

TUGAS AKHIR

**INVESTIGASI KUAT LENTUR BETON DENGAN VARIASI SERAT
SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT DAN ABU SEKAM PADI 1%
KONSTAN SEBAGAI FILER
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

M REZA DWI PUTRA
1907210154



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Mhd Reza Dwi Putra

Npm : 1907210154

Program Studi : Teknik Sipil

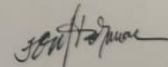
Judul Skripsi : Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer.

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, 19 Maret 2024

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

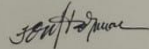
Nama : Mhd Reza Dwi Putra
Npm : 1907210154
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer.
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil di pertahankan 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, 19 Maret 2024

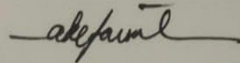
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



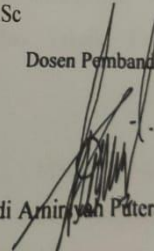
Dr. Josef Hadipramana, ST, M.Sc

Dosen Pembanding I



Assoc Prof. Dr. Ir Ade Faisal S. T., M.Sc.

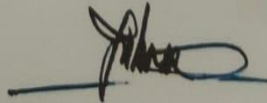
Dosen Pembanding II



Tondi Aminyeh Putera S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Assoc. Prof. Dr. Ir Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini di ajukan oleh:

Nama : M Reza Dwi Putra
Tempat, tanggal lahir : Medan, 7 Juli 2001
Npm : 1907210154
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir aya berjudul ‘‘ Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer’’

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

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

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

Medan, 19 Maret 2024

Saya yang menyatakan



Mhd Reza Dwi Putra

ABSTRAK

INVESTIGASI KUAT LENTUR BETON DENGAN VARIASI SERAT SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGUAT DAN ABU SEKAM PADI 1% KONSTAN SEBAGAI FILER

Mhd Reza Dwi Putra
1907210154
Dr. Josef Hadipramana

Beton merupakan bahan penyusun konstruksi teknik sipil terbanyak di dunia. Salah satu kelemahan beton adalah lemah terhadap lentur. Banyak penelitian terdahulu menambahkan bahan tambah (*additive*) untuk menunjang *performance* sehingga menambah kuat lentur pada beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar penambahan kuat lentur pada beton dengan variasi SK dan Abu Sekam Padi (ASP) 1% bersamaan pemanfaatan limbah SK dan ASP. Pada penelitian ini menggunakan 2 benda uji balok sebagai kuat lentur dan benda uji silinder sebagai kuat tekan beton. Variasi SK dan ASP sebagai *filler* memiliki 3 variasi yaitu 1% SK + 1% ASP, 0,5% SK + 1% ASP, dan 0,3% SK + 1% ASP. Hasil uji menunjukkan penggunaan SK berpengaruh pada kekuatan beton. Penurunan kuat lentur beton variasi 1% SK + 1% ASP terhadap beton normal sebesar 4,67 MPa dengan persentase penurunan sebesar 22,55%, dan penurunan kuat tekan sebesar 20,55 MPa dengan persentase 39,98%. Penurunan terkecil pada kuat lentur pada beton variasi 0,5% SK + 1% ASP sebesar 5,42 MPa dengan persentase 9,95%. Mengalami kenaikan pada beton variasi 0,3% SK + 1% ASP sebesar 41,85 MPa dengan persentase 22,22% pada kuat tekan, dan mengalami kenaikan pada kuat lentur pada beton variasi 0,3% SK + 1% ASP sebesar 6,09 MPa dengan persentase 0,99%. Hasil penelitian ini bahwa SK dan ASP memiliki potensi dapat digunakan pada beton struktural pada kuat tekan dan non struktural pada kuat lentur.

Kata kunci: Serat sabut kelapa, Abu sekam padi, Kuat lentur, Kuat tekan

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE FLEXIBLE STRENGTH OF CONCRETE WITH VARIATION OF COCONUT FIBER AS REINFORCEMENT AND CONSTANT 1% RICE HUSK AS FILLER

Mhd Reza Dwi Putra
1907210154
Dr. Josef Hadipramana

Concrete is the most common building material for civil engineering buildings in the world. One of the weaknesses of concrete is that it is weak to bending. Many previous studies added additives to support performance so as to increase the flexural strength of concrete. The purpose of this study was to find out how much the addition of flexural strength in concrete with a variation of SK and Rice Husk Ash (ASP) 1% constant for SK and ASP waste utilization. In this study, 2 beams were used as flexural strength and cylindrical specimens as concrete compressive strength. There are 3 variations of SK and ASP as filler, namely 1% SK + 1% ASP, 0.5% SK + 1% ASP, and 0.3% SK + 1% ASP. The test results show that the use of SK has an effect on the strength of the concrete. The decrease in the flexural strength of concrete with a variation of 1% SK + 1% ASP to normal concrete was 4.67 MPa with a percentage reduction of 22.55%, and a decrease in compressive strength of 20.55 MPa with a percentage of 39.98%. The smallest decrease in flexural strength in concrete with a variation of 0.5% SK + 1% ASP was 5.42 MPa with a percentage of 9.95%. Experiencing an increase in the concrete variation of 0.3% SK + 1% ASP of 41.85 MPa with a percentage of 22.22% in compressive strength, and experiencing an increase in the flexural strength of the concrete variation of 0.3% SK + 1% ASP of 6.09 MPa with a percentage of 0.99%. The results of this study show that SK and ASP have the potential to be used in structural concrete for compressive strength and non-structural concrete for flexural strength.

Keywords: *Coconut coir fiber, Rice husk ash, Flexural strength, Compressive strength*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur saya ucapkan sebagai penulis kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu karunia tersebut adalah berhasilnya penuli menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “ Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer” telah berhasil di pertahankan 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 (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir: untuk itu penulis mengatakan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam memberi saran dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ade Faisal S. T., M.Sc. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan koreksi pada saran kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Tondi Amirsyah Putra S. T., M.T, selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan koreksi pada saran kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.t., M. T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu tekk sipil kepada paulis.
8. Kepada orang tua dan saudara penulis terutama ibu wiwik rahayu yang sangat

saya sayangi yang selalu memberikan semangat dan telah membersarkan, mendidik, serta membiayai perkuliahan penulis.

9. Teman satu penelitian yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian hingga selesai.
10. Sahabat penulis: Ayunda Putri dan Lutfi Ananda yang telah banyak membantu dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir
11. Teman SMA penulis yang telah banyak memberikan semangat kepada penulis.

Laporan Tugas Akhir ini masih jauh kata sempurna untuk itu penulis berhadap kritikan dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran untuk penulis dimasa depan. Seoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat untuk dunia kontruksi teknik sipil.

Medan, 19 Maret 2024



Mhd Reza Dwi Putra

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tekan.	5
Tabel 2.2	Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar.	8
Tabel 2.3	Batas Gradasi Agregat Halus.	9
Tabel 2.4	Senyawa Kompleks Pada Semen.	10
Tabel 2.5	Kandungan Unsur- Unsur Kimia Pada Abu Sekam Padi.	12
Tabel 2.6	Umur Pengujian dan batas waktu toleransi yang diizinkan.	16
Tabel 2.7	Koefisien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Terhadap Berbagai umur.	16
Tabel 3.1	Jadwal penelitian.	23
Tabel 3.2	Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30.	29
Tabel 3.3	Nilai tambah margin.	30
Tabel 3.4	Perkiraan Kekuatan Tekan (Mpa) Beton Dengan Faktor air Semen Daben Agregat Kasar Yang Biasa di Pakai Di Indonesia.	31
Tabel 3.5	Perkiraan kadar air bebas.	32
Tabel 3.6	Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Bebas.	33
Tabel 3.7	Jumlah beton variasi.	38
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	40
Tabel 4.2	Hasil berat jenis dan penyerapan agregat kasar	41
Tabel 4.3	Berat isi agregat kasar.	42
Tabel 4.4	Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.	42
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.	43
Tabel 4.6	Hasil pemeriksaan agregat kasar.	43
Tabel 4.7	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus.	44
Tabel 4.8	Hasil berat jenis dan penyerapan agregat halus.	46
Tabel 4.9	Berat isi agregat halus.	46
Tabel 4.10	Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	47
Tabel 4.11	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	47

Tabel 4.12	Hasil pemeriksaan agregat halus.	48
Tabel 4.13	Rekapitulasi <i>mix design</i> beton mutu 25 MPa.	53
Tabel 4.14	Jumlah serat sabut kelapa pada beton variasi.	56
Tabel 4.15	Jumlah air tambah pada beton variasi.	56
Tabel 4.16	jumlah serat sabut kelapa pada beton variasi.	57
Tabel 4.17	Jumlah air tambahan pada beton variasi.	58
Tabel 4.18	Nilai uji <i>slump test</i> beton normal dan beton variasi.	59
Tabel 4.19	Hasil pengujian kuat tekan.	61
Tabel 4.20	Hasil pengujian kuat lentur beton normal.	63
Tabel 4.21	Hasil pengujian beton variasi.	64
Tabel 4.22	Hasil pengujian beton variasi.	65
Tabel 4.23	Hasil pengujian beton variasi.	66
Tabel 4.24	Hasil pengujian kuat tekan beton sebagai perbandingan kuat lentur.	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Serat sabut kelapa.	12
Gambar 2.2	Kerucut abrams sumber (SNI 1972, 2008).	15
Gambar 2.3	Daerah 1/3 jarak titik perletakkan bagian.	17
Gambar 2.4	Daerah patah di luar pusat jarak antara titik pusat Dan titik patah <5% dari jarak antara titik perletakan.	18
Gambar 2.5	Daerah patah di luar jarak 1/3 bentang tengah dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah >5%.	18
Gambar 3.1	Alur penelitian	22
Gambar 3.2	Grafik hubungan kuat tekan dengan faktor air semen.	31
Gambar 3.3	Batas gradasi pasir (sedang) No.2 (SNI-03-2834-2000).	34
Gambar 3.4	Batas gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm (SNI-03-2834-2000).	35
Gambar 3.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang diajukan untuk ukuran butir maksimum 40 mm. (SNI -03-2834-2000).	35
Gambar 3.6	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	36
Gambar 3.7	Pengujian kuat tekan.	38
Gambar 4.1	Grafik gradasi agregat kasar.	41
Gambar 4.2	Grafik gradasi agregat halus.	45
Gambar 4.3	Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834-2000).	49
Gambar 4.4	Penentuan persentase pasir terhadap kadar air total, agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimal 40 mm) (SNI 03- 2834 – 2000).	51
Gambar 4.5	Penentuan berat isi beton basah (SNI 03-2834-2000).	52
Gambar 4.6	Grafik slump test beton.	59
Gambar 4.7	Hasil pengujian kuat tekan.	62
Gambar 4.8	Grafik hasil pengujian kuat lentur.	67
Gambar 4.9	Hasil perbandingan nilai kuat tekan dengan kuat lentur.	68
Gambar 4.10	Kuat tekan terhadap kuat lentur.	71

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat tekan saat pengujian	(Kg/cm ²).
P	= Beban tekan	(Kg).
A	= Luas penampang	(cm ²).
σ_1	= Kuat lentur benda uji	(MPA).
I	= Jarak (bentang) antara dua garis perletakan	(mm).
b	= Tampang lintang patah arah horizontal	(mm).
h	= Lebar tampang lintang arah vertikal	(mm).
a	= Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat diukur pada 4 tempat sudut dari bentang	(mm).
A	= Berat jenis SSD kering permukaan jenuh.	
B	= Berat jenis SSD jenuh.	
C	= Berat Jenis kering oven.	
D	= Berat piknometer penuh air.	
E	= Berat sampel SSD kering oven.	
S	= Deviasi standar.	
\bar{X}_i	= Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.	
n	= Jumlah nilai hasil uji yang harus diambil minimum 30 buah (satu benda uji adalah hasil rata rata dari 2 benda uji).	
F_{cr}	= nilai kuat tekan rata-rata	
M	= nilai tambah margin	
W_h	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.	
W_k	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.	
W_{semen}	= Jumlah semen (Kg/m ³)	
W_{air}	= Kadar air bebas	
F_{as}	= faktor air semen bebas	
C_a	= Absorpsi agregat halus	
D_a	= Absorpsi agregat kasar	
C_k	= Kadar air agregat halus	
D_k	= Kadar air agregat kasar	

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	i
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR ISI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Material Penyusun Beton	7
2.2.1. Agregat Kasar	7
2.2.2. Agregat Halus	8
2.2.3. Semen	9
2.2.4. Air	10
2.3. Abu Sekam Padi	11
2.4. Serat Sabut Kelapa	12
2.5. Sika Viscoflow	13
2.6. Beton Serat	13
	xiii

2.7. Uji Slump Test	14
2.8. Kuat Tekan	15
2.9. Kuat Lentur	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Metodologi Penelitian	19
3.2. Tempat Dan Waktu Penelitian	23
3.3. Bahan Dan Peralatan	23
3.3.1. Bahan	23
3.3.2 . Peralatan	24
3.4. Persiapan Penelitian	24
3.5. Pemeriksaan Agregat	25
3.6. Pemeriksaan Kadar Air	25
3.7. Pemeriksaan Kadar Lumpur	25
3.8. Berat Jenis dan Penyerapan	26
3.9. Berat Isi	27
3.10. Abu Sekam Padi	27
3.11. Serat Serabut Kelapa	28
3.12. Perencanaan Campuran Beton	28
3.13. Mix Design	28
3.14. Pembuatan Benda Uji	37
3.15. Pengujian Slump Test	37
3.16. Perawatan Beton	37
3.17. Pengujian Kuat Tekan	38
3.18. Pengujian Kuat Lentur	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Pemeriksaan Agregat Kasar	40
4.1.1. Analisa Gradasi Agregat Kasar	40
4.1.2. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	41
4.1.3. Berat Isi Agregat Kasar	42
4.1.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	42
4.1.5. Pemerikaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	43
4.1.6. Sifat Fisik Agregat Kasar	43

4.2. Pemeriksaan Agregat Halus	44
4.2.1. Pemeriksaan Analisa aringan Agregat Halus	44
4.2.2. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
4.2.3. Berat Isi Agregat Halus	46
4.2.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	47
4.2.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	47
4.2.6. Sifat Fisik Agregat Halus	48
4.3. Perencanaan Campuran Beton	48
4.3.1. <i>Mix Design</i> Beton	48
4.3.2. Kebutuhan Beton	54
4.4. Hasil Pengujian Slump Test	58
4.5. Hasil Dan Analisa Pengujian Beton	60
4.5.1. Kuat Tekan Beton	60
4.5.2. Pengujain Kuat Lentur (<i>Flexural</i>)	62
4.6. Perbandingan Hasil Kuat Tekan Dan Kuat Lentur	67
4.7. Pembahasan	68
4.7.1. Pembahasan Kuat Tekan	68
4.7.2. Pembahasan Kuat Lentur	69
4.7.3. Pembahasan Kuat Lentur Pada Penelitian Terdahulu	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	73
LAMPIRAN	76
DATA RIWAYAT HIDUP	85

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam konstruksi dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Beton adalah campuran antara agregat kasar dan agregat halus dan semen sebagai pengikat dan pengisi agregat kasar dan halus ditambah dengan additive (Tjokrodimulyo, 2017). Ternyata beton memiliki kelemahan terhadap gaya lentur. Salah satu upaya untuk menambah kekuatan kuat lentur dengan menggunakan serat, sehingga menjadi bahan komposit yaitu beton berserat. "Beton serat mempunyai keunggulan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, meningkatkan kekuatan tekan, lentur, tarik. Serat sabut kelapa sudah sejak lama digunakan sebagai bahan konstruksi oleh masyarakat berbagai daerah di Indonesia"(Zai, dkk. 2022).

