

TUGAS AKHIR

**PENGAMATAN MODULUS ELASTISITAS PADA
BETON SERABUT KELAPA DENGAN
PENAMBAHAN VARIASI ABU SEKAM PADI
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

IRVAN ALDYANSAH RAMBE
1907210215



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 : Irvan Aldyansah Rambe
Npm : 1907210215
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengamatan modulus elastisitas pada beton serabut kelapa dengan penambahan variasi abu sekam padi.
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 5 Maret 2024

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Irvan Aldyansah Rambe

Npm : 1907210215

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengamatan modulus elastisitas pada beton serabut kelapa dengan penambahan variasi abu sekam padi.

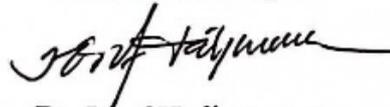
Bidang Ilmu : Struktur

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, 5 Maret 2024

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Rizki efrida S. T., M.T

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini di ajukan oleh:

Nama : Irvan Aldyansah Rambe
Tempat, tanggal lahir : Kabanjahe, 01 Agustus 2000
Npm : 1907210215
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya berjudul “ **Pengamatan Modulus Elastisitas Pada Beton Serabut Kelapa Dengan Penambahan Variasi Abu Sekam Padi**”.

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya kaena 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 ada tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2024

Saya yang menyatakan



Irvan Aldyansah Rambe

ABSTRAK

PENGAMATAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON BERSERAT SABUT KELAPA DENGAN PENAMBAHAN VARIASI ABU SEKAM PADI

Irvan Aldyansah Rambe

1907210215

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

Perkembangan konstruksi beton di Indonesia saat ini semakin meningkat, serta kebutuhan bahan penyusun beton juga meningkat. Seperti yang kita ketahui bahwa permasalahan pada beton bukan hanya kuat tekan saja akan tetapi modulus elastisitas juga mempengaruhi pada kekuatan beton. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh modulus elastisitas beton dengan penambahan bahan penyusun beton yaitu Variasi abu sekam padi (ASP) dan serabut kelapa (SK). Penggunaan abu sekam padi pada kasus ini terdiri dari tiga variasi, yaitu 0,3%;0,5%; dan 0,8% dimana 0,5% serabut kelapa digunakan pada setiap variasi. Dari hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan modulus elastisitas berdasarkan jumlah ASP yang digunakan. Kenaikan terbesar terjadi pada variasi 0,5% ASP + 0,5% SK dengan nilai modulus elastisitas sebesar 17.000 MPa. Namun jika dibandingkan dengan beton normal, nilai tersebut merupakan penurunan modulus elastisitas sebesar 69,16%. Penurunan modulus elastisitas terbesar terjadi pada variasi 0,3% ASP + 0,5% SK dengan nilai 7363 MPa atau sekitar 86,64% dari beton Normal. Dengan komposisi yang sama terjadi kenaikan pada kuat tekan beton. Kuat tekan beton meningkat pada variasi 0,3% ASP + 0,5% SK dan 0,5% ASP + 0,5% SK dengan nilai berturut-turut yaitu 36,78 dan 37,122 MPa atau kenaikan sekitar 8,85% dan 9,59 % dari beton normal, namun terjadi penurunan kuat tekan pada variasi 0,8% ASP + 0,5% SK dengan nilai 33,72 MPa atau sekitar 0,43%.

Kata kunci : Abu sekam padi, Serabut Kelapa, Modulus Elastisitas, Kuat Tekan

ABSTRACT

“OBSERVATION OF ELASTIC MODULUS IN COCONUT FIBER REINFORCED CONCRETE WITH VARIOUS ADDITIONS OF RICE HUSK ASH”

Irvan aldyansah rambe

1907210215

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

The development of concrete construction in Indonesia is currently increasing, and the demand for concrete constituents is also rising. As we know, the issue with concrete is not only compressive strength but also the elastic modulus, which affects concrete strength. This research aims to determine the influence of concrete elastic modulus with the addition of concrete constituents, namely variations of rice husk ash (RHA) and coconut fiber (CF). The use of rice husk ash in this case consists of three variations, namely 0.3%; 0.5%; and 0.8%, with 0.5% coconut fiber used in each variation. The research results show an increase and decrease in the elastic modulus based on the amount of RHA used. The largest increase occurs in the variation of 0.5% RHA + 0.5% CF with an elastic modulus value of 17,000 MPa. However, when compared to normal concrete, this value represents a decrease in the elastic modulus of 69.16%. The largest decrease in elastic modulus occurs in the variation of 0.3% RHA + 0.5% CF with a value of 7363 MPa or about 86.64% of normal concrete. With the same composition, there is an increase in concrete compressive strength. Concrete compressive strength increases in the variations of 0.3% RHA + 0.5% CF and 0.5% RHA + 0.5% CF with values of 36.78 and 37.122 MPa respectively, or an increase of about 8.85% and 9.59% from normal concrete. However, there is a decrease in compressive strength in the variation of 0.8% RHA + 0.5% CF with a value of 33.72 MPa or about 0.43%.

Key words: Coconut fiber, rice husk ash, Elastic Modulus, Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

سَمِ اللهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Limbah Kulit Singkong Terhadap Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar (Studi Penelitian)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc.Prof.Ir.Fahrizal Zulkarnain, S.T.,M.Sc.Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing I sekaligus sebagai Ketua Program Studi teknik Sipil yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida ST,MT. selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc.Prof.Ir.Fahrizal Zulkarnain, S.T.,M.Sc.Ph.D. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc.selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Wagino Saputra dan Ibunda tercinta Yuli Maisa yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
10. Terimakasih juga kepada Adik saya Septian Dwi Erlangga dan beserta keluarga besar saya om, tante dll yang telah terus mendukung saya dalam mengerjakan tugas akhir saya ini.
11. Sahabat-sahabat penulis yaitu keluarga Al pagi dan anak stambuk 2019 lainnya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan juga seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

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

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 5 Maret 2024



Irvan Aldyansah rambe

NPM : 1907210215

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Beton Serat	7
2.3 Bahan Dasar Pembuatan Beton	8
2.3.1 Semen	8
2.3.2 Agregat Kasar	9
2.3.3 Agregat Halus	11
2.3.4 Air	12
2.3.5 Abu Sekam Padi	13
2.4 Serat Sabut kelapa	15
2.5 Faktor Air Semen	17
2.6 Modulus Elastisitas	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Diagram Alir	22
3.2 Metode Penelitian	23

3.2.1	Data Primer	23
3.2.2	Data Sekunder	23
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian Penelitian	24
3.4	Bahan dan Alat	24
3.4.1	Bahan	24
3.4.2	Alat	27
3.5	Persiapan penelitian	35
3.6	Pemeriksaan agregat	35
3.6.1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	35
3.6.2	Kadar Air Agregat Halus	36
3.6.3	Kadar Lumpur Agregat Halus	36
3.7	Pemeriksaan Bahan Tambah (Filler)	37
3.7.1	Berat Jenis Dan Penyerapan Abu sekam Padi (ASP)	37
3.7.2	Berat Jenis Penyerapan Serat Sabut Kelapa	37
3.8	Pelaksanaan Penelitian	38
3.8.1	Perencanaan Campuran Beton	38
3.8.2	Abu Sekam Padi	40
3.8.3	Serat Sabut Kelapa	40
3.8.4	Mix Design	40
3.8.5	Pembuatan Benda Uji	41
3.8.6	Pengujian Slump Flow	41
3.8.7	Perawatan Beton	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Pemeriksaan Agregat Kasar	43
4.1.1	Analisa Gradasi Agregat Kasar	43
4.1.2	Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	45
4.1.3	Berat Isi Agregat Kasar	45
4.1.4	Pemeriksaan Kadar Air Gregat Kasar	46
4.1.5	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	46
4.1.6	Sifat Fisik Agregat Kasar	47
4.2	Pemeriksaan Agregat halus	47
4.2.1.	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	47

4.2.2.	Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat halus	49
4.2.3.	Berat Isi Agregat Halus	50
4.2.4.	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	50
4.2.5	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	51
4.2.6.	Sifat Fisik Agregat Halus	51
4.2.7.	Superplastizer	52
4.3.	Perencanaan Campuran Beton	52
4.3.1.	<i>Mix Design</i> Beton	52
4.3.2.	Kebutuhan Beton	61
4.4.	Hasil Pengujian Slump Test	62
4.5.	Hasil Dan Analisa Pengujian beton	63
4.5.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	63
4.5.2	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	66
4.6	Pembahasan	71
4.6.1	Pembahasan Kuat Tekan	71
4.6.2	Pembahasan Modulus Elastisitas	72
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	KESIMPULAN	75
5.2	SARAN	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Susunan Unsur Semen Portland	9
Tabel 2.2	Nilai Pengujian Beton Abu Sekam Padi	14
Tabel 2.3	Komposisi Kimia Abu Sekam Padi	15
Tabel 2.4	Komposisi Serat Kelapa	16
Tabel 2.5	Nilai Pengujian Beton Serat Kelapa	17
Tabel 2.6	Penelitian Sebelumnya Modulus Elastisitas	21
Tabel 4.1	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	43
Tabel 4.2	Hasil Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar	45
Tabel 4.3	Berat Isi Agregat Kasar	45
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Kadar Air agregat Kasar	46
Tabel 4.5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	46
Tabel 4.6	Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Kasar	47
Tabel 4.7	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	48
Tabel 4.8	Hasil Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus	49
Tabel 4.9	Berat Isi Agregat Halus	50
Tabel 4.10	Hasil Pemeriksaan Kadar Air agregat Halus	51
Tabel 4.11	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	51
Tabel 4.12	Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat Halus	52
Tabel 4.13	Jumlah Sika Yang Digunakan Pada Beton	52
Tabel 4.14	Perkiraan Kadar Air Bebas	54
Tabel 4.15	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Bebas	55
Tabel 4.16	Rekapitulasi Mix design Beton Mutu 25 MPa	59
Table 4.17	Nilai Uji Slump Beton Normal Dengan Beton Variasi	62
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan	65
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan FAS	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2	Semen	25
Gambar 3.3	Agregat Halus	25
Gambar 3.4	Agregat Kasar	25
Gambar 3.5	Air	26
Gambar 3.6	Abu sekam padi	26
Gambar 3.7	Serat sabut kelapa	27
Gambar 3.8	Saringan Agregat	27
Gambar 3.9	Wadah	28
Gambar 3.10	Timbangan digital	28
Gambar 3.11	Plastik	28
Gambar 3.12	Kuas	29
Gambar 3.13	Sekop	29
Gambar 3.14	Terpal	30
Gambar 3.15	Pan	30
Gambar 3.16	Piknometer	30
Gambar 3.17	Sarung tangan	31
Gambar 3.18	Masker	31
Gambar 3.19	Vaselin	32
Gambar 3.20	gelas ukur	32
Gambar 3.21	Cetakan Benda uji	32
Gambar 3.22	Alat Slump Test	33
Gambar 3.23	Bak perendaman	33
Gambar 3.24	Oven	34
Gambar 3.25	Mesin pengaduk semen	34
Gambar 3.26	Mesin penguji Modulus Elastisitas (Dial Gauge)	34
Gambar 3.27	Slump flow	42
Gambar 4.1	Grafik gradiasi agregat kasar	44
Gambar 4.2	Grafik pemeriksaan analisa agregat Halus	49

