

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENAMBAHAN POLYPROPYLENE FIBER
DAN BAHAN TAMBAH *VISCOCRETE 8670 MN*
TERHADAP KUAT TARIK BELAH DAN
MODULUS ELASTISITAS BETON
(Studi Penelitian)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

IKA PRATIWI FUJIANI

1807210031



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ika Pratii Fujianti

Npm : 1807210031

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penambahan Polypropylene Fiber Dan Bahan Tambah Viscocrete 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas Beton.

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 September 2022

Dosen Pembimbing



Dr Fahrizal Zulkarnain

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ika Pratiwi Fujainti

Npm : 1807210031

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penambahan Polypropylene Fiber Dan Bahan Tambah
Viscocrete 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus
Elastisitas Beton.

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 September 2022

Mengetahui dan menyetujui:
Dosen Pembimbing



Dr Fahrizal Zulkarnain

Dosen Penguji I



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Penguji II



Rizki Efrida, ST, MT

Program Studi Teknik Sipil
Ketua



Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ika Pratiwi Fujianti
Tempat, Tanggal Lahir : Aek Korsik, 26 Juli 2000
NPM : 1807210031
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:
“Analisis Penambahan Polypropylene Fiber Dan Bahan Tambah Viscocrete 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas Beton.”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 September 2022
Saya yang menyatakan,



Ika Pratiwi Fujianti

ABSTRAK

ANALISIS PENAMBAHAN POLYPROPYLENE FIBER DAN BAHAN TAMBAH VISCOCRETE 8670 MN TERHADAP KUAT TARIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Ika Pratiwi Fujianti
1807210031
Dr Fahrizal Zulkarnain

Beton memiliki kekuatan tarik yang rendah dibandingkan kekuatan tekannya, sehingga salah satu kerugian beton adalah sifatnya yang getas (*brittle*). Salah satu sifat penting beton lainnya adalah daktilitas. Kedua sifat beton tersebut rendah dikarenakan tegangan-regangannya mengalami penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pasca puncak, sehingga menyebabkan keruntuhan terjadi tiba-tiba. Untuk mengatasi kelemahan beton tersebut telah banyak upaya yang dilakukan, seperti dengan memanfaatkan limbah dari berbagai jenis serat (*fiber*) sebagai salah satu material penyusun beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan serat *Polypropylene* dan *Viscocrete 8670 MN* terhadap nilai kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada beton, dengan variasi penambahan serat sebesar BN (0%), 0,3%, 0,7%, dan 1% serta *Viscocrete 8670 MN* sebanyak 1 % dari berat semen. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dan beton diuji jika beton berumur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tarik belah beton yang diperoleh sesuai masing-masing variasi adalah; BN (2,4 MPa), BPF 0,3%(2,6 MPa), BPF 0,7%(2,1 MPa), dan BPF 1%(1,32 MPa). Nilai rata-rata kuat tarik belah beton optimum diperoleh pada variasi BPF 0,3% dan *Viscocrete 8670 MN* 1% sebesar 2,6 MPa. Sedangkan untuk pengujian modulus elastisitas didapat nilai tertinggi pada campuran variasi BPF 1% sebesar 97311 MPa dengan kuat tekan maksimum 31,12 MPa.

Kata kunci: Beton Serat, Serat *Polypropylene*, Kuat Tarik Belah, Modulus Elastisitas Beton.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ADDITIONAL POLYPROPYLENE FIBER AND ADDITIONAL MATERIALS VISCOCRETE 8670 MN ON SPLIT TENSILE STRENGTH AND ELASTICITY MODULUS OF CONCRETE

Ika Pratiwi Fujianti
1807210031
Dr Fahrizal Zulkarnain

Concrete has a low tensile strength compared to its compressive strength, so that one of the disadvantages of concrete is its brittleness. Another important property of concrete is ductility. Both properties of concrete are low because the stress-strain experiences a rapid decrease in compressive strength in the post-peak load area, causing sudden failure. To overcome the weakness of concrete, many efforts have been made, such as by utilizing waste from various types of fibers as one of the constituent materials of concrete. This study aims to determine the effect of the addition of Polypropylene and Viscocrete 8670 MN on the value of split tensile strength and modulus of elasticity in concrete, with variations in fiber addition of BN (0%), 0.3%, 0.7%, and 1% and Viscocrete 8670 MN as much as 1% of the weight of cement. The test object is cylindrical with a size of 15 x 30 cm and the concrete is tested if the concrete is 28 days old. The average value of the split tensile strength of the concrete obtained according to each variation is; BN (2.4 MPa), BPF 0.3% (2.6 MPa), BPF 0.7% (2.1 MPa), and BPF 1% (1.32 MPa). The average value of the optimum split tensile strength of concrete was obtained at BPF variation of 0.3% and Viscocrete 8670 MN 1% of 2.6 MPa. Meanwhile, for testing the modulus of elasticity, the highest value obtained in the 1% BPF variation mixture was 97311 MPa with a maximum compressive strength of 31.12 MPa.

Keywords: Fiber Concrete, Polypropylene, Split Tensile Strength, Concrete Elasticity Modulus.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Penambahan Polypropylene Fiber dan Bahan Tambah Viscocrete 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas Beton” Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membantu dan member saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Dosen Penguji II dan sekaligus sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis Bapak Suhedi dan Ibu Misrawati, terima kasih untuk semua dukungan serta kasih sayang dan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Terimakasih kepada abang kandung penulis Andri Ari Wibowo, S.T dan Tri Wahyudi, S.T yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
9. Terimakasih kepada saya sendiri yang telah berjuang melewati segala rintangan dalam masa kuliah dan penulisan tugas akhir ini, tetap menjadi manusia yang berguna untuk semua orang.
10. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Riskaya Ananda, Siti Annisa Samosir, Debby Dwi Ramadhana Srg, Vita Ayu Permata, beserta seluruh mahasiswa/i Teknik Sipil stambuk 2018 yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 22 September 2022

Ika Pratiwi Fujianti

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Beton Normal	6
2.3 Beton Serat	7
2.4 Serat Polypropylene	7
2.5 Bahan Penyusun Beton	9
2.5.1 Semen Portland	9
2.5.2 Agregat	9
2.5.3 Air	10
2.5.4 Admixture	10
2.6 Kuat Tarik Belah Beton	11
2.7 Kuat Tekan Beton	13
2.8 Modulus Elastisitas Beton	14

BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.2 Data Primer	17
3.3 Data Sekunder	18
3.3 Diagram Alir Penelitian	19
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.5 Instrumen Penelitian	21
3.5.1 Desain Benda Uji	21
3.5.2 Peralatan Pembuatan Benda Uji	23
3.5.3 Bahan Pembuatan Benda Uji	23
3.5.4 Pemeriksaan Material Agregat	26
3.6 Perencanaan Campuran Beton	28
3.7 Mix Design	28
3.8 Pembuatan Benda Uji	36
3.9 Pengujian Slump Test	36
3.10 Perawatan Benda Uji	37
3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah	37
3.12 Pengujian Modulus Elastisitas	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Agregat	38
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	38
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus	38
4.2.2 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	40
4.2.3 Berat Isi Agregat Halus	40
4.2.4 Kadar Air Agregat Halus	41
4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	41
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	42
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	42
4.3.2 Berat Jenis Dan Penerapan Agregat Kasar	43
4.3.3 Berat Isi Agregat Kasar	44
4.3.4 Kadar Air Agregat Halus	44
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
4.4 Perencanaan Campuran Beton	45
4.4.1 Mix Design	50
4.4.2 Kebutuhan Bahan	51

4.5 Hasil Pengujian Slump Test	53
4.6 Kuat Tarik Beton	54
4.7 Kuat Tekan Beton	58
4.8 Modulus Elastisitas	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Karakteristik Serat <i>Polypropyylene (Polypropylene Fiber)</i>	8
Tabel 3. 1	Campuran benda uji dan kode benda uji	22
Tabel 3. 2	Jumlah benda uji untuk setiap variasi campuran serat	22
Tabel 3. 3	Peralatan Pembuatan Benda Uji	23
Tabel 3. 4	Faktor pengali untuk standar deviasi	29
Tabel 3. 5	Nilai tambah margin	30
Tabel 3. 6	Perkiraan kekuatan tekan (MPa)	31
Tabel 3. 7	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³)	32
Tabel 3. 8	Persyaratan jumlah semen minimum, faktor air semen maksimum	33
Tabel 4. 1	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	38
Tabel 4. 2	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	40
Tabel 4. 3	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	40
Tabel 4. 4	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	41
Tabel 4. 5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	41
Tabel 4. 6	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	42
Tabel 4. 7	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	43
Tabel 4. 8	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	44
Tabel 4. 9	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	44
Tabel 4. 10	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
Tabel 4. 11	Mix design beton normal mutu sedang (SNI 03-2834-2000)	50
Tabel 4. 12	Kebutuhan bahan penyusun beton	52
Tabel 4. 13	Hasil Pengujian Nilai Slump Test	53
Tabel 4. 14	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	56
Tabel 4. 15	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	58
Tabel 4. 16	Modulus Elastisitas Beton Metode ASTM C-469	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Pengujian Kuat Tekan Beton	13
Gambar 2. 2	Kurva tegangan-regangan yang diberi tekanan	14
Gambar 2. 3	Pembebanan benda uji pada pengujian Modulus Elastisitas	15
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2	Semen Portland Tipe 1	24
Gambar 3. 3	Agregat Halus	24
Gambar 3. 4	Agregat Kasar	24
Gambar 3. 5	Agregat Kasar	25
Gambar 3. 6	Polypropylene Fiber	25
Gambar 3. 7	Sika Viscocrete 8670 MN	25
Gambar 3. 8	Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen	31
Gambar 3. 9	Grafik Gradasi Sedang No. 2	34
Gambar 3. 10	Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm	34
Gambar 3. 11	Persen pasir terhadap kadar total agregat	35
Gambar 3. 12	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat, berat isi beton	36
Gambar 4. 1	Grafik Gradasi Agregat Halus (Zona 2)	39
Gambar 4. 2	Grafik Gradasi Agregat Kasar	43
Gambar 4. 3	Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton Silinder	47
Gambar 4. 4	Persen pasir terhadap kadar total agregat	48
Gambar 4. 5	Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat, Berat Isi Beton	49
Gambar 4. 6	Grafik Perbandingan Nilai Slump Test	54
Gambar 4. 7	Grafik Kuat Tarik Belah	57
Gambar 4. 8	Grafik Rata-Rata Kuat Tarik Belah Beton	57
Gambar 4. 9	Grafik Kuat Tekan Beton	59
Gambar 4. 10	Grafik Modulus Elastisitas Beton Metode ASTM C-469	60

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat Tekan Beton
σ_t	= Kuat Tarik Belah (kg/cm^2)
f_{cr}	= Kuat Tekan Beton Rata-Rata
P	= Beban Maksimum Beban Belah (kg)
L	= Panjang Benda Uji Silinder (cm)
D	= Diameter Benda Uji (cm)
S_2	= Tegangan sebesar $0,4 f'c$
S_1	= Tegangan sesuai dengan regangan arah longitudinal 0,00005 MPa
ε_2	= Regangan longitudinal akibat regangan S_2
ΔL	= Penurunan arah longitudinal
L	= Tinggi beton relatif (jarak antara dua strain gauge)
E_c	= Elastisitas Chord
ε	= Regangan
W_h	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus
W_k	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar
KTB	= Kuat Tarik Belah
EM	= Modulus Elastisitas
BN	= Beton Normal
BPF	= Beton dengan campuran <i>Polypropylene Fiber</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L- 1: Pengadukan Agregat	66
Gambar L- 2: Beton Segar	66
Gambar L- 3: Pengujian Slump Test	66
Gambar L- 4: Pengukuran Nilai Slump Test	67
Gambar L- 5: Pencetakan Benda Uji	67
Gambar L- 6: Perendaman Benda Uji	67
Gambar L- 7: Menimbang Benda Uji	68
Gambar L- 8: Proses Capping Benda Uji	68
Gambar L- 9: Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan beton dalam bidang konstruksi sangat sering ditemui. Dewasa ini karena beton memiliki banyak manfaat untuk suatu struktur. Konstruksi yang baik dapat dilihat dari mutu dan kualitas beton yang digunakan. Beton sendiri digunakan untuk pekerjaan bangunan seperti lantai, kolom, dan balok, pekerjaan jembatan, bendungan, hingga konstruksi pada jalan. Karena beton memiliki banyak fungsi inilah maka dalam proses pelaksanaan pembuatannya perlu diperhatikan berbagai macam hal, mulai dari perencanaan campuran beton itu sendiri hingga proses pelaksanaan dan perawatannya (Sulianti, 2018).

Menurut (Adianto et al., 2007) Beton dipilih karena mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan diantaranya adalah bahan baku beton yang mudah didapat, harga relatif murah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal untuk perawatannya. Beton merupakan bahan material komposit yang tersusun dari agregat dan dilapisi semen yang mengisi ruang di antara partikel-partikel sehingga membentuk satu kesatuan.

Beton memiliki kekuatan tarik yang rendah dibandingkan kekuatan tekannya, sehingga salah satu kerugian beton adalah sifatnya yang getas (*brittle*). Sifat getas dari beton berbanding lurus dengan kekuatan tekan atau mutu betonnya, semakin tinggi mutu betonnya, maka semakin getas beton tersebut. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi getas dari beton adalah dengan memberikan tulangan mikro (*secondary reinforcement*) seperti menambahkan serat (*fiber*) ke dalam matriks beton (Datu, 2013).

