

**TUGAS AKHIR**

**PENGAMATAN KETAHANAN BETON BERSERABUT  
KELAPA SEBAGAI PENGUAT TERHADAP RENDAMAN  
MAGNESIUM SULFAT**

**(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**MAYSYA DWI AFRILIA**  
**1907210155**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Maysya Dwi Afrilia

NPM : 1907210155

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengamatan Ketahanan Beton Berserabut Kelapa sebagai Penguat terhadap Rendaman Magnesium Sulfat

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan  
Kepada Panitia Ujian  
Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Maysya Dwi Afrilia  
NPM : 1907210155  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pengamatan Ketahanan Beton Berserabut Kelapa sebagai Penguat terhadap Rendaman Magnesium Sulfat  
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 Maret 2024

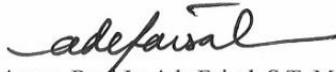
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

Dosen Pembanding I



Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T, M.Sc, Ph.D

Dosen Pembanding II



Dr. Fetra Venny Riza, S.T, M.Sc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama lengkap : Maysya Dwi Afrilia

Tempat, tanggal lahir : Klambir lima, 11 April 2001

NPM : 1907210155

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengamatan Ketahanan Beton Berserabut Kelapa sebagai Penguat terhadap Rendaman Magnesium Sulfat (Studi Penelitian).”

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

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 5 Maret 2024

Saya yang menyatakan,



Maysya Dwi Afrilia

## **ABSTRAK**

### **PENGAMATAN KETAHANAN BETON BERSERABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT TERHADAP RENDAMAN MAGNESIUM SULFAT**

Maysya Dwi Afrilia

1907210155

Dr. Josef Hadipramana

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi bangunan yang paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Bersamaan dengan meningkatnya skala pembangunan, kebutuhan beton di masa yang akan datang juga semakin besar. Oleh karena itu, banyak percobaan dilakukan untuk menemukan sumber alami alternatif sebagai substitusi dari agregat alam. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah serabut kelapa yang memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan beton berserat terhadap air rendaman Magnesium Sulfat. Penggunaan sabut kelapa pada kasus ini terdiri atas 3 variasi yaitu 0,3% SK, 0,5% SK, dan 1% SK dimana 1% ASP digunakan untuk setiap variasi. Hasil penelitian ini menunjukkan kuat tekan beton tertinggi yaitu pada beton variasi 0,3% SK dengan nilai kuat tekan 44,14 Mpa dan untuk nilai kuat tekan beton yang mengalami penurunan terbesar yaitu pada beton variasi 1% SK sebesar 14,74 Mpa. Pengujian perubahan massa menunjukkan bahwa penurunan terbesar terjadi pada beton variasi 1% SK dengan rasio penurunan 11,1%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan serat serabut kelapa pada campuran beton dapat mempengaruhi tingkat durabilitas beton terhadap serangan Magnesium Sulfat dimana penggunaan serat yang optimal adalah 0,3% terhadap berat beton.

Kata kunci: Serabut kelapa, Beton berserat, Durabilitas, Kuat tekan

**ABSTRACT**  
**OBSERVATION OF THE DURABILITY OF COCONUT FIBER  
CONCRETE AS REINFORCEMENT AGAINST MAGNESIUM SULFATE  
ATTACK**

Maysya Dwi Afrilia  
1907210155  
Dr. Josef Hadipramana

*Concrete is one of the most dominant building construction materials used in building structures. At the same time as the scale of development increases, the need for concrete in the future will also increase. Therefore, many experiments have been carried out to find alternative natural sources as substitutes for natural aggregates. One of them is by using coconut fiber waste which has economic value for the community as an added material in making concrete. The aim of this research is to determine the resistance of fibrous concrete to Magnesium Sulfate soaking water. The use of coconut fiber in this case consists of 3 variations, namely 0.3% SK, 0.5% SK, and 1% SK where 1% ASP is used for each variation. The results of this research show that the highest compressive strength of concrete is in the 0.3% SK variation concrete with a compressive strength value of 44.14 Mpa and the compressive strength value of the concrete which experienced the largest decrease is in the 1% SK variation concrete of 14.74 Mpa. Mass change testing showed that the largest reduction occurred in the 1% SK concrete variation with a reduction ratio of 11.1%. Based on these results it can be concluded that the addition of coconut fiber fiber to the concrete mixture can influence the level of concrete durability against Magnesium Sulfate attack where the optimal use of fiber is 0.3% of the weight of the concrete.*

*Key word: Coconut fiber, Fiber concrete, Durability, Compressive Strength*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. 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 “Pengamatan Ketahanan Beton Berserabut Kelapa Sebagai Penguat Terhadap Rendaman Magnesium Sulfat” 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 Dr. Josef hadipramana, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc selaku dosen penguji 1 dan Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan koreksi dan saran kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Legianto dan Ibunda tercinta Lely Matun Nurli Barus yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Terkhusus untuk Almarhum abang saya Dharma Wangsa Fatahillah yang selalu memberi dukungan semasa hidupnya dan untuk adik saya Sanggrama Wijaya Hurairah yang juga selalu menemani dan mendukung saya mengerjakan skripsi ini.
11. HMS FT UMSU yang telah memberikan dukungan, motivasi dan menciptakan memori yang tak terlupakan semasa kuliah.
12. Teman mahasiswa/I Teknik Sipil 19, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta telah menjadi motivator untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 5 Maret 2024

Penulis

Maysya Dwi Afrilia

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	3
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton Normal	6
2.2. Beton Serat (Fiber Concrete)	8
2.3. Material Penyusun Beton Berserat	9
2.3.1. Semen Portland	9
2.3.2. Agregat Halus	10
2.3.3. Agregat Kasar	12
2.3.4 Serabut Kelapa	13
2.4. Bahan Tambah	16
2.4.1. Abu Sekam Padi	16
2.4.2. Sikament	17
2.5. Larutan Magnesium Sulfat ( $MgSO_4$ )	17
2.6. Pengujian Beton Segar (Slump)	18
2.7. Kuat Tekan Beton	19
2.8. Durabilitas	20

BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1. Umum	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3. Alat dan Bahan	26
3.3.1. Alat	26
3.3.2. Bahan	27
3.4. Tahapan Pengujian	27
3.4.1. Persiapan Bahan - Bahan Dasar	27
3.4.2. Pengujian Kandungan Lumpur	27
3.4.3. Pengujian Analisa Saringan	29
3.4.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	29
3.4.5. Pengujian Kadar Air	30
3.4.6. Pengujian Berat Isi	30
3.5. Penetapan Benda Uji Beton	31
3.6. Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)	31
3.7. Pembuatan Benda Uji	36
3.7.1. Pengujian Slump	37
3.7.2. Perawatan Benda Uji	37
3.8. Campuran MgSO <sub>4</sub> pada Larutan Perendam Beton	37
3.9. Pengujian Durabilitas	39
3.10. Pengujian Kuat Tekan	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Tinjauan Umum	40
4.2. Pemeriksaan Agregat Halus	40
4.2.1. Analisa Saringan Agregat Halus	40
4.2.2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	42
4.2.3. Berat Isi Agregat Halus	43
4.2.4. Kadar Air Agregat Halus	44
4.2.5. Kadar Lumpur Agregat Halus	45
4.3. Pemeriksaan Agregat Kasar	45
4.3.1. Analisa Saringan Agregat Kasar	46
4.3.2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	47
4.3.3. Berat Isi Agregat Kasar	48
4.3.4. Kadar Air Agregat Kasar	49

4.3.5. Kadar Lumpur Agregat Kasar	49
4.4. Perencanaan Campuran Beton	50
4.4.1. Mix Design Beton	50
4.4.2. Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton	56
4.4.3. Hasil Pengujian Slump	58
4.5. Hasil Pengujian Durabilitas Beton	60
4.5.1. Perubahan Massa Beton	60
4.5.2. Kuat Tekan Beton	61
4.6. Pembahasan	65
4.6.1. Pembahasan Perubahan Massa Beton	65
4.6.2. Pembahasan Kuat Tekan Beton	67
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>70</b>
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>74</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	<b>84</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis beton berdasarkan kuat tekan	6
Tabel 2.2 Unsur-unsur penyusun utama semen	10
Tabel 2.3 Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000)	11
Tabel 2.4 Spesifikasi gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000)	12
Tabel 2.5 Komposisi serat serabut kelapa	13
Tabel 2.6 Hasil penelitian beton berserabut kelapa sebelumnya	14
Tabel 2.7 Unsur kimia yang terdapat pada abu sekam padi	16
Tabel 2.8 Hasil penelitian durabilitas beton sebelumnya	21
Tabel 3.1 Jadwal penelitian	26
Tabel 3.2 Sampel benda uji rencana	31
Tabel 3.3 Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834, 2000)	32
Tabel 3.4 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000)	32
Tabel 3.5 Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000)	33
Tabel 3.6 Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834, 2000)	34
Tabel 3.7 Persyaratan jumlah semen minimum dan fas maksimum	35
Tabel 3.8 Nilai slump untuk berbagai macam pekerjaan	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus	41
Tabel 4.2 Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000)	41
Tabel 4.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	43
Tabel 4.4 Hasil pengujian berat isi agregat halus	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air agregat halus	44
Tabel 4.6 Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	45
Tabel 4.7 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar	46
Tabel 4.8 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	47
Tabel 4.9 Hasil pengujian berat isi agregat kasar	48
Tabel 4.10 Hasil pengujian kadar air agregat kasar	49
Tabel 4.11 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	49
Tabel 4.12 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 Mpa	55

Tabel 4.13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 Mpa	58
Tabel 4.14 Hasil pengujian slump	59
Tabel 4.15 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serat serabut kelapa	14
Gambar 2.2 Kerucut Abrams	19
Gambar 2.3 Pengujian kuat tekan	19
Gambar 2.4 Kondisi beton setelah direndam 28 sampai 60 hari	21
Gambar 3.1 Flow chart tahapan penelitian	25
Gambar 3.2 Grafik hubungan kuat tekan dan faktor air semen	34
Gambar 3.3 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi	36
Gambar 3.4 Proses perendaman benda uji terhadap larutan $MgSO_4$	38
Gambar 4.1 Gradasi agregat halus daerah 2	42
Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar	47
Gambar 4.3 Hubungan FAS dengan kuat tekan	51
Gambar 4.4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat	52
Gambar 4.5 Penentuan berat isi beton basah	53
Gambar 4.6 Grafik rata-rata slump test	59
Gambar 4.7 Grafik perbandingan massa beton selama 30 dan 60 hari	60
Gambar 4.8 Grafik rasio perubahan massa beton	61
Gambar 4.9 Perbandingan kuat tekan beton perendaman 30 dan 60 hari	64
Gambar 4.10 Grafik rasio perubahan kuat tekan beton	64

## DAFTAR NOTASI

$A$	=	luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
$a$	=	berat benda uji kering oven (gr)
$B$	=	jumlah air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$b$	=	berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
$B'$	=	berat agregat setelah pengujian (gr)
$B_o$	=	berat agregat sebelum pengujian (gr)
$C$	=	jumlah agregat halus ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$c$	=	berat benda uji dalam air (gr)
$Ca$	=	absorpsi agregat halus (%)
$Ck$	=	kadar air agregat halus (%)
$D$	=	jumlah agregat kasar ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$Da$	=	absorpsi agregat kasar (%)
$Dk$	=	kadar air agregat kasar (%)
$fas$	=	faktor air semen bebas
$f'_c$	=	kuat tekan beton benda uji (MPa)
$f'_{cr}$	=	kuat tekan beton rata-rata (MPa)
$M$	=	nilai tambah margin
$M_c$	=	berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)
$M_m$	=	berat wadah ukur (kg)
$N$	=	jumlah benda uji
$n$	=	jumlah nilai hasil uji
$P$	=	beban maksimum (N)
$S$	=	standar deviasi
$V_m$	=	volume wadah ukur ( $\text{m}^3$ )
$W_{air}$	=	kadar air bebas
$W_h$	=	Batu tak dipecahkan / alami
$W_k$	=	Batu pecah
$W_{semen}$	=	jumlah semen ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\bar{x}$	=	kuat tekan beton rata-rata (MPa)
$x_i$	=	kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (MPa)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi bangunan yang paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Tetapi beton ternyata memiliki kelemahan terhadap gaya tarik. Salah satu upaya untuk meningkatkan kuat tarik beton adalah dengan menambahkan serat, sehingga menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Beton serat mempunyai keunggulan meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, meningkatkan kekuatan tekan, lentur, dan tarik (Sahrudin dan Nadia, 2016). Bersamaan dengan meningkatnya skala pembangunan, kebutuhan beton di masa yang akan datang juga semakin besar, dengan demikian kebutuhan akan bahan baku semen dan material campuran lainnya seperti agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambahan lainnya akan meningkat pula. Oleh karena itu, banyak percobaan dilakukan untuk menemukan sumber alami alternatif sebagai substitusi dari agregat alam. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah serabut kelapa yang memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Berdasarkan kondisi ini, maka perlunya ada penelitian yang cukup mendalam agar terciptanya inovasi baru pada beton ramah lingkungan (Putra, 2014).

Adapun macam-macam jenis serat sebagai bahan tambahan pada beton seperti serat baja, serat karbon, serat alami, serat kaca, sintesis plastik, serat alami yang dijadikan campuran ada dua yaitu tumbuhan dan hewan. Jika dari tumbuhan antara lain tebu, serabut kelapa, ijuk kayu dan lain sebagainya. “Penggunaan serat beton mampu menyerap energi dan daktilitas, pengendalian retak-retak dan meningkatkan sifat deformasi. Serat yang digunakan untuk pembuatan serat semen adalah serat yang dapat menyerap air, ini menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi dari serat yang kurang menyerap air”. Selain itu, berdasarkan letak geografisnya Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki territorial laut yang cukup luas. Banyak ditemukan bangunan-bangunan konstruksi beton disekitar pantai atau tepi laut contohnya *breakwater*, *seawall*, *Groin*, *revetment*, *bulkhead* dan lain

sebagainya. Selama umur masa konstruksi berlangsung (*service life*) kontak antara beton dengan air laut tidak dapat dihindari. Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil penelitian-penelitian sebelumnya, air laut dapat menyebabkan korosi pada beton. Kondisi ini dapat mempengaruhi durabilitas beton, yang pada akhirnya akan menurunkan sifat-sifat mekanikal maupun kinerja dari beton (Pane dan Aswin, 2015).

Kekuatan dan daya tahan beton dipengaruhi oleh perbandingan campuran, mutu dan bahan penyusun, metode pelaksanaan, temperatur dan perawatan. Durabilitas beton adalah kemampuan beton untuk bertahan terhadap kondisi lingkungan seperti cuaca, serangan kimia, dan abrasi tanpa ada kerusakan yang signifikan selama masa layannya. Beberapa serangan kimiawi yang menyebabkan kerusakan pada beton adalah serangan sulfat, serangan asam, alkali, dan serangan dari laut (Elen dan Olivia, 2016).

Husin (2010) menyebutkan bahwa garam-garam sulfat yang umum terdapat alami dalam tanah merupakan garam-garam sulfat yang merugikan karena kontaminasi sulfat akibat adanya reaksi kimia yang ditimbulkan dengan semen atau beton. Garam-garam tersebut adalah Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat. Magnesium sulfat merupakan garam yang paling agresif dan bersifat reaktif pada beton, karena mudah bereaksi dengan kalsium hidroksida yang merupakan sisa hasil hidrasi antara semen dengan air yang dapat merusak beton (Nety dan Tanzil, 2013).

