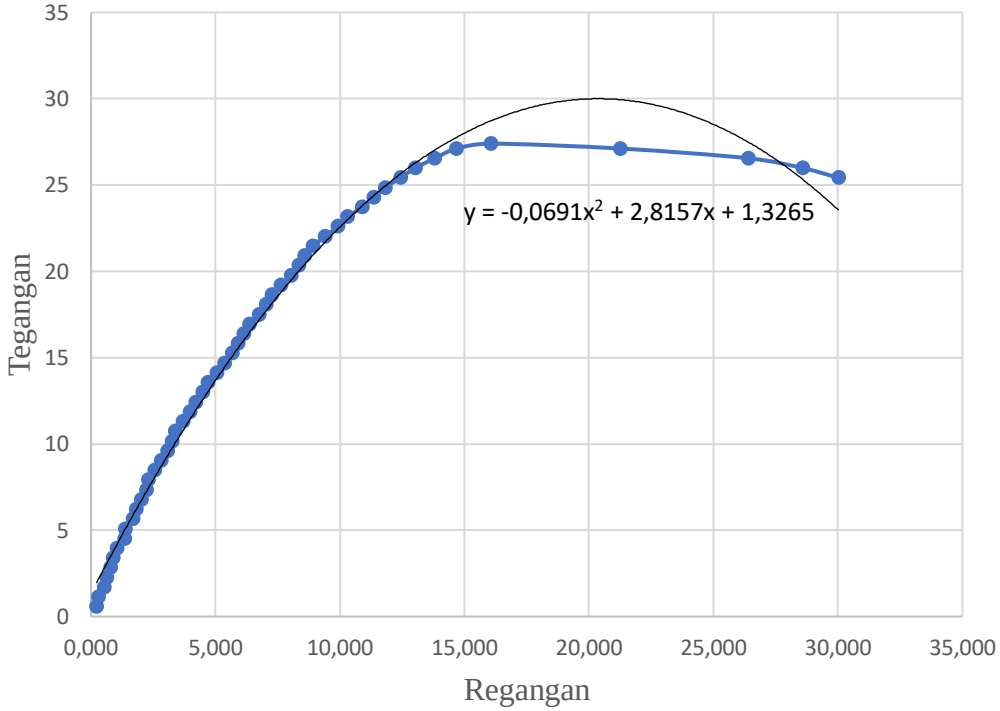
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF4/3
Kadar *Fiberglass*	0,9%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	27,12 MPa
Diameter	150,9 mm
Tinggi	304,2 mm
Luas	17884,2 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	9	0,0045	0,0000225	0,5649
20	20000	12	0,006	0,00003	1,1298
30	30000	21	0,0105	0,0000525	1,6946
40	40000	25	0,0125	0,0000625	2,2595
50	50000	31	0,0155	0,0000775	2,8244
60	60000	35,5	0,01775	0,00008875	3,3893
70	70000	42	0,021	0,000105	3,9542
80	80000	54	0,027	0,000135	4,5190
90	90000	55,6	0,0278	0,000139	5,0839
100	100000	67,5	0,03375	0,00016875	5,6488
110	110000	73	0,0365	0,0001825	6,2137
120	120000	80,9	0,04045	0,00020225	6,7786
130	130000	88,8	0,0444	0,000222	7,3434
140	140000	92,3	0,04615	0,00023075	7,9083
150	150000	102,4	0,0512	0,000256	8,4732
160	160000	112,3	0,05615	0,00028075	9,0381
170	170000	122,5	0,06125	0,00030625	9,6030
180	180000	130,4	0,0652	0,000326	10,1678
190	190000	135,4	0,0677	0,0003385	10,7327
200	200000	148,2	0,0741	0,0003705	11,2976
210	210000	159,5	0,07975	0,00039875	11,8625
220	220000	168,5	0,08425	0,00042125	12,4274
230	230000	179,2	0,0896	0,000448	12,9922

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	188,2	0,0941	0,0004705	13,5571
250	250000	202,4	0,1012	0,000506	14,1220
260	260000	214,2	0,1071	0,0005355	14,6869
270	270000	226,7	0,11335	0,00056675	15,2517
280	280000	236,6	0,1183	0,0005915	15,8166
290	290000	245,5	0,12275	0,00061375	16,3815
300	300000	254,2	0,1271	0,0006355	16,9464
310	310000	269,9	0,13495	0,00067475	17,5113
320	320000	281,1	0,14055	0,00070275	18,0761
330	330000	291,1	0,14555	0,00072775	18,6410
340	340000	305,2	0,1526	0,000763	19,2059
350	350000	321,2	0,1606	0,000803	19,7708
360	360000	334,4	0,1672	0,000836	20,3357
370	370000	343,6	0,1718	0,000859	20,9005
380	380000	356,7	0,17835	0,00089175	21,4654
390	390000	376,2	0,1881	0,0009405	22,0303
400	400000	396,5	0,19825	0,00099125	22,5952
410	410000	412,2	0,2061	0,0010305	23,1601
420	420000	435,6	0,2178	0,001089	23,7249
430	430000	454,2	0,2271	0,0011355	24,2898
440	440000	473,2	0,2366	0,001183	24,8547
450	450000	497,2	0,2486	0,001243	25,4196
460	460000	520,9	0,26045	0,00130225	25,9845
470	470000	552,4	0,2762	0,001381	26,5493
480	480000	587,2	0,2936	0,001468	27,1142
485	485000	642,2	0,3211	0,0016055	27,3967
480	480000	850,4	0,4252	0,002126	27,1142
470	470000	1056,7	0,52835	0,00264175	26,5493
460	460000	1143,2	0,5716	0,002858	25,9845
450	450000	1201,2	0,6006	0,003003	25,4196