Salah satu sifat penting beton adalah daktilitas. Daktilitas beton yang rendah dikarenakan tegangan-regangannya mengalami penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pasca puncak, sehingga menyebabkan keruntuhan terjadi tiba-tiba (Adianto et al., 2007). Untuk mengatasi kelemahan beton tersebut telah banyak upaya yang dilakukan, seperti dengan memanfaatkan limbah dari berbagai

jenis serat (*fiber*) sebagai salah satu material penyusun beton (Zuraidah et al., 2018).

Beton berserat dalam aplikasinya lebih banyak digunakan sebagai elemen penahan beban lentur dibandingkan penahan akibat beban lainnya. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan kuat lentur lebih tinggi dari pada kuat tekan atau kuat tarik belah. Peningkatan kuat lentur sangat dipengaruhi oleh faktor volume fraksi dan aspek rasio serat. Dengan terjadinya peningkatan nilai volume fraksi maka kuat lentur akan meningkat, demikian pula dengan aspek rasio yang tinggi juga meningkatkan kuat lentur (Santoso & Widodo, 2010). Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat berupa serat alam atau serat buatan. Serat Alam, umumnya terbuat dari tumbuh-tumbuhan, misalnya: ijuk; serabut kelapa dan lainnya (Mulyono, 2004). Pada penelitian ini digunakan serat polypropylene, dengan penambahan jumlah serat berbagai variansi antara lain 0%, 0,3%, 0,7%, dan 1%.

Serat *polypropylene* yang digunakan dalam penelitian ini lebih ditujukan untuk mengurangi retak pada beton akibat *plastic and drying shrinkage*. Selain itu, serat polypropylene juga dapat meningkatkan kekuatan tekan dan modulus elastisitas pada beton tersebut. Untuk menjamin tercampurnya serat polypropylene secara merata, serat harus dicampur bersamaan dengan semen, pasir selama 5 menit sampai 10 menit, kemudian baru ditambahkan air dan kerikil. (Tjandra et al., 2017). Penggunaan serat *polypropylene* telah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat – sifat struktural beton, (ACI Committee 544, 1982) serat *polypropylene* dapat memperbaiki sifat – sifat beton antara lain: daktilitas yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi, ketahanan terhadap beban kejut, ketahanan terhadap keausan, dan ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*) (Adianto et al., 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk menaikkan modulus elastisitas pada beton, sehingga beton dapat menahan beban tarik dengan maksimal. Untuk memperbaikinya sifat beton normal maka penulis berinisiatif menambahkan bahan tambah serat buatan yaitu *Polypropylene Fiber* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia, serta dengan menambahkan bahan tambahan kimia berupa *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Viscocrete 8670 MN* produksi PT.Sika

Indonesia, ditinjau terhadap kuat tarik dan kuat lentur pada beton normal (Sujatmiko & Saifuddin, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan isi pemaparan diatas, dapat diambil rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Bagaimana perbandingan penambahan *Polypropyle Fiber* 0,0%, 0,3%, 0,7%, dan 1% dengan 1% bahan kimia *Superplasticizer (Viscocrete 8670 MN)* terhadap uji kuat tarik belah pada beton?
2. Bagaimana perbandingan penambahan *Polypropyle Fiber* 0,0%, 0,3%, 0,7%, dan 1% dengan 1% bahan kimia *Superplasticizer (Viscocrete 8670 MN)* terhadap uji modulus elastisitas pada beton?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis beton yang digunakan adalah beton normal.
2. Benda uji digunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Karakteristik beton normal yang akan diuji adalah kuat tarik belah dan modulus elstisitas pada benda uji.
4. Serat yang digunakan adalah *Polypropylene Fiber* dengan variasi (0,0%, 0,3%, 0,7%, dan 1%) dari berat semen.
5. *Admixture* menggunakan *Superplasticizer (Viscocrete 8670 MN)* hanya pada beton variasi.
6. Pengujian beton keras dilakukan saat beton normal mencapai umur 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan penambahan *Polypropyle Fiber* 0,0%, 0,3%, 0,7%, dan 1% dengan 1% bahan kimia *Superplasticizer (Viscocrete 8670 MN)* terhadap uji kuat tarik belah pada beton.
2. Mengetahui perbandingan penambahan *Polypropyle Fiber* 0,0%, 0,3%, 0,7%, dan 1% dengan 1% bahan kimia *Superplasticizer (Viscocrete 8670 MN)* terhadap uji modulus elastisitas pada beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menambah informasi mengenai inovasi pembaharuan di bidang ilmu teknologi beton.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi mengenai pengaruh penambahan serat *Polypropylene* pada beton normal.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dalam penggunaan serat *Polypropylene* pada beton normal.
4. Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan di dunia konstruksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini, penulisannya terbagi menjadi beberapa bab. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang teori dan bahan referensi yang berhubungan dengan judul penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan metode analisis data yang digunakan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil penelitian berupa anaisa data dari percobaan-percobaan yang dilakukan saat penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan hasil kesimpulan data-data yang diperoleh dari bab-bab sebelumnya, dan penulis memberikan saran yang mengenai penelitian yang sudah dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton merupakan salah satu bahan bangunan paling luas penggunaannya. Bahan bangunan yang terbentuk dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air ini memiliki daya tarik yang cukup besar dalam pembangunan. Hal tersebut dikarenakan cara pembuatannya yang cukup mudah sehingga dapat diaplikasikan dengan menggunakan teknologi tinggi (*masinal*) ataupun secara manual (Gunawan et al., 2014).

Berbagai inovasi teknologi beton dibuat untuk memenuhi kebutuhan pembangunan. Beberapa beton hasil dari perkembangan teknologi beton adalah beton mutu tinggi (*high strength concrete*), *self compacting concrete* dan beton serat (*fiber reinforced concrete*) (Gunawan et al., 2014).

2.2 Beton Normal

Untuk menghasilkan beton yang baik, setiap agregat baik agregat kasar maupun agregat halus haruslah terbungkus seluruhnya oleh pasta semen dan tidak ada rongga diantara partikel-partikel sehingga menimbulkan ikatan yang kuat diantara material pembentuk beton tersebut. Beton dapat juga disebut sebagai batuan buatan (*artificial stone*), dan agregat dianggap sebagai bahan inert (tidak bereaksi). Sedangkan pasta yaitu campuran semen dan air, merupakan media pengikat yang mengikat partikel - partikel agregat menjadi suatu massa yang padat. Sebab itu mudah dimengerti bahwa kualitas dari beton sangat tergantung dari kualitas pastanya.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m^3 menggunakan agregat alam yang pecah atau beton yang mengandung hanya agregat yang memenuhi ASTM C33M. (Mulyono, 2004).

2.3 Beton Serat

Beton serat dapat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya yang ditambah dengan agregat halus dan kasar, air, dan diperkuat dengan serat (Adianto et al., 2007). Dengan dimasukkannya serat ke dalam beton akan mencapai kinerja yang lebih tinggi dari beton, seperti meningkatkan penyerapan energi, mengurangi retak plastis pada awal umur beton, mengendalikan retakan dan juga spalling saat beton telah retak. Penggunaan serat pada beton juga meningkatkan daktilitas beton dari sifat yang getas menjadi lebih daktil (Zuraidah et al., 2018).

Beton serat merupakan beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan tambah berupa serat. Serat yang dimaksud dapat berupa batang-batang yang memiliki ukuran 5 sampai 500 mm, dengan panjang 25-100 mm. Tujuan penambahan serat ini juga sebagai upaya untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat cuaca, iklim dan temperatur (Mulyono, 2004).

Sifat fisik beton serat akan menjadikan beton lebih kaku sehingga mengurangi nilai slump dan mempercepat setting time awal. Sifat mekanik beton serat akan meningkatkan kuat tarik belah dan modulus elastisitas, namun akan menurunkan kuat tekan apabila serat yang ditambahkan telah mencapai batas optimum. Beberapa jenis serat dapat meningkatkan kinerja beton, seperti serat baja dan serat tembaga. Beton serat yang digunakan dalam konstruksi harus mencakup area yang luas di mana suhu, oksidasi dan penguapan memiliki pengaruh besar terhadap jumlah susut dan ekspansi, seperti landasan pacu bandara, atap, jalan dan sejenisnya (Mulyono, 2004).

2.4 Serat Polypropylene

Serat *Polypropylene (Polypropylene Fiber)* adalah bahan baku dasar yang sering digunakan dalam pembuatan barang-barang berbahan dasar plastik. Serat *Polypropylene (Polypropylene Fiber)* merupakan senyawa kimia Hidrokarbon (C_3H_6) yang berupa filamen tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk

jala dengan ukuran panjang antara 6 mm – 50 mm dan diameter 90 mm (Datu, 2013).

Penggunaan serat polypropylene (dinotasikan sebagai PF) ke dalam campuran beton dapat menerima keuntungan dari sifat beton, seperti kekuatan tarik yang bergantian dan terutama meningkatkan pencegahan retak pasca yang dimulai pada retak mikro. Keuntungan ini tergantung pada jenis dan volume PF yang dicampur ke dalam matriks beton. Perubahan sifat beton akibat admixture PF terjadi karena dua fenomena yaitu interface serat-matriks dan gaya bridging yang melintasi celah. Serat yang ditarik ke dalam matriks menjadikan matriks keterlambatan beton dalam memulai proses degradasi, sehingga mengurangi susut dan permeabilitas, juga dapat mengurangi pemuaihan beton (Hadipramana et al., 2013).

Beberapa sifat penting dari serat *Polypropylene* (Datu, 2013) adalah sebagai berikut:

- a. Pada umumnya tahan terhadap bahan kimia. Apabila terkena dengan bahan kimia yang keras, beton akan lebih cepat rusak dari pada serat *polypropylene*.
- b. Permukaan serat bersifat *hydrophobic*, sehingga serat tidak basah saat ditambahkan ke dalam campuran beton, tidak menjadi kusut saat diaduk dan tidak menyerap air dari pasta semen (*absorpsi* 0%).
- c. Pada saat diaduk, serat *polypropylene* terbuka dan agregat tertahan di antara serat, sehingga membentuk ikatan mekanis antara serat dan campuran beton.

Tabel 2.1 : Karakteristik Serat Polypropylene (*Polypropylene Fiber*)

Karakteristik	Nilai
<i>Minimum Tensile Strength</i>	>550Mpa
<i>Elastic Modulus</i>	>9000Mpa
<i>Panjang</i>	18 mm
<i>Diameter</i>	1 mm
<i>L/d ratio</i>	18
<i>Melt Point</i>	170°C
<i>Moisture Content</i>	≤0%

2.5 Bahan Penyusun Beton

2.5.1 Semen Portland

Semen portland adalah salah satu bahan dasar utama yang sering digunakan dalam pembuatan beton. Semen portland berfungsi sebagai pengikat butiran agregat kasar, agregat halus, apabila ditambah dengan air sehingga menjadi satu kesatuan yang disebut beton segar. Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan (SNI-15-2049-2004, 2004).

Menurut (SNI-15-2049-2004, 2004) semen portland digolongkan atas beberapa jenis, yaitu:

- a. Jenis I, yaitu semen portland digunakan untuk umum dan tidak membutuhkan persyaratan khusus seperti jenis semen portland lainnya.
- b. Jenis II, yaitu semen portland yang penggunaannya membutuhkan ketahanan tinggi terhadap bahan kimia seperti sulfat dan kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, semen portland yang penggunaannya membutuhkan kekuatan tinggi pada saat permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, semen portland yang penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V, semen portland yang penggunaannya membutuhkan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.5.2 Agregat

Agregat merupakan komponen yang cukup penting dalam material penyusun beton. Selain berpengaruh terhadap jenis dan kekuatan beton yang dihasilkan, agregat juga berpengaruh terhadap nilai ekonomis beton karena material ini mudah didapat dan relatif murah. Proporsi agregat dalam campuran beton kira-kira 70% – 80% volume beton (Zuraidah et al., 2018).

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar, dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya (Zulkarnain, 2021).

Contoh agregat yang berasal dari sumber alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari *stone crusher*, hasil residu terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pecahan genteng, pecaan beton, *fly ash* dan residu PLTU, *extended shale*, *expanded slag* dan lainnya (Zulkarnain, 2021).

2.5.3 Air

Menurut (ACI 318-89:2-2) Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengganggu minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air-semen 0,65 adalah sekitar 20% dari berat: semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35-37% dari berat semen (Zulkarnain, 2021).

2.5.4 Admixture

Bahan tambahan (*admixture*) ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat

beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Untuk mendapatkan kuat tekan beton tinggi dan kelecakan (*workability*) yang baik, sangat perlu untuk menggunakan *admixture* yang dikombinasikan dengan semen (Datu, 2013).

Salah satu bahan tambah yang sering digunakan ialah *superplasticizer (high range water reducer admixtures)* yang bermanfaat meningkatkan kelecakan (*workability*) adukan beton. *Superplasticizer* digunakan terutama untuk beton mutu tinggi, karena dapat mengurangi air sampai 30 %. Dengan bahan tambahan ini, diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan (kelecakan) juga lebih tinggi (Datu, 2013).

