

TUGAS AKHIR

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON DENGAN PENAMBAHAN SERAT BAMBU DAN SIKA VISCOCRETE-8670 MN (Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

PUTRI DILLA INDRYANI
1807210075



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Dilla Indryani
NPM : 1807210075
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Sifat Mekanis Beton dengan Penambahan Serat
Bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* (Studi Penelitian)
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, 5 Juni 2023

Dosen Pembimbing



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Dilla Indryani
NPM : 1807210075
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Sifat Mekanis Beton dengan Penambahan Serat
Bambu dan Sika *Viscocrete-8670 MN* (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

Medan, 5 Juni 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Penguji I



Rizki Efrida, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Irma Dewi, S.T., M.Si.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Dilla Indryani
Tempat/Tanggal Lahir : Pematangsiantar / 20 September 2000
NPM : 1807210075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Sifat Mekanis Beton dengan Penambahan Serat Bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* (Studi Penelitian)”.

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

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

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 5 Juni 2023

Saya yang menyatakan,



Putri Dilla Indryani

ABSTRAK

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON DENGAN PENAMBAHAN SERAT BAMBU DAN *SIKA VISCOCRETE-8670 MN*

Putri Dilla Indryani

1807210075

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Beton berfungsi sebagai penahan beban, untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada beton perlu adanya penambahan serat. Beberapa jenis serat yang ditambahkan pada campuran beton adalah serat kaca, serat baja, serat plastik dan serat alami. Penelitian ini menggunakan serat alami yaitu serat bambu karena dapat menambah daktilitas beton terhadap kuat tekan dan tahan terhadap retakan. *Sika Viscocrete-8670 MN* digunakan untuk mempercepat pengerasan pada beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat bambu dan *sika viscocrete-8670 MN* terhadap nilai uji kuat lentur dan kuat tekan pada beton dengan variasi penambahan serat bambu sebesar 0%, 1,3%, 1,6%, dan 1,8% serta *Viscocrete 8670 MN* sebanyak 1% dari berat semen. Pengujian kuat lentur beton diuji pada beton berumur 28 hari dengan benda uji balok. Nilai rata-rata kuat lentur beton yang diperoleh sesuai masing-masing variasi yaitu BNB (5,04 MPa), SBVB 1,3% (5,09 MPa), SBVB 1,6% (5,24 MPa), dan SBVB 1,8% (5,67 MPa). Peningkatan terbesar terdapat pada beton dengan variasi SBVB 1,8% yaitu sebesar 5,67 MPa dengan besar peningkatan 12,50% dari beton normal. Pengujian kuat tekan pada beton variasi serat bambu dan *sika viscocrete 8670 MN* mengalami penurunan. Dimana nilai kuat tekan pada beton normal sebesar 25,81 MPa. Sedangkan beton dengan variasi SBVS 1,3% sebesar 25,67 MPa; SBVS 1,6% sebesar 25,13 MPa; dan SBVS 1,8% sebesar 24,85 MPa. Hal ini disebabkan karakteristik serat bambu yang memiliki sifat menyerap air. Hal ini dikarenakan semakin banyak persentase serat bambu yang dimasukkan ke dalam campuran beton akan mengakibatkan workabilitas campuran beton menurun.

Kata kunci: Serat bambu, *Sika Viscocrete-8670 MN*, Kuat lentur beton, Kuat tekan beton

ABSTRACT

ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH THE ADDITION OF BAMBOO FIBER AND SIKA VISCOCRETE-8670 MN

Putri Dilla Indryani

1807210075

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Concrete serves as a load-bearer, to increase the mechanical strength of concrete, it is necessary to add fiber. Some types of fibers added to concrete mixtures are glass fiber, steel fiber, plastic fiber and natural fiber. This study uses natural fibers, namely bamboo fibers because it can increase the ductility of concrete to compressive strength and resistance to cracks. Sika Viscocrete-8670 MN is used to accelerate hardening in concrete. The purpose of this study was to determine how the effect of adding bamboo fiber and sika viscocrete-8670 MN on the test value of flexural strength and compressive strength in concrete with variations in the addition of bamboo fiber by 0%, 1.3%, 1.6%, and 1.8% and Viscocrete 8670 MN as much as 1% of cement weight. The flexural strength test of concrete was tested on concrete aged 28 days with beam specimens. The average value of concrete flexural strength obtained according to each variation, namely BNB (5.04 MPa), SBVB 1.3% (5.09 MPa), SBVB 1.6% (5.24 MPa), and SBVB 1.8% (5.67 MPa). The biggest increase was found in concrete with a variation of SBVB of 1.8%, which was 5.67 MPa with an increase of 12.50% from normal concrete. Compressive strength testing on bamboo fiber variation concrete and sika viscocrete 8670 MN has decreased. Where the compressive strength value in normal concrete is 25.81 MPa. While concrete with a variation of 1.3% SBVS of 25.67 MPa; SBVS 1.6% at 25.13 MPa; and SBVS 1.8% at 24.85 MPa. This is due to the characteristics of bamboo fibers that have the property of absorbing water. This is because the more percentage of bamboo fiber that is put into the concrete mixture will result in the workability of the concrete mixture decreases.

Keywords: Bamboo Fiber, Sika Viscocrete-8670 MN, Concrete bending strength, Concrete compressive strength

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Analisis Sifat Mekanis Beton dengan Penambahan Serat Bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN*" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I sekaligus selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Irma Dewi, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T. 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. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda Lamino dan Ibunda Ruth Wias Putri Handayani yang dengan tulus memberi doa, kasih sayang, nasehat, serta dukungan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Terimakasih teruntuk adik-adikku tercinta Suci Amanda, Syifa Salma, Rendis Marsha dan pemilik NPM 1807230042 yang selalu memberi doa dan dukungan semangat penuh cinta kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil B1 Stambuk 2018 terutama Agung Trisandi, Dimas Diko Perdana, Putri Suci Amalia, Nila Ardiyah, Evieta Sari, Sylmi El Fairuz, Elpiyan Sitorus dan lainnya yang tidak mungkin saya sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 13 Mei 2023

Saya yang menyatakan,



Putri Dilla Indryani

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.	ii
LEMBAR PENGESAHAN		iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR		iiiv
ABSTRAK		v
<i>ABSTRACT</i>		vi
KATA PENGANTAR		vii
DAFTAR ISI		ix
DAFTAR TABEL		xii
DAFTAR GAMBAR		xiv
DAFTAR NOTASI		xv
DAFTAR LAMPIRAN		xvi
BAB 1 PENDAHULUAN		1
1.1 Latar Belakang		1
1.2 Rumusan Masalah		2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian		3
1.4 Tujuan Penelitian		3
1.5 Manfaat Penelitian		3
1.6 Sistematika Penulisan		4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA		5
2.1 Pengertian Beton		5
2.2 Bahan Dasar Pembuatan Beton		5
2.2.1 Semen		5
2.2.2 Agregat		6
2.2.3 Air		8
2.3 Bahan Tambah		8
2.3.1 Serat Bambu		9
2.3.2 <i>Sika Viscocrete-8670 MN</i>		9
2.4 Kuat Tekan Beton		10
2.5 Kuat Lentur Beton		11
2.6 Penelitian Terdahulu		12
BAB 3 METODE PENELITIAN		13
3.1 Metodologi Penelitian		13
3.2 Tahapan Penelitian		13
3.3 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data		16
3.3.1 Data Primer		16
3.3.2 Data Sekunder		16

3.3.3 Pengolahan Data	17
3.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	17
3.5 Alat dan Bahan	17
3.5.1 Alat	17
3.5.2 Bahan	18
3.6 Instrumen Penelitian	20
3.6.1 Desain Benda Uji	20
3.7 Langkah-Langkah Pemeriksaan Agregat	22
3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)	22
3.7.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)	22
3.7.3 Analisa Gradasi Agregat	23
3.7.4 Berat Isi Agregat	24
3.7.5 Kadar Air Agregat	25
3.7.6 Kadar Lumpur Agregat	26
3.7.7 Pembuatan Serat Bambu	26
3.7.8 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	26
3.8 Pembuatan Benda Uji	36
3.9 Pemeriksaan <i>Slump</i>	37
3.10 Perawatan (<i>Curing</i>) pada Benda Uji	38
3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton	39
3.12 Pengujian Kuat Lentur Beton	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat	41
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus	41
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	45
4.2 Perencanaan Campuran Beton	49
4.2.1 Kebutuhan Bahan	58
4.3 Pengujian <i>Slump</i>	60
4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	61
4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	63
4.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,3% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	63
4.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,6% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	64
4.4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,8% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	64
4.4.5 Pembahasan Kuat Tekan	66

4.5 Pengujian Kuat Lentur Beton	67
4.5.1 Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	67
4.5.2 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,3% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	68
4.5.3 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,6% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	69
4.5.4 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,8% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN	70
4.5.5 Pembahasan Kuat Lentur	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Toleransi Waktu Pengujian Kuat Tekan Beton	11
Tabel 3.1: Komposisi Campuran Benda Uji dan Kode Benda Uji Silinder	19
Tabel 3.2: Komposisi Campuran Benda Uji dan Kode Benda Uji Balok	20
Tabel 3.3: Nilai Standar Deviasi	26
Tabel 3.4: Nilai Tambah Margin	27
Tabel 3.5: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	28
Tabel 3.6: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	30
Tabel 3.7: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	31
Tabel 4.1: Analisa Gradasi Agregat Halus	39
Tabel 4.2: Daerah gradasi agregat halus	40
Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus	41
Tabel 4.4: Hasil pengujian kadar air agregat halus	42
Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	42
Tabel 4.6: Hasil pengujian berat isi agregat halus	43
Tabel 4.7: Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Kasar	44
Tabel 4.8: Batas Gradasi Agregat Kasar	44
Tabel 4.9: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	45
Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar air agregat kasar	46
Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	46
Tabel 4.12: Hasil pengujian berat isi agregat kasar	47
Tabel 4.13: Data-data hasil tes dasar	47
Tabel 4.14: Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000	53
Tabel 4.15: Kebutuhan bahan penyusun beton untuk benda uji silinder	55
Tabel 4.16: Kebutuhan bahan penyusun beton untuk benda uji balok	57
Tabel 4.17: Hasil pengujian nilai slump untuk benda uji silinder dan balok	58
Tabel 4.18: Hasil pengujian kuat tekan beton normal	59

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,3% serat bambu dan 1% sika viscocrete	59
Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete	60
Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete	60
Tabel 4.22: Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 hari	61
Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat lentur beton normal umur 28 hari	63
Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,3% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%	64
Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,6% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%	65
Tabel 4.26: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,8% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian Beton Silinder dan Balok	15
Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen	29
Gambar 3.3: Batas Gradasi Pasir (Sedang) No. 2	32
Gambar 3.4: Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm	32
Gambar 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	33
Gambar 3.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	34
Gambar 4.1: Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II	41
Gambar 4.2: Grafik Gradasi Agregat Kasar	45
Gambar 4.3: Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton	49
Gambar 4.4: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	51
Gambar 4.5: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada FAS 0,45	52
Gambar 4.6: Grafik persentase kuat tekan beton dan beton serat umur 28 hari	61
Gambar 4.7: Grafik hasil pengujian kuat lentur beton	67

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat Tekan Beton
P	= Beban Maksimum
A	= Luas Penampang benda uji (cm ²)
f_r	= Kuat lentur beton (Mpa)
L	= panjang benda uji (mm)
B	= Lebar balok (mm)
D	= Tinggi balok (mm)
S	= Deviasi standar.
M	= Nilai tambah margin
Wh	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus
Wk	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar
FM	= Modulus kehalusan
B	= Jumlah air
C	= Jumlah agregat halus
D	= Jumlah agregat kasar
Ca	= Penyerapan agregat halus
Da	= Penyerapan agregat kasar
Ck	= Kadar air agregat halus
Dk	= Kadar air agregat kasar

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L-1: Pembuatan Campuran Beton dengan Mixer	73
Gambar L-2: Pengujian Slump	73
Gambar L-3: Menghitung Nilai Slump	73
Gambar L-4: Pencetakan Beton Silinder	74
Gambar L-5: Cetakan Beton Silinder dan Balok	74
Gambar L-6: Penimbangan Benda Uji Sebelum Pengujian Kuat Tekan	74
Gambar L-7: Pengujian Kuat Tekan Beton	75
Gambar L-8: Pencetakan Beton Balok	75
Gambar L-9: Perendaman Benda Uji	75
Gambar L-10: Pengujian Kuat Lentur Balok	76

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan pembangunan infrastruktur yang signifikan, seperti jalan, gedung, pembangunan jembatan, tower, maupun pembangunan konstruksi lainnya mempengaruhi material-material konstruksi yang digunakan. Beton menjadi salah satu material konstruksi yang diminati dalam pembuatan struktur bangunan. Kelebihan beton diantaranya mampu menahan gaya tekan yang tinggi, memiliki kuat lentur yang tinggi, ketahanan yang baik terhadap cuaca, dan bentuknya yang dapat disesuaikan dengan keinginan (Riyanto et al., 2017).

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, air, dan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil). Penambahan bahan tambah pada campuran beton sangat bervariasi, mulai dari serat, bahan kimia maupun bahan non kimia dengan perbandingan tertentu. Campuran beton yang dituang ke dalam cetakan lalu dibiarkan akan mengeras seperti batuan. Hal tersebut terjadi dikarenakan proses reaksi kimia antara air dan semen sebagai perekat dan agregat sebagai bahan pengisi, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah massa yang kuat (Yulia Widhiastuti, 2010).