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 0,9% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	35493,633 MPa
E Teroritis	27321,994 MPa

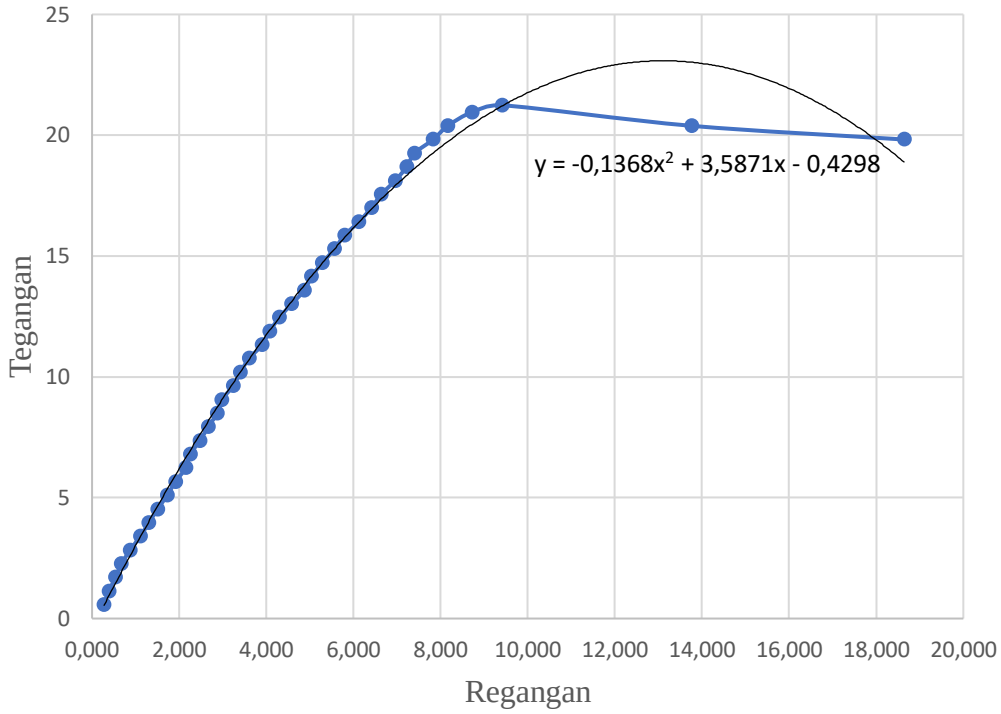
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF5/1
Kadar *Fiberglass*	1,2%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	21,24 MPa
Diameter	149,9 mm
Tinggi	304,9 mm
Luas	17655,75 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11	0,0055	0,0000275	0,5664
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1328
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6992
40	40000	27	0,0135	0,0000675	2,2656
50	50000	35	0,0175	0,0000875	2,8319
60	60000	44,2	0,0221	0,0001105	3,3983
70	70000	52,2	0,0261	0,0001305	3,9647
80	80000	60,2	0,0301	0,0001505	4,5311
90	90000	69	0,0345	0,0001725	5,0975
100	100000	76,5	0,03825	0,00019125	5,6639
110	110000	86	0,043	0,000215	6,2303
120	120000	90	0,045	0,000225	6,7967
130	130000	99,2	0,0496	0,000248	7,3630
140	140000	106,5	0,05325	0,00026625	7,9294
150	150000	115	0,0575	0,0002875	8,4958
160	160000	119,2	0,0596	0,000298	9,0622
170	170000	129,8	0,0649	0,0003245	9,6286
180	180000	136,2	0,0681	0,0003405	10,1950
190	190000	144,2	0,0721	0,0003605	10,7614
200	200000	156,2	0,0781	0,0003905	11,3278
210	210000	163	0,0815	0,0004075	11,8941
220	220000	172,2	0,0861	0,0004305	12,4605
230	230000	183,4	0,0917	0,0004585	13,0269