Sika *Viscocrete 8670 MN* adalah generasi ketiga *Superplasticizer* untuk beton dan morar. Untuk *Superplasticizer* pereduksi air jarak tinggi. Sika *Viscocrete 8670 MN* adalah multiguna yang unik *Superplasticizer* yang sangat cocok untuk produksi beton yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik. Dengan kombinasi waktu kerja yang luar biasa dan pengembangan kekuatan awal.

Sika *Viscocrete 8670 MN* tidak mengandung klorida atau bahan lain yang dapat menyebabkan korosi pada baja. Oleh karena itu cocok untuk digunakan dalam struktur beton bertulang dan prategang.

2.6 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton juga menggunakan mesin uji desak (*Compression Testing Machine*) (Zuraidah et al., 2018). Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton yang tepat sulit diukur (Gunawan et al., 2014). Kuat tarik beton merupakan suatu bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu, dan pembebanan. Penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton (Kartini, n.d.).

Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Penentuan kuat tarik belah beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan benda uji silinder 15 x 30 (cm) dengan prosedur ASTM C 496 – 94 (Kartini, n.d.)

Menurut (Zuraidah et al., 2018) langkah-langkah pengujian sama dengan uji kuat Tekan, tetapi silinder diletakkan pada alat pembebanan dengan posisi mendatar (tertidur). Beban P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang L dan disebarluaskan seluas selimut silinder. Secara berangsur-angsur beban dinaikkan sehingga mencapai nilai maksimum dan silinder terbelah oleh gaya tarik horizontal. Dari beban maksimal yang dapat diterima, kekuatan tarik belah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2.1)$$

Dengan:

- σ_t = Kuat Tarik Belah (N/mm^2)
- P = Beban Maksimum Beban Belah (N)
- L = Panjang Benda Uji Silinder (mm)
- D = Diameter Benda Uji (mm)

Penelitian terdahulu

1. Pada penelitian (Raja, 2021) yang berjudul Analisa Pengaruh Penamahan Serat Bambu dan Sika Viscocrete – 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang menganalisa keruntuhan beton terhadap kuat tarik belah. Dengan penambahan variasi serat bambu sebanyak 0,5%, 0,8%, dan 1% didapatkan kuat tarik sebesar 2,26 MPa, 1,94 MPa, dan 1,69 MPa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi serat bambu maka semakin lemah kuat tarik belah pada beton.
2. Pada penelitian (Wijaya, 2020) yang berjudul Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton. Dengan penambahan variasi abu boggol jagung 5%, 10%, dan 15% serta dengan campuran *superplasticizer* (Sika Viscocrete – 3115 N) sebanyak 0,8%,

didapatkan kuat tarik sebesar 5,02 MPa, 3,94 MPa, dan 2,95 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak persentase abu bonggol yang dimasukkan pada campuran beton, maka semakin rendah nilai kuat tarik belah yang didapatkan.

3. Papa penelitian (Rahman, 2020) yang berjudul Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115N Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah. Digunakan serat ijuk sebagai campuran bahan pembuatan beton untuk diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Variasi serat digunakan sebanyak 7%, 8%, dan 9% dengan bahan tambah viscocrete 3115N sebanyak 0,8%, didapatkan nilai kuat tarik belah beton yaitu 3,71 MPa, 4,29 MPa, dan 5,16 MPa. Dapat dilihat bahwa semakin besar kandungan serat ijuk maka semakin besar nilai kuat tarik belahnya.

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Pane et al., 2015).



Gambar 2. 1: Pengujian Kuat Tekan Beton

Rumus untuk mendapatkan kuat tekan:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Dimana:

f_c = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Maksimum (kN)

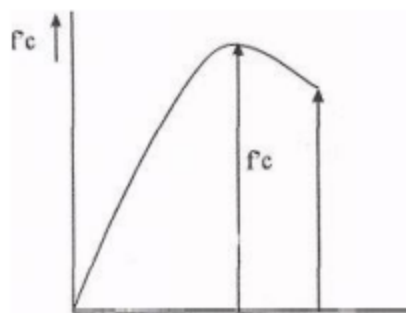
A = Luas Penampang (mm²)

2.8 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang. Beton tidak memiliki modulus elastisitas yang pasti. Nilainya bervariasi tergantung dari kekuatan beton, umur beton, jenis pembebanan, dan karakteristik serta perbandingan semen dan agregat (Soentpiet et al., 2018).

Menurut (Zuraidah et al., 2018) modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil. Artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (desak terutama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (kemungkinan terjadi retak) yang kecil. Tolak ukur yang umum dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari desakan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari desakan yang diberikan.

Nilai modulus elastisitas beton sangat beragam tergantung pada nilai kuat tekan betonnya, sesuai dengan teori elastisitas., secara umum kemiringan kurva pada tahap awal menggambarkan nilai modulus elastisitas suatu bahan. Karena kurva pada beton berbentuk lengkung maka nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangannya berarti bahan beton tidak sepenuhnya bersifat elastis, sedangkan nilai modulus elastisitas berubahubah sesuai dengan kekuatannya dan tidak dapat ditetapkan melalui kemiringan kurva. Bahan beton bersifat elasto plastis dimana akibat dari beban tetap yang sangat kecil sekalipun, disamping memperlihatkan kemampuan elastis, bahan beton juga menunjukkan deformasi permanen (Pramuja, 2018).



Gambar 2. 2: Kurva tegangan-regangan yang diberi tekanan

Bagian kurva ini (sampai sekitar 40 % f_c) pada umumnya untuk tujuan praktis dapat dianggap linier. Setelah mendekati 70 % tegangan hancur, material banyak kehilangan kekakuannya sehingga kurva tidak linier lagi.

Pengujian Modulus elastisitas beton menggunakan rumus berdasarkan rekomendasi ASTM C 469-02, yaitu *Modulus Chord*. Adapun modulus elastisitas chord (E_c) dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris dari ASTM C 469-02 yaitu:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\varepsilon_2 - 0,00005)} \quad (2.3)$$

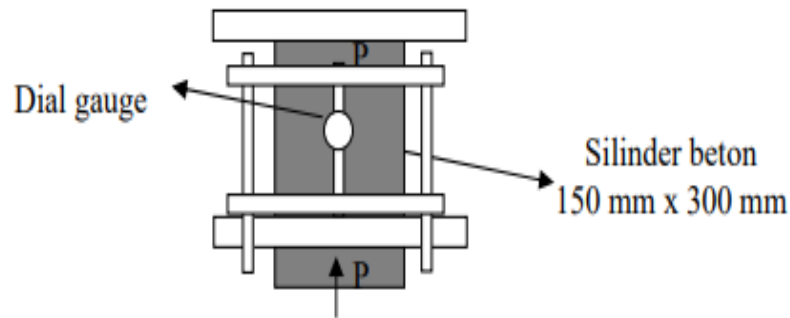
Dimana:

E = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

S_2 = Tegangan pada 40% tegangan runtuh (kg/cm^2)

S_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan ε_1 sebesar 0,00005 MPa

ε_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada saat S_2



Gambar 2. 3: Pembebanan benda uji pada pengujian Modulus Elastisitas

Langkah-langkah pengujian modulus elastisitas beton adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang berat sampel, mengukur diameter dan tinggi benda uji.
- b. Memasang alat *dial gauge* (alat uji modulus elastisitas beton), dan mengatur jarum *compressometer* serta *extensometer* pada posisi segaris lurus dengan angka nol.
- c. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban pada kecepatan yang konstan, dan pembacaan dial dilakukan setiap penambahan beban sebesar 50 kN.
- d. Mencatat hasil pembacaan dial pada jarum *compressometer* serta *extensometer* setiap pembebanan 50 kN.

- e. Menghitung regangan (ε) yang terjadi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.4)$$

dengan :

ΔL = Penurunan arah longitudinal

L = Tinggi beton relatif (jarak antara dua *strain gauge*)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metodelogi yang digunakan pada penelitian pembuatan benda uji beton dengan menambahkan serat *Polypropylene* dan bahan tambah *viscocrete* ini adalah metode experimental. Adapun variasi jumlah serat polypropylene yang akan digunakan adalah 0%, 0,3%, 0,7%, dan 1%. Benda uji akan dicetak dalam bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan masing-masing variasi akan dicetak sebanyak 1 buah sampel untuk pengujian kuat tarik belah dan modulus elasisitas pada beton. Beton akan diuji pada saat umur beton mencapai 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan baru dapat melakukan pengujian material, pengujian material mencakup keseluruhan bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian material agregat halus, pengujian material agregat kasar, pengujian material semen, pengujian air dan *polypropylene fiber* sebagai bahan tambah dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai modulus elastisitas dalam beton.

3.2 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

- a) Analisa saringan agregat (SNI-03-198, 1990).
- b) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI-1969, 2008).
- c) Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI-1970, 2008).
- d) Pemeriksaan berat isi agregat (SNI-03-4804, 1998).
- e) Pemeriksaan kadar air agregat (SNI-1971, 2011).
- f) Pemeriksaan kadar lumpur (SNI-03-4141, 1996).
- g) Perencanaan campuran beton (Mix Design) (SNI-03-2834, 2000).
- h) Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI-2493, 2011).

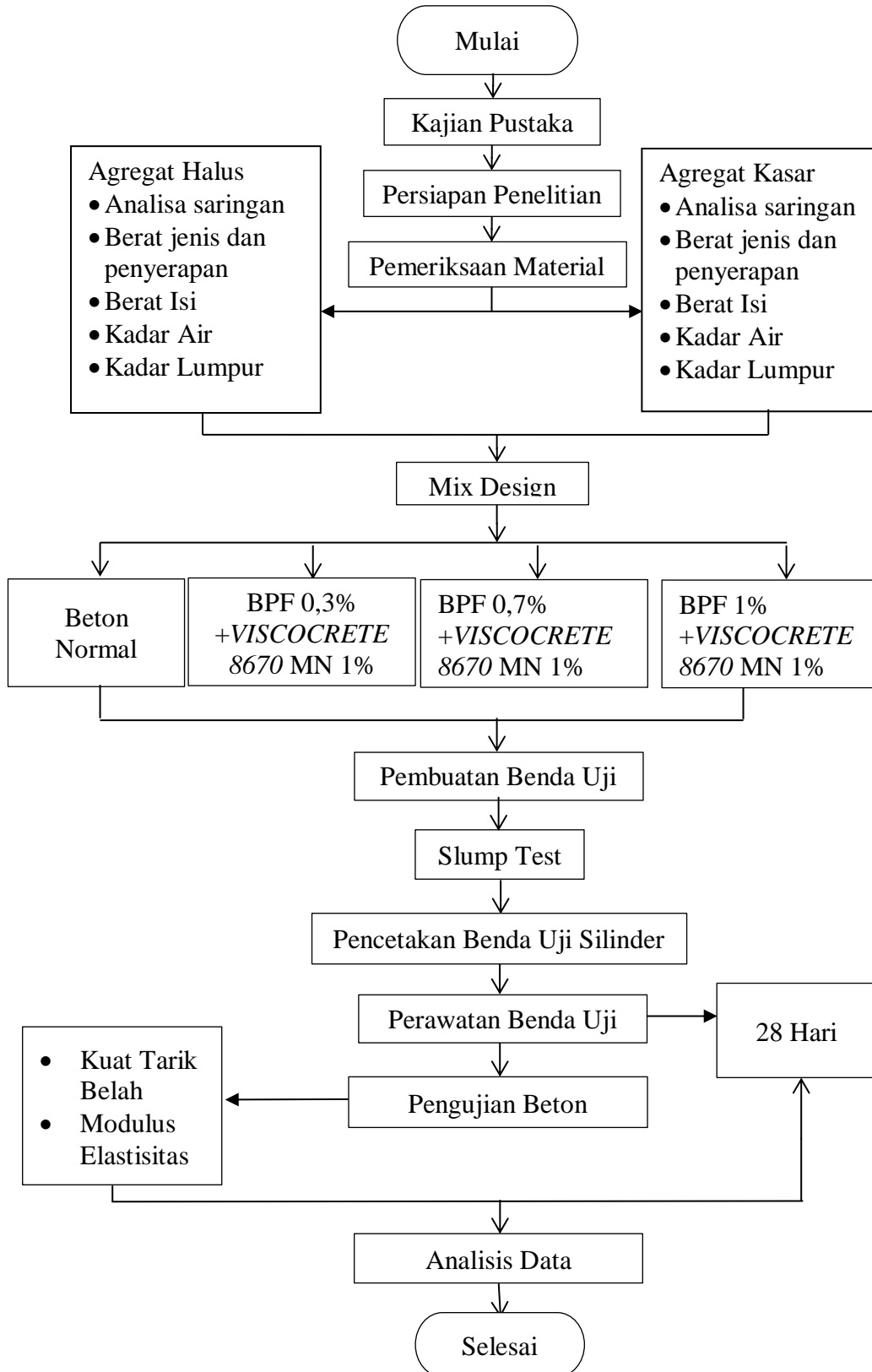
- i) Uji kuat tarik belah beton (SNI-2491, 2014).
- j) Uji kuat tekan beton (SNI-03-1974, 1990)
- k) Uji Modulus elastisitas beton (SNI-2847, 2013).