Pada umumnya beton berfungsi sebagai penahan beban, maka dari itu untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada beton perlu adanya penambahan serat. Beberapa jenis serat yang sering ditambahkan pada campuran beton adalah serat kaca, serat baja, serat plastik dan serat alami. Pada penelitian ini digunakan serat alami yaitu serat bambu karena untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang baik dengan memanfaatkan bahan yang tersedia di sekitar lingkungan masyarakat. Oleh karena itu, serat bambu dipilih karena memiliki pertimbangan kuat lenturnya yang cukup tinggi. Bambu banyak dimanfaatkan sebagai kebutuhan sehari-hari, sehingga limbahnya banyak tersebar dan mudah untuk diperoleh (Riyanto et al., 2017).

Bambu merupakan jenis tanaman rumput-rumputan yang menyerupai pohon berkayu yang banyak dipakai sebagai bahan struktur bangunan serta perabot rumah tangga di daerah tropis sejak beberapa abad yang lalu. Bambu digunakan sebagai material struktur dikarenakan bambu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa. Serat bambu memiliki harga yang relatif murah dan kerapatan rendah dan mempunyai daktilitas yang tinggi. Karakteristik mekanik bambu ini menjadikan bambu mempunyai peluang untuk digunakan sebagai serat pada beton. Mekanisme kerja serat dalam memperbaiki sifat beton yaitu dengan cara mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak. Perletakan serat berjajar dan seragam akan lebih efektif dan tidak tumpang tindih sehingga dapat meningkatkan perilaku keruntuhan dari beton (Junnaidy et al., 2017).

Sika Viscocrete-8670 MN merupakan *superplasticizer* tipe P yaitu *superplasticizer polycarboxylate*. Untuk mencapai *workability* rendah dianjurkan pemakaian dosis adalah 0.3% sampai dengan 0.8% dari berat semen dan kebutuhan *workability* tinggi dengan W/c rendah maka dipakai dosis antara 0.8% sampai dengan 2.0%. *Sika Viscocrete-8670 MN* ini sangat dianjurkan untuk proyek yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi. Warna *Sika Viscocrete-8670 MN* adalah *yellowish*, agak kuning atau seperti teh (Superplasticiser, 2017).

Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan bahan tambah serat bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* sebagai campuran beton untuk mengetahui kekuatan mekanis beton terhadap kuat lentur dan kuat tekan pada beton.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* terhadap kuat lentur pada beton?
2. Bagaimana hasil beton campuran serat bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* terhadap kuat tekan beton?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah. Adapun batasan masalah tersebut, antara lain:

1. Beton yang akan diteliti merupakan beton normal.
2. Benda uji yang digunakan berbentuk balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm untuk pengujian kuat lentur beton dan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah serat bambu.
4. Bahan kimia yang digunakan yaitu *Sika Viscocrete-8670 MN*.
5. Variasi campuran serat bambu pada beton normal adalah sebesar 1,3%, 1,6%, dan 1,8%.
6. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton pada beton normal yang diberikan campuran serat bambu dan *Sika Viscocrete - 8670 MN* selama perendaman 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat bambu dan *sika viscocrete-8670 MN* terhadap nilai uji kuat lentur pada beton.
2. Untuk mengetahui bagaimana hasil beton campuran serat bambu dan *sika viscocrete-8670 MN* terhadap nilai kuat tekan pada beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan inovasi baru dalam pemanfaatan bambu dalam bidang konstruksi.
2. Dapat memberikan informasi tentang perbandingan kuat lentur dan kuat tekan pada beton yang memiliki campuran serat bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan beton normal.

3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan untuk penelitian-penelitian selanjutnya dan dapat dikembangkan lagi dengan inovasi baru.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisa data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 2012), Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa yang padat, kuat dan stabil. Beton normal mempunyai berat isi 2200 kg/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3 .

Sedangkan menurut (Sujatmiko, 2019) dalam Neville dan Brooks, 1987 definisi beton sudah semakin luas, dimana beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, serat, sulfur, abu terbang, dan lain-lain. Perancangan beton yang baik harus memenuhi kriteria yaitu kuat (*strength*) tekan yang tinggi, pengerjaan yang mudah (*workability*), tahan lama (*durability*), murah dan tahan aus.

Beton serat merupakan beton yang terbuat dari unsur penyusun semen, air, agregat halus, agregat kasar dan tambahan sejumlah serat/*fibre*. Penambahan serat pada campuran beton dapat memperbaiki sifat mekanis beton, dapat mencegah berkembangnya retakan pada beton. Berbagai jenis serat yang ditambahkan dalam campuran beton adalah serat baja, serat kaca, serat plastik, karbon dan serat alami seperti serat bambu, sabut kelapa, ijuk dan lainnya (Yusra et al., 2020).

2.2 Bahan Dasar Pembuatan Beton

Pada umumnya campuran beton terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau menambahkan bahan tambah (*admixture*).

2.2.1 Semen

Berdasarkan (SNI 15-2049-2004, 2004), semen portland merupakan 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 lain.

Semen adalah material yang memiliki sifat adhesif dan kohesif sebagai bahan perekat. Perekat tersebut yang menimbulkan reaksi memadat dan membentuk massa yang keras. Semen dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah material pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air dan menghasilkan produk yang tahan air. Sedangkan semen non-hidrolis adalah material pengikat yang bila dicampur dengan air menghasilkan produk yang dapat mengeras setelah bereaksi dengan karbondioksida, bukan dengan air (Valentin et al., 2021).

Semen *portland* yang digunakan dalam pembuatan beton, yaitu semen yang memiliki butiran halus yang dapat dirasakan atau diraba dengan tangan. Semen yang mengandung atau tercampur gumpalan-gumpalan kecil, tidak baik untuk pembuatan beton (Budi et al., 2021).

Menurut (SNI 15-2049-2004, 2004), semen *portland* dibedakan menjadi lima jenis yaitu:

- a. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Agregat

Pada suatu campuran beton normal, agregat menempati 70 hingga 75% volume beton yang mengeras. Sisanya ditempati oleh pasta semen, air yang tersisa

dari reaksi hidrasi serta rongga udara. Secara umum bila susunan agregat dalam campuran beton semakin padat maka beton yang dihasilkan akan makin tahan lama dan ekonomis. Oleh karena itu, agar dapat dipadatkan dengan baik, maka ukuran agregat harus dipilih sedemikian rupa sehingga memenuhi gradasi yang disarankan. Agregat sebaiknya memiliki kekuatan yang baik, awet dan tahan terhadap perubahan cuaca dan juga harus bersih dari lempung, tanah liat, lanau ataupun kotoran organik lainnya yang akan melemahkan lekatan antara pasta semen dan agregat (Setiawan, 2016).

2.2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar atau biasa disebut juga kerikil ataupun batu pecah merupakan hasil desintegrasi alami dari batuan maupun batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya antara 4,75 mm – 40 mm. Ukuran diameter kerikil lebih dari 40 mm tidak baik untuk pembuatan beton (Budi et al., 2021).

Agregat kasar memiliki syarat-syarat mutu diantaranya:

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras.
- b. Memiliki sifat kekal, tidak pecah atau lapuk karena pengaruh cuaca.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur.
- d. Tidak boleh mengandung zat organik atau bahan alkali yang dapat merusak beton.
- e. Tidak boleh mengandung garam.

2.2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus atau biasa disebut pasir dapat diperoleh dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Butiran agregat dengan ukuran lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt* dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (Bintoro et al., 2018).

Pasir merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan penyusun beton maka dari itu memiliki syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Memiliki butiran yang tajam, kuat dan keras.

- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur/lapuk karena pengaruh cuaca.
- c. Memiliki ukuran diameter 0,075 – 4,75 mm.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur.

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memudahkan proses pekerjaan beton. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan dalam campuran beton. Air yang tercemar pada campuran beton akan menurunkan kualitas beton, dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan bahkan dapat merusak beton (Mulyono, 2019).

Perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton biasa disebut Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Jumlah air yang berlebihan mengakibatkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan terlalu sedikit air dapat menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga berpengaruh terhadap kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling (Mulyono, 2019).

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton dan erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak maupun korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh (Budi et al., 2021).

2.3 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan biaya, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Bahan tambah merupakan bahan tambah kimia yang dimaksudkan lebih banyak mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan jadi dapat dikatakan bahwa bahan tambah kimia (*chemical admixture*) lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan (Mulyono, 2019).

2.3.1 Serat Bambu

Bambu merupakan tanaman yang pertumbuhannya sangat banyak di daerah pedesaan di Indonesia. Rendahnya permintaan konsumen menyebabkan kalangan industri tidak mengembangkannya sehingga persediaan bambu di Indonesia semakin berlimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat luas. Pertumbuhan bambu yang sangat pesat seharusnya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat lokal untuk menciptakan inovasi baru dalam pemanfaatan bambu. Berdasarkan dari beberapa penelitian, struktur bambu terbukti memiliki banyak keunggulan seperti seratnya yang liat dan elastis sangat baik dalam menahan beban baik beban tekan/tarik, geser, maupun tekuk (Yusra et al., 2020).

Penelitian ini menggunakan serat bambu. Serat bambu dapat menambah daktilitas beton terhadap kuat tekan dan tahan terhadap retakan karena memiliki kuat tarik yang baik. Penggunaan bambu sebagai material struktur sangat tepat karena bambu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa. Bambu juga mempunyai kuat tarik yang cukup besar bahkan untuk beberapa jenis bambu kuat tariknya melebihi kuat tarik baja serta memiliki elastisitas yang cukup tinggi.

Serat alami bambu memiliki kerapatan rendah, harga relative murah dan konsumsi energi rendah, serta dapat menetralkan CO₂ dan memproduksi O₂ tiga kali lebih banyak dari tanaman lainnya. Karakteristik mekanik bambu ini menjadikan bambu mempunyai peluang untuk digunakan sebagai serat pada beton. Mekanisme kerja serat dalam memperbaiki sifat beton yaitu dengan cara mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak. Perletakan serat berjajar dan seragam akan lebih efektif dan tidak tumpang tindih sehingga dapat meningkatkan perilaku keruntuhan dari beton (Junnaidy et al., 2017).

2.3.2 *Sika Viscocrete-8670 MN*

Sika Viscocrete – 8670 MN merupakan *superplasticizer* generasi ketiga untuk beton dan mortar. *Sika Viscocrete – 8670 MN* adalah *superplasticizer* multiguna unik yang sangat cocok untuk produksi beton yang menuntut kekuatan awal yang

tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik.

Dengan kombinasi luar biasa dari waktu kerja dan pengembangan kekuatan awal *Sika Viscocrete-8670 MN* digunakan untuk hal-hal berikut:

- Beragam aplikasi yang memerlukan kemampuan kerja yang sangat baik dan pengembangan kekuatan awal yang baik.
- Beton dengan reduksi air sangat tinggi (hingga 30%).
- Beton berkinerja tinggi.

Keunggulan *Sika Viscocrete-8670 MN* sebagai berikut:

- Kemampuan kerja yang diperpanjang dalam hubungannya dengan pengembangan kekuatan cepat berikutnya.
- Efek plastisisasi yang sangat baik, menghasilkan karakteristik aliran, penempatan, dan pemadatan yang lebih baik.
- Mengurangi penyusutan selama proses curing dan mengurangi creep saat mengeras.
- Memberikan banyak peluang untuk peningkatan biaya misalnya: pengurangan semen, desain campuran yang lebih ekonomis, mengurangi biaya energi untuk mengukus elemen pracetak, pengurangan klaim potensial, dan lain-lain.

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 (Superplasticiser, 2017).

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban dan satuan luas penampang beton. Beban yang diukur adalah gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin uji tekan saat benda uji mengalami kehancuran (Trimurtiningrum, 2018). Rumus perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

$f'c$: Kuat Tekan (kg/cm²)

P : Beban Maksimum (kg)

A : Luas Penampang (cm²)

Berdasarkan (ASTM C39/C39M, 2003), pengujian kuat tekan beton tidak keluar dari batas waktu yang telah ditentukan. Batas waktu tersebut dijelaskan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1: Toleransi Waktu Pengujian Kuat Tekan Beton (ASTM C-39, 2003)

Umur Pengujian	Toleransi Waktu
24 jam	0,5 jam atau 2,1%
3 hari	2 jam atau 2,8%
7 hari	6 jam atau 3,6%
28 hari	20 jam atau 3,0%
90 hari	48 jam atau 2,2%

2.5 Kuat Lentur Beton

Menurut (SNI 4431-2011, 2011), kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakkan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam *Mega Pascal* (MPa) gaya persatuan luas. Kuat lentur sering dinyatakan sebagai modulus hancur beton (*modulus of rupture*), f_r yang menunjukkan kuat tarik maksimum beton pada kondisi lentur (Setiawan, 2016). Benda uji yang digunakan yaitu berbentuk balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Beban diberikan secara konstan sehingga terjadi keruntuhan pada benda uji. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kuat lentur beton adalah:

$$f_r = \frac{PL}{bd^2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

f_r : kuat lentur beton (Mpa)

P : beban batas benda uji (N)

L : panjang benda uji (mm)

b : lebar balok (mm)

d : tinggi balok (mm)

2.6 Penelitian Terdahulu

Menurut Retno Trimurtiningrum, penambahan serat bambu pada campuran beton berpengaruh pada nilai kuat tekan dan kuat tarik beton. Terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat tarik beton pada campuran dengan persentase penambahan serat bambu sebesar 1% karena peranan serat bambu dalam menahan retakan akibat beban berlebih yang terjadi pada beton. Penurunan kuat tekan beton pada persentase serat bambu 2% dan kuat tarik beton pada serat bambu sebesar 3%, disebabkan oleh menurunnya tingkat workabilitas beton seiring dengan penambahan persentase serat bambu pada campuran beton. Hal tersebut berakibat pada terciptanya rongga atau *void* dalam beton serta terganggunya *bonding* antara pasta semen dengan agregat beton (Trimurtiningrum, 2018).