Adapun macam macam jenis serat sebagai bahan tambahan pada beton seperti serat baja, serat karbon, serat alami, serat kaca, sintetis-plastik, serat alami yang yang dijadikan campuran ada dua yaitu tumbuhan dan hewan. Jika dari tumbuhan antara lain adalah tebu, batang pohon kelapa atau glugu, serabut kelapa, ijuk kayu, kayu yang dibuat dari serabut dan lain sebagainya penggunaan serat alami ini membuat kuat lentur beton menjadi lebih bagus dan tinggi dibanding jenis beton lain. "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 menterap air, ini akan menghasilkan kekuatan yang lebih ringgi dari serat yang kurang dapat menyerap air" (Risdianto, 2019).

Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang ditimbulkan karena adanya beban dari luar. Apabila beban bertambah, maka pada balok terjadi regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya (atau bertambahnya) retak lentur di sepanjang bantang balok. Bila beban nya semakin besar atau bertambah maka yang akan terjadi adalah keruntuhan elemen struktur.

Karena beton memiliki kekurangan terhadap kuat lentur dan tarik maka dibutuhkan serat, serat yang digunakan dalam penelitian ini serat alami yaitu serabut kelapa. Kekuatan lentur tergantung pada distribusi material pada penampang, juga jenis materialnya sebagai respon (reaksi) atas adanya lentur yang bekerja pada penampang struktur maka penampang akan memberikan gaya perlawanan (aksi) untuk mengimbangi gaya tarik dan tekan (Mulyono, 2003).

Serabut kelapa mempunyai ketahanan lentur yang baik diharapkan agar memberikan kelebihan masing-masing pada bahan. Kuat lentur beton yang diteliti mencapai umur rencana diukur pada saat umur 28 hari pada saat beton dicetak. Serabut yang digunakan pada penelitian ini dengan persentase 0,3%, 0,5% dan 1% dari berat beton dan ditambah Sika 28 ml dan abu sekam padi (ASP) 1% dari berat semen dengan beton biasa sebagai perbandingan.

Penelitian ini bermaksud untuk memperoleh hasil kuat lentur dengan perbandingan beton berserabut dan beton normal untuk menghasilkan nilai korelasi dan hasil persamaan kuat lentur beton.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Perbandingan hasil uji slump test pada beton normal dengan beton dengan variasi ASP 1% dan serat serabut kelapa 1%, 0,5%, dan 0,3%.
2. Bagaimana pengaruh hasil dari kuat tekan beton normal dengan beton yang bervariasi serabut kelapa 1%, 0,5% , 0,3% dari berat beton dan abu sekam padi (ASP) 1% dari berat semen.
3. Bagaimana pengaruh hasil dari kuat lentur beton normal dengan beton yang bervariasi serat serabut kelapa 1%, 0,5% , 0,3% dari berat beton dan abu sekam padi (ASP) 1% dari berat semen.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui hasil uji slump test beton menggunakan abu sekam padi dengan persentase 1% pengganti semen dengan beton normal.
2. Mengetahui pengaruh nilai kuat tekan pada beton normal dan beton yang menggunakan variasi serat serabut kelapa 1%, 0,5%, 0,3% dari berat beton dan abu sekam padi (ASP) 1% dari berat semen.
3. Mengetahui pengaruh nilai kuat lentur pada beton normal dan beton yang menggunakan variasi sabut kelapa 1%, 0,5%, 0,3% dari berat beton dan abu sekam padi (ASP) 1% dari berat semen.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini penelitian ini dibatasi pada :

1. Karakteristik beton yang di uji adalah kuat lentur dan tekan dari hasil penelitian.
2. Bahan tambahan yang digunakan adalah serat serabut kelapa, abu sekam padi (ASP).
3. Serat serabut kelapa yang digunakan untuk memperkuat kuat lentur didapat secara comersil
4. Tinjauan kimia, pengaruh terhadap suhu, angin, kelembapan udara tidak di bahas secara mendalam dalam penelitian ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memanfaatkan limbah serat serabut kelapa dan mengurangi angka limbah.
2. Dapat menambah pemahaman dalam menganalisis data untuk mengetahui kuat lentur beton normal dari hasil yang dikaji.
3. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi pertimbangan selanjutnya untuk di pergunakan, baik penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian selanjutnya dimasa depan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk penulisan tugas akhir dengan judul: ‘Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer.’ ini tersusun dari 5 bab dan tiap-tiap bab tersusun dari beberapa pokok pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal tentang teori yang digunakan dalam tugas akhir dan metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini membahas tentang tempat dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data, sumber data, dan metode analisa data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan hasil dari penelitian dan pembahasan tentang hasil penelitian untuk mendapat kesimpulan dan memecahkan masalah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang didapat, penulis dapat membuat kesimpulan dan saran dari tugas akhir yang berjudul : ‘ ‘ Investigasi Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Serat Serabut Kelapa Sebagai Penguat Dan Abu Sekam Padi 1% Konstan Sebagai Filer.

BAB 2 TINJAU PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah material penyusun yang paling banyak digunakan dalam konstruksi teknik sipil. Konstruksi yang menggunakan beton pada bangunan pondasi, kolom, balok, plat lantai. Ada beberapa jenis beton dengan mutu tinggi, beton mortar, beton ringan, beton non-pasir, beton hampa, beton bertulang, beton prategang, beton pracetak, beton siklop, beton serat, beton dengan berbagai bahan tambah, dan beton daur ulang dengan pemanfaatan limbah beton. Dalam teknik sipil hidro, beton yang digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran dan drainase. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *aditive*) (Asrullah, 2011).

Agar kualitas beton yang dihasilkan 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 dibutuhkan dalam melakukan mix design juga perlu diperhatikan 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 (Tjokrodinuljo, 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 (Pane, dkk, 2015). Beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, misalnya:

1. Ekonomis yaitu pertimbangan dalam memilih material, kemudahan dalam pelaksanaan penelitian, waktu pelaksanaan konstruksi, pemeliharaan dan sebagainya.
2. Harganya dapat murah karena bahan yang digunakan barang lokal juga mudah didapat.
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 lentur 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.

2.2 Material Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1998). Material pembentuk beton terdiri dari agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen PPC), dan air.

2.2.1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan butiran mineral dari hasil di sintegrasi alami batu- 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.

Kekerasa agregat kasar dapat diuji dengan mesin *Los Angles* dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%. Dalam hal ini agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton memiliki karakteristik tersendiri. 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 memiliki zat-zat yang dapat merusak beton.
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 kumulatif diatas sua ayakan yang berurutan adalah maksimal 60% berat total, minimal 10% berat total.

Menurut (SNI -3-2834-2000) agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4,75 mm. Adapun spesifikasi gradasi agregat agregat kasar menurut SNI-03-2834-2000 dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: 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

2.2.2. Agregat Halus

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

- Pasir Halus : 0 – 1 mm
- Pasir Kasar : 0 – 5 mm

Menurut peraturan (SK SNI T-15-1990-03, 1990) kekerasan pasir terdiri dari 4 kelompok berdasarkan gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang akan digunakan pada beton harus memenuhi persyaratan yaitu:

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.

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
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,25	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

2.2.3. Semen

Kata semen berasal dari kata caementum (bahasa latin) yang artinya memotong menjadi bagian bagian- bagian kecilyang tak beraturan. (Pt. Semen indonesia. 2013). Semen sudah digunakan pada zaman dahulu kala oleh bangsa mesir di buat dari kalsinasi atau pembakaran batu kapur yang dipergunakan untuk membangun piramida dan bangunan besar lainnya. Sedangkan bangsa romawi dan yunani menggunakan slag vulkanik yang berasal dari gunung berapi.

Pada material semen dengan komposisi batuan kapur (*lime stone*), silica, alumina, Fe_2O_3 . Keempat bahan tersebut bereaksi satu sama lain di dalam kiln membentuk klinker mengandung 4 senyawa kompleks seperti yang tercantum pada

Tabel 2.4: Senyawa kompleks pada semen.

Nama Senyawa	Rumus Oksida	Notasi	Kadar rata- rata
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	55
Dicalcium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	25
Tricalcium alumat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3S	12
Tetracalsium Aluminoforit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (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.

2.2.4. Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton. Air juga merupakan bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena air akan terjadi hidrasi kemudian akan mengikat agregat kasar, agregat halus dan semen yang kemudian akan mengeras setelah beberapa jam sehingga menghasilkan kemudahan pengerjaan (*workability*) dalam proses pembuatan beton.

Dalam proses hidrasi semen memerlukan 25% air dari berat semen yang

digunakan. Jumlah air dapat ditentukan dari perbandingan berat terhadap berat semen. Apabila nilai faktor air semen (FAS) < 35% akan menyebabkan kesulitan reaksi dalam pengerjaan beton segar (tanpa bahan tambahan).

Persyaratan Air untuk campuran beton (SNI 7974, 2013)

1. Air yang digunakan harus yang bersih terhidar dari kotoran atau bahan yang mengakibatkan beton rusak.
2. Air tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda yang tidak tercampur dengan air hingga dapat dilihat secara visual lebih dari 2 gram/litter sebab mampu mengurangi kelekatan beton.
3. Air tidak mengandung ion klorida dalam jumlah lebih dari 0,5 gram/liter. Air yang tidak dapat diminum tidak dianjurkan untuk digunakan.
4. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat (SO₃) lebih dari 1 gram/liter.

2.3 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi digunakan untuk tujuan pemakaian berlebihan dari semen (Safarizki, 2019). Pemakaian semen berlebihan dapat menimbulkan panas pada bumi. Kondisi ini jika tidak segera ditangani maka bisa menjadi masalah besar dikemudian hari dan tetap memperhatikan kekuatan yang dihasilkan (Marwahyudi, 2013).

Sekam padi dapat diubah menjadi abu dengan kadar silika tinggi berbentuk amorphous untuk keperluan industri melalui proses dibakar secara terkontrol (Hendramawat, 2021) .

Menurut (Darmawan dan Anggraini, 2008) Proses reaksi silika pada abu sekam dengan CaO dalam kandungan semen dapat mempengaruhi peningkatan mutu beton. Penelitian terdahulu meneliti unsur-unsur kimia yang terdapat pada abu sekam padi seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Kandungan unsur-unsur kimia pada abu sekam padi (Hadipramana dkk, 2016).

Nama Senyawa	Komponen	% Berat
Silika	SiO ₂	89,90
Potash	K ₂ O	4,50
Kapur	CaO	1,01
Difosfor Oksida	P ₂ O	2,45
Magnesia	MgO	0,79
Besi	Fe ₂ O ₃	0,47
Alumina	Al ₂ O ₃	0,46
Mangan Oksida	MnO	0,14
Carbon Dioxide	CO ₂	0,10

2.4 Serat Serabut Kelapa

Serat serabut kelapa adalah mesocarp dari buah kelapa yang bagian tengannya berupa daging buah, bagian ini berisi polisakarida yang memiliki fungsi sebagai cadangan nutrisi, bagian ini juga membatasi dan melindungi endocarp. Endocarp itu buah dari kelapa yang masyarakat gunakan sebagai bahan makanan. Pemanfaatan serat sabut kelapa sangat pada masyarakat sangat sedikit diantaranya sebagai bahan tanam saja.

Serat alami merupakan serat yang dimiliki tumbuhan dan hewan pada tumbuhan berupa sabut kelapa, beton serat adalah beton yang menggunakan bahan tambah serat dengan bertujuan menambah kuat tarik dan kuat lentur, sehingga beton akan terhadap kuat tarik dan lentur.

Fiber concrete beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, halus, agregat kasar, dan sejumlah kecil fiber (ACI committee 544 (1982)). Spacing concept dan composite Material concept merupakan dua teori tentang mekanisme fiber sehingga dapat memperbaiki sifat dan perilaku beton.



Gambar 2.1: Serat serabut kelapa.

2.5 Sika Viscoflow

Sika sebagai *Superplastizer*. *Superplastizer* adalah zat polymer bahan kimia tambahan pengurang air yang sangat efisien. Keuntungan penambahan *Superplastizer* menambah kuat tekan (*compressive strength*), menambah kekuatan lentur (*flexural strength*), modulus elastisitas tinggi, meningkatkan *workability*, dan *durability* (Nurjamilah dan Sihotang, (2018)).

2.6 Beton Serat

Beton serat adalah beton yang menggunakan serat sebagai bahan tambah ke dalam campuran beton dari suatu elemen struktur dapat menyerap energi lebih tinggi dibanding beton konvensional. Penambahan serat ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan lentur dan tekan, juga dapat meningkatkan daktilitas (Retno, 2016). Dalam hal ini beton memiliki kemampuan untuk menyerap energi (*energy absorption*).

Serat terdiri dari 2 inovasi sesuai penggunaannya antara lain serat alami dan serat sintetis (Aris, 2017).

Serat alami :

1. Ijuk
2. Bambu
3. Sabut kelapa

Serat sintetis :

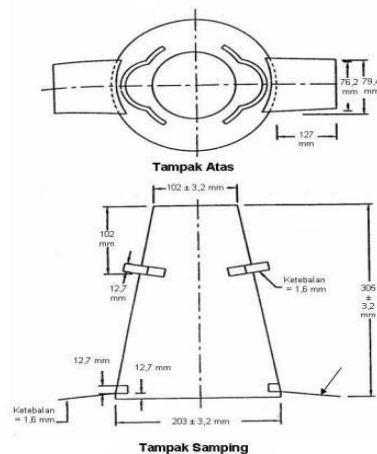
1. Serat asbestos
2. Serat plastik (*polypropylene*)
3. Kawat baja

Keuntungan dengan penulangan serat adalah dapat mencegah retakan beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Selain itu tahan terhadap kerusakan pada beton yang mempunyai tingkat porositas tinggi. Penggunaan serat pada beton umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500 μm , dengan panjang 25 mm (Aris, 2017).

2.7 Uji Slump Test

Pengujian slump test dilakukan pada sampel yang menggunakan zat *additive*. Pengujian slump test dilakukan pada beton segar dengan menggunakan kerucut Abrams dengan tinggi kerucut 305 mm. Benda uji akan dimasukkan kedalam 3 lapisan kemudian di isi dengan kerucut 1/3 dari tinggi kerucut. Setiap lapisan kemudian dipadatkan dengan tongkat penusuk yg terbuat dari baja sebanyak 25 kali. Cara ini dilakukan untuk memastikan sampel memadat tanpa ada rongga- rongga yang terisisa. Setelah kerucut abrams penuh kemudian diratakan dengan sendok semen dan kerucut abrahms diangkat secara vertikal ke atas kemudian mengukur perbandingan tinggi kerucut dan sampel yang di uji

.Proses uji slump test telah di jelaskan pada (SNI 03-1972., 1990). Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai viscosity pada beton dengan mengukur penurunan benda uji terhadap tinggi kerucut. Berikut merupakan gambar kerucut Abrams.



Gambar 2.2: Kerucut abrasi (SNI 1972, 2008).

2.8 Kuat Tekan

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Pane, dkk., 2015). Kuat tekan pada beton biasanya dipengaruhi oleh komposisi mineral utama yang memberikan kontribusi yang cukup besar pada perkembangan kuat tekan awal (Sari, 2020)

Menurut Peraturan Beton Indoensia (PBI- 1971, diperbaiki dengan SK SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-2847-2000), kuat tekan beton dinotasikan dengan f'_c , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari. Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

- Mutu beton dengan $f'_c < 10$ Mpa, digunakan untuk beton non struktural (contoh : kolom praktis dan balok praktis).
- Mutu beton dengan f'_c antara 10 Mpa - 20 Mpa, digunakan untuk beton struktural (misalnya: balok, kolom, pelat, dan pondasi).