Gambar 4.3	Hubungan Fas dengan kuat tekan	53
Gambar 4.4	Penentuan persentase Pasir terhadap total agregat	56
Gambar 4.5	Penentuan berat isi beton basah	57
Gambar 4.6	Grafik rata-rata slump test	63
Gambar 4.7	Grafik Hasil Pengujian kuat tekan beton	65
Gambar 4.8	Grafik stress strain beton dengan beton normal	67
Gambar 4.9	Grafik stress strain beton dengan Variasi 0,3% ASP	68
Gambar 4.10	Grafik stress strain beton dengan Variasi 0,5% ASP	69
Gambar 4.11	Grafik stress strain beton dengan Variasi 0,8% ASP	70
Gambar 4.12	Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	71

DAFTAR NOTASI

F'_c	= Kuat tekan saat pengujian	(kg/cm ²)
P	= Beban tekan	(kN)
A	= Luas penampang	(cm ²)
B	= Jumlah air	(kg/m ³)
C	= Jumlah agregat halus	(kg/m ³)
D	= Jumlah agregat kasar	(kg/m ³)
E_c	= Modulus Elastisitas 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 di ukur pada tempat sudut dari bentang	(mm)
S	= Deviasi standar	(Mpa)
X_i	= Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji	(Mpa)
F_{cr}	= nilai kuattekan rata-rata	(MPa)
M	= nilai tambah margin	(MPa)
W_h	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.	(Kg/m ³)
W_k	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar	(Kg/m ³)
W_{semen}	= Jumlah semen	(Kg/m ³)
W_{air}	= Kadar air bebas	(Kg/m ³)

Fas	= faktor air semen bebas	(m ³)
Ca	= Absorpsi agregat halus	(%)
Da	= Absorpsi agregat kasar	(%)
Ck	= Kadar air agregat halus	(%)
Dk	= Kadar air agregat kasar	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan konstruksi di Indonesia semakin meningkat, Menurut artikel Kementerian Perindustrian Republik Indonesia akibat terjadinya peningkatan pembangunan konstruksi beton maka permintaan terhadap kebutuhan semen juga mengalami peningkatan bahkan konsumsi semen mencapai 66,21 juta ton pada tahun 2021 atau naik 5,9% dari tahun 2020. Kebutuhan permintaan semen yang tinggi tidak diimbangi dengan adanya produksi semen yang berimbang sehingga Indonesia masih menggunakan semen impor untuk memenuhi kebutuhan pembangunan di Indonesia. Menjawab kebutuhan ini maka perlu dipikirkan suatu alternatif bahan tambahan semen dalam sebuah konstruksi beton untuk dapat mengurangi pemakaian semen (Rompas et al., 2013)

Seiring berkembangnya era yang semakin maju, manusia dituntut untuk lebih kreatif dan inovatif dalam mengembangkan teknologi yang ada untuk mencari bahan tambahan semen tersebut. Terutama pada teknologi beton yang memiliki fungsi sangat luas dalam bidang konstruksi. Beton merupakan material yang terdiri dari campuran semen Portland, air, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) . Memberikan bahan tambah yang bersifat organik dan non organik dapat meningkatkan kualitas mutu beton. Bahan tambah biasa sebagai pengganti sebagian semen atau mengurangi agregat.

Pada penelitian ini akan menggunakan bahan tambahan serat sabut kelapa dengan penambahan abu sekam padi pada campuran beton sebagai tambahan semen. Kelebihan beton serat adalah, ekonomis dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar yang mudah diperoleh, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, beton tahan api, tidak busuk atau berkarat, tahan aus, rapat air, awet dan mudah perawatannya. Sedangkan Abu sekam padi adalah limbah hasil pertanian yang dibakar sampai menjadi abu. Kandungan silica yang terdapat dalam abu sekam padi sebanyak 86,90-97,30% . Namun dalam teknologi abu sekam padi belum banyak dimanfaatkan dengan baik. Dengan melihat

kandungan silica yang cukup tinggi dapat digunakan sebagai substitusi semen untuk campuran beton tergantung kehalusan abu sekam padi yang akan meningkatkan kemampuan kerja beton (Febrianita et al., 2020).

Seperti yang kita ketahui bahwa kemampuan kerja beton sangat lemah dalam kuat tarik tidak hanya kuat tarik saja yang menjadi permasalahan, tetapi nilai modulus elastisitas juga sangat mempengaruhi dalam kekuatan beton itu sendiri, dalam penelitian ini abu sekam padi dan abu serat sabut kelapa digunakan sebagai bahan tambah dalam adukan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan membuat benda uji silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. setelah melalui tahap perawatan selama 28 hari. Variasi penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah campuran beton direncanakan dengan variasi yaitu 0,3%, 0,5%, 0,8% untuk Abu sekam padi dan 0,5% untuk serat kelapa, serta digunakan factor air semen yaitu 0.45 untuk mengetahui hasil yang lebih optimal, jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 5 buah benda uji untuk pengujian modulus elastisitas (Abdillah, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana Pengaruh dan komposisi campuran beton dengan tambahan abu sekam padi 0,3% , 0,5% ,0,8% dan 0,5 % serat kelapa terhadap modulus elastisitas beton.
2. Bagaimana perbandingan hasil nilai modulus elastisitas beton antara beton normal dengan beton variasi Abu sekam padi dan serat kelapa .

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui komposisi campuran beton dengan tambahan serat kelapa dan abu sekam padi.
2. Untuk mengetahui efek penambahan serat kelapa dan abu sekam padi terhadap modulus elastisitas beton.
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai modulus elastisitas beton antara beton

normal dengan beton variasi Abu sekam padi dan serat kelapa.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

1. Jenis beton yang diteliti adalah beton normal.
2. Filler dan bahan tambah yang digunakan adalah abu sekam padi, serat kelapa, dan sika.
3. Tinjauan analisis pada beton ini adalah modulus elastisitas.
4. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 5 sampel benda uji
5. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada umur 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memanfaatkan limbah yang belum banyak dimanfaatkan seperti serat sabut kelapa dan abu sekam padi..
2. Untuk mengembangkan teknologi pembuatan beton dengan memanfaatkan material lokal.
3. Memberikan informasi mengenai perbandingan nilai modulus elastisitas hasil eksperimen laboratorium.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk penulisan tugas akhir dengan judul: : ‘‘PENGAMATAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON BERSERAT SABUT KELAPA DENGAN PENAMBAHAN VARIASI ABU SEKAM PADI’’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 mendapatkan 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 : ‘’ PENGAMATAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON BERSERAT SABUT KELAPA DENGAN PENAMBAHAN VARIASI ABU SEKAM PADI’’.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (Badan Standarisasi Nasional, 1993). Kelebihan dan kekurangan beton (Tjokrodimulyo, 1996) sebagai berikut :

1. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan lokal, kecuali semen portland yang harus didatangkan dari pabrik atau toko, pada daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil mungkin beton akan mahal.
2. Mempunyai kuat tekan yang tinggi serta sifat tahan korosi dan pembusukan oleh pengaruh lingkungan (panas dan kelembaban). Kadang-kadang diperoleh beton yang mempunyai kuat tekan yang sama dengan batu alami jika menggunakan bahan penambah kekuatan dan dikerjakan dengan baik.
3. Beton segar mudah diangkat dan dicetak sesuai keinginan. Untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan cukup dengan membuat cetakan yang dapat dipakai berulang kali sehingga ekonomis.
4. Jika dikombinasikan dengan baja tulangan maka akan menghasilkan beton yang dapat dipakai untuk struktur berat. Pada kondisi ini baja akan menahan tegangan tarik sedangkan beton akan menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan.
5. Mudah dalam perawatan, beton segar dapat disemprotkan pada beton lama yang rusak atau dapat diisi ke dalam retakan beton tanpa harus menghancurkan bagian yang rusak.
6. Beton segar dapat disalurkan dengan cara dipompakan sehingga memungkinkan untuk pengecoran pada bagian-bagian bangunan yang sulit dijangkau dengan alat lainnya.
7. Mempunyai sulfat tahan aus dan tahan terhadap panas sehingga biaya perawatan relatif murah (Saepudin et al., 2022).

Selanjutnya dinyatakan bahwa kekurangan beton antara lain :

1. Beton mempunyai kuat tarik rendah sehingga mudah rusak, oleh karena itu harus diberi tulangan baja atau kasa.
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang saat basah sehingga dilatasi (Construction joint) perlu dilakukan dengan arah panjang dan lebar untuk memberikan tempat pada sudut pengerasan dan pengembangan beton.
3. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dilatasi untuk mencegah terjadinya retakan-retakan pada permukaan atau badan beton.
4. Beton sulit untuk kedap air, bila diinginkan untuk kedap air secara sempurna harus dikerjakan dengan teliti.
5. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga perlu dihitung dan diteliti dengan seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

Karakteristik beton yang baik (Pane et al., 2015) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuantitas beton
 - a) Kepadatan, yaitu ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen.
 - b) Kekuatan, yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan.
 - c) Faktor air semen harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton.
 - d) Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan segala cuaca.
2. Kualitas beton
 - a) Kualitas semen.
 - b) Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
 - c) Kekuatan dan kebersihan agregat.
 - d) Adhesi atau interaksi antara pasta semen dan agregat.
 - e) Pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton.
 - f) Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 500 F.

- g) Kandungan chlorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% dalam beton terlindung.

Secara umum perencanaan campuran beton yang akan digunakan dalam pelaksanaan konstruksi harus memenuhi syarat (KardiyonoTjokrodimulyo, 1996), antara lain :

1. Syarat kekuatan Kekuatan yang dicapai pada umur yang ditentukan (28 hari) harus memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh perencana.
2. Syarat keawetan Beton yang dihasilkan harus tahan terhadap pengaruh-pengaruh luar yang dapat merusak beton itu sendiri.
3. Syarat kemudahan pelaksanaan Suatu rencana campuran beton harus memberikan workability yang cukup guna pengadukan, pengangkutan, pencetakan dan pemadatan tanpa mengurangi homogenisis beton.
4. Syarat ekonomis Perencanaan campuran beton harus memberikan proporsi bahan-bahan pembentuk beton yang tepat, supaya tidak menimbulkan berlebihnya pemakaian bahan yang menyebabkan kurang ekonomisnya suatu campuran beton (Saepudin et al., 2022).

2.2 Beton Serat

Beton serat ialah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa : serat abetos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, kelapa, bambu dan ijuk), serat plastic (popypropylene), atau potongan kawat baja. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada beton, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi dari pada beton biasa (Tjokrodimuljo, 1996).

campuran beton segar (Hannant, 1978). Jenis-jenis serat menurut ACI :

1. Serat-serat logam, seperti serat baja karbon atau serat baja tahan karat
2. Serat-serat sintetis (acrylic, aramid, nylon, polyester, polypropylene, carbon)
3. Serat-serat gelas (glass fibre)
4. Serat-serat alami (ijuk, rami, ampas kayu, jerami, sisal, sabut kelapa, abaca).