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	195,2	0,0976	0,000488	13,5933
250	250000	201,5	0,10075	0,00050375	14,1597
260	260000	211,6	0,1058	0,000529	14,7261
270	270000	222,6	0,1113	0,0005565	15,2925
280	280000	231,8	0,1159	0,0005795	15,8589
290	290000	245,2	0,1226	0,000613	16,4252
300	300000	256,4	0,1282	0,000641	16,9916
310	310000	265,7	0,13285	0,00066425	17,5580
320	320000	278,4	0,1392	0,000696	18,1244
330	330000	288,9	0,14445	0,00072225	18,6908
340	340000	296,2	0,1481	0,0007405	19,2572
350	350000	313,2	0,1566	0,000783	19,8236
360	360000	326,7	0,16335	0,00081675	20,3900
370	370000	348,8	0,1744	0,000872	20,9563
375	375000	376,4	0,1882	0,000941	21,2395
360	360000	550,5	0,27525	0,00137625	20,3900
350	350000	745,6	0,3728	0,001864	19,8236
340	340000	859,2	0,4296	0,002148	19,2572
330	330000	1026,2	0,5131	0,0025655	18,6908

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,2% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 1



E Uji	33580,300 MPa
E Teroritis	24334,697 MPa

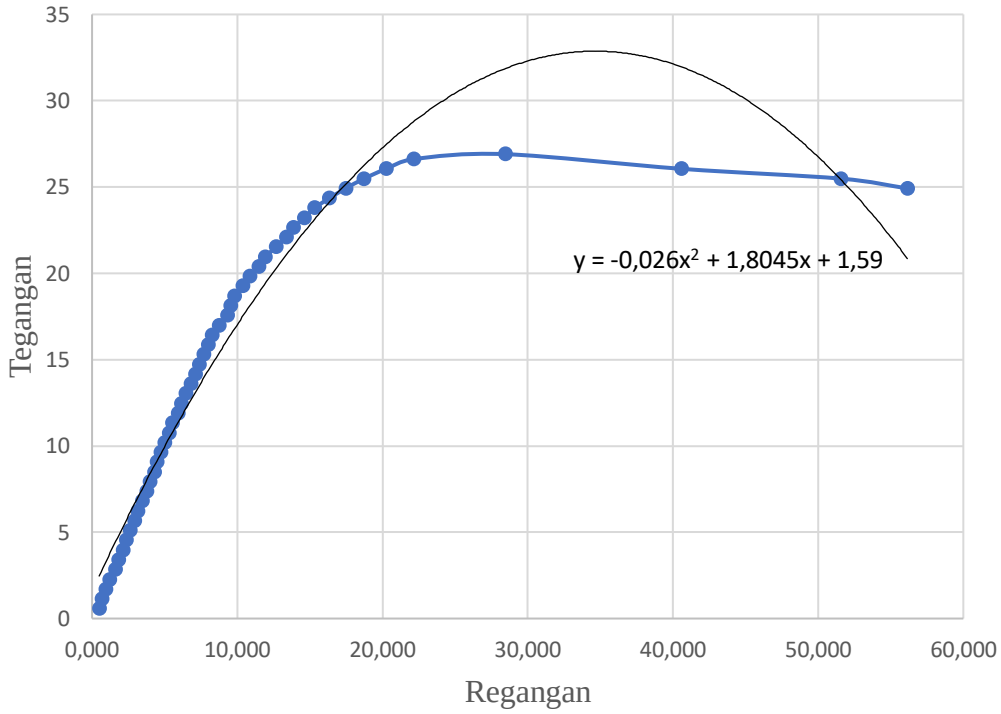
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF5/2
Kadar *Fiberglass*	1,2%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	26,88 MPa
Diameter	150 mm
Tinggi	302,1 mm
Luas	17671,46 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	19,5	0,00975	0,00004875	0,5664
20	20000	28	0,014	0,00007	1,1328
30	30000	38,5	0,01925	0,00009625	1,6992
40	40000	49	0,0245	0,0001225	2,2656
50	50000	64	0,032	0,00016	2,8319
60	60000	73,5	0,03675	0,00018375	3,3983
70	70000	85,4	0,0427	0,0002135	3,9647
80	80000	94,4	0,0472	0,000236	4,5311
90	90000	105,9	0,05295	0,00026475	5,0975
100	100000	116,9	0,05845	0,00029225	5,6639
110	110000	126,4	0,0632	0,000316	6,2303
120	120000	138,9	0,06945	0,00034725	6,7967
130	130000	151,4	0,0757	0,0003785	7,3630
140	140000	159,4	0,0797	0,0003985	7,9294
150	150000	172,4	0,0862	0,000431	8,4958
160	160000	179,4	0,0897	0,0004485	9,0622
170	170000	189,4	0,0947	0,0004735	9,6286
180	180000	200,4	0,1002	0,000501	10,1950
190	190000	213,4	0,1067	0,0005335	10,7614
200	200000	221,4	0,1107	0,0005535	11,3278
210	210000	237,9	0,11895	0,00059475	11,8941
220	220000	245,9	0,12295	0,00061475	12,4605
230	230000	258,3	0,12915	0,00064575	13,0269