Mutu beton dengan f'_c sebesar 20 Mpa keatas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

Kuat tekan beton dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut yaitu:

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

Dimana :

f'_c = Kuat tekan saat pengujian (Kg/cm^2)

P = Beban tekan (Kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Tabel 2.6 Umur pengujian dan batas waktu toleransi yang diizinkan (ASTM-C39, 1993).

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

Pengujian kuat tekan dapat dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dari umur beton tersebut dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dengan koefisien kuat tekan beton yang sesuai dengan jumlah umur beton (Harahap, 2018).

Untuk Estimasi kuat tekan yang dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari

$$f(\text{estimasi 28 hari}) = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{Koefisien}} \quad (2.2)$$

Dimana:

$f(\text{estimasi 28 hari})$ = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm^2)

$f(\text{saat pengujian})$ = kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

koefisien = koefisien umur beton

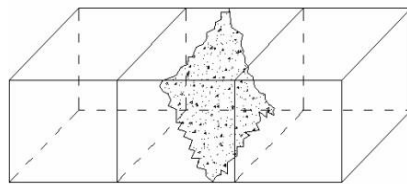
Tabel 2.7: Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton terhadap berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

Umur (hari)	7	14	21	28
Koefisien	0,65	0,88	0,95	1,00

2.9 Kuat Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan beton dalam menahan lendutan hingga terjadi kegagalan (Yanti, dkk., 2019). Pengujian kuat lentur beton bertujuan untuk mengetahui, seberapa besar beban yang mampu diterima oleh beton dengan metode pembebanan yang titiknya telah direncanakan (Samsul,2021). Pembebanan pada 1/3 bentang untukmendapatkan lentur murni tanpa gaya geser (SNI-4431, 2011). Benda uji pada ujikuat lentur adalah sebuah balok. Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar (Pane dkk., 2015). Menurut (SNI 4431, 2011) untuk perhitungan kuat lentur pada beton di tinjau dari posisi keretakan yang terjadi pada balok.

1. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat

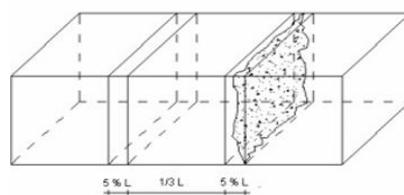


Gambar 2.3: Daerah 1/3 jarak titik perletakkan bagian.

Maka kuat lentur beton dihitung dengan persamaan ini:

$$\sigma_1 = \frac{P \times L}{B \times h^2}$$

2. Untuk pengujian patah terletak di luar daerah pusat (daerah 1/3 jarak perletakan bagian tengah) dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dai 5% dari jarak antara titik perlatakan.

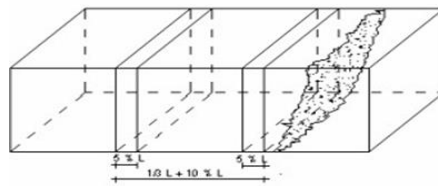


Gambar 2.4: Daerah patah di luar pusat jarak antara titik pusat dan titik patah <5% dari jarak antara titik perletakan.

Maka persamaan kuat lentur beton :

$$\sigma_1 = \frac{P \times a}{B \times h^2}$$

3. Jarak letak patah berada di luar 1/3 bentang tengah dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah >5% maka hasil pengujiannya tidak di gunakan.



Gambar 2.5: Daerah patah di luar jarak 1/3 bentang tengah dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah >5%.

Dimana:

σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPA).

P = Beban tertinggi yang dibaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 Angka di belakang koma.

I = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm).

b = Tampang lintang patah arah horizontal (mm).

h = Lebar tampang lintang arah vertikal (mm).

a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat di ukur pada 4 tempat sudut dari bentang (mm).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi adalah suatu cara untuk memecahkan suatu masalah dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisis data yang diperoleh pada penelitian.

Sebagai acuan dari penelitian ini maka di dapat data-data pendukung. Data pendukung dari hasil penelitian di laboratorium

Data Primer

1. Analisa Saringan
2. Berat jenis dan penyerapan
3. Pemeriksaan kadar air agregat
4. Pemeriksaan kadar lumpur agregat
5. Pemeriksaan berat isi agregat
6. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*)
7. Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*)
8. Pengujian kuat tekan
9. Pengujian kuat lentur

Data Sekunder

1. Data sekunder ini adalah data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal-jurnal yang berhubungan penelitian ini, dimasukan juga referensi pembuatan beton berdasarkan
2. SNI (Standart Nasional Indonesia) 03-2834-2000 tentang cara pembuatan beton normal.
3. ASTM (*American Society For Testing and Materials*), ASTM-C39.(Standar metode uji untuk kekuatan tekan spesimen Beton Slinder).
4. Jurnal-jurnal ilmiah dan buku-buku, sebagai acuan untuk penelitian ini
5. PBI (Peraturan Benton Indonesia), berupa peraturan ntata cara secara tertulis dalam membuat beton.
6. SNI tentang tata cara pengujian kuat lentur beton (SNI 4431-2011) tentang pengujian kuat lentur beton normal dengan cara dua titik

pembebanan.

7. Laporan praktikum beton, sebagai referensi untuk menunjang dalam penelitian ini. Dan peneliti juga berkonsultasi dengan kepala laboratorium beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun langkah langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Persiapan Material

Mempersiapkan material-material dalam melakukan pemeriksaan seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, serat serabut kelapa, ASP, dan sika.

2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan dasar ini dilakukan seperti kadar lumpur, kadar air, berat jenis, berat isi, dan analisa saringan.

3. Serat Serabut Kelapa

Serat serabut kelapa pada penelitian ini di paka sebagai bahan tambah dalam penelitian beton terhadap kuat lentur di dapat dari daerah binjai dengan spesifikasi panjang seratnya 5 cm dengan persentase 1%, 0,5%, 0,3%.

4. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi pada penelitian ini digunakan sebagai bahan pengganti semen di dapat di daerah deli serang dengan spesifikasi abu sekam padi lolos saringan No.100 penggunaan konstan 1% pada beton variasi.

5. Mix Design

Dalam pembuatan mix design peneliti di bimbing langsung oleh dosen pembimbing untuk meminimalisir terjadinya kesalahan-kesalahan disaat menganalisa dan merencanakan kebutuhan pada campuran beton dengan perhitungan berdasarkan SNI (Standarisasi Nasional Indonesia).

6. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dilakukan setelah bahan yang telah disiapkan dengan proporsi campuran yang telah direncanakan sesuai perencanaan mix design. Semua material campuran beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahaan abu sekam padi dan sika di campur ke dalam mesin mixer.

7. Pengujian Slump

Sebelum melakukan tahap pencetakan dilakukan pengujian slump test pada beton segar untuk mengetahui nilai kekentalan dan plastisitas beton. Beton segar akan dimasukkan kedalam kerucut abrams dan akan dirojek dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali kemudian akan di lepas dan dihitung perbandingan penurunan beton segar dari tinggi kerucut abrams.

8. Pencetakan benda uji

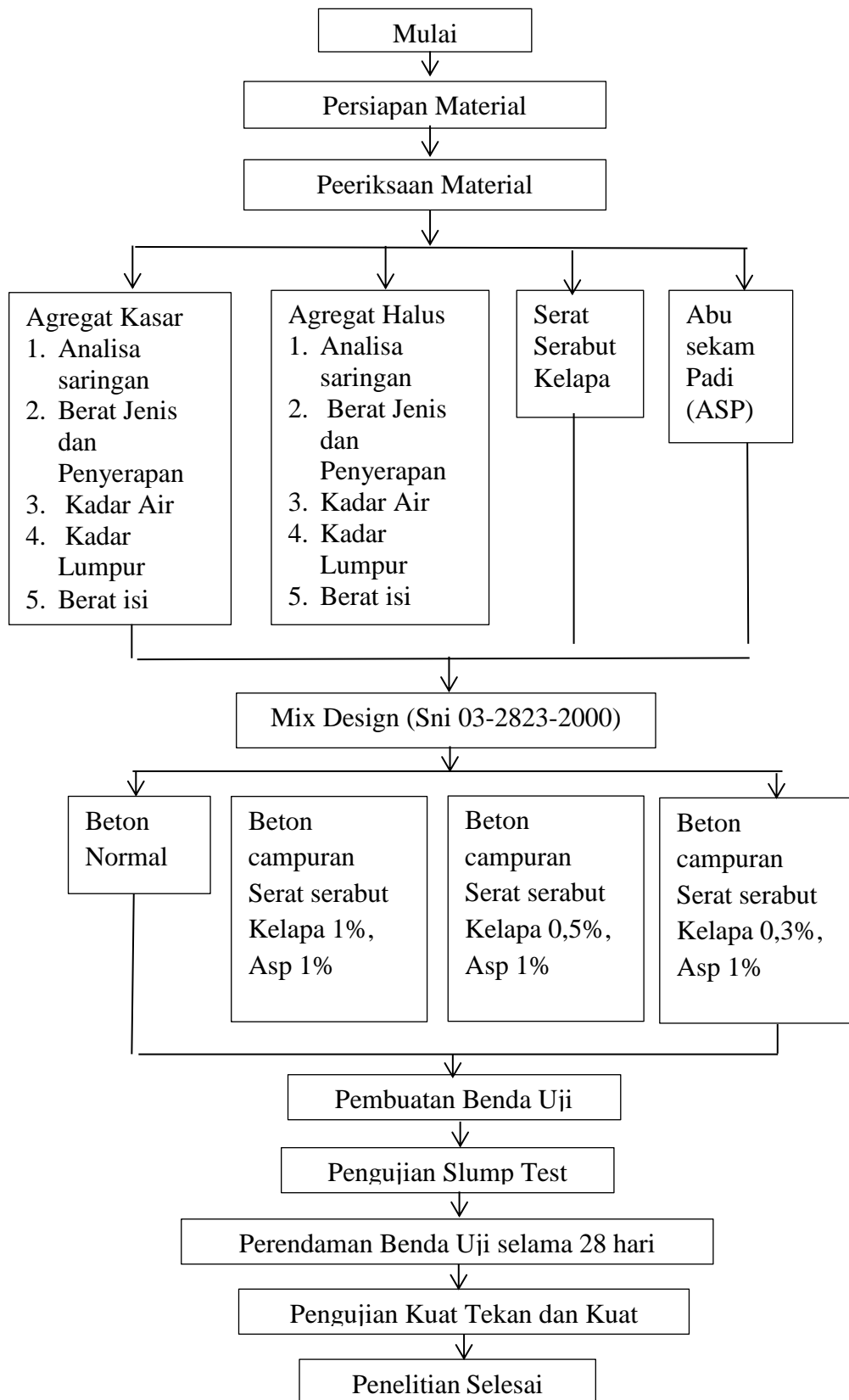
Dalam proses pencetakan benda uji yang telah di campur di dalam mixer akan di masukkan ke dalam cetakan silinder untuk pengujian kuat tekan dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm dan cetakan balok untuk pengujian kuat lentur dengan ukuran panjang 600 mm, lebar 150 mm dan tinggi 150 mm. Benda uji akan di cetak selama 24 jam.

9. Perawatan benda uji

Perawatan pada beton dilakukan pada saat beton telah di cetak selama 24 jam kemudian beton akan di rendam dalam bak berisi air sesuai umur beton yaitu 28 hari. Kemudian beton diangkat dari bak perendam sesuai umur beton dan akan di keringkan

10. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur

Benda uji yang telah di rendam sesuai umur nya kemudian diangkat dan dikeringkan kembali selama 24 jam. Setelah itu pengujian kuat tekan dan kuat lentur dapat di lakukan



Gambar 3.1: Alur penelitian.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Telah dilakukan pada bulan Juni sampai Desember 2022.

Tabel 3.1: Jadwal penelitian.

No	Jenis Kegiatan	2022							
		Juli		Agus		Sep		Okt	
		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		■						
4	Pembuatan benda uji			■					
5	Perawatan benda uji				■	■			
6	Pemeriksaan kuat tekan							■	
7	Pemeriksaan kuat lentur							■	

3.3 Bahan Dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Bahan bahan pembentuk beton yang akan digunakan adalah:

a. Agregat kasar

Agregat kasar dengan material batu pecah yang di dapat dari binjai.

b. Agregat halus

Agregat halus berupa material pasir yang di dapat dari binjai.

c. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland Pozzoland Cement (PPC)

Dengan Label Tiga Roda.

d. Air

Air yang digunakan di penelitian ini bersumber dari PDAM Tirtanadi.

- e. Abu sekam padi.
Abu sekam Padi (ASP) sebagai bahan pengganti semen pada penelitian ini di dapat dari Daerah deli Serdang.
- f. Serat sabut kelapa
Serat sabut kelapa digunakan sebagai bahan tambah pada penelitian ini di dapat dari kota binjai.

3.3.2 . Peralatan

- a. Ayakan/ saringan agregat
Ayakan di penelitian ini menggunakan ayakan No.4, No8, No16 dan No30. Untuk agregat halus sedangkan sarigan 1 $\frac{1}{2}$ '', 3/4'' dan 3/8'' untuk agregat kasar.
- b. Alat pendukung pengujian material.
- c. Timbangan digital.
- d. Alat pengaduk beton (*mixer*).
- e. Cetakan benda uji kuat tekan dengan cetakan silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, cetakan balok untuk pengujian kuat lentur dengan panjang 600 mm, tinggi 150 mm, dan lebar 150 mm.
- f. Mesin kompres (*compression test*).
- g. Alat pengukur besarnya perubahan panjang (*Dial gauge*).

3.4. Persiapan Penelitian

Setelah semua material di dapatkan dari lokasi maka dipisahkan material agar mempermudah dalam melakukan tahapan - tahapan penelitian dan agar material tidak tercampur dan mempengaruhi kualitas dari material lainnya. Material dibersihkan dari lumpur dan dilakukan penjemuran pada material yang basah.

3.5. Pemeriksaan Agregat

Pada pemeriksaan agregat menggunakan panduan dari SNI 03-1968-1990 dan laporan praktikum beton program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6. Pemeriksaan Kadar Air

1. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Rumus

- a) Berat samper SSD + berat wadah. (W_1)
- b) Berat sampai kering oven + berat wadah. (W_2)
- c) Berat wadah. (W_3)
- d) Berat air. ($W_1 + W_2$)
- e)
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Berat sampel oven}} \times 100\% \quad (3.1)$$

2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Rumus

- a) Berat samper SSD + berat wadah. (W_1)
- b) Berat sampai kering oven + berat wadah. (W_2)
- c) Berat wadah. (W_3)
- d) Berat air. ($W_1 + W_2$)
- e)
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Berat sampel oven}} \times 100\% \quad (3.2)$$

3.7. Pemeriksaan Kadar Lumpur

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Rumus

- a) Berat kering. (A)
- b) Berat kering setelah di cuci. (B)
- c) Berat kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci.
(C) = A-B
- d) Persentase agregat lolos saringan No 200. Setelah dicuci.

$$(D) = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.3)$$

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Rumus

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

$$(C) = A - B$$

- Persentase agregat lolos saringan No 200. Setelah dicuci.

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

3.8. Berat Jenis dan Penyerapan

1 . Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Rumus

$$a) \text{ Berat Jenis Kering (Bulk Grafity Dry) .} = \frac{C}{(A-B)} \quad (3.4)$$

$$b) \text{ Berat Jenis SSD (Bulk Grafity SSD).} = \frac{A}{(A-B)} \quad (3.5)$$

$$c) \text{ Berat jenis semu (Apparent Specific Grafity).} = \frac{C}{(C-B)} \quad (3.6)$$

$$d) \text{ Penyerapan (Absorbtion).} = \left(\frac{C}{(A-B)} \right) \times 100\% \quad (3.7)$$

Keterangan:

A = Berat jenis SSD kering permukaan jenuh.