Dari hasil penelitian Tondi Mulia Raja N. (N, 2021), penggunaan serat bambu dan *sika viscocrete 8670-MN* mempengaruhi nilai slump. Semakin besar kandungan serat bambu maka semakin kecil nilai slump nya. Semakin kecil nilai slump berarti tingkat kemudahan pengerjaannya (*workability*) semakin rendah.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang melakukan suatu proses atau percobaan untuk mendapatkan data dan menganalisa data yang telah diperoleh. Dalam penelitian ini metodologi berfungsi sebagai panduan kegiatan dalam pengumpulan data.

3.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan-tahapan penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. **Persiapan**

Dalam hal ini mempersiapkan peralatan yang digunakan dan melakukan pengujian material pembuatan benda uji beton seperti agregat kasar, agregat halus, semen portland, air, serat bambu dan *superplasticizer* yang akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. **Pemeriksaan Material**

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah material telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*).

3. **Pengujian Dasar Material**

Pengujian dasar ini dilakukan pada sampel agregat kasar, agregat halus, dan serat bambu. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, berat isi dan analisa saringan.

4. **Mix Design**

Perhitungan *mix design* untuk pengadukan beton. Dimana perhitungan proporsi pada beton sesuai dengan yang disyaratkan. Perhitungan proporsi

meliputi beton normal dan beton campuran serat bambu sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.

5. Pembuatan Benda Uji

Setelah proses perhitungan *mix design* selesai, selanjutnya masuk ke tahap pembuatan benda uji dengan cara mencampurkan seluruh bahan yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, air, serat bambu dan *superplasticizer* ke dalam mixer.

6. Pengujian Slump

Pengujian *slump test* yang mengacu pada SNI 1972:2008.

7. Pencetakan Benda Uji

Setelah proses diatas selesai, selanjutnya melakukan pencetakan pada beton dengan cara memasukan adukan beton segar ke cetakan dan menunggu proses pengeringan beton.

8. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton di dalam bak perendam selama 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan.

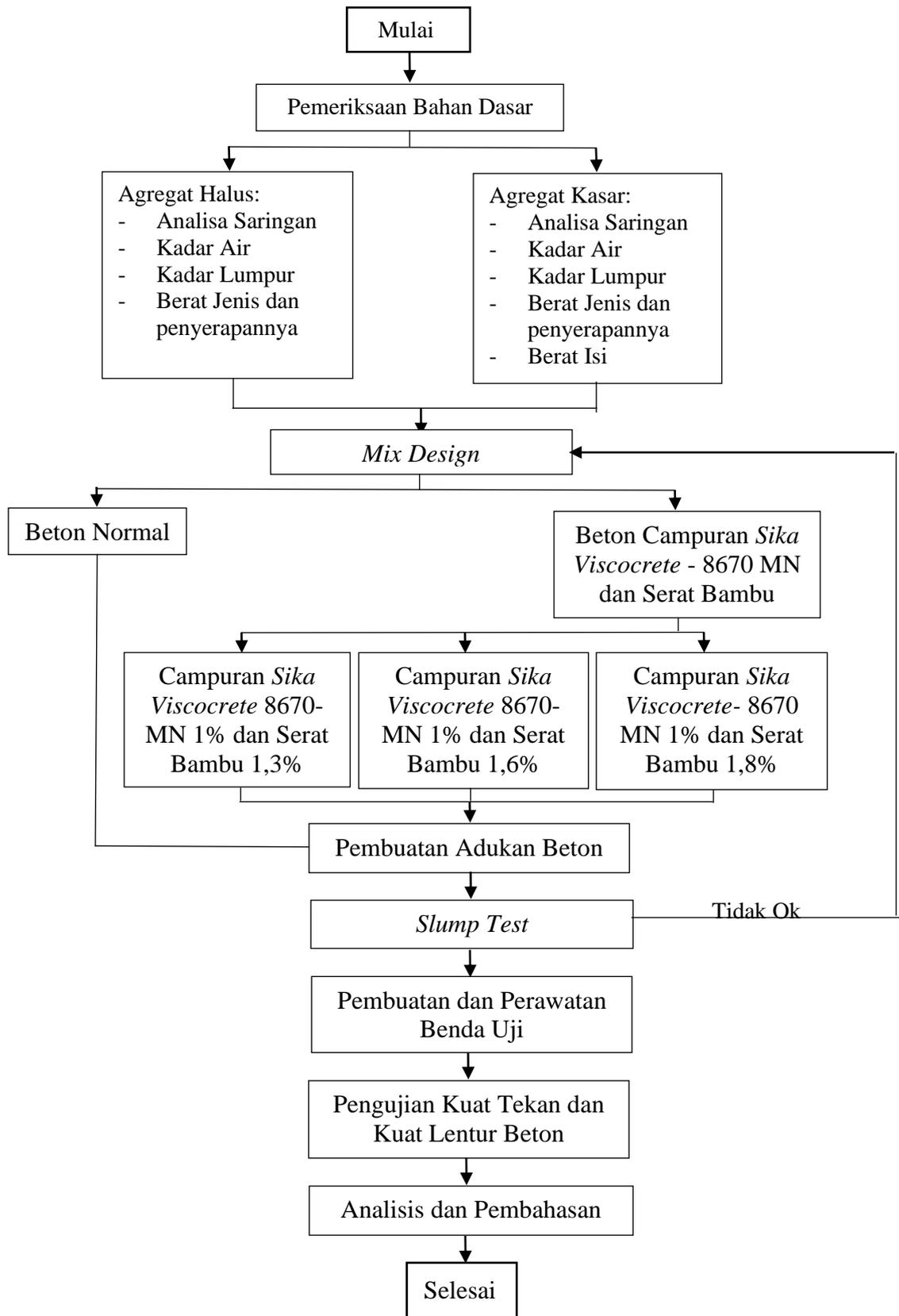
9. Pengujian Beton

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton.

10. Pembahasan dan Laporan Akhir

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dan mengevaluasi data dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Kemudian melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

Secara keseluruhan tahapan penelitian ini disusun dalam bentuk diagram alir. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian Beton Silinder dan Balok

3.3 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

1. Analisa saringan agregat (SNI 03-1968, 1990).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
7. Perencanaan campuran beton (*mix design*) (SNI 03-2834-2000).
8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).
10. Uji kuat lentur beton (SNI 03-4431-2011).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder ini adalah data yang diperoleh dari jurnal-jurnal, buku yang berhubungan dengan teknik beton, ditambahkan dengan referensi pembuatan beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*), dan Laporan Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian ini juga tidak lepas dari bimbingan secara langsung oleh dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang dipergunakan yaitu:

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974:2011 tentang metode pengujian kuat tekan beton silinder.
3. Peraturan SNI 03-4431-2011 tentang metode pengujian kuat lentur beton.

3.3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data hasil dari penelitian dilakukan dengan bantuan program aplikasi Microsoft Office Excel.

3.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian yang direncanakan selama ± 2 bulan.

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Satu set saringan untuk agregat halus, meliputi: No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan. Sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1 1/2", 3/4", 3/8", dan No 4.
2. Timbangan digital, berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Gelas ukur, digunakan sebagai takaran air dan *Sika Viscocrete* – 8670 MN
4. Oven, berfungsi sebagai alat mengeringkan sampel bahan.
5. Wadah atau ember, berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.
6. Plastik ukuran 10 kg, berfungsi sebagai wadah untuk bahan yang telah siap untuk di mixer.
7. Pan, berfungsi sebagai alat untuk alas pengaduk beton segar.
8. Skop tangan, berfungsi untuk mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam cetakan.
9. Skrap, berfungsi untuk meratakan campuran beton.
10. Cetakan (bekisting) beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Cetakan beton balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm.

11. Vaseline dan kuas, berfungsi untuk melapisi cetakan beton agar tidak menempel dalam cetakan.
12. Mesin pengaduk (*mixer*), berfungsi sebagai alat pencampur semua bahan hingga membentuk adonan beton segar.
13. Bak perendam, berfungsi untuk merendam beton yang telah dilepaskan dari cetakan.
14. Kerucut Abrams, berfungsi untuk menguji *slump*.
15. Tongkat penumbuk, berfungsi untuk memadatkan benda uji.
16. *Compression Test Machine*, berfungsi untuk menguji kuat tekan beton.
17. *Flexural Test*, berfungsi untuk menguji kuat lentur beton.

3.5.2 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

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.
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.
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.
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.

5. *Superplasticizer Sika Viscocrete-8670 MN*

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.

6. Serat Bambu

Serat bambu banyak dijumpai tumbuh di lahan-lahan liar seperti di tepi sungai, tebing-tebing dan sebagainya serat bambu yang digunakan berdiameter 1mm – 2mm dan panjang 5cm.

3.6 Instrumen Penelitian

3.6.1 Desain Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, dengan sampel 8 buah beton silinder dan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm, dengan sampel 8 buah beton balok, dengan 3 (tiga) variasi persentase penambahan serat bambu 1,3%, 1,6%, 1,8% dan setiap variasi berjumlah 2 sampel. Pengujian akan dilaksanakan pada umur 28 hari setelah perendaman beton. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1. dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1: Komposisi Campuran Benda Uji dan Kode Benda Uji Silinder

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Serat Bambu	<i>Sika Viscocrete – 8670 MN</i>	Jumlah Sampel
1	BNS	100%	100%	0%	0%	2
2	SBVS 1,3%	100%	100%	1,3%	1%	2
3	SBVS 1,6%	100%	100%	1,6%	1%	2
4	SBVS 1,8%	100%	100%	1,8%	1%	2
JUMLAH						8

Keterangan:

- BNS : Beton normal berbentuk silinder dengan campuran 0% serat bambu dan 0% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,3% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,3% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,6% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,6% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,8% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,8% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

Tabel 3.2: Komposisi Campuran Benda Uji dan Kode Benda Uji Balok

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Serat Bambu	<i>Sika Viscocrete</i> – 8670 MN	Jumlah Sampel
1	BNB	100%	100%	0%	0%	2
2	SBVB 1,3%	100%	100%	1,3%	1%	2
3	SBVB 1,6%	100%	100%	1,6%	1%	2
4	SBVB 1,8%	100%	100%	1,8%	1%	2
JUMLAH						8

Keterangan:

- BNB : Beton normal berbentuk balok dengan campuran 0% serat bambu dan 0% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVB 1,3% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,3% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVB 1,6% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,6% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVB 1,8% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,8% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

3.7 Langkah-Langkah Pemeriksaan Agregat

3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur pengujian:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Mengayak agregat kasar dan yang akan digunakan yaitu lolos ayakan 3/4", tertahan 1/2" dan 3/8".
3. Memasukkan sampel ke dalam plastik.
4. Mengisi air ke dalam ember sebanyak 11 liter. Kemudian agregat di dalam plastik dimasukkan ke dalam ember berisi air selama ± 24 jam.
5. Setelah 24 jam membuang air yang di dalam ember dan mengeringkan agregat menggunakan serbet (kain lap).
6. Mencuci bersih ember dan mengisi lagi dengan air sebanyak 11 liter.
7. Menstabilkan timbangan dengan cara menggantung keranjang hingga 3/4 bagian keranjang terendam.
8. Memasukkan sampel ke dalam keranjang besi dan menggoyangkan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap.
9. Menimbang sampel yang berada di dalam air menggunakan timbangan duragan dan mencatat hasilnya.
10. Mengeluarkan sampel dari dalam keranjang besi dan memasukkan ke dalam oven pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
11. Mengeluarkan sampel dari oven, kemudian didiamkan sampai dingin dalam suhu ruangan.
12. Menimbang sampel dalam suhu ruangan.

3.7.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian:

1. Menyiapkan alat dan bahan, pasir yang lolos ayakan no.4.
2. Menjemur contoh agregat halus untuk mendapatkan kondisi SSD (kering permukaan).
3. Memasukkan contoh agregat yang telah dikeringkan ke dalam cetakan kerucut pasir (*metal sandcone mold*) 1/3 bagian yang kemudian ditusuk dengan tongkat

pemadat sebanyak 25 kali untuk bagian pertama mengisi 1/3 bagian lagi untuk bagian kedua dan menusuknya sebanyak 25 kali. Kemudian mengisi hingga penuh dan ditusuk sebanyak 25 kali kemudian mengisi hingga penuh lagi dan diratakan dengan mistar perata.

4. Mengangkat cetakan kerucut pasir secara perlahan. Bila agregat runtuh maka didapatlah agregat dalam kondisi SSD.
5. Menimbang benda uji sebanyak 500 gr.
6. Menimbang piknometer dengan keadaan piknometer terisi air.
7. Membuang air yang ada di dalam piknometer.
8. Memasukkan agregat halus ke dalam piknometer dengan menggunakan corong dan mengisinya dengan air sehingga penuh, kemudian menimbang dan mencatatnya.
9. Memanaskan piknometer yang telah berisi air, serta agregat halus tersebut selama ± 15 menit, mengangkat dan menggoyangkan piknometer tersebut, setiap 5 menit sekali untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap.
10. Merendam piknometer selama ± 24 jam di dalam ember yang telah diisi air terlebih dahulu.
11. Setelah ± 24 jam, mengeluarkan agregat halus dan piknometer dan menurunkannya ke dalam wadah sehingga tidak ada lagi agregat halus yang tertinggal pada piknometer.
12. Memasukkan wadah yang berisikan agregat ke dalam oven dan mengeringkannya ke dalam oven selama ± 24 jam.
13. Mengeluarkan wadah di dalam oven lalu menimbang dan mencatatnya.