Gunawan dkk (2014) mencampur serat nylon pada beton ringan dengan teknologi foam dan menguji pengaruhnya terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan

modulus elastisitas. Penambahan serat nylon dilakukan berdasarkan berat volume beton dengan variasi 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1%. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 4 sampel per variasi. Dari analisis disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan serat nylon semakin tinggi nilai kuat tekan dan modulus elastisitasnya, namun nilai kuat tarik belah tertinggi terdapat pada penambahan serat nylon sebesar 0,5%. Nilai kuat tekan pada setiap variasi 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1% masing-masing sebesar 13,56 MPa, 14,33 MPa, 15,46 MPa, 16 MPa dan 18,23 Mpa (Ikhsan et al., 2016).

Berikut adalah berbagai contoh pemakaian serat yang telah dilakukan dalam beberapa penelitian, sebagai berikut:

1. Pengaruh Fraksi Volume Serat Polypropylene terhadap Kuat Tekan Beton Serat, Universitas Sumatera Utara, 2017.
2. Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Serat dengan Serat Akasia dan Serat Ban Bekas sebagai Bahan Tambah, Universitas Gadjah Mada, 2016.
3. Pengaruh Penggunaan Serat Bambu Terhadap Kuat Lentur Beton, Universitas Brawijaya, 2015.
4. Analisis Kuat Lentur Beton Serat Menggunakan Serat Kelapa, Universitas Kristen Petra, 2014.
5. Pengaruh Perbandingan Material pada Mortar dan Kuat Tekan Beton Serat Polyvinyl Alcohol, Universitas Sebelas Maret, 2013.

2.3 Bahan Dasar Pembuatan Beton

Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang bahan dasar pembuatan beton:

2.3.1 Semen

Semen portland atau biasa disebut semen adalah material pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (material yang berupa silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai material tambahan. material pembuat semen adalah material yang mengandung kapur, silikat, alumina, oksida, besi dan oksida lainnya. Semen merupakan bagian terpenting dalam pembuatan beton, semen mempersatukan

pasir, agregat kasar, agregat halus dan air menjadi satu kesatuan (Hunggurami et al., 2017).

Penggunaan semen dalam campuran beton dapat mempengaruhi modulus elastisitas beton. Semen yang digunakan dalam campuran beton dapat mempengaruhi sifat-sifat beton, termasuk modulus elastisitasnya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengaruh semen terhadap modulus elastisitas beton antara lain jenis semen, rasio semen-agregat, dan waktu pengerasan beton.

SNI 15-2049-2004 (2004) membagi semen portland menjadi 5 jenis:

Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

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.

Tabel 2.1 : Susunan unsur semen Portland (Tjokrodinuljo.2007)

Oksida persen	(%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO ₂)	17-25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5-6
Magnesia (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO ₃)	1-2
Soda/potash (Na ₂ O+K ₂ O)	0,5-1

2.3.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bahan yang digunakan dalam campuran beton untuk memberikan kekuatan dan kekakuan pada beton. Agregat kasar dapat berupa batu pecah, kerikil, atau pasir kasar. Ukuran agregat kasar dapat mempengaruhi sifat-

sifat beton, termasuk modulus elastisitasnya. Pengaruh Agregat Kasar terhadap Modulus Elastisitas Beton

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menginvestigasi pengaruh agregat kasar terhadap modulus elastisitas beton. Penelitian oleh Li et al. (2011) menunjukkan bahwa ukuran agregat kasar memiliki pengaruh yang signifikan pada modulus elastisitas beton. Semakin besar ukuran agregat kasar, semakin rendah modulus elastisitas beton. Penelitian lain oleh Wang et al. (2015) menunjukkan bahwa jenis agregat kasar juga dapat mempengaruhi modulus elastisitas beton. Agregat kasar yang lebih keras dan lebih kuat dapat meningkatkan modulus elastisitas beton.

Jenis agregat kasar pada umumnya yaitu batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, dan agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat. Dalam penelitian ini digunakan batu pecah alami. Batu pecah alami dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton. Agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1 % dan tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton (Hunggurami et al., 2017).

Persyaratan agregat kasar SK SNI S04-1989-F :

1. Butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium sulfat maksimum 18%. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
2. Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat kasar tidak boleh lebih gelap daripada warna standar gradasi.
3. Modulus halus butir antara 5 - 8 dan variasi butir sesuai standar gradasi.
4. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus tidak relatif terhadap alkali (Koidah & Setiawan, 2022)

(Haris,2020) Kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

1. Porositas rendah.

Porositas rendah akan menghasilkan suatu adukan yang seragam, dalam arti mempunyai keteraturan atau keseragaman yang baik pada mutu (kuat tekan) maupun nilai slumpnya. Akan sangat baik bila bisa digunakan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air yang kurang dari 1%. Bila tidak, hal ini bisa menimbulkan kesulitan dalam mengontrol kadar air total pada beton segar. Kadar lumpur untuk agregat kasar sebesar 1%.

2. Bentuk fisik agregat

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa batu pecah dengan bentuk yang tajam ternyata menghasilkan mutu beton yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kerikil bulat. Hal ini tidak lain adalah karena bentuk yang tajam bisa memberikan daya lekat mekanik yang lebih baik antara batuan dan mortar. Untuk agregat kasar tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan.

2.3.3 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Sesuai dengan (SNI 03 - 2847- 2002), bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no.100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus.

Persyaratan agregat halus SK SNI S-04-1989-F (Hunggurami et al., 2017):

1. Butir-butirnya keras dan tidak berpori.
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan), jika di uji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, jika di uji dengan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
4. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
5. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.

6. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
7. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.
8. Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa agregat halus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap modulus elastisitas beton. Semakin besar ukuran butir agregat halus, semakin rendah modulus elastisitas beton. Selain itu, semakin tinggi kadar air pada campuran beton, semakin rendah modulus elastisitas beton.

2.3.4 Air

Air untuk pembuatan beton sebaiknya digunakan air bersih yang dapat diminum. Air yang diambil dari dalam tanah (misalnya air sumur) atau air yang berasal dari Perusahaan Air Minum, pada umumnya cukup baik bila dipakai untuk pembuatan beton (Asroni: 2010). Menurut Peraturan Beton Indonesia Tahun 1971 (PBI-1971) (Asroni: 2010), air yang digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, material organis atau material yang lain yang merusak beton dan atau baja tulangan (Hunggurami et al., 2017).

Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi (SNI-03-2847-2002):

1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

Air juga dapat mempengaruhi sifat mekanis beton diantaranya pengaruh air terhadap modulus elastisitas beton dapat terjadi karena adanya perubahan volume beton akibat penyerapan air. Ketika beton menyerap air, volume beton akan

bertambah dan menyebabkan regangan pada beton. Hal ini dapat mengurangi modulus elastisitas beton. Namun, pengaruh air terhadap modulus elastisitas beton tidak selalu negatif. Pada beberapa kasus, penambahan air pada campuran beton dapat meningkatkan modulus elastisitas beton. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kepadatan beton akibat penambahan air.

2.3.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah produk sampingan pertanian yang dihasilkan dengan membakar sekam padi. Abu sekam padi ini bisa digunakan sebagai pupuk untuk tanaman dan juga sebagai bahan campuran beton, karena abu sekam padi ini mengandung silika yang tinggi. Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi karena tanaman padi menyerap silika dari tanah dan menyimpannya dalam biji-bijian dan sekam yang menutupi biji- bijian.

Abu sekam padi sangat mudah didapatkan di seluruh wilayah di Indonesia karena padi merupakan makanan pokok penduduk di Indonesia. karakter abu sekam padi yang cukup halus dengan kandungan silika aktif yang tinggi menjadi dasar penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Penggantian sebagian semen menggunakan abu sekam padi merupakan salah satu upaya menjadikan beton lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen ditinjau dari modulus elastisitas beton kinerja tinggi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total 6 benda uji. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 7,62 cm (3 inch) dan tinggi 15,24 cm (6 inch) dan menggunakan variasi komposisi abu sekam padi 1%.. Mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' = 25$ MPa. Uji modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari. Pengaruh abu sekam padi terhadap modulus elastisitas berbanding lurus dengan kuat tekannya. Nilai modulus elastisitas juga cenderung mengalami peningkatan seiring dengan semakin besarnya penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Data sekunder dari penelitian terdahulu oleh Lubis (2004) didapatkan kuat tekan rata-rata beton normal K-225 dan kuat tekan maksimal beton dengan campuran abu sekam padi pada umur 28 hari yaitu sebesar 24,63 MPa dan 29,26

MPa (mengalami peningkatan sebesar 18,84%). Penggunaan abu sekam padi yang mengandung senyawa silika (SiO_2) sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton dapat mengikat kapur mati Ca(OH)_2 sehingga kuat tekan beton meningkat, mengurangi panas hidrasi dan meningkatkan modulus elastisitas beton. Sehingga diperoleh kualitas beton yang lebih baik. Selain itu, abu sekam padi juga berperan sebagai pengisi pori atau celah(mikrofiller) antara agregat halus (Raharja, 2013).

Tabel 2.2 : Nilai Pengujian Beton Abu Sekam Padi

No	Nama dan Judul	Filler dan campuran	Hasil
1	Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K225 (Hidayat, 2008)	Abu sekam padi	Kuat tekan : 0%=22,43 Mpa 2,5%=22,90 Mpa 5%=23,46 Mpa 7,5%=24,50 Mpa 10%=22,81 Mpa
2	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi (Raharja, 2013)	Abu sekam padi	Kuat tekan : 0% = 85,55 Mpa 2,5%=88,65Mpa 5%=91,41 Mpa 7,5%=94,17 Mpa 10%=101,07 Mpa 15%=84,17 Mpa Modulus elastisitas 0% = 47843,00 Mpa 2,5%=48648,33 Mpa 5% = 50384,00 Mpa 7,5% = 53288,67 Mpa 10% = 54181,33 Mpa 15% = 45068,00 Mpa

3	Pengaruh Abrasi Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Adi Sambowo & Rismunarsi, 2014)	Abu sekam padi	Kuat Tekan : 0%= 41,31Mpa 13%= 42,56Mpa 15%= 48,50Mpa 16%= 53,20Mpa 17%= 58,21Mpa 20%= 44,12Mpa Modulus elastisitas : 0%=28460,33 Mpa 13%=28713,00 Mpa 15%=30411,67 Mpa 16%=37105,33 Mpa 17%=38436,67 Mpa 20%=34053,33 Mpa
---	--	----------------	---

Tabel 2.3 : Komposisi kimia abu sekam padi (Hadipramana, et al,)

Komponen	Kandungan (%)
CO ₂	0,10%
SiO ₂	89,90%
K ₂ O	4,50%
P ₂ O ₅	2,45%
CaO	1,01%
MgO	0,79%
Fe ₂ O ₃	0,47%
Al ₂ O ₃	0,46%
MnO	0,14%
S	0<LLD

2.4 Serat Sabut kelapa

Sabut kelapa merupakan limbah dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus. Sabut kelapa memiliki sifat tahan lama, ulet, kuat terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap (Isroful, 2009). Serabut kelapa merupakan serat yang mampu menyerap air sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran pada beton

segar, dan serat kelapa juga dikenal memiliki kuat tarik yang baik, (Mulyono, 2005).