B = Berat jenis SSD jenuh.

C = Berat Jenis kering oven.

2. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Rumus

$$a) \text{ Berat Jenis Kering (Bulk Grafity Dry) .} = \frac{E}{(B+D-C)} \quad (3.8)$$

$$b) \text{ Berat Jenis SSD (Bulk Grafity SSD).} = \frac{B}{(B+D-C)} \quad (3.9)$$

$$c) \text{ Berat jenis semu (Apparent Specific Grafity).} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (3.10)$$

$$d) \text{ Penyerapan (Absorbtion).} = \left(\frac{C}{(A-B)} \right) \times 100\% \quad (3.11)$$

Keterangan:

B = Berat jenis SSD kering permukaan jenuh.

C = Berat jenis SSD di dalam piknometer penuh air.

D = Berat piknometer penuh air.

E = Berat sampel SSD kering oven.

3.9. Berat Isi

1. Berat Isi Agregat Kasar

Rumus

- a) Berat agregat + wadah (W_1)
- b) Berat wadah (W_2)
- c) Berat agregat (W_3) = ($W_1 + W_2$)
- d) Volume wadah (V)
- e) Berat isi = $(\frac{W_3}{V})$ (3.12)

2. Berat Isi Agregat Halus

Rumus

- a) Berat agregat + wadah (W_1)
- b) Berat wadah (W_2)
- c) Berat agregat (W_3) = ($W_1 + W_2$)
- d) Volume wadah (V)
- e) Berat isi = $(\frac{W_3}{V})$ (3.12)

3.10. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah abu yang berasal dari pembakaran limbah sekam padi. Pada saat pembakaran sekam padi akan menghasilkan 20% abu dengan komponen utamanya silika (SiO_2). Silika dalam abu terdapat dalam bentuk kristal dan pembakaran pada suhu $>300^0$ C. Warna dari abu sekam padi putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi pada penelitian ini didapat dari daerah deli serdang.

3.11. Serat Serabut Kelapa

Serat sarabut kelapa adalah mesocarp dari buah kelapa yang bagian tengah berupa daging buah. beton fiber lebih kuat terhadap lentur dari pada beton non-fiber. Mengamati bahwa pada kandungan 1,5% fiber kuat lentur beton akan mencapai kira kira 2 kali lipat dari pada beton non-fiber. (sudarmoko 1989).

Naiknya kuat lentur ini akibat dari susunan fiber yang saling mengikat, sehingga jika ada gaya lentur yang bekerja maka fiber akan menahan gaya tersebut. Dan karena susunanya mengikat satu dengan yang lain jika satu fiber belum sampai batas kekuatan maksimal dalam menahan gaya tersebut, fiber yang lainpun akan mulai menahan gaya tersebut demikian seterusnya.

Besaran gaya yang bisa di tahan fiber tergantung dari bentuk fiber, permukaan fiber, panjang fiber, daya serap air dan jenis fiber itu sendiri.

3.12 Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu pengujian agregat kasar, agregat halus dan air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton sesuai SNI.

3.13 Mix Design

Menentukan komposisi masing - masing bahan material pembentukan beton untuk menghasilkan campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan yang akan di rencanakan, dan mendapat kelecakan yang di inginkan sehingga mempermudah proses pengerjaan.

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai SNI-03-2834-2000. Perencanaa campuran adukan beton sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yan disyaratkan f_c' pada umur tertentu.

2. Menghitung deviasi standart.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.13)$$

Dengan :

S = Deviasi standar

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

n = Jumlah nilai hasil uji yang harus diambil minimum 30 buah
(satu benda uji adalah hasil rata rata dari 2 benda uji)

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

$$\frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n} \quad (3.14)$$

Dua hasil uji yang akan digunakan harus memenuhi syarat deviasi sebagai berikut:

- a. Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan yang diusulkan.
- b. Mewakili nilai kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c yang nilainya dalam batas 7 Mpa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- c. Paling sedikit terdiri dari 30 hasil benda uji yang berurutan atau dua hasil kelompok uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- d. Jika suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 buah hasil uji berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang di hitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.2:

Tabel 3.2: Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30.

Jumlah pengujian	Faktor pengali deviasi standar
<15	$F'_c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
>30	1,00

3. Menghitung nilai tambah margin.

Tabel 3.3: Nilai tambah margin

Tingkat mutu pekerjaan	S (MPA)
Memuaskan	2,8
Hampir memuaskan	3,5
Sangat baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata F_{cr}

Untuk mendapat nilai kuat tekan beton rata-rata (f_{cr}) diambil dari Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 (nilai standar deviasi + nilai tambah margin)

$$F_{cr} = F'c + M \quad (3.15)$$

F_{cr} = nilai kuat tekan rata-rata

$F'c$ = nilai standar deviasi

M = nilai tambah margin

5. Menentukan jenis semen

6. Menentukan jenis agregat

Menentukan agregat halus dan agregat kasar, berupa agregat alami

a. Agregat halus (pasir)

b. Agregat kasar (batu pecah)

7. Penetapan nilai faktor air semen (FAS)

Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang di peroleh dari penelitian di lapangan sesuai dengan bahan dan pekerjaan yang telah di lakukan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai acuan dapat di pergunakan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menentukan kuat tekan pada umur 28 hari, sesuai dengan semen dan agregat yang dipergunakan.

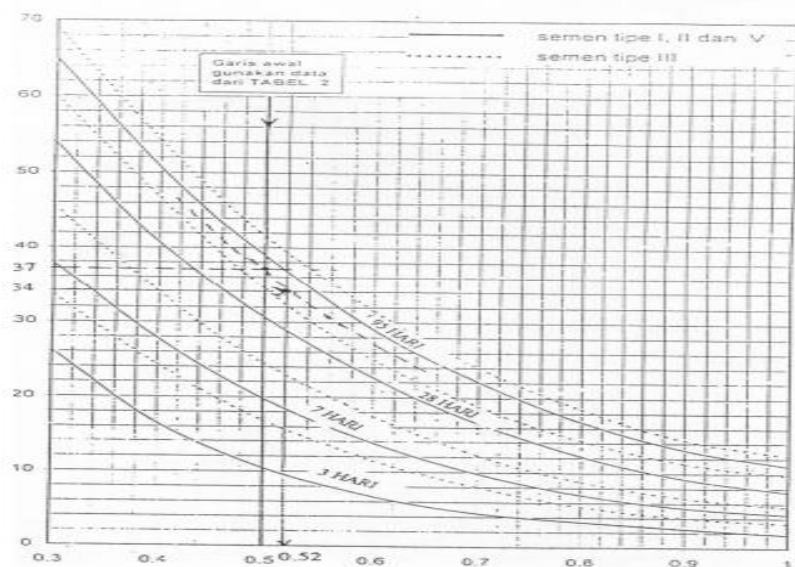
b. Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen sampai memotong kurva kuat tekan yang di tentukan pada sub butir 1.

c. Menarik garis lengkung pada titik pada sub butir 2.

- d. Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan sub butir 3.
- e. Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.

Tabel 3.4: Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa di pakai di indonesia.

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



Gambar 3.2: Grafik hubungan kuat tekan dengan faktor air semen.

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika faktor air semen yang di peroleh dari butir 7 lebih kecil dari yang diperkirakan, maka yang di pakai nilai terendah.
9. Menetapkan nilai slump test.
Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar di peroleh beton mudah untuk di tuangkan, di dapatkan dan diratakan.
10. Menentukan besar butiran agregat maksimum yang ditetapkan. Besar butiran tidak boleh melebihi antara lain:
 - 1) 1/5 jarak terkecil antara bidang samping cetakan.
 - 2) 1/3 dari tebal plat..
 - 3) 3/4 jarak bersih antara batang.
11. Menentukan kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat di pecah dan tidak dipecah menggunakan nilai- nilai pada Tabel 3.5.
- 2) Agregat campuran (pecah dan tidak pecah), dihitung dengan rumus berikut :

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \quad (3.16)$$

Dengan :

Wh = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

Wk = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Tabel 3.5: Perkiraan kadar air bebas.

Slump Test		0-10	10-30	30-60	60-80
Besar butir agregat maksimum	Jenis agregat				
10	Batu pecah	150	180	205	225
	Batu tak pecah	180	205	230	250
20	Batu pecah	135	160	180	195
	Batu tak pecah	170	190	210	225
40	Batu pecah	115	140	160	175
	Batu tak pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu diatas 25⁰C, setiap kenaikan 5⁰C haru ditampah air 5 liter per m² adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas di bagi faktor air semen.

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{f_{as}} \quad (3.17)$$

Dengan:

W_{semen} = Jumlah semen (Kg/m³)

W_{air} = Kadar air bebas

f_{as} = faktor air semen bebas

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin, jika tidak maka lihat Tabel data 3.6 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

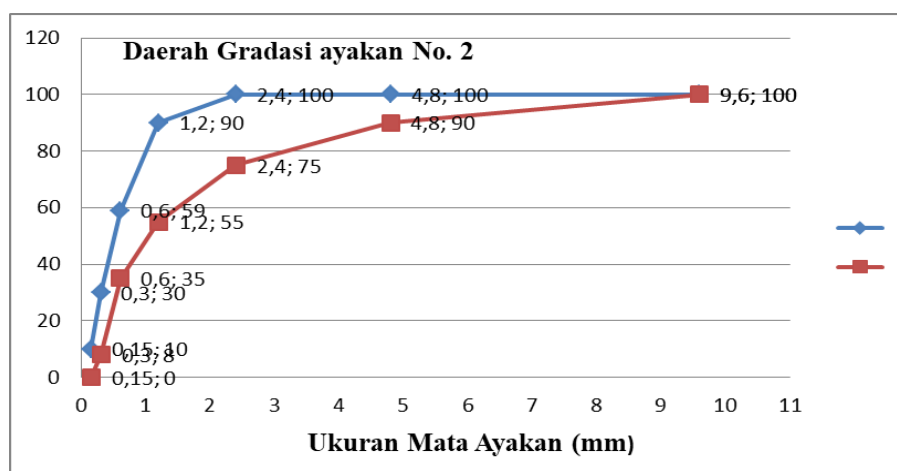
Tabel 3.6: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen bebas.

Lokasi	Jumlah semen minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruangan: a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap kososif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan: a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah: a. Mengalami keadaan kering dan basah secara berganti-ganti.	325	0,55

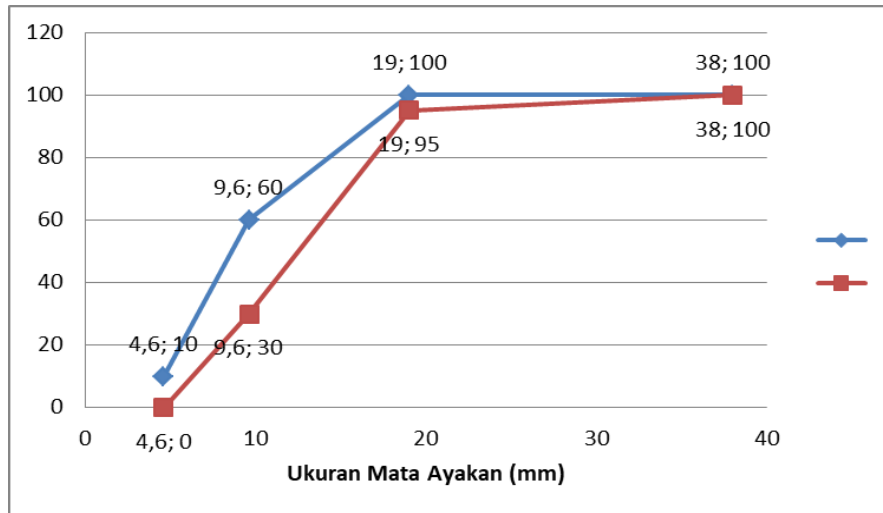
Tabel 3.6: *Lanjutan.*

b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali. Beton yang kontinu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut		
c. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali. Beton yang kontinu berhubungan: c. Air tawar d. Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir untuk agregat halus (pasir yang sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat di bandingkan dengan kurva-kurva yang tertera pada gambar 3.2 Grafik Gradasi Agregat Sedang Gradasi No. 2(SNI-03-2834-2000).

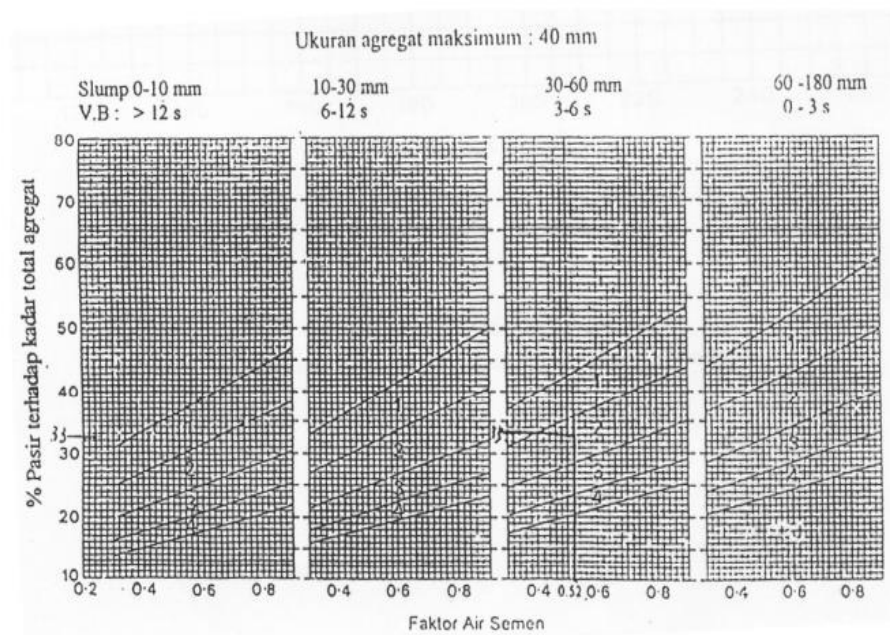


Gambar 3.3: Batas gradasi pasir (sedang) No.2 (SNI-03-2834-2000).



Gambar 3.4: Batas gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm (SNI-03-2834-2000).

17. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump butir 9, faktor air semen butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang dibutuhkan dapat di ketahui melalui pada gambar 3.4.



Gambar 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI -03-2834-2000).

