

PROPOSAL TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN
TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON
RAMAH LINGKUNGAN

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD VICRY SIREGAR

1907210042



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Vicry Siregar

NPM : 1907210042

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan untuk
Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

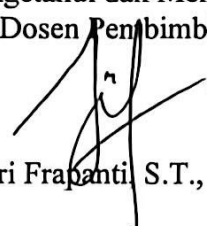
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 24 Agustus 2026

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing


Sri Frapanti, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain


Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil


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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan Oleh.:

Nama : Muhammad Vicry Siregar

NPM : 1907210042

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan untuk
Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

Bidang Ilmu : Struktur

**DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Medan, 24 Agustus 2026

Dosen Pembimbing



Sri Frapanti, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Vicry Siregar
Tempat / Tanggal Lahir : Emplasmen, 07 Maret 2000
Npm : 1907210042
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

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

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

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

Medan, 24 Agustus 2026

Saya Yang Menyatakan



Muhammad Vicry Siregar

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan” 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. Keluarga saya terkhususnya Ibu, karna sosoknya yang berjuang sekeras mungkin untuk memberikan semua kebutuhan saya agar dapat menyelesaikan Penelitian tugas akhir ini. Doa ibu selalu menyertai untuk anak-anaknya, aku bersaksi bahwa engkaulah Malaikat dalam wujud tanpa sayap
2. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Josef Hadipramana selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Sri Frapanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr.Assoc. Prof, Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Penguji satu yang membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Penguji dua yang ikut andil membantu dan

mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Keluarga Besar HMS FT UMSU dan GRAGAS'19 yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada Penulis
11. Tidak mengurangi rasa hormat penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Owner BINTANG ZANNAH yang sudah banyak terlibat dan berkontribusi untuk menyelesaikan Penulisan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna 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, Juli 2026

Penulis

ABSTRAK

PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON RAMAH LINGKUNGAN

Muhammad Vicry Siregar

1907210042

Sri Frapanti S.T.,M.T.,

Perkembangan konstruksi modern menuntut inovasi bahan bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat kelapa sawit (SKS) sebagai bahan tambahan (additive) terhadap nilai *slump* dan kuat tekan beton mutu $f'c$ 25 MPa pada umur perendaman 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perencanaan campuran (*mix design*) mengacu pada standar SNI 03-2834-2000 dengan variasi penambahan serat kelapa sawit sebesar 0%, 0,25%, 0,50%, dan 0,75% terhadap berat total campuran beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa sawit secara konsisten menurunkan tingkat kelecakan (*workability*) beton segar, di mana nilai *slump* mengalami penurunan dari 95 mm pada beton normal menjadi 90 mm (0,25%), 87 mm (0,50%), dan 77 mm (0,75%). Pengujian sifat mekanis menunjukkan bahwa pengaruh serat terhadap kuat tekan bersifat tidak linear. Pada variasi 0,25% dan 0,50%, terjadi penurunan kuat tekan berturut-turut sebesar 26,68% (15,17 MPa) dan 11,21% (18,37 MPa) dibandingkan beton normal (20,69 MPa). Namun, pada variasi 0,75% terjadi peningkatan kuat tekan menjadi 21,68 MPa atau naik sebesar 4,78% terhadap beton normal. Dengan demikian, persentase 0,75% merupakan proporsi optimum pada penambahan kadar rendah yang mampu meningkatkan kerapatan serta kinerja mekanis beton. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa limbah serat kelapa sawit berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambah alami dalam pembuatan beton ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Beton Ramah Lingkungan, Serat Kelapa Sawit, Mix Design, Slump Test, Kuat Tekan.*

ABSTRACT

PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON RAMAH LINGKUNGAN

Muhammad Vicry Siregar

1907210042

Sri Frapanti S.T., M.T.,

Modern construction developments demand innovations in sustainable and eco-friendly building materials. This study aims to analyze the effect of adding oil palm fiber (SKS) as an additive on the slump value and compressive strength of concrete with a target strength of f'_c 25 MPa at 28 days of curing age. The cylindrical test specimens used had a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The mix design was planned based on SNI 03-2834-2000 standards with variations of oil palm fiber additions of 0%, 0.25%, 0.50%, and 0.75% relative to the total weight of the concrete mixture. The test results showed that the addition of oil palm fiber consistently reduced the workability of fresh concrete, where the slump values decreased from 95 mm for normal concrete to 90 mm (0.25%), 87 mm (0.50%), and 77 mm (0.75%). Mechanical properties testing revealed a non-linear effect on compressive strength. At variations of 0.25% and 0.50%, the compressive strength decreased by 26.68% (15.17 MPa) and 11.21% (18.37 MPa) respectively compared to normal concrete (20.69 MPa). However, at a variation of 0.75%, the compressive strength increased to 21.68 MPa, representing a 4.78% increase over normal concrete. Therefore, 0.75% represents the optimum proportion at a low dosage capable of enhancing matrix density and mechanical performance. The results of this study prove that oil palm fiber waste has great potential to be utilized as a natural additive in the production of eco-friendly concrete.

Keywords: *Eco-Friendly Concrete, Oil Palm Fiber, Mix Design, Slump Test, Compressive Strength.*

DAFTAR ISI

PROPOSAL TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematis Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Beton	5
2.3 Beton Ramah Lingkungan	6
2.4 Material Penyusun Beton	7
2.4.1 Semen Portland	8
2.4.2 Agregat Halus	8
2.4.3 Agregat Kasar	9
2.4.4 Air	10
2.5 Kuat Tekan Beton	10
2.6 Beton Serat (Fiber Reinforced Concrete)	11
2.7 Serat Kelapa Sawit	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Bagan Alir Penelitian	13
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian	14
3.3 Sumber Dan Teknik Pengambilan Data	14
3.3.1 Data Primer	14

3.3.2 Data Skunder	14
3.4 Bahan Dan Alat	14
3.4.1 Bahan	15
3.5.2 Alat	15
3.5 Pemeriksaan Alat Dan Bahan	16
3.5.1 Bahan-Bahan Dasar	16
3.5.2 Analisa Saringan Agregat	16
3.5.3 Kadar Air	17
3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan	17
3.5.5 Kadar Lumpur	17
3.5.6 Berat Isi	18
3.6 Benda Uji Beton	18
3.7 Penambahan Serat Kelapa Sawit	19
3.8 Mix Design	20
3.9 Pembuatan Benda Uji	21
3.10 Pemeriksaan <i>Slump Test</i>	21
3.11 Perawatan (<i>Curing</i>) Benda Uji	22
3.12 Kuat Tekan Beton	22
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	24
4.1 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Material	24
4.1.1 Agregat Halus	24
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	29
4.1.3 Serat Kelapa Sawit	32
4.2 Komposisi Campuran	33
4.3 Uji Beton	39
4.3.1 Slump Test	39
4.3.2 Uji Kuat Tekan Beton	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pengujian yang akan dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Untuk jumlah sampel	19
Tabel 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus	244
Tabel 4. 2 Daerah gradasi agregat halus	255
Tabel 4. 3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	266
Tabel 4. 4 Hasil pengujian berat isi agregat halus	277
Tabel 4. 5 Hasil pengujian kadar air agregat halus	288
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus	288
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian analisa saringan agregat kasar	299
Tabel 4. 8 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	30
Tabel 4. 9 Hasil pengujian berat isi agregat kasar.	31
Tabel 4. 10 Hasil pengujian kadar air agregat kasar	31
Tabel 4. 11 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	322
Tabel 4. 12 Rincian Berat Serat Kelapa Sawit	333
Tabel 4. 13 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 MPa	388
Tabel 4. 14 Rejapitulasi bahan penyusun beton	39
Tabel 4. 15 Hasil pengujian slump test	40
Tabel 4. 16 Hasil pengujian kuat tekan beton	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	13
Gambar 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2.	26
Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).	30
Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).	34
Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm)	35
Gambar 4. 5 Penentuan berat isi beton basah	36
Gambar 4. 6 Grafik hasil pengujian slump test	40
Gambar 4. 7 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton	422

DAFTAR NOTASI

A	=	luas penampang benda uji (mm^2)
a	=	berat benda uji kering oven (gr)
B	=	jumlah air (kg/m^3)
b	=	berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
B'	=	berat agregat setelah
B_o	=	berat agregat sebelum pengujian (gr)
C	=	jumlah agregat halus (kg/m^3)
C	=	berat benda uji dalam air (gr)
Ca	=	absorpsi agregat halus (%)
Ck	=	kadar air agregat halus (%)
D	=	jumlah agregat kasar (kg/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
P	=	beban maksimum (N)
S	=	standar deviasi
V_m	=	volume wadah ukur (m^3)
W_{air}	=	kadar air bebas
SKS	=	Serat Kelapa Sawit

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia karena kekuatannya, daya tahan, dan fleksibilitas dalam aplikasi. Namun, produksi beton konvensional memiliki dampak lingkungan yang signifikan, terutama karena penggunaan semen Portland yang menghasilkan emisi karbon dioksida yang besar. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pembangunan berkelanjutan, pengembangan beton ramah lingkungan menjadi fokus utama dalam penelitian dan praktik teknik sipil modern.

Salah satu upaya untuk menciptakan beton yang lebih ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan bahan tambahan alami yang berasal dari limbah pertanian, seperti serat kelapa sawit. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan limbah serat kelapa sawit dalam jumlah besar yang seringkali tidak dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan.

Serat kelapa sawit memiliki karakteristik mekanik yang menjanjikan, seperti kekuatan tarik dan daya tahan yang dapat memperbaiki sifat mekanik beton, khususnya dalam meningkatkan kuat tekan dan sifat tahan retak. Dengan menambahkan serat kelapa sawit sebagai bahan tambahan pada campuran beton, diharapkan tidak hanya mengurangi limbah kelapa sawit, tetapi juga memperkuat beton sehingga dapat berkontribusi pada pembangunan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan serat kelapa sawit sebagai bahan tambahan dalam meningkatkan kuat tekan beton, sekaligus memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan limbah perkebunan kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang dapat diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat kelapa sawit terhadap kuat tekan beton?
2. Seberapa besar peningkatan kuat tekan beton dapat dicapai dengan menggunakan serat kelapa sawit sebagai bahan tambahan?