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	272,8	0,1364	0,000682	13,5933
250	250000	285,3	0,14265	0,00071325	14,1597
260	260000	296,3	0,14815	0,00074075	14,7261
270	270000	307,8	0,1539	0,0007695	15,2925
280	280000	320,3	0,16015	0,00080075	15,8589
290	290000	331,3	0,16565	0,00082825	16,4252
300	300000	350,3	0,17515	0,00087575	16,9916
310	310000	373,8	0,1869	0,0009345	17,5580
320	320000	381,8	0,1909	0,0009545	18,1244
330	330000	393,3	0,19665	0,00098325	18,6908
340	340000	415,3	0,20765	0,00103825	19,2572
350	350000	435,2	0,2176	0,001088	19,8236
360	360000	460,2	0,2301	0,0011505	20,3900
370	370000	476,7	0,23835	0,00119175	20,9563
380	380000	507,7	0,25385	0,00126925	21,5227
390	390000	535,7	0,26785	0,00133925	22,0891
400	400000	555,2	0,2776	0,001388	22,6555
410	410000	585,6	0,2928	0,001464	23,2219
420	420000	612,6	0,3063	0,0015315	23,7883
430	430000	654,1	0,32705	0,00163525	24,3547
440	440000	698,6	0,3493	0,0017465	24,9211
450	450000	749,6	0,3748	0,001874	25,4874
460	460000	810	0,405	0,002025	26,0538
470	470000	887	0,4435	0,0022175	26,6202
475	475000	1138,3	0,56915	0,00284575	26,9034
460	460000	1624	0,812	0,00406	26,0538
450	450000	2062,8	1,0314	0,005157	25,4874
440	440000	2245,7	1,12285	0,00561425	24,9211

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,2% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	10455,496 MPa
E Teroritis	29222,973 MPa

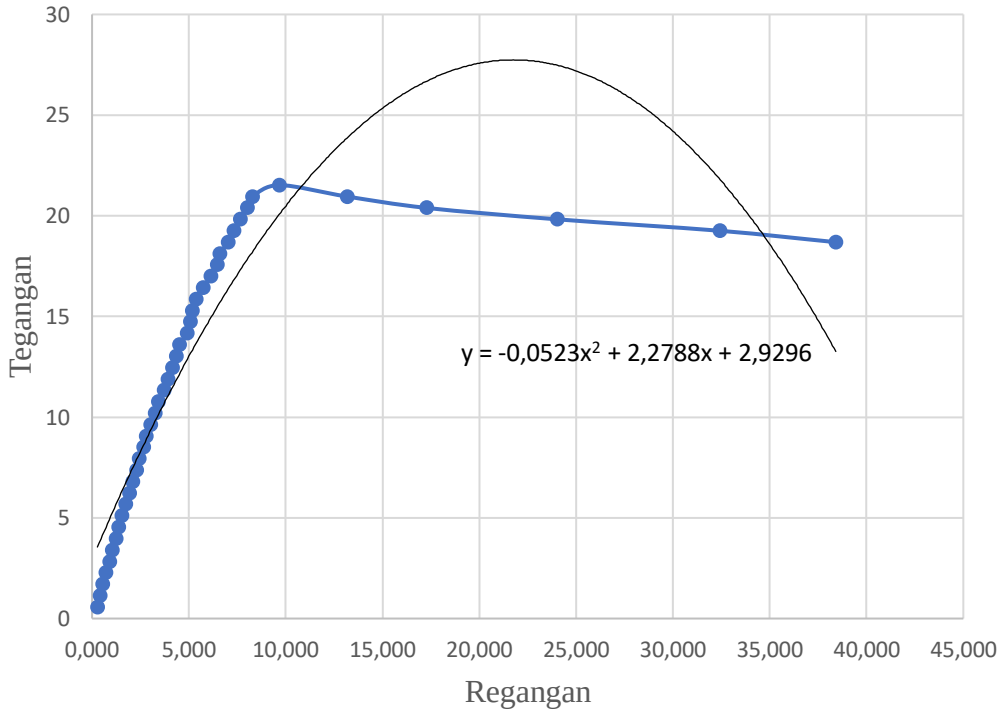
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF5/3
Kadar *Fiberglass*	1,2%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	21,07 MPa
Diameter	151,5 mm
Tinggi	303,2 mm
Luas	18034,59 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	11	0,0055	0,0000275	0,5664
20	20000	16,5	0,00825	0,00004125	1,1328
30	30000	22,5	0,01125	0,00005625	1,6992
40	40000	29	0,0145	0,0000725	2,2656
50	50000	36	0,018	0,00009	2,8319
60	60000	41,5	0,02075	0,00010375	3,3983
70	70000	50	0,025	0,000125	3,9647
80	80000	55	0,0275	0,0001375	4,5311
90	90000	61,5	0,03075	0,00015375	5,0975
100	100000	69,5	0,03475	0,00017375	5,6639
110	110000	77	0,0385	0,0001925	6,2303
120	120000	84,4	0,0422	0,000211	6,7967
130	130000	91,9	0,04595	0,00022975	7,3630
140	140000	97,4	0,0487	0,0002435	7,9294
150	150000	105,9	0,05295	0,00026475	8,4958
160	160000	111,9	0,05595	0,00027975	9,0622
170	170000	120,9	0,06045	0,00030225	9,6286
180	180000	130,4	0,0652	0,000326	10,1950
190	190000	136,9	0,06845	0,00034225	10,7614
200	200000	148,4	0,0742	0,000371	11,3278
210	210000	156,4	0,0782	0,000391	11,8941
220	220000	165,9	0,08295	0,00041475	12,4605
230	230000	173,4	0,0867	0,0004335	13,0269