3.7.3 Analisa Gradasi Agregat

Prosedur Pengujian:

1. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C, sampai berat tetap.
2. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar di bagian atas. Lalu pan diletakkan pada bagian bawah. Kemudian agregat

dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan.

4. Selanjutnya susunan saringan diletakkan dalam mesin penggetar saringan (*sieve shaker*). Lalu mesin penggetar saringan dijalankan selama ± 15 menit.
5. Kemudian menimbang berat agregat yang terdapat pada masing- masing saringan.

3.7.4 Berat Isi Agregat

Prosedur Pengujian:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Agregat dalam kondisi Kering Oven.
3. Meletakkan agregat masing-masing halus dan kasar dan meletakkannya ke dalam pan.
4. Menimbang wadah baja dan mengukur dimensi wadah untuk mengetahui volume wadah kemudian mencatatnya.
5. Menurut ASTM C 29/C 29M - 97 dan (SNI 03-4804-1998, 1998) ada 3 metode, yaitu:
 - a. Cara lepas/gembur
 1. Memasukkan contoh bahan ke dalam wadah besi hingga penuh menggunakan sekop kecil (dengan cara jatuh bebas dari ketinggian 5 cm di atas permukaan wadah).
 2. Setelah penuh kemudian meratakan permukaan wadah dengan mistar perata.
 3. Kemudian menimbanginya (berat contoh + wadah) dan mencatatnya.
 - b. Cara penusukan
 1. Memasukkan benda uji ke dalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menusuknya dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali. Lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian penuh.

2. Menambahkan kembali benda uji ke dalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya dengan metode perata.
 3. Kemudian menimbanginya (benda uji + wadah) dan mencatat.
- c. Cara penggoyangan
1. Memasukkan benda uji ke dalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menggoyangkan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah secara bergantian sebanyak 25 kali lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian penuh.
 2. Menambah kembali bahan ke dalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya dengan mistar perata.
 3. Kemudian menimbang dan mencatatnya.

3.7.5 Kadar Air Agregat

Prosedur Pengujian:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Menyaring sampel agregat dengan saringan yang lolos 3/4" dan tertahan di 3/8" untuk agregat kasar dan agregat yang lolos saringan No.4 untuk agregat halus.
3. Menimbang wadah yang akan digunakan sebagai wadah saat akan dimasukkan ke dalam oven.
4. Mengambil contoh bahan saringan No.4 kemudian memasukkan ke dalam wadah dan menimbanginya.
5. Mengambil contoh bahan saringan yang tertahan di 3/8" kemudian memasukkan ke dalam wadah dan menimbanginya.
6. Mengeringkan contoh bahan ke dalam oven sampai batas konstan selama ± 24 jam dengan suhu $(105 \pm 5^{\circ}\text{C})$.
7. Mengeluarkan contoh bahan dari oven lalu mendinginkannya selanjutnya menimbanginya.
8. Mencatat hasil kadar air dari masing-masing agregat yang ditimbang pada saat setelah didinginkan.

3.7.6 Kadar Lumpur Agregat

Prosedur Pengujian:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengambil sampel lolos saringan No. 4 untuk agregat halus, sedangkan untuk agregat kasar menggunakan sampel lolos saringan 3/4" dan tertahan 3/8".
3. Mengambil ember berisi air.
4. Mencuci sampel dengan air bersih, kemudian menyaring agregat halus dengan saringan No. 200 dan 3/8 untuk agregat kasar.
Melakukan hal yang sama secara berulang ulang sampai air cucian tidak keruh.
5. Memasukkan agregat basah (yang telah dicuci) ke dalam wadah dan menimbangnya.
6. Memasukkan sampel ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
7. Mengeluarkan sampel dari dalam oven kemudian menimbang dan mencatat beratnya (mendinginkan sampel pada suhu ruangan sebelum ditimbang).
8. Lalu mendinginkan sampai suhu ruangan.
9. Kemudian memasukkan kembali ke dalam oven selama 10 menit.
10. Lalu mengeluarkan bahan uji kemudian menimbang dan mencatat hasilnya.

3.7.7 Pembuatan Serat Bambu

Serat - serat bambu untuk campuran beton dalam penelitian ini dibuat dari bambu yang diserut menjadi ukuran 5cm x 2mm x 2mm. Serat-serat tersebut kemudian direndam 3 hari dalam air, dan kemudian dikeringkan dengan dijemur.

3.7.8 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan

perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. 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

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (3.1)$$

Dengan :

s adalah deviasi standar.

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata berdasarkan persamaan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

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:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- 3) 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.
- 4) 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 3.3 Nilai Standar Deviasi (SNI 03-2834-2000, 2000)

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Menghitung nilai tambah

Tabel 3.4 Nilai Tambah Margin (SNI 03-2834-2000, 2000)

Tingkat Mutu Pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,81
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} .

$$f_{cr} = f'c + M$$

5. Menetapkan jenis semen.

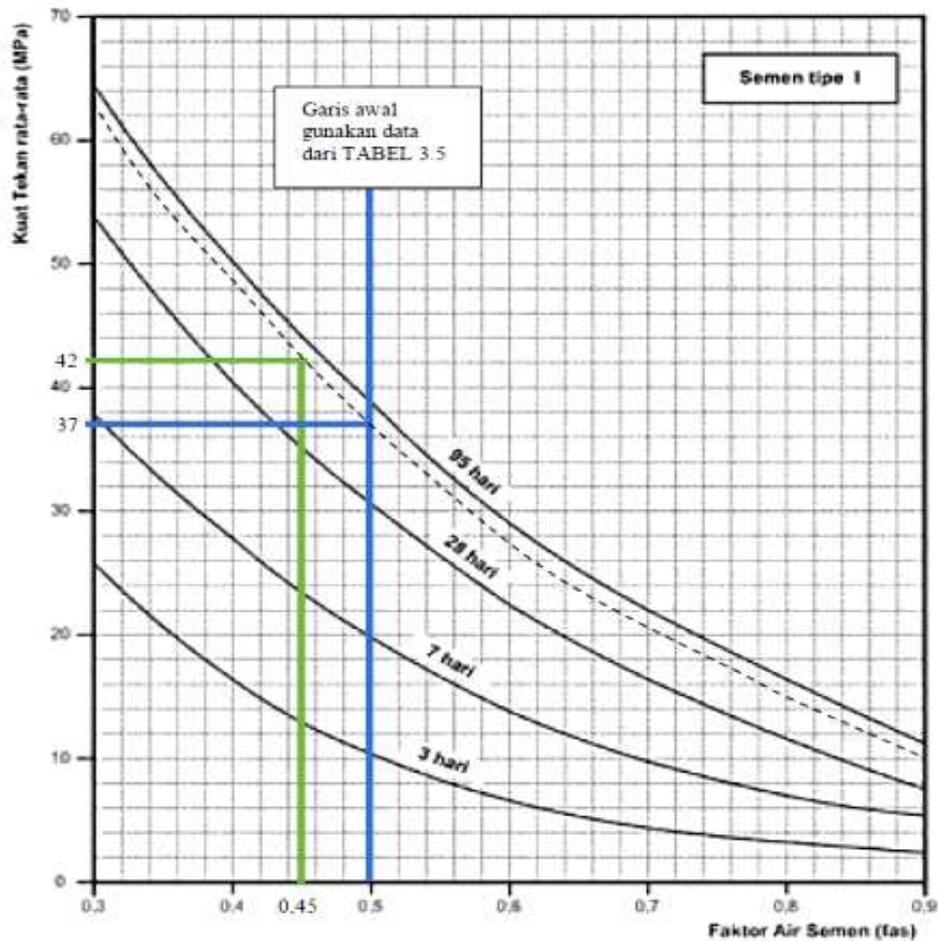
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

7. Menentukan faktor air semen.

Menghubungkan kuat tekan dan faktor 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 3.3.

Tabel 3.5: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia. (SNI 03-2834-2000, 2000)

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk Uji
Semen <i>Portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	31	46	53	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm). (SNI 03-2834-2000, 2000)

8. 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 atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.4.

2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \quad (3.3)$$

Dengan:

Wh adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

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

Tabel 3.6: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton. (SNI 03-2834-2000, 2000)

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump Test			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	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 semimumimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.7, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.7: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus. (SNI 03-2834-2000, 2000)

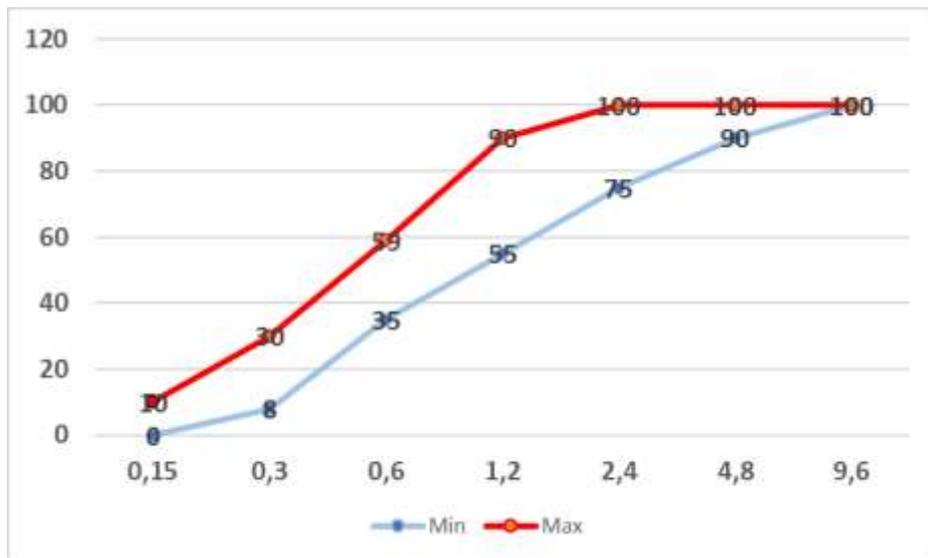
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan 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	325	

dari tanah		
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah

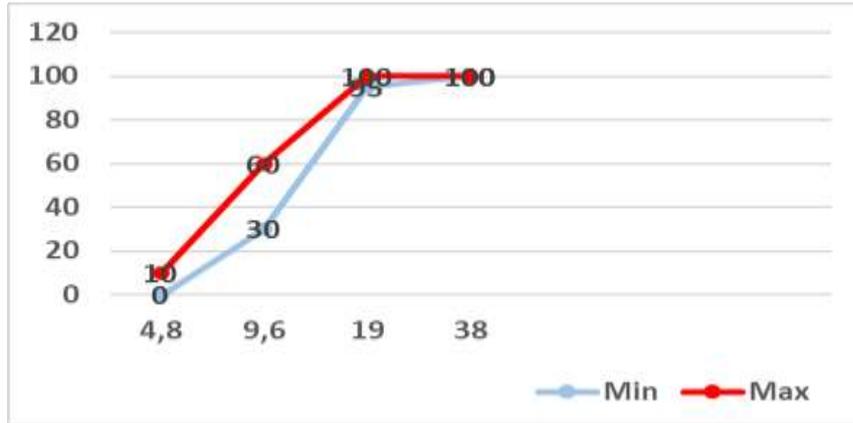
karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

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 3.10. (ukuran mata ayakan (mm)).



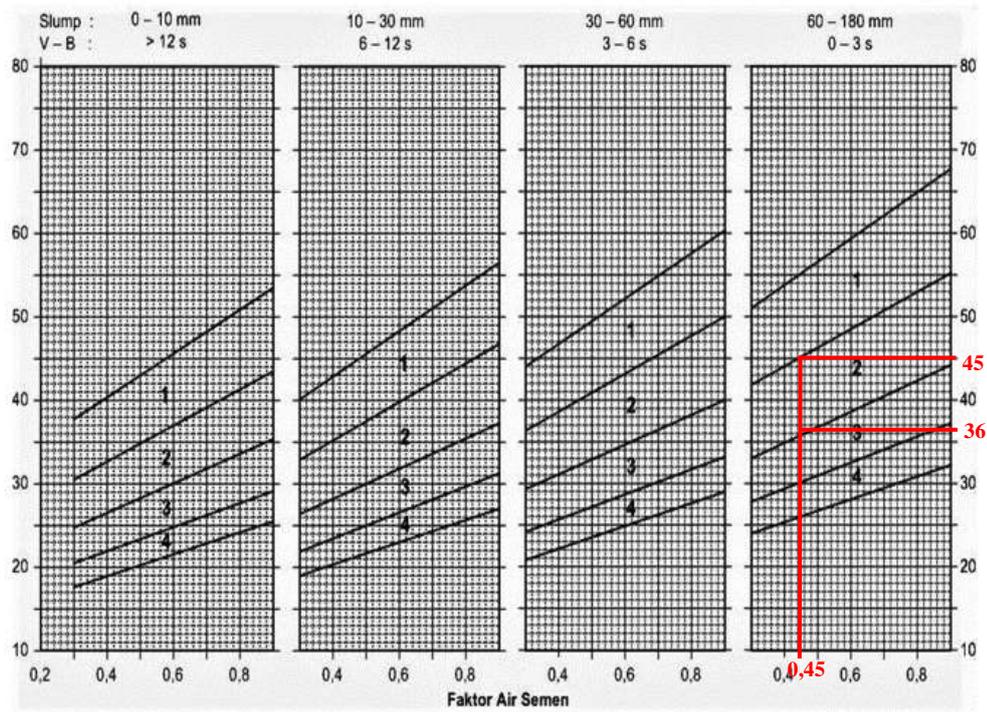
Gambar 3.3: Batas Gradasi Pasir (Sedang) No. 2 (SNI 03-2834-2000, 2000)

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar.