Diberbagai negara serat sebagai penguat dan peningkat sifat deformasi beton bukan lagi barang asing. Beton diperkuat serat maka beban deformasi akan dialihkan ke serat. Peranan serat sebagai penahan retakan yang menjalar untuk menjebak ujung retakan agar lambat melintasi matrik dengan demikian regangan retakan ultimit komposit meningkat drastis dibandingkan beton tanpa serat. Mutu serat ditentukan oleh warna, persentase kotoran, kadar air, dan proporsi berat antar serat panjang dan serat pendek. Serat sabut kelapa yang bermutu tinggi berwarna cerah cemerlang dengan persentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung lumpur (Surianti & Arham, 2017).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji pengaruh serat kelapa terhadap modulus elastisitas beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada beton dapat meningkatkan modulus elastisitas beton. Hal ini disebabkan oleh sifat mekanik serat kelapa yang kuat dan tahan lama. Singh (2015) melakukan penelitian untuk menguji pengaruh serat kelapa terhadap sifat mekanik beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada beton dapat meningkatkan modulus elastisitas beton.

Tabel 2.4 : komposisi serat kelapa

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2.02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin	31.48	SNI 14-1492-1990
Kadar Sari	3.41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32.64	SNI-14-0444-1989
Kadar Total Selulosa	5.34	Metoda Internal BBPK
Kadar Pentosan	22.70	SNI 01-1561-1989

Kelarutan dalam NaOH 1%	20.48	SNI 19-1938-1990
-------------------------	-------	------------------

Tabel 2.5 : Nilai Pengujian Beton Serat Kelapa

No	Nama dan Judul	Filler dan campuran	Hasil
1	Peningkatan Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Serat Serabut Kelapa (Suwandi, 2002)	Serat Kelapa	Kuat tarik belah : 0%= 1,72 1%=1,81 2%=2,17 3%=2,41 4%=2,55 5%=2,83
2	Modulus Elastisitas Beton Serat Serabut Kelapa (Jaya, 2010)	Serat kelapa	Modulus elastisitas : 0%=19403,96 Mpa 0,5%=20251,20Mpa 1%=21537,02Mpa 1,5%=22267,81Mpa 2%=22177,87 Mpa
3	Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton (Sahrudin & Nadia, 2016)	Serat Kelapa	Kuat tekan : 0%= 17,106 Mpa 0,125%=19,936 Mpa 0,250%=15,008 Mpa 0,500%=22,159 Mpa
4	Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Dalam Persentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi (Prahara, Liong, & Rachmansyah, 2015)	Serat kelapa	Kuat tekan 0%=40,4 Mpa 1,5%=44,1 Mpa 2%=37,5 Mpa 2,5%=26,4 Mpa 3%=23,21 Mpa

2.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Nilai faktor air semen yang rendah akan mempengaruhi dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam peaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada faktor

air semen optimum untuk menghasilkan kuat tekan maksimum. Umumnya faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono,2004).

FAS yang rendah menyebabkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan keterkaitannya (kekuatan awal lebih berpengaruh). Batuan semen mencapai kepadatan yang tinggi (normal ratio sekitar 0,25-0,65). Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% dari berat semen dan dengan menggunakan faktor air semen yang rendah tentu kuat tekan yang diperoleh akan tinggi dan sebaliknya. Namun kenyataannya pada suatu nilai tertentu digunakan nilai faktor air semen yang rendah tidak meningkatkan kuat tekan betonnya, hal ini disebabkan karena workability yang rendah atau adukan beton sulit dipadatkan (Mulyono, 2003).

Faktor Air Semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan beton seperti yang dijelaskan oleh Murdock dan Brook (1986, Hal. 97), bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut Tjokrodimulyo (2007) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65.

Talbot dan Richard mengatakan bahwa pada rasio air semen 0.2 sampai dengan 0.5, kekuatan beton akan mengalami kenaikan. Akan tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Duff Abrams menunjukkan semakin bertambahnya nilai FAS hingga lebih dari 0.6 akan menurunkan kekuatan beton sampai nol pada nilai FAS 4,0 untuk beton yang berumur 28 hari.

Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919), dalam

Samekto dan Rahmadiyanto (2001), sebagai berikut:

$$F'_c = \frac{A}{B^{1,5+x}} \quad (2.1)$$

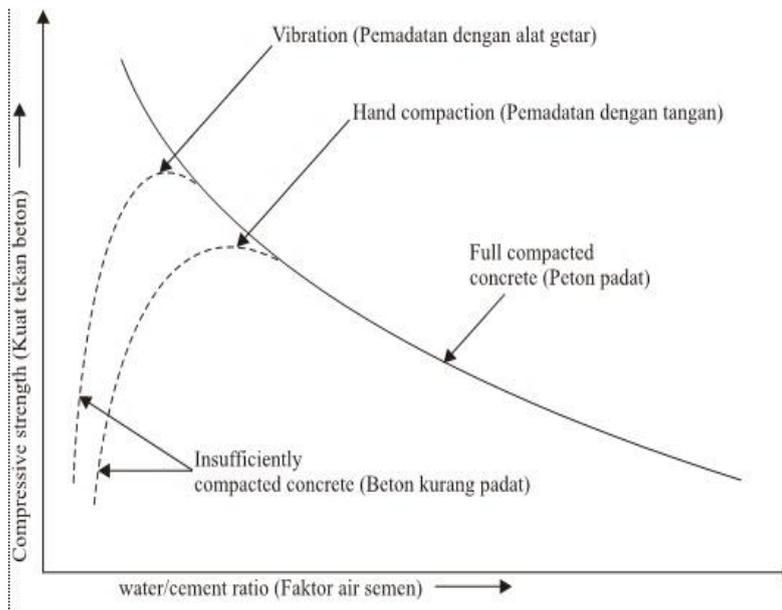
dimana:

f_c :Kuat tekan beton pada umur tertentu.

x :FAS (yang semula dalam proporsi volume).

A, B :konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat tekan betonnya, walaupun apabila dilihat dari rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton, tetapi nilai FAS yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat. Pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah faktor air semen dan kuat tekannya semakin rendah seperti pada Gambar. berikut ini.



Gambar 2.1 : *Hubungan kuat tekan Beton dengan Faktor air semen (Neville dan Brook,1987)*

Menurut Mindess et al., (2003), bila faktor air semen terlalu rendah, maka adukan beton sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum. Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton setelah mengeras. Adanya

udara sebanyak 5% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 35% dan pori-pori sebanyak 10% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 60% (Arizki et al., 2015).

2.6 Modulus Elastisitas

Sifat elastisitas suatu bahan sangat erat hubungannya dengan kekakuan suatu bahan dalam menerima beban. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang. Semakin besar modulus elastisitas semakin kecil lendutan yang terjadi. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang kecil (Neville,1975).

Modulus elastisitas beton hasil pengujian laboratorium dengan benda uji silinder dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut ASTM C 469 - 02:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0,000050} \quad (2.2)$$

Dimana:

E_c = Modulus elastisitas (Mpa)

S_2 = Tegangan 40% tegangan runtuh (kg)

S_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan $\epsilon_1 = 0,000050$

ϵ_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada S_2 (m^3)

ϵ_1 = regangan sebesar 0.000050 (m^3)

Sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 digunakan rumus nilai modulus elastisitas beton dengan mempertimbangkan unsur berat isi beton, untuk W_c diantara 1500 dan 2500 kg/m^3 rumus yang digunakan adalah :

$$E = (W_c)^{1,5} \times 0.043 \sqrt{f_c'} \quad (2.3)$$

sedang untuk beton normal adalah :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \quad (2.4)$$

Dalam ACI 363-92 "State of The Art Report on High Strength Concrete" adalah sebagai berikut (Pade et al., 2013) :

$$E_c = 3320 \sqrt{f_c'} \quad (2.5)$$

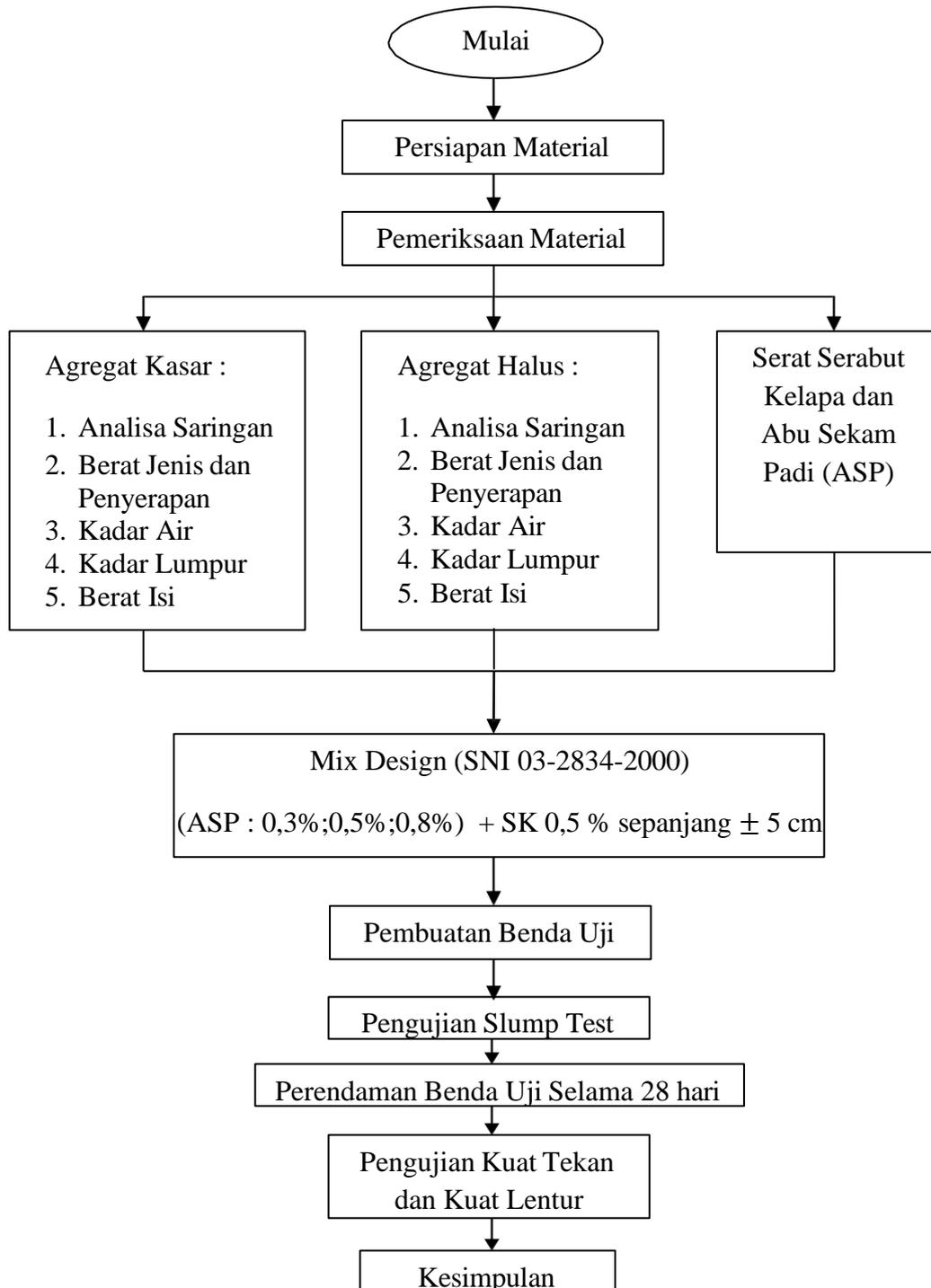
Tabel 2.6 :Penelitian Sebelumnya Dengan Analisis Modulus Elastisitas

No	Nama dan judul	Filler	Hasil
1	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Semen Sebagian Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi (Raharja, 2013)	Abu sekam padi	Modulus elastisitas 0%= 47843,00 Mpa 2,5%=48648,33 Mpa 5%= 50384,00 Mpa 7,5%= 53288,67 Mpa 10%= 54181,33 Mpa 15%= 45068,00 Mpa
2	Pengaruh Penambahan Styrofoam Dengan Pelarut Toluena Terhadap Modulus Elastisitas Beton Ringan (Simamora & Harahap, 2015)	Styrofoam	Modulus elastisitas 0%= 3853,8 Mpa 12%=3818,3 Mpa 14%=3731,6 Mpa 16%=3627,6 Mpa 18%=3914,9 Mpa 20%=4672 Mpa
3	Pengaruh Abrasi Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Adi Sambowo & Rismunarsi, 2014)	Abu sekam padi	Modulus elastisitas : 0%= 28460,33 Mpa 13%=28713,00 Mpa 15%=30411,67 Mpa 16%=37105,33 Mpa 17%=38436,67 Mpa 20%=34053,33 Mpa

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian

3.2 Metodologi Penelitian

Metodologi adalah suatu langkah dalam memecahkan suatu masalah dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisis data yang diperoleh.