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	180,9	0,09045	0,00045225	13,5933
250	250000	196,9	0,09845	0,00049225	14,1597
260	260000	202,9	0,10145	0,00050725	14,7261
270	270000	206,9	0,10345	0,00051725	15,2925
280	280000	215,4	0,1077	0,0005385	15,8589
290	290000	229,4	0,1147	0,0005735	16,4252
300	300000	245,4	0,1227	0,0006135	16,9916
310	310000	258,8	0,1294	0,000647	17,5580
320	320000	264,3	0,13215	0,00066075	18,1244
330	330000	281,3	0,14065	0,00070325	18,6908
340	340000	292,8	0,1464	0,000732	19,2572
350	350000	306,3	0,15315	0,00076575	19,8236
360	360000	320,3	0,16015	0,00080075	20,3900
370	370000	331,8	0,1659	0,0008295	20,9563
380	380000	387,2	0,1936	0,000968	21,5227
370	370000	526,8	0,2634	0,001317	20,9563
360	360000	691,6	0,3458	0,001729	20,3900
350	350000	961,2	0,4806	0,002403	19,8236
340	340000	1296,5	0,64825	0,00324125	19,2572
330	330000	1536,6	0,7683	0,0038415	18,6908

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,2% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	32815,249 MPa
E Teroritis	26330,636 MPa

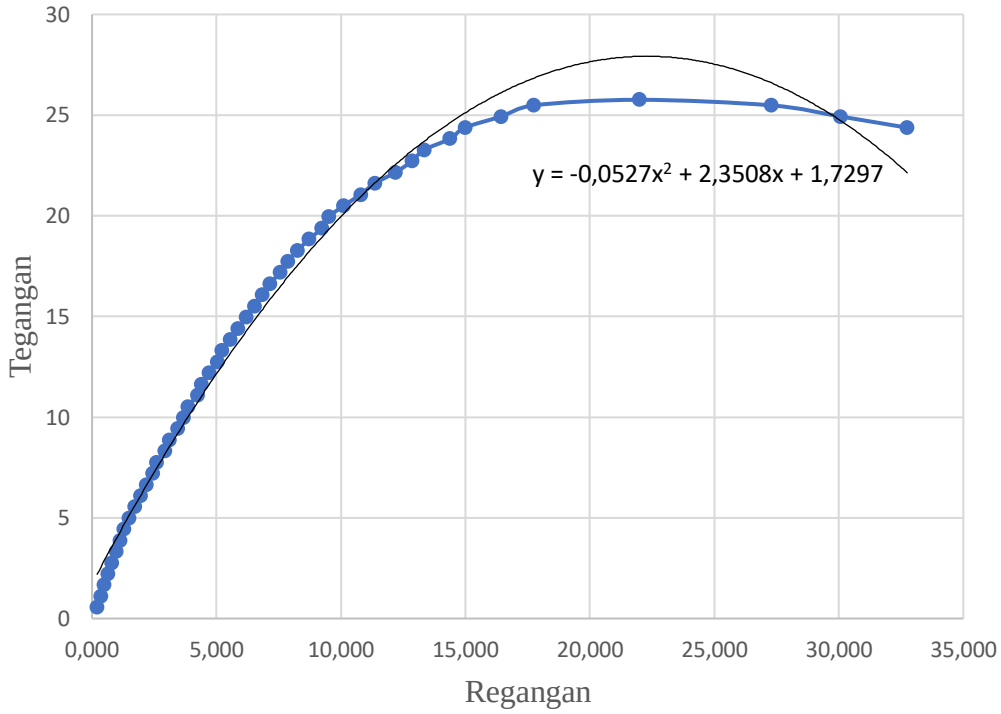
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF6/1
Kadar *Fiberglass*	1,5%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	25,76 MPa
Diameter	151,6 mm
Tinggi	304,6 mm
Luas	18050,5 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	8	0,004	0,00002	0,5540
20	20000	13,5	0,00675	0,00003375	1,1080
30	30000	19	0,0095	0,0000475	1,6620
40	40000	25	0,0125	0,0000625	2,2160
50	50000	31,5	0,01575	0,00007875	2,7700
60	60000	39	0,0195	0,0000975	3,3240
70	70000	45	0,0225	0,0001125	3,8780
80	80000	50,5	0,02525	0,00012625	4,4320
90	90000	59,5	0,02975	0,00014875	4,9860
100	100000	68	0,034	0,00017	5,5400
110	110000	78	0,039	0,000195	6,0940
120	120000	86,9	0,04345	0,00021725	6,6480
130	130000	96,9	0,04845	0,00024225	7,2020
140	140000	103,4	0,0517	0,0002585	7,7560
150	150000	116,9	0,05845	0,00029225	8,3100
160	160000	123,8	0,0619	0,0003095	8,8640
170	170000	136,9	0,06845	0,00034225	9,4180
180	180000	146,9	0,07345	0,00036725	9,9720
190	190000	153,9	0,07695	0,00038475	10,5260
200	200000	168,9	0,08445	0,00042225	11,0800
210	210000	175,9	0,08795	0,00043975	11,6341
220	220000	187,9	0,09395	0,00046975	12,1881
230	230000	200,9	0,10045	0,00050225	12,7421