Gambar 3.4: Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm(SNI 03-2834-2000, 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 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm. (SNI 03-2834-2000, 2000)

19. Menghitung berat jenis relative agregat. Berat jenis relative

agregat

ditentukan sebagai berikut:

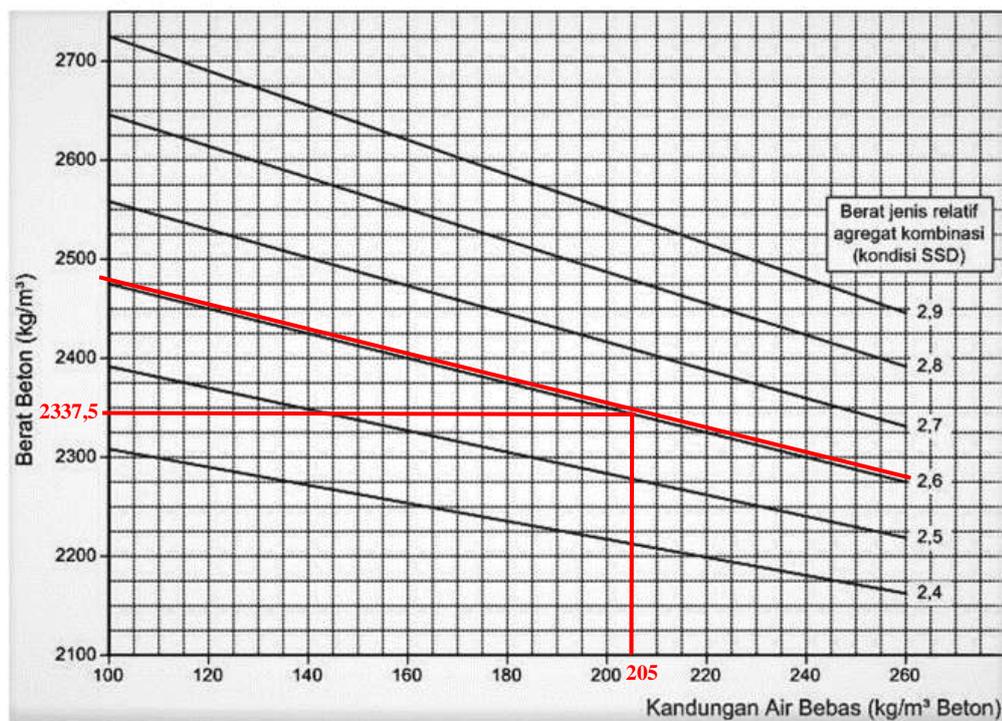
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai di bawah ini:

- Agregat tak dipecah: 2,5
- 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 3.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000, 2000)

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 langkahlangkah 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.
26. Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Setelah rencana campuran *mix design* langkah selanjutnya adalah membuat benda uji pemeriksaan kekuatan beton. Menggunakan standart SNI 03-2834-2000 “Tata cara pembuatan campuran beton”. Dengan campuran serat bambu yang sudah ditentukan.

1. Benda Uji Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm berjumlah 8 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton normal dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
- b. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,3% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
- c. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,6% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
- d. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,8% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.

2. Benda Uji Pemeriksaan Kuat Lentur Beton

Benda uji ini berbentuk balok dengan ukuran 15cm x 15 cm x 60 cm berjumlah 8 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton normal dengan umur beton 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 2 buah benda uji.
- b. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,3% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji.
- c. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,6% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
- d. Beton normal dengan tambahan serat bambu sebanyak 1,8% dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN* dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 8 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat tekan beton dan 8 benda uji berbentuk balok untuk pengujian kuat lentur beton. Dengan jumlah total benda uji berjumlah 16 benda uji.

3.9 Pemeriksaan *Slump*

Langkah-langkah pengujian slump:

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan stopwatch.
4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500 mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.

5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.10 Perawatan (*Curing*) pada Benda Uji

Proses perawatan (*curing*) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan SNI 2493:2011. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari keran Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.

3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan menggunakan mesin kuat tekan beton dengan cara memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Selanjutnya benda uji tersebut ditekan hingga menghasilkan retakan (*crack*). Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
3. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing masing benda uji.

3.12 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dua titik ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur dari beton tersebut. Untuk pengujian ini menggunakan SNI 4431-2011. Benda uji yang digunakan adalah balok beton dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm sebanyak 8 buah dengan

berbagai variasi penambahan serat dan perendaman.

Dengan rincian jumlah dan variasi campuran serat bambu dan *Sika Viscocrete-8670 MN* sebagai berikut.

1. Beton Normal

Umur 28 hari : 2 buah

2. Beton dengan campuran 1,3% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN*

Umur 28 hari : 2 buah

3. Beton dengan campuran 1,6% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN*

Umur 28 hari : 2 buah

4. Beton dengan campuran 1,8% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete-8670 MN*

Umur 28 hari : 2 buah

Maka, total benda uji untuk pengujian kuat lentur berjumlah 8 buah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada pemeriksaan agregat peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi dan analisa gradasi agregat. Pemeriksaan tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan SNI dan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai, Sumatera Utara. Pemeriksaan agregat halus meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur dan pengujian berat isi.

4.1.1.1 Pemeriksaan Analisa Gradasi Agregat Halus

Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan analisa saringan yang mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Analisa Gradasi Agregat Halus

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total Berat (gr)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan (%)	Berat yang Lolos (%)
No. 4	32	28	60	1,2	1,2	98,8
No. 8	311	325	636	12,72	13,92	86,08
No. 16	481	473	954	19,08	33	67
No. 30	244	198	442	8,84	41,84	58,16
No. 50	1326	1400	2726	54,52	96,36	3,64
No.100	65	42	107	2,14	98,5	1,5

PAN	41	34	75	1,5	100	0
Total	2500	2500	5000	100		

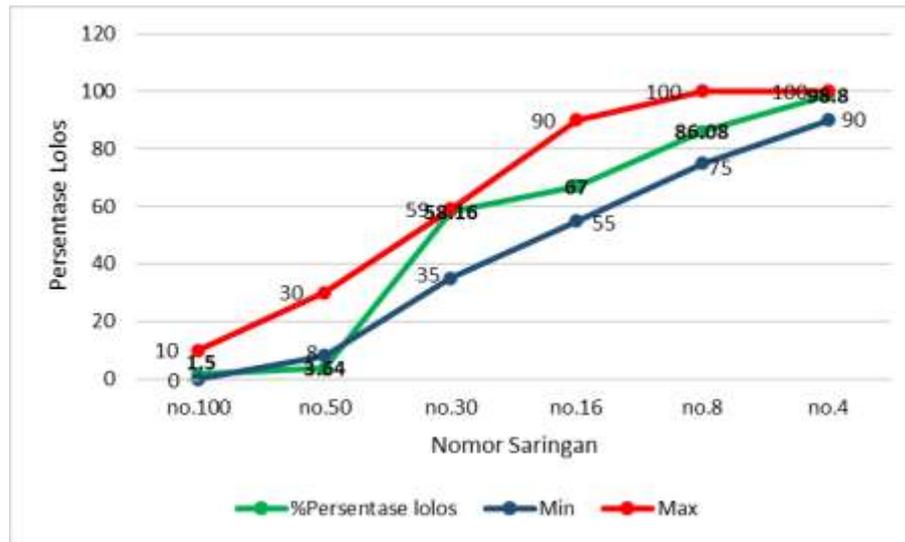
$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\Sigma \% \text{Berat tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{98,5 + 96,36 + 41,84 + 33 + 13,92 + 1,2}{100} \\
 &= 2,85
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai FM sebesar 2,85%, Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8 yang berarti nilai memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Agregat tersebut berada di gradasi Daerah II. Hasil dari pengujian juga dapat mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Daerah gradasi agregat halus

Nomor saringan	Lubang saringan (mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
50	0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II

4.1.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Agregat Halus Lolos Ayakan No. 4 mm	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat SSD (B)	gr	500	500	500
Berat SSD Kering Oven (E)	gr	488	493	490.5
Berat piknometer + Berat air (D)	gr	696	694	695
Berat SSD + Berat piknometer + air (C)	gr	991	989	990
$BJ\ Bulk = (E / (B + D - C))$	gr	2.38	2.40	2.39
$BJ\ SSD = (B / (B + D - C))$	gr	2.44	2.44	2.44
$BJ\ Semu = (E / (E + D - C))$	gr	2.53	2.49	2.51
$Absorption = [(B - E) / E] \times 100\%$	%	2.46	1.42	1.94

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) rata-rata sebesar 2,44 dan diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) dari hasil pengujian yaitu sebesar 1,94%.

4.1.1.3 Pengujian Kadar Air

Hasil dari pengujian kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengujian kadar air agregat halus

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan Berat Wadah	gr	678	680
Berat contoh SSD	gr	500	500
Berat contoh kering oven dan Berat wadah	gr	670	668
Berat wadah	gr	178	180
Berat air	gr	8	12
Berat contoh kering	gr	492	488
Kadar air	%	1.63	2.46
Rata-rata	%	2.04	

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 2,04%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 1,63% dan percobaan kedua sebesar 2,46%.

4.1.1.4 Pengujian Kadar Lumpur

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus

Agregat Halus Lolos Saringan No. 4 mm	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kering	gr	500	500	500
Berat contoh kering setelah dicuci	gr	468	452	460
Berat kotoran agregat	gr	32	48	40
Persentase kotoran	%	6.4	9.6	8

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 6,4% dan pada sampel 2 sebesar 9,6%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 8%.

4.1.1.5 Pengujian Berat Isi

Hasil pengujian berat isi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil pengujian berat isi agregat halus

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Berat contoh+wadah	gr	24373	24747	24788
Berat wadah	gr	5327	5327	5327
Berat contoh	gr	19046	19420	19461
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1.74	1.77	1.78
Rata-rata	gr/cm ³	1.76		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus diperoleh rata-rata berat isi yaitu sebesar 1,76 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5 – 1,8 gr/cm³ sehingga berat pada agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai, Sumatera Utara. Pemeriksaan agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur dan pengujian berat isi.

4.1.2.1 Pemeriksaan Analisa Gradasi Agregat Kasar

Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan analisa saringan yang mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari pengujian analisa gradasi agregat yang sudah dilakukan dapat di lihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Kasar

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total Berat (gr)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan (%)	Berat yang Lolos (%)
No. 1,5 in	0	0	0	0	0	100
No. 3/4 in	256	268	524	10.48	10.48	89.52
No. 3/8 in	1551	1636	3187	63.74	74.22	25.78
No. 4	693	596	1289	25.78	100	0
No. 8	0	0	0	0	100	0
No. 16	0	0	0	0	100	0
No. 30	0	0	0	0	100	0
No. 50	0	0	0	0	100	0
No. 100	0	0	0	0	100	0
Total	2500	2500	5000	100	684.7	

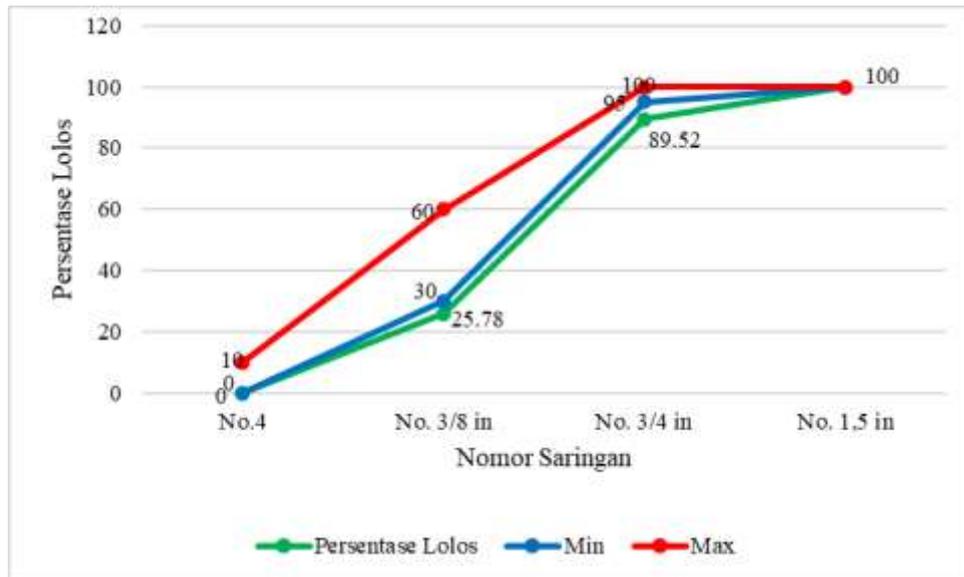
$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\sum \% \text{Berat tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 74,22 + 10,48}{100} \\
 &= 6,85
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai FM sebesar 6,85%, Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus agregat kasar mempunyai nilai antara 6 – 7% yang berarti nilai memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil dari pengujian juga dapat mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95-100	100	-
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Berdasarkan Tabel 4.8 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik Gradasi Agregat Kasar

4.1.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Agregat Kasar	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat SSD (A)	gr	2467	2482	2474.5
Berat SSD Kering Oven ©	gr	2351	2469	2410
berat SSD di dalam air (B)	gr	1542	1560	1551
BJ Bulk = $(C/(A-B))$	gr	2.54	2.68	2.61
BJ SSD = $(A/(A-B))$	gr	2.67	2.69	2.68
BJ Semu = $(C/(C-B))$	gr	2.91	2.72	2.81
Absorption = $([(A-C)/C] \times 100\%)$	%	4.93	0.53	2.73

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) rata-rata sebesar 2,68 dan diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,4 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) dari hasil pengujian yaitu sebesar 2,73%.