Namun pada pembahasan dan penelitian ini difokuskan pada agresi Magnesium Sulfat yang banyak terdapat pada kandungan air laut. Kandungan air laut pada umumnya mengandung 3,5% larutan garam yaitu terdiri dari 78% Sodium Klorida, 15% Magnesium Sulfat atau 0,13% kadar Magnesium dari jumlah unsur-unsur air laut dan lainnya (Kardiyono, 1992). Berdasarkan penjelasan beberapa literatur diatas maka dilakukan penelitian untuk menguji apakah serabut kelapa berguna sebagai penguat beton terhadap serangan dari air Magnesium Sulfat ( $MgSO_4$ ), oleh karena itu diambil Tugas Akhir dengan judul “PENGAMATAN KETAHANAN BETON BERSERABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT TERHADAP RENDAMAN MAGNESIUM SULFAT”

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan latar belakang, maka permasalahan yang akan dikaji yaitu:

1. Bagaimana pengaruh persentase penggunaan serat serabut kelapa terhadap rendaman Magnesium Sulfat selama 30 dan 60 hari?
2. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton berserabut kelapa dalam rendaman air Magnesium Sulfat selama 30 dan 60 hari?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh persentase penggunaan serat serabut kelapa terhadap rendaman Magnesium Sulfat.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton berserabut kelapa dalam rendaman Magnesium Sulfat.

## **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Mengenai perencanaan penelitian ini diperlukan adanya pembatasan permasalahan agar tercapainya tujuan penelitian dengan batasan sebagai berikut:

1. Karakteristik beton yang di uji adalah durabilitas pada kuat tekan.
2. Digunakan serabut kelapa yang dipotong dengan panjang 5 cm.
3. Adukan beton diberi serat serabut kelapa sebanyak: 0,3%, 0,5%, dan 1% terhadap berat beton.
4. Perendaman beton dengan menggunakan air laut yang disubstitusikan dengan air yang ditambahkan Magnesium Sulfat dengan rasio 1:30 (konsentrasi 5%).
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah umur perendaman 30 dan 60 hari dalam larutan air Magnesium Sulfat 5%

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Manfaat tersebut yaitu:

1. Memanfaatkan limbah serat serabut kelapa dan mengurangi angka limbah.
2. Penelitian ini dapat menjadi rujukan untuk menggunakan serat serabut kelapa pada konstruksi beton khususnya daerah yang berhubungan dengan lingkungan laut.
3. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan dunia konstruksi tentang pengaruh beton berserabut kelapa terhadap serangan Magnesium Sulfat berkonsentrasi 5% berdasarkan tinjauan kuat tekan betonnya.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini akan diuraikan dalam penulisan yang dibagi menjadi lima bab pokok bahasan sebagai berikut:

#### **Bab 1 Pendahuluan**

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematikan pembahasan.

#### **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan dan membahas kerangka teori mengenai penelitian secara singkat, sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada dan mempersiapkan landasan teori.

#### **Bab 3 Metodologi Penelitian**

Dalam bab ini diuraikan tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, variabel penelitian, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta teknik analisis data.

#### **Bab 4 Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menguraikan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan dari hasil yang didapatkan.

## Bab 5 Kesimpulan

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil dan pembahasan serta berisikan beberapa saran dari penulis.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Beton Normal

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton dan air sebagai pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung (Sahrudin dan Nadia, 2016). Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (umumnya kerikil dan pasir), semen dan air.

Agar kualitas beton yang di hasilkan baik dinilai dari spesifikasi material yang memenuhi standarisasi yang berlaku. Oleh karena itu diperlukan perencanaan mix design untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang di butuhkan dalam melakukan mix design juga perlu di perhatikan dalam adukan beton untuk menghindari terjadinya segregasi dimana kekuatan beton ditentukan dari padat tidaknya campuran bahan penyusun beton.

Tabel 2.1: Jenis beton berdasarkan kuat tekan (Tjokrodimuljo, 2007).

Jenis beton	Kuat tekan
Beton Mortar	15-25 Mpa
Beton normal Beton prategang	15- 30 MPa
Beton ringan	0,35-7 Mpa
Beton non-pasir	11,70 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40-80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	>80 Mpa

Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut pendapat (Pane dkk, 2015). Beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, misalnya:

1. Ekonomis yaitu pertimbangan yang sangat penting meliputi material, kemudahan dalam pelaksanaan, waktu untuk konstruksi, pemeliharaan struktur, daktilitas dan sebagainya.
2. Harganya dapat menjadi murah apabila bahan-bahan dasar lokal banyak tersedia.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak. Cetakan dapat pula dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi lebih murah.
4. Kuat tekannya yang cukup tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat digunakan untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun dimasukkan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat- tempat yang sulit.
7. Beton memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh temperatur tinggi yang mungkin timbul, seperti akibat peristiwa kebakaran.
8. Rigiditas tinggi.
9. Biaya pemeliharaan yang rendah.

Selain memiliki beberapa kelebihan, beton juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu:

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
3. Beton bersifat getas atau tidak daktil sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.
4. Memerlukan biaya untuk bekisting dan perancah atau untuk beton yang di cor ditempat.

## 2.2. Beton Serat (*Fiber Concrete*)

Beton serat merupakan bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter 5 dan 500 mikrometer, dan panjang sekitar 25 mm sampai 10 mm. Menurut Sjafei (2005), penambahan serat memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi acak dengan maksud untuk mencegah terjadinya retakan mikro pada beton di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan, pengaruh susut atau pengaruh panas hidrasi.

Beberapa jenis bahan serat yang dapat dipakai untuk meningkatkan performa struktur beton antara lain: baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*) dan karbon (*carbon fibre*). Bahan serat lainnya seperti serat alamiah yang dapat digunakan antara lain: ijuk, sabut kelapa, dan serat tumbuhan lainnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat pada campuran beton umumnya dapat meningkatkan performa ketahanan beton berupa:

1. Ketahanan terhadap tarik dan momen lentur
2. Ketahanan terhadap penyusutan (*shrinkage*)
3. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
4. Ketahanan terhadap kekakuan (*ductility*)

Untuk itu, jenis serat yang dipakai memiliki pengaruh besar terhadap ketahanan beton berserat. Modulus elastisitas serat harus jauh lebih tinggi daripada beton agar terjadi penyaluran tegangan secara efisien. Serat dengan modulus elastisitas yang rendah seperti nilon dan plastik tidak memberikan peningkatan yang signifikan pada kekuatannya, tetapi memiliki manfaat dalam penyerapan energi yang besar sehingga memberikan tingkat ketangguhan dan ketahanan yang lebih besar terhadap benturan. Untuk serat dengan modulus elastisitas yang tinggi seperti baja, kaca dan karbon akan memberi kekuatan dan kekakuan pada beton serat komposit. Sudah lebih dari 200.000 ton serat yang digunakan pada beton dimana serat baja menjadi serat yang paling banyak digunakan (50% dari total tonase yang digunakan) diikuti oleh *polypropylene* (20%), kaca (5%) dan serat lainnya (25%) (Banthia, 1994).

## **2.3. Material Penyusun Beton Berserat dengan Campurat Serat Serabut Kelapa**

Beton serat adalah beton yang dalam proses pembuatannya ditambahkan bahan fiber (Berserat). Tujuan dari penambahan serat ini adalah untuk meningkatkan mutu beton. Serat yang ditambahkan ke dalam beton bisa berupa serat sintesis atau serat alami. Salah satu serat alami yang ditambahkan dalam penelitian beton ini adalah serat serabut kelapa. Beton berserabut kelapa ini disusun oleh material pembentuk sebagai berikut.

### **2.3.1. Semen Portland**

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 dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049, 2004). Membagi semen Portland menjadi 5 jenis:

Jenis I: Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi

Jenis II: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi

Jenis IV: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.

Jenis V: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen yang paling umum dipakai adalah semen tipe I atau yang biasa disebut semen OPC (*Ordinary Portland cement*). Semen ini merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mengaluskan klinker-klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI, 1982), unsur-unsur penyusun ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Unsur-unsur penyusun utama semen (Tjokrodimuljo, 2007).

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	$C_3S$	$3CaO SiO_2$
Dikalsium Silikat	$C_2S$	$2CaO SiO_2$
Trikalsium Aluminat	$C_3A$	$2CaO Al_2O_3$
Tetrakalsium	$C_4AF$	$2CaO Al_2O_3 Fe_3O_3$
Aluminoferrite		

Unsur silika memiliki peran yang cukup penting terhadap proses hidrasi yang dilakukan oleh semen. Hal ini dijelaskan oleh (Nawy, 2009) yang berpendapat Pketika semen portland bercampur dengan air selama proses pengerasan sekitar 20% kapur dibebaskan dari senyawa, hal ini dapat menyebabkan disintegrasi struktur karena terbebasnya kapur dari semen. Situasi seperti ini dapat dicegah dengan menambahkan mineral silika seperti pozzolan ke dalam semen. Mineral tambahan tersebut bereaksi dengan kapur dengan adanya kelembaban untuk menghasilkan kalsium silikat yang kuat.

### 2.3.2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan material penggisi beton yang berupa butiran pasir alami yang dihasilkan dari pecahan batuan atau pasir yang dihasilkan pabrik pemecah batuan. Agregat halus dalam campuran beton adalah agregat yang lolos ayakan 5 mm. Menurut (SNI 03-2834, 2000) Agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

- Pasir Halus:  $\emptyset$  0 – 1 mm
- Pasir Kasar:  $\emptyset$  0 – 5 mm

Menurut peraturan (SK SNI T-15-1990-03, 1990) kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.  
Gradasinya harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).

Lubang Ayakan(mm)	No.	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

- Daerah gradasi I = Pasir kasar
- Daerah gradasi II = Pasir agak kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir agak halus
- Daerah gradasi IV = Pasir halus

### 2.3.3. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan butiran mineral dari hasil di sintegrasi alami batuan atau juga berupa hasil dari pemecah stone crusher. Agregat kasar adalah agregat dengan butir-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40 mm (Arum, 2013). Agregat kasar berupa batu pecah, kerikil , atau granit. Butiran agregat kasar merupakan batuan yang keras yang bersifat kekal dan tak hancur atau pecah oleh pengaruh air hujan dan terik matahari karena agregat kasar tidak boleh berpori. Menurut (SNI 03-2834, 2000) agregat kasar untuk beton harus memenuhi.persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
  - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total.
  - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90%-98% berat total.
  - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas sua ayakan yang berurutan adalah maksimal 60% berat total, minimal 10% berat total.

Adapun spesifikasi gradasi agregat agregat kasar menurut SNI-03-2834-2000 dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Spesifikasi gradasi agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 ( ½ in)	25	60
4,75 (No. 4	95	100

### 2.3.4. Serabut Kelapa

Serabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35% dari berat keseluruhan buah. Serabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Satu buah kelapa menghasilkan 0,4kg sabut yang mengandung 30% serat. Berikut beberapa komposisi kimia serabut kelapa yang dijelaskan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Komposisi serat serabut kelapa.

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2.02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin (Metode Klason)	31.48	SNI 14-0492-1990
Kadar Sari	3.41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32.64	SNI 14- 0444-1989
Kadar Total Selulosa	55.34	Metode Internal BBPK
Kadar Pentosan Sebagai Hemiselulosa	22.70	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1 %	20.48	SNI 19-1938-1990

Dilihat dari sifat fisiknya serabut kelapa terdiri dari:

- Seratnya yaitu serat kasar dan halus dan tidak kaku.
- Mutu serat ditentukan dari warna dan ketebalan.
- Mengandung unsur kayu seperti lignin, tannin, dan zat lilin.

Serat dalam hal ini diharapkan sebagai tulangan mikro yang melindungi beton dari keretakan, meningkatkan kuat tarik dan lentur secara tak langsung dan juga meningkatkan daktilitas beton, kekedapan beton, serta daya tahan beton terhadap beban bertulang. Sabut kelapa digunakan agar dapat menahan tegangan yang diterima beton. Pada saat beton diberi beban maka beton akan terkekang

sehingga serat akan mengalami kondisi tarik. Namun serat ini juga mempunyai kelemahan yaitu pada proses pengerjaan harus dilakukan secara teliti dikarenakan besarnya kemampuan dari serat sabut kelapa untuk saling mengikat satu sama lain yang dapat menyebabkan penggumpalan pada campuran beton sehingga menurunkan kelecakan. Pembahasan beton berserabut kelapa dalam bidang konstruksi yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.6.



Gambar 2.1: Serat sabut kelapa.

Tabel 2.6: Hasil penelitian beton serabut kelapa sebelumnya.

No	Judul	Hasil
1	Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton (Sahrudin dan Nadia, 2016)	Peningkatan kuat tekan beton berserat pada penambahan serat 0.50% sebesar 272.14 kgf.cm <sup>2</sup> naik 29.55% dan penambahan

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

No	Judul	Hasil
		serat 0.125% sebesar 244.84 kgf/cm <sup>2</sup> naik 16.56% dari beton normal tanpa penambahan serat sabut kelapa sebesar 210.06 kgf/cm <sup>2</sup> .
2	Pengaruh penggunaan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur (Purwanto dkk, 2021)	Hasil pengujian menunjukkan bahwa balok dengan serat sabut kelapa 0% mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 237,79 kg/cm <sup>2</sup> , balok dengan serat kelapa 1% mempunyai kuat tekan sebesar 228,73 kg/cm <sup>2</sup> sedangkan balok dengan sabut kelapa 2% mempunyai kuat tekan sebesar 212,88 kg/cm <sup>2</sup> .
3	Pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat tekan beton (Eben dkk, 2022)	Penggunaan serabut kelapa campuran 0,15% SK umur 28 hari sebesar 21,11 Mpa mengalami penurunan dari beton normal dengan nilai kuat tekan 22,24 Mpa, Campuran beton umur 28 hari dengan 0,30% sebesar 20,83 Mpa, 0,45% 19,89 Mpa, berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton normal yang memiliki kuat tekan sebesar 22,24 Mpa.

## 2.4. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah didefinisikan sebagai bahan selain semen, air dan agregat yang digunakan sebagai bahan penyusun beton dan ditambahkan ke dalam campuran beton sebelum atau selama proses pengadukan (Shetty, 2005). Karena bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu beton maka dalam proses pengerjaannya baik dalam proses pengadukan maupun dalam proses penuangannya perlu dilakukan secara teliti, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih optimal pada beton.

### 2.4.1. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi (*rice-husk ash*) merupakan limbah dari pembakaran sekam padi yang banyak ditemukan di negara tropis seperti Indonesia. Abu sekam padi dihasilkan melalui pembakaran pada suhu yang tidak melebihi 800°C selama beberapa menit. Penelitian terdahulu meneliti unsur-unsur kimia yang terdapat pada abu sekam padi seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Unsur kimia yang terdapat pada abu sekam padi.

Komposisi	% Berat
SiO <sub>2</sub>	89,90
K <sub>2</sub> O	4,50
CaO	1,01
P <sub>2</sub> O	2,45
MgO	0,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46
MnO	0,14
CO <sub>2</sub>	0,10

#### **2.4.2. Sikament**

Menurut data teknis PT. Sika Indonesia (2011), Sikament merupakan superplasticizer dengan pengurang air dalam jumlah besar dan memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat. Cairan superplasticizer sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi sesuai dengan ASTM C 494-92 type F. Sikament ditambahkan ke air sebelum adukan sebelum air tersebut dicampurkan dengan agregat atau dalam sebagian kasus ditambahkan langsung ke dalam beton yang baru di aduk. Sikament memberikan keuntungan sebagai berikut:

##### **a. Sebagai Superplasticizer**

1. Kelecekan (*Workability*), memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat.
2. Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan, waktu pengerasan normal tanpa perlambatan.
3. Mengurangi resiko pemisahan secara signifikan

##### **b. Sebagai bahan pengurang air**

1. Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari.
2. Kekuatan tinggi selama 12 jam.