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

Didapatkan dari hasil uji jika tidak tersedia bisa menggunakan data dibawah ini:

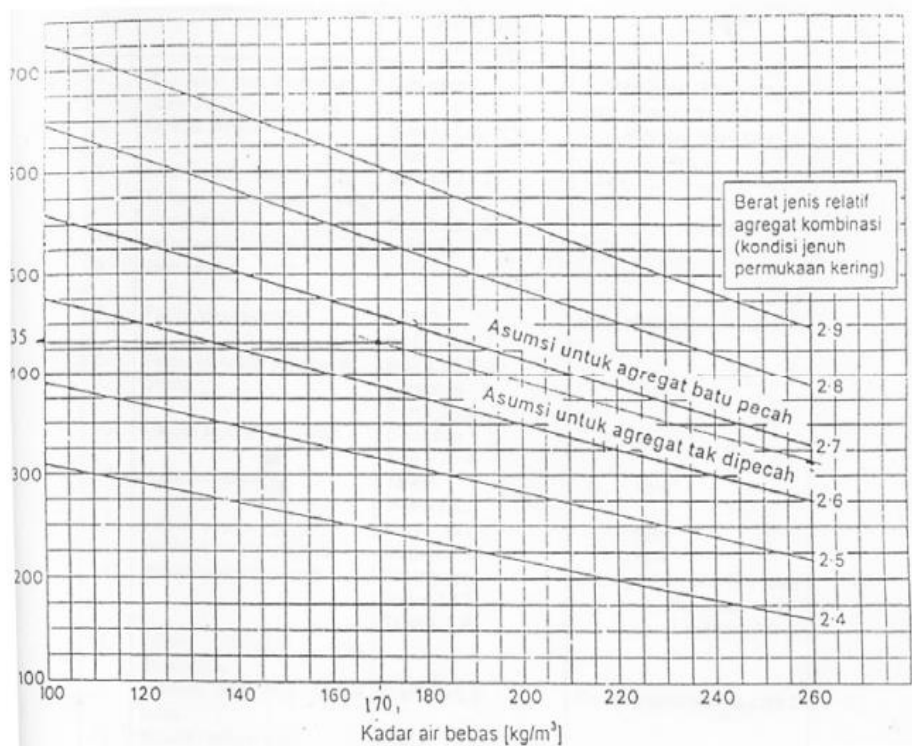
- a. Agregat tak dipecah : 2,5
- b. Agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

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

19. Perkiraan berat isi beton

Untuk menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.6 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah didapat pada gambar 3.5 dan berat jenis agregat gabungan pada butir 18.



Gambar 3.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

20. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
= (Berat isi beton – (Jumlah semen + Kadar air bebas))
21. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya hasil kali persen butir 18 dengan kadar agregat gabungan butir 20.
=(Persen agregat halus x Kadar agregat gabungan)
22. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 20 dikurangi kadar agregat halus butir 21. Dari langkah – langkah diatas mulai butir 1 sampai butir 23 sudah didapat campuran bahan-bahan untuk membuat 1 m³ beton,
23. Proporsi agregat dalam keadaan kering permukaan.
24. Mengoreksi kembali proporsi campuran perhitungan.

3.14 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan cetakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 600 mm dan lebar 150 mm yang berjumlah 4 buah untuk pengujian kuat lentur. Dan untuk pengujian kuat tekan digunakan cetakan silinder dengan tinggi 300mm dan diameter 150 mm yang berjumlah 5 buah.

3.15 Pengujian Slump Test

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan palstisitas beton dan juga kondisi kekentalan pada campuran beton segar (*fresh concrete*). Kekentalan pada campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Pengujian slump test dilakukan dengan standar yang telah ditetapkan di (SNI-03-2834-2000).

3.16 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah beton keluar dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan dengan di rendam didalam air sampai saat pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan, yaitu umur 28 hari. Jumlah sampel perendaman

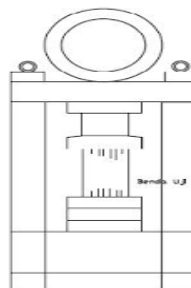
direncanakan sebanyak 9 buah dengan 3 variasi rendaman dapat dilihat dari Tabel 3.7:

Tabel 3.7: Jumlah beton variasi.

No	Variasi Beton	Umur beton 28 hari	
		Kuat tekan	Kuat lentur
1	Beton Normal	3 sampel	3 sampel
2	Beton serat dengan serbut kelapa 1% + 1% Abu sekam padi (ASP)	3 sampel	3 sampel
3	Beton serat dengan serbut kelapa 0,5% + 1% Abu sekam padi (ASP)	3 sampel	3 sampel
4	Beton serat dengan serbut kelapa 0,3% + 1% Abu sekam padi (ASP)	3 sampel	3 sampel
Total		24	

3.17 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI-03-2491-2002. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kuat tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji di letakkan tegak lurus diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum di tekan benda uji di timbang terlebih dahulu untuk dapat menentukan berat jenis beton.



Gambar 3.7: Pengujian kuat tekan.

3.18 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 4431-2011. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji kuat lentur dengan kecepatannya 8 kg/cm² - 10 kg/cm² tiap menit. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas tumpuan alat pengujian kemudian beban diatur untuk menghindari terjadinya benturan. Sebelum diuji benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Setelah diuji hitung lebar dan tinggi tampang lintang patah dari tumpuan. Kemudian menghitung nilai kuat lentur berdasarkan posisi patahnya. Jumlah sampel pengujian yang direncanakan sebanyak 12 buah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus penelitian dengan menggunakan material analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur diperoleh data - data. Pemeriksaan dilakukan di laboratorium teknik sipil mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat dan mengikuti buku panduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

4.1.1 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Dari hasil pengujian analisa gradasi agregat dengan pesifikasi ukuran maksimum 40 mm. Berdasarkan acuan dari SNI 03-1968-1990, metode pengujian tentang analisa saringan agregat halus dan kasar. Dari hasil penelitian maka didapat data material gradasi agregat kasar yang tertera pada Tabel 4.1:

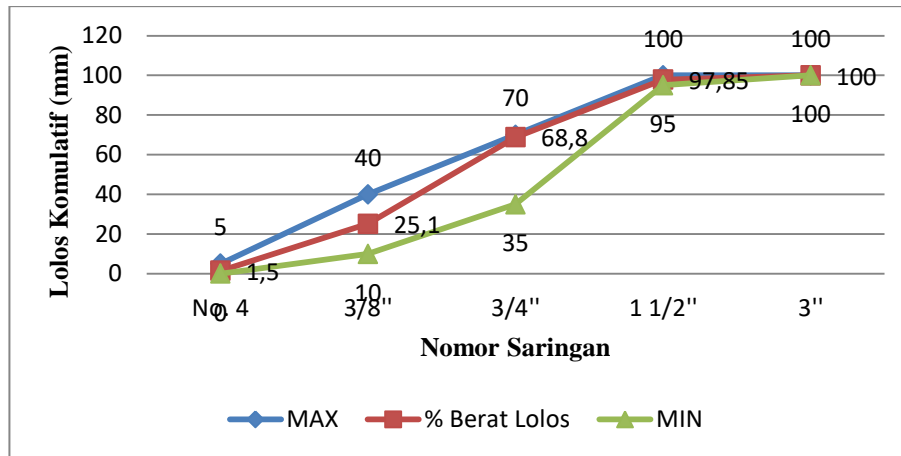
Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gr)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3''	0	0	0	100
38 mm	1 ½ ''	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	3/4''	561	28,05	30,20	68,80
9,6 mm	3/8''	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No. 4	472	23,60	98,50	1,50
Pan	30	1,50		0	

Jumlah kumulatif agregat tertahan (%) = 205.75 %

$$\begin{aligned}
 FM \text{ (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah Persentase Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{205.75}{100} = 2,05 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil penelitian didapat nilai FM 2,05 %. Dengan batas gradasi kerikil atau koral dengan ukuran maksimum 40 mm. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan ASTM C33 – 93, 6 -7% sehingga gradasi agregat cenderung kasar.



Gambar 4.1 : Grafik gradasi agregat kasar.

4.1.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pada hasil berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat dari Tabel 4.2:

Tabel 4.2: Hasil berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Agregat Kasar	Sampel I	Sampel II	Rata – Rata	Satuan
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD), (A)	6446	6466	6456	gr
Berat Kerikil Kering Mutlak, (B)	6284	6307	6296	gr
Berat Kerikil Dalam Air (C)	4047	4060	4052,5	gr
Bj Curah (B / (A - C))	2,62	2,62	2,62	gr
Bj Kering muka (A / (A - C))	2,22	2,69	2,69	gr
Bj Semu (B / (B - C))	2,30	2,81	2,81	gr
Absorption [(A - B) / B] x 100%	2,88	2,58	2,52	%

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dari 2 sampel dengan berat SSD rata – rata 6456 gr. Dari percobaan ini

didapat nilai rata - rata berat jenis bulk 2,62 gr, berat jenis SSD 2,69 gr dan berat jenis semu 2,81 gr.

4.1.3 Berat Isi Agregat Kasar

Pemeriksaan berat isi agregat dilakukan dengan 3 cara yaitu cara tusuk, cara penggoyangan, dan cara lepas. Data hasil pemeriksaan berat isi agregat didapat Tabel 4.3:

Tabel 4.3: Tabel berat isi agregat kasar.

Pengujian	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

4.1.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4: Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Berat Contoh SSD dan Berat Wadah	6684	6597	gr
Berat Contoh SSD	6191	6029	gr
Berat Contoh Kering Oven dan Berat Wadah	6588	6541	gr
Berat Wadah	493	568	gr
Berat Air	96	568	gr
Berat Contoh Kering	6095	5973	gr
Kadar Air	1,58	0,94	%
Rata – rata	1,26		%

Dari hasil pengujian kadar air agregat kasar sampel I dan sampel II maka didapat nilai kadar air sebesar 1,58% dan 0,94% dan nilai rata – rata 1,26%.

4.1.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat di lihat pada pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Wadah (W1)	494	566	gr
Berat Pasir Kering Mutlak (W2)	1500	1500	gr
Berat Pasir Setelah Cuci dan Oven lagi (W3)	1977	2042	gr
Berat Lumpur (W4)	17	24	gr
Kadar Lumpur	1,15	1,63	%
Kadar Lumpur Rata – rata	1,39		%

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar didapatkan persentase rata – rata sebesar 1,39%. Nilai ini diluar batas yang diizinkan yaitu maksimum sebesar 1% (SK SNI S-04-1989-F), sehingga agregat perlu dicuci lagi sebelum digunakan.

4.1.6 Sifat Fisik Agregat Kasar

Sifat fisik agregat adalah hasil dari pengujian agregat kasar. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6: Hasil pemeriksaan agregat kasar.

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	FM (Modulus Kehausan)	6,96	%
2	Berat Jenis	2.69	gr/cm ³
3	Penyerapan Air	2,52	%
4	Kadar Air	1,26	%
5	Berat Isi	1,48	gr/cm ³
6	Kadar Lumpur	1,39	%

4.2. Pemeriksaan Agregat Halus

4.2.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03 - 1968 – 1990 Tentang analisa saringan agregat halus. Hasil penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Komulatif	
ASTM	SNI	(gr)	(%)	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	

Persentase berat tertahan rata rata:

$$3/8'' = \frac{0}{2000} \times 100 \% = 0 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{99}{2000} \times 100 \% = 4,95 \%$$

$$\text{No. 8} = \frac{205}{2000} \times 100 \% = 10,25 \%$$

$$\text{No. 16} = \frac{387}{2000} \times 100 \% = 19,35 \%$$

$$\text{No. 30} = \frac{301}{2000} \times 100 \% = 15,05 \%$$

$$\text{No. 50} = \frac{561}{2000} \times 100 \% = 28,05 \%$$

$$\text{No. 100} = \frac{330}{2000} \times 100 \% = 16,50 \%$$

$$\text{PAN} = \frac{117}{2000} \times 100 \% = 5,85 \%$$

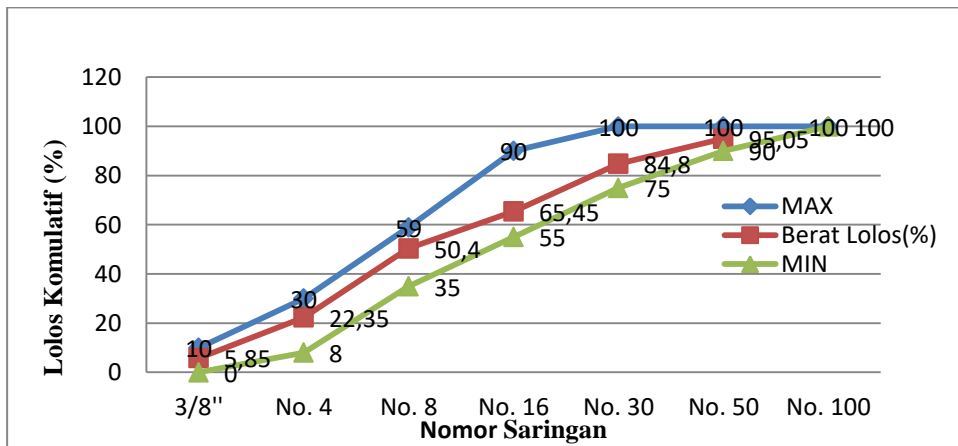
Persentase berat kumulatif tertahan

3/8''	= 0	+	0	= 0%
No. 4	= 0	+	4,95	= 4,95%
No. 8	= 4,95	+	10,25	= 15,20%
No. 16	= 15,20	+	19,35	= 34,55%
No. 30	= 34,55	+	15,05	= 49,60%
No. 50	= 49,60	+	28,05	= 77,65%
No. 100	= 77,65	+	16,50	= 94,15%
PAN	= 94,15	+	5,85	= 100%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan sebesar 276,10%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif yang Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{276,10}{100} = 2,76\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan ini didapat nilai FM sebesar 2,76%. Nilai agregat halus, dimana 1,5% - 3,8% nilai yang diizinkan berada di zona 2.



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat halus.

4.2.2. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pada hasil berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat dari Tabel 4.8:

Tabel 4.8: Hasil berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Agregat Halus	Sampel I	Sampel II	Rata - Rata	Satuan
Berat SSD (B)	500	500	500	Gr
Berat SSD Kering Oven (E)	486	464	475	Gr
Berat SSD di dalam air (C)	948	943	945,5	Gr
Berat Piknometer Berisi Air	673	665	669	Gr
Bj Bulk = $(E / (B + D - C))$	2,16	2,09	2,13	Gr
Bj SSD = $(B / (B + D - C))$	2,22	2,25	2,24	Gr
Bj Semu = $(E / (E + D - C))$	2,30	2,49	2,40	Gr
Absorption $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	7,76	5,32	%

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus dari 2 sampel dengan berat SSD rata – rata 500 gr. Dari percobaan ini didapat nilai rata rata berat jenis bulk 2,13 gr, berat jenis SSD 2,24 gr dan berat jenis semu 2,40 gr.

4.2.3. Berat Isi Agregat Halus

Data pemeriksaan berat isi agregat didapatkan Tabel 4.9:

Tabel 4.9: Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus.

Pengujian	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	Rata - Rata	Satuan
Berat Contoh	17566	18306	18383	18985	Gr
Berat Wadah	5336	5336	5336	5336	Gr
Berat Contoh + Wadah	22902	2362	23719	23421	Gr
Volume Wadah	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4	cm ³
Berat Isi	1,58	1,65	1,65	1,63	gr/cm ³

4.2.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.10:

Tabel 4.10: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Berat Contoh SSD dan Berat Wadah	6691	7436	Gr
Berat Contoh SSD	6480	6928	Gr
Berat Contoh Kering Oven dan Berat Wadah	6722	7012	Gr
Berat Wadah	511	508	Gr
Berat Air	269	424	Gr
Berat Contoh Kering	6211	6504	Gr
Kadar Air	4,33	6,52	%
Rata – rata	5,43		

Dari hasil pengujian kadar air agregat halus didapatkan nilai sampel 1 dan sampel 2 sebesar 4,33% dan 6,52% maka didapatkan nilai rata-ratanya 5,43%.

4.2.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut :

Tabel 4.11: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Wadah (W1)	511	507	Gr
Berat Pasir Kering Mutlak (W2)	500	500	Gr
Berat Pasir Setelah Cuci dan Oven lagi (W3)	995	992	Gr
Berat Lumpur (W4)	16	15	Gr
Kadar Lumpur	3,31	3,09	%
Kadar Lumpur Rata - rata	3,20		%

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus didapat persentase rata – rata sebesar 3,20%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu maksimum sebesar 5% (SK SNI - 04 - 1989 – F), sehingga agregat aman digunakan.