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

3.2.1 Data Primer

Data ini adalah data yang telah berhasil diperoleh dari data laboratorium seperti:

1. Analisa Saringan agregat
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. Uji modulus elastisitas

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder ini adalah data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal-jurnal yang berhubungan penelitian ini, dimasukan juga referensi pembuatan beton berdasarkan

1. SNI (Standart Nasionnal Indonesia) (SNI 03-2834-2000, 2000) tentang cara pembuatan beton normal.
2. ASTM (American Society For Testing and Materials), ASTM-C469.(Standar metode uji untuk Modulus Elastisitas spesimen Beton Slinder) (469, 2006).
3. Jurnal-jurnal ilmiah dan buku-buku, sebagai acuan untuk penelitian ini.
4. PBI 1971 (Peraturan Beton Indonesia 1971) (Wangsadinata, 1971).

Adapun langkah langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Persiapan Material

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua perisapan dilakukan baru dapat melakukn pengujian

material, pengujian material mencakup keseluruhan bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian material agregat halus, pengujian material agregat kasar, pengujian material semen, pengujian abu sekam padi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai modulus lastisitas dalam beton.

2. Mix design

Dalam tahapan ini, semua bahan yang telah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya, dalam penelitian ini, mix design dibuat dalam empat variasi yaitu campuran beton normal, campuran serat kelapa dan ASP sebanyak 0,3%+1%, serabut kelapa dan ASP sebanyak 1%+0,5%, serabut kelapa dan ASP sebanyak 1%+1% dan dibuat pada cetakan silinder sebanyak 6 buah yang akan diuji pada umur beton 28 hari.

3. Pengujian benda uji

Setelah perendaman 28 hari, kemudian diangkat dan dikeringkan. Setelah beton kering pengujian modulus elastisitas bisa dilakukan. Data- data yang diperoleh dari hasil pengujian di lampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut nantinya akan menjadi kesimpulan didalam penelitian yang dilakukan.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian Penelitian

Penelitian dimulai pada juni 2022 sampai bulan agustus 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.4 Bahan dan Alat

3.4.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

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



Gambar 3.2 : Semen

2. Agregat Halus

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



Gambar 3.3 : Agregat halus

3. Agregat kasar

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



Gambar 3.4 : Agregat kasar

4. Air

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



Gambar 3.5 : Air

5. Abu sekam padi

Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedagang kaki lima sekitar kota medan.



Gambar 3.6 : Abu sekam padi

6. Serat sabut kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedagang kaki lima sekitar kota medan.



Gambar 3.7 : Serat sabut kelapa

3.4.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Saringan agregat

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



Gambar 3.8 : Saringan agregat

2. Wadah

Digunakan untuk menampung air atau agregat dalam pembuatan benda uji.



Gambar 3.9 : Wadah

3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian.



Gambar 3.10 : Timbangan digital

4. Plastik ukuran 5 kg

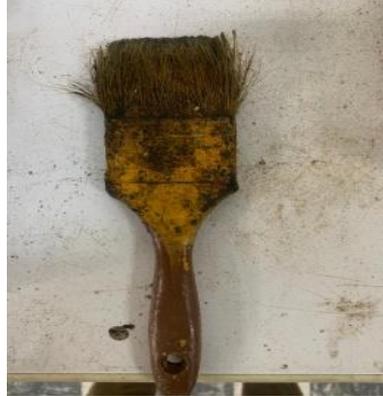
Plastik digunakan untuk menyimpan bahan yang akan ditimbang.



Gambar 3.11 : Plastik

5. Kuas

Kuas digunakan untuk mengoleskan vaseline pada cetakan benda uji saat akan di tuangkan.



Gambar 3.12 : Kuas

6. Sekop

Sekop digunakan untuk meratakan atau mengambil bahan material pada penelitian.



Gambar 3.13 : Sekop

7. Terpal

Terpal digunakan untuk meletakkan bahan saat akan dijemur.



Gambar 3.14 : Terpal

8. Pan

Digunakan untuk meletakkan bahan atau agregat yang akan dicuci.



Gambar 3.15 : Pan

9. Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengukur banyak campuran air yang digunakan pada campuran pembuatan beton.



Gambar 3.16 : Piknometer

10. Sarung tangan

Digunakan untuk melindungi tangan pada saat pekerjaan.



Gambar 3.17 : Sarung Tangan

11. Masker

Digunakan untuk melindungi mulut atau muka dari debu dan kotoran.



Gambar 3.18 : Masker

12. Vaseline

vaselin digunakan untuk dioleskan pada cetakan agar beton tidak lengket pada cetakan pada saat akan dibuka.



Gambar 3.19 : Vaseline

13. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyak air yang digunakan dalam pencampuran beton.



Gambar 3.20 : Gelas Ukur

14. Cetakan benda uji silinder

Digunakan untuk mencetak benda uji.



Gambar 3.21 : Cetakan benda uji silinder

15. Satu set alat slump test

Slump test digunakan untuk melihat seberapa kental adukan beton yang akan dibuat.



Gambar 3.22 : Satu set alat slump test

16. Bak perendaman

Digunakan untuk merendam benda uji selama waktu yang direncanakan.



Gambar 3.23 : Bak Perendaman

17. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan sampel atau bahan.



Gambar 3.24 : Oven

18. Mesin pengaduk semen

Digunakan untuk mengaduk semen agar pengadukan tercampur merata.



Gambar 3.25 : Mesin Pengaduk Semen

19. Mesin penguji modulus elastisitas

Digunakan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas benda uji.



Gambar 3.26 : Mesin Penguji Modulus Elastisitas

3.5 Persiapan penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai di lokasi maka material dipindahkan menurut jenis untuk mempermudah dalam tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan mengadakan penjemuran pada material yang basah. Setelah segala persiapan material selesai kemudian lanjut pada pemeriksaan agregat.

3.6 Pemeriksaan agregat

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksaan, diantaranya:

3.6.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton progra studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus

Langkah-langkah dan penyerapan agregat halus.

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengeringkan agregat halus yang jenuh air sampai sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Memasukkan contoh agregat halus kedalam cetakan kerucut pasir, lalu memadatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi-sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Memasukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu menmbang dan mencatat hasilnya.
5. Membuang air dari piknometer.
6. Memasukkan contoh agregat sebanyak 500 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan ir ampai penuh.
7. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama kurang lebih 15 menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
9. Merendam piknometer ke dalam ember berisi air selama kurang lebih 24 jam.

10. Setelah direndam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

3.6.2 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air ini berfungsi sebagai koreksi terhadap pemakaian air untuk campuran beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Kadar air dalam agregat dapat mempengaruhi Faktor Air Semen (FAS) untuk campuran beton dan mempengaruhi kuat tekan beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 56 serta mengikuit buku panduan praktikum beton Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaan kadar air agregat halus:

1. Mengambil contoh bahan sebagian untuk mewakili jumlah besar bahan yang akan digunakan.
2. Memasukkan contoh kedalam wadah lalu ditimbang.
3. Mengeringkan contoh bahan sampai berat konstan kedalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$.
4. Mengeluarkan contoh bahan dari oven untuk mendinginkan dalam suhu ruang kemudian ditimbang.
5. Melakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali.

3.6.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-199 serta mengikuti buku panduan praktikum. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No 200, persentase yang didapat dhitug dari pembagian bert kktoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya didalam persentase.

Langkah-langkah pengerjaan kadar lumpur agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No.4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.
3. Menimbang berat contoh setelah diayak.
4. Mengambil air dengan ember untuk mencuci agregat.

5. Mencuci contoh bahan tersebut dengan air bersih yang telah disiapkan, lalu menyaringnya dengan saringan No.200 dan masukkan e dalam wadah.
6. Melakukan prosedur nomor 4 dan nomor 5 secara berulang-ulang supaya tidak mengandung kadar lumpur lagi.
7. Mengeluarkan contoh bahan yang telah dioven selama ± 24 jam hingga berat konstan.
8. Mengeluarkan contoh bahan yang telah di panaskan dalam oven selama ± 24 jam, lalu mendinginkan beberapa saat, lalu ditimbang.
9. Menghitung persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah mencucinya.

3.7 Pemeriksaan Bahan Tambah (Filler)

3.7.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Abu sekam Padi (ASP)

Saringan pada berat jenis dan penyerapan abu sekam padi digunakan antara lain saringan No.100.

Langkah-langkah cara pengerjaan berat jenis dan penyerapan:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Memasukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
3. Membuang air dari piknometer.
4. Memasukkan abu sekam padi sebanyak 100 gram ke dalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.
5. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
6. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
7. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama ± 24 jam.
8. Setelah direndam ± 24 jam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

3.7.2 Berat Jenis Penyerapan Serat Sabut Kelapa

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Memasukkan sampel pasir ke dalam plastik.

3. Timbang piknometer kosong, lalu mencatat hasilnya.
4. Isi piknometer dengan air lalu timbang kembali.
5. Keluarkan air dan kemudian masukan sampel kerikil seberat 500 gram .
6. Tambahkan air hingga penuh ke dalam piknometer yang berisi sampel.
7. Piknometer yang berisi sampel dan air dipanaskan dalam waktu 3 x 5 menit. Setiap 5 menit angkat piknometer lalu goyang piknometer agar gelembung udara di dalam piknometer dapat keluar.
8. Setelah dirasa gelembung udara sudah tidak ada, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang mencapai suhu ruang.
9. Rendam piknometer di dalam ember yang berisi air sebanyak 11 liter dan diamkan selama ± 24 jam.
10. Keluarkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel kerikil yang tertinggal.
11. Masukkan wadah tersebut ke dalam oven dengan suhu 105 ± 5 °C .
12. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruang.