#### **2.5. Larutan Magnesium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>)**

Magnesium sulfat merupakan salah satu garam yang paling agresif dan bersifat reaktif pada beton, karena mudah bereaksi dengan kalsium hidroksida yang merupakan sisa hasil hidrasi antara semen dengan air yang kemudian menghasilkan gypsum dan ettringite yang bersifat menambah volume sehingga terjadi pengembangan dan akhirnya dapat merusak beton. Salah satu akibat yang ditimbulkan oleh magnesium sulfat adalah terjadinya disintegrasi pada beton. Proses disintegrasi adalah suatu proses pemisahan atau pelepasan dari suatu bahan yang berukuran besar dan menyatu menjadi bahan yang berukuran kecil dan terpisah-pisah. Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa magnesium sulfat dapat

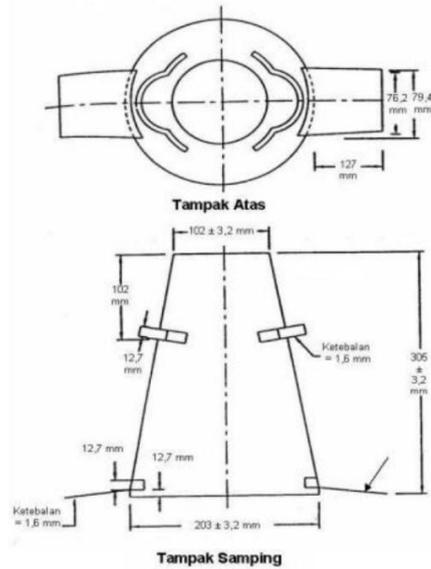
menyebabkan disintegrasi pada beton yang akhirnya dapat mereduksi kekuatan beton itu sendiri. Kuat tekan beton tidak dapat diragukan lagi merupakan indeks daya tahan terhadap agresi karena kekuatan, kepadatan serta permeabilitas yang rendah kesemuanya saling berkaitan satu dengan yang lainnya, oleh karena itu dengan semakin kuat beton diharapkan mampu menambah kekuatan dan keawetan beton (Fahmi Hidayat dan Gunawan Tanzil, 2013).

Magnesium sulfat adalah salah satu garam yang terlarut di dalam air laut. Serangan sulfat ditandai dengan kerusakan elemen batu padas pada ujung dan bagian yang tajam yang mengalami retak-retak dan terlepas. Dasar dari serangan sulfat ini adalah pembentukan kalsium sulfat dan ettringite (kalsium sulfo aluminat). Reaksinya sebagai berikut:  $MgSO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow CaSO_4 + Mg(OH)_2$

Magnesium sulfat akan bereaksi dengan kalsium hidroksida menghasilkan kalsium sulfat ( $CaSO_4$ ) dan magnesium hidroksida ( $Mg(OH)_2$ ). Selanjutnya kalsium sulfat bereaksi dengan kalsium aluminat hidrat menghasilkan kalsium sulfo aluminat (Ettringite) yang bersifat mengembang sehingga menyebabkan kekeroposan pada batu padas.  $3CaSO_4 + 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O \leftrightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot nH_2O$  (Wiyarsa dkk, 2006).

## **2.6. Pengujian Beton Segar (*Slump*)**

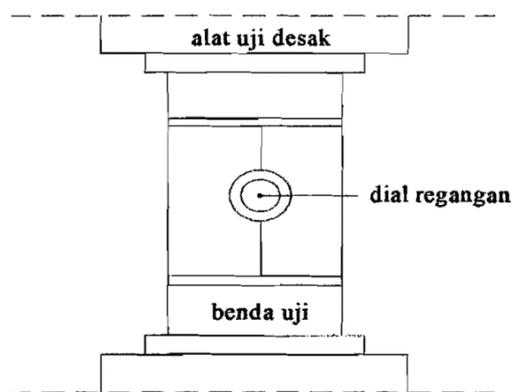
Slump test adalah pengujian paling sederhana yang sering digunakan. Karenanya kelecakan beton segar sering identik dengan slumpnya. Berkurangnya kelecakan akibat cuaca panas, misalnya disebut sebagai slump loss. Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan maka slump berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah. Kelemahan uji slump adalah tidak dapat mengukur kelecakan campuran beton yang kaku (Nugraha, 2007). Slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat sebagaimana yang telah dijelaskan oleh (SNI 03-1972, 2008) tentang proses pengujian *slump test*. Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai viscosity pada beton dengan mengukur penurunan benda uji terhadap tinggi kerucut Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Kerucut abrams (SNI 03-1972, 2008).

## 2.7. Kuat Tekan Beton

Dipohusodo (1997) berpendapat bahwa kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Departemen Pekerjaan Umum melalui (SNI 03-1974, 1990) menjelaskan yang dimaksudkan dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.



Gambar 2.3: Pengujian kuat tekan.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

$f'c$  = Kuat tekan silinder beton ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  = *Beban tekan maksimum/hancur (kg)*

$A$  = *Luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ )*

## 2.8. Durabilitas

Durabilitas merupakan kemampuan suatu struktur untuk menahan serangan fisika, kimia dan biologi selama masa waktu tertentu tanpa kerusakan berarti (Mehta dan Monteiro, 2006). Pada umumnya durabilitas berkaitan dengan keawetan campuran dalam kurun waktu yang lama pada temperatur dan kondisi air rendaman tertentu. Sifat durabilitas beton hendaknya harus tahan terhadap pengaruh lingkungan dan cuaca. Salah satu sifat dari durabilitas beton adalah tahan terhadap pengaruh kimia yang terkandung dalam air laut, air gambut, air limbah, zat-zat kimia hasil industri, buangan air kotor kota, dan sumber air lainnya.

Durabilitas beton sangat dipengaruhi oleh berbagai hal, antara lain permeabilitas beton, kerusakan alamiah (fisik) dan kerusakan kimia, pengaruh cuaca, serta korosi pada tulangan baja yang tertanam di dalam beton. Lingkungan yang bersifat agresif sangat berperan dalam menurunkan kinerja durabilitas beton. Seperti yang dijelaskan di atas, permeabilitas beton mempengaruhi durabilitas beton tersebut. Permeabilitas beton merupakan kemampuan beton untuk menghambat pergerakan air atau fluida lainnya yang melewati beton. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Mufti dan Imran, 2021) hasil menunjukkan bahwa prosedur yang diusulkan berhasil mencerminkan kinerja beton dalam interval waktu (28 dan 60 hari) yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: kondisi beton setelah direndam 28 sampai 60 hari  
(Mufti dan Imran, 2020)

Durabilitas didefinisikan sebagai ketahanan dari suatu beton terhadap proses yang merusak beton yang terjadi akibat hasil interaksi dengan lingkungan eksternal atau terkontaminasi dengan bahan kimia. Dalam pembahasan durabilitas dalam bidang konstruksi yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dapat dilihat di Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Hasil penelitian durabilitas beton sebelumnya.

No	Judul	Hasil
1	Pengaruh NaCl dan MgSo4 terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah batu padas buatan (Anom dkk, 2006)	Perendaman dengan larutan MgSO4 dan NaCl dengan konsentrasi 0%, 1%, 2% dan 3% selama 61 hari menunjukkan pengaruh yang kecil terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji. Hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi larutan rendah.

Tabel 2.8: *Lanjutan.*

No	Judul	Hasil
2	Pengaruh metode perlakuan dalam perawatan beton terhadap kuat tekan dan durabilitas beton (Fepy dan Mukhlis, 2017)	Hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan bahwa beton yang dirawat dengan ara direndam dalam air (V1) masih memiliki nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi sebesar 31,3 Mpa. Mendekati kuat tekan rata-rata V1 adalah beton yang tidak dirawat dengan perlakuan diletakkan diluar ruangan tanpa perawatan (V3) dengan kuat tekan rata-rata 28,8 Mpa. Nilai kuat tekan terendah pada umur 28 hari dihasilkan oleh beton yang dirawat diluar ruangan, lalu ditutup karung goni dan disiram pagi, siang, selama 3 hari sebesar 22,6 Mpa.
3	Durabilitas beton kulit kerang dilingkungan air laut (Elen dkk, 2016)	Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari perendaman air biasa serta 7, 28, 91 hari perendaman air garam. Kuat tekan pada 28 hari perendaman air biasa menjadi kuat tekan untuk hari ke-0.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Metodologi adalah suatu langkah dalam memecahkan suatu masalah dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisis data yang diperoleh. Sebagai acuan dari penelitian ini maka di dapat data-data pendukung. Data pendukung dari hasil penelitian laboratorium ini dibagi menjadi dua jenis yaitu:

##### 1. Data Primer

Data ini terdiri dari:

- a. Pemeriksaan bahan dan material
- b. Perbandingan dalam campuran beton (mix design)
- c. Kekentalan beton segar (Slump)
- d. Pengujian durabilitas beton
- e. Pengujian kuat tekan beton

##### 2. Data sekunder

Data sekunder ini merupakan data berupa literasi yang diperoleh dari sekumpulan buku dan jurnal yang terkait dengan penelitian yang mengacu kepada referensi pembuatan beton berdasarkan:

- a. (SNI 03-2834, 2000) tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
- b. Jurnal-Jurnal ilmiah serta buku-buku sebagai acuan yang mendukung jalannya penelitian.
- c. Laporan Praktikum Beton sebagai referensi untuk menunjang dalam penelitian ini.

Sebuah permasalahan yang telah diuraikan akan terjawab dengan dilakukannya penelitian secara bertahap yang sebelumnya sudah dirangkai dalam sebuah metode penelitian. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

##### 1. Persiapan bahan dan material

Kegiatan ini dilakukan dengan mempersiapkan bahan dan material-material

yang dibutuhkan sebelum dilakukannya pemeriksaan material.

2. Pemeriksaan material

Pemeriksaan material dilakukan melalui tahapan pemeriksaan material seperti data properti material dan sifat-sifat mekanisnya yang dibutuhkan dalam menentukan perencanaan campuran beton.

3. Mix Design

Dalam tahapan ini diperlukan adanya bimbingan oleh dosen pembimbing untuk meminimalisir terjadinya kesalahan perhitungan dalam menganalisa dan merencanakan kebutuhan pada campuran beton.

4. Pembuatan benda uji

Setelah material dipersiapkan dengan proporsi campuran yang telah direncanakan sesuai perencanaan mix design, maka benda uji siap untuk dibuat melalui pencampuran semua material campuran beton ke dalam mixer.

5. Pencetakan benda uji

Slump Test dilakukan sebelum tahap pencetakan pada beton segar, kemudian beton segar yang telah dibuat dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

6. Perawatan benda uji

Setelah benda uji dicetak dan dibiarkan selama 24 jam, benda uji lalu direndam dengan memasukkannya ke dalam bak air selama 120 hari.

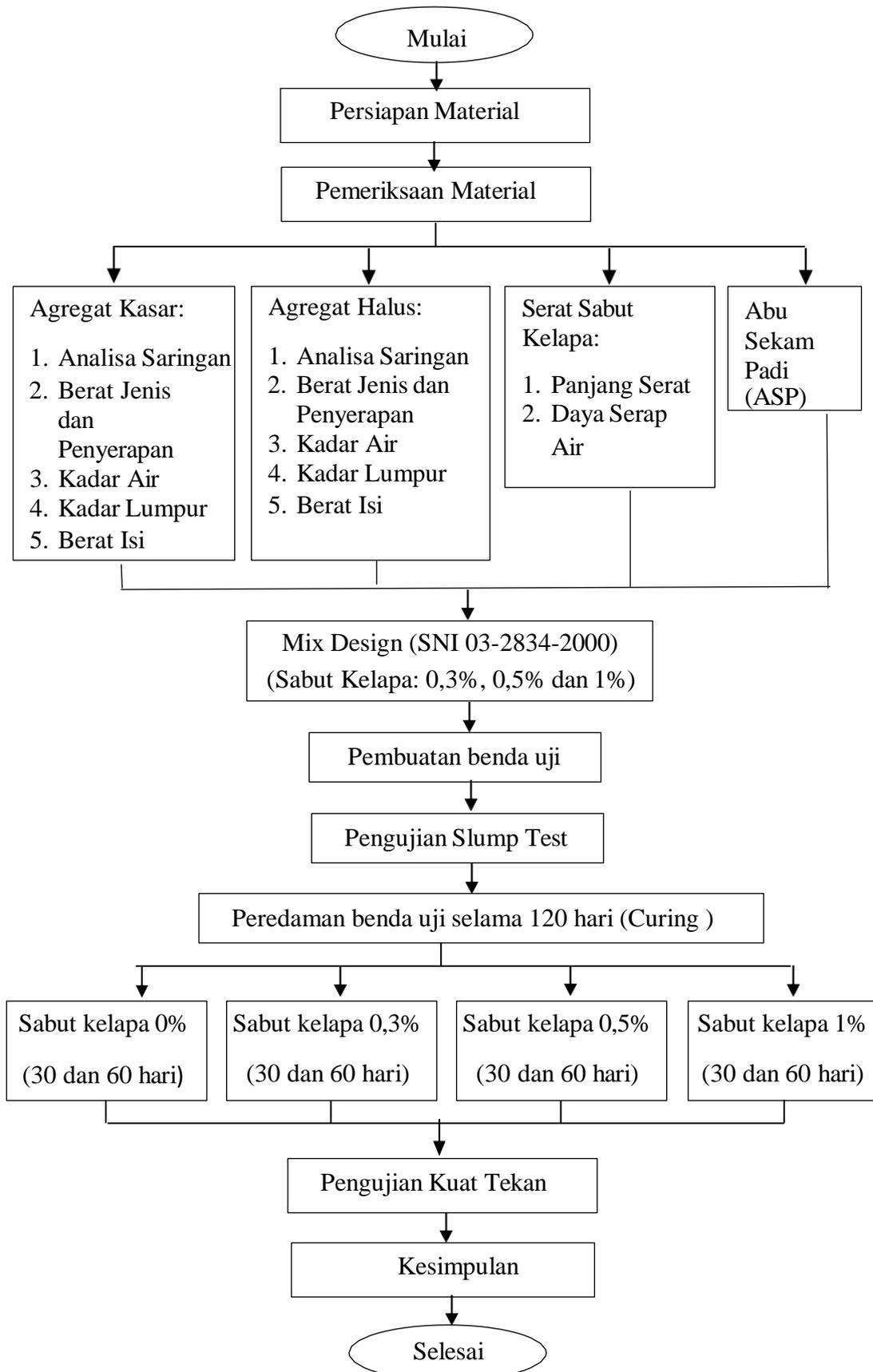
7. Perendaman air garam

Benda uji yang telah direndam sampai mencapai umur beton kemudian diangkat dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu benda uji ditempatkan pada larutan Magnesium Sulfat 5% selama 30 hari dan 60 hari.

8. Pengujian kuat tekan

Setelah benda uji melalui proses perendaman air garam, lalu diangkat dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian dilakukan pengujian kuat tekan pada benda uji melalui mesin *Compression Machine*.

Adapun langkah-langkah penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: *Flow Chart* tahapan penelitian.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, penelitian ini dilakukan selama 8 bulan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Jadwal penelitian.

No.	Jenis Kegiatan	Bulan															
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1	Persiapan bahan	■															
2	Pemeriksaan bahan		■														
3	Perencanaan Mix Design beton		■														
4	Pembuatan benda uji			■													
5	Perawatan benda uji				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Perendaman garam benda uji												■	■	■	■	
7	Pengujian benda uji														■		■

### 3.3. Alat dan Bahan

#### 3.3.1. Alat

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Satu set saringan dengan nomor ayakan berturut-turut No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, dan No.100 untuk agregat halus, dan 1½", 3/4", 3/8" dan No.4 untuk agregat kasar.
2. Timbangan digital.
3. Mesin pengaduk beton (molen/mixer).
4. Cetakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Kerucut Abrams
6. Bak perendam.
7. Mesin kompres (*compression testing machine*)

### **3.3.2. Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen

Pada penelitian ini akan digunakan semen Portland (semen jenis 1) dengan merek Semen Andalas 50 kg.