1.3 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini tetap fokus dan terarah, maka ruang lingkup permasalahan yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan serat kelapa sawit (fiber) sebagai bahan tambahan dalam beton
2. Benda uji yang digunakan berupa slinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm
3. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari sebagai parameter utama
4. Variasi campuran serat kelapa sawit sebesar : 0,25%, 0,5% dan 0,75% terhadap berat beton.
5. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1.

1.4 Tujuan Penelitian

Pada Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kelapa sawit terhadap kuat tekan beton
2. Untuk mengetahui proporsi optimum dari penambahan beberapa variasi persentase serat kelapa sawit dapat mempengaruhi pada kuat tekan beton yang direncanakan

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait, manfaat tersebut diantaranya:

1. Penelitian ini diharapkan mampu menambahkan pengetahuan khususnya di bidang inovasi pada beton
2. Penelitian ini dapat menambah tingkat pemahaman dan kemampuan dalam menganalisis data dengan menggunakan metode-metode yang ada, sehingga dapat menjadi bekal untuk terjun ke dunia kerja nantinya
3. Penelitian ini diharapkan mampu diaplikasikan dalam dunia konstruksi

4. menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dengan suatu acuan bahwa penggunaan serat kelapa sawit sebagai bahan tambahan pada beton dapat meningkatkan uji kuat tekan pada beton dan patut dipertimbangkan untuk mendapatkan sifat dan mutu beton tertentu sesuai yang diinginkan

1.6 Sistematis Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir penulis membagi yang akan dibahas dan disampaikan melalui pemabagian pada beberapa bab, berikut diantaranya:

BAB 1 Pendahuluan

Berisikan tentang pemabahasan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Berisikan tentang pembahasan teori-teori yang mendukung dan berhubungan dengan judul penelitian.

BAB 3 Metodologi penelitian

Pada bagian bab ini membahas tentang tempat dan waktu penelitia, sumber data, teknik pengumpulan data yang digunakan dan mode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat tentang hasil yang didapat dan digunakan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan judul penelitian.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dan dari pembahasan dan analisa yang telah didapat, penulis dapat menarik kesimpulan dan memaparkan pada bagian bab ini, serta juga memberikan saran yang berkaitan dengan judul penelitian tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah serat perkebunan kelapa sawit sebagai bahan tambah (additive) maupun perkuatan (reinforcement) pada matriks beton telah berkembang pesat dalam lima tahun terakhir untuk mendukung pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan. Salah satu kajian utama dilakukan oleh Opirina et al. (2020) mengenai substitusi limbah pengolahan kelapa sawit pada beton. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pemanfaatan limbah padat kelapa sawit mampu memberikan kontribusi positif terhadap kinerja mekanis beton apabila dikomposisikan secara proporsional, sekaligus menjadi solusi efektif dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah industri perkebunan (Opirina et al., 2020).

karakteristik fisik dan sifat matriks beton berserat kelapa sawit dikaji oleh Trianah dan Sani (2022) mengenai pengaruh penambahan serabut (fiber) kelapa sawit terhadap tingkat porositas beton. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa daya serap air yang tinggi pada serat alami memengaruhi kerapatan matriks beton, di mana analisis regresi menghasilkan nilai porositas minimum sebesar 21,03%. Penambahan kadar serat yang melebihi batas optimum tanpa penyesuaian nilai faktor air-semen (FAS) dapat memicu pembentukan rongga pori, yang berdampak pada penurunan tingkat kelecakan (workability) adukan beton segar serta penurunan kuat tekan beton (Trianah, 2022).

Optimasi kadar dan panjang serat alami sejenis pada beton juga dikaji oleh Esau dan Awodiji (2025) melalui pendekatan Response Surface Methodology terhadap beton berserat nipah (Nipa Palm Fibre Reinforced Concrete). Hasil optimasi menunjukkan bahwa kadar serat sebesar 0,5% dengan panjang serat sekitar 34 mm menghasilkan kuat tekan optimum, sedangkan penambahan kadar dan panjang serat yang melebihi titik tersebut justru menurunkan kuat tekan akibat menurunnya tingkat kepadatan dan workability campuran serta meningkatnya porositas beton. Kajian tersebut memperkuat kecenderungan umum pada beton berserat alami, yaitu terdapat suatu kadar optimum yang apabila dilampaui akan

memicu penggumpalan serat (balling effect) dan menurunkan kepadatan matriks. Temuan tersebut menegaskan pentingnya pembatasan persentase penambahan serat pada kadar rendah agar tidak mengganggu kerapatan antar material penyusun beton (Esau & Awodiji, 2025).

Evaluasi terhadap kaitan antara mikrostruktur dan distribusi serat diperkuat oleh penelitian Vantri dan Asfarizal (2025) mengenai pengaruh penambahan serat kelapa sawit (palm fiber reinforced concrete) terhadap pengujian mekanis dan struktur makro. Hasil pengamatan makrostruktur membuktikan bahwa serat kelapa sawit yang terdistribusi secara merata mampu membentuk ikatan pengunci (interlocking) yang kuat dengan pasta semen. Mekanisme ini terbukti efektif dalam mentransfer tegangan internal, membendung perkembangan retak mikro (microcrack), serta meningkatkan daktilitas struktur beton (Vantri & Asfarizal, 2025)

Sejalan dengan upaya optimasi proporsi bahan susun, Adzani dan Saelan (2022) menganalisis penentuan kadar agregat yang optimal pada perencanaan campuran beton berdasarkan standar SNI 03-2834-2000. Proporsi agregat dan kontrol nilai faktor air-semen yang tepat merupakan kunci utama dalam mencapai mutu beton yang ditargetkan. Berdasarkan acuan dari berbagai penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis secara spesifik pengaruh variasi persentase serat kelapa sawit pada kadar rendah (0,25%, 0,50%, dan 0,75%) terhadap nilai slump dan peningkatan kuat tekan rata-rata beton ramah lingkungan mutu f'_c 25 MPa (Adzani & Saelan, 2022).

2.2 Beton

Beton merupakan salah satu komponen untuk pembangunan suatu konstruksi dimana proses pembuatan beton berupa pencampuran antara agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen), serta 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 (Van Gobel, 2019).

Beton memiliki rongga-rongga didalamnya disebabkan oleh rongga kosong yang berisi udara yang terbentuk selama proses pencetakan. Hal ini bisa terjadi karena dalam proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan air yang berlebihan dibandingkan dengan semen dan senyawa.

Kelemahan beton sebagai bahan konstruksi adalah tegangan tarik yang rendah dan sifatnya yang getas, karena itu beton membutuhkan perkuatan berupa tulangan tarik untuk menahan tegangan tarik yang terjadi. Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (fiber) pada adukan beton. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton dengan serat yang disebarkan acak kedalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi (Opirina et al., 2020).

2.3 Beton Ramah Lingkungan

Beton ramah lingkungan (green concrete) adalah beton yang tersusun dari material yang tidak merusak lingkungan. Salah satunya berupa penggantian agregat penyusun beton dengan material yang tidak merusak lingkungan (Widyawati, 2011).

Terdapat penelitian oleh Ratna dalam penjelasannya (green concrete), atau beton hijau adalah jenis beton yang menggunakan bahan-bahan berkelanjutan dan limbah industri untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Ini termasuk pengurangan penggunaan semen dan agregat alami, serta memanfaatkan material daur ulang untuk mengurangi emisi karbon.

Definisi beton ramah lingkungan adalah beton yang mengurangi penggunaan semen, pasir alam, dan air tanpa menurunkan kualitas. Beton ramah lingkungan dapat diterapkan dengan menggunakan admixture seperti fly ash dan chemical admixture untuk mengurangi semen dan air.

Terdapat berbagai manfaat dari beton ramah lingkungan antara lain:

1. Pengurangan Emisi Karbon : Dengan menggunakan bahan alternatif dan mengurangi jumlah semen yang digunakan, beton ramah lingkungan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan selama proses produksi.

2. Penggunaan Bahan Daur Ulang : Beton ini sering menggunakan bahan daur ulang, seperti agregat daur ulang, yang membantu mengurangi limbah dan meningkatkan ekonomi sirkular.
3. Efisiensi Energi : Proses produksi beton ramah lingkungan sering kali lebih efisien dalam penggunaan energi dibandingkan dengan beton konvensional.
4. Ketahanan dan Daya Tahan : Banyak jenis beton ramah lingkungan dirancang untuk memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap cuaca ekstrem, korosi, dan kerusakan, sehingga memperpanjang umur bangunan.
5. Pengurangan Sumber Daya Alam : Dengan meminimalkan penggunaan agregat alami dan semen, beton ramah lingkungan membantu melestarikan sumber daya alam yang terbatas.
6. Kesehatan dan Keamanan : Mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dalam produksi beton dapat meningkatkan kualitas udara dan kesehatan pekerja serta penghuni bangunan.
7. Peningkatan Estetika : Beberapa jenis beton ramah lingkungan dapat memberikan tampilan yang lebih menarik dan beragam, sehingga meningkatkan nilai estetika bangunan.
8. Dukungan terhadap Kebijakan Lingkungan : Penggunaan beton ramah lingkungan dapat membantu perusahaan dan proyek memenuhi standar dan regulasi lingkungan yang semakin ketat.

Dengan berbagai manfaat ini, beton ramah lingkungan menjadi pilihan yang semakin populer dalam konstruksi modern.

2.4 Material Penyusun Beton

Pada umumnya campuran beton terdiri dari komponen utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Apabila ingin melakukan penelitian dengan tujuan mengubah sifat-sifat dari beton, maka bisa ditambahkan dengan bahan tambah (admixture). Beton serat merupakan salah satu beton komposit yang menggunakan serat dalam campurannya secara merata atau didistribusikan secara acak. Salah satu serat alami yang dapat digunakan pada beton ialah serat kelapa sawit (fiber) dimana serat ini merupakan golongan limbah berlimpah yang dapat

dimanfaatkan. Beton serat kelapa sawit ini disusun oleh material pembentuk sebagai berikut.