4.2.6 Sifat Fisik Agregat Halus

Sifat fisik agregat merupakan hasil pengujian agregat. Dapat dilihat dari Tabel 4.12:

Tabel 4.12: Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	FM (Modulus Kehausan)	2,76	%
2	Berat Jenis	2.34	gr/cm ³
3	Penyerapan Air	5.32	%
4	Kadar Air	5.43	%
5	Berat Isi	1,63	gr/cm ³
6	Kadar Lumpur	3,20	%

4.3. Perencanaan Campuran Beton

4.3.1. Mix Design Beton

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

1. Kuat tekan direncanakan = 25 Mpa

2. Menentukan nilai margin/tambah (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03- 2834 – 2000, karena jumlah benda uji yan dibuat adalah 9 buah maka jumlah data uji terebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata – rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari $(f'c + 12 \text{ Mpa})$.

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

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

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

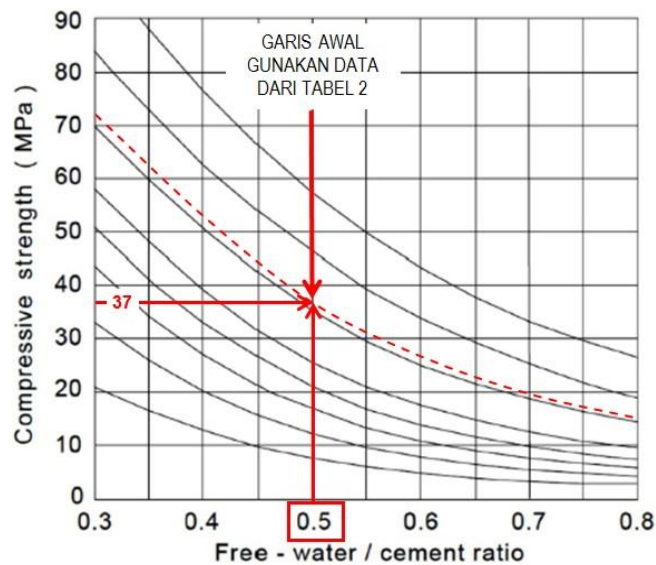
4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.

5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir binjai.

6. Agregat kasar yang digunakan batu pecah berasal dari *quarry* binjai dengan ukuran maksimal 40 mm.

7. Penetapan faktor air semen (FAS).

Faktor air semen ditentukan dari kuat tekan rencana. Jenis semen yang dipakai yaitu tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder dan balok memiliki kuat tekan 37 Mpa dan kuat lentur 7,81 MPa pada umur 28 hari dan FAS yang digunakan adalah 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.

Kebutuhan air dapat dilihat ditabel 3.5 perkiraan kadar air bebas, berikut penentuan kebutuhan air:

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

Batu tak pecah / 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 3.6 didapatkan jumlah semen minimum ssebagai berikut :

$$\text{Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} = \frac{1}{FAS} \times W \text{ air} \quad (4.2)$$

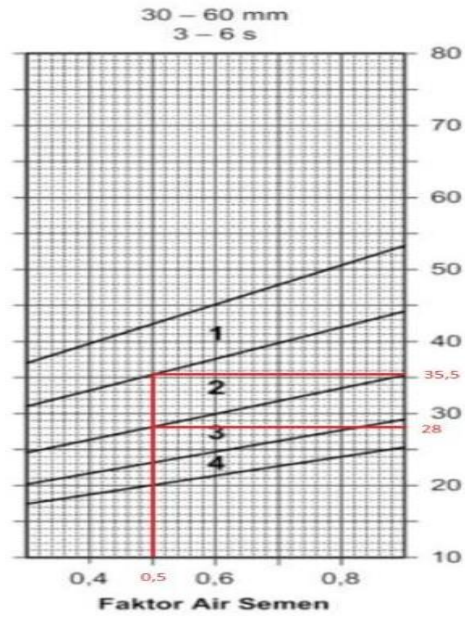
$$\text{Jumah semen} = \frac{1}{0,5} \times 170$$

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

Kadar semen minimum dengan jenis beton didalam ruangan bangunan serta berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m^3 . Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dari pada kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen 349 kg/m^3 .

10. Penentuan Persentase Agregat.

- a. Cara menentukan persentase agregat adalah dengan menentukan batas atas dan batas bawah terlebih dahulu pada gambar 4.4 dibawah. Pertama dengan menentukan titik faktor air bebas (FAS) yaitu sebesar 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.
- b. Setelah perhitungan (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan yaitu gradasi 2.
- c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis batas gradasi 2, cara selanjutnya adalah dengan menarik garis tegak lurus kearah kanan, sehingga didapatkan batas bawah dan batas atasnya.



Gambar 4.4: Penentuan persentase pasir terhadap kadar air total, agregat yang digunakan pada penelitian (butir maksimal 40 mm) (SNI 03- 2834 – 2000).

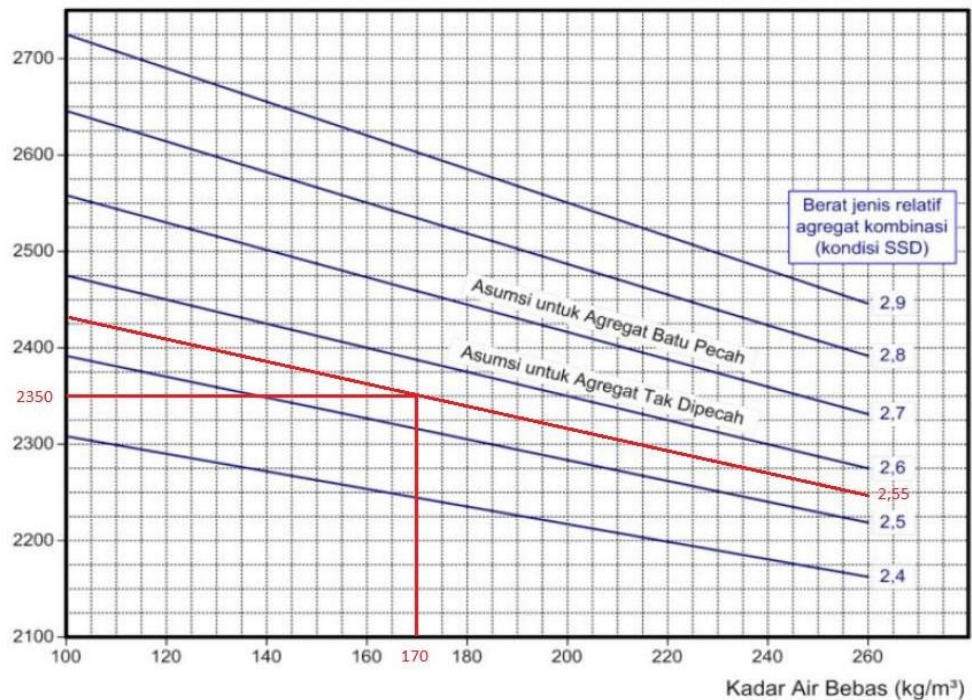
- d. Dari gambar 4.4 maka didapatkan nilai batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

Batas bawah	:28
Batas atas	:35,5
Persentase agregat halus	: $\frac{28+35,5}{2} = 32\%$
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).

13. Penentuan Berat Agregat Capuran.

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

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

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

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

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

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

15. 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 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 adalah jumlah air = 170 kg/m³

C adalah jumlah agregat halus = 588,8 kg/m³

D adalah jumlah agregat kasar = 1251,2 kg/m³

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 yaitu:

a. Air = $170 - (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} - (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100}$
 = 185,49 kg/m³

b. Pasir = $588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100}$
 = 589,45 kg/m³

c. Batu Pecah = $1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100}$
 = 1235,06 kg/m³

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

Tabel 4.13: Rekapitulasi *mix design* beton mutu 25 MPa

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana (f'c)	25	MPa
2	Deviasi Standart	-	MPa
3	Nilai tambah	12	MPa
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	-

Tabel 4.14: *Lanjutan.*

10	Jumlah air yang digunakan	170	kg/m ³
11	Bj agregat halus	2,24	Gr
12	Bj agregat kasar	2,69	Gr
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	kg/m ³
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	1235,06	kg/m ³
24	Proporsi campuran semen : air : pasir : batu Pecah	1 : 0,5 : 1,73 : 3,68	

16. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan

- a. Semen $= \frac{340}{340} = 1$
- b. Air $= \frac{185,49}{340} = 0,5$
- c. Pasir $= \frac{589,45}{340} = 1,73$
- d. Batu pecah $= \frac{1235,06}{340} = 3,68$

4.3.2. Kebutuhan Beton

A. Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

$$\begin{aligned}
\text{Volume silinder} &= \pi \cdot r^2 \cdot T && (4.6) \\
&= 3,14 \cdot (0,15)^2 \cdot 0,30 \\
&= 0,0053
\end{aligned}$$

Maka semen yang dibutuhkan untuk benda silinder

$$\begin{aligned}
\text{banyak semen x Volume benda uji} \\
&= 340 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\
&= 1,802 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Dimana terdapat campuran ASP 1% dari berat semen untuk beton variasi

$$\begin{aligned}
\text{ASP} &= \frac{1}{100} \times 1,802 \\
&= 0,01802 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Jumlah semen yang digunakan untuk 1 benda uji beton variasi dengan ASP kosntan 1%.

$$\begin{aligned}
\text{Semen} &= 1,802 - 0,01802 \\
&= 1,7839 \text{ kg}
\end{aligned}$$

a. Pasir yang dibutuhkan untuk benda uji (Silinder)

$$\begin{aligned}
\text{Banyak pasir x Volume benda uji} \\
&= 589,45 \times 0,0053 = 3,124 \text{ kg}
\end{aligned}$$

b. Batu pecah yang digunakan untuk benda uji (Silinder)

$$\begin{aligned}
\text{Banyak batu pecah x Volume benda uji} \\
&= 1235,06 \times 0,0053 = 6,545 \text{ kg}
\end{aligned}$$

c. Air yang dibutuhkan untuk benda uji silinder

$$\begin{aligned}
\text{Banyak air x Volume benda uji} \\
&= 185,49 \times 0,0053 = 983 \text{ ml}
\end{aligned}$$

d. Total berat beton

$$\begin{aligned}
&\text{Air} + \text{Agregat kasar} + \text{Agregat halus} + \text{Semen} \\
&= 983 \text{ ml} + 6,545 \text{ kg} + 3,124 \text{ kg} + 1,802 \text{ kg} \\
&= 12, 454 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Serat Sabut Kelapa sebagai *admixture* pada beton diambil dari berat beton silinder

$$\begin{aligned}
1\% &\times 12, 454 \text{ kg} &= 124,54 \text{ gr} \\
0,5\% &\times 12, 454 \text{ kg} &= 62,27 \text{ gr} \\
0,3\% &\times 12, 454 \text{ kg} &= 37,36 \text{ gr}
\end{aligned}$$

Tabel: 4.14: Jumlah serat sabut kelapa pada beton variasi silinder.

Beton Variasi	Jumlah Serat Sabut Kelapa	Satuan
1%	124,54	gr
0,5%	62,27	gr
0,3%	37,36	gr

Serat sabut kelapa mempunyai daya serap terhadap air sebesar 125% dari berat sabut kelapa maka dibutuhkan air tambah:

Berat sabut kelapa x daya serap air sabut kelapa

$$\text{Beton Variasi 1\% SK} = 125\% \times 124,54 = 155,67 \text{ ml}$$

$$\text{Beton variasi 0,5\% SK} = 125\% \times 62,27 = 81,58 \text{ ml}$$

$$\text{Beton variasi 0,3\% SK} = 125\% \times 37,36 = 46,7 \text{ ml}$$

Tabel: 4.15: Jumlah air tambahan pada beton variasi silinder.

Variasi	Jumlah Air Tambah	Satuan
1%	155,67	MI
0,5%	81,58	MI
0,3%	46,7	MI

Maka air yang digunakan untuk benda uji beton variasi adalah

$$\text{Beton variasi 1\% SK} = 983 + 155,67 = 1138,67 \text{ ml}$$

$$\text{Beton variasi 0,5\% SK} = 983 + 81,58 = 1064,58 \text{ ml}$$

$$\text{Beton variasi 0,3\% SK} = 983 + 46,7 = 1028,7 \text{ ml}$$

B. Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan balok.

$$\text{Tinggi} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Volme balok} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \quad (4.7)$$

$$= 0,15 \times 0,60 \times 0,15$$

$$= 0,0135 \text{ m}^3$$

Semen yang dibutuhkan untuk benda uji balok.

$$= 340 \times 0,0135$$

$$= 4,59 \text{ kg}$$

Dimana terdapat ASP 1% dari berat semen untuk beton variasi.

a. $ASP = \frac{1}{100} \times 4,59$

$$= 0,0459 \text{ kg}$$

b. $Semen = 4,59 - 0,0459$

$$= 4,5441 \text{ kg}$$

Pasir yang dibutuhkan untuk benda uji balok.

$$= 589,45 \times 0,0135 = 7,957 \text{ kg}$$

Batu pecah yang dibutuhkan benda uji balok.

$$= 1235,06 \times 0,0135 = 16,673 \text{ kg}$$

Air yang dibutuhkan untuk benda uji balok

$$= 189,49 \times 0,0135 = 2,558 \text{ L}$$

Maka berat beton adalah

$$= \text{Air} + \text{Agregat Kasar} + \text{Agregat Halus} + \text{Semen}$$

$$= 2,558 \text{ L} + 16,673 \text{ kg} + 7,957 \text{ kg} + 4,59 \text{ kg}$$

$$= 31, 778 \text{ kg}$$

Serat Sabut Kelapa sebagai *admixture* pada beton diambil dari berat beton

$$1\% \quad \times \quad 31, 778 \text{ kg} \quad = 317,78 \text{ gr}$$

$$0,5\% \quad \times \quad 31, 778 \text{ kg} \quad = 158,89 \text{ gr}$$

$$0,3\% \quad \times \quad 31, 778 \text{ kg} \quad = 95,334 \text{ gr}$$

Tabel: 4.16: Jumlah serat sabut kelapa pada beton variasi balok.

Beton Variasi	Jumlah Serat Sabut Kelapa	Satuan
1%	317,78	gr
0,5%	158,89	gr
0,3%	95,334	gr

Serat sabut kelapa mempunyai daya serap terhadap air sebesar 125% dari berat sabut maka dibutuhkan air tambah maka diperoleh air

Berat sabut kelapa x daya serap air sabut kelapa		
Beton Variasi 1% SK	= 125% x 317,78	= 397,22 ml
Beton variasi 0,5% SK	= 125% x 158,89	= 198,61 ml
Beton variasi 0,3 SK	= 125% x 95,334	= 119,16 ml

Tabel: 4.17: Jumlah air tambahan pada beton variasi balok.