2. Agregat

Aggregat kasar (batu split) dan halus (pasir) berasal dari Binjai.

3. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PDAM Tirtanadi.

4. Abu sekam padi

Abu sekam padi pada penelitian ini di dapat dari daerah Deli Serdang.

5. Sabut kelapa

Penggunaan serat sabut kelapa pada penelitian ini didapat secara komersial.

### **3.4. Tahapan Pengujian**

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan beberapa tahap pengujian terhadap material dan bahan maupun sampel dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan ini sebagaimana dijelaskan berikut ini.

#### **3.4.1. Persiapan Bahan - Bahan Dasar**

Pengujian ini diawali dengan dibersihkannya material dari kandungan lumpur sehingga dapat terbebas dari unsur-unsur organik lainnya.

#### **3.4.2. Pengujian Kandungan Lumpur**

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada (PBI, 1971) pasal 14 ayat 2b. Metoda pengujian kandungan lumpur pada pasir sebagai berikut:

1. Keringkan pasir yang akan di ujikan.

2. Timbang bejana yang akan digunakan sebagai wadah pasir.
3. Timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc.
4. Masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir.
5. Kocok gelas ukur  $\pm 15$  kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang air keruh perlahan-lahan agar pasir tidak ikut terbang.
6. Percobaan diulangi sampai 1 - 5 kali, hingga air menjadi jernih.
7. Pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam bejana yang sudah ditimbang.
8. Masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu  $105\text{ }^{\circ}\text{C} - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 36$  jam.
9. Keluarkan pasir dari oven. didinginkan lalu ditimbang.
10. Perhitungan Kandungan lumpur berdasarkan Pers. berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B_0 - B'}{B_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana  $B_0$  = berat agregat sebelum pengujian, dan  $B$  = berat agregat setelah pengujian.

11. Presentase kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%, jika didapat kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% maka pasir harus di cuci dahulu.

### 3.4.3. Pengujian Analisa Saringan

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir (SNI 03-1968, 1990). Urutan proses dalam pengujian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990 adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 + 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

Dimana satu set saringan yang digunakan meliputi; 76,2 mm (3"); 37,5 mm (1½"); 19,1 mm (¾"); 9,5 mm (⅜"); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm).

### 3.4.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air pada agregat yang digunakan dalam menghitung volume beton. Pengujian ini mengacu kepada (SNI 03-1969, 1990) dengan Pers. berikut:

$$\text{Berat Jenis Curah Kering} = \frac{a}{(b-c)} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{b}{(b-c)} \quad (3.3)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{a}{(a-c)} \quad (3.4)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{|b-a|}{(a)} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan:

$a$  = berat benda uji kering oven (gr)

$b$  = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

$c$  = berat benda uji dalam air (gr)

### 3.4.5. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat. Pengujian ini dilakukan berdasarkan acuan dari (SNI 03-1971, 1990) tentang metode pengujian kadar air agregat dengan Pers. sebagai berikut:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\% \quad (3.6)$$

Keterangan:

$W_3$  = berat benda uji semula (gram)

$W_5$  = berat benda uji kering (gram)

Dimana urutan proses pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. timbang dan catatlah berat talam ( $W_1$ ),
2. masukan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya ( $W_2$ ),
3. hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ),
4. keringkan benda uji dengan oven pada suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai beratnya tetap,
5. setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta alam ( $W_4$ ),
6. hitunglah berat benda uji kering ( $W_5 = W_4 - W_1$ ).

### 3.4.6. Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi agregat dilakukan untuk mengetahui volume produksi campuran beton, kadar semen yang digunakan dan kadar udara dalam beton dalam suatu campuran beton segar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan panduan (SNI 03-1973, 1990) berdasarkan Pers. 3.7.

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.7)$$

dengan:

$M_c$  = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)

$M_m$  = berat wadah ukur (kg)

$V_m$  = volume wadah ukur ( $m^3$ )

### 3.5. Penetapan Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variabel-variabel yang ditetapkan. Adapun jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2: Sampel benda uji rencana.

No	Kode	Sabut Kelapa terhadap berat beton	Abu Sekam Padi terhadap berat semen
1	FOS8	0%	0%
2	FS21	0,3%	1%
3	FS22	0,5%	1%
4	FS23	1%	1%
5	FOS 6	0%	0%
6	FS16	0,3%	1%
7	FS17	0,5%	1%
8	FS18	1%	1%

### 3.6. Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan pedoman standar (SNI 03-2834, 2000) dan berdasarkan kebutuhan pembuatan benda uji ditambah sebanyak 10% dengan kemungkinan tercecernya bahan adukan beton selama proses pembuatan benda uji. Adapun langkah-langkah perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'c$ ) pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar berdasarkan Pers. berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3.8)$$

Keterangan:

$S$  = standar deviasi

$x_i$  = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

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

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

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.), apabila 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 berdasarkan Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834, 2000).

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

3. Menentukan nilai tambah margin berdasarkan Tabel 3.4.

Tabel 3.4: Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000).

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

4. Menghitung kuat tekan beton rata rata  $f_{cr}$  berdasarkan Pers. 3.10.

$$f_{cr} = f'c + S + M \quad (3.10)$$

Keterangan:

$f_{cr}$  = kuat tekan rata-rata perlu (Mpa)

$f'c$  = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

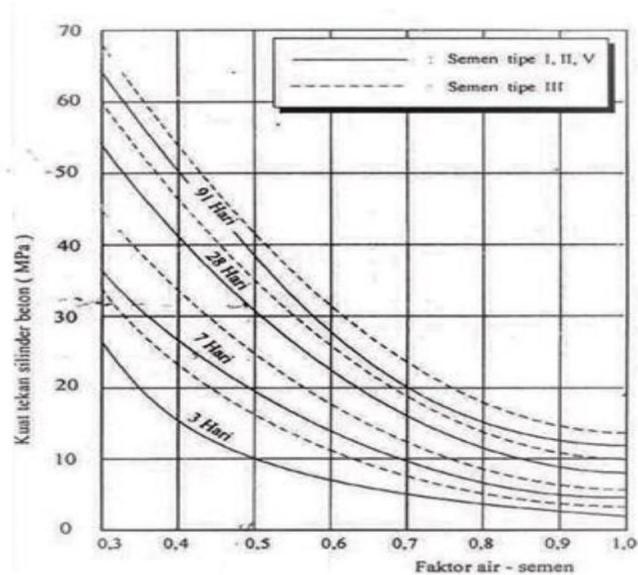
$S$  = standar deviasi

$M$  = nilai tambah margin

5. Menentukan jenis/tipe semen yang digunakan.
6. Penetapan jenis agregat.
7. Penetapan nilai faktor air semen bebas dengan enghubungan 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 menggunakan acuan pada Tabel 3.5 Grafik serta pada Gambar 3.2.

Tabel 3.5: Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000).

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



Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan daktor air semen (SNI 03-2834, 2000).

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen digunakan apabila nilai yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih besar dari batas maksimum.
9. Menetapkan nilai slump.
10. Menentukan ukuran besar butir agregat maksimum jika tidak ditetapkan.
11. Menentukan nilai kadar air bebas berdasarkan Tabel 3.6.

Tabel 3.6: Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834, 2000).

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

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen berdasarkan Pers. 3.11.

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{fas} \quad (3.11)$$

Keterangan:

$W_{semen}$  = jumlah semen (kg/m<sup>3</sup>)

$W_{air}$  = kadar air bebas

$fas$  = faktor air semen bebas

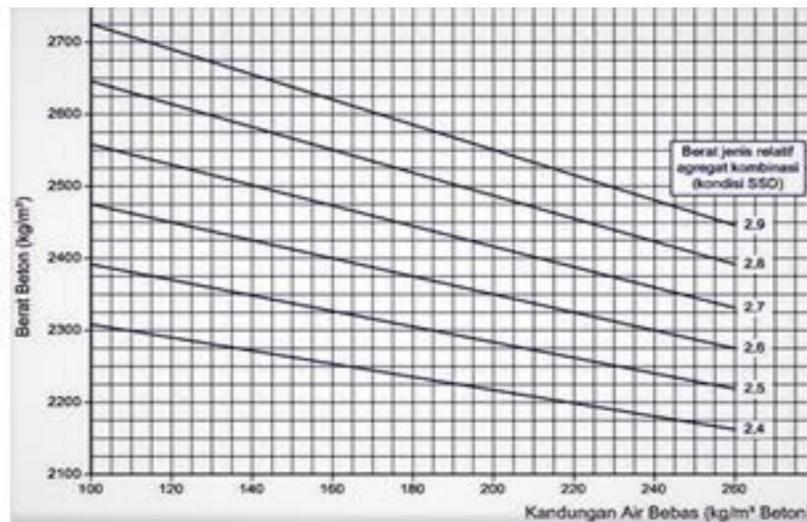
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen minimum berdasarkan Tabel 3.7.

Tabel 3.7: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum (SNI 03-2834, 2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,62
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering bergantian.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	0,55
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menghitung berat jenis relatif agregat dari data hasil uji laboratorium.
17. Perkiraan berat isi beton berdasarkan Gambar 3.3.



Gambar 3.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000).

18. Menghitung kadar agregat gabungan berdasarkan berat jenis beton yang dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
19. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir.
20. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan yang dikurangi kadar agregat halus.
21. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
22. Mengkoreksi proporsi campuran berdasarkan volume benda uji.

### 3.7. Pembuatan Benda Uji

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan di lapangan. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam sebuah campuran beton segar.

### 3.7.1. Pengujian Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (workability). Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1972, 2008). Sebagai pedoman awal penetapan nilai slump dapat mengacu kepada Peraturan Beton Indonesia (PBI, 1971) dalam penetapan nilai slump adukan beton melalui Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971).

Uraian	Slump (cm)	
	maksimum	minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

### 3.7.2. Perawatan Benda Uji

Perawatan beton dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan, yang dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air sampai mencapai 120 hari. Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 120 hari maka sampel siap untuk diuji.

### 3.8. Campuran Magnesium Sulfat pada Larutan Perendam Beton

Pengujian durabilitas beton yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan serangan garam yang diakibatkan oleh air laut, dimana penggunaan air laut disubstitusikan dengan air yang ditambahkan magnesium sulfat dengan rasio sebanyak 1:30 atau memiliki konsentrasi sekitar 5%. Proses perendaman dilakukan

dengan menggunakan wadah ember berkapasitas 45 liter sebanyak 2 buah dimana masing-masing ember dapat menampung 4 buah benda uji silinder seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Pada penelitian ini benda uji yang digunakan sebanyak 8 benda uji silinder, dimana kebutuhan magnesium sulfat yang di butuhkan untuk membuat campuran larutan magnesium sulfat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3.4: Proses perendaman benda uji terhadap larutan Magnesium Sulfat.

Perhitungan campuran larutan dilakukan untuk mencari jumlah garam yang akan ditambahkan pada masing-masing wadah untuk tiap benda uji silinder beton dengan perhitungan pada satu wadah ember berkapasitas 45 liter yang dapat menampung 4 buah benda uji maka di dapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Volume ember} = 45 \text{ liter} = 0,045 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume benda uji} = 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka:

a. Ember 1 (4 buah benda uji)

$$\text{Volume air} = 0,045 - (0,0053 \times 4) = 0,0238 \text{ m}^3$$

$$\text{jumlah air} = 0,0238 \times 1000 = 23,80 \text{ kg}$$

$$\text{jumlah garam} = \frac{4}{30} \times 23,8 = 0,793 \text{ kg}$$

b. Ember 2 (4 buah benda uji)

$$\text{Volume air} = 0,045 - (0,0053 \times 4) = 0,0238 \text{ m}^3$$

Jumlah air	= 0,0238 x 1000	= 23,80 kg
Jumlah garam	= $\frac{1}{30}$ x 23,8	= 0,793 kg

Dengan demikian banyaknya garam yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah:

Total garam sulfat	= 2 x 0,793 + 0,793	= 2,379 kg
Total air	= 2 x 23,80 + 23,80	= 71,4 kg

### 3.9. Pengujian Durabilitas

Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 120 hari maka dilakukan ketahanan pada sampel. Pada pengujian durabilitas ini yang akan diuji adalah ketahanan terhadap serangan garam. Adapun langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

1. Benda uji diangkat dari rendaman air dan dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan menggunakan kain,
2. Benda uji dikeringkan selama 24 jam,
3. Dilakukan penimbangan benda uji,
4. Membuat larutan garam dengan memasukkan garam sulfat ke dalam wadah yang telah terisi air dengan rasio perbandingan garam/air adalah 1:30,
5. Benda uji direndam ke dalam larutan garam selama 30 dan 60 hari,
6. Setelah mencapai target waktu, benda uji diangkat dan dibersihkan dari kotoran yang menempel,
7. Dilakukan pengamatan secara visual pada benda uji.

### 3.10. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1974, 1990). Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*compression test machine*). Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang dan diberikan *capping* pada kedua bagian permukaannya agar dapat diletakkan berdiri secara tegak pada alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 8 buah.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Tinjauan Umum**

Penelitian ini menggunakan material agregat halus yang telah lolos saringan No. 8 dan agregat kasar yang telah lolos saringan 1½". Kemudian material dicuci untuk menghilangkan kandungan lumpur dan sampah organik lainnya, setelah itu material tersebut dikeringkan di lapangan terbuka.

Dalam pemeriksaan agregat halus dan kasar penelitian ini memperoleh data dan material berupa analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, berat isi, kadar air dan kadar lumpur. Pemeriksaan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil dengan mengikuti SNI tentang pemeriksaan agregat dan mengikuti buku panduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### **4.2. Pemeriksaan Agregat Halus**

Sebagai material penyusun beton agregat halus mempunyai peran yang sangat penting dalam mempengaruhi kekuatan beton, agar mendapatkan kualitas yang baik maka diperlukan pemeriksaan agregat. Pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi pengujian analisa saringan, berat isi, berat jenis dan penyerapan air, kadar air dan kadar lumpur. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat yang digunakan sebagai bahan penyusun beton.

##### **4.2.1. Analisa Saringan Agregat Halus**

Pemeriksaan analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 Tentang analisa saringan agregat halus. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1: Hasil pengujian analisa saringan agregat halus.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3/8"	0	0	0	100
4,8	No.4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No.8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No.16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No.30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No.50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,10	

Berdasarkan Tabel 4.1, maka nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan (finess modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76$$

Sesuai dengan syarat SNI 03-1750-1990 modulus halus butir yaitu berkisar antara 1,5 - 3,8. Oleh sebab itu pasir yang digunakan cukup baik dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus ditetapkan berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

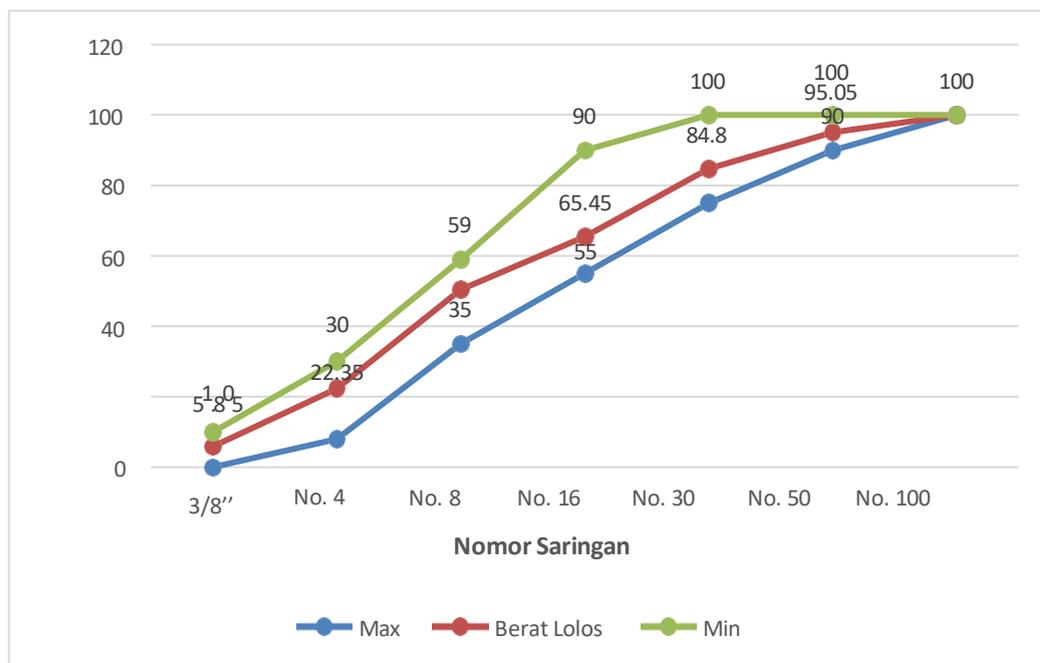
Tabel 4.2: Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
3/8"	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
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

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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

Berdasarkan tabel gradasi tersebut, gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan untuk agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Gambar gradasi agregat halus daerah 2.