2.4.1 Semen Portland

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang terdiri atas kalsium silikat bersifat hidrolis, dicampur dengan gipsium sebagai bahan tambah untuk mengatur waktu pengikatan (*setting time*). Semen berfungsi mengikat agregat halus dan agregat kasar melalui reaksi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara senyawa-senyawa dalam semen dengan air, yang menghasilkan pasta semen yang mengeras dan memberikan kekuatan pada beton. Terdapat beberapa jenis semen portland yang diklasifikasikan berdasarkan sifat dan penggunaannya, seperti Tipe I (umum), Tipe II (ketahanan sedang terhadap sulfat), Tipe III (kekuatan awal tinggi), Tipe IV (panas hidrasi rendah), dan Tipe V (ketahanan tinggi terhadap sulfat), sebagaimana diatur dalam SNI 15-2049.

Kualitas dan jumlah semen yang digunakan dalam campuran beton sangat memengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar semen dalam campuran, pada umumnya kekuatan beton juga akan meningkat, namun perlu diimbangi dengan faktor air-semen (FAS) yang tepat agar tidak menimbulkan efek negatif seperti retak susut akibat panas hidrasi yang berlebihan. Selain itu, penyimpanan semen yang tidak tepat, seperti terpapar kelembapan udara dalam waktu lama, dapat menyebabkan semen mengalami hidrasi dini (*false set*) sehingga menurunkan kualitas pengikatan dan kekuatan beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan jenis semen serta penanganan penyimpanannya menjadi salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam penelitian material beton.

2.4.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran mineral hasil disintegrasi alami batuan atau hasil pemecahan batuan oleh mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm). Agregat halus dapat berupa pasir alam yang diperoleh dari sungai, pantai, maupun gunung, atau pasir hasil olahan pabrik. Fungsi utama agregat halus dalam campuran beton adalah mengisi rongga-rongga di antara agregat kasar sehingga menghasilkan beton yang

lebih padat, kompak, dan memiliki permukaan yang lebih halus, sekaligus membantu meningkatkan workability campuran beton segar.

Sifat fisis agregat halus seperti gradasi butiran, kadar lumpur, kadar air, berat jenis, dan modulus kehalusan (*fineness modulus*) harus memenuhi syarat mutu yang ditetapkan dalam SNI 03-1968-1990 dan SNI 03-2834-2000 agar tidak mengurangi kekuatan beton yang dihasilkan. Kadar lumpur yang melebihi batas maksimum (umumnya 5% dari berat agregat) dapat mengganggu ikatan antara pasta semen dan agregat, sehingga menurunkan kuat tekan beton. Selain itu, gradasi agregat halus yang tidak memenuhi zona gradasi standar dapat menyebabkan campuran beton menjadi terlalu porous atau justru terlalu padat namun sulit dikerjakan, sehingga pemeriksaan sifat fisis agregat halus menjadi tahapan penting sebelum digunakan dalam campuran beton penelitian.

2.4.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan butiran mineral yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm), dapat berupa kerikil alami hasil disintegrasi batuan maupun batu pecah (*split*) hasil pemecahan mekanis. Agregat kasar berperan sebagai kerangka utama (*skeleton*) dalam campuran beton yang menahan sebagian besar beban tekan yang bekerja pada struktur, sehingga kualitas agregat kasar sangat memengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan biasanya disesuaikan dengan dimensi struktur dan jarak antar tulangan agar proses pengecoran dapat berjalan dengan baik tanpa terjadi penumpukan agregat (*segregasi*).

Selain ukuran, bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar turut memengaruhi kekuatan dan workability beton. Agregat dengan bentuk bersudut (*angular*) dan permukaan kasar cenderung menghasilkan ikatan mekanis yang lebih baik dengan pasta semen sehingga meningkatkan kuat tekan, namun di sisi lain dapat menurunkan tingkat kelecakan campuran beton segar. Sebaliknya, agregat berbentuk bulat (*rounded*) dengan permukaan halus menghasilkan workability yang lebih baik namun ikatan dengan pasta semen relatif lebih lemah. Pemeriksaan sifat fisis agregat kasar seperti berat jenis, penyerapan air, keausan (*abrasi*), dan gradasi butiran perlu dilakukan mengacu pada SNI yang berlaku agar agregat yang digunakan memenuhi syarat mutu untuk campuran beton penelitian.

2.4.4 Air

Air merupakan salah satu bahan penyusun beton yang berfungsi sebagai media reaksi hidrasi semen, yaitu reaksi kimia yang mengubah pasta semen dari bentuk plastis menjadi keras, sekaligus memberikan sifat kelecakan (*workability*) pada campuran beton segar agar mudah dikerjakan, dituang, dan dipadatkan. Air yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat mutu air untuk konstruksi sebagaimana diatur dalam SNI 03-6817-2002, yaitu bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, garam, bahan organik, maupun zat kimia lain yang dapat mengganggu proses hidrasi semen dan menurunkan kekuatan beton.

Faktor air-semen (FAS), yaitu perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran, merupakan salah satu variabel penting yang sangat memengaruhi kuat tekan dan kuat tarik beton. Semakin rendah nilai FAS pada rentang tertentu, umumnya menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi karena pasta semen yang terbentuk lebih padat dengan rongga pori yang lebih sedikit. Namun, FAS yang terlalu rendah dapat menyulitkan proses pengerjaan (*workability*) beton segar, sehingga diperlukan keseimbangan antara nilai FAS yang digunakan dengan tingkat kemudahan pengerjaan di lapangan, termasuk mempertimbangkan penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) apabila diperlukan.

2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat Pengujian kuat tekan dilakukan dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 7656-2012 dan SNI 1974:2011. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kuat tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan tegak lurus di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat menentukan berat jenis beton jumlah sampel direncanakan berjumlah sebanyak 12 sampel.

Tekan beton yang direncanakan (f_c') adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur yang dipakai dalam perencanaan struktur beton dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa). Penghitungan kekuatan beton dimaksudkan untuk mencari mutu beton dengan menggunakan mesin hidrolik tekan. ('Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder Badan Standardisasi Nasional', 2011)

Perhitungan untuk memperoleh nilai tekan beton adalah sebagai berikut:

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

dimana:

$f'c$: Kuat tekan beton (kg/cm²)

P : Beban maksimum (kg)

A : Luas penampang (cm²).

2.6 Beton Serat (Fiber Reinforced Concrete)

Beton berserat didefinisikan sebagai bahan beton yang dibuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah serat yang tersebar secara acak dalam matriks campuran beton segar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Try Mulyono juga menjelaskan bahwa beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500µm, dengan panjang sekitar 25mm (Siregar & al., 2015).

Beton serat dapat menggunakan serat alam dan serat buatan. Contoh serat alam seperti serat ijuk, serat sabut kelapa, serat bambu. Sedangkan serat buatan umumnya adalah serat sintetis dari senyawa polimer. Banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton seperti serat baja, kaca, plastik dan karbon (Prayitno et al., 2016).

Penambahan serat pada campuran beton merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kualitas beton, beton serat sendiri memiliki kuat tekan yang cukup tinggi dilihat dari kualitas beton itu sendiri meningkatkan kualitas beton juga dapat dilakukan dengan penambahan material lain yang mampu memperbaiki kualitas beton.

2.7 Serat Kelapa Sawit

Kelapa Sawit merupakan komoditi unggulan di pulau Sumatera dan bahan baku pembuatan minyak nabati berupa Crude Palm Oil (CPO). Selain CPO, proses pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan berbagai jenis limbah berupa serat. Serat merupakan limbah sisa perasan buah sawit berupa serabut (Zulkifli, 2013) yang mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serat atau serabut didapat dari bagian dalam buah sawit yang diproses dalam mesin (alat pengempa). Pengempaan (proses pemerasan) merupakan salah satu proses

pengolahan kelapa sawit. Kandungan kimia serabut didominasi glukosa sebanyak 219kg/ton berat kering, xylan 153 kg/ton berat kering, lignin 234 kg/ton berat kering, SiO₂ 632 kg/ton berat kering, K₂O 90 kg/ ton berat kering, dan CaO 72 kg/ton berat kering (Pradana et al., 2017).