3.3 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal (*literature*) yang berhubungan dengan teknik beton, paduan pembuatan beton dan data-data teknis SNI 03-2834-2002 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, buku literatur ASTM (*American Society for Testing and Materials*), dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang dipergunakan yaitu :

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 2491-2014 tentang metode uji kuat tarik belah beton silinder.
3. Peraturan SNI 2847-2013 tentang metode uji modulus elastisitas beton.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1: Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan perencanaan pelaksanaan penelitian yang sistematis mulai dari awal sampai selesai. Adapun tahapan yang akan dilakukan adalah:

1. Kajian Pustaka

Peneliti melakukan studi literatur sebagai bahan referensi dalam melaksanakan penelitian.

2. Persiapan Material

Dalam hal ini peneliti mempersiapkan material yang akan digunakan seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, serat *Polypropylene*, dan bahan tambah *Viscocrete 8670 MN*.

3. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material dilakukan pada sampel agregat kasar, agregat halus, Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, dan kadar lumpur.

4. Mix Design

Perhitungan mix design berfungsi untuk menentukan proporsi campuran beton. Dimana dalam perhitungan ini harus sesuai dengan yang diisyaratkan. Proporsi campuran beton meliputi beton normal, dan beton campuran ASP dan SSK sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.

5. Pembuatan Benda Uji

Setelah proses perhitungan mix design selesai, hal yang dilakukan adalah proses pembuatan benda uji dengan cara mencampurkan seluruh bahan yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, serat *Polupropylene*, dan bahan tambah berupa *Viscocrete 8670 MN*.

6. Slump Test

Pengujian ini dilakukan pada beton segar yang memiliki fungsi untuk melihat kemampuan *fillingability* yang dapat dilihat dari diameter lingkaran yang terbentuk dari beton segar.

7. Pencetakan Benda Uji

Setelah seluruh proses diatas selesai, maka dilakukan pencetakan pada beton. Hal ini dilakukan dengan cara memasukkan adukan beton segar

kedalam cetakan yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, lalu dikeringkan selama ± 24 jam.

8. Perawatan Benda Uji

Jika beton telah mengering secara sempurna, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (*curing*). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 28 hari.

9. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

10. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

11. Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian dimulai dari bulan April – Juli 2022.

3.5 Instrumen Penelitian

3.5.1 Desain Benda Uji

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 12 buah benda uji, dengan campuran beton dan pembagian seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3. 1: Campuran benda uji dan kode benda uji

Kode Benda Uji	Agregat kasar	Agregat halus	<i>Polypropylene Fiber</i>	<i>Viscocrete 8670</i>
BN	100%	100%	0%	0%
BPF 0,3%	100%	100%	0,3%	1%
BPF 0,7%	100%	100%	0,7%	1%
BPF 1%	100%	100%	1%	1%

Dimana:

BN : Beton Normal.

BPF 0,3% : Beton dengan campuran *Polypropylene Fiber* 0,3% dari berat semen dengan bahan tambah *Superplasticizer Viscocrete 8670 MN* sebanyak 1% dari berat semen.

BPF 0,7% : Beton dengan campuran *Polypropylene Fiber* 0,7% dari berat semen dengan bahan tambah *Superplasticizer Viscocrete 8670 MN* sebanyak 1% dari berat semen.

BPF 1% : Beton dengan campuran *Polypropylene Fiber* 1% dari berat semen dengan bahan tambah *Superplasticizer Viscocrete 8670 MN* sebanyak 1% dari berat semen.

Tabel 3. 2: Jumlah benda uji untuk setiap variasi campuran serat

Benda Uji	Umur (hari)	Variasi <i>Polypropylene Fiber</i>							
		0%		0,3%		0,7%		1%	
		Uji KTB	Uji ME	Uji KTB	Uji ME	Uji KTB	Uji ME	Uji KTB	Uji ME
Silinder	28	2	1	2	1	2	1	2	1
Total		12 Benda Uji							

Keterangan:

KTB = Kuat Tarik Belah

ME = Modulus Elastisitas

3.5.2 Peralatan Pembuatan Benda Uji

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3. 3: Peralatan Pembuatan Benda Uji

No.	Nama Alat	Fungsi
1	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tarik belah beton
2	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
6	Gelas Ukur	Mengukur takaran air dan <i>Superplasticizer Viscocete 8670 MN</i>
7	Kerucut Abrams	Untuk menguji <i>Slump Test</i>
8	Mixer Beton	Untuk membuat campuran atau adonan beton
9	Pan	Sebagai alas saat melakukan <i>Slump test</i>
10	Bak Perendaman	Untuk merendam benda uji
11	Alat Tulis	Menulis atau menandai benda uji
12	Plastik	Wadah <i>Polypropylene Fiber</i>
13	Ember	Wadah agregat
14	Sendok Semen	Meratakan campuran beton saat dimasukkan kedalam cetakan
15	Sekop	Mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan
16	Skrup	Meratakan campuran beton
17	Penggaris	Mengukur slump
18	Masker	Melindungi pernapasan dari debu
19	Sarung Tangan	Melindungi kulit
20	Timbangan	Menimbang benda uji
21	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji

3.5.3 Bahan Pembuatan Benda Uji

1. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen Portland tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.



Gambar 3. 2: Semen Portland Tipe 1

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 4. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3. 3: Agregat Halus

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 1,5. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3. 4: Agregat Kasar

4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan pada beton setelah di cor.



Gambar 3. 5: Agregat Kasar

5. *Polypropylene Fiber*

Serat yang digunakan adalah serat *polypropylene* yang diproduksi oleh PT.Sika Indonesia.



Gambar 3. 6: Polypropylene Fiber

6. Bahan Tambah

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 8670 MN* yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3. 7: Sika Viscocrete 8670 MN

3.5.4 Pemeriksaan Material Agregat

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Rumus

- Bulk grafitry dry (Berat Jenis Kering) $= \frac{C}{(A-B)}$ (3.1)

- Bulk grafitry SSD (Berat jenis SSD) $= \frac{A}{(A-B)}$ (3.2)

- Apparent Specific Grafity $= \frac{C}{(C-B)}$ (3.3)

- Absorbtion (Penyerapan) $= \left(\frac{C}{(A-B)} \right) \times 100\%$ (3.4)

Keterangan:

A = Berat sample SSD kering permukaan jenuh

B = Berat sample SSD di dalam air

C = Berat sample SSD kering oven

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Rumus

- Bulk grafitry dry (Berat Jenis Kering) $= \frac{E}{(B+D-C)}$ (3.5)

- Bulk grafitry SSD (Berat jenis SSD) $= \frac{B}{(B+D-C)}$ (3.6)

- Apparent Specific Grafity $= \frac{E}{(E+D-C)}$ (3.7)

- Absorbtion (Penyerapan) $= \left(\frac{(B-E)}{E} \right) \times 100\%$ (3.8)

Keterangan:

B = Berat sample SSD kering permukaan jenuh

C = Berat sample SSD di dalam piknometer penuh air

D = Berat piknometer penuh air

E = Berat sample SSD kering oven

Berat Isi Agregat Kasar

Rumus

- Berat agregat + wadah (W_1)
- Berat wadah (W_2)
- Berat agregat ($W_3 = W_1 - W_2$)
- Volume Wadah (V)

- Berat isi = $\frac{W_3}{V}$ (3.9)

Berat Isi Agregat Halus

Rumus

- Berat agregat + wadah (W_1)
- Berat wadah (W_2)
- Berat agregat (W_3) = ($W_1 - W_2$)
- Volume Wadah (V)
- Berat isi = $\frac{W_3}{V}$ (3.10)

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Rumus

- Berat sample SSD + berat wadah (W_1)
- Berat sample kering oven + berat wadah (W_2)
- Berat wadah (W_3)
- Berat air = ($W_1 - W_2$)
- Kadar air = $\frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat sample kering oven}} \times 100\%$ (3.12)

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Rumus

- Berat sample SSD + berat wadah (W_1)
- Berat sample kering oven + berat wadah (W_2)
- Berat wadah (W_3)
- Berat air = ($W_1 - W_2$)
- Kadar air = $\frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat sample kering oven}} \times 100\%$ (3.13)

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Rumus

- Berat sampel SSD (A)
- Berat sampel SSD setelah dicuci (B)
- Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci
(C) = A – B
- Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(D) = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.14)$$

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Rumus

- Berat sample kering (A)
- Berat sample kering setelah dicuci (B)
- Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(C) = A - B$$

- Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(D) = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.15)$$

3.6 Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (*Standar Nasional Indonesia*), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (*Standar Nasional Indonesia*). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.7 Mix Design

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan. Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03- 2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.16)$$

Dengan : S = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.17)$$

Dengan :

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji.) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut :

- a. Mewakili bahan - bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- b. Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- c. Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- d. Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.3.

Tabel 3. 4: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

Jumlah pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
<15	f_c+12 Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

3. Menghitung nilai tambah margin

Tabel 3. 5: Nilai tambah margin

Tingkat Mutu Pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,8
Hampir memuaskan	3,5
Sangat baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

M adalah nilai tambah 5,7 adalah tingkat mutu pekerjaan baik.

4. Menghitung kuat tekan beton rata rata f_{cr}

$$f_{cr} = f' C + M \quad (3.18)$$

5. Menetapkan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

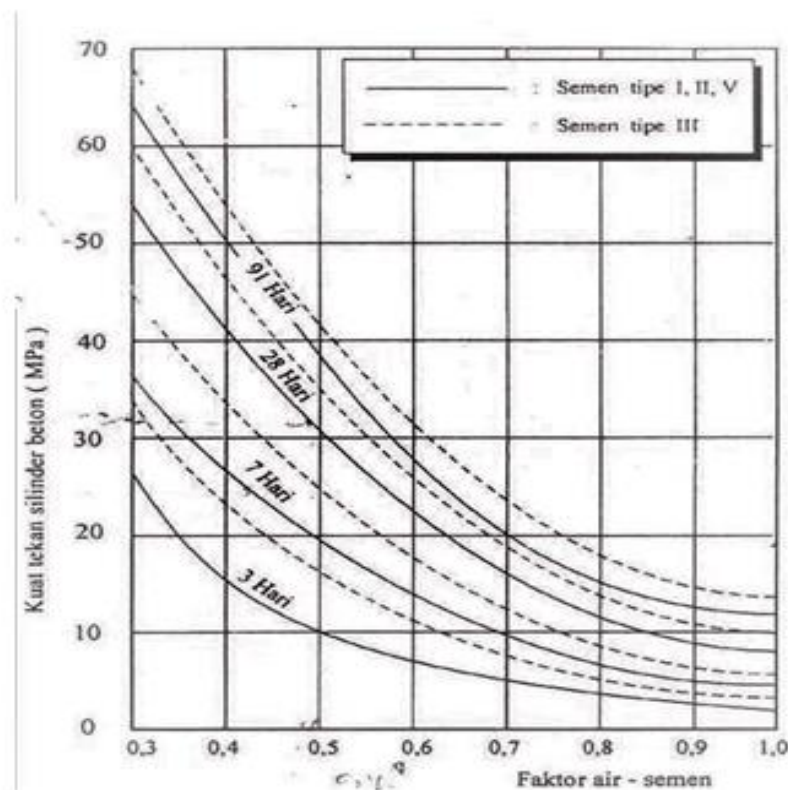
7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.5. Bila dipergunakan gambar 3.2 ikuti langkah- langkah berikut:

- 1 Mentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- 2 Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas.
- 3 Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 2 secara proporsional.
- 4 Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 3 di atas.
- 5 Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan.

Tabel 3. 6: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis semen	Jenis Agregat Kasar	Kakuatan tekan (Mpa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu Tak Pecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu Tak Pecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu Tak Dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu Tak Dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3. 8: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm).

- Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan slump.

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- 2) Sepertiga dari tebal pelat.
- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang.

11. Menentukan nilai kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut :

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.5.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.19)$$

Dengan :

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 7: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-80
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C, setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton.