#### 4.2.2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), (B)	500	500	500
berat pasir kering mutlak, (E)	486	464	475
berat piknometer berisi pasir dan air, (C)	948	943	945,5
berat piknometer berisi air, (D)	673	665	669
berat jenis curah = $(E / (B + D - C))$	2,16	2,09	2,13
berat jenis kering muka = $(B / (B + D - C))$	2,22	2,25	2,24
berat jenis semu = $(E / (E + D - C))$	2,30	2,49	2,40
Penyerapan air, $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	7,76	5,32

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2 - 2,7. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka sebesar 2,24. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

#### 4.2.3. Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat halus ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengujian berat isi agregat halus.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	25050	25430	25150	25210	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr

Tabel 4.4: *Lanjutan*

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm <sup>3</sup>
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm <sup>3</sup>

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,63 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan berdasarkan SII No.52 – 1980 yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.4. Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dibandingkan dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Hasil pengujian dari kadar air agregat halus ini tertera pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Rata-rata	%	5,43	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 4,33% dan sampel 2 sebesar 6,52% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 5,43%.

#### 4.2.5. Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur bertujuan untuk menentukan presentase kandungan lumpur dalam pasir sebagai syarat untuk bahan kontruksi. Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	511	507
Berat Pasir kering mutlak (W2), gr	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata %	3,20	

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982) pasir yang bisa yang digunakan untuk bahan bangunan jika kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% (lima persen). Dari hasil pengujian pada Tabel 4.6 dapat dilihat kandungan lumpur pada pasir sebesar 3,20%. Hal ini karena pasir tersebut telah dicuci terlebih dahulu sebelum langsung dapat digunakan dalam pembuatan beton.

#### 4.3. Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar adalah salah satu material penyusun beton dengan persentase terbesar dibandingkan material penyusun beton yang lainnya. Sifat agregat kasar

juga penting untuk diketahui karena agregat kasar memberikan pengaruh besar terhadap kekuatan beton. Pengujian agregat kasar yang dilakukan sama dengan pengujian agregat halus, yaitu pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan, pengujian kadar air dan kadar lumpur.

#### 4.3.1. Analisa Saringan Agregat Kasar

Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

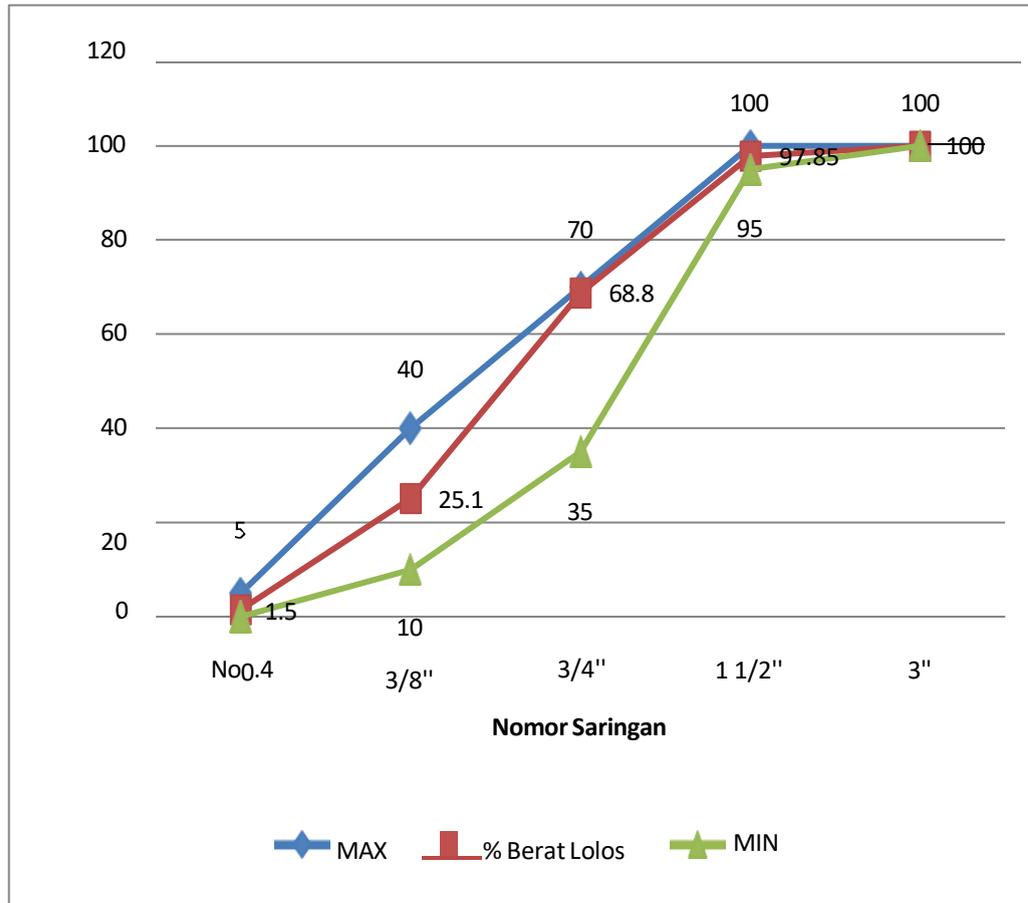
Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3"	0	0	0	100
38 mm	1½"	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	¾"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8"	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
2,4 mm	No.8	0	0,00	98,50	1,50
1,2 mm	No.16	0	0,00	98,50	1,50
0,6 mm	No.30	0	0,00	98,50	1,50
0,3 mm	No.50	0	0,00	98,50	1,50
0,15 mm	No.100	0	0,00	98,50	1,50
Pan		30	1,50		0
Total		2000	100	698,25	

Berdasarkan data dari Tabel 4.7, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan:

$$\text{Modulus Kehalusan (finess modulus)} = \frac{698,25}{100} = 6,98$$

Hasil pengujian analisa saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan agregat kasar berada dalam batas yang disyaratkan yaitu pada daerah gradasi

dengan jenis besar butir maksimum 40 mm. Berikut merupakan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar.

#### 4.3.2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kering mutlak, (B)	6284	6307	6296
berat kerikil dalam air, (C)	4047	4060	4053,5
berat jenis curah = $(B / (A - C))$	2,62	2,62	2,62
berat jenis kering muka = $(A / (A - C))$	2,69	2,69	2,69
berat jenis semu = $(B / (B - C))$	2,81	2,81	2,81
Penyerapan air, ( $[(A - B) / B] \times 100\%$ )	2,58	2,52	2,55

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2-2,7. Dari Tabel 4.8 dapat dilihat hasil pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi namun hampir melampaui syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

#### 4.3.3. Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	28850	29040	30040	29310	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm <sup>3</sup>
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm <sup>3</sup>

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar  $1,48 \text{ gr/cm}^3$ , nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal  $1,2 \text{ gr/cm}^3$  (SII No.52 – 1980).

#### 4.3.4. Kadar Air Agregat Kasar

Berikut merupakan data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6684	6597
Berat contoh SSD	gr	6191	6029
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6588	6541
Berat wadah	gr	493	568
Berat air	gr	96	56
Berat contoh kering	gr	6095	5973
Kadar air	%	1,58	0,94
Rata-rata	%	1,26	

#### 4.3.5. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	494	566
Berat Krikil kering mutlak (W2), gr	1500	1500
Berat Krikil setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	1977	2042
berat lumpur (W4), gr	17	24

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Kadar lumpur %	1,15	1,63
Kadar lumpur rata-rata %	1,39	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur agregat kasar rata-rata 1,39%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK-SNI S-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

#### 4.4. Perencanaan Campuran Beton

##### 4.4.1. Mix Design Beton

Perhitungan *mix design* pada penelitian ini mengacu pada (SNI 03-2834, 2000) dengan mutu yang direncanakan yaitu 25 MPa. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan yang direncanakan = 25 MPa
2. Menentukan nilai tambah/margin (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03-2834, 2000, karena jumlah pengujian yang di buat adalah 10 buah maka jumlah data uji tersebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}$  harus diambil tidak kurang dari ( $f'c + 12$  MPa).

3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ) =  $f'c + M$

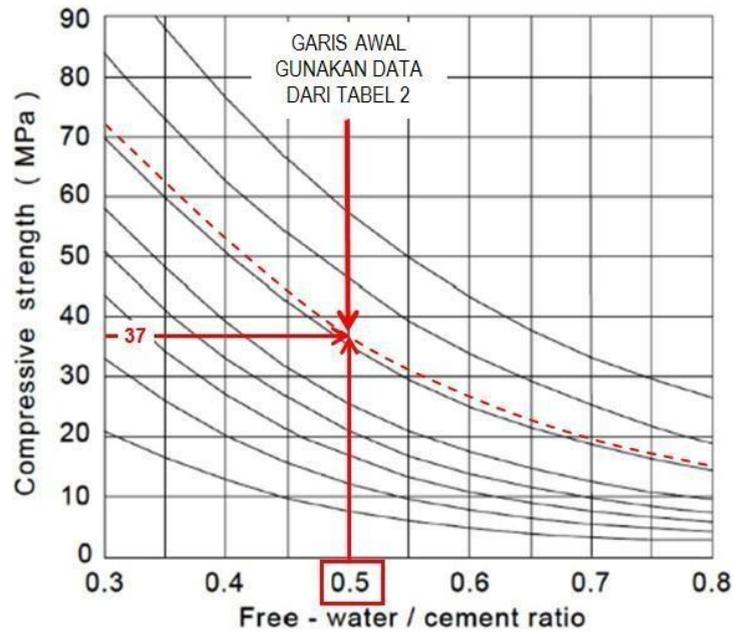
$$f_{cr} = 25 + 12$$

$$f_{cr} = 37 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir Binjai.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal dari *quarry* Binjai dengan ukuran maksimal 40 mm.
7. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Pada Tabel 3.5, jenis semen tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder memiliki kuat tekan sebesar 37 MPa pada umur 28 hari dengan nilai FAS yang

digunakan sebesar 0,5. Karena kuat tekan yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ) adalah 37 MPa, maka penarikan garis tidak diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).

#### 8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan berdasarkan Tabel 3.6, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

- a. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 40 mm.
- b. Penetapan nilai slump, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini penetapan nilai *slump* sebesar 30-60 mm.
- c. Maka diperoleh:

Batu tak dipecahkan / alami ( $W_h$ ) = 160 Batu pecah ( $W_k$ ) = 190

$$d. \text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (4.1)$$

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190 = 170 \text{ kg/m}^3$$

#### 9. Penetapan Jumlah Semen Minimum

Berdasarkan Tabel 3.4 didapatkan penentuan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} \quad (4.2)$$

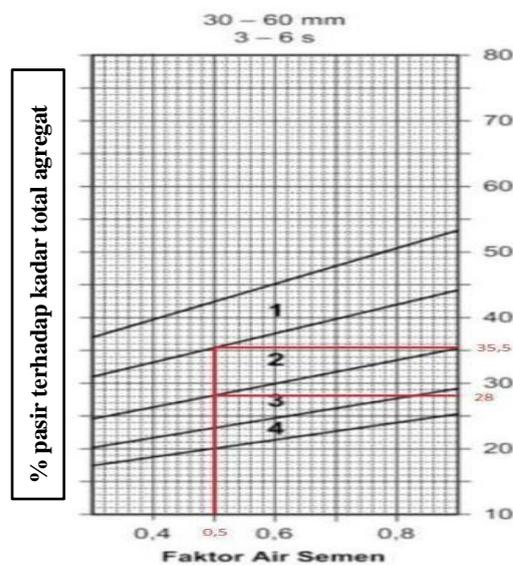
$$\text{Jumlah semen} = 170 / 0,5$$

$$\text{Jumlah semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton di dalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah  $275 \text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen yaitu  $340 \text{ kg/m}^3$ .

#### 10. Penentuan Persentase Agregat

- a. Cara menentukan persentase agregat yang pertama yaitu kita harus dapat menentukan batas bawah dan batas atas terlebih dahulu pada Gambar 4.4 di bawah. Pertama menentukan titik faktor air semen (FAS) yaitu 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.
- b. Faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.



Gambar 4.4: Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat.

- c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis batas gradasi 2, cara selanjutnya adalah dengan menarik garis tegak lurus ke arah kanan, sehingga didapatkan batas bawah dan batas atasnya.

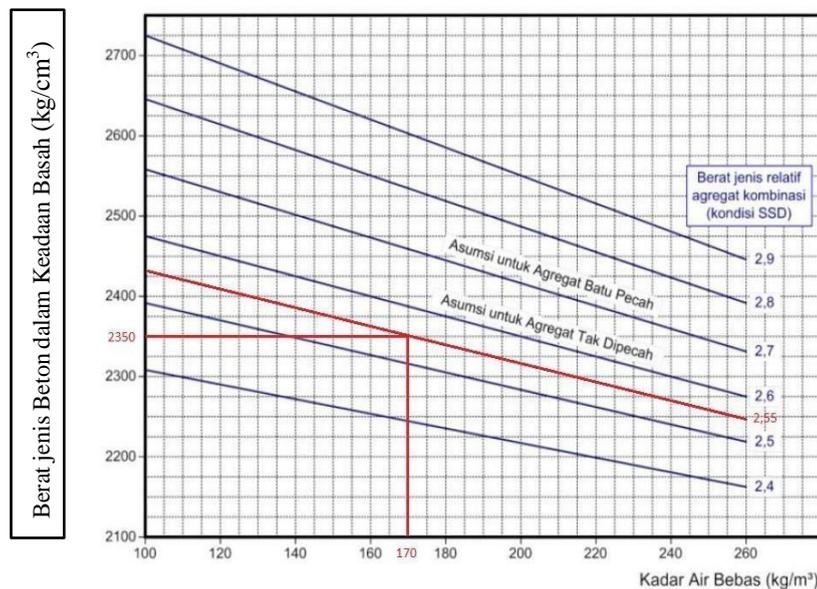
d. Dari Gambar 4.4 didapatkan sebagai berikut:

Batas bawah	28
Batas atas	: 35,5
Persentase agregat halus	: $\frac{28+35,5}{2} \approx 32\%$
Persentase agregat kasar	: $100\% - 32\% = 68\%$

#### 11. Berat Jenis Agregat

a. Berat jenis SSD pasir	: 2,24
b. Berat jenis SSD kerikil	: 2,69
c. Berat jenis gabungan	: $(\frac{32}{100} \times 2,24) + (\frac{68}{100} \times 2,69) = 2,55$

#### 12. Penetapan Berat Isi Beton



Gambar 4.5: Penentuan berat isi beton basah (SNI 03-2834, 2000).