3.8 Pelaksanaan Penelitian

3.8.1 Perencanaan Campuran Beton

Karena SNI belum membuat pedoman dalam pembuatan beton SCC maka, dalam penelitian ini mengacu pada jurnal (Su et al., 2001). Cara menentukan proporsi campuran beton SCC sebagai berikut:

1. Langkah pertama menentukan jumlah agregat kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$W_g = PF \times W_{gl} \times \left(1 - \frac{S}{a}\right) \quad (3.1)$$

Dimana:

W_g = Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk beton SCC
(kg/m^3)

PF = Factor kerapatan agregat

W_{gl} = Berat isi agregat kasar (kg/m^3)

$\frac{S}{a}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

2. Langkah kedua menentukan jumlah agregat halus dengan rumus

sebagai berikut:

$$W_s = PF \times W_{sl} \times \left(1 - \frac{S}{a}\right) \quad (3.2)$$

Dimana:

W_s = Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk beton SCC
(kg/m^3)

PF = Factor kerapatan agregat

W_{sl} = Berat isi agregat kasar (kg/m^3)

$\frac{S}{a}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

3. Langkah ketiga menentukan jumlah semen dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{F'c}{20} \quad (3.3)$$

C = Jumlah semen yang dibutuhkan untuk beton SCC (kg/m^3)

$F'c$ = Kuat tekan rencana beton (psi)

4. Langkah kelima menentukan jumlah fly ash yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut:

$$W_{wc} = \left(\frac{w}{c}\right) \times C \quad (3.4)$$

Dmana:

W_{wc} = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m^3)

$\frac{w}{c}$ = Faktor air semen yang direncanakan

C = Jumlah semen (kg/m^3)

5. Langkah kelima menentukan jumlah fly ash yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut:

$$W_f = A\% \times C \quad (3.5)$$

Dimana:

W_f = Jumlah fly ash yang digunakan untuk beton SCC (kg/m^3)

A% = Berapa persen fly ash yang digunakan (%)

C = Jumlah semen (kg/m^3)

6. Langkah keenam menentukan jumlah superplasticizer dengan rumus sebagai berikut:

$$W_{sp} = n\% \times (C + W_f) \quad (3.6)$$

Dimana:

W_{sp} = jumlah superplasticizer (kg/m^3)

$n\%$ = dosis superplasticizer yang digunakan (%)

C = Jumlah Semen (kg/m^3)

W_f = jumlah fly ash (kg/m^3)

7. Cara penyesuaian campuran air yang dibutuhkan beton SCC sebagai berikut:

$$W_{wsp} = (1 - m\%) \times W_{sp} \quad (3.7)$$

Dimana:

W_{wsp} = Jumlah air di superplasticizer (kg/m^3)

$m\%$ = Kandungan superplasticizer padat (%)

W_{sp} = jumlah superplasticizer (kg/m^3)

$$W = W_{wc} + W_f - W_{sp} \quad (3.8)$$

Dimana:

W = Jumlah air di superplasticizer (kg/m^3)

W_{wc} = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m^3)

W_f = Jumlah fly ash (kg/m^3)

W_{sp} = Jumlah air di superplasticizer (kg/m^3)

3.8.2 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran kulit padi dan limbah pabrik penggilingan padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran.

3.8.3 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan campuran beton yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran 5 cm. ukuran serat sabut kelapa ini diperoleh dari sisa limbah kulit kelapa pedagang kaki lima.

3.8.4 Mix Design

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.8.5 Pembuatan Benda Uji

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

1. Beton SCC tanpa campuran dengan FAS 0,45 waktu umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil rata-ratanya.
2. Beton SCC dengan FAS 0,45 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 0,3% dari volume beton dan abu sekam padi sebanyak 1% dari berat semen , dengan umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil rata-ratanya.
3. Beton SCC dengan FAS 0,45 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 0,5% dari volume beton dan abu sekam padi sebanyak 1% dari berat semen , dengan umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil rata-ratanya.
4. Beton SCC dengan FAS 0,45 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 1% dari volume beton dan abu sekam padi sebanyak 1% dari berat semen , dengan umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil rata-ratanya.

3.8.6 Pengujian Slump Flow

Nilai slump flow yang ditetapkan adalah minimum 30 mm dan maksimum 60 mm. langkah-langkah untuk pengujian slump flow adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
2. Bersihkan kerucut abrams agar tidak menambah kadar air pada beton SCC.
3. Letakkan kerucut abrams dalam keadaan terbalik diatas alas yang telah dibuat.
4. Masukkan beton segar sebanyak kedalam kerucut abrams sampai 1/3 lalu

lakukan perojokan sebanyak 25 kali, kemudian masukkan beton segar sampai $\frac{1}{2}$ kerucut abrams lalu lakukan perojokan lalu masukkan beton segar sampai kerucut abrams penuh terisi.

5. Angkat kerucut abrams keatas hingga beton segar membentuk lingkaran.
6. Ukur diameter beton SCC.



Gambar 3.27 : *slump flow*

3.8.7 Perawatan Beton

Perawatan beton yang dilakukan pada benda uji di penelitian ini berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana 28 hari. Namun pada penelitian ini benda uji diangkat pada hari ke- 27 untuk memastikan beton tersebut benar-benar kering pada saat dilakukan pengujian modulus elastisitas beton. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perendaman benda uji adalah sebagai berikut:

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

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

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.

4.1.1 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 analisa gradasi agregat kasar yang tertera pada Tabel 4.1:

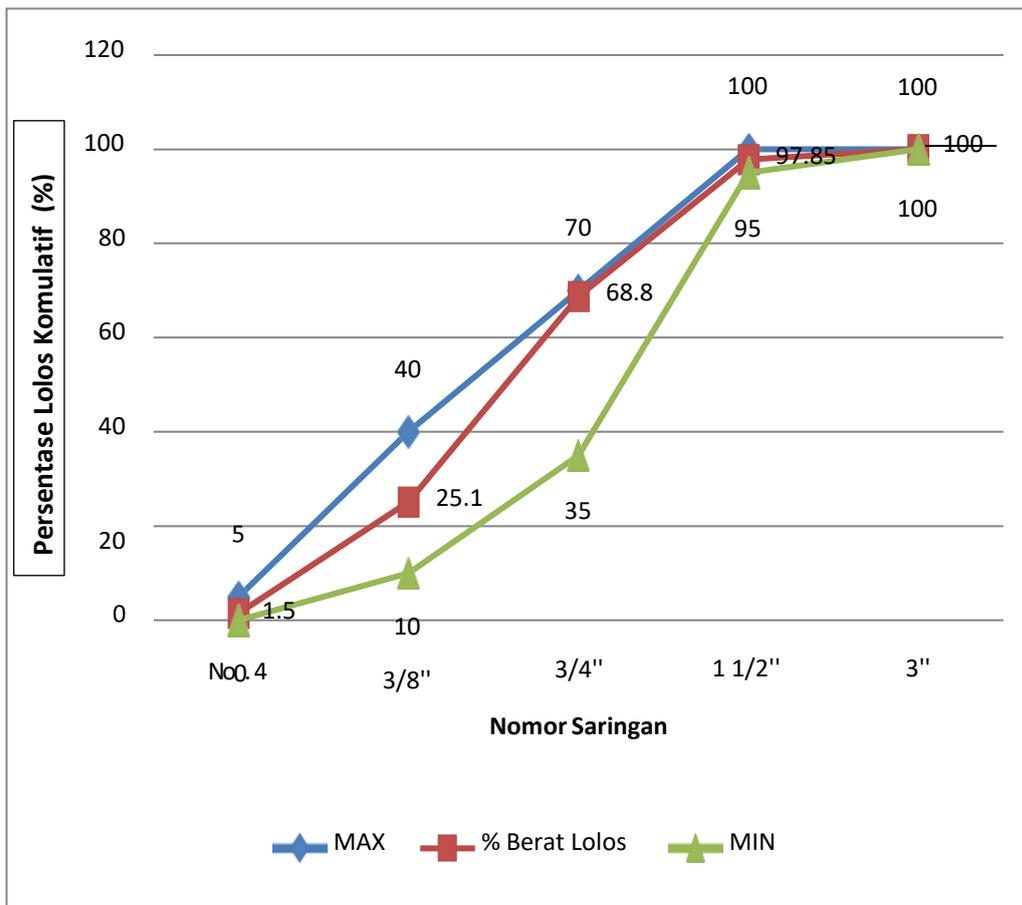
Tabel 4.1: Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Komulatif	
SNI	ASTM			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
Total		2000	100	205,75	

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

$$\text{Modulus Kehalusan (FM)} = \frac{\text{jumlah \% kumulatif yang tertahan}}{100} = \frac{205.75}{100} = 2,05 \%$$

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 table 4.2:

Tabel 4.2 : Hasil Berat Jenis dan Penyerapan air

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	gr

Dari hasil pemeriksaan 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 Rojok	Cara Penggoyangan	Rata-Rata	Satuan
Berat Contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat Wadah	6400	6400	6400	6400	gr

Pengujian	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Penggoyangan	Rata-Rata	Satuan
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 Gregat Kasar

Pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Table 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 & 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 sampe 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 Tabel dibawah ini:

Table 4.5 : Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Wadah (W1)	494	566	gr

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
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: 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 Komulatif Tertahan

$$3/8'' = 0 + 0 = 0 \%$$

$$\text{No. 4} = 0 + 4,95 = 4,95 \%$$

$$\text{No/ 8} = 4,95 + 10,25 = 15,20 \%$$

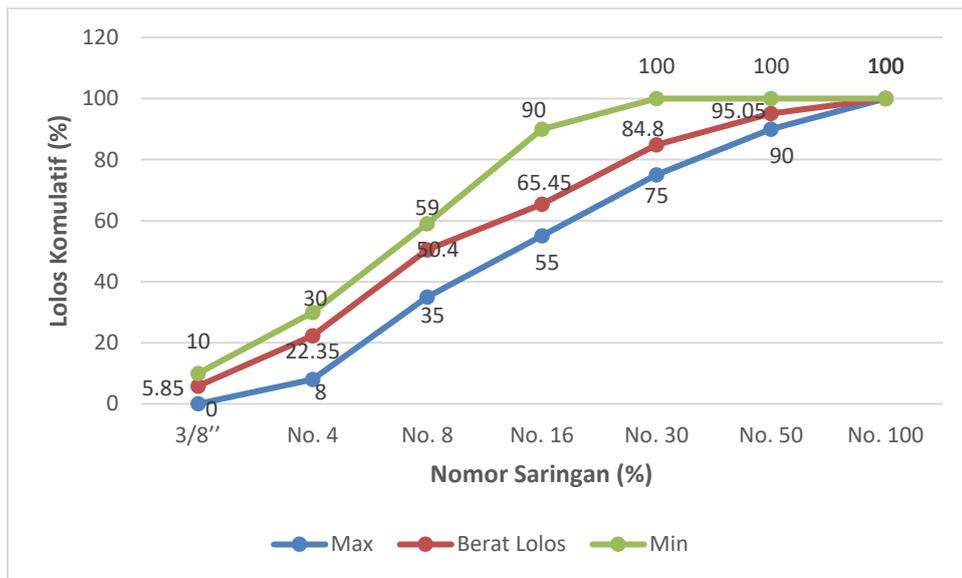
$$\text{No. 16} = 15,20 + 19,35 = 34,55 \%$$

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 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehausan)} &= \frac{\text{jumlah \% kumulatif yang tertahan}}{100} \quad (4.1) \\
 &= \frac{276,10}{100} = 2,76 \%
 \end{aligned}$$

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



Gambar 4.2 : Grafik pemeriksaan analisa 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

Agregat Halus	Sampel I	Sampel II	Rata - rata	Satuan
Berat SSD di dalam air (C)	948	943	945,5	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 $[(B - E) / x 100\%$	2,88	7,76	2,32	%

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 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	11125,5	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

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat di lihat pada tabel 4.10 berikut:

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 & Berat Wadah	6722	7012	gr
Berat Wadah	511	508	gr
Berat Air	269	424	gr
Berat Contoh Kering	6211	6504	gr
Kadar Air	5,43		%
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 di lihat pada table 4.11 berikut :

Table 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	%

4.2.7. Superplastizer

Sika sebagai bahan kimia tambahan pada beton memiliki takaran. Jumlah sika yang digunakan tiap beton dapat dilihat pada Tabel 4.13:

Tabel 4.13 : Jumlah sika yang digunakan pada beton

No	Benda Uji	Jumlah	Satuan
1	Silinder	11	ml
2	Balok	28	ml

Pada setiap benda uji memiliki takaran untuk menggunakan sika untuk setiap benda uji silinder memiliki jumlah 11 ml dan untuk benda uji balok 28 ml.