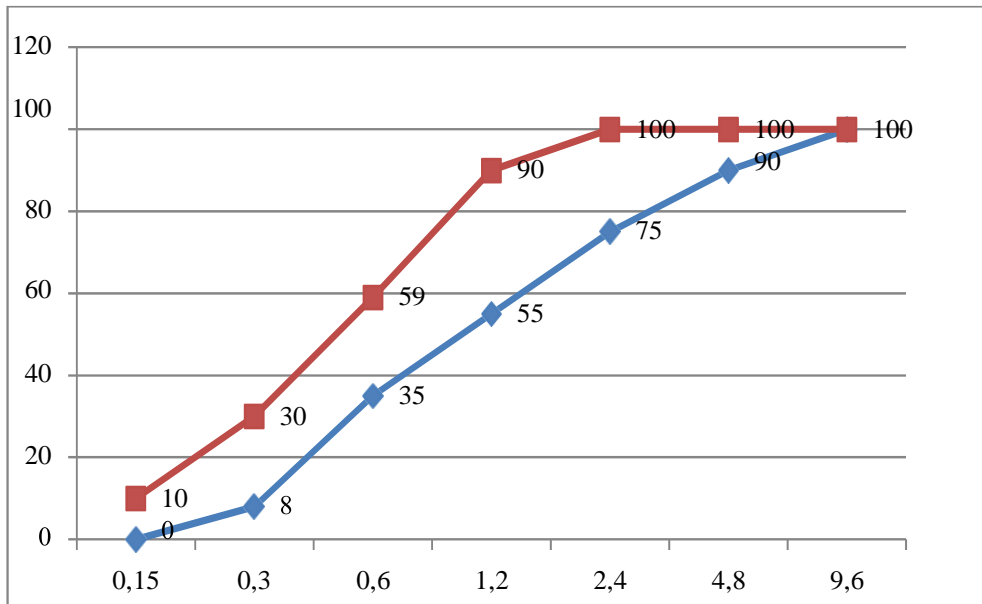
12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.7 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3. 8: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

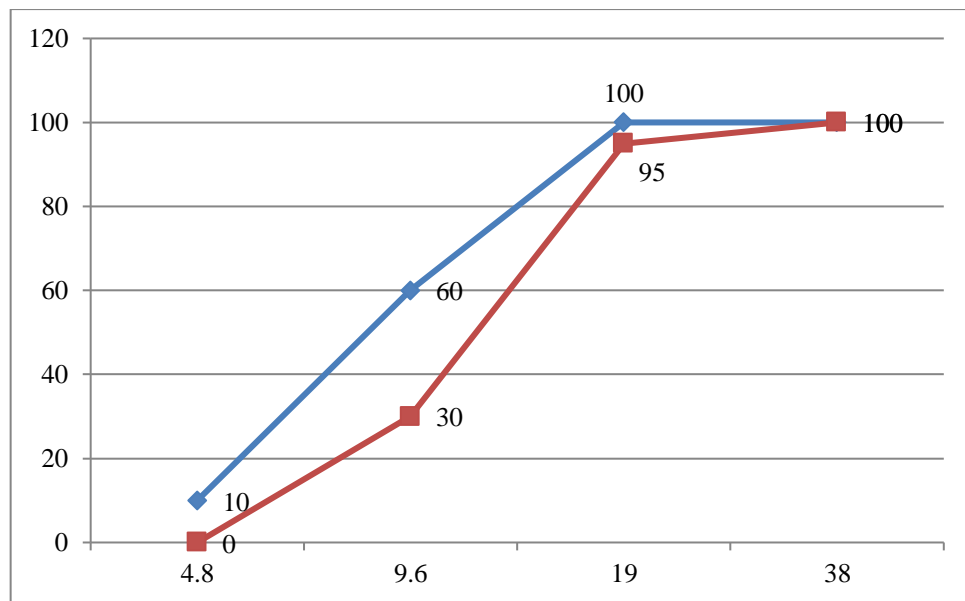
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	0,55
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.3



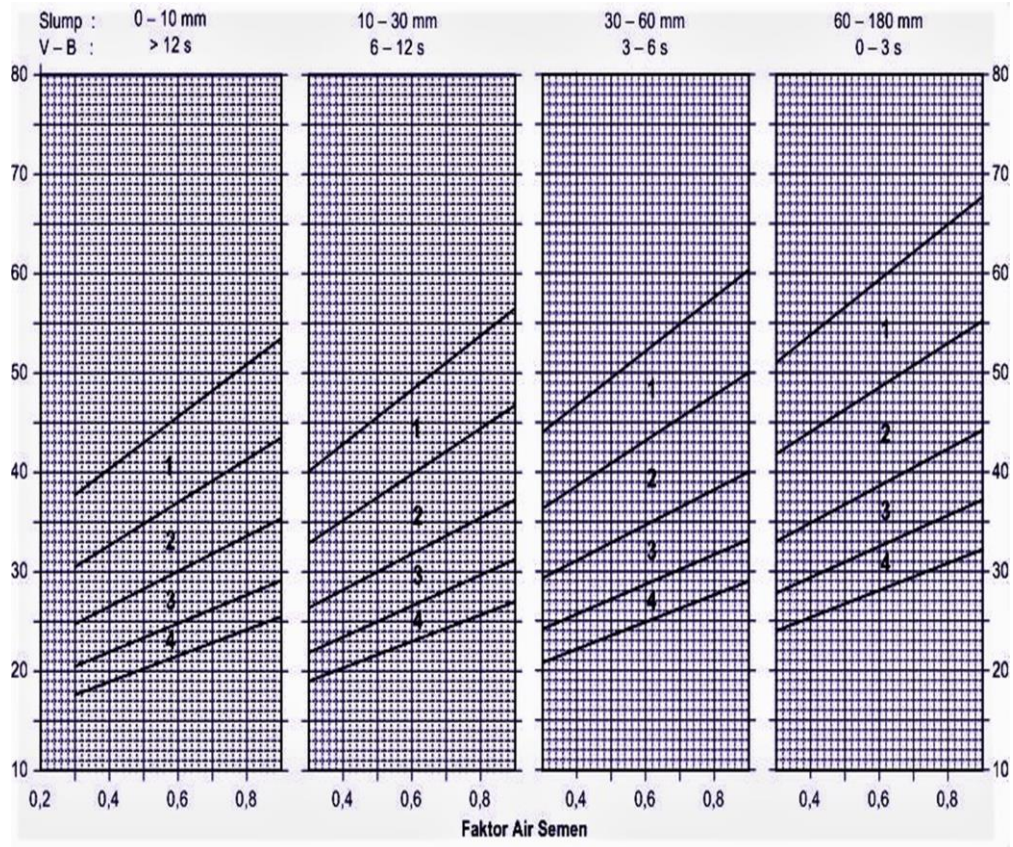
Gambar 3.9: Grafik Gradasi Agregat Sedang (Gradasi No. 2-SNI-03-2834-2000) Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar



Gambar 3. 10 : Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000)

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3. 11: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat. Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

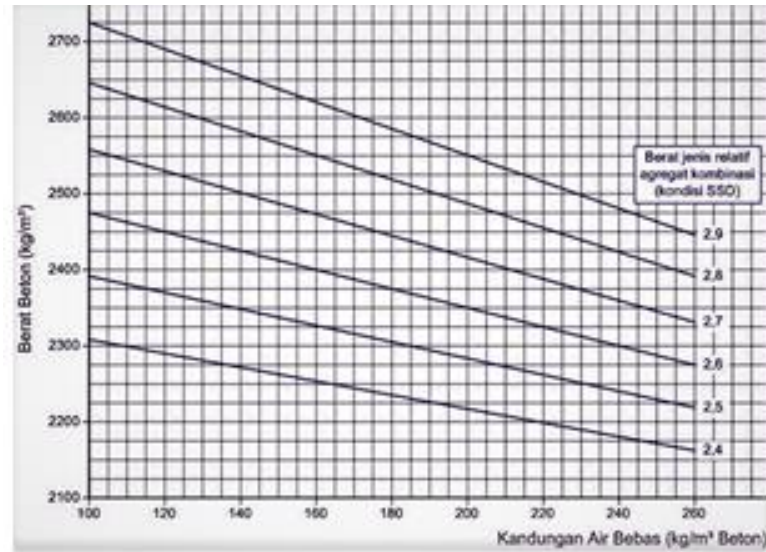
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :

- a. agregat tak dipecah : 2,5
- b. agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

Berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.12 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.7 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3. 12: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21.
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22 dari langkah- langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah.

3.9 Pengujian Slump Test

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability*-nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton

menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target slump rencana sesuai mix design adalah 60-180 mm. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

3.10 Perawatan Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, maka cetakan dibuka dan sampel didiamkan terlebih dahulu di ruang dengan suhu ruangan 16-27°C selama 24 jam agar cukup mengeras. Setelah 24 jam dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tarik belah dan modulus elastisitas dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat Tarik belah dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2491-2002. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton.

3.12 Pengujian Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton diuji setelah benda uji mencapai umur yang telah ditentukan yaitu pada umur 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 1 buah. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Modulus elastisitas beton dilakukan untuk menentukan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Agregat

Pada pemeriksaan bahan penyusun agregat peneliti memperoleh data material meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Material yang digunakan memiliki persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun agregat ini.

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 tentang analisa saringan agregat halus. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sempel I (gr)	Sempel II (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan (%)	Lolos (%)
4.75 (No. 4)	78	83	161	6,44	6,44	93,56
2.36 (No. 8)	91	102	193	7,72	14,16	85,84
1.18 (No. 16)	142	157	299	11,96	26,12	73,88
0.60 (No. 30)	450	394	844	33,76	59,88	40,12
0.30 (No. 50)	329	368	697	27,88	87,76	12,24
0.15 (No. 100)	103	82	185	7,40	95,16	4,84
PAN	57	64	121	4,84	100	0
Total	1250	1250	2500	100		

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{161}{2500} \times 100\% = 6,44 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{193}{2500} \times 100\% = 7,72 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{299}{2500} \times 100\% = 11,96 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{844}{2500} \times 100\% = 33,76 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{697}{2500} \times 100\% = 27,88 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{185}{2500} \times 100\% = 7,40 \%$$

$$\text{PAN} = \frac{121}{2500} \times 100\% = 4,84 \%$$

- Persentasi Berat Kumulatif Tertahan

$$\text{No.4} = 0 + 6,44 = 6,44 \%$$

$$\text{No.8} = 6,44 + 7,72 = 14,16 \%$$

$$\text{No.16} = 14,16 + 11,96 = 26,12 \%$$

$$\text{No.30} = 26,12 + 33,76 = 59,88 \%$$

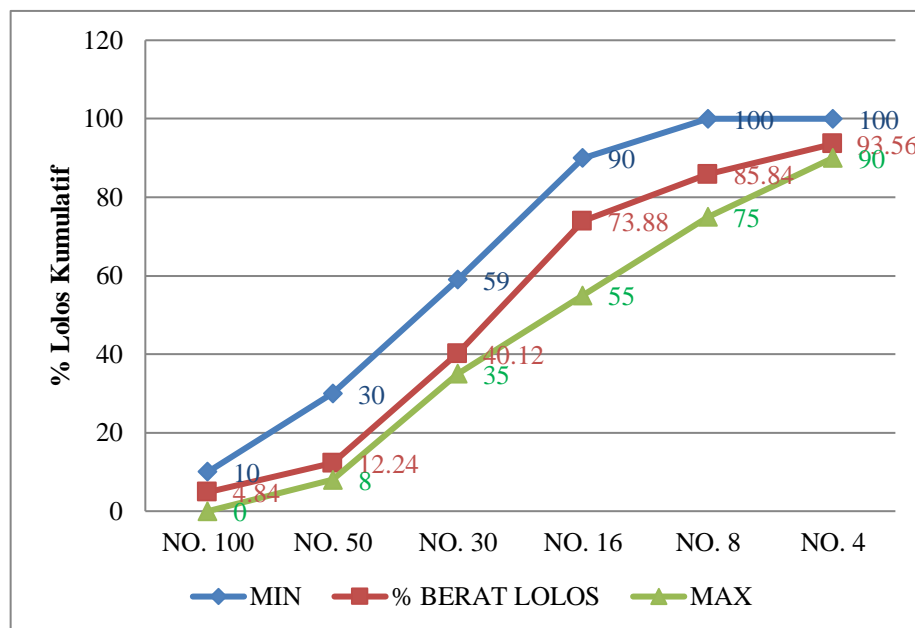
$$\text{No.50} = 59,88 + 27,88 = 87,76 \%$$

$$\text{NO.100} = 87,76 + 7,40 = 95,16 \%$$

$$\text{PAN} = 95,17 + 4,84 = 100 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 289,52 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\ &= \frac{289,52}{100} \\ &= 2,89 \end{aligned}$$



Gambar 4. 1: Grafik Gradasi Agregat Halus (Zona 2)

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus didapat FM sebesar 2,89%. Nilai tersebut masih diijinkan untuk termasuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diijinkan adalah 1,5% - 3,8% berada di zona 2.

4.2.2 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus didapatkan berat jenis dan penyerapan agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 2: Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Agregat Halus (Lolos Ayakan No.4)	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata- rata (gr)
Berat sampel SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500
Berat sampel SSD kering oven (E)	486	488	487
Berat piknometer penuh air (D)	689	692	690,5
Berat SSD di dalam piknometer penuh air (C)	993	995	994
Berat jenis kering $[E / (B + D - C)]$	2,47	2,47	2,47
Berat jenis SSD $[B / (B + D - C)]$	2,55	2,53	2,54
Berat jenis semu $[E / (E + D - C)]$	2,67	2,63	2,65
	(%)	(%)	(%)
Penyerapan $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	2,45	2,67

Hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan agregat halus, didapat Berat Jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) rata-rata sebesar 2,54 dan dapat dikategorikan sebagai agregat halus normal karena masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*Absorpsi*) didapat rata-rata sebesar 2,67%. Hasil yang didapat menunjukkan kemampuan agregat halus dalam menyerap air dari keadaan kering sampai kering jenuh sebesar 2,67% dari berat kering agregat itu sendiri.

4.2.3 Berat Isi Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus didapatkan berat isi agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 3: Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus Dengan Cara Lepas, Tuauk, dan Penggoyangan

Pengujian	Cara			Rata-rata	Satuan
	Lepas	Tusuk	Penggoyangan		
Berat agregat	16455	17295	17663	17137	gr
Berat wadah	4225	4225	4225	4225	gr
Berat agregat + wadah	20680	21510	21888	21359	gr
Volume wadah	11125,4	11125,4	1125,4	11125,4	cm ³
Berat isi	1,47	1,55	1,59	1,54	gr/cm ³

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus didapat rata-rata sebesar 1,54 gr/cm^3 , nilai ini masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm^3 (SNI No.52 – 1980).

4.2.4 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus didapatkan kadar air agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 4: Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Satuan
Berat sampel SSD dan berat wadah	1483	1499	gr
Berat sampel SSD	1000	1000	gr
Berat sampel kering oven dan berat wadah	1471	1488	gr
Berat wadah	493	509	gr
Berat sampel kering	978	979	gr
Kadar air	1,21	1,12	%
Rata-rata	1,16		%

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus didapatkan rata-rata sebesar 1,16%. Pemeriksaan dilakukan sebanyak dua kali. Hasil percobaan pertama didapat sebesar 1.21% dan percobaan kedua didapat sebesar 1.12%.