Dari Gambar 4.5 diatas diperoleh berat isi beton adalah  $2350 \text{ kg/m}^3$ .

#### 13. Penentuan Berat Agregat Campuran.

Berat agregat campuran = Berat isi beton – berat semen – berat air

Berat agregat campuran =  $2350 - 340 - 170$

Berat agregat campuran =  $1840 \text{ kg/m}^3$

#### 14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan.

$$\text{Berat agregat halus} = \frac{32}{100} \times 1840 \text{ kg/m}^3 = 588,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat agregat kasar} = 1840 - 588,8 = 1251,2 \text{ kg/m}^3$$

#### 15. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, maka jumlah semen, air, agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> adukan:

- a. Semen = 340 kg/m<sup>3</sup>
- b. Air = 170 kg/m<sup>3</sup>
- c. Pasir = 588,8 kg/m<sup>3</sup>
- d. Krikil = 1251,2 kg/m<sup>3</sup>

#### 16. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.3)$$

$$\text{Agregat Halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} \quad (4.4)$$

$$\text{Agregat Kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.5)$$

Dimana:

$$B \text{ adalah jumlah air} = 170 \text{ kg/m}^3$$

$$C \text{ adalah jumlah agregat halus} = 588,8 \text{ kg/m}^3$$

$$D \text{ adalah jumlah agregat kasar} = 1251,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_a \text{ adalah absorpsi agregat halus} = 5,32\%$$

$$D_a \text{ adalah absorpsi agregat kasar} = 2,55\%$$

$$C_k \text{ adalah kadar air agregat halus} = 5,43\%$$

$$D_k \text{ adalah kadar air agregat kasar} = 1,26\%$$

Maka proporsi terkoreksi yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Air} &= 170 - (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} - (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100} \\
 &= 185,49 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{b. Agregat Halus} &= 588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} \\
 &= 589,45 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{a. Agregat Kasar} &= 1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100} \\
 &= 1235,06 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 MPa menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Rekapitulasi *mix design* beton mutu 25 Mpa.

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana ( $f_c$ )	25	MPa
2	<i>Deviasi Standart</i>	-	-
3	Nilai tambah	12	-
4	Kuat tekan beton ditargetkan ( $f_{cr}$ )	37	MPa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (fas)	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus ( $W_h$ )	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar ( $W_k$ )	190	-
10	Jumlah air yang digunakan	170	kg/m <sup>3</sup>
11	Bj agregat halus	2,24	-
12	Bj agregat kasar	2,69	-
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	-
14	Persen agregat halus	32	%
15	Persen agregat kasar	68	%
16	Berat isi beton	2350	kg/m <sup>3</sup>
17	Kadar agregat gabungan	1840	kg/m <sup>3</sup>
18	Kadar agregat halus	588,8	kg/m <sup>3</sup>
19	Kadar agregat kasar	1251,2	kg/m <sup>3</sup>

Tabel 4.12: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Nilai	Satuan
20	Jumlah semen yang digunakan	340	kg/m <sup>3</sup>
21	Jumlah air terkoreksi	185,49	kg/m <sup>3</sup>
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	589,45	kg/m <sup>3</sup>
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1235,06	kg/m <sup>3</sup>

#### 4.4.2. Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing-masing agregatnya untuk tiap silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi D^2 t && (4.6) \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 = 5298,75 \text{ cm}^3 / 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka volume tiap satu silinder adalah 0,0053 m<sup>3</sup>, dengan hasil tersebut selanjutnya volume silinder dapat dihitung dengan cara mengalikan tiap tiap agregat dengan volume silinder dan dikali 110% untuk safety dari *mix design* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat halus} &= 589,45 \times 0,0053 \times 110\% && = 3,44 \text{ kg} \\
 \text{Agregat kasar} &= 1235,06 \times 0,0053 \times 110\% && = 7,20 \text{ kg} \\
 \text{Semen} &= 340 \times 0,0053 \times 110\% && = 1,98 \text{ kg} \\
 \text{Air} &= 185,49 \times 0,0053 \times 110\% && = 1,08 \text{ liter} \\
 \text{Total} &&& = 13,7 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *mix design* beton dengan bahan tambah abu sekam padi (ASP) maka perhitungan semennya berubah, karena ASP berperan sebagai *filler* sehingga berat semen akan dikurangi dengan berat ASP yang penggunaannya yaitu 1% dari berat semen, maka dari itu hasil *mix design* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{ASP} &= 1\% \times 1,98 = 0,02 \text{ kg} \\
 \text{Semen} &= 1,98 - 0,02 = 1,96 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Pada penelitian ini ditambahkan serat sabut kelapa (*additive*) sebesar 0,3%, 0,5%, dan 1% dari berat keseluruhan beton. Adapun penggunaan sabut kelapa ini tidak mengurangi berat apapun, hanya saja perlu adanya perhitungan dari penyerapan air yang diakibatkan oleh serat tersebut untuk ditambahkan terhadap berat air campuran. Besarnya penyerapan air pada sabut kelapa didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Absorpsi sabut kelapa: } \frac{[b-a]}{a} \times 100\% \quad (4.7)$$

Dimana:

(a) adalah berat sabut kelapa sebelum direndam air, yaitu didapat sebesar = 40 gr

(b) adalah berat sabut kelapa setelah direndam air, yaitu didapat sebesar = 90 gr

dengan demikian:

$$\text{Absorpsi sabut kelapa: } \frac{[90-40]}{40} \times 100\% = 125\%$$

Maka berat masing-masing variasi penggunaan serat sabut kelapa dan kebutuhan airnya untuk benda uji silinder dijelaskan sebagai berikut:

a. Serat sabut kelapa 1%

$$\text{Jumlah serat} = 13,7 \times 1\% = 0,137 \text{ kg}$$

$$\text{Penambahan air} = 0,137 \times 125\% = 0,171 \text{ liter}$$

b. Serat sabut kelapa 0,5%

$$\text{Jumlah serat} = 13,7 \times 0,5\% = 0,069 \text{ kg}$$

$$\text{Penambahan air} = 0,069 \times 125\% = 0,086 \text{ liter}$$

c. Serat sabut kelapa 0,3%

$$\text{Jumlah serat} = 13,7 \times 0,3\% = 0,041 \text{ kg}$$

$$\text{Penambahan air} = 0,041 \times 125\% = 0,051 \text{ liter}$$

Untuk hasil perhitungan *mix design* dapat dilihat pada Tabel 4.13 Rekap hasil *mixdesign* silinder beton 25 MPa berikut ini.

Tabel 4.13: Rekap hasil *mix design* silinder beton 25 Mpa.

No.	Kode	Jumlah (buah)	Bahan Penyusun Beton (kg)						Berat Sampel (kg)
			AH	AK	S	A	ASP	SK	
1	FOS6	1	3.44	7.20	1.98	1.08	0	0	13.70
2	FOS8	1	3.44	7.20	1.98	1.08	0	0	13.70
3	FS16	1	3.44	7.20	1.96	1.13	0.02	0.041	13.79
4	FS17	1	3.44	7.20	1.96	1.17	0.02	0.069	13.86
5	FS18	1	3.44	7.20	1.96	1.25	0.02	0.137	14.01
6	FS22	1	3.44	7.20	1.96	1.13	0.02	0.041	13.79
7	FS23	1	3.44	7.20	1.96	1.17	0.02	0.069	13,86
8	FS24	1	3.44	7.20	1.96	1.25	0.02	0.137	14.01
Total		8	27.52	57.60	15.72	9.26	0.12	0.494	110,72

Keterangan:

AH = Agregat halus

AK = Agregat Kasar

S = Semen

A = Air

Asp = Abu Sekam Padi

SK = Sabut kelapa

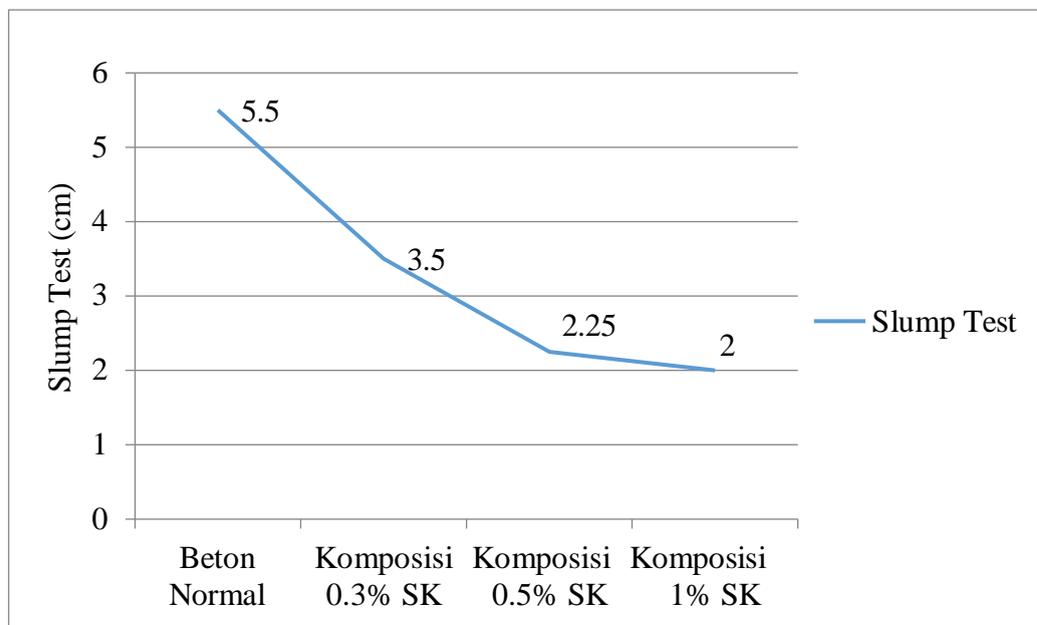
#### 4.4.3. Hasil Pengujian *Slump*

Uji *Slump* adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan *workability* pada beton dari campuran beton segar agar diketahui campuran tersebut dapat dikerjakan atau tidak. Dalam suatu campuran beton, uji *slump* juga dapat menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Kadar air merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam suatu campuran beton, karena akan menentukan tingkat *workability*nya atau tidak. Pada penelitian ini pengujian *slump* dilakukan sebanyak sekali dalam setiap campuran beton normal maupun dengan campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil pengujian *Slump*.

No.	Kode	Komposisi Campuran		Tinggi Slump (cm)
		ASP (%)	SK (%)	
1	FOS6	0%	0%	6
2	FOS8			5
3	FS16	1%	0,3%	4
4	FS22			3
5	FS17	1%	0,5%	3
6	FS23			1,5
7	FS18	1%	1%	2
8	FS24			2

Berdasarkan pada tabel 4.14 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton variasi: 1% SK + 1% ASP; 0,5% SK + 1% ASP; 0,3% SK + 1% ASP, dimana pada beton normal didapat nilai *slump* sesuai rencana 3-6cm dikarenakan tidak ada campuran ASP dan SK, sedangkan untuk beton variasi campuran mendapatkan nilai *slump* rata-rata yang lebih rendah dari target rencana (3-6 cm) seperti pada Gambar 4.6. Hal ini menunjukkan bahwa adanya serat sabut kelapa mengakibatkan penurunan *workability* pada campuran beton.



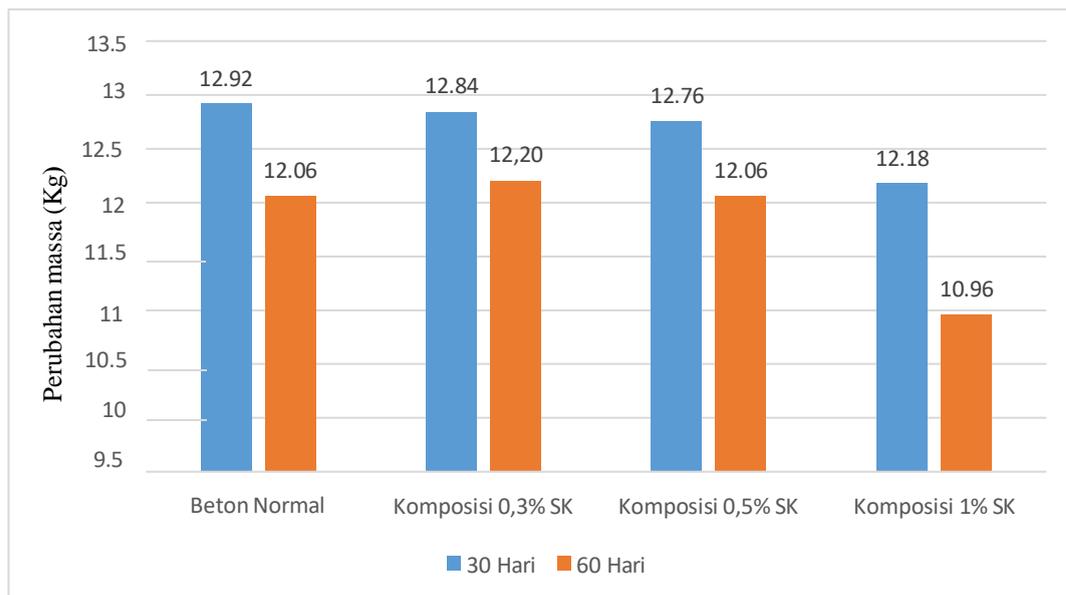
Gambar 4.6: Grafik rata-rata *Slump Test*.

#### 4.5. Hasil Pengujian Durabilitas Beton

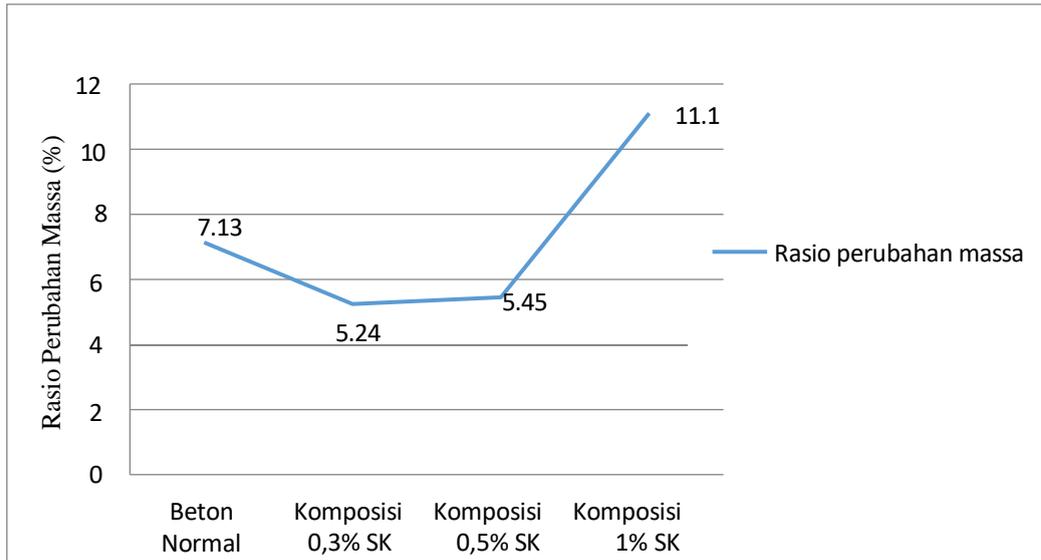
Pengujian durabilitas dimulai dengan dampak pengaplikasian magnesium sulfat pada bak perendaman sehingga membentuk sebuah larutan garam dan direndam selama jangka waktu yang ditentukan untuk durabilitas beton terhadap magnesium sulfat, lalu dilanjutkan dengan penurunan massa karena perendaman magnesium sulfat, dan diakhiri dengan hasil kuat tekan dari beton setelah direndam terhadap magnesium sulfat.