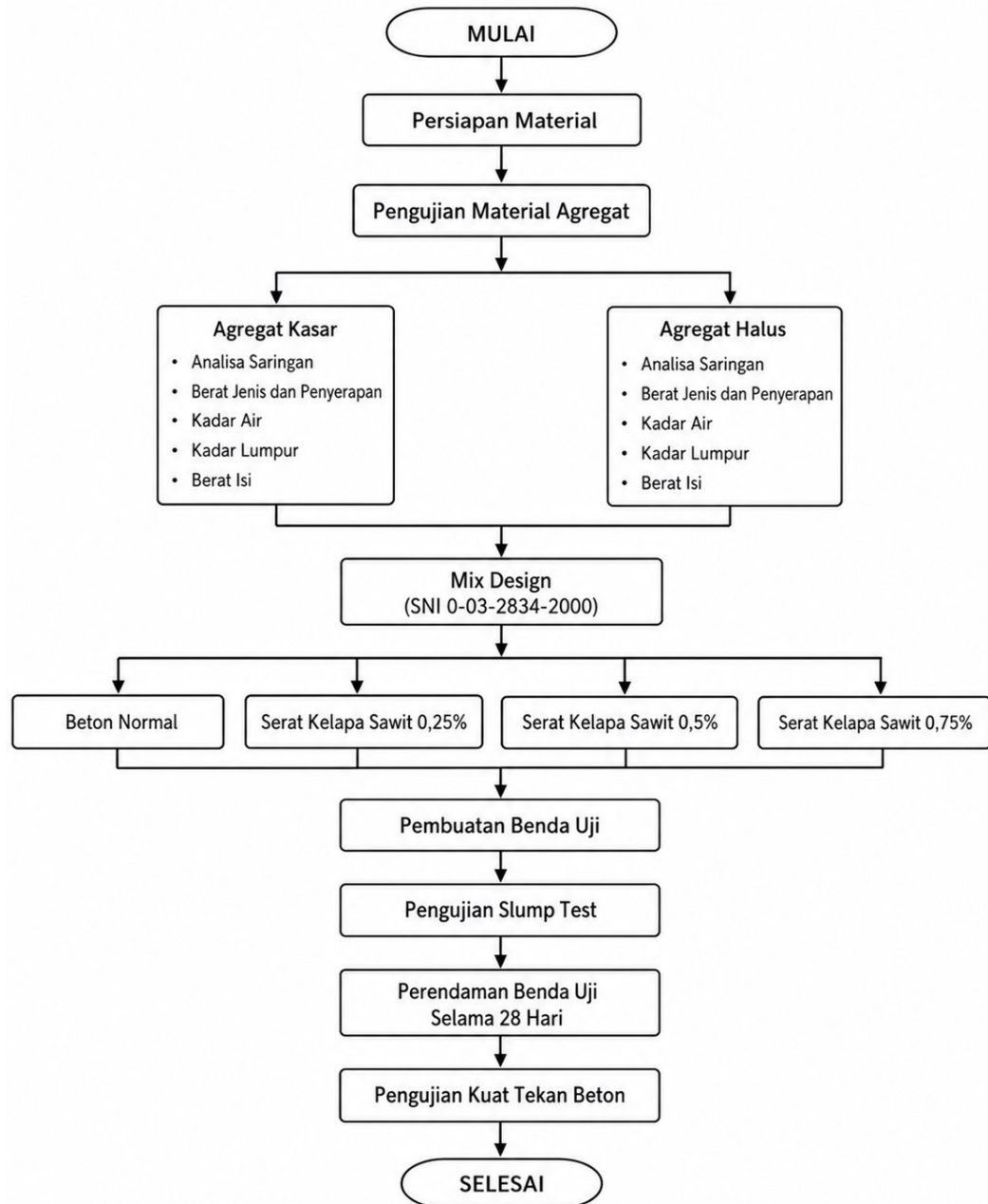
Serat kelapa sawit adalah limbah dari perasan buah sawit yang berbentuk serabut seperti benang. Serabut (fiber) buah kelapa sawit ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) serta mempunyai kalor 2637 kkal/kg – 3998 kkal/kg. Serabut (fiber) kelapa sawit sebagai alternatif bahan bakar merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit yakni ampas serabut (fiber) yang di produksi dari stasiun fiber cyclone setelah melewati proses ekstraksi melalui unit screw press (Saputra et al., 2021).

Serabut (fiber) kelapa sawit memiliki daya serap air yang cukup tinggi, sekitar 8-9 kali beratnya mampu menyerap air di sekitarnya. Selain itu, serabut kelapa sawit mengandung kadar garam yang rendah, sehingga bebas dari bakteri dan jamur. Serabut kelapa sawit memiliki sifat fisik yaitu porositas densitas 95% kampa atau densitas curah $\pm 0,25$ gram/ml. Panjang Serat yang digunakan maksimal di 4cm.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Muchtar Basri . Waktu penelitian yang dilakukan direncanakan kurang lebih selama 2 bulan dan dimulai pada akhir bulan Agustus 2025.

3.3 Sumber Dan Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Data Primer

Dalam penelitian ini peneliti akan memperoleh data melalui data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama, baik melalui observasi maupun wawancara kepada informan. Data primer yang diperoleh dari hasil perhitungan dilaboratorium meliputi:

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C 136: 2012)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat Kasar (SNI 1969-2016)
3. Berat jenis dan penyerapan agregat Halus (ASTM C 128: 2004)
4. Pemeriksaan berat isi agregat (ASTM C 29: 2009)
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971-2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur (ASTM C177: 2013)
7. Perencanaan campuran beton (Mix design) (SNI 03-2834-2000)
8. Uji Slump Test (SNI 1972-2008)
9. Uji kuat tekan beton (SNI 1974-2011)

3.3.2 Data Skunder

Data sekunder adalah data atau informasi yang diperoleh melalui sumber-sumber seperti Standar Nasional Indonesia (SNI), American Society for Testing and Materials (ASTM), buku, artikel, jurnal, konsultasi dengan Dosen Pembimbing yang berhubungan dengan Teknik pembuatan benda uji beton (Zahra & Ritonga, 2025).

3.4 Bahan Dan Alat

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang sudah tersedia di laboratorium teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

3.4.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan, dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah medan sekitar.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah medan berukuran maksimum 20 mm.

4. Serat Kelapa Sawit

Serat kelapa sawit yang digunakan dari perasan buah kepala sawit dengan bentuk serabut seperti benang.

5. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Saringan agregat

Saringan agregat yang digunakan antara lain saringan No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, dan No 100 Untuk agregat halus, sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1,1/2", 3/4", 3/8", dan No 4.

2. Wadah

3. Timbangan digital

4. Timbangan digital

5. Kuas

6. Sekop

7. Terpal

8. Pan

9. Piknometer

10. Sarung tangan

11. Masker
12. Vaseline
13. Gelas ukur
14. Cetakan benda uji silinder
15. Satu set alat slump test
16. Bak perendaman
17. Oven
18. Mesin pengaduk semen
19. Mesin penguji kuat tekan belah beton

3.5 Pemeriksaan Alat Dan Bahan

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.

3.5.1 Bahan-Bahan Dasar

Pengujian akan diawali dengan membersihkan bahan-bahan dasar seperti agregat halus, agregat kasar dari kotoran seperti lumpur sehingga terhindar dari unsur-unsur organik yang mengurangi kualitas beton, dan dilakukan penjemuran pada material yang basah.

3.5.2 Analisa Saringan Agregat

Analisa saringan agregat menggunakan alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI ASTM C 136:2012, 2012). Standar ini akan menjadi acuan dan pegangan dalam pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar, adapun tujuannya adalah untuk mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan agregat kasar termasuk agregat campuran.

Pengujian akan dilakukan dengan cara penyiapan contoh uji, penimbangan, pengeringan, dan penyaringan. Dimana satu set saringan yang digunakan meliputi; 76,2 mm (3"); 37,5 mm(1½"); 19,1 mm (¾"); 9,5 mm (3/8"); 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). Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase material yang tertahan pada setiap saringan, persentase total dari material yang lolos setiap saringan, dan persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, serta indeks modulus kehalusan.

3.5.3 Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan agregat setelah dikeringkan maka semakin banyak kandungan air didalam agregat atau sebaliknya. Agregat yang basah akan membuat adonan beton juga menjadi basah.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM-C566-2004, 2004). Dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \%$$

Keterangan :

W : Kadar air total agregat (gr)

W₁ : Berat agregat kondisi SSD (gr)

W₂ : Berat agregat kering oven (gr)

3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air pada agregat yang akan digunakan dalam menghitung volume beton. Pengujian ini mengacu kepada (ASTM-C127-2013, 2013) untuk agregat kasar dan (ASTM C128-2001, 2004) untuk agregat halus, dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_w = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (3.2)$$

dengan:

S_w = Persentase Penyerapan Air (%)

B_j = Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan Di Udara (gr)

B_k = Berat Benda Uji Kering Oven (gr)

3.5.5 Kadar Lumpur

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan pengujian kadar lumpur,

pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada (ASTM C177-2013, 2013). Perhitungan Kandungan lumpur berdasarkan Pers. 3.3

$$L = A - CA \times 100 \% \quad (3.3)$$

Keterangan :

L : Persentase lumpur dalam agregat (%)

A : Berat agregat sebelum dicuci (gr)

C : Berat agregat setelah dicuci dan kering oven (gr)

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

3.5.6 Berat Isi

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan 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 (ASTM C29-2009, 2009) berdasarkan Persamaan. 3.10 berikut:

$$M = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.4)$$

dengan:

M = Berat isi agregat kering oven (kg/m^3)

M_c = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)

M_m = berat wadah ukur (kg)

V_m = volume wadah ukur (m^3)

3.6 Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini akan dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variabel - variabel yang ditetapkan. Benda uji yang digunakan untuk diteliti kuat tekannya yaitu sebagai berikut:

1. Beton murni mutu K-250 ($f'_c = 25 \text{ MPa}$)
2. Beton + 0,25% serat kelapa sawit,
3. Beton + 0,5% serat kelapa sawit, dan
4. Beton + 0.75% serat kelapa sawit.

Tabel 3. 1 Pengujian yang akan dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Untuk jumlah sampel

Jenis Pengujian	Kode benda uji	Limbah serbuk besi (%)	Semen (%)	Agregat halus (%)	Agregat kasar (%)	Umur beton (Hari)	Jumlah Sampel (Buah)
Uji Kuat Tekan beton	BN	0%	100%	100%	100%	28	3
	BSKS 1	0,25%	100%	100%	100%	28	3
	BSKS 2	0,5%	100%	100%	100%	28	3
	BSKS 3	0,75%	100%	100%	100%	28	3
Jumlah							12

3.7 Penambahan Serat Kelapa Sawit

Serat kelapa sawit adalah limbah dari perasan buah sawit yang berbentuk serabut seperti benang. Serabut (fiber) buah kelapa sawit ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) serta mempunyai kalor 2637 kkal/kg – 3998 kkal/kg. Serabut (fiber) kelapa sawit sebagai alternatif bahan bakar merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit yakni ampas serabut (fiber) yang di produksi dari stasiun fiber cyclone setelah melewati proses ekstraksi melalui unit screw press (Saputra, Sahay and Frieda, 2021). Pada penelitian ini, limbah serat kelapa sawit yang akan digunakan adalah limbah uji kuat tekan beton silinder dengan mutu $f'c$ 20 dari laboratorium teknik sipil universitas muhammadiyah sumatera utara.

3.8 Mix Design

Dalam penelitian ini peneliti akan melakukan mix design, mix design ini dilakukan untuk menentukan pemilihan bahan pada campuran dengan mempertimbangkan perbandingan dari setiap material beton agar mencapai syarat dengan kualitas sesuai dengan yang diharapkan. Metode mix design yang

digunakan yaitu berdasarkan metode (SNI-03-2834-2000). Berikut ini perhitungan mix design.