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	208,9	0,10445	0,00052225	13,2961
250	250000	221,9	0,11095	0,00055475	13,8501
260	260000	234,4	0,1172	0,000586	14,4041
270	270000	247,4	0,1237	0,0006185	14,9581
280	280000	260,8	0,1304	0,000652	15,5121
290	290000	273,3	0,13665	0,00068325	16,0661
300	300000	285,3	0,14265	0,00071325	16,6201
310	310000	302,3	0,15115	0,00075575	17,1741
320	320000	314,3	0,15715	0,00078575	17,7281
330	330000	330,3	0,16515	0,00082575	18,2821
340	340000	348,8	0,1744	0,000872	18,8361
350	350000	369,3	0,18465	0,00092325	19,3901
360	360000	380,2	0,1901	0,0009505	19,9441
370	370000	404,4	0,2022	0,001011	20,4981
380	380000	431,2	0,2156	0,001078	21,0521
390	390000	454,2	0,2271	0,0011355	21,6061
400	400000	487,7	0,24385	0,00121925	22,1601
410	410000	514,2	0,2571	0,0012855	22,7141
420	420000	533,2	0,2666	0,001333	23,2681
430	430000	575,2	0,2876	0,001438	23,8221
440	440000	599,1	0,29955	0,00149775	24,3761
450	450000	657,1	0,32855	0,00164275	24,9301
460	460000	709,6	0,3548	0,001774	25,4841
465	465000	879	0,4395	0,0021975	25,7611
460	460000	1091,3	0,54565	0,00272825	25,4841
450	450000	1202,8	0,6014	0,003007	24,9301
440	440000	1309,8	0,6549	0,0032745	24,3761

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,5% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 1



E Uji	37791,236 MPa
E Teroritis	25488,035 MPa

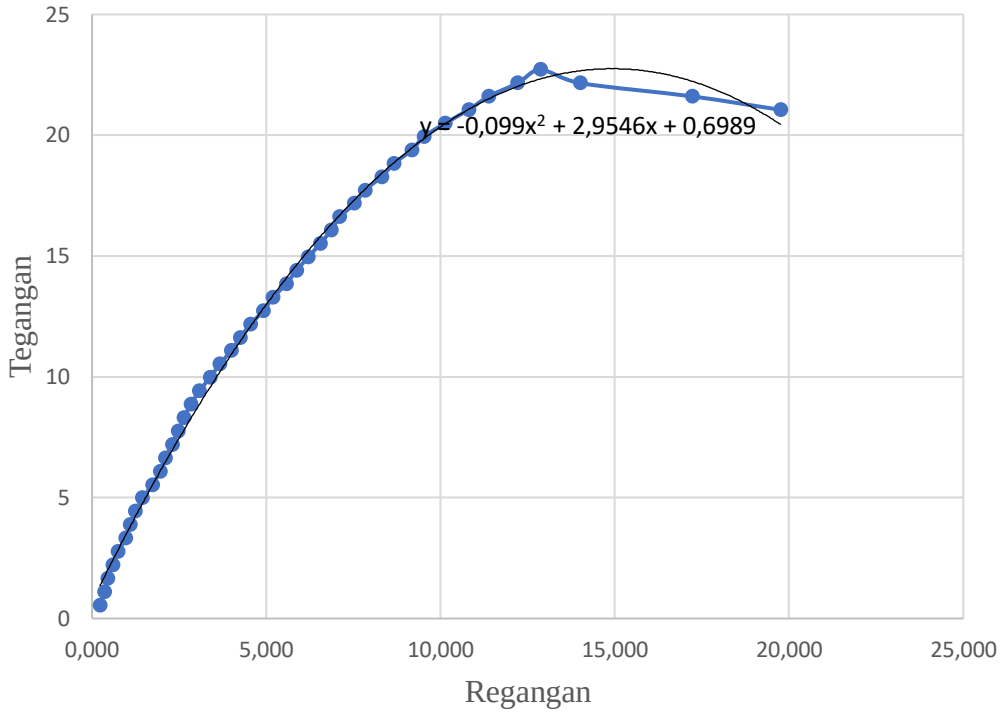
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF6/2
Kadar *Fiberglass*	1,5%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	23,02 MPa
Diameter	150,6 mm
Tinggi	305,9 mm
Luas	17813,1 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	9	0,0045	0,0000225	0,5540
20	20000	14,5	0,00725	0,00003625	1,1080
30	30000	18	0,009	0,000045	1,6620
40	40000	24	0,012	0,00006	2,2160
50	50000	30	0,015	0,000075	2,7700
60	60000	38,5	0,01925	0,00009625	3,3240
70	70000	44	0,022	0,00011	3,8780
80	80000	50	0,025	0,000125	4,4320
90	90000	58	0,029	0,000145	4,9860
100	100000	69,5	0,03475	0,00017375	5,5400
110	110000	78	0,039	0,000195	6,0940
120	120000	84	0,042	0,00021	6,6480
130	130000	92	0,046	0,00023	7,2020
140	140000	98,6	0,0493	0,0002465	7,7560
150	150000	105,5	0,05275	0,00026375	8,3100
160	160000	113,4	0,0567	0,0002835	8,8640
170	170000	123,1	0,06155	0,00030775	9,4180
180	180000	135,5	0,06775	0,00033875	9,9720
190	190000	146,5	0,07325	0,00036625	10,5260
200	200000	159,9	0,07995	0,00039975	11,0800
210	210000	170,2	0,0851	0,0004255	11,6341
220	220000	182,2	0,0911	0,0004555	12,1881
230	230000	196,6	0,0983	0,0004915	12,7421