##### 4.5.1. Perubahan Massa Beton

Perubahan masaa beton merupakan nilai dari penurunan massa benda uji beton setelah direndam dalam larutan magnesium sulfat. Semakin rendah nilai penurunan yang didapatkan, maka durabilitas dari beton setelah direndam dengan magnesium sulfat menjadi semakin baik. Berikut adalah data hasil perubahan massa beton dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7: Grafik perbandingan massa beton selama 30 dan 60 hari.



Gambar 4.8: Grafik rasio perubahan massa beton.

Berdasarkan gambar 4.9 menunjukkan hasil rasio penurunan massa pada beton dimana nilai rasio penurunan masaa terbesar terdapat pada beton 1% SK yaitu mengalami 11,1% bobot penurunan dan nilai rasio penurunan massa terendah terdapat pada beton 0,3% SK yaitu 5,24%.

#### 4.5.2. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan pada benda uji sebanyak 8 sampel berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sebelum pengujian dilakukan, pada bagian atas dan bawah benda uji dipasangkan *capping* dengan tujuan agar permukaan bidang tekan menjadi rata sehingga beban yang diterima dapat terdistribusi secara merata. Berikut merupakan hasil pengujian kuat tekan beton dan perhitungannya.

Perendaman beton pada larutan magnesium sulfat selama 30 hari:

a. Beton Normal

FOS 8:

- Beban (P) = 610,3 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'_c$ ) =  $\frac{P}{A}$

$$= \frac{610300}{17671,46} = 34,53 \text{ Mpa}$$

b. Beton Serat Kelapa 0,3%

FS 22:

- Beban (P) = 352,7 kN  
 - Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>  
 - Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   

$$= \frac{352700}{17671,46} = 19,96 \text{ Mpa}$$

c. Beton Serat Kelapa 0,5%

FS 23:

- Beban (P) = 394,5 kN  
 - Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>  
 - Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   

$$= \frac{394500}{17671,46} = 22,32 \text{ Mpa}$$

b. Beton Serat Kepala 1%

FS 24:

- Beban (P) = 298,0 kN  
 - Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>  
 - Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   

$$= \frac{298000}{17671,46} = 16,86 \text{ Mpa}$$

Perendaman beton pada larutan magnesium sulfat selama 60 hari:

a. Beton Normal

FOS 6:

- Beban (P) = 669,2 kN  
 - Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>  
 - Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   

$$= \frac{669200}{17671,46} = 37,87 \text{ Mpa}$$

b. Beton Serat Kelapa 0,3 %

FS 16:

- Beban (P) = 780,0 kN

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\
 - \text{Kuat tekan (} f'c \text{)} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{780000}{17671,46} = 44,14 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

c. Beton Serat Kelapa 0,5 %

FS 17:

$$\begin{aligned}
 - \text{Beban (P)} &= 546,5 \text{ kN} \\
 - \text{Luas silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\
 - \text{Kuat tekan (} f'c \text{)} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{546500}{17671,46} = 30,93 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

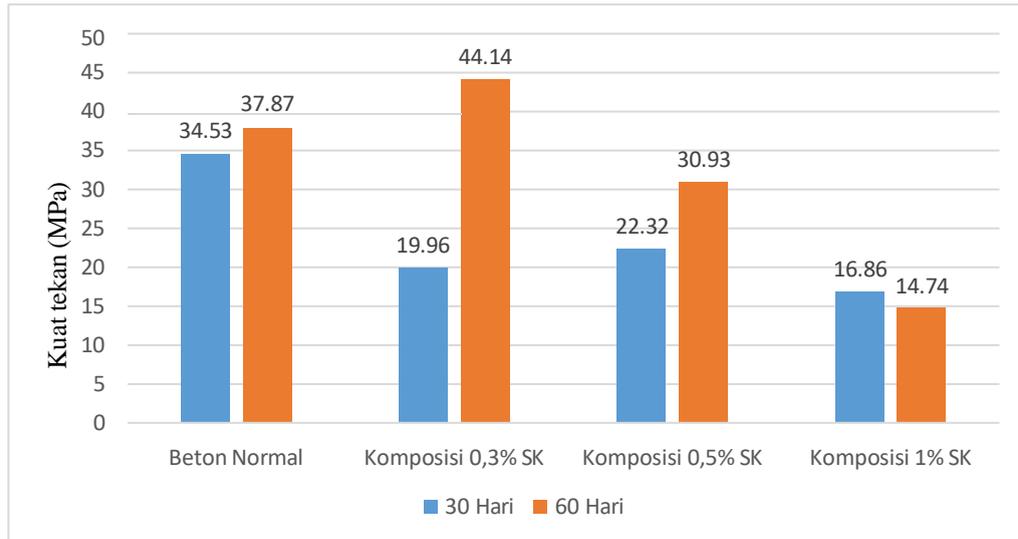
d. Beton Serat Kelapa 1 %

FS 18:

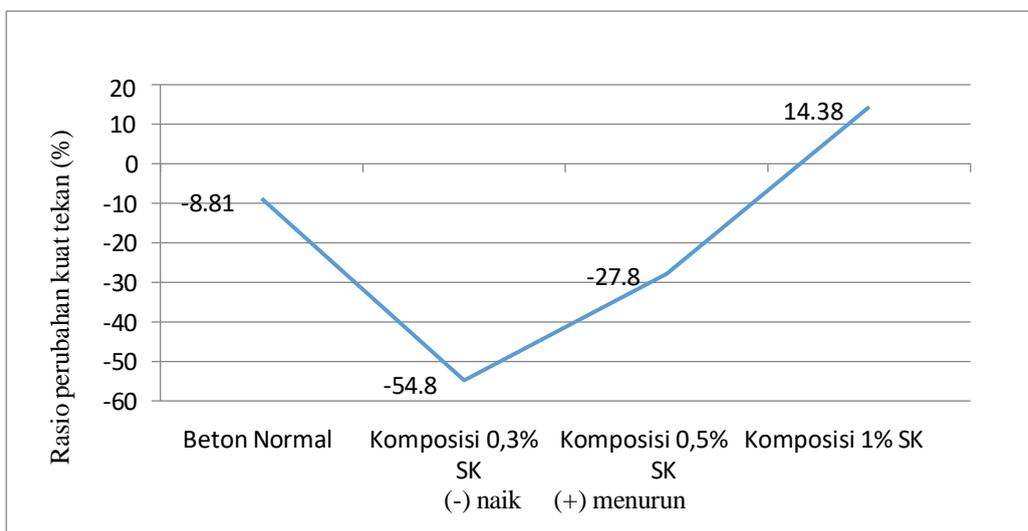
$$\begin{aligned}
 - \text{Beban (P)} &= 260,5 \text{ kN} \\
 - \text{Luas silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\
 - \text{Kuat tekan (} f'c \text{)} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{260500}{17671,46} = 14,74 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15: Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan.

No.	Kode	Uraian	Beban (kN)	Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)
1	FOS 8	Beton normal	610,3	17671,46	34,53
2	FS 22	0,3% SK	352,7	17671,46	19,96
3	FS 23	0,5% SK	394,5	17671,46	22,32
4	FS 24	1 % SK	298,0	17671,46	16,86
5	FOS 6	Beton normal	669,2	17671,46	37,87
6	FS 16	0,3% SK	780,0	17671,46	44,14
7	FS 17	0,5% SK	546,5	17671,46	30,93
8	FS 18	1 % SK	260,5	17671,46	14,74



Gambar 4.9: Perbandingan kuat tekan beton perendaman 30 dan 60 hari pada larutan Magnesium Sulfat.



Gambar 4.10: Grafik rasio perubahan kuat tekan beton.

Dari perhitungan dan gambar di atas didapatkan bahwa penurunan kuat tekan setelah berada pada larutan magnesium sulfat terjadi pada Beton Normal, Beton 0,5% SK dan Beton 1% SK dengan rasio penurunan kuat tekan beton terbesar terjadi pada Beton 1% SK. Sedangkan pada Beton 0,3% SK terjadi kenaikan kuat tekan dari berat awal.

## 4.6. Pembahasan

### 4.6.1. Pembahasan Perubahan Massa Beton

Berdasarkan Gambar 4.8 ditampilkan perbandingan hasil yang didapat pada pengujian bahwa beton mengalami perubahan massa yang menunjukkan adanya penurunan massa dari spesimen uji. Penurunan ini terjadi akibat reaksi antara rendaman magnesium sulfat dengan beton yang menimbulkan efek penggerusan partikel permukaan beton yang menyebabkan sebagian partikel itu rusak dan terlepas dari ikatan antar partikel di beton tersebut.

Dari hasil pengujian perubahan massa dengan umur perendaman beton pada larutan magnesium sulfat selama 30 dan 60 hari. Terjadi penurunan massa terbesar pada beton dengan variasi Beton 1% SK. Berdasarkan perbandingan dan persentase penurunan massa beton berserat kelapa terhadap beton normal dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

#### a. Beton 0,3% SK

Perendaman pada larutan magnesium sulfat selama 30 hari:

- Perubahan massa beton  $= 12,84 - 12,92 = -0,08 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,84}{12,92} = 0,99$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{-0,08}{12,92} \times 100\% = -0,61\%$

Perendaman pada larutan magnesium sulfat selama 60 hari:

- Perubahan massa beton  $= 12,20 - 12,06 = +0,14 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,20}{12,06} = 1,01$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{0,14}{12,06} \times 100\% = -0,61\%$

Perendaman pada larutan magnesium sulfat selama 30 hari:

- Perubahan massa beton  $= 12,76 - 12,92 = -0,16 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,76}{12,92} = 0,98$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{-0,16}{12,92} \times 100\% = -1,23 \%$

Perendaman pada larutan magnesium sulfat selama 60 hari:

- Perendaman massa beton  $= 12,10 - 12,06 = 0,04 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,10}{12,06} = 1,00$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{0,04}{12,06} \times 100\% = -1,23 \%$

b. Beton 1% SK

Perendaman pada larutan magnesium sulfat 30 hari:

- Perubahan massa beton  $= 12,18 - 12,92 = -0,74 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,18}{12,92} = 0,94$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{-0,74}{12,92} \times 100\% = -5,72\%$

Perendaman pada larutan magnesium sulfat selama 60 hari:

- Perubahan massa beton  $= 10,96 - 12,06 = -1,1 \text{ kg}$
- Perbandingan massa beton  $= \frac{12,18}{12,06} = 0,90$
- Persentase perubahan massa  $= \frac{-1,1}{12,06} \times 100\% = -9,12 \%$

Berdasarkan perhitungan penurunan perbandingan dan persentase dengan beton berserat sabut kelapa dapat disimpulkan bahwa beton dengan campuran SK 1% terjadi penurunan terbesar. Namun pada beton dengan variasi 0,3% SK didapat hasil kenaikan massa. Dari perhitungan diatas didapatkan pada pengujian perubahan massa yang cenderung menunjukkan penurunan massa dari spesimen uji. Penurunan ini terjadi akibat reaksi yang terjadi antara rendaman garam dengan beton yang menyebabkan pelemahan ikatan antar partikel pada permukaan beton yang menyebabkan sebagian partikel itu rusak dan terlepas dari beton tersebut yang mana akan mengurangi massa dari beton itu sendiri.

Penurunan massa meningkat diakibatkan oleh bertambahnya kadar serat yang menyebabkan permukaan beton menjadi lebih berpori sehingga berkurangnya massa beton. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Ahmad dkk., 2021) yang menyatakan bahwa penurunan massa pada beton bergantung pada kondisi porositas beton dimana beton yang lebih berpori akan mengalami penetrasi yang lebih laju ke dalam badan beton

yang secara agresif merusak struktur beton akibat reaksi dengan bahan penyusun semen.

Dari hasil penelitian ini didapat bahwa penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Babafemi dkk., 2019) yang mendapati bahwa penambahan serat sabut kelapa dalam beton dapat memperburuk perubahan massa dibandingkan dengan beton konvensional. Dalam hal ini sejalan dengan apa yang diamati untuk faktor penurunan massa beton, mengindikasikan bahwa serat sabut kelapa memiliki hubungan dalam perubahan massa pada beton.

#### 4.6.2. Pembahasan Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan Tabel 4.12 dengan perendaman 30 dan 60 hari, terjadi penurunan pada beton variasi. Namun penurunan terbesar terjadi pada variasi beton 1% SK. Berdasarkan perbandingan dan persentase kenaikan kuat tekan beton berserat kelapa terhadap beton normal dapat dilihat sebagai berikut.

##### a. Beton 0,3% SK

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 30 hari:

- Perubahan kuat tekan beton  $= 19,96 - 34,53 = -14,53$  Mpa
- Perbandingan kuat tekan beton  $= \frac{19,96}{34,53} = 0,57$
- Persentase perubahan kuat tekan  $= \frac{-14,53}{34,53} \times 100 \% = -42,07 \%$

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 60 hari:

- Perubahan kuat tekan beton  $= 44,14 - 37,87 = +6,27$  Mpa
- Perbandingan kuat tekan beton  $= \frac{44,14}{37,87} = 1,16$
- Persentase perubahan kuat tekan  $= \frac{6,27}{37,87} \times 100 \% = 16,5 \%$

##### b. Beton 0,5% SK

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 30 hari:

- Perubahan kuat tekan beton  $= 22,32 - 34,53 = -12,21$  Mpa
- Perbandingan kuat tekan beton  $= \frac{22,32}{34,53} = 0,64$
- Persentase perubahan kuat tekan  $= \frac{-12,21}{34,53} \times 100 \% = -35,3 \%$

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 60 hari:

$$\begin{aligned} \text{Perubahan kuat tekan beton} &= 30,93 - 37,87 = - 6,94 \text{ Mpa} \\ \text{- Perbandingan kuat tekan beton} &= \frac{30,93}{37,87} = 0,81 \\ \text{- Persentase perubahan kuat tekan} &= \frac{-6,94}{37,87} \times 100 \% = - 18,32 \% \end{aligned}$$

c. Beton 1% SK

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 30 hari:

$$\begin{aligned} \text{- Perubahan kuat tekan beton} &= 16,86 - 34,53 = -17,67 \text{ Mpa} \\ \text{- Perbandingan kuat tekan beton} &= \frac{16,86}{34,53} = 0,48 \\ \text{- Persentase perubahan kuat tekan} &= \frac{-17,67}{34,53} \times 100 \% = - 51,17 \% \end{aligned}$$

Perendaman pada larutan Magnesium Sulfat selama 60 hari:

$$\begin{aligned} \text{- Perubahan kuat tekan beton} &= 14,74 - 37,87 = - 23,13 \text{ Mpa} \\ \text{- Perbandingan kuat tekan beton} &= \frac{14,74}{37,87} = 0,38 \\ \text{- Persentase perubahan kuat tekan} &= \frac{-23,13}{37,87} \times 100 \% = -61,07 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan perbandingan pada beton berserat sabut kelapa terhadap beton normal didapatkan bahwa beton dengan campuran 0,3% SK pada rendaman 30 hari terjadi penurunan sebesar 42,07%, namun pada rendaman 60 hari terjadi kenaikan sebesar 16,5%. Sedangkan beton 0,5% SK didapat hasil penurunan sebesar 35,3% pada rendaman 30 hari dan 18,32% pada rendaman 60 hari. Serta terjadi penurunan kuat tekan beton terhadap beton normal pada beton variasi 1% SK dengan nilai penurunan mencapai 51,17% dan 61,07% pada masing-masing rendaman 30 dan 60 hari. Dari perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa penambahan sabut kelapa pada campuran beton memiliki peran yang dapat mempengaruhi tingkat ketahanan beton terhadap serangan magnesium sulfat dengan penggunaan serat yang optimal adalah 0,3% dimana variasi ini memiliki perbandingan kuat tekan tertinggi terhadap beton normalnya dengan kenaikan sebesar 16,5%.

Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ramli dkk, 2013) yang meneliti sifat mekanik beton bersabut kelapa yang beradadi lingkungan laut. Mereka menyatakan bahwa penggunaan sabut kelapa pada beton meningkatkan durabilitasnya dibandingkan dengan beton konvensional, dimana kekuatan tertinggi terdapat pada kandungan 0,6% sabut kelapa dengan kuat tekannya meningkat hingga 13% dengan durasi perendaman selama 365 dan 546 hari. Mereka juga menyarankan agar dosis sabut kelapa yang digunakan harus rendah dan tidak melebihi 1,2% dari volume keseluruhan karena memiliki kekurangan degradasi alaminya yang berdampak pada durabilitas dan kekuatan jangka panjang di lingkungan agresif yang diuji.

Hal serupa dilakukan oleh (Nasir dkk, 2017) melalui penelitiannya yang menggunakan serat limbah alami sabut kelapa dan serat rami sebagai bahan campuran beton dengan kadar serat 0,5%, 1% dan 1,5% terhadap volume beton. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat tekannya meningkat hingga 4,5% pada kadar serat terendah yaitu 0,5%, tetapi menurun pada kadar selanjutnya dibandingkan beton konvensional, dan dikatakan juga bahwa *workability* menurun seiring bertambahnya serat pada campuran beton. Jadi dapat dinyatakan bahwa penambahan sabut kelapa pada campuran beton berpengaruh negatif dan signifikan terhadap durabilitas kuat tekan pada serangan garam.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ketahanan beton berserat sabut kelapa terhadap serangan garam maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan serat sabut kelapa pada campuran beton berpengaruh pada nilai *slump test* beton. Dimana penggunaan serat yang besar mempengaruhi nilai *slump* seperti pada beton variasi 1% SK yang memiliki nilai rata-rata *slump test* terendah sebesar 2 cm pada benda uji. Dimana semakin kecil nilai *slump* maka tingkat *workability* beton semakin rendah.
2. Berdasarkan pengujian kuat tekan beton didapat hasil tertinggi pada beton variasi 0,3% SK dengan nilai kuat tekan 44,14 MPa. Dan untuk nilai kuat tekan beton yang mengalami penurunan terbesar terdapat pada beton dengan variasi 1% SK sebesar 14,74 MPa.
3. Hasil dari pengujian perubahan massa yang dihasilkan dengan nilai perubahan massa pada beton normal dengan rasio penurunan sebesar 7,13% dan untuk nilai perubahan massa pada beton variasi sabut kelapa mengalami penurunan. Penurunan terbesar terjadi pada beton 1% SK dengan rasio penurunan sebesar 11,1%. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi penggunaan serat maka semakin tinggi pula penurunan massa beton yang dihasilkan.
4. Serat sabut kelapa memiliki dampak dalam perubahan massa pada beton terhadap serangan garam dimana penambahan serat tersebut kedalam campuran beton dapat memperburuk perubahan massa dibandingkan dengan beton konvensional.
5. Penambahan sabut kelapa pada campuran beton dapat mempengaruhi tingkat durabilitas beton terhadap serangan Magnesium Sulfat dimana penggunaan serat yang optimal adalah sebesar 0,3% terhadap berat beton.

## 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat saran dari penulis yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi lainnya terhadap penggunaan sabut kelapa sebagai serat pada campuran beton untuk mengetahui tingkat ketahanan beton yang dihasilkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya harus dibuat jumlah sampel lebih dari satu untuk satu variabel agar dapat menghindari adanya kesalahan atau kegagalan yang diakibatkan baik secara natural maupun buatan (*human error*).
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mencakup aspek pengujian durabilitas beton lainnya yang tidak diujikan pada penelitian ini dan juga perlu diperhatikan campuran larutan lainnya seperti berbagai jenis garam maupun asam yang dapat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., Zaid, O., Siddique, M. S., Alabduljabbar, H., & Khedher, K. M. (2021). Mechanical and Durability Characteristics of Sustainable Coconut Fiber Reinforced Concrete with Incorporation of Marble Powder. *Material Research Express*, 0-22.
- Babafemi, A. J., Kolawole, J. T., & Olalusi, O. B. (2019). Mechanical and Durability Properties of Coir Fibre Reinforced Concrete. *Journal of Engineering Science and Technology*, 14 (3).
- Bhantia, N. (1994). Fiber Reinforced Concrete. *ACI SP 142ACL*, 91, 1-29.
- Hidayat, F., & Tanzil, G. (2013). Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Semen dengan W/C 0,4 dan 0,5. *Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1, 57-62.
- Larici, R., Wibisono, G., & Olivia, M. (2020). Durabilitas Beton Menggunakan Remah Karet dan Faba (Fly Ash Bottom Ash) Untuk Perkerasan Kaku di Lingkungan Gambut. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 16.
- Megasari, S. W., & Winayati, W. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-Nn terhadap Karakteristik Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 117-128.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. (2006). *Concrete Microstructure, Properties and Materials*. McGraw-Hill.
- Nasir, S., Ayoub, M., Zafar, S., Bilal, A., Hazoor, A., Kakar, E., & Mehmood, A. (2017). Experimental Study on Comparison of Strength Properties of Natural Waste Fiber (Coir and Jute) Reinforced concrete. *Journal of Applied and Emerging Sciences*, 7(2), 105-110.
- Nety, & Tanzil, G. (2013). Pengaruh Sulfat terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi sebagian pasir dengan W/C 0,4 dan 0,5. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1, 63-67.
- Pane, R. A., & Aswin, M. (2015). *Kajian Kuat Tekan Beton Abu Daun Jagung Akibat Rendaman Larutan Garam (NaCl)*. Medan: Jurusan Teknik Sipil Univeritas Sumatera Utara.
- PBI. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia. *Departemen Pekerjaan Umum*.
- Purwanto, Rahmawati, D., & Sutarno. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Ilmiah*, 16, 49-57.
- Putra, M. A. (2014). Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu Ampas Tebu dan Abu Kulit Kerang sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton Mutu K225 dengan NaCl sebagai Rendaman. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2, 413-417.

- Ramli, M., Kwan, W. H., & Abas, N. F. (2013). Strength and Durability of Coconut Fiber Reinforced Concrete in Aggressive Environments. *Construction and Building Materials*, 38, 544-566.
- Sahrudin, N. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Konstruksia*, 7, 13-20.
- Shetty, M. S. (2005). Concrete Thecnology Theory and Practice. *S. Chand & Company LTD*, 624.
- SNI 03-1968 (1990). *Metode Pengujian tentang Analisis Saringan Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1969 (1990). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1971 (1990). *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1972 (2008). Cara Uji Slump Beton. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1973 (1990). *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974 (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834 (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-2049 (2004). Semen Portland. *Badan Standarisasi Nasional*
- Sultan, M. A., Imran, & Faujan, M. (2021). Pengaruh Rendaman Asam terhadap Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Fly Ash. *Teras Jurnal*, 11, 68.
- Supriani, F., & Islam, M. (2017). Pengaruh Metode Perlakuan dalam Perawatan Beton terhadap Kuat Tekan dan Durabilitas Beton. *Jurnal Inersia*, 9, 47-54.
- Tarisa, E., Olivia, M., & Kamaldi, A. (2016). Durabilitas Bubuk Kulit Kerang di Lingkungan Air Laut. *Jom FTEKNIK*, 3, 1-6.
- Tjokrodimuljo, K. (1992). *Diktat teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Wirryasa, N. M., Giri, I. D., & Muliarta, I. D. (2006). Pengaruh NaCl dan MgSO<sub>4</sub> Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Batu Padas Buatan. *Jurnal Ilmiah Teknil Sipil*, 10, 81-98.
- Zai, E. O., Simanjuntak, J. O., & Hutagalung, E. P. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 1, 1-14.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Laporan hasil pengujian rendaman magnesium sulfat 30 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**  
Laman: <https://rekonsipil.usu.ac.id> Email: [labbeton@usu.ac.id](mailto:labbeton@usu.ac.id) Telp/WA: 0812 6912 0059  
Jalan Pematangsari No.19 Kampus USU Medan 20155



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Laboratorium Pengujian  
LP-1370-10N

#### LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SNI 1974-2011

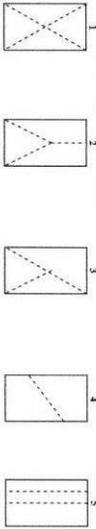
F PP/21-1/Rev.2

Nomor Laporan : 396 / LB / III / 2023  
Pemohon Pengujian : MUHAMMAD LUTHFI ANANDA  
Proyek : PENELITIAN UMSU  
Lokasi :  
Jenis Benda Uji : Silinder (d=15;t=30)  
Mutu Benda Uji : FC 25  
Jumlah Benda Uji : 6

Lembar : 1 Dari : 2  
Penyelia : Rizki Ibnu M.S.  
Mesin : Digital Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Perampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							celemek	uji					
1	FOS 7A (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,98	28-Jul-22	20-Mar-23	235	310,0	307,9	17,42	1
1	FOS 7B (1)	300,0	150,0	2	17671,46	13,26	28-Jul-22	20-Mar-23	235	368,0	365,6	20,69	1
1	FS 19 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	13,30	04-Aug-22	20-Mar-23	228	503,0	500,0	28,29	1
1	FS 20 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	13,02	03-Aug-22	20-Mar-23	229	456,0	453,2	25,64	1
1	FS 21 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,64	02-Aug-22	20-Mar-23	230	196,0	194,4	11,00	1
1	FOS 8 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,92	28-Jul-22	20-Mar-23	235	612,0	610,3	34,53	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.  
- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyiapkan sampel yang telah diuji  
- Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974:2011  
- Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.  
Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk ditunjukkan atau dipublikasikan.  
Dilarang mengutip/mempertanyakan sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.

Medan, 20 Maret 2023  
**KEPALA LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**  
(Ir. Syarifzaki, M.T.P.N)  
NIP : 19611291198811001 SIPIL

Activate Wind  
Go to Settings to activate

Lampiran 2: Laporan hasil pengujian rendaman magnesium sulfat 30 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**  
 Alamat: [hubs.1teknikspil.usu.ac.id](http://hubs.1teknikspil.usu.ac.id) Email: [labbeton@usu.ac.id](mailto:labbeton@usu.ac.id) Telp/WA: 0812 6912 0059  
 Jalan Perpustakaan No.19 Kampus USU Medan 20155



**KAN**  
 Komite Akreditasi Nasional  
 Laboratorium Pengujian  
 LP-1370-1DN

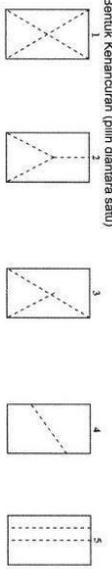
**LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
 SNI 1974-2011

F: PP/21-1/Rev.2

Nomor Laporan : 396 / LB / III / 2023  
 Pemohon Pengujian : MUHAMMAD LUTHFI AWANDA  
 Proyek : PENELITIAN UMSU  
 Lokasi : -  
 Jenis Benda Uji : Silinder ( $d=15; t=30$ )  
 Mutu Benda Uji : FC 25  
 Jumlah Benda Uji : 3

Lembar : 2 Dari : 2  
 Penyelia : Rizki Ibnu M.S.  
 Mesin : Digital Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							cetak	uji					
1	FS 22 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,84	04-Aug-22	20-Mar-23	228	355,0	352,7	19,96	1
1	FS 23 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,76	03-Aug-22	20-Mar-23	229	397,0	394,5	22,32	1
1	FS 24 (1)	300,0	150,0	2	17671,46	12,18	02-Aug-22	20-Mar-23	230	300,0	298,0	16,86	1



NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.  
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyiapkan sampel yang telah diuji.  
 - Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974-2011  
 - Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.  
 - Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk ditunjukkan atau dipublikasikan.  
 Dilarang mengutip/membuatnya sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.

Medan, 20 Maret 2023  
 KEPALA LABORATORIUM  
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**  
 (Ir. Syahzhar, M.T)  
 NIP : 196112311498311001 STPT

Activate Window  
 Go to Settings to activate

Lampiran 3: Laporan hasil pengujian rendaman magnesium sulfat 60 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**

Laman: <https://rekonsipil.usu.ac.id> Email: [labbeton@usu.ac.id](mailto:labbeton@usu.ac.id) Telp/Wa: 0812 6912 0059  
Jalan Depustakaan No.19 Kampus USU Medan 20155



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Laboratorium Pengujian  
LP-1370-1DN

**LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**

SNI 1974-2011

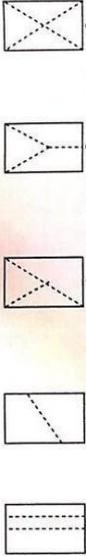
F.PP/21-1/Rev.2

Nomor Laporan : 542/LB/V/2023  
Pemohon Pengujian : MAYSYA DWI AFRILIA  
Proyek : PENELITIAN UNSU  
Lokasi : MEDAN  
Jenis Benda Uji : Silinder (d=15;t=30)  
Mutu Benda Uji : Fc 25  
Jumlah Benda Uji : 4

Lembar : 1 Dari : 1  
Penyelia : Rizki Ibnu M.S.  
Mesin : Diali Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	LD	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Ketertangan
							celemek	uji					
1	F O S 6	300,0	150,0	2	17671,46	12,06	28-Jul-22	09-May-23	285	660,0	669,2	37,87	1
1	FS 16	300,0	150,0	2	17671,46	12,20	04-Aug-22	09-May-23	278	775,0	780,0	44,14	1
1	FS 17	300,0	150,0	2	17671,46	12,10	03-Aug-22	09-May-23	279	540,0	546,5	30,93	1
1	FS 18	300,0	150,0	2	17671,46	10,96	02-Aug-22	09-May-23	280	260,0	260,5	14,74	1

Bentuk Kehancuran (silih diantara satu)



NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.

- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

- Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974:2011

- Laboratorium tidak memberikan pernyataan penyelesaian spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk ditunjukkan atau dipublikasikan.

Dianggap mengimplikasikan sebagai satu-satunya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.



Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

Lampiran 4: Dokumentasi Penelitian.



Gambar 7.1: Abu sekam padi lolos saringan No.100.



Gambar 7.2: Sabut kelapa sebagai serat pada campuran beton.



Gambar 7.3: Pengeringan agregat sampai kondisi SSD.



Gambar 7.4: Pengujian berat isi agregat.



Gambar 7.5: Pengujian berat jenis agregat.



Gambar 7.6: Pengujian analisa saringan.



Gambar 7.7: Pencucian agregat dari lumpur dan kotoran.



Gambar 7.8: Penimbangan agregat sesuai takaran.



Gambar 7.9: Pembuatan benda uji beton.



Gambar 7.10: Pengujian *slump*.



Gambar 7.11: Perendaman benda uji pada air garam.



Gambar 7.12: Pemasangan *capping* pada benda uji.



Gambar 7.13: Penimbangan benda uji.



Gambar 7.14: Pengujian kuat tekan beton.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama lengkap : Maysya Dwi Afrilia  
Tempat, Tanggal lahir : Klambir Lima, 11 April 2001  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Jalan Klambir Lima, Gg. Antara No.44B  
No Hp : 0895613101377  
Nama Ayah : Legianto  
Nama Ibu : Lely Matun Nurli Barus  
Email : [maysyaafriia@gmail.com](mailto:maysyaafriia@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210155  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD NEGERI 106153 KLAMBIR LIMA  
Sekolah Menengah Pertama : SMP PAB 9 KLAMBIR LIMA  
Sekolah Menengah Atas : SMAS KARTIKA 1-2 MEDAN