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*:

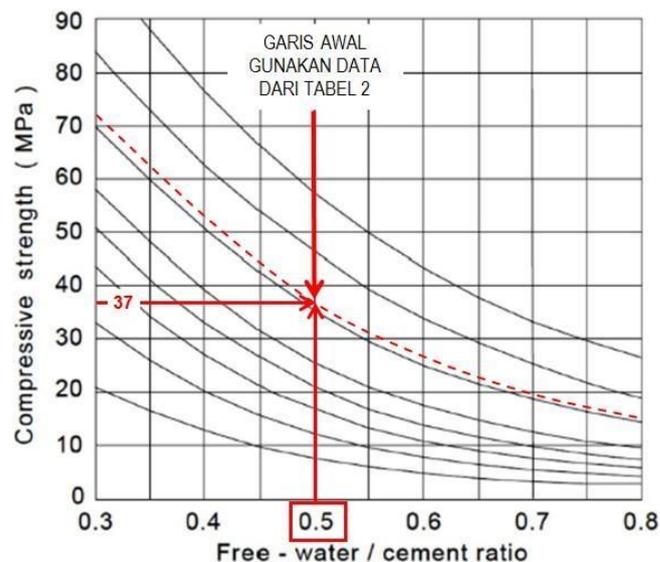
1. Kuat tekan direncanakan = 25 Mpa
2. Menentukan nilai margin/tambah (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03- 2834 – 2000,

karena jumlah benda uji yang dibuat adalah 6 buah maka jumlah data uji tersebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata – rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f_c + 12$ Mpa).

3. Kuat tekan beton rata – rata yang ditargetkan (f_{cr}) = $f_c + M$
 $f_{cr} = 25 + 12$
 $f_{cr} = 37$ 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 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 berikut.



Gambar 4.3 : Hubungan FAS dengan Kuat Tekan (SNI 03-2834-2000)

8. Penetapan Kebutuhan Air.

Kebutuhan air dapat dilihat ditabel perkiraan kadar air bebas dibawah ini,

Tabel 4.14 : 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 tak pecah	115	140	160	175
	Batu tak pecah	155	175	190	205

- Ukuran maksimum agegat kasar yang digunakan pada penelitian inisebesar 40 mm.
- Penetapan nilai slump, nilai slump berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini nilai slump 30 – 60 mm.
- Maka diperoleh nilai :

$$\text{Batu tak pecah / alami (Wh)} = 160$$

$$\text{Batu pecah (Wk)} = 190$$

$$\text{d. Kebutuhan air} = \frac{2}{3} \text{Wh} + \frac{1}{3} \text{Wk} \quad (4.2)$$

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

9. Penetapan jumlah semen minimum.

Berdasarkan tabel di bawah didapatkan jumlah semen minimum sebagai berikut:

Tabel 4.15 : Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Bebas

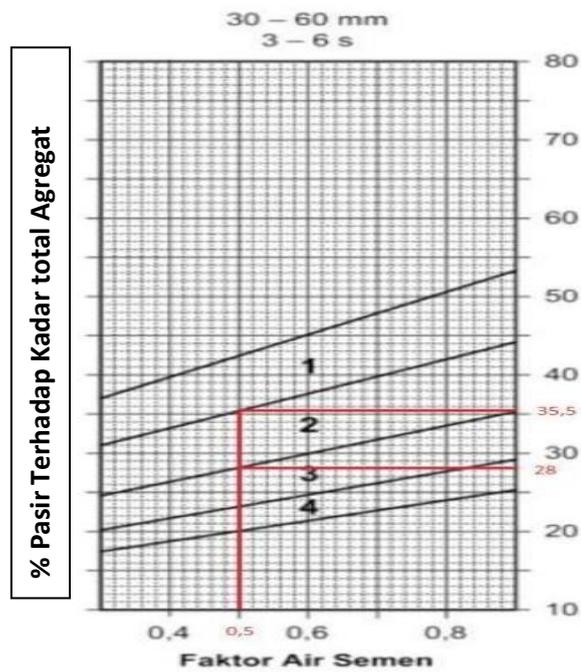
Lokasi	Jumlah semen minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruangan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,630
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan kering dan basah secara berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali		
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

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 ke arah kanan, sehingga didapatkan batas bawah dan batas atasnya.



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

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

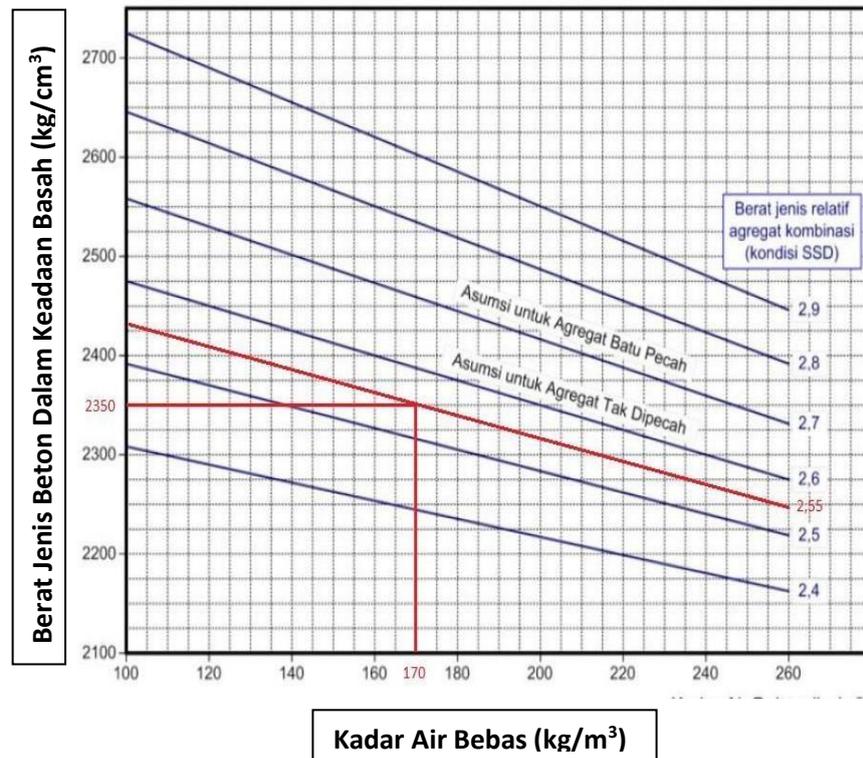
Persentase agregat halus : $\frac{28+35,5}{2} = 32 \%$

Persentase agregat kasar : $100\% - 32\% = 68\%$

11. Berat Jenis agregat.

Berat jenis SSD pasir : 2,24
Berat jenis SSD kerikil : 2,69
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

Berat agregat campuran = 2350 – 340 – 170

Berat agregat campuran = 1840 kg/m³

14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan

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

Berat agregat kasar = 1840 – 588,8 = 1251,2 kg/m³

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Maka proporsi terkoreksi yaitu:

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

$$\text{b. Agregat Halus} = 588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Agregat kasar} &= 1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100} \\ &= 1235,06 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.16 : Rekapitulasi *mix design* beton mutu 25 MPa

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana (f_c)	25	Mpa
2	<i>Deviasi Standart</i>	-	Mpa
3	Nilai tambah	12	Mpa
4	Kuat tekan beton ditargetkan (f_{cr})	37	Mpa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (f_{as})	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h)	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (W_k)	190	-
10	Jumlah air 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	%
No	Uraian	Nilai	Satuan
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 haru dihitung dalam per m³ adukan

a. Semen $= \frac{340}{340} = 1$

b. Air $= \frac{185,49}{340} = 0,5$

$$\text{c. Pasir} = \frac{589,45}{340} = 1,73$$

$$\text{d. Batu pecah} = \frac{1235,06}{340} = 3,68$$

4.3.2. Kebutuhan Beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing-masing agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Untuk tiap silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi D^2 t & (4.6) \\ &= \frac{1}{4} 3,14 \cdot 15^2 \cdot 30 \\ &= 5298,75 \text{ cm}^3 = 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Maka semen yang dibutuhkan untuk benda silinder
 - = Banyak semen x Volume benda uji
 - = 340 x 0,0053 m³
 - = 1,802 kg
- Dimana terdapat campuran ASP 0,3%, 0,5% dan 0,8% dari berat semen untuk beton variasi
 - Asp 0,3% = 0,3/100 x 1,802 = 0,0054 kg
 - Asp 0,5% = 0,5/100 x 1,802 = 0,009 kg
 - Asp 0,8% = 0,8/100 x 1,802 = 0,0144 kg
- Jumlah semen yang digunakan 1 benda uji beton variasi dengan asp 0,3%, 0,5% dan 0,8% adalah
 - Semen untuk beton variasi ASP 0,3% = 1,802 – 0,0054 = 1,79 kg
 - Semen untuk beton variasi ASP 0,5% = 1,802 – 0,009 = 1,79 kg
 - Semen untuk beton variasi ASP 0,8% = 1,802 – 0,0144 = 1,65 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk benda uji (silinder)
 - = Banyak pasir x Volume benda uji
 - = 589,45 x 0,0053 = 3,124 kg
- Batu pecah yang digunakan untuk benda uji silinder
 - = Banyak batu pecah x volume benda uji

$$= 1235,06 \times 0,0053 = 6,545 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk benda uji silinder