4.1.2.3 Pengujian Kadar Air

Hasil dari pengujian kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan Berat wadah	gr	1178	1180
Berat contoh SSD	gr	1000	1000
berat contoh kering oven dan berat wadah	gr	1168	1172
Berat wadah	gr	178	180
Berat air	gr	10	8
Berat contoh kering	gr	990	992
Kadar air	%	1.01	0.81
Rata-rata	%	0.91	

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 0,91%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 1,01% dan percobaan kedua sebesar 0,81%.

4.1.2.4 Pengujian Kadar Lumpur

Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

Agregat Halus Lolos Saringan No. 3/4	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kering	gr	1000	1000	1000
Berat contoh kering setelah dicuci	gr	982	987	984.5
Berat kotoran agregat	gr	18	13	15.5
Persentase kotoran	%	1.8	1.3	1.55

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 1,8% dan pada sampel 2 sebesar 1,3%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 1,55%.

4.1.2.5 Pengujian Berat Isi

Hasil pengujian berat isi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian berat isi agregat kasar

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Berat contoh+wadah	gr	24752	23857	23142
Berat wadah	gr	5327	5327	5327
Berat contoh	gr	19425	18530	17815
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1.77	1.69	1.63
Rata-rata	gr/cm ³	1.70		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat kasar diperoleh rata-rata berat isi yaitu sebesar 1,70 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5 – 1,8 gr/cm³ sehingga berat pada agregat kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.2 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini peneliti akan menganalisis data-data yang diperoleh pada saat penelitian sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data-data dasar hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Data-data hasil tes dasar

No.	Data Tes Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,68 gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,44 gr/cm ³
3.	Penyerapan agregat kasar	2,73%
4.	Penyerapan agregat halus	1,94%
5.	Kadar Lumpur agregat kasar	1,55%
6.	Kadar Lumpur agregat halus	8%
7.	Berat isi agregat kasar	1,70 gr/cm ³
8.	Berat isi agregat halus	1,76 gr/cm ³

9.	FM agregat kasar	6,85
10.	FM agregat halus	2,85
11.	Kadar air agregat kasar	0,91%
12.	Kadar air agregat halus	2,04%

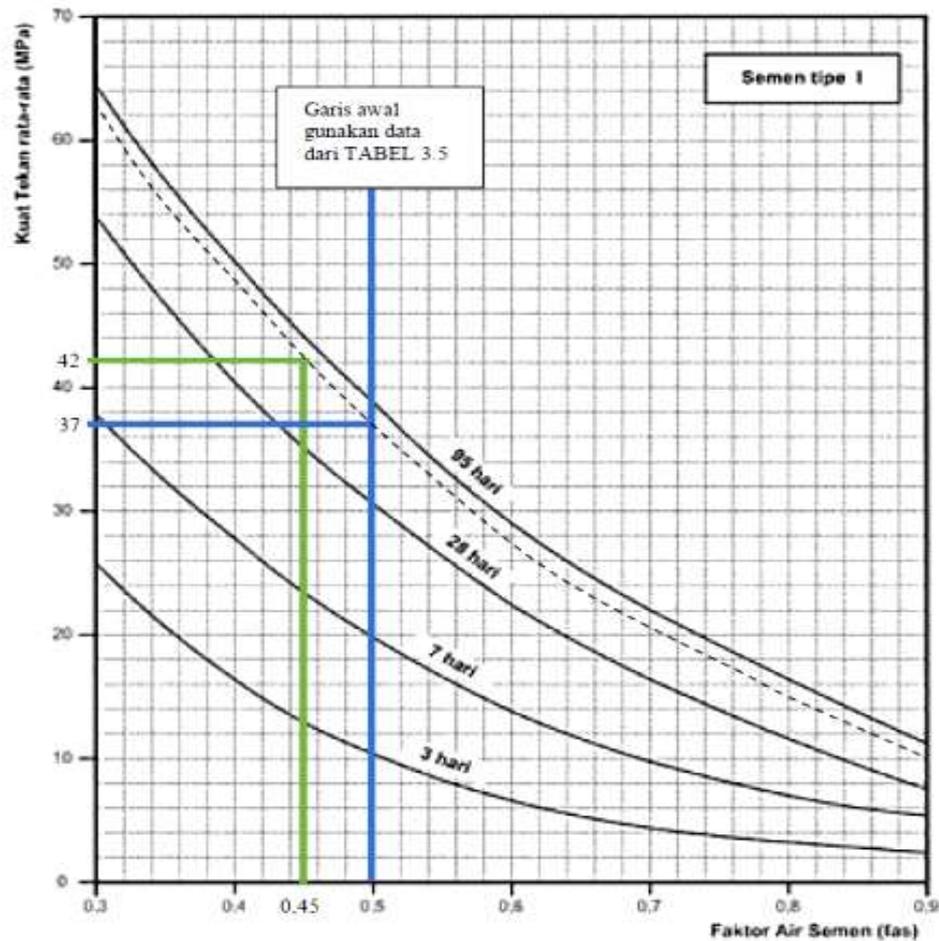
Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*mix design*) yang diinginkan.

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) = 30 Mpa, pengujian benda uji dilakukan 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 ($f'cr$):

$$f'cr = f'c + \text{deviasi standar} + M$$

$$= 30 + 12 + 5,7$$

$$= 47,7 \text{ Mpa}$$
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 47,7 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

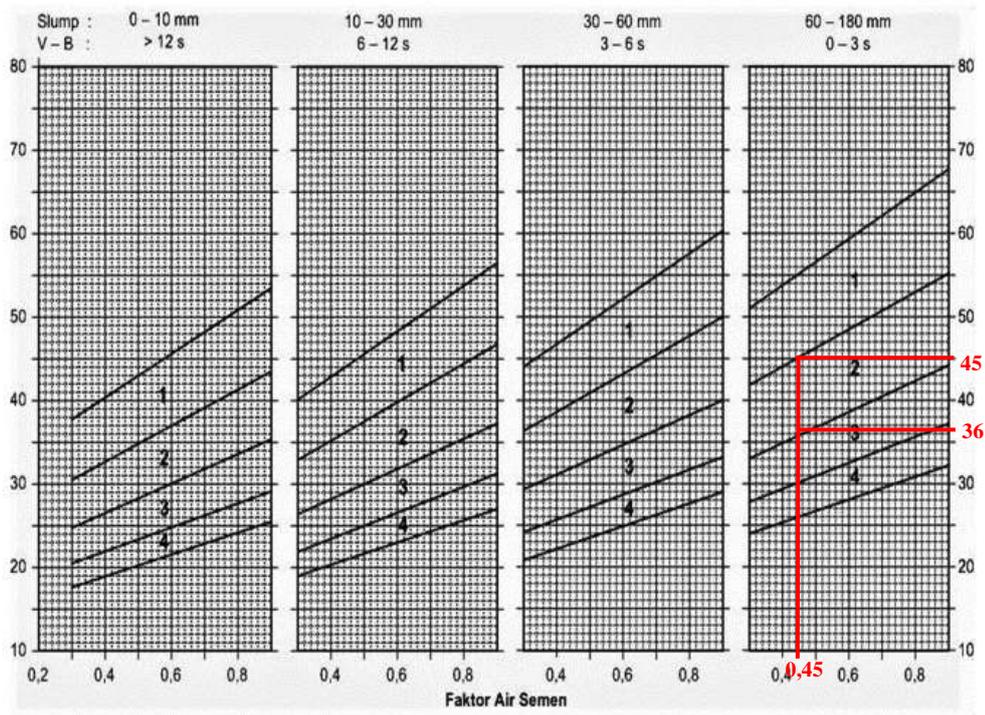
8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.7 mengenai persyaratan faktor air semen maksimum karena beton berada di lokasi terlindungi dari sinar matahari langsung dan hujan, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 60 – 180 mm.
10. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan adalah sebesar 20mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 20 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 195 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 225 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \\
&= \frac{2}{3}(195) + \frac{1}{3}(225) \\
&= 205 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\
&= \frac{205}{0,45} \\
&= 455,56 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 455,56 kg/m³.
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan di dalam ruangan dan terlindungi dari sinar matahari langsung dan hujan dari Tabel 3.7 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg/m³.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 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 batu pecah ukuran maksimum 20 mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180mm, faktor air semen 0,45 dan ukuran butir agregat kasar maksimum 20 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 40,5%.

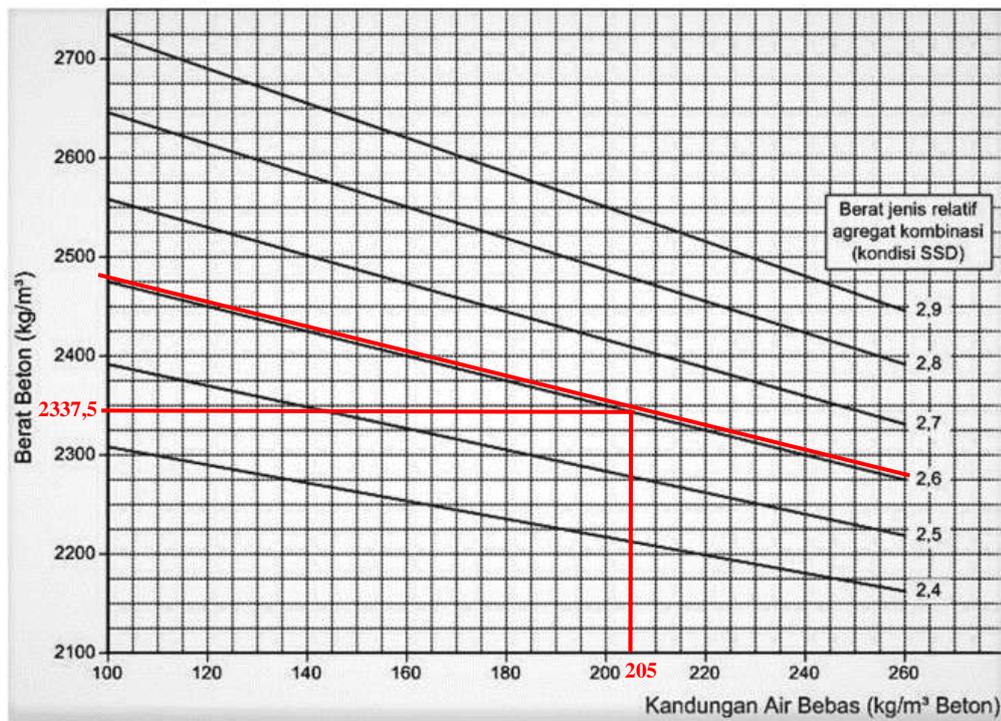


Gambar 4.4: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

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

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis relatif} &= (\text{Persen Agr.Halus} \times \text{BJ Agr.Halus}) + (\text{Persen Agr.} \\
 &\quad \text{Kasar} \times \text{BJ Agr.Kasar}) \\
 &= (40,5\% \times 2,64) + ((100\% - 40,5\%) \times 2,6) \\
 &= 2,61
 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 205 dan berat jenis gabungan 2,61 maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2337,5 kg/m³.