- a. Menentukan data-data, antara lain meliputi :
 1. Kuat tekan yang disyaratkan f'_c .
 2. Tipe semen yang digunakan.
 3. Tinggi slump yang disyaratkan.
 4. Ukuran butiran agregat maksimum yang digunakan.
 5. Jenis susunan agregat kasar.
 6. Gradasi susunan butiran agregat halus.
 7. Kondisi beton terlindungi atau tidak dari hujan dan terik matahari langsung
- b. Langkah-langkah perhitungan :
 1. Menentukan nilai deviasi standar
 2. Menentukan nilai tambah
 3. Menentukan kuat beton rata-rata (F'_{cr})
 4. Menentukan jenis semen yang digunakan
 5. Menentukan jenis agregat yang digunakan, meliputi:
 - a) Agregat halus (pasir)
 - b) Agregat kasar (kerikil)
 6. Menentukan Faktor Air Semen (fas)
 7. Menentukan kadar air bebas
 8. Menentukan kadar semen minimum
 9. Mencari persentase dari agregat halus/pasir
 10. Menghitung berat jenis agregat gabungan
 11. Menghitung berat isi beton
 12. Menghitung kadar agregat gabungan
 13. Menghitung kadar masing-masing agregat
 14. Menghitung proporsi campuran (setiap m^3)
 15. Menghitung proporsi campuran uji

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Yang berjumlah 12 buah, untuk pengujian kuat tekan. Dalam proses pembuatan benda uji, dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan tersebut adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji.
2. Menimbang satu persatu bahan sesuai dengan yang telah ditentukan.
3. Membersihkan cetakan dengan menggunakan sekrup dan kain lap, lalu mengolesinya dengan *vaseline* secukupnya.
4. Menghidupkan mesin pengaduk (*mixer*).
5. Masukkan bahan dimulai dari agregat kasar, agregat halus, dan semen.
6. Setelah tercampur rata masukkan limbah bata lalu diaduk hingga merata.
7. Masukkan air kedalam mesin pengaduk sesuai ukuran takaran yang digunakan.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton.
9. Memasukkan campuran beton kedalam cetakan hingga penuh.
10. Meratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
11. Mendinginkan beton selama 24 jam hingga beton mengeras dengan sempurna.
12. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (*curing*) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
13. Setelah direndam selama 28 hari, angkat beton dan keringkan.
14. Melakukan uji kuat tekan belah beton.

3.10 Pemeriksaan *Slump Test*

Tahapan pengujian *slump test*:

1. Membasahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Angkat dan letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut

Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan *stopwatch*.

4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 50 cm dan hentikan *stopwatch* saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.11 Perawatan (*Curing*) Benda Uji

Proses perawatan (*curing*) untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan (*Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, 2019). Proses ini dilakukan dengan tahapan cara perendaman benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut:

1. Mengeluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari kran air Laboratorium Teknik
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering dan timbang benda uji tersebut.

3.12 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan menurut SNI 1974-2011 “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Uji Silinder”. Kuat tekan (*Compressive Strength*), digunakan untuk mengetahui kekuatan beton ringan. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Pada mesin uji tekan, benda yang akan diuji diletakkan dan diberikan beban hingga runtuh /hancur, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Pengujian kuat tekan dapat dihitung dengan Pers.

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3.8)$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan (N/mm²)

P = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Langkah-langkah cara pengujian kuat tekan beton:

1. Menimbang berat benda uji sebelum di tes uji.
2. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai, benda uji yang sudah mengering bisa diuji.
3. Meletakkan benda uji kedalam mesin *Compression Testing Machine*.
4. Pengujian dilakukan dengan pembebanan maksimum sehingga benda uji jadi hancur
5. Untuk pengambilan data, dengan mencatat nilai beban maksimum pada benda uji.

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang direncanakan..

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Material

Penelitian ini menggunakan material tambahan berupa serat kelapa sawit (SKS), di mana agregat halus yang digunakan telah lolos saringan No. 8 dan agregat kasar telah lolos saringan 1½". Material tambahan dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan lumpur dan kotoran organik lainnya, kemudian dikeringkan pada ruang terbuka sebelum digunakan.

Prosedur pemeriksaan material terdiri dari tahap persiapan material, pemeriksaan sifat fisik agregat, dan pencatatan hasil sebagai dasar perhitungan mix design. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan SNI tentang pemeriksaan agregat dan buku panduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1.1 Agregat Halus

Pemeriksaan sifat fisik agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton, meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur.

a) Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisan saringan agregat halus dan kasar. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

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:

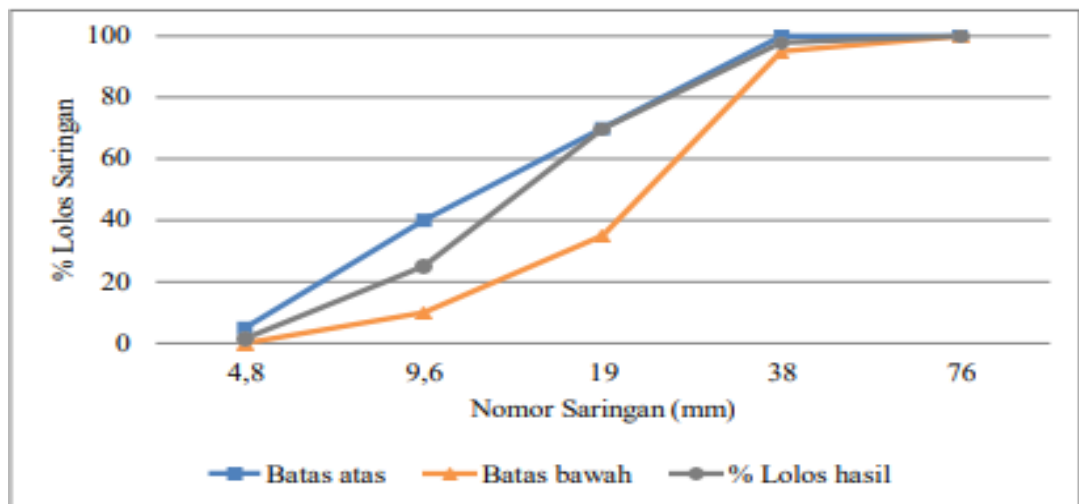
$$\text{Modulus kehalusan (finess modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76$$

Nilai MHB sebesar 2,76 tersebut masih memenuhi syarat sebagai agregat halus, karena berada dalam rentang yang diizinkan yaitu 1,5–3,8. Berdasarkan daerah gradasi (Tabel 4.2), agregat halus yang digunakan berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang.

Tabel 4. 2 Daerah gradasi agregat halus

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
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 berikut.



Gambar 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2.

b) Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

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

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

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,24. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

c) Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.

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
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm ³
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm ³

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,24. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

d) Kadar Air Agregat Halus

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 berikut.

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	

e) Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

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 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.

4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu material penyusun beton dengan persentase terbesar dibandingkan material penyusun beton lainnya. Pengujian agregat kasar yang dilakukan sama dengan pengujian agregat halus, yaitu pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian analisa saringan, pengujian kadarair, dan kadar lumpur.

a) Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan. Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian analisa saringan agregat kasar

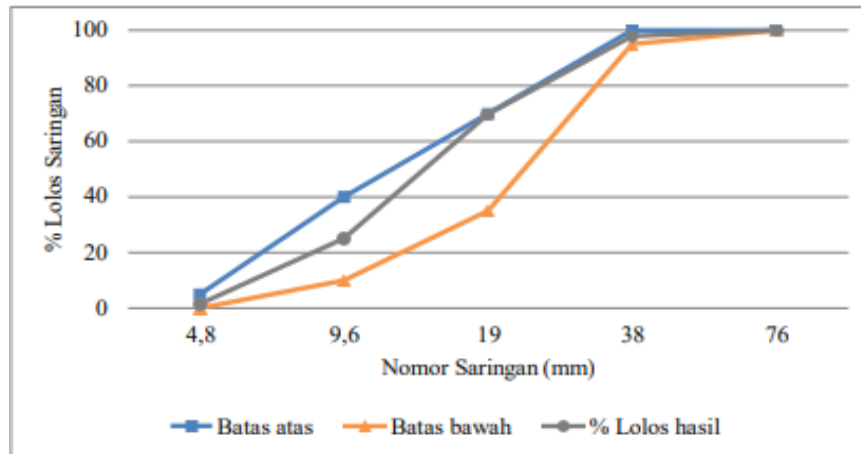
Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3"	0	0	0	100
38 mm	1½"	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	¾"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8"	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
2,4 mm	No.8	0	0,00	98,50	1,50
1,2 mm	No.16	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 dari tabel 4.7, maka dapat di hitung nilai modulus halus butir (MHB) / Modulus kehalusan:

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

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.



Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).

b) Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air daana agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456
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 dari pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69. Berdasarkan tabel 4.8 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

c. 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 berikut.

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 ³
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm ³

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar 1,48 gr/cm³ , nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

d) 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	%	1,25	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 1,58% dan sampel 2 sebesar 0,94% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 1,26%.

e) Kadar Lumpur Agregat Kasar

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

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
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.

4.1.3 Serat Kelapa Sawit

Serat kelapa sawit (SKS) yang digunakan pada penelitian ini merupakan bahan tambah alami yang dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam adukan beton. Serat kelapa sawit ditambahkan berdasarkan persentase terhadap berat semen pada campuran beton , dengan variasi 0,25%, 0,5%, dan 0,75%. Rincian berat serat kelapa sawit yang digunakan pada tiap variasi campuran

uji (volume 0,0053 m³) dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Rincian Berat Serat Kelapa Sawit

Persentase serat kelapa sawit (%)	Banyaknya serat kelapa sawit yang digunakan (kg)
0,25	0,004 kg
0,5	0,009 kg
0,75	0,014 kg

4.2 Komposisi Campuran

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 12 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}) = $f'_c + M$

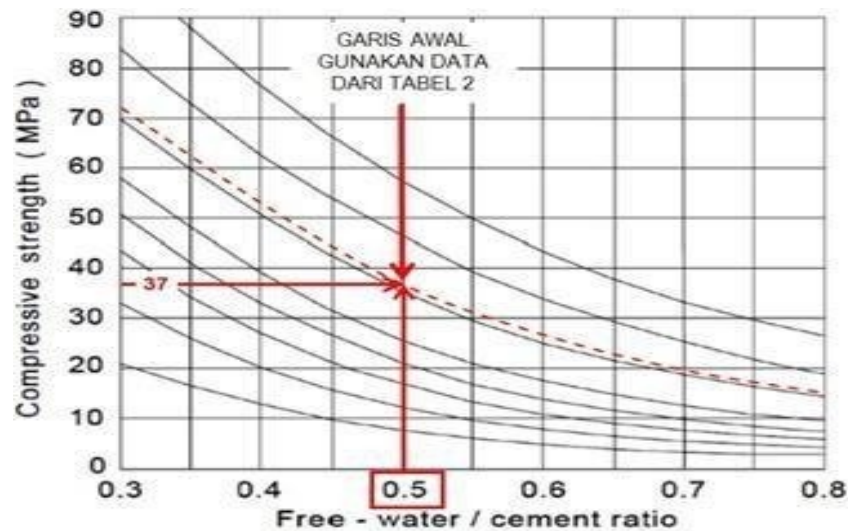
$$f_{cr} = 25 + 12$$

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

4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal 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 berikut.