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	207,9	0,10395	0,00051975	13,2961
250	250000	222,9	0,11145	0,00055725	13,8501
260	260000	234,5	0,11725	0,00058625	14,4041
270	270000	248,4	0,1242	0,000621	14,9581
280	280000	261,7	0,13085	0,00065425	15,5121
290	290000	274,3	0,13715	0,00068575	16,0661
300	300000	284,3	0,14215	0,00071075	16,6201
310	310000	301,3	0,15065	0,00075325	17,1741
320	320000	313,3	0,15665	0,00078325	17,7281
330	330000	332,3	0,16615	0,00083075	18,2821
340	340000	346,8	0,1734	0,000867	18,8361
350	350000	366,9	0,18345	0,00091725	19,3901
360	360000	381,1	0,19055	0,00095275	19,9441
370	370000	405,4	0,2027	0,0010135	20,4981
380	380000	432,2	0,2161	0,0010805	21,0521
390	390000	455,2	0,2276	0,001138	21,6061
400	400000	488,7	0,24435	0,00122175	22,1601
410	410000	515,2	0,2576	0,001288	22,7141
400	400000	560,2	0,2801	0,0014005	22,1601
390	390000	689,2	0,3446	0,001723	21,6061
380	380000	790,2	0,3951	0,0019755	21,0521

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,5% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 2



E Uji	31312,402 MPa
E Teroritis	24097,828 MPa

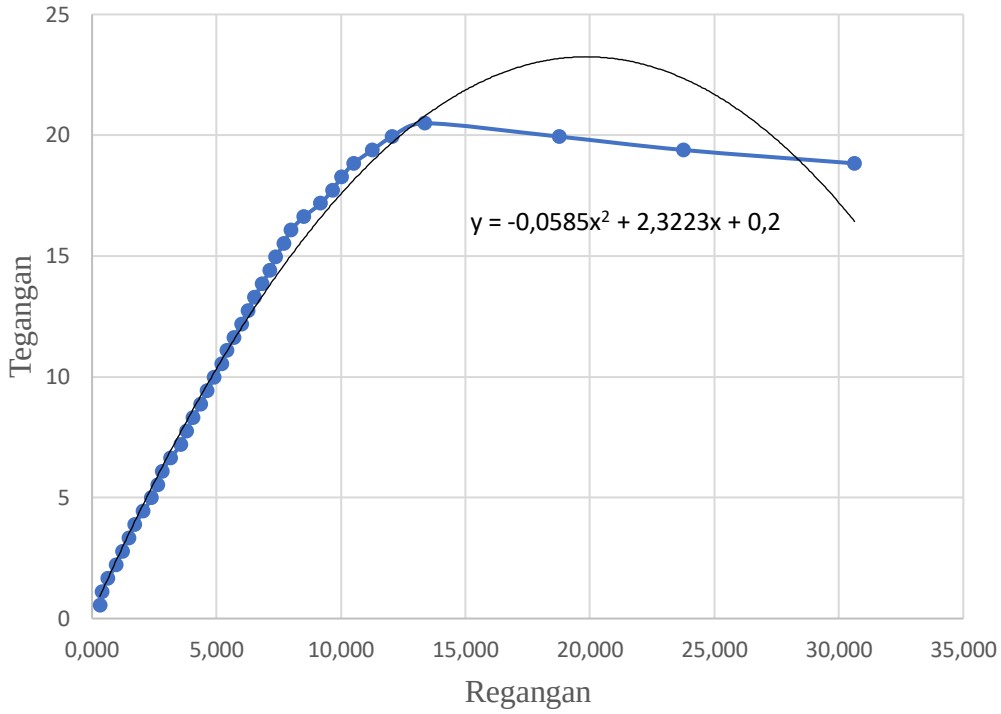
Data Benda Uji	
Variasi/Sampel Beton	BF6/3
Kadar *Fiberglass*	1,5%
Kadar *Superplasticizer*	0,6%
Umur Beton	28 Hari
F'c Rencana	25 MPa
F'c Hasil	20,44 MPa
Diameter	1501,8mm
Tinggi	304,93 mm
Luas	18098,1 mm^2
Lo	200 mm