Variasi	Jumlah Air Tambah	Satuan
1%	397,22	ml
0,5%	198,61	ml
0,3%	119,16	ml

Maka air yang digunakan untuk benda uji beton variasi adalah:

$$1\% \text{ SK} + 1\% \text{ ASP} = 2558 + 397,22 = 1138,67 \text{ ml}$$

$$0,5\% \text{ SK} + 1\% \text{ ASP} = 983 + 198,61 = 1064,58 \text{ ml}$$

$$0,3\% \text{ SK} + 1\% \text{ ASP} = 983 + 119,16 = 1028,7 \text{ ml}$$

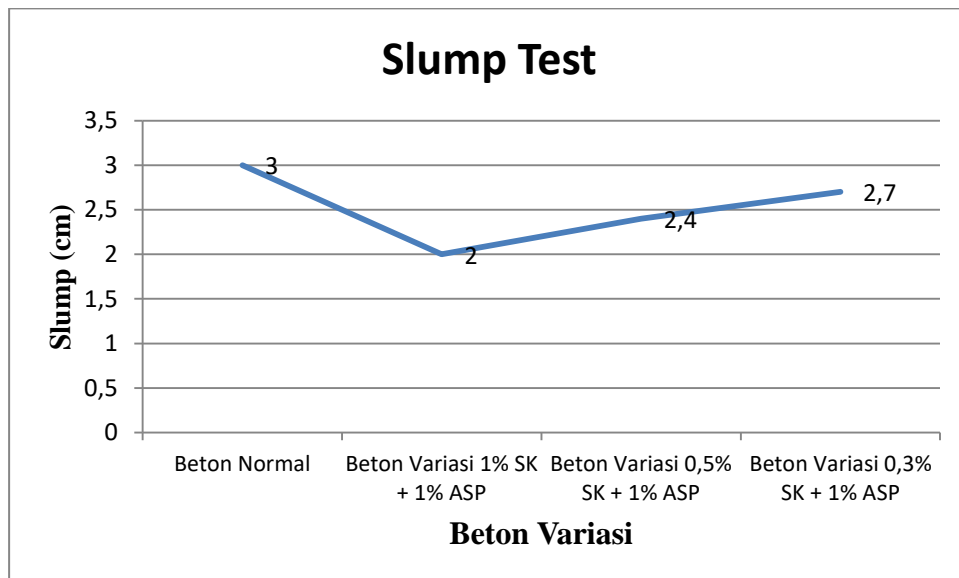
4.4 Hasil Pengujian Slump Test

Pengujian slump test ini dilakukan untuk mengetahui *workability* pada beton dengan yang normal ataupun beton variasi. Pengujian slump test dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams dengan mengisi beton segar sebanyak 3 lapis dimana tiap lapisannya diisi dengan 1/3 dari isi kerucut kemudian di rojok dengan tongkat penusuk dengan 25 kali. Jika sudah terisi penuh maka diamkan 10 detik angkat kerucut abrams searah tegak lurus dengan adonan beton saat agar terlepas dari cetakan. Kemudian ukur elisih adonan beton dengan kerucut abrams untuk mengetahui nilai. Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan). Nilai dari pengujian slump test tertera pada tabel 4.19.

Tabel 4.18: Nilai uji *slump test* beton normal dengan beton variasi.

Variasi	Slump (cm)
	Balok
	28 hari
Beton Normal	3
1% SK + 1% ASP	2
0,5% SK + 1 % ASP	2,4
0,3% SK + 1% ASP	2,7

Dapat dilihat pada data slump test pada tabel perbedaan beton normal dengan beton variasi 1% SK + 1% ASP, 0,5% SK + 1% ASP dan 0,3%SK + 1% ASP terjadi penurunan tingkat *workability* dikarenakan semakin banyak serat maka tingkat kemudahan pengerjaan berkurang.(Zai, et, al.2022) berdasarkan hasil slump test pada beton berserat mengalami penurunan pada beton berserat 0,15% sebesar 11 cm, 0,3% sebesar 10 cm dan 0,45% sebesar 9,5 cm dengan beton normal sebagai perbandingan dengan *slump test* sebesar 12 cm.



Gambar 4.6: Grafik slump test beton.

Dapat dilihat dari grafik diatas makin bertambah serat serabut kelapa maka nilai *Slump test* makin menurun diakibatkan banyaknya jumlah serat yang mengakibatkan *workability* pada beton berkurang.

4.5 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton

4.5.1 Kuat Tekan Beton

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

1. Beton Normal

Hasil dari pengujian kuat tekan pada beton normal sebagai berikut:

Benda uji 1

- Beban (P) = 749,8 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46
- Kuat tekan Beton = $\frac{P}{A}$
= 42,94 Mpa

Benda uji 2

- Beban (P) = 453,3kN
- Luas silinder = 17671,46
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 25,65 Mpa

$$\text{Rata rata} = \frac{FOS\ 1A + FOS\ 1B}{2} = \frac{42,94 + 25,65}{2} = 34,25\ \text{Mpa}$$

2. Beton Variasi 1% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 363,2 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 20,55 Mpa

3. Beton Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 638,9 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 36,15 MPa

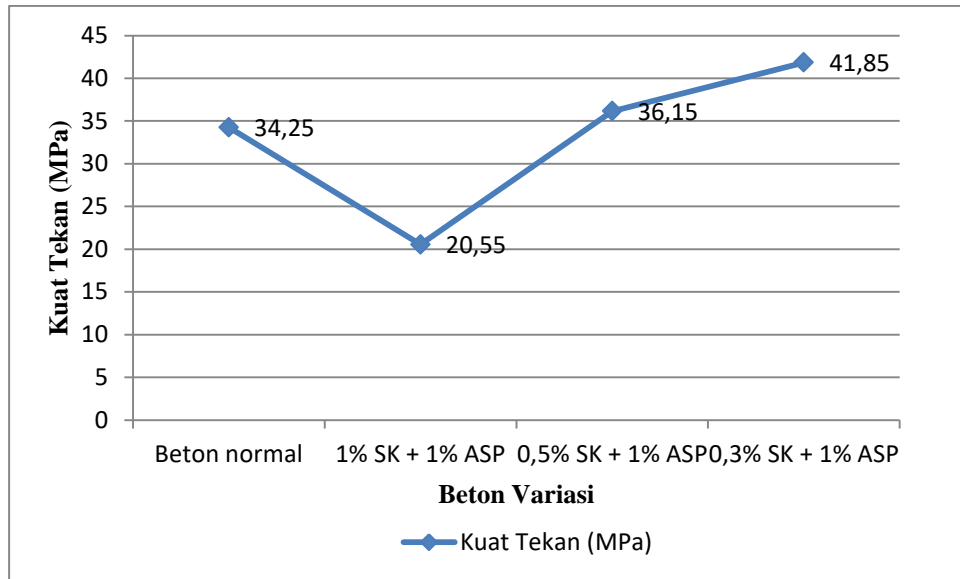
4. Beton Variasi 0,3% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 739,7 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 41,85 Mpa

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan.

No	Benda Uji	Umur	Luas Permukaan	Beban	Kuat Tekan
		Hari	(mm ²)	(kN)	(Mpa)
1	Beton normal	28	17671,46	749,8	34,25
				453,3	
2	1% SK + 1% ASP	28	17671,46	363,2	20,55
3	0,5% SK + 1% ASP	28	17671,46	638,9	36,15
4	0,3% SK + 1% ASP	28	17671,46	739,7	41,85



Gambar 4.7: Hasil pengujian kuat tekan.

Berdasarkan dari uji kuat tekan yang dilakukan maka dapat diketahui bahwa kuat tekan terbesar pada beton variasi 0,3 SK + 1% ASP dengan nilai sebesar 41,85 MPa. Dengan persentase kenaikan 22,22%, diakibatkan karena meratanya adukkan pada beton terhadap serat serabut kelapa. Makin banyak serat serabut kelapa maka akan menumpuk pada satu titik akibat dari penggumpalan.

4.5.2 Pengujian Kuat Lentur (*Flexural*)

Pengujian kuat lentur pada penelitian ini dilakukan pada saat beton umur 28 hari. Benda uji pada pengujian kuat lentur beton pada penelitian ini menggunakan sampel berbentuk balok dengan ukuran 60 cm, 15 cm, lebar 15 cm. Pengujian kuat lentur menggunakan metode 2 titik pembebanan sesuai pada SNI-4431-2011.

1. Beton Normal

Tabel 4.20: Hasil pengujian Kuat lentur beton normal.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran Agr. Kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen W/C %	Volume Agr. Halus
		40	3	1	0,5
	Air W (Kg/m ³)	PC (Kg/m ³)	Agreat Halus (Kg/m ³)	Agregat Kasar (Kg/m ³)	Bahan Campuran (g atau cc/m ³)
	189,49	340	589,45	1235,06	-
Umur Benda Uji (Hari)			28		
Panjang Benda Uji (mm)			600		
Lebar Benda Uji (mm)			150		
Tinggi Benda Uji (mm)			150		
Berat Benda Uji (kg)			28		
Volume Benda Uji (mm ³)			13500000		
Beban Maksimum (N)			45251		
Jarak Bentang (mm)			450		
Lebar Tampak Lintang (mm)			150		
Tinggi Tampak Lintang (mm)			150		
Kuat Lentur Uji (Mpa)			6,03		

Berdasarkan Tabel 4.20 didapatkan hasil pengujian kuat lentur beton normal sebesar 6,03 Mpa. Sebagai pembanding untuk beton Variasi.

2. Beton Variasi 1% SK + 1% ASP

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat lentur beton variasi.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran Agr. Kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen W/C %	Volume Agr. Halus
		40	3	1	0,5
	Air W (Kg/m ³)	PC (Kg/m ³)	Agreat Halus (Kg/m ³)	Agregat Kasar (Kg/m ³)	Bahan Campuran (g atau cc/m ³)
	189,49	340	589,45	1235,06	-
Umur Benda Uji (Hari)			28		
Panjang Benda Uji (mm)			600		
Lebar Benda Uji (mm)			150		
Tinggi Benda Uji (mm)			150		
Berat Benda Uji (kg)			30		
Volume Benda Uji (mm ³)			13500000		
Beban Maksimum (N)			35052		
Jarak Bentang (mm)			450		
Lebar Tampak Lintang (mm)			150		
Tinggi Tampak Lintang (mm)			150		
Kuat Lentur Uji (Mpa)			4,67		

Berdasarkan Tabel 4.21 didapat bahwa kuat lentur beton variasi 1% SK + 1% ASP sebesar 4,67 Mpa mengalami penurunan nilai kuat lentur dari pada beton normal, karena persentase serat serabut kelapa yang banyak mengakibatkan serat tidak merata pada saat pembuatan .

3. Beton Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat lentur beton variasi.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran Agr. Kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen W/C %	Volume Agr. Halus
		40	3	1	0,5
	Air W (Kg/m ³)	PC (Kg/m ³)	Agreat Halus (Kg/m ³)	Agregat Kasar (Kg/m ³)	Bahan Campuran (g atau cc/m ³)
	189,49	340	589,45	1235,06	-
Umur Benda Uji (Hari)			28		
Panjang Benda Uji (mm)			600		
Lebar Benda Uji (mm)			150		
Tinggi Benda Uji (mm)			150		
Berat Benda Uji (kg)			31		
Volume Benda Uji (mm ³)			13500000		
Beban Maksimum (N)			40678		
Jarak Bentang (mm)			450		
Lebar Tampak Lintang (mm)			150		
Tinggi Tampak Lintang (mm)			150		
Kuat Lentur Uji (Mpa)			5,42		

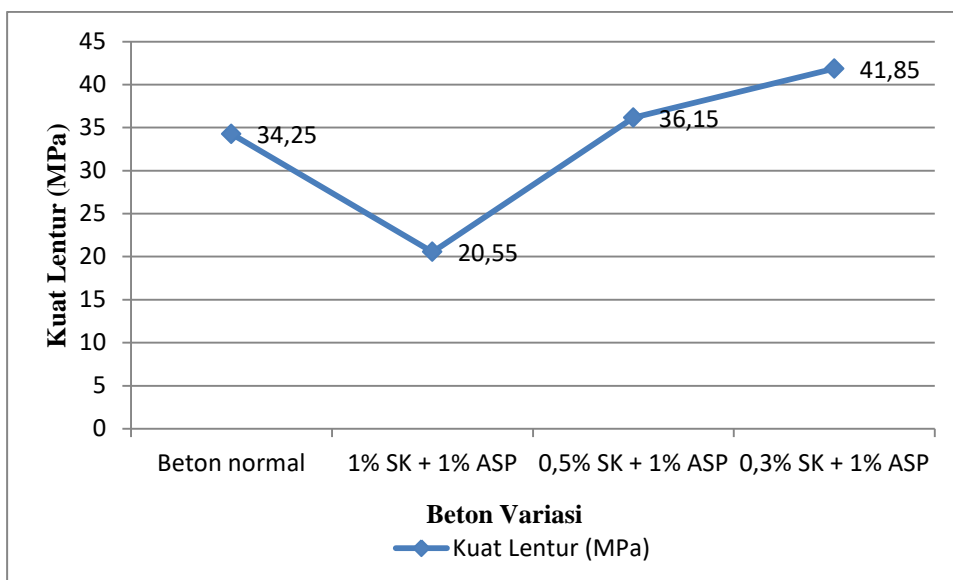
Berdasarkan Tabel 4.22 didapat bahwa kuat lentur beton variasi 0,5% SK + 1% ASP sebesar 5,42 Mpa mengalami kenaikan kuat lentur pada variasi 1% SK , serat pada beton kurang merata.

4. Beton 0,3% SK + 1% ASP

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat lentur beton variasi.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
KONDISI	Ukuran Agr. Kasar (mm)	Slump (cm)	Kadar Udara (%)	Faktor Air Semen W/C %	Volume Agr. Halus
		40	3	1	0,5
	Air W (Kg/m ³)	PC (Kg/m ³)	Agreat Halus (Kg/m ³)	Agregat Kasar (Kg/m ³)	Bahan Campuran (g atau cc/m ³)
	189,49	340	589,45	1235,06	-
Umur Benda Uji (Hari)			28		
Panjang Benda Uji (mm)			600		
Lebar Benda Uji (mm)			150		
Tinggi Benda Uji (mm)			150		
Berat Benda Uji (kg)			34		
Volume Benda Uji (mm ³)			13500000		
Beban Maksimum (N)			45692		
Jarak Bentang (mm)			450		
Lebar Tampak Lintang (mm)			150		
Tinggi Tampak Lintang (mm)			150		
Kuat Lentur Uji (Mpa)			6,09		

Berdasarkan Tabel 4.23 didapat bahwa kuat lentur beton variasi 0,3% SK + 1% ASP sebesar 6,06 Mpa lebih besar dari pada kuat lentur beton normal.



Gambar 4.8: Grafik hasil pengujian kuat lentur.

Pada hasil penelitian kuat lentur dapat dilihat pada Gambar 4.8 bahwa makin banyak serat sabut kelapa maka kuat lentur pada beton makin berkurang, karena serat serabut kelapa pada beton tidak merata keseluruhan bagian melainkan hanya pada satu titik tertentu mengakibatkan kurangnya kuat lentur pada beton variasi. Jika penggunaan serat lebih sedikit maka akan merata keseluruhan beton dan kuat lentur pada beton akan bertambah.

4.6 Perbandingan Hasil Kuat Tekan Dan Kuat Lentur

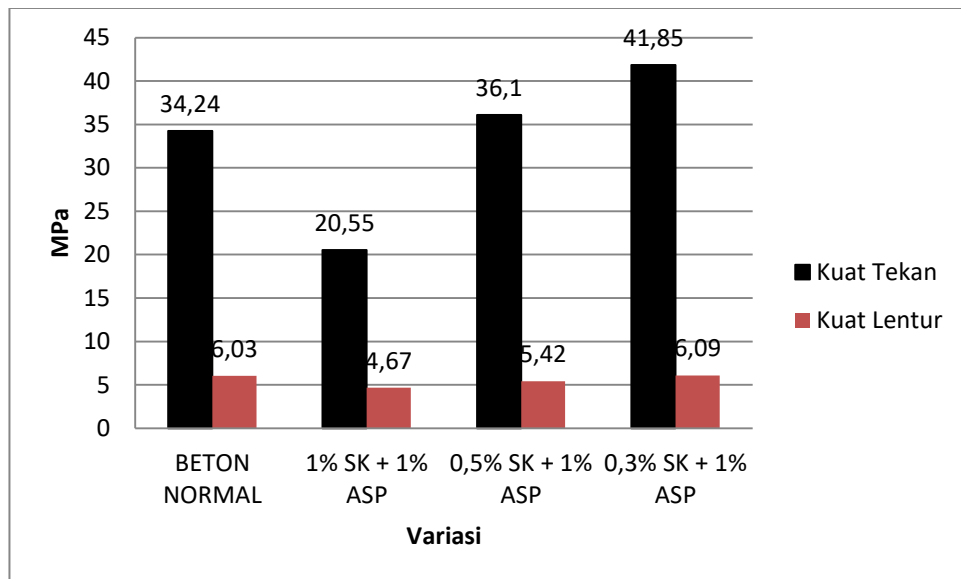
Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat tekan beton sebagai perbandingan kuat lentur.