Gambar 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).

8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

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

Batu tak dipecahkan / alami (W_h) = 160

Batu pecah (W_k) = 190

- Kebutuhan air = $\frac{2}{3}w_h + \frac{1}{3}w_k$

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

9. Penetapan Jumlah Semen Minimum

Berdasarkan perhitungan didapatkan penentuan jumlah semen minimum sebagai berikut : Jumlah semen = kebutuhan air / fas

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

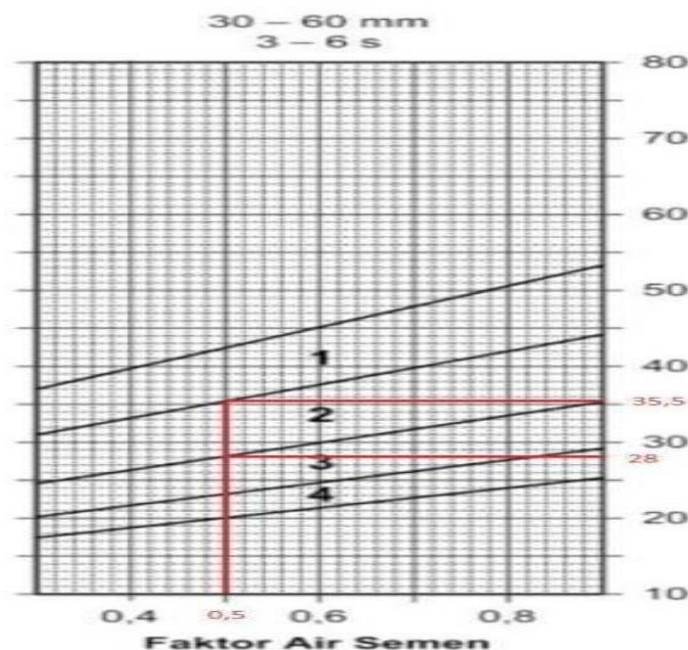
$$\text{Jumlah semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton di dalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m^3 .

Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen yaitu 340 kg/m^3 .

10. Penentuan Persentase Agregat

- 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.
- Setelah faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.
- 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



Gambar 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm).

d. Dari Gambar 4.4 didapatkan sebagai berikut:

Batas bawah 28

Batas atas : 35,5

$$\text{Presentase agregat halus} : \frac{28+35,5}{2} = 23\%$$

$$\text{Presentase agregat kasar} : 100\% - 32\% = 68\%$$

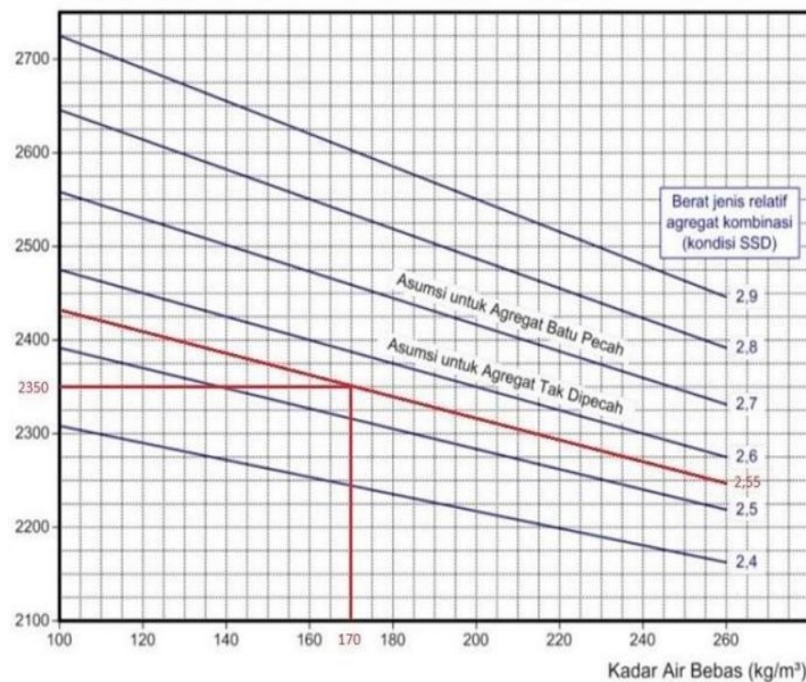
11. Berat Jenis Agregat

a. Berat jenis SSD pasir : 2,24

b. Berat jenis SSD krikil : 2,69

c. Berat jenis gabungan : $\left(\frac{32}{100} \times 2,24\right) + \left(\frac{68}{100} \times 2,69\right) = 2,55$

12. Penetapan Berat Isi Beton



Gambar 4. 5 Penentuan berat isi beton basah

Dari Gambar 4.5 diatas diperoleh berat isi beton adalah 2350 kg/m³.

13. Penentuan Berat Agregat Campuran.

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

$$\text{agregat campuran} = 2350 - 340 - 170$$

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

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

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

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

15. Proporsi Campuran

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

- a. Semen = 340 kg/m^3
- b. Air = 170 kg/m^3
- c. Pasir = $588,8 \text{ kg/m}^3$
- d. Krikil = $1251,2 \text{ kg/m}^3$

16. Koreksi Proporsi

Campuran Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus di koreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

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

$$\text{Agregat halus} = C - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (C_k - D_a) \times \frac{C}{100}$$

Dimana :

B adalah jumlah air	$= 170 \text{ kg/m}^3$
C adalah jumlah agregat halus	$= 588,8 \text{ kg/m}^3$
D adalah jumlah agregat kasar	$= 1251,2 \text{ kg/m}^3$
C_a adalah absorpsi agregat halus	$= 5,32\%$
D_a adalah absorpsi agregat kasar	$= 2,55\%$
C_k adalah kadar air agregat halus	$= 5,43\%$
D_k adalah kadar air agregat kasar	$= 1,26\%$

Maka proporsi terkoreksi adalah.

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

$$\begin{aligned} \text{b. Agregat halus} &= 588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} \\ &= 589,45 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = 1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1252,2}{100}$$

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 Mpa menggunakan metode SNI 03-2834 – 2000 dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut :

Tabel 4. 13 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 (fcr)	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 (Wh)	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (Wk)	190	-
10	Jumlah air yang digunakan	170	Kg/m ³
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 ³
17	Kadar agregat gabungan	1840	Kg/m ³
18	Kadar agregat halus	588,8	Kg/m ³
19	Kadar agregat kasar	1251,2	Kg/m ³
20	Jumlah semen yang digunakan	340	Kg/m ³
21	Jumlah air terkoreksi	185,49	Kg/m ³
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	589,45	Kg/m ³
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1235,1	Kg/m ³

Volume satu silinder benda uji (Ø15 cm, tinggi 30 cm) sebesar 0,0053 m³. Proporsi campuran untuk setiap benda uji dihitung dengan mengalikan kebutuhan tiap material per m³ terhadap volume silinder, ditambah faktor keamanan (*safety*

factor) 110%, sehingga diperoleh kebutuhan material untuk satu benda uji beton normal sebagai berikut:

- a) Semen = 1,98 kg
- b) Air = 1,08 liter
- c) Agregat halus = 3,44 kg
- d) Agregat kasar = 7,20 kg
- e) Total = 13,7 kg

Untuk campuran beton dengan penambahan serat kelapa sawit, berat total campuran (13,7 kg) tersebut menjadi dasar perhitungan persentase penambahan SKS sebagaimana telah ditunjukkan pada Tabel 4.14 (0,25% = 0,004 kg ; 0,5% = 0,009 kg; 0,75% = 0,014 kg).

Tabel 4.14 Rekapitulasi bahan penyusun beton

No.	Kode	Jumlah (buah)	Bahan Penyusun Beton (kg)					Berat Sampel (kg)
			AH	AK	S	A	SKS	
1	BN	4	3.44	7.20	1.98	1.08	0	13.70
2	BS1	4	3.44	7.20	1.978	1.084	0,004	13.706
3	BS2	4	3.44	7.20	1.971	1.089	0,009	13.709
4	BS3	4	3.44	7.20	1.966	1.094	0.014	13.714

4.3 Uji Beton

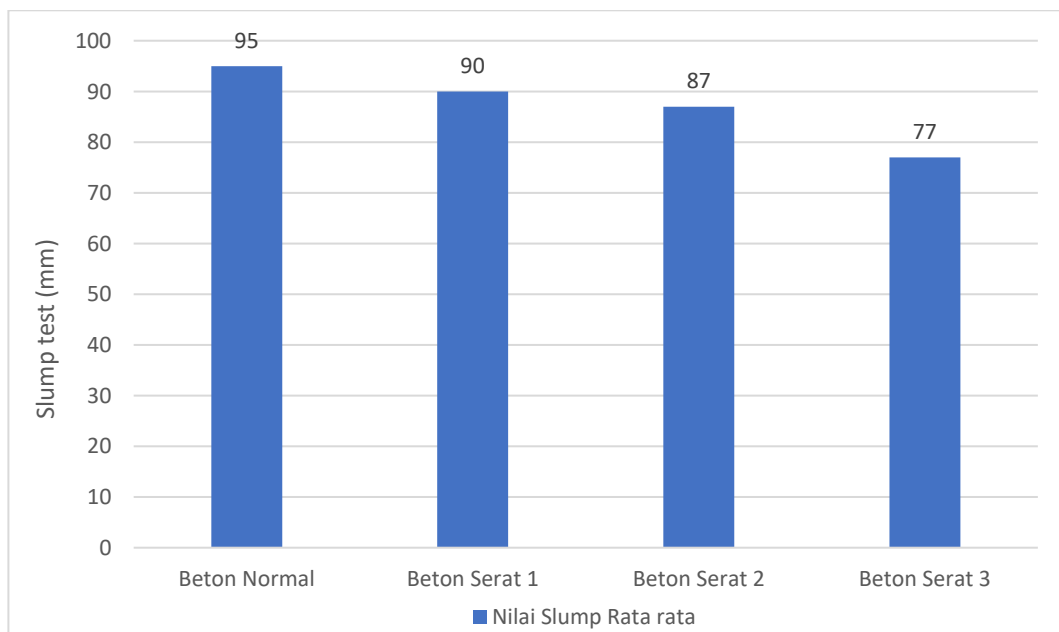
Uji beton pada penelitian ini terbagi menjadi pengujian pada beton segar berupa uji *slump*, dan pengujian pada beton keras berupa uji kuat tekan belah beton serta pengamatan penyerapan air.