4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus didapatkan kadar lumpur agregat adalah:

Tabel 4. 5: Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Satuan
Berat sampel SSD	1000	1000	gr
Berat sampel SSD setelah dicuci	957	973	gr
Berat kotoran agregat lolos Saringan No.200	43	27	gr
Persentase kotoran agregat lolos Saringan No.200	4,3	2,7	%
Rata—rata	3,5		%

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus didapatkan persentase rata-rata sebesar 3,5%. Nilai ini masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S-04-1989-F), sehingga agregat tidak perlu dicuci kembali.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

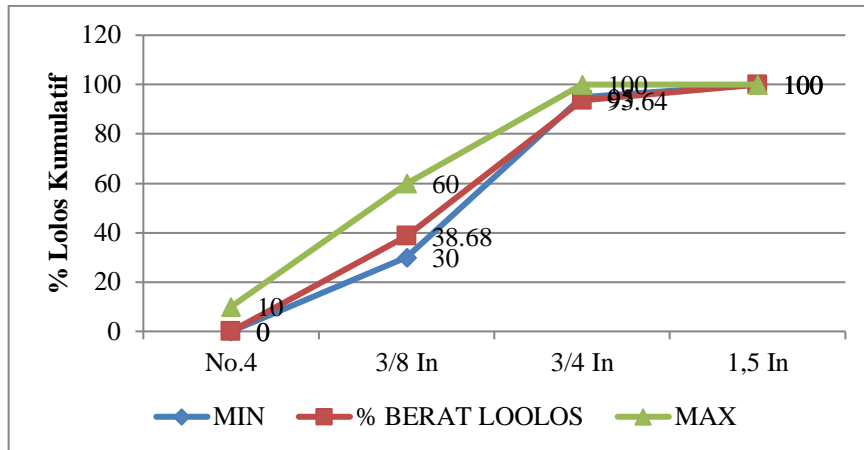
Pemeriksaan analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 6: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sempel I (gr)	Sempel II (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan (%)	Lolos (%)
38.1 (1,5 In)	0	0	0	0	0	100
19.0 (3/4 In)	90	69	159	6,36	6,36	93,64
9.52 (3/8 In)	705	669	1374	54,96	61,32	38,68
4.75 (No. 4)	455	512	967	38,68	100	0
Total	1250	1250	2500	100		

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 667,68 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{667,68}{100} \\
 &= 6,67
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 2: Grafik Gradasi Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar didapat FM sebesar 6,67%. Hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

4.3.2 Berat Jenis Dan Penerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar didapatkan berat jenis dan penyerapan agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 7: Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Agregat Halus	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat sampel SSD kering permukaan jenuh (A)	2482	2446	2464
Berat sampel SSD kering oven (C)	2470	2449	2459,5
Berat SSD di dalam air (B)	1540	1519	1529,5
<i>Bulk grafiti dry</i> (C/(A-B))	2,62	2,64	2,63
<i>Bulk grafiti SSD</i> (A/(A-B))	2,63	2,64	2,65
Berat jenis semu (C/(C-B))	2,66	2,63	2,65
	(%)	(%)	(%)
Penyerapan [(A - C)/C] x 100%	0,48	-0,12	0,18

Hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar, didapat Berat Jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) rata-rata sebesar 2,65 dan dapat dikategorikan sebagai agregat kasar normal karena masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu

antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*Absorpsi*) didapat rata-rata sebesar 0,18%. Hasil yang didapat menunjukkan kemampuan agregat kasar dalam menyerap air dari keadaan kering sampai kering jenuh sebesar 0,18% dari berat kering agregat itu sendiri.

4.3.3 Berat Isi Agregat Kasar

Dalam pemeriksaan agregat kasar didapatkan berat isi agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 8: Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Dengan Cara Lepas, Tusuk, dan Penggoyangan

Pengujian	Cara			Rata-rata	Satuan
	Lepas	Tusuk	Penggoyangan		
Berat agregat	17725	18726	19412	18622	gr
Berat wadah	4225	4225	4225	4225	gr
Berat agregat + wadah	21950	22951	23637	22846	gr
Volume wadah	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4	cm ³
Berat isi	1,59	1,68	1,74	1,67	gr/cm ³

Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar didapat rata-rata sebesar 1,67 *gr/cm³*, nilai ini masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu minimal 1,2 *gr/cm³* (SNI No.52 – 1980).

4.3.4 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan agregat kasar didapatkan kadar air agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 9: Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Satuan
Berat sampel SSD dan berat wadah	1483	1499	gr
Berat sampel SSD	1000	1000	gr
Berat sampel kering oven dan berat wadah	1471	1488	gr

Tabel 4.9: Lanjutan

Berat wadah	493	509	gr
Berat sampel kering	978	979	gr
Kadar air	1,21	1,12	%
Rata-rata	1,16		%

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus didapatkan rata-rata sebesar 1,16%. Pemeriksaan dilakukan sebanyak dua kali. Hasil percobaan pertama didapat sebesar 1.21% dan percobaan kedua didapat sebesar 1.12%.

4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar didapatkan kadar lumpur agregat sebagai berikut:

Tabel 4. 10: Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

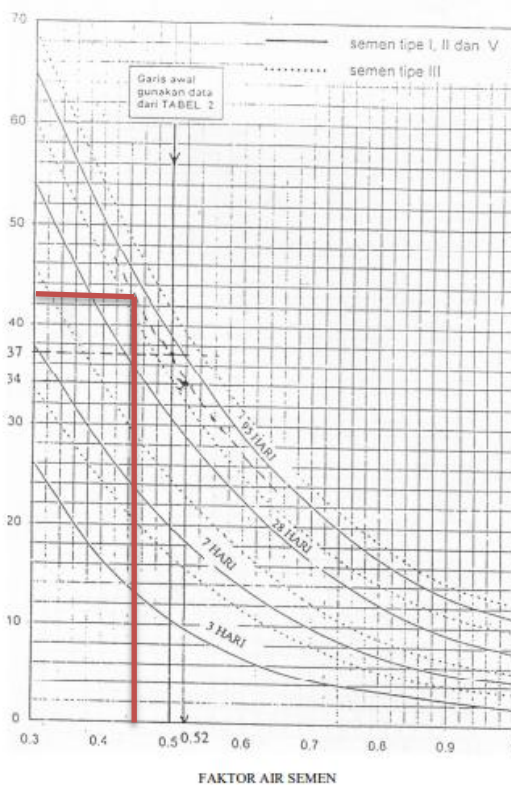
Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Satuan
Berat sampel SSD	1000	1000	gr
Berat sampel SSD setelah dicuci	957	973	gr
Berat kotoran agregat lolos Saringan No.200	43	27	gr
Persentase kotoran agregat lolos Saringan No.200	4,3	2,7	%
Rata-rata	3,5		%

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar didapatkan persentase rata-rata sebesar 3,5%. Nilai ini masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S-04-1989-F), sehingga agregat tidak perlu dicuci kembali.

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Selanjutnya akan dilakukan analisis campuran beton (Mix Design) dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) = 25 MPa, benda uji berbentuk silinder dan akan diuji pada umur rencana 28 hari.
2. Deviasi standar, karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil 12 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 5,7 MPa
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ($f'cr$):
$$f'cr = f'c + \text{Deviasi Standar} + M$$
$$= 25 + 12 + 5,7$$
$$= 42,7 \text{ MPa}$$
5. Semen yang digunakan yaitu semen portland tipe I
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus yaitu pasir alami yang berasal dari Binjai dan agregat kasar yaitu batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm berasal dari Binjai.
7. Faktor Air Semen (FAS), berdasarkan perhitungan tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan 42,7 MPa, semen yang digunakan semen portland I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan FAS sebesar 0,45.



Gambar 4. 3: Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton Silinder 15x30 cm

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.8 mengenai persyaratan faktor air semen maksimum karna beton berada dilokasi terlindungi dari sinar matahari langsung dan hujan, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,6.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 60 – 180 mm.
10. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan adalah sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 60 – 180 mm, sehingga dari tabel 3.7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 175 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 205 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} (175) + \frac{1}{3} (205) \\
 &= 185 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara membagi nilai kadar air bebas dengan faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kadar Semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{185}{0,45} \\ &= 411,11 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar $411,11 \text{ kg/m}^3$.

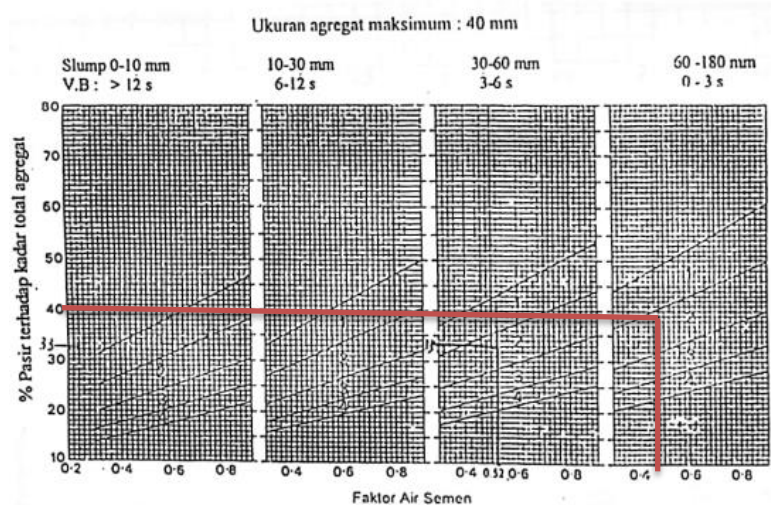
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindungi dari sinar matahari langsung dan hujan dari Tabel 3.8 mempunyai kadar semen minimum per- m^3 sebesar 275 kg/m^3 .

15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 yaitu sebesar 0,45.

16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 4.1 yaitu batas gradasi pasir No.2

17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 4.2 yaitu batas gradasi krikil ukuran maksimum 40 mm.

18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180 mm, Faktor air semen 0,45, dan ukuran butir agregat kasar maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi No. 2. Maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 41%.

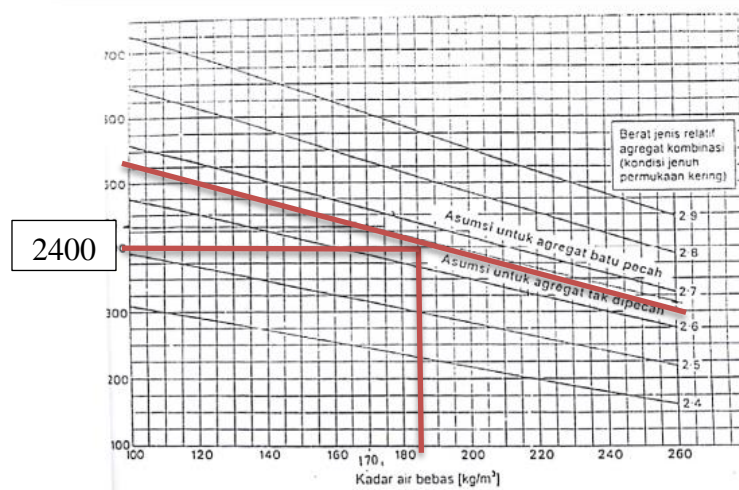


Gambar 4. 4: Persen pasir terhadap kadar total agregat (ukuran butir maks 40 mm)

19. Berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD:

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Relatif} &= (\text{AH} \times \text{BJAH}) + ((100\% - \text{AH}) \times \text{BJAK}) \\ &= (41\% \times 2,54) + ((100\% - 41\%) \times 2,65) \\ &= 2,60\end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 185 dan berat jenis gabungan sebesar 2,60 maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2400 kg/m^3 .