Nama Benda Uji	Umur Benda Uji	Hasil Benda Uji (MPa)		Kuat Lentur Berdasarkan Nilai Kuat Tekan $F_s = 0,62\sqrt{f_c}$
		Kuat Tekan (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	
A	28	34,25	6,03	3,62

Tabel 4.25: *Lanjutan.*

B	28	20,55	4,67	2,81
C	28	36,15	5,42	3,72
D	28	41,85	6,09	4,01

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur didapat nilai pada tabel 4.21. kuat tekan tertinggi pada beton variasi 0,3% SK + 1% ASP dengan nilai sebesar 41,85 MPa dan kuat lentur tertinggi sebesar 6,09 MPa. Dan nilai terendah pada beton variasi 1% SK + 1% ASP sebesar 20,55 MPa pada kuat tekan dan 4,67 MPa pada kuat lentur agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.9: Hasil perbandingan nilai kuat tekan dengan kuat lentur.

4.7 Pembahasan

4.7.1 Pembahasan Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan pada beton yang berumur 28 hari. Beton normal dengan beton variasi SK dan ASP. Terdapat penurunan kuat tekan pada SK 1% juga terjadi penambahan kuat tekan pada SK 0,5% dan 0,3% berdasarkan presentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada tabel di bawah:

- a. Variasi 1% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{20,55}{34,24} = 0,60\%$$

Besar nilai penurunan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{34,24 - 20,55}{34,24} \times 100 = 39,98\%$$

- b. Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Perbandingan beton umur 28 hari

$$= \frac{36,1}{34,24} = 1,05\%$$

Besar nilai kenaikan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{36,1 - 34,24}{34,24} \times 100 = 5,43\%$$

- c. Variasi 0,3% SK + 1% ASP

Perbandingan beton umur 28hari

$$= \frac{41,85}{34,24} = 1,22\%$$

Besar nilai kenaikan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{41,85 - 34,24}{34,24} \times 100 = 22,22\%$$

Berdasarkan perhitungan terjadi penurunan dan kenaikan perentase dengan penambahan serat sabsut kelapa(SK) dan abu sekam padi (ASP). Beton yang mengalami penurunan pada variasi 1% SK terjadi penurunan sebesar 39,98% dan terjadi kenaikan kuat tekan pada variasi 0,5% SK dan 0,3% SK dengan kenaikan sebesar 5,43% dan 22,22% dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa serat sabsut kelapa pada beton dapat menaikkan kuat tekan jika digunakan pada 0,3% dan 0,5% serat sabsut kelapa dari berat beton.

4.7.2 Pembahasan Kuat Lentur

Dari hasil penelitian kuat lentur danan umur beton 28 hari pada beton normal dan beton variasi SK dan ASP. Terjadi kenaikan dan penurunan pada beton variasi. Namun terjadi penurunan terbesar pada 1% SK perhitungan dapat dilihat pada perhitungan:

a. Variasi 1% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{4,67}{6,03} = 0,77\%$$

Besar nilai penurunan kuat lentur beton umur 28 hari

$$= \frac{6,03 - 4,67}{6,03} \times 100 = 22,55\%$$

b. Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Perbandingan beton umur 28 hari

$$= \frac{5,42}{6,03} = 0,89\%$$

Besar nilai penuruan kuat lentur beton umur 28 hari

$$= \frac{6,03 - 5,42}{6,03} \times 100 = 9,95\%$$

c. Variasi 0,3% SK + 1% ASP

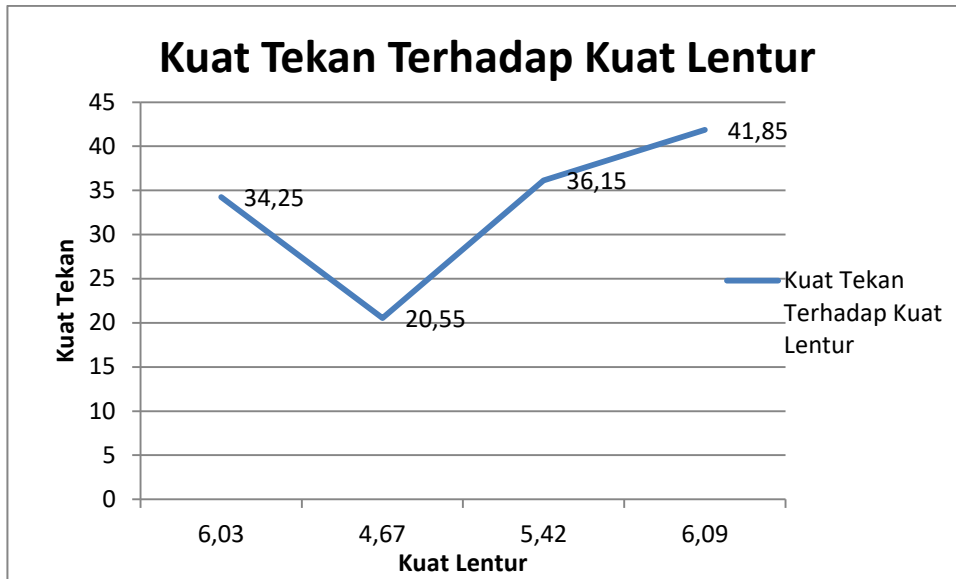
Perbandingan beton umur 28hari

$$= \frac{6,09}{6,03} = 1,009\%$$

Besar nilai kenaikan kuat lentur beton umur 28 hari

$$= \frac{6,09 - 6,03}{6,03} \times 100 = 0,99\%$$

Berdasarkan perhitungan penurunan dan kenaikan kuat lentur dapat di lihat persentase untuk kenaikan dan penurunan pada beton variasi SK dan ASP teradapat penurunan sebesar 22,55% pada 1% SK namun pada beton variasi 0,5% SK terjadi penurunan 9,95% dan kenaikan 1,009% pada beton dengan variasi 0,3%. Dari perhitungan ini bahwa serat sabut kelapa bisa menurunkan kekuatan namun penambahan SK pada persentase tertentu dapat menambahkan kuat lenturnya. Dari hasil pegujian kuat tekan dan kuat lentur terjadi penurunan yang signifikan dan kenaikan yang kecil.



Gambar 4.10: Kuat tekan terhadap kuat lentur.

Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur didapat bahwa beton dengan variasi serat serabut kelapa 0,3% SK + 1% ASP memiliki kekuatan lebih kuat dari pada beton variasi 1% SK + 1% ASP dan , 5% SK + 1% ASP. Maka dapat dinyatakan bahwa serat serabut kelapa dapat mempengaruhi kekuatan beton.

4.7.3 Pembahasan Kuat Lentur Pada Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian purwanto, (2021) didapat bahwa kuat lentur yang digunakan pada penelitian adalah 1% dan 2%. Pada hasil penelitian mengalami kenaikan kuat lentur sebesar 2,11MPa dengan kenaikan persentase 2,4% pada SK 1%, pada SK variasi 2% mengalami kenaikan 2,53% dengan 2,13 MPa.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilaksanakan ada beberapa kesimpulan dan saran yang didapat dan dapat dikembangkan oleh pembaca untuk penelitian berikutnya tentang penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah dan abu sekam padi sebagai pengganti semen.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dengan penggunaan serat asbut kelapa (SK) bahan tambah dan abu sekam padi (ASP) sebagai bahan pengganti semen maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan abu sekam padi (ASP) sangat berpengaruh pada nilai *slump test* beton. Dimana penggunaan abu sekam padi 1% ASP + 1% ASP nilai slump terendah 2 cm.
2. Berdasarkan pengujian kuat tekan beton didapatkan hasil tertinggi 41,85 MPa lebih besar dari pada fcr dengan beton variasi 0,3% SK + 1% ASP dengan persentase kenaikan tertinggi 22,22 % dan beton variasi 0,5% + 1% ASP juga mengalami kenaikan sebesar 36,1 MPa dengan persentase kenaikan 5,43%.
3. Hasil dari pengujian kuat lentur yang dihasilkan dengan nilai kuat lentur pada beton normal sebesar 6,03 MPa dan terdapat 2 variasi beton yang mengalami penurunan 1% SK + 1% ASP dan 0,5% SK + 1% ASP dengan nilai sebesar 4,67 MPa dan 5,42 MPa dan pada beton dengan variasi 0,3% SK + 1% ASP mengalami kenaikan dengan nilai sebesar 6,09 MPa dengan kenaikan persentase sebesar 0,99%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar SK yang digunakan akan membuat penurunan terhadap kuat lentur tetapi jika dipakai dengan persentase yang kecil akan menambah kuat lentur dari beton.
4. Pada hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa serat dapat menambah kuat lentur dan kuat tekan pada beton jika digunakan pada

persentase yang sedikit dikarenakan makin banyak serat serabut kelapa maka tingkat workability pada beton makin berkurang, karena serat terkumpul pada satu titik atau menggumpal mengakibatkan tidak merata keseluruhan beton.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan saran sbagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap serat sabut kelapa dengan persentase dibawah 0,4% untuk mengetahui mutu suatu beton yang akan dihasilkan.
2. Untuk menambah banyaknya benda uji agar hasilnya lebih akurat pada setiap variasi.

DAFTAR PUSTAKA

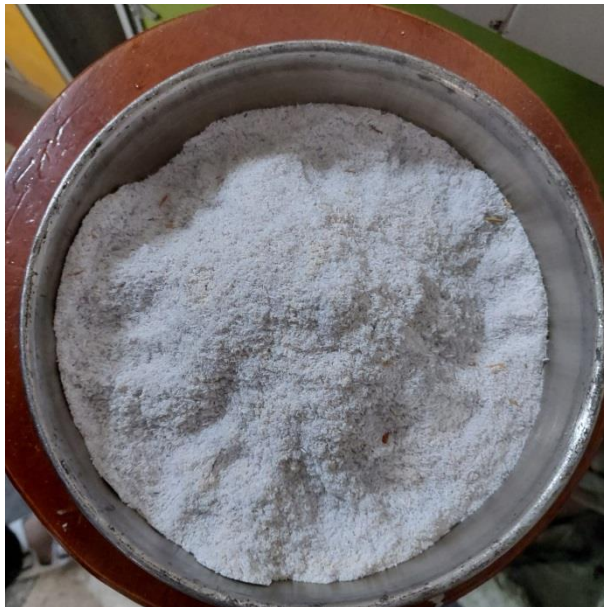
- ASTM-C39. (1993). Standart Test Method For Compressive Strength Pf Clyindrical Concrete Specimens. *Philadelpia: ASTM*.
- E, L. M., & Handono, B. D. (2019). Pemeriksaan Kuat Tejkan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Di Tekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurbal Teknik Sipil Vol.7 No.6 ISSN: 2337-6732, 711-722*.
- eben oktavianus zai, j. o. (2022). *pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat tekan beton*, 14.
- Humaidi, M., & Hafizh, M. (2011). Pengaruh Nilai Slump Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal ITEKNA*, 140-145.
- Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton. *Penerbit ANDI, Yogyakarta*.
- Nurjamilah, I., & Sihotang, A. (2018). *Kajian Karakteristik Beton Memadat Sendiri yang Menggunakan Serat Ijuk*. *Reca Racana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 54 - 65.
- Prahara, E., Liong, G. T., & Rachmansyah. (2015). Analisis Pengaru Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Persentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi. *Comtech Vol. 6 No.2*, 208-214.
- Purwanto, Rahmawati, D., & Sutarno. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *p-ISSN 1410-4202*, 49-57.
- Risdianto, Y., & Tobing, G. R. (2019). *Pengaruh PENambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan ,Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Baton*. Surabaya: UNESA.
- Samosir, S. A. (2021). Kombinasi Abus Sekam Padi Dan Kalsium (Ca) Sebagai Bahan Pengganti Sebagai Semen Terhadap Kuat Lentur Beton. *UMSU*, 1-102.
- SNI 15-2049-2004, S. (2004). Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 1-128.
- SNI-03-1972. (1990). SNI 03-1972-1990 : Metode Pengujian Slump Beton. *Badan Standart Nasional Indonesia, I(ICS 91.100.30)*, 1-12.
- SNI-03-2834. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *SNI 03-2834-2000*, 1-34.

- SNI-1972. (2008). Cara Uji Slump Test.
- SNI-4431. (2011). Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan. *Badan Standar Nasional*.
- SNI-4431. (2011). SNI 4431-2011 Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan 2 Titik Pembebanan. *Badan Standar Nasional*, 16.
- SNI-7974. (2013). Spesifikasi Air Campuran yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis (ASTM C1602-06, IDT) SNI 7974-2013. *Badan Standart Nasional*, 27(5).
- supriyadi, a. e. (2019.). *studi analisis lentur pada balok tumpuan yang mengalami pengeroposan beton*, 11.
- T-15-1990-03, S.-S. (1990). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Yayasan LPMB, Bandung*.
- TjokrodinulJo, K. (2007). Teknologi Beton. *Yogyakarta: Biro Penerbitan KMTS FT UGM*.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Serat sabut kelapa (SK)



Gambar L.2: Abu sekam padi (ASP)



Gambar L.3: Kerucut abrams dan tongkat rojok



Gambar L.4: Uji *slump test*



Gambar L.5: *Mix design.*



Gambar L.6: Benda uji



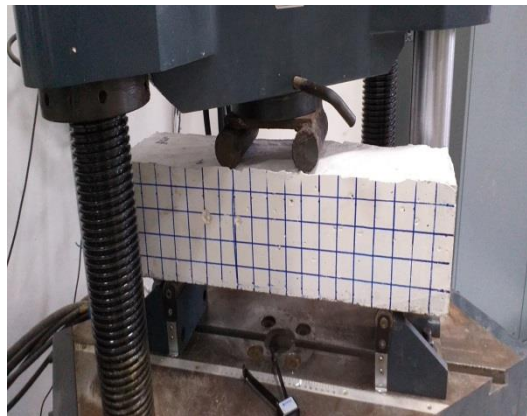
Gambar L.7: Proses membersihkan agregat kasar



Gambar L.8: Proses membersihkan agregat halus



Gambar L. 9: Pengujian kuat tekan



Gambar L.10: Pengujian kuat lentur

DATA RIWAYAT HIDUP



Data Indentitas Diri

Nama Lengkap	: Mhd Reza Dwi Putra
Tempat dan Tanggal Lahir	: Medan, 7 Juli 2001
Jenis Kelamin	: Laki – laki
Agama	: Islam
Alamat	: Jl. Ampera 1 Gg. Sedar LK XIII No. 5-A
Nomor Handphone	: 0882017588225
Nama Ayah	: Mhd, Ichsan
Nama Ibu	: Wiwik Rahayu
E – mail	: rezauwez@gmail.com

Riwayat Pendidikan

NIM	: 1907210154
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	: SD SWASTA BINA KARYA	2007 - 2013
Sekolah Menengah Pertama	: SMP NEGERI 2 SUNGGAL	2013 - 2016
Sekolah Menengah Atas	: SMA NEGERI 15 MEDAN	2016 - 2019