4.3.1 Slump Test

Uji *slump* dilakukan untuk menentukan *workability* beton segar sekaligus mengetahui kecukupan air dalam campuran. Faktor yang memengaruhi hasil *slump test* di antaranya kadar air agregat, kadar lumpur agregat, faktor air semen, gradasi agregat, dan bahan tambah yang digunakan. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Hasil pengujian slump

No.	Kode	Nilai Slump (mm)	Tinggi Rata- rata Slump(mm)
1	Beton Normal (0%)	100	95
		95	
		89	
2	Beton Serat 1 (0,25%)	93	90
		87	
		90	
3	Beton Serat 2 (0,5%)	89	87
		85	
		88	
4	Beton Serat 3 (0,75%)	80	77
		73	
		77	



Gambar 4. 6 Grafik hasil pengujian slump test

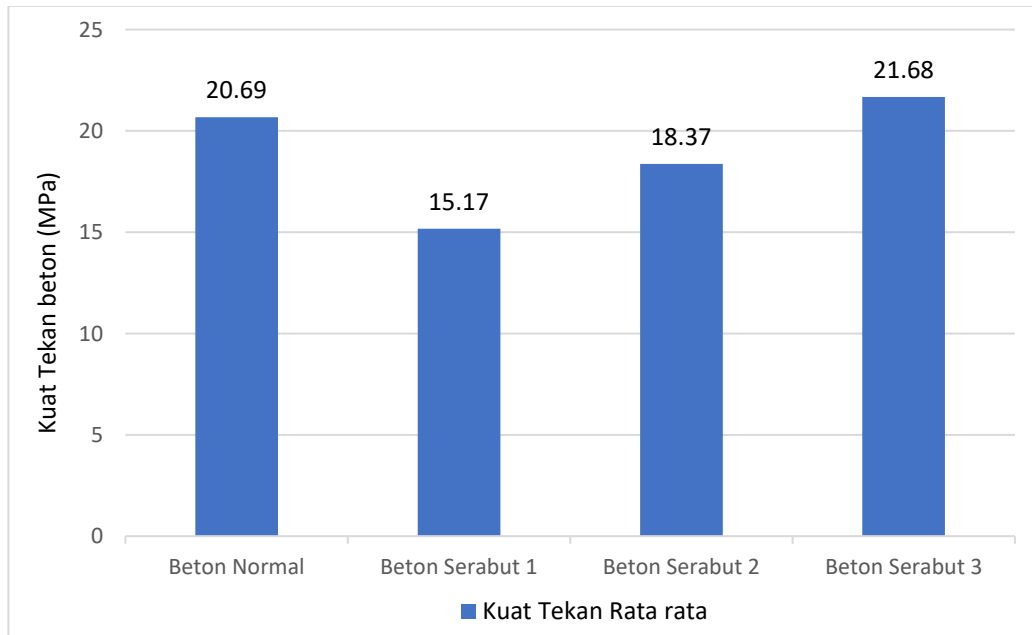
Nilai slump menurun seiring bertambahnya kadar serat kelapa sawit dalam campuran. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa sawit menurunkan tingkat *workability* beton segar, sejalan dengan sifat serat yang menyerap sebagian air campuran.

4.3.2 Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur beton 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, dengan ukuran benda uji yang dites berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton

Tabel 4. 16 Hasil pengujian kuat tekan beton

No	Benda Uji	Beban (KN)	LuasPermukaan (cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata rata (MPa)
1	Beton Normal	365	176,625	20,66	20,69
		368	176,625	20,83	
		364	176,625	20,60	
2	0,25% Serabut Sawit	268	176,625	15,17	15,17
		263	176,625	14,89	
		273	176,625	15,45	
3	0,5% Serabut Sawit	326	176,625	18,45	18,37
		318	176,625	18,00	
		330	176,625	18,68	
4	0,75% Serabut Sawit	383	176,625	21,68	21,68
		385	176,625	21,79	
		381	176,625	21,57	



Gambar 4. 7 Grafik hasil pengujian kuat tekan belah beton.

Berdasarkan hasil pengujian, penambahan serabut sawit sebesar 0,75% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 21,68 MPa, lebih tinggi dibandingkan beton campuran 0,25% dan 0,50% dengan nilai kuat tekan berturut sebesar 15,17 MPa dan 18,37 MPa. Peningkatan ini diduga terjadi karena pada kadar 0,75% distribusi serabut dalam campuran lebih merata sehingga mampu menghambat perkembangan retak mikro (*microcrack*) dan meningkatkan ikatan antara pasta semen dengan agregat. Opirina, L., Sari, D. P., & Reskuna, R. (2020) . Namun demikian, diperlukan analisis statistik untuk memastikan apakah peningkatan tersebut signifikan atau masih berada dalam batas variasi hasil pengujian.

Berdasarkan analisis persentase perubahan mutu beton terhadap beton normal (20,69 mpa), penambahan serat kelapa sawit pada kadar 0,25% dan 0,50% mengalami penurunan kuat tekan berturut-turut sebesar 26,68% dan 11,21%. meskipun demikian, terjadi tren peningkatan kekuatan seiring bertambahnya persentase serat, hingga mencapai puncaknya pada variasi SKS 0,75% yang mengalami kenaikan mutu sebesar 4,78% dibandingkan beton normal. hal ini menunjukkan bahwa persentase 0,75% merupakan titik balik yang berhasil meningkatkan performa mekanis beton

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan pada Bab 4 mengenai pengaruh penambahan serat kelapa sawit (SKS) terhadap nilai slump dan kuat tekan beton ramah lingkungan mutu f'_c 25 MPa, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serat kelapa sawit berpengaruh terhadap tingkat workability beton segar. Nilai slump menurun secara konsisten seiring bertambahnya kadar serat, yaitu dari 95 mm pada beton normal (0%) menjadi 90 mm pada kadar 0,25%, 87 mm pada kadar 0,50%, dan 77 mm pada kadar 0,75%. Penurunan ini terjadi karena sifat serat alami yang menyerap sebagian air campuran sehingga mengurangi kelecakan adukan beton segar.
2. Pengaruh penambahan serat kelapa sawit terhadap kuat tekan beton bersifat tidak linear. Pada kadar 0,25% dan 0,50%, kuat tekan beton mengalami penurunan berturut-turut sebesar 26,68% dan 11,21% terhadap beton normal (20,69 MPa), yaitu menjadi 15,17 MPa dan 18,37 MPa. Sebaliknya, pada kadar 0,75% kuat tekan justru meningkat menjadi 21,68 MPa, atau naik 4,78% dibandingkan beton normal.
3. Dari ketiga variasi persentase yang diuji (0,25%, 0,50%, dan 0,75%), kadar 0,75% merupakan kadar optimum karena merupakan satu-satunya variasi yang menghasilkan kuat tekan melebihi beton normal, sekaligus menunjukkan bahwa peningkatan kuat tekan dapat dicapai pada penambahan serat kelapa sawit dengan kadar rendah, sejalan dengan kecenderungan pada penelitian-penelitian sejenis (Vantri & Asfarizal, 2025; Esau & Awodiji, 2025) yang juga menunjukkan adanya kadar optimum sebelum kuat tekan menurun akibat penggumpalan serat dan meningkatnya porositas.
4. Secara umum, hasil penelitian ini membuktikan bahwa serat kelapa sawit berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada beton ramah lingkungan untuk meningkatkan kuat tekan, dengan catatan bahwa persentase penambahan perlu dikendalikan pada kadar yang tepat agar tidak menurunkan workability maupun kuat tekan secara berlebihan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian pada variasi kadar serat kelapa sawit di atas 0,75% (misalnya 1,00% dan 1,25%) untuk memastikan letak kadar optimum yang sebenarnya, mengingat penelitian sejenis pada serat alam lain menunjukkan bahwa kuat tekan akan kembali menurun setelah melewati kadar tertentu akibat balling effect dan meningkatnya porositas.
2. Perlu dilakukan analisis statistik (misalnya uji ANOVA atau regresi) terhadap hasil kuat tekan pada masing-masing variasi untuk memastikan apakah perbedaan yang teramati, khususnya peningkatan pada kadar 0,75%, signifikan secara statistik atau masih berada dalam rentang variasi pengujian.
3. Perlu dilakukan pengujian daya serap air (water absorption) secara menyeluruh pada setiap variasi campuran untuk melengkapi evaluasi durabilitas beton berserat kelapa sawit, mengingat sifat serat alami yang higroskopis dapat memengaruhi ketahanan beton dalam jangka panjang.
4. Perlu dipertimbangkan perlakuan awal (treatment) pada serat kelapa sawit, misalnya perendaman dengan larutan alkali (NaOH), untuk mengurangi daya serap air alami serat sehingga penurunan nilai slump akibat penambahan serat dapat diminimalkan.
5. Perlu dilakukan pengujian sifat mekanik lain seperti kuat tarik belah dan kuat lentur beton berserat kelapa sawit, sehingga pengaruh serat terhadap kinerja beton dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh, tidak terbatas pada kuat tekan saja