Gambar 4. 5: Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Isi Beton Pada Fas 0,45 (SNI 03-2834-200)

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat Isi Beton} - (\text{Kadar Semen} + \text{Kadar Air Bebas}) \\ &= 2400 - (411,11 + 185) \\ &= 1803,89 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kadar Agregat Halus} &= \text{Kadar Agregat Gabungan} \times \% \text{AH} \\ &= 1803,89 \times 0,41\% \\ &= 739,59 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kadar Agregat Kasar} &= \text{Kadar Agregat Gabungan} - \text{Kadar agregat Halus} \\ &= 1803,89 - 739,59 \\ &= 1064,3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

Susunan campuran proporsi teoritis untuk setiap 1 m³ beton dapat dilihat pada Point 4.4.1 dibawah ini:

4.4.1 Mix Design

Tabel 4. 11: Mix design beton normal mutu sedang (SNI 03-2834-2000)

No	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (silinder)	Ditetapkan		25 MPa	
2	Deviasi Standar	Tabel 3.4		12 MPa	
3	Nilai Tambah (Margin)	Tabel 3.5		5,7 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		42,7 MPa	
5	Jenis Semen	Ditetapkan		Semen Portland	
6	Jenis agregat: - halus - kasar	Ditetapkan Ditetapkan		Batu Pecah Pasir	
7	FAS	Gambar 4.3		0,45	
8	FAS Maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 3.7		185 kg/m ³	
12	Kadar Semen	11:7		411,11 kg/m ³	
13	Kadar Semen Maksimum	Ditetapkan		411,11 kg/m ³	
14	Kadar Semen Minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	FAS yang disesuaikan	7		0,45	
16	Susunan Butir Agregat Halus	Gambar 4.1		Gradasi 2	
17	Susunan Butir Agregat Kasar	Gambar 4.2		No. 40 mm	
18	Persen Agregat Halus	Gambar 4.4		41%	
19	Berat Jenis Relatif	Dihitung		2,60	
20	Berat Isi	Gambar 4.5		2400 kg/m ³	
21	Kadar Gregat Gabungan	20-12-11		1803,89 kg/m ³	
22	Kadar Agregat Halus	21 x 18		739,59 kg/m ³	
23	Kadar Agregat Kasar	21-22		1064,3 kg/m ³	
24	Proporsi Campuran	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat (kg/m ³)	
				Halus	Kasar
		411,11	185	739,59	1064,3
		20,55	9,25	36,97	53,21
		1	0,45	1,79	2,59
25	Koreksi Proporsi Campuran	411,11	199,26	728,42	1065,6
		1,00	0,48	1,77	2,59

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Diketahui:

- Jumlah air (B) $= 185 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah agregat halus (C) $= 739,59 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah agregat kasar (D) $= 1064,3 \text{ kg/m}^3$
- Penyerapan agregat halus (C_a) $= 2,67\%$
- Penyerapan agregat kasar (D_a) $= 0,18\%$
- Kadar air agregat halus (C_k) $= 1,16\%$
- Kadar air agregat kasar (D_k) $= 0,30\%$

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} & (4.1) \\ &= 185 - (1,16 - 2,67) \times \frac{739,59}{100} - (0,30 - 0,18) \times \frac{1064,3}{100} \\ &= 194,89 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat Halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} & (4.2) \\ &= 739,59 + (1,16 - 2,67) \times \frac{739,59}{100} \\ &= 728,42 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat Kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} & (4.3) \\ &= 1064,3 + (0,30 - 0,18) \times \frac{1064,3}{100} \\ &= 1065,57 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.4.2 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang, maka diketahui jumlah kebutuhan bahan material untuk 1 m^3 adalah sebagai berikut:

- Semen = 411,11 kg/m³
- Agregat halus = 728,42 kg/m³
- Agregat kasar = 1065,58 kg/m³
- Air = 194,89 kg/m³

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder adalah sebagai berikut:

- Tinggi = 30 cm = 0,3 m
- Diameter = 15 cm = 0,15 m

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot T && (4.4) \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan *mixer* ialah 3 benda uji. Namun, penulis hanya akan membuat 2 x 0,0053 m³ = 0,0106 m³ dalam satu kali adukan *mixer* dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi, yaitu = 0,0106 m³ + (0,0106 m³ x 10%) = 0,01166 m³. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 1 kali adukan *mixer* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 12: Kebutuhan bahan penyusun beton untuk berbagai macam variasi campuran

No	Kode Benda Uji	Volume 1 x Adukan Per (m ³)	Bahan Penyusun					
			PPC (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	Polypropylene Fiber (kg)	Visco-crete 8670 (kg)
1	BN	0,01166	4,793	8,493	12,425	2,272	0%	0
2	BPF 0,3%	0,01166	4,793	8,493	12,425	2,272	0,3% 0,0143	1% 0,0479
3	BPF 0,7%	0,01166	4,793	8,493	12,425	2,272	0,7% 0,0335	1% 0,0479
4	BPF 1%	0,01166	4,793	8,493	12,425	2,272	1% 0,0479	1% 0,0479
Total		0,04664	19,17	33,97	49,700	9,089	0,0957	0,1437

Keterangan:

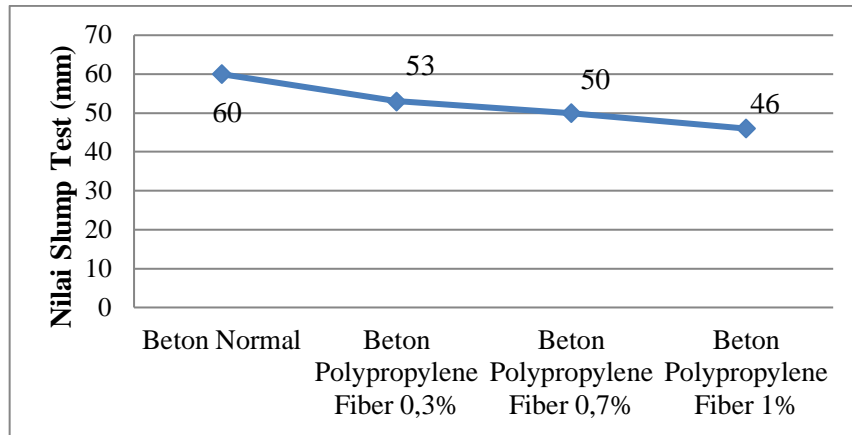
- BN : Beton Normal
- BPF 0,3% : Beton Polypropylen Fiber 0,3% dengan bahan tambah *sika visocrete 8760*
- BPF 0,7% : Beton Polypropylen Fiber 0,7% dengan bahan tambah *sika visocrete 8760*
- BPF 1% : Beton Polypropylen Fiber 1% dengan bahan tambah *sika visocrete 8760*

4.5 Hasil Pengujian Slump Test

Pengujian slump test ini dilakukan untuk mengetahui *workability* yang terdapat pada beton segar normal maupun beton dengan bahan tambah (additive). Pengerjaan slump tes ini menggunakan alat bernama kerucut *Abrams* dengan cara mengisi kerucut *Abrams* tersebut dengan adonan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap-tiap lapis diisi sebanyak 1/3 dari isi kerucut *Abrams* tersebut. Kemudian dilakukan pengrojokan pada tiap-tiap lapis adonan sebanyak 25 kali, tongkat rojok harus masuk sampai ke bawah tiap lapisan. Setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 10 detik, setelah itu angkat kerucut *Abrams* dengan tegak lurus sampai adonan beton segar terlepas dari cetakan, ukur selisih tinggi adonan beton segar dengan cetakan. Angka yang didapat merupakan hasil dari nilai slump.

Tabel 4. 13: Hasil Pengujian Nilai Slump Test

No	Beton Variasi	Hari	Slump Test (mm)
1	Beton Normal	28	60
2	Beton Polypropylene Fiber 0,3%	28	53
3	Beton Polypropylene Fiber 0,7%	28	50
4	Beton Polypropylene Fiber 1%	28	46



Gambar 4. 6: Grafik Perbandingan Nilai Slump Test

Pengujian Penyerapan Air pada Serat Polypropylene selama 15 menit

No.	Berat serat sebelum perendaman (Wa) (kg)	Berat serat setelah perendaman (Wt) (kg)	Absorpsi = $(Wt - Wa) \times 100\%$
1	0,01	0,039	2,9%
2	0,01	0,043	3,3%
Rata-rata			3,1%

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan hasil nilai slump test. Semakin tinggi serat yang digunakan maka nilai penyerapan air pada serat juga akan semakin tinggi. Ini menyebabkan mengapa pada pengujian slump test nilai yang dihasilkan menurun tidak sesuai dengan yang telah direncanakan.

4.6 Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat umur beton telah mencapai 28 hari, dan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Pengujian ini dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* dengan cara diberikan beban secara perlahan ke permukaan beton silinder secara horizontal dan ditekan sampai mencapai batas maksimum beton. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada rincian berikut:

1. Beton Normal

a. Benda Uji 1

- Beban = 17 Ton

$$= 166.712 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 166.712}{3,14 \times 300 \times 150} = 2,36 \text{ MPa}$$

b. Benda Uji 2

- Beban = 18 Ton

$$= 176.519 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 176.519}{3,14 \times 300 \times 150} = 2,5 \text{ MPa}$$

2. Beton Polypropylene Fiber 0,3%

a. Benda Uji 1

- Beban = 18 Ton

$$= 176.519 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 176.519}{3,14 \times 300 \times 150} = 2,5 \text{ MPa}$$

b. Benda Uji 2

- Beban = 19,5 Ton

$$= 191.229 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 191.229}{3,14 \times 300 \times 150} = 2,7 \text{ MPa}$$

3. Beton Polypropylene Fiber 0,7%

a. Benda Uji 1

- Beban = 13,5 Ton

$$= 132.389 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 132.389}{3,14 \times 300 \times 150} = 1,87 \text{ MPa}$$

b. Benda Uji 2

- Beban = 16,5 Ton

$$= 161.809 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 161.809}{3,14 \times 300 \times 150} = 2,3 \text{ MPa}$$

4. Beton Polypropylene Fiber 1%

a. Benda Uji 1

- Beban = 9 Ton

$$= 88.259 \text{ N}$$

- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 88.259}{3,14 \times 300 \times 150} = 1,25 \text{ MPa}$$

b. Benda Uji 2

- Beban = 10,5 Ton

$$= 102.969 \text{ N}$$

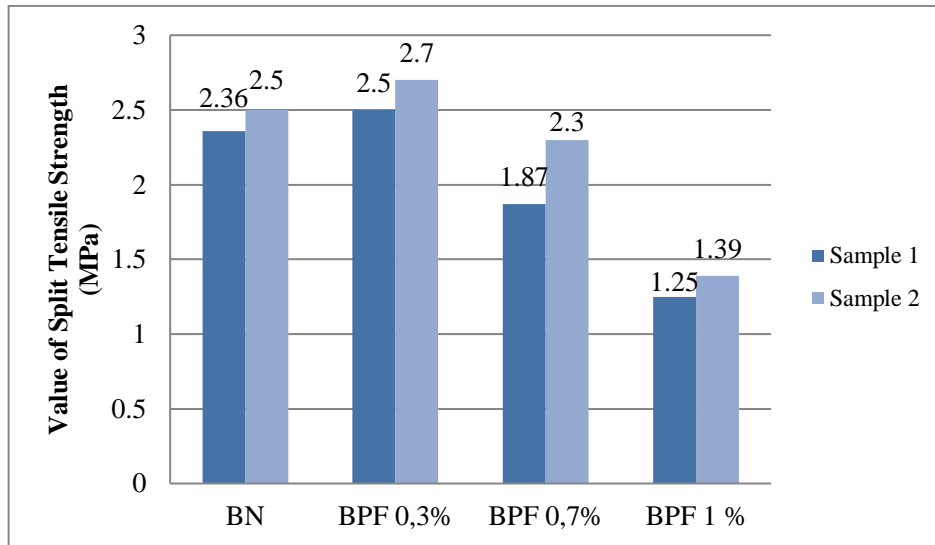
- Dimensi silinder = D: 15 cm ; 150 mm

L: 30 cm ; 300 mm

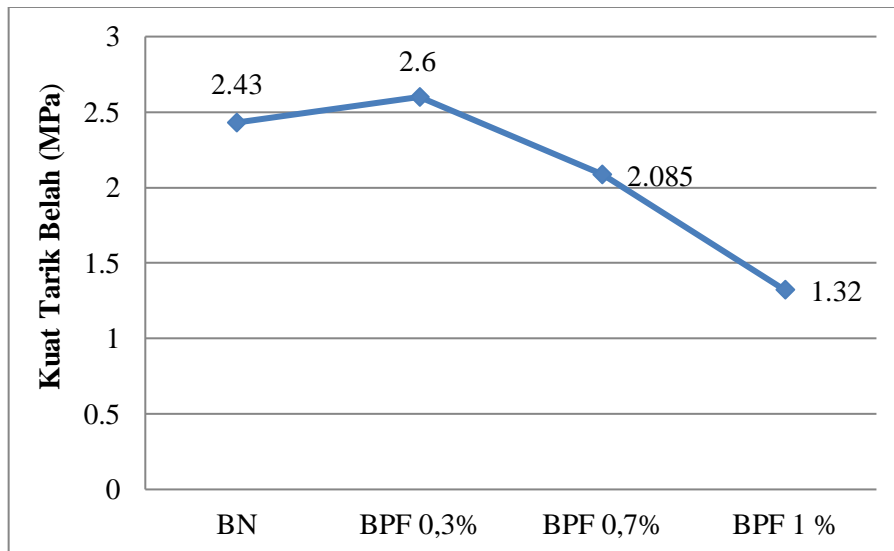
$$\text{- Kuat Tarik Belah} = \frac{2P}{\pi.L.D} = \frac{2 \times 102.969}{3,14 \times 300 \times 150} = 1,32 \text{ MPa}$$

Tabel 4. 14: Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kode Benda Uji	Variasi Serat	Viscocrete 8670	Umur	Luas	Beban	Kuat Tarik	Rata-Rata
	(kg)	(kg)	Hari	(mm ²)	(Ton) (N)	(MPa)	(MPa)
BN	0	0	28	17662,5	17 166.712	2,36	2,4
					18 176.519	2,5	
BPF 0,3%	0,0143	0,0479	28	17662,5	18 176.519	2,5	2,6
					19,5 191.229	2,7	
BPF 0,7%	0,0335	0,0479	28	17662,5	13,5 132.389	1,87	2,1
					16,5 161.809	2,3	
BPF 1%	0,0479	0,0479	28	17662,5	9 88.259	1,25	1,32
					10,5 102.969	1,39	



Gambar 4. 7: Grafik Kuat Tarik Belah



Gambar 4. 8: Grafik Rata-Rata Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BPF 0,3% mendapatkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 2,6 MPa. Sedangkan untuk beton normal (BN) sebesar 2,4 MPa, beton variasi BPF 0,7% didapat sebesar 2,1 MPa, dan untuk beton variasi BPF 1% didapat sebesar 1,31 MPa. Dengan demikian, semakin banyak serat yang digunakan maka semakin rendah nilai Kuat Tarik Belah Beton yang didapat.