Beban		**Pembacaan Dial, ΔL'**	**ΔL (mm)**	**Regangan, ε**	**Tegangan, σ (MPa)**
KN	**N**				
10	10000	12,5	0,00625	0,00003125	0,5540
20	20000	16	0,008	0,00004	1,1080
30	30000	25,6	0,0128	0,000064	1,6620
40	40000	38,9	0,01945	0,00009725	2,2160
50	50000	48,8	0,0244	0,000122	2,7700
60	60000	58,8	0,0294	0,000147	3,3240
70	70000	68,8	0,0344	0,000172	3,8780
80	80000	82,2	0,0411	0,0002055	4,4320
90	90000	95,6	0,0478	0,000239	4,9860
100	100000	105,2	0,0526	0,000263	5,5400
110	110000	112,6	0,0563	0,0002815	6,0940
120	120000	126,6	0,0633	0,0003165	6,6480
130	130000	142,3	0,07115	0,00035575	7,2020
140	140000	151,5	0,07575	0,00037875	7,7560
150	150000	162,5	0,08125	0,00040625	8,3100
160	160000	174,2	0,0871	0,0004355	8,8640
170	170000	185,2	0,0926	0,000463	9,4180
180	180000	196,5	0,09825	0,00049125	9,9720
190	190000	208,2	0,1041	0,0005205	10,5260
200	200000	216,8	0,1084	0,000542	11,0800
210	210000	227,9	0,11395	0,00056975	11,6341
220	220000	239,9	0,11995	0,00059975	12,1881
230	230000	250,1	0,12505	0,00062525	12,7421

Beban		Pembacaan Dial, ΔL'	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
KN	N				
240	240000	261,2	0,1306	0,000653	13,2961
250	250000	272,9	0,13645	0,00068225	13,8501
260	260000	285,8	0,1429	0,0007145	14,4041
270	270000	295,2	0,1476	0,000738	14,9581
280	280000	308,2	0,1541	0,0007705	15,5121
290	290000	319,2	0,1596	0,000798	16,0661
300	300000	340,2	0,1701	0,0008505	16,6201
310	310000	367,2	0,1836	0,000918	17,1741
320	320000	386,2	0,1931	0,0009655	17,7281
330	330000	401,2	0,2006	0,001003	18,2821
340	340000	420,5	0,21025	0,00105125	18,8361
350	350000	450,6	0,2253	0,0011265	19,3901
360	360000	482,5	0,24125	0,00120625	19,9441
370	370000	534,2	0,2671	0,0013355	20,4981
380	380000	750,4	0,3752	0,001876	19,9441
390	390000	950,4	0,4752	0,002376	19,3901
400	400000	1225,2	0,6126	0,003063	18,8361

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS *FIBERGLASS* 1,5% DAN *SUPERPLASTICIZER* 0,6%

SAMPEL 3



E Uji	28073,312 MPa
E Teroritis	23139,618 MPa

Lampiran 6 Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)	Persentase Perubahan (%)
BN	1	28	153,200	306,000	147275,350	196	2,66	2,69	0
	2		149,900	302,033	142234,969	181	2,55		
	3		150,867	306,000	143942,749	205	2,85		
BF1	1	28	151,200	303,733	144276,009	125	1,73	1,76	-34,34
	2		149,167	300,667	142234,969	117	1,66		
	3		150,900	300,500	143942,749	135	1,90		
BF2	1	28	148,833	303,967	142126,821	180	2,53	2,50	-6,84
	2		150,200	301,333	142189,321	159	2,24		
	3		151,633	299,400	142625,228	195	2,73		
BF3	1	28	150,533	304,367	143939,384	184	2,56	2,75	2,42
	2		150,667	304,867	144303,543	192	2,66		
	3		150,200	307,500	145099,169	220	3,03		

Variasi	No Sampel	Umur Beton (hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)	Persentase Perubahan (%)
BF4	1	28	150,433	306,700	144946,498	173	2,39	2,34	-13,01
	2		149,800	303,167	142673,441	165	2,34		
	3		150,867	305,300	144700,480	154	2,28		
BF5	1	28	150,667	301,633	142773,099	136	1,91	2,24	-16,51
	2		151,600	304,200	144879,949	144	1,99		
	3		150,600	305,933	144744,358	205	2,83		
BF6	1	28	152,133	305,333	145931,307	156	2,14	2,17	-19,29
	2		150,567	303,000	143324,798	147	2,05		
	3		150,700	307,000	145345,470	168	2,31		

Lampiran 7 Gambar Pengujian



Gambar L-7.1 Mesin Uji Tekan



Gambar L-7.2 *Handheld Data Logger* dan Alat Kompresometer



Gambar L-7.3 Benda Uji Sebelum dilakukan Pengujian



Gambar L-7.4 Benda Uji Hasil Pengujian