DAFTAR PUSTARA

- Adzani, M. A. L., & Saelan, P. (2022). Kajian Pengaruh Kadar Optimal Volume Pasir dalam Campuran Beton dengan Metode SNI 03-2834-2000. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 60. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v8i1.60>
- Ali, H., & al., et. (2015). *Tahun 2015 Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. 1(1), 1–7.
- Arum, G. T. (2013). Kajian Optimasi Kuat Tekan Beton Dengan Simulasi Gradasi Ukuran Butir Agregat Kasar. *Jurnal Tugas Akhir*, 09510134004, 1–9.
- Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder Badan Standardisasi Nasional*. (2011). <http://www.bsn.go.id>
- Foulhudan, J., Nurtanto, D., & Krisnamurti, D. (n.d.). *Perbandingan Mix Design SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012 Ditinjau dari Proses Pengecoran Beton Normal*.
- Hermanto, J., & Shandy, S. (2020). Karakteristik Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Penambahan Limbah Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik*, 13(2), 75–85.
- Indonesia, B. S. N. (2011). Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- Journal, A. M. (2015). *Flexural Design of Fiber-Reinforced Concrete*.
- Khairul, A., & dkk. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Teras Jurnal*, 4(2).
- Nasional, B. S. (2014). Semen Portland Pozolan (SNI 03-02-2014). In *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.
- Olii, M. R., & al., et. (2021). Limbah Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 113. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.407>
- Opirina, L., Sari, D. P., & Reskuna, R. (2020). Kuat Tekan Beton Dengan Substitusi Limbah Pengolahan Kelapa Sawit. *Jurnal CIVILLa*, 5(1), 368–375.
- PBI 1971 Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. (n.d.). *Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton*. (n.d.).
- Pradana, M. A., Ardhyanta, H., & Farid, M. (2017). Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 413–416.

<https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24559>

- Prayitno, S., Supardi, & Asmara, D. A. Y. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Ikat (Bendrat) Pada Kuat Tekan Dan Lentur Beton Bertulang Dengan Abu Sekam Padi Dan Accelerator. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 899–908.
- Saputra, H., Sahay, L., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Raya, U. P. (2021). *PENGARUH VARIASI KADAR SERAT DAN RASIO PANJANG TERHADAP DIAMETER (L / D) SERAT PELEPAH SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH*. 4, 1–10.
- Shah, S. P., & al., et. (1988). Measurement of properties of fiber reinforced concrete. *ACI Materials Journal*, 85(6), 583–593. <https://doi.org/10.14359/2355>
- Sipil, J. T. (n.d.). *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Kajian Pengaruh Kadar Optimal Volume Pasir dalam Campuran Beton dengan Metode SNI 03-2834-2000*. <https://doi.org/10.26760/rekaracana>
- Siregar, A. G., & al., et. (2015). Pengaruh Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Pada Material Beton Ringan (Concrete Foam). *Jurnal Dinamis*, 3(3).
- Standar Nasional Indonesia Cara uji slump beton ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional*. (n.d.).
- Syahza, A., & Riau, U. (2021). *Buku Metodologi Penelitian, Edisi Revisi Tahun 2021*.
- Trianah, Y. (2022). Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 3(2), 28–37. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v3i2.49>
- Trianah, Y., & Sani, S. (n.d.). *Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton*. 7.
- Van Gobel, F. M. (2019). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *RADIAL - Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 5(1), 22–33.
- Vantri, V., & Asfarizal. (2025). Pengaruh Panjang Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Pembuatan Palmfiber Reinforced Concrete terhadap Uji Lentur dan Struktur Makro. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(2). <https://journal.aritekin.or.id/index.php/Venus/article/view/801>
- Widyawati, R. (n.d.). *Studi Kuat Tekan Beton Beragregat Ramah Lingkungan*.
- Widyawati, R. (2011). Studi Kuat Tekan Beton Beragregat Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa*, 1, 217–224. <https://core.ac.uk/download/pdf/294859178.pdf>

LAMPIRAN



Gambar L. 1 : Serat Kelapa Sawit



Gambar L.2 : Cetakan Silinder Beton



Gambar L.3 : Persiapan Pembuatan Benda Uji



Gambar L.4 : Mix Design



Gambar L. 5 : Pencetakan Benda Uji



Gambar L.6 : Pengujian Kuat Tekan



Gambar L.7 Benda Uji berbentuk silinder



Gambar L.8 Benda Uji Setelah di Tes



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bisa menjawab surat ini agar disetujui
nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/8K/BAN-PT/Ak.Pp/PT/IIU/2024

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 948/IL3AU/UMSU-07/F/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik SIPIL Pada Tanggal 04 Juni 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD VICRY SIREGAR
Npm : 1907210042
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Semester : XII (DUA BELAS)
Judul Tugas Akhir : PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON RAMAH LINGKUNGAN.

Pembimbing : SRI FRAPANTI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik SIPIL
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 08 Dzulhijjah 1446 H
04 Juni 2025 M



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : MUHAMMAD VICRY SIREGAR
NPM : 1907210042
JUDUL : PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN
TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN
BETON RAMAH LINGKUNGAN

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	4-4-2026	1. Perbaiki data Slump Test 2. Perbaiki data kuat Tekan Perhitungan kuat Tekan diperbaiki 3. Buatlah dalam Tabel dan Grafik. 4. Utk Slump Test - dan kuat Tekan. 5. Kesimpulan di Ganti SNI 1. Teknologi Beton 2. Lab.	

Hari : Senin / 6-4-2026
Jam 10 pagi
Sudah selesai

DOSEN PEMBIMBING


SRI PRAFANTI, S.T., M.T

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Vicry Siregar
NPM : 1907210042
Konsentrasi : Struktur
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	20 JUNI 2025	- Tujuan - Bab II. - Bab III. - Lanjutkan ke Sempko.	
2.	5 JULI 2025	- Papikan ke theudeley	
3.	28 JULI 2025	- Perbaiki Daftar pustaka Model nps. acc Sempko 28/7/2025	

DOSEN PEMBIMBING


(SRI PRAPANTI, S.T., M.T)



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : MUHAMMAD VICRY SIREGAR
NPM : 1907210042
JUDUL : PEMANFAATAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN
TAMBAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN
BETON RAMAH LINGKUNGAN

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	9-4-2024.	Acc FEMHAS 9/4/2026	1/2

DOSEN PEMBIMBING

SRI PRAFANTI, S.T., M.T



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

LAPORAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mulhtar Basri No. 3 Medan Telp. 061-6622400

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Vicry Siregar
NPM : 1907210042
Konsentrasi : Struktur
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	22-7-2026	1. Grafik ok 2. Penulisan ok 3. Benda Uji ok 4. Kesimpulan ok	Acc Sidang 22/7/2026

DOSEN PEMBIMBING


(SRI PRAFANTI, S.T., M.T)

**DAFTAR HADIR SEMINAR TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2025-2026**

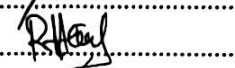
Nama : Muhammad Vicry
NPM : 1907210042
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan

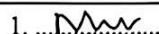
TANDA TANGAN TIM DOSEN PENGUJI:

Pembimbing - I : Sri Frapanti, S.T., M.T.

Pembanding - I : Assoc. Prof, Dr. Fahrizal Zulkarnain

Pembanding - II : Rizki Elfrida, S.T., M.T.

: 
: 
: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907210050	Muhammad Vicry	1. 
2			2.
3			3.
4			4.
5			5.
6			6.
7			7. 
8			8.
9			9.
10			10.

Medan, 15 Juni 2026
Ketua Prodi. Teknik Sipil


(Josef Hadipramana, Ph.D.)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Vicry
NPM : 1907210042
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan
Dosen Pembimbing - I : Sri Frapanti, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing - I : Assoc. Prof, Dr. Fahrizal Zulkarnain
Dosen Pembimbing - II : Rizki Elfrida, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

- [] 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
[✓] 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan
[] 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

1. Perbaiki tabel & daftar Pustaka
2. Tambahkan kerangka di halaman 56.
3. Tambahkan nama penulis

Diketahui:

Ketua Prodi. Teknik Sipil


(.....Jufri Hadipramana, Ph.D.)

Medan, 15 Juni 2026

Dosen Pembimbing - I


Assoc. Prof, Dr. Fahrizal Zulkarnain

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Vicry
NPM : 1907210042
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan
Dosen Pembimbing - I : Sri Frapanti, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing - I : Assoc. Prof, Dr. Fahrizal Zulkarnain
Dosen Pembimbing - II : Rizki Elfrida, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

- ☐ 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ☐ 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan
- ☐ 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

- Perbaiki perhitungan mix desain
- Knp nilai kuat tekan beton pd campuran 0,75% lebih tinggi?
- Masukkan foto benda uji
- Perbaiki penulisan

AEC Revisi
22/7/26

Diketahui:

Ketua Prodi. Teknik Sipil



(.....Josef Hadipramana..Ph.D.....)

Medan, 15 Juni 2026

Dosen Pembimbing - II



Rizki Elfrida, S.T., M.T.

DATA RIWAYAT HIDUP



Data Identitas Diri

Nama Lengkap : Muhammad Vicry Siregar
Tempat, Tanggal, Lahir : Huta Baru Nangka 07 Maret 2000
Jenis Kelamin : Laki Laki
Agama : Islam
Alamat : Huta Baru Nangka Padang Lawas Utara
Nomor Hp/ Tel.Seluler : 082284892244
Nama Ayah : Alm. Bangun Siregar
Nama Ibu : Syamsinar Manurung
E – mail : Muhammadvicrysiegar@gmail.com

Riwayat Pendidikan

NIM : 1907210042
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No. 3 Medan 20238

Pendidikan Formal

Sekolah Dasar	: SDN 100860 Tapan Nadenggan	2006 - 2012
SMP	: MTSS Musthafhawiyah Purba Baru	2012 - 2016
SMA	: MAS Darul Falah Martapotan Langga Payung Labusel	2016 - 2019