Gambar 4.5: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada FAS 0,45

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat isi beton} - (\text{Kadar Semen} + \text{Kadar air bebas}) \\
 &= 2337,5 - (455,56 + 205) \\
 &= 1677,44 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \text{Persen Agr.Halus} \\
 &= 1677,44 \times 40,5\% \\
 &= 679,36 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar Agr.Halus} \\
 &= 1677,44 - 679,36 \\
 &= 998,08 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapat susunan campuran proporsi teoritis untuk setiap 1 m³ beton terdapat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000

No	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan		30 MPa	
2	Standar Deviasi	Tabel 3.3		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	Table 3.4		5,7 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	(1) + (2) + (3)		47,7 MPa	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Semen Portland Type I	
6	Jenis agregat: - Kasar	Ditetapkan		Batu Pecah	
	- Halus			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		20 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 3.6		205 kg/m ³	
12	Kadar semen	(11) : (7)		455,56 kg/m ³	
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan		455,56 kg/m ³	
14	Kadar semen minimum	Tabel 3.7		275 kg/m ³	
15	FAS yang disesuaikan	-		0,45	
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.1		Gradasi 2	
17	Susunan butir agregat kasar	Gambar 4.2		No. 20 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.4		40,5%	
19	Berat jenis relatif	Dihitung		2,61	
20	Berat isi	Gambar 4.5		2337,5 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	(20) – (12) – (11)		1677,44 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	(21) x (18)		679,36 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	(21) – (22)		998,08 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat (kg/m ³)	
				Halus	Kasar
	Tiap m ³	455,56	205	679,36	998,08
	Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,49	2,19
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,41	1,09	3,60	5,29
25	Tiap campuran uji 0,0135 m ³ (1 balok)	6,15	2,77	9,17	13,47
	Koreksi proporsi campuran (m ³)	455,56	222,49	680,04	979,91
	Tiap campuran uji m ³	1	0,49	1,49	2,15
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,41	1,18	3,60	5,19
	Tiap campuran uji 0,0135 m ³ (1 balok)	6,15	3,00	9,18	13,23

25. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan digunakan 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) = 205 kg/m³
- Jumlah agregat halus (C) = 679,36 kg/m³
- Jumlah agregat kasar (D) = 998,08 kg/m³
- Penyerapan agregat halus (C_a) = 1,94 %
- Penyerapan agregat kasar (D_a) = 2,73 %
- Kadar air agregat halus (C_k) = 2,04 %
- Kadar air agregat kasar (D_k) = 0,91 %

a. Air

$$\begin{aligned}\text{Air} &= B - (Ck - Ca) \times \frac{C}{100} - (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 205 - (2,04 - 1,94) \times \frac{679,36}{100} - (0,91 - 2,73) \times \frac{998,08}{100} \\ &= 222,49 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

b. Agregat Halus

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= C + (Ck - Ca) \times \frac{C}{100} \\ &= 679,36 + (2,04 - 1,94) \times \frac{679,36}{100} \\ &= 680,04 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Agregat kasar} &= D + (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 998,08 + (0,91 - 2,73) \times \frac{998,08}{100} \\ &= 979,91 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

4.2.1 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut:

$$\text{Semen} = 455,56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 222,49 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat kasar} = 979,91 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat halus} = 680,04 \text{ kg/m}^3$$

a. Untuk Benda Uji Silinder

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut:

$$\text{Tinggi} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan mixer adalah 2 benda uji x 0,0053 m³ = 0,0106 m³ 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 satu kali adukan mixer adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15: Kebutuhan bahan penyusun beton untuk benda uji silinder

No	Kode Benda Uji	Volume 1x Adukan per m ³	Bahan Penyusun					
			Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Serat Bambu (kg)	Viscocrete 8670 MN (kg)
1	BNS	0,01166	5,31	2,59	7,93	11,43	0	0
2	SBVS 1,3%	0,01166	5,31	2,59	7,93	11,43	1,3%	1%
							0,069	0,053
3	SBVS 1,6%	0,01166	5,31	2,59	7,93	11,43	1,6%	1%
							0,085	0,053
4	SBVS	0,01166	5,31	2,59	7,93	11,43	1,8%	1%

	1,8%						0,096	0,053
Total	0,04664	21,24	10,36	31,72	45,72	0,250	0,159	

Keterangan:

- BNS : Beton normal berbentuk silinder dengan campuran 0% serat bambu dan 0% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,3% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,3% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,6% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,6% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.
- SBVS 1,8% : Beton berbentuk silinder dengan campuran 1,8% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

b. Untuk Benda Uji Balok

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan balok sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 60 \text{ cm} = 0,60 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m} \\
 \text{Volume balok} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 0,60 \times 0,15 \times 0,15 \\
 &= 0,0135 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan mixer adalah 2 benda uji x 0,0135 m³ = 0.027 m³ dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi, yaitu = 0,0135 m³ + (0,0135 m³ x 10%) = 0.01485 m³. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau satu kali adukan mixer adalah sebagai berikut:

Tabel 4.16: Kebutuhan bahan penyusun beton untuk benda uji balok

No	Kode Benda Uji	Volume 1x Adukan per m ³	Bahan Penyusun					
			Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Serat Bambu (kg)	Viscocrete 8670 MN (kg)
1	BNB	0,01485	6,77	3,30	10,10	14,55	0	0
2	SBVB 1,3%	0,01485	6,77	3,30	10,10	14,55	1,3%	1%
							0,088	0,068
3	SBVB 1,6%	0,01485	6,77	3,30	10,10	14,55	1,6%	1%
							0,108	0,068
4	SBVB 1,8%	0,01485	6,77	3,30	10,10	14,55	1,8%	1%
							0,122	0,068
Total		0,0594	27,08	13,20	40,40	58,20	0,318	0,204

Keterangan:

BNB : Beton normal berbentuk balok dengan campuran 0% serat bambu dan 0% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

SBVB 1,3% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,3% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

SBVB 1,6% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,6% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

SBVB 1,8% : Beton berbentuk balok dengan campuran 1,8% serat bambu dan 1% *Sika Viscocrete* – 8670 MN.

4.3 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan untuk menentukan *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah serat. Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan Kerucut *Abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan

penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan. Setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 10 detik. Setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, lalu ukur tinggi adukan. Selisih tinggi kerucut dengan adukan merupakan nilai *slump*. Pada Tabel 4.17 dijelaskan nilai *slump* pada masing-masing pencetakan beton. Seperti perencanaan *slump* pada *mix design* adalah 60-180mm.

Tabel 4.17: Hasil pengujian nilai *slump* untuk benda uji silinder dan balok

Variasi Campuran	<i>Slump</i> (mm)	
	Silinder (28 hari)	Balok (28 hari)
Beton Normal	72 mm	76 mm
Beton campuran serat bambu 1,3% dan sika viscocrete 8670-MN 1%	68 mm	66 mm
Beton campuran serat bambu 1,6% dan sika viscocrete 8670-MN 1%	65 mm	63 mm
Beton campuran serat bambu 1,8% dan sika viscocrete 8670-MN 1%	60 mm	61 mm

4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* dengan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Rumus kuat tekan beton adalah:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan beton (N/mm² atau MPa)

P = Gaya Tekan Maksimum (N)

A = Luas Penampang benda uji (mm²)

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18: Hasil pengujian kuat tekan beton normal

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (ton)	Beban (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
BNS-1	28	46,5	463326,8	17662,5	26,23
BNS-2	28	45	448380,7	17662,5	25,39
Kuat Tekan Rata-rata					25,81

Berdasarkan Tabel 4.18 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal dengan perendaman 28 hari, diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata 25,81 MPa.

4.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,3% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Pengujian beton dengan variasi 1,3% serat bambu dan 1% sika viscocrete dilakukan pada beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,3% serat bambu dan 1% sika viscocrete

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (ton)	Beban (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
SBVS 1,3% (1)	28	45	448380,7	17662,5	25,39
SBVS 1,3% (2)	28	46	458344,8	17662,5	25,95
Kuat Tekan Rata-rata					25,67

Berdasarkan tabel 4.19 menjelaskan hasil kuat tekan dengan bahan tambah 1,3% serat bambu dan 1% sika viscocrete diperoleh kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 25,67 MPa.

4.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,6% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Pengujian beton dengan variasi 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete dilakukan pada beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (ton)	Beban (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
SBVS 1,6% (1)	28	44,8	439337,9	17662,5	24,87
SBVS 1,6% (2)	28	45	448380,7	17662,5	25,39
Kuat Tekan Rata-rata					25,13

Berdasarkan tabel 4.20 menjelaskan hasil kuat tekan dengan bahan tambah 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete diperoleh kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 25,13 MPa.

4.4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 1,8% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Pengujian beton dengan variasi 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete dilakukan pada beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan 1,6% serat bambu dan 1% sika viscocrete

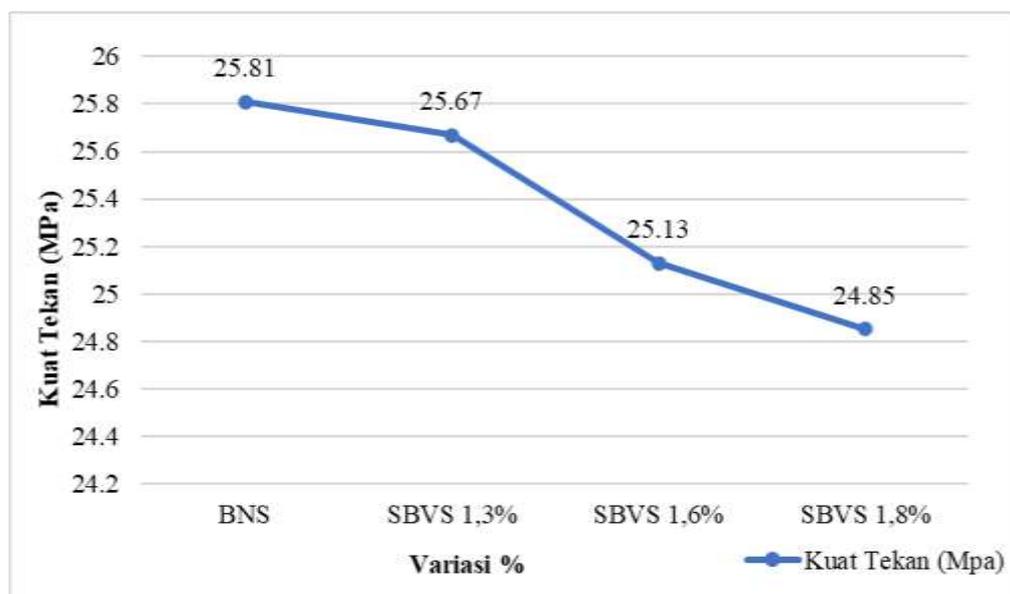
Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (ton)	Beban (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
SBVS 1,8% (1)	28	45,5	446202,6	17662,5	25,26
SBVS 1,8% (2)	28	44	431492,6	17662,5	24,43

Kuat Tekan Rata-rata	24,85
----------------------	-------

Berdasarkan tabel 4.20 menjelaskan hasil kuat tekan dengan bahan tambah 1,8% serat bambu dan 1% sika viscocrete diperoleh kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 24,85 MPa.

Tabel 4.22: Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (ton)		Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
		1	2	1	2	
BNS	28	46,5	45	26,23	25,39	25,81
SBVS 1,3%	28	45	46	25,39	25,95	25,67
SBVS 1,6%	28	44,8	45	24,87	25,39	25,13
SBVS 1,8%	28	45,5	44	25,26	24,43	24,85



Gambar 4.6: Grafik persentase kuat tekan beton dan beton serat umur 28 hari

Dari Gambar 4.6 menjelaskan bahwa nilai kuat tekan terbesar terdapat pada variasi BNS (beton normal) sebesar 25,81 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan terkecil terdapat pada beton variasi SBVS 1,8% sebesar 24,85 Mpa. Berdasarkan grafik tersebut menjelaskan bahwa beton dengan bahan tambah serat bambu dan sika viscocrete dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Penurunan nilai kuat

tekan pada variasi SBVS 1,3%, SBVS 1,6% dan SBVS 1,8% terjadi karena penambahan persentase serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN yang dimasukkan ke dalam campuran beton mengakibatkan menurunnya workabilitas campuran beton, sehingga campuran beton belum memadat sempurna atau memiliki rongga dan berakibat menurunnya nilai kuat tekan.

4.4.5 Pembahasan Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan dengan umur beton 28 hari. Beton normal dan beton variasi serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serat bambu sebanyak 1,3%, 1,6% dan 1,8% mengalami penurunan setiap variasinya. Berdasarkan perbandingan dan persentase penurunan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

- a. Campuran serat bambu 1,3%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{25,67}{25,81} = 0,99$$

$$\text{Besarnya nilai penurunan beton umur 28 hari} = \frac{25,81 - 25,67}{25,81} \times 100 = 0,54 \%$$

- b. Campuran serat bambu 1,6%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{25,13}{25,81} = 0,97$$

$$\text{Besarnya nilai penurunan beton umur 28 hari} = \frac{25,81 - 25,13}{25,81} \times 100 = 2,63 \%$$

- c. Campuran serat bambu 1,8%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{24,85}{25,81} = 0,96$$

$$\text{Besarnya nilai penurunan beton umur 28 hari} = \frac{25,81 - 24,85}{25,81} \times 100 = 3,72 \%$$

Berdasarkan perhitungan penurunan perbandingan dan persentase dengan penambahan serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN dapat disimpulkan bahwa ditamahnya serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN ke dalam campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton tersebut. Penurunan nilai kuat tekan terjadi akibat persentase serat bambu yang dimasukkan ke dalam campuran beton yang mengakibatkan workabilitas campuran beton menurun, karena sifat serat bambu yang dapat menyerap air.

4.5 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton pada penelitian ini dilakukan pada saat umur beton 28 hari dengan jumlah 2 buah setiap variasi. Pengujian ini menggunakan sampel berbentuk balok dengan ukuran Panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm dengan variasi sika viscocrete 8670 MN dan serat bambu 0%, 1,3%, 1,6% dan 1,8%. Pengujian ini dilakukan mengikuti panduan SNI 03-4431-2011.

4.5.1 Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

Hasil pengujian kuat lentor beton normal pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat lentur beton normal umur 28 hari

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran maks Agr.kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen	Volume agregat halus (%)
	20	7,6	1	0,45	
Berat Volume	Air	PC	Agregat halus	Agregat kasar	Bahan campuran
	W	C	S	C	
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g atau cc/m ³)
	222,49	455,56	680,04	979,91	
Nomor benda uji				A1	A2
Umur benda uji (hari)				28	28
Panjang Benda Uji (mm)				600	600
Lebar benda uji (mm)				150	150
Tinggi benda uji (mm)				150	150
Berat benda uji (kg)				29,80	30,20
Volume benda uji (mm ³)				13500000	13500000
Beban Maksimum (N)				37000	38600
Jarak bentang (mm)				450	450
Lebar Tampak Lintang (mm)				150	150
Tinggi Tampak Lintang (mm)				150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)				4,93	5,15
Kuat Lentur rata-rata (MPa)				5,04	

Berdasarkan Tabel 4.23 menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada beton normal. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada A2 sebesar 5,15 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat lentur beton pada benda uji A1 dan A2 adalah sebesar 5,04 MPa.