Perubahan sifat beton akibat admixture *Polypropylene Fiber* terjadi karena dua fenomena yaitu interface serat-matriks dan gaya *bridging* yang melintasi celah. Serat yang ditarik ke dalam matriks menjadikan matriks keterlambatan

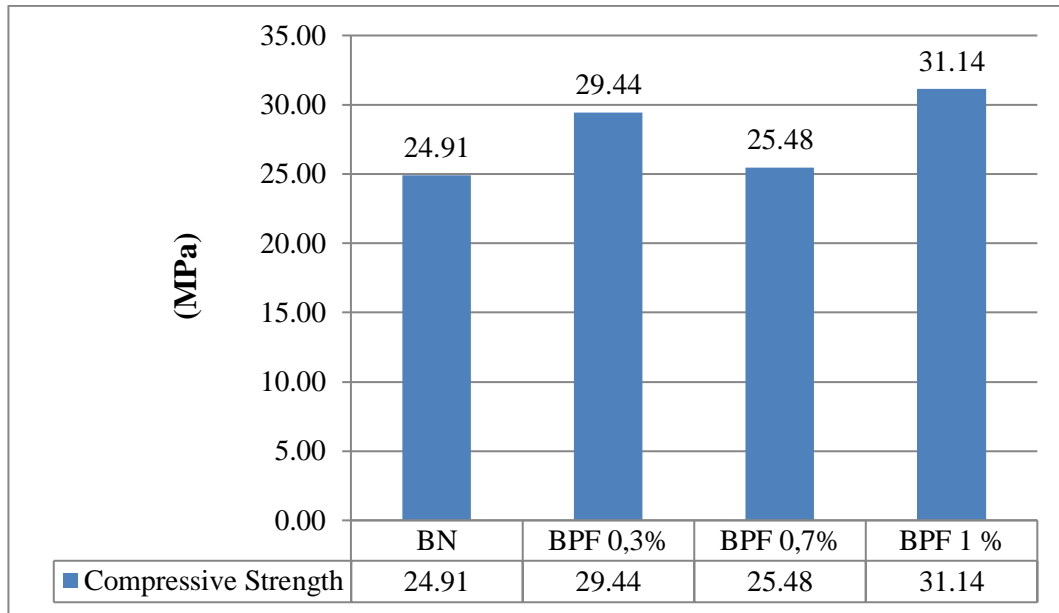
beton dalam memulai proses degradasi, sehingga mengurangi susut dan permeabilitas, juga dapat mengurangi pemuai beton. Namun sebaliknya, rasio volume *Polypropylene Fiber* yang tepat ke dalam beton dapat memberikan sesuai dengan harapan. Hal ini menunjukkan indikasi penggunaan *Polypropylene Fiber* yang berlebihan pada beton dapat mengurangi kuat tarik belah beton.

4.7 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan ketika umur beton telah mencapai 28 hari, dengan FAS 0,45 pada masing-masing variasi campuran beton yaitu beton dengan campuran *Polypropylene Fiber* 0,3%, 0,7%, dan 1% sebagai pembanding dibuat juga Beton Normal. Pengujian ini dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine*, benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm.

Tabel 4. 15: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Variasi Serat (kg)	Viscocrete 8670 (kg)	Umur Hari	Luas Permukaan (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)
BN	0	0	28	17662,5	440	24,91
BPF 0,3%	0,0143	0,0479	28	17662,5	520	29,44
BPF 0,7%	0,0335	0,0479	28	17662,5	450	25,48
BPF 1%	0,0479	0,0479	28	17662,5	550	31,14



Gambar 4. 9: Grafik Kuat Tekan Beton

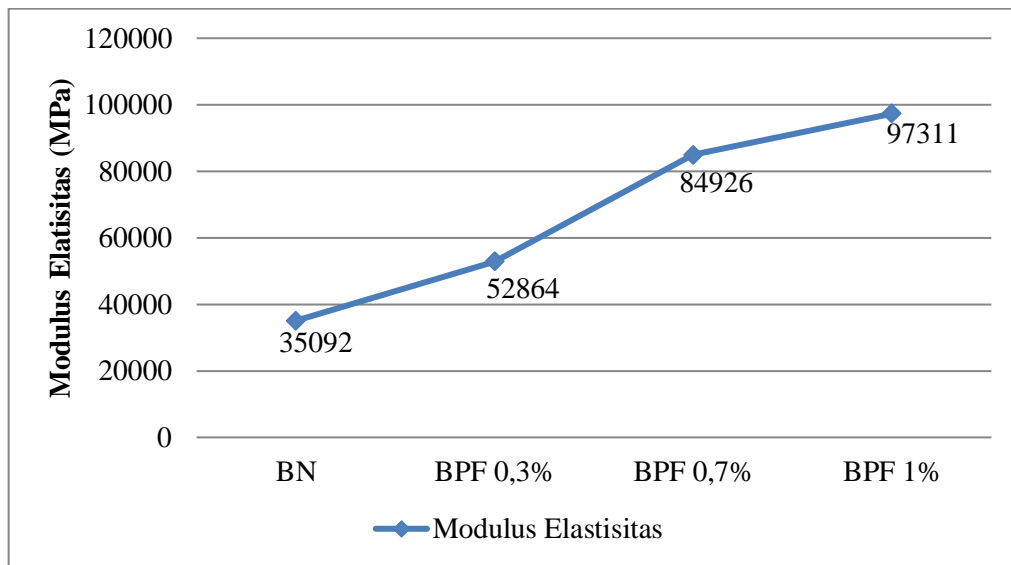
Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan pada beton normal didapat sebesar 24,91 MPa, pada beton variasi BPF 0,3% didapat sebesar 29,44 MPa, pada beton variasi BPF 0,7% didapat sebesar 25,48 MPa, dan pada beton variasi BPF 1% didapat sebesar 31,14 MPa. Terjadi penurunan kuat tekan pada beton variasi BPF 0,7%. Data hasil pengujian kuat tekan ini akan digunakan untuk pengujian modulus elastisitas.

4.8 Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas ini menggunakan metode ASTM C-469. Pengujian dilakukan menggunakan alat mesin kuat tekan beton dan *dial gauge* (alat uji modulus elastisitas beton). Pengujian modulus elastisitas ini dilakukan apabila umur beton telah mencapai 28 hari pada beton normal dan beton serat *polypropylene* 0,3%, 0,7%, dan 1%. Pengujian modulus elastisitas beton hanya diuji sampai dengan 40% dari kuat tekan maksimum. Pembacaan dial dilakukan dengan interval pembacaan beban 50 kN. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian modulus elastisitas beton dapat dilihat pada rincian berikut:

Tabel 4. 16: Modulus Elastisitas Beton Masing-Masing Variasi Metode ASTM C-469

Benda Uji	Modulus Elastisitas (MPa)
Beton Normal	35092
Beton Polypropylene Fiber 0,3%	52864
Beton Polypropylene Fiber 0,7%	84926
Beton Polypropylene Fiber 1%	97311



Gambar 4. 10: Grafik Modulus Elastisitas Beton Metode ASTM C-469

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang merangkum hasil akhir penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat. Saran diberikan dengan tujuan agar penelitian ini dapat menjadi acuan serta dapat dikembangkan oleh peneliti lainnya.

5.1 Kesimpulan

Hasil akhir penelitian beton dengan penambahan *Polypropylene Fiber* dan bahan tambah *Viscorete 8670 MN*, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BPF 0,3% mendapatkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 2,6 MPa. Sedangkan untuk beton normal (BN) sebesar 2,4 MPa, beton variasi BPF 0,7% didapat sebesar 2,1 MPa, dan untuk beton variasi BPF 1% didapat sebesar 1,31 MPa. Dengan demikian, semakin banyak serat yang digunakan maka semakin rendah nilai Kuat Tarik Belah Beton yang didapat.
2. Berdasarkan data hasil pengujian Modulus Elastisitas beton didapatkan kenaikan nilai uji modulus elastisitas pada setiap beton variasi, yaitu untuk sampel beton normal (BN) didapatkan nilai sebesar 35902 MPa. Sedangkan untuk sampel beton variasi BPF 0,3% didapat sebesar 52864 MPa, beton variasi BPF 0,7% didapat sebesar 84926 MPa, dan beton variasi BPF 1% didapat sebesar 97311 MPa. Dengan demikian, semakin banyak serat yang digunakan maka semakin tinggi nilai uji Modulus Elastisitas Beton yang didapat. Hal ini sinkron dengan karakteristik dari *Polypropylene Fiber* yang mengatakan bahwa serat ini memiliki modulus elastisitas diatas 9000 MPa.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran antara lain:

1. Pada saat pembuatan mix design perlu diperhatikan agar lebih teliti untuk pemilihan ukuran nilai slump.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh campuran *Polypropylene Fiber* terhadap zat *Addictive* lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan *Polypropylene Fiber* dengan variasi yang seragam, agar dapat menghasilkan nilai kuat tarik belah beton yang naik dengan konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Y. L. D., Joewono, T. B., Jurusan, D., Sipil, T., Teknik, F., & Parahyangan, U. K. (2007). *Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal*. 8(1), 34–40.
- Datu, I. T. (2013). *Karakteristik mekanis beton mutu tinggi polypropylene fiber yang menggunakan limbah slag baja sebagai agregat kasar*. 2006, 46–55.
- Gunawan, P., Wibowo, & Suryawan, N. (2014). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas*. 2(2), 206.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Zaidi, A. M. A., Mohammad, N., & Ali, N. (2013). Contribution of polypropylene fibre in improving strength of foamed concrete. *Advanced Materials Research*, 626, 762–768. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.626.762>
- Kartini, W. (n.d.). *Penggunaan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton*.
- Mulyono, T. I. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V ANDI
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Pramuja, A. (2018). Nilai Modulus Elastisitas Beton Serat Daun Nanas. *Laporan Tugas Akhir. Medan: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Rahman, T. (2020). *Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115N Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Raja, T. M. (2021). *Analisa Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete - 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Santoso, A., & Widodo, S. (2010). *Efek penambahan serat polypropylene terhadap daya lekat dan kuat lentur pada rehabilitasi struktur beton dengan self-compacting repair mortar (scrm)*. VI(2), 121–133.
- SNI-15-2049-2004. (2004). *Semen portland*.
- SNI-03-1968, S. (1990). *Analisa Saringan Agregat*.

- SNI-03-2834. (2000). *Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)*.
- SNI-03-4141. (1996). *Pemeriksaan Kadar Lumpur* .
- SNI-03-4804. (1998). *Pemeriksaan Berat Isi Agregat*.
- SNI-1969. (2008). *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*.
- SNI-1970. (2008). *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus* .
- SNI-1971. (2011). *Pemeriksaan Kadar Air Agregat*.
- SNI-2491. (2014). *Uji Kuat Tarik Belah Beton* .
- SNI-2493. (2011). *Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton* .
- SNI-2847. (2013). *Uji Modulus Elastisitas Beton*.
- Soentpiet, B. J., Wallah, S. E., & Manalip, H. (2018). Modulus Elastisitas Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash Dari Pltu Amurang. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7), 517–526.
- Sujatmiko, B., & Saifuddin. (2018). Pemanfaatan Fiber Polypropylene Pada Beton dengan Penambahan Naphoplast (Produksi PT. Varia Usaha) di Tinjau Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 3(1), 1–4. http://ejournal.unira.ac.id/index.php/jurnal_rekayasa_teknik_sipil/article/view/420/352
- Sulianti, I. A. S. R. D. (2018). Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap. *Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap*, 7(1), 35–42.
- Tjandra, C., Prasetya, D. E., Budi, G. S., & Koentjoro, H. (2017). *Pengaruh Polypropylene Fibres Pada Kekuatan Dan Modulus Elastisitas Silinder Beton Berlubang*. 1–7.
- Wijaya, H. (2020). *Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Zulkarnain, F. (2021). *Teknologi Beton*. Medan: UMSU PRESS.
- Zuraidah, S., Sujtmiko, B., Hastono, K. B., & Lidia, M. A. (2018). *Penggunaan Serat Polupropylene Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan*. 1–8.

LAMPIRAN



Gambar L- 1: Pengadukan Agregat



Gambar L- 2: Beton Segar



Gambar L- 3: Pengujian Slump Test



Gambar L- 4: Pengukuran Nilai Slump Test



Gambar L- 5: Pencetakan Benda Uji



Gambar L- 6: Perendaman Benda Uji



Gambar L- 7: Menimbang Benda Uji



Gambar L- 8: Proses Capping Benda Uji



Gambar L- 9: Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Ika Pratiwi Fujianti
Nama Panggilan : Ika
Tempat, Tanggal Lahir : Aek Korsik, 26 Juli 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Desa Aek Korsik, Kec. Aek Kuo, Kab. Labuhanbatu
Utara
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Suhedi
Ibu : Misrawati
No.HP : 0812-7063-8686
Email : ika26012001@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210031
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mochtar Basri No.3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD N 115485 Aek Korsik	2006-2012
Sekolah Menengah Pertama	SMP N 1 AEK KUO	2012-2015
Sekolah Menengah Atas	SMA N 1 AEK KUO	2015-2018