4.5.2 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,3% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Hasil pengujian kuat lentur beton dengan variasi 1,3% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,3% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran maks Agr.kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen	Volume agregat halus (%)
	20	6,6	1	0,45	
Berat Volume	Air	PC	Agregat halus	Agregat kasar	Bahan campuran
	W	C	S	C	
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g atau cc/m ³)
	222,49	455,56	680,04	979,91	
Nomor benda uji				B1	B2
Umur benda uji (hari)				28	28
Panjang Benda Uji (mm)				600	600
Lebar benda uji (mm)				150	150
Tinggi benda uji (mm)				150	150
Berat benda uji (kg)				30,10	31
Volume benda uji (mm ³)				13500000	13500000
Beban Maksimum (N)				38000	38400
Jarak bentang (mm)				450	450
Lebar Tampak Lintang (mm)				150	150
Tinggi Tampak Lintang (mm)				150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)				5,07	5,12
Kuat Lentur rata-rata (MPa)				5,09	

Berdasarkan Tabel 4.24 menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada beton variasi 1,3% serat bambu dan 1% Sika viscocrete 8670 MN. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada B2 sebesar 5,12 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat lentur beton pada benda uji B1 dan B2 adalah sebesar 5,09 MPa.

4.5.3 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,6% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Hasil pengujian kuat lentur beton dengan variasi 1,6% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,6% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran maks Agr.kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen	Volume agregat halus (%)
	20	6,6	1	0,45	
Berat Volume	Air	PC	Agregat halus	Agregat kasar	Bahan campuran
	W	C	S	C	
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g atau cc/m ³)
	222,49	455,56	680,04	979,91	
Nomor benda uji				C1	C2
Umur benda uji (hari)				28	28
Panjang Benda Uji (mm)				600	600
Lebar benda uji (mm)				150	150
Tinggi benda uji (mm)				150	150
Berat benda uji (kg)				29,80	30
Volume benda uji (mm ³)				13500000	13500000
Beban Maksimum (N)				40000	38600
Jarak bentang (mm)				450	450
Lebar Tampak Lintang (mm)				150	150
Tinggi Tampak Lintang (mm)				150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)				5,33	5,15
Kuat Lentur rata-rata (MPa)				5,24	

Berdasarkan Tabel 4.25 menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada beton variasi 1,6% serat bambu dan 1% Sika viscocrete 8670 MN. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada C1 sebesar 5,33 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat lentur beton pada benda uji C1 dan C2 adalah sebesar 5,24 MPa.

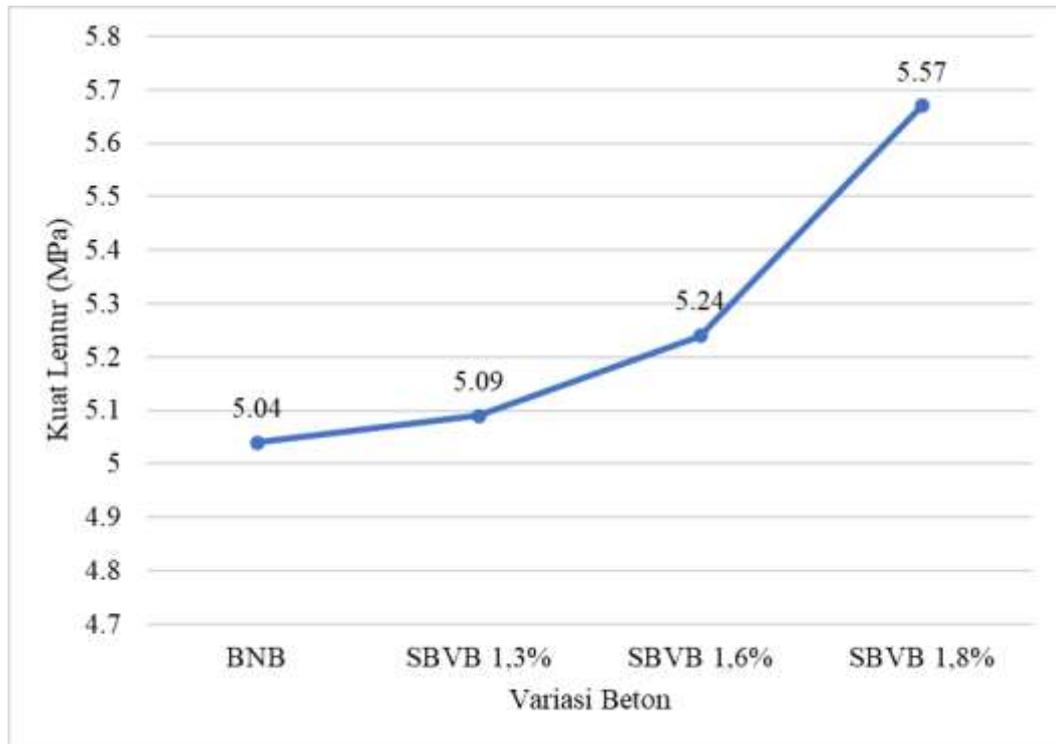
4.5.4 Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,8% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN

Hasil pengujian kuat lentur beton dengan variasi 1,8% Serat Bambu dan 1% Sika Viscocrete 8670 MN pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.26: Hasil pengujian kuat lentur beton dengan Serat Bambu 1,8% dan Sika Viscocrete 8670 MN 1%

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran maks Agr.kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen	Volume agregat halus (%)
	20	6,1	1	0,45	
Berat Volume	Air	PC	Agregat halus	Agregat kasar	Bahan campuran
	W	C	S	C	
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g atau cc/m ³)
	222,49	455,56	680,04	979,91	
Nomor benda uji				D1	D2
Umur benda uji (hari)				28	28
Panjang Benda Uji (mm)				600	600
Lebar benda uji (mm)				150	150
Tinggi benda uji (mm)				150	150
Berat benda uji (kg)				30,40	31,60
Volume benda uji (mm ³)				13500000	13500000
Beban Maksimum (N)				41600	42000
Jarak bentang (mm)				450	450
Lebar Tampak Lintang (mm)				150	150
Tinggi Tampak Lintang (mm)				150	150
Kuat Lentur uji (MPa)				5,55	5,60
Kuat Lentur rata-rata (MPa)				5,57	

Berdasarkan Tabel 4.26 menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada beton variasi 1,8% serat bambu dan 1% Sika viscocrete 8670 MN. Nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada D1 sebesar 5,74 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat lentur beton pada benda uji D1 dan D2 adalah sebesar 5,67 MPa.



Gambar 4.7: Grafik hasil pengujian kuat lentur beton

Berdasarkan Gambar 4.7 dijelaskan bahwa nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada variasi SBVB 1,8% sebesar 5,57 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur terendah terdapat pada beton variasi BNB sebesar 5,04 MPa. Dari Gambar 4.7 juga dijelaskan bahwa kuat lentur beton dengan bahan tambah serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN mengalami peningkatan setiap variasinya sesuai dengan komposisi tertentu.

4.5.5 Pembahasan Kuat Lentur

Bila dibandingkan kuat lentur beton normal dengan beton variasi serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serat bambu sebanyak 1,3%, 1,6% dan 1,8% mengalami peningkatan setiap

variasinya. Berdasarkan perbandingan dan persentase kenaikan kuat lentur dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

a. Campuran serat bambu 1,3%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{5,09}{5,04} = 1,010$$

$$\text{Besarnya nilai kenaikan beton umur 28 hari} = \frac{5,09-5,04}{5,04} \times 100 = 0,99 \%$$

b. Campuran serat bambu 1,6%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{5,24}{5,04} = 1,040$$

$$\text{Besarnya nilai kenaikan beton umur 28 hari} = \frac{5,24-5,04}{5,04} \times 100 = 3,97 \%$$

c. Campuran serat bambu 1,8%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{5,57}{5,04} = 1,105$$

$$\text{Besarnya nilai kenaikan beton umur 28 hari} = \frac{5,57-5,04}{5,04} \times 100 = 10,52 \%$$

Berdasarkan perhitungan kenaikan perbandingan dan persentase dengan penambahan serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN dapat disimpulkan bahwa ditambahkan serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN ke dalam campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai kuat lentur beton tersebut. Hal ini dikarenakan ukuran panjang serat bambu dapat mempengaruhi besarnya nilai kuat lentur tersebut.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data hasil pengujian kuat lentur beton dapat kita ketahui bahwa beton dengan variasi serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN mengalami peningkatan setiap variasinya. Peningkatan terbesar terdapat pada beton dengan variasi SBVB 1,8% yaitu sebesar 5,57 MPa dengan besar peningkatan 10,52% dari beton normal yang memiliki nilai kuat lentur sebesar 5,04 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa ukuran panjang dan persentase serat bambu dapat mempengaruhi besar nilai kuat lentur tersebut.
2. Dari hasil penelitian, nilai kuat tekan pada beton variasi serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN mengalami penurunan. Dimana nilai kuat tekan pada beton normal sebesar 25,81 MPa. Sedangkan beton dengan variasi SBVS 1,3% sebesar 25,67 MPa; SBVS 1,6% sebesar 25,13 MPa; dan SBVS 1,8% sebesar 24,85 MPa. Hal ini disebabkan karakteristik serat bambu yang memiliki sifat menyerap air. Sehingga semakin banyak persentase serat bambu yang dimasukkan ke dalam campuran beton akan mengakibatkan workabilitas campuran beton menurun.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang di dapat, campuran beton dengan menggunakan serat bambu dan sika viscocrete 8670 MN dianjurkan untuk memilih variasi persentase serat bambu yang lebih variatif, agar data yang di dapat lebih signifikan.

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh serat bambu dalam campuran beton terhadap zat additive yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- 1974-2011, S. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.
- ASTM C39/C39M. (2003). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1. *ASTM Standard Book*, i(March), 1–5. <https://doi.org/10.1520/C0039>
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal. *Sni 7656:2012*, 48.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1969-1990 : Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 2–5.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). SNI 03-4141-1996: Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat. *Pusjatan-Balitbang PU*, 1–6.
- Bintoro, A. Y., Limantara, A. D., & Winarto, S. (2018). Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), 160–171. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i1.162>
- BSN. (1998). Sni 03-4804-1998. *Badan Standar Nasional*, 1–6.
- Budi, H., Kuncoro, B., Darwis, Z., & Rahmat, A. A. (2021). *Studi Eksperimental Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanik Beton Serat Bambu*. 10(2), 134–143.
- Junnaidy, R., Masdar, A. ., Marta, R., & Masdar, A. (2017). *Penggunaan serat bambu pada campuran beton untuk meningkatkan daktilitas pada keruntuhan beton*. August, 131–135. <https://doi.org/10.21063/spi3.1017.131-135>
- Mulyono, T. (2019). *Teknologi Beton*. ANDI Yogyakarta.
- N, T. M. R. (2021). *Analisa Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete – 8670 Mn Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–5.
- Riyanto, P., Rahmawati, A., & Nurhidayati, A. (2017). *Studi Eksperimen Kuat Lentur Beton Ramah Lingkungan Berbahan Tambah Abu Ampas Tebu Dan*

Serat Bambu. 487–492.

- Setiawan, A. (2016). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Penerbit Erlangga.
- SNI 03-1971-1990. (1990). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. *Badan Standardisasi Nasional*, 27(5), 6889.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–6.
- SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–128.
- SNI 1970-2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 7–18.
- SNI 2493-2011. (2011). Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 23.
- SNI 4431-2011. (2011). Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 16.
- Sujatmiko, B. (2019). *Teknologi beton dan bahan bangunan*. Media Sahabat Cendikia.
- Superplasticiser, H. P. (2017). *Sika® ViscoCrete® -8670 MN*. October, 3–5.
- Trimurtiningrum, R. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya Januari*, 03(01), 1–6.
- Valentin, R. C., Yani, M. I., & Gandi, S. (2021). Pengaruh Penambahan Semen Portland Dan Seruk Batu Bata Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Gambut. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 234. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5272>
- Yulia Widhiastuti, H. D. R. (2010). *Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Normal Dan Beton Serat Dengan Penambahan Serat Bambu*. 6(1), 60–71.
- Yusra, A., Safriani, M., Raka, I. G., & Ardiansyah, T. (2020). *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) -13 " Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan " 268 PROSIDING KoNTekS ... Pengaruh Penambahan Serat Bambu terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tin*. November.

LAMPIRAN



Gambar L-1: Pembuatan Campuran Beton dengan Mixer



Gambar L-2: Pengujian Slump



Gambar L-3: Menghitung Nilai Slump



Gambar L-4: Pencetakan Beton Silinder



Gambar L-5: Cetakan Beton Silinder dan Balok



Gambar L-6: Penimbangan Benda Uji Sebelum Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-7: Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar L-8: Pencetakan Beton Balok



Gambar L-9: Perendaman Benda Uji



Gambar L-10: Pengujian Kuat Lentur Balok

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Putri Dilla Indryani
Nama Panggilan : Dilla
Tempat, Tanggal Lahir : Pematangsiantar, 20 September 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Sibatu-batu Indah, Pematangsiantar
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Lamino
Ibu : Ruth Wias Putri Handayani
No. HP : 085658636811
Email : putridillaindryani@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD SW YPHI Pematangsiantar	2012
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 4 Pematangsiantar	2015
Sekolah Menengah Atas	SMAN 6 Pematangsiantar	2018