$$= \text{Banyak air} \times \text{Volume benda uji}$$

$$= 185,49 \times 0,0053 = 983 \text{ ml}$$

- Total berat beton

$$= \text{Air} + \text{Agregat kasar} + \text{Agregat halus} + \text{Semen}$$

$$= 983 \text{ ml} + 6,545 \text{ kg} + 3,124 \text{ kg} + 1,802 \text{ kg}$$

$$= 12,454 \text{ kg}$$

4.4 Hasil Pengujian Slump Test

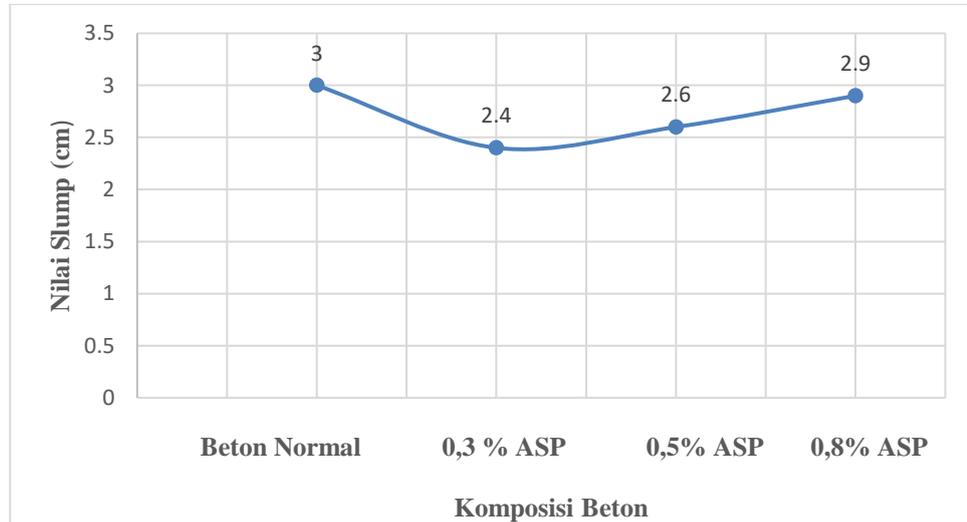
Uji slump adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menentukan workability pada campuran beton segar agar diketahui apakah campuran tersebut dapat digunakan atau tidak. Pengujian slump juga dapat memperlihatkan berapa banyak air yang digunakan dalam campuran beton, apakah air di dalam campuran beton kekurangan, kelebihan atau cukup air. Jika campuran beton terlalu cair maka akan menyebabkan mutu beton rendah dan lama mengering. Sedangkan, jika campuran beton yang kekurangan air maka akan menyebabkan adukan beton tidak merata dan sulit untuk dicetak serta mudah terjadi pecah dan retakan pada beton. Nilai dari pengujian slump test tertera pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 : Nilai Uji Slump Test Beton Normal Dengan Beton Variasi

Variasi	Slump
	Silinder
	28 hari
Beton Normal	3
0,3% ASP + 0,5% SK	2,4
0,5% ASP + 0,5% SK	2,6
0,8% ASP + 0,5% SK	2,9

Pada beton normal didapat nilai slump sesuai rencana 3-6 cm yang disebabkan tidak ada campuran ASP dan SSK, sedangkan pada beton variasi campuran mendapatkan nilai slump rata-rata yang lebih rendah dari target rencana

(3-6 cm) seperti pada Gambar dibawah. hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat serabut kelapa dapat mengakibatkan penurunan workability campuran beton.



Gambar 4.6 : Grafik Rata-rata Slump Test

Dari grafik tersebut dapat kita lihat bahwa dengan penambahan abu sekam padi dapat menurunkan nilai slump test beton, menurut (Ridhwan Muhammad Iqbal & Gati Annisa Hayu, 2020), pada penggunaan abu sekam padi memiliki nilai slump dibawah beton normal. Hal ini disebabkan abu sekam padi memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi. Penurunan nilai slump yang terjadi juga ditunjukkan oleh beberapa peneliti sebelumnya, salah satunya Lubis (2004) bahwa jumlah air yang digunakan pada campuran beton tidak sepenuhnya digunakan untuk reaksi adukan beton, namun ada sebagian yang diserap oleh abu sekam padi.

4.5. Hasil Dan Analisa Pengujian Beton

4.5.1. Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini, pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 10 sampel. Sebelum pengujian dilakukan, bagian atas dan bawah benda uji dipasang capping agar permukaan

bidang tekan menjadi rata sehingga beban yang diterima dapat terdistribusi secara merata. Berikut hasil perhitungan pengujian kuat tekan beton:

a. Beton normal A:

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 748 \text{ KN} \\ \text{Luas Silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{748000}{17671,46} \\ &= 42,33 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Beton normal B:

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 450 \text{ KN} \\ \text{Luas Silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{450000}{17671,46} \\ &= 25,46 \text{ MPa} \\ \text{Rata-rata} &= \frac{42,33+25,46}{2} = 33,869 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. FA 1 (ASP 0,3% dan SK 0,5%) :

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 650 \text{ KN} \\ \text{Luas Silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{650000}{17671,46} \\ &= 36,78 \text{ MPa} \end{aligned}$$

d. FA 2 (ASP 0,5% dan SK 0,8%) :

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 656 \text{ KN} \\ \text{Luas Silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{656000}{17671,46} \\ &= 37,122 \text{ MPa} \end{aligned}$$

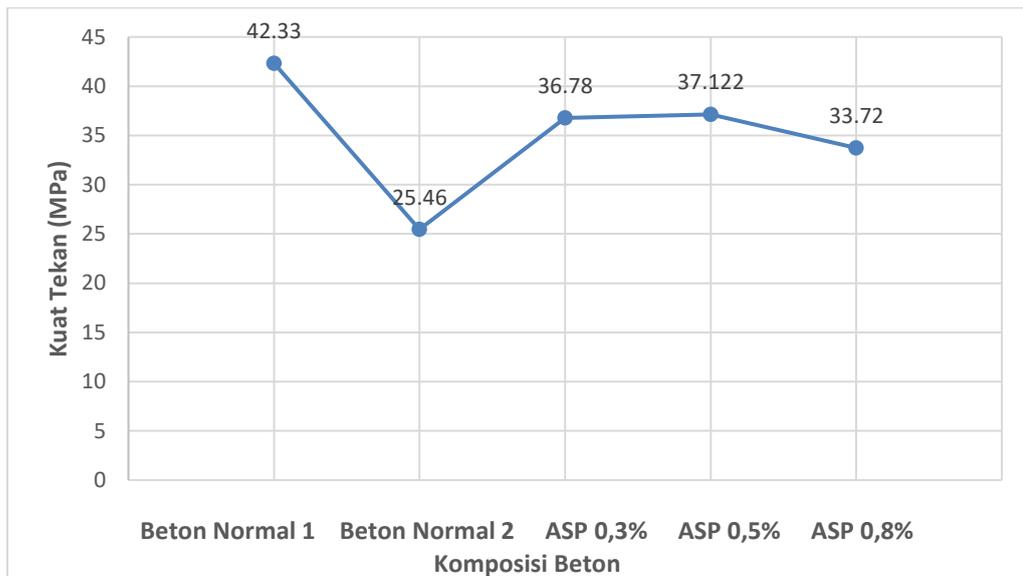
e. Fa 3 (ASP 0,8% dan SK 0,5%):

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 596 \text{ KN} \\ \text{Luas Silinder (A)} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{596000}{17671,46} \end{aligned}$$

$$= 33,72 \text{ MPa}$$

Tabel 4.18 : Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Kode	Uraian	Beban (kN)	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)
1	Beton Normal A	Beton Normal	748	17671,46	42,33
2	Beton Normal B	Beton Normal	450	17671,46	25,46
3	Fa1	0,3% ASP	650	17671,46	36,78
4	Fa2	0,5% ASP	656	17671,46	37,122
5	Fa3	0,8% ASP	596	17671,46	33,72



Gambar 4.7 : Grafik Kuat Tekan Beton

Berdasarkan perhitungan dan gambar di atas didapatkan bahwa beton normal memiliki kuat tekan tertinggi, sedangkan beton variasi kuat tekannya tertinggi pada Fa2 (ASP 0,5% + SSK 0,5%).

4.5.2. Hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas menggunakan metode ASTM C – 469, pengujian modulus elastisitas beton menggunakan alat kuat tekan beton dan dial gauge (alat uji modulus elastisitas beton). Pengujian dilakukan pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari pada beton normal dan beton dengan tambah ASP 0,3%;0,5% dan 0,8%.

Rumus yang digunakan untuk menghitung modulus elastisitas beton sebagai berikut:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)} \quad (4.7)$$

Dimana:

E_c = Modulus Elastisitas

S_2 = Tegangan pada saat 40% dari tegangan batas (MPa)

S_1 = Tegangan pada saat regangan 0,00005

E_2 = Regangan longitudinal akibat tegangan sebesar S

1. Modulus Elastisitas Pada Beton Normal



Gambar 4.8 Grafik Stress Strain Beton Dengan Beton Normal

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} S_2 &= 40\% \times 18,117 \\ &= 7,24 \end{aligned}$$

$$S_1 = 2,830$$

$$\epsilon_2 = 0,00013$$

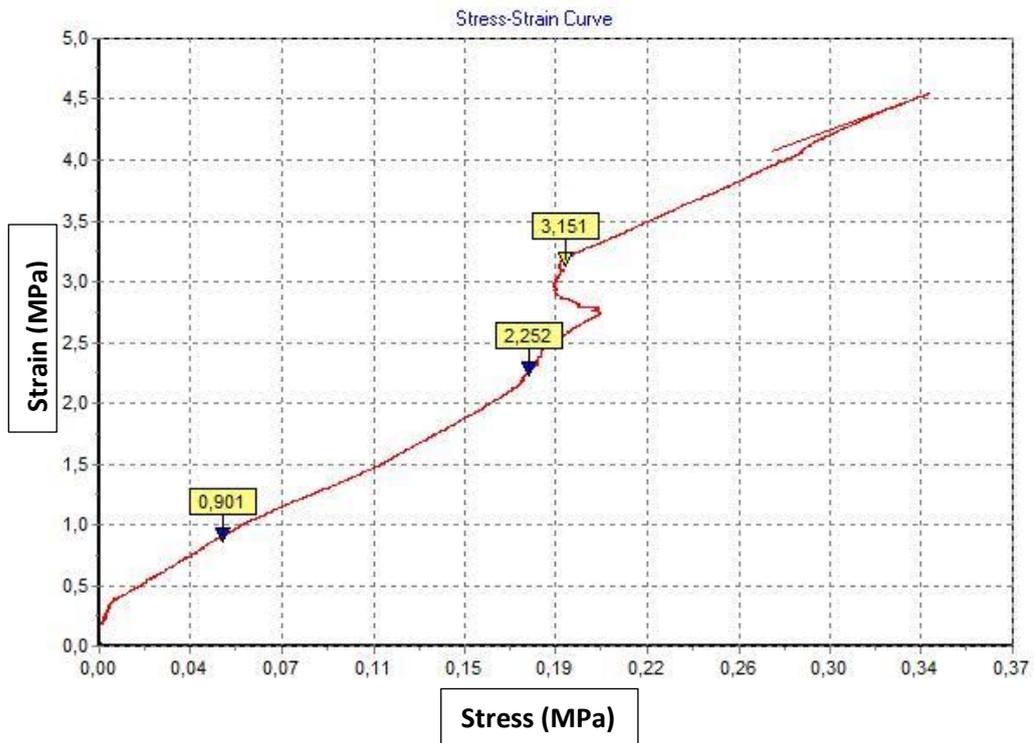
Maka :

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

$$E_c = \frac{(7,24 - 2,830)}{(0,00013 - 0,000050)}$$

$$= 55,125 \text{ Mpa}$$

2. Modulus elastisitas beton variasi 0,3% Asp dan SK 0,5% (Fa4)



Gambar 4.10 : Grafik Stress Strain Beton Dengan Variasi 0,3% ASP dan 0,5% SSK

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} S_2 &= 40\% \times 17,22 \\ &= 6,88 \end{aligned}$$

$$S_1 = 2,83$$

$$\epsilon_2 = 0,0006$$

$$\epsilon_1 = 0,00005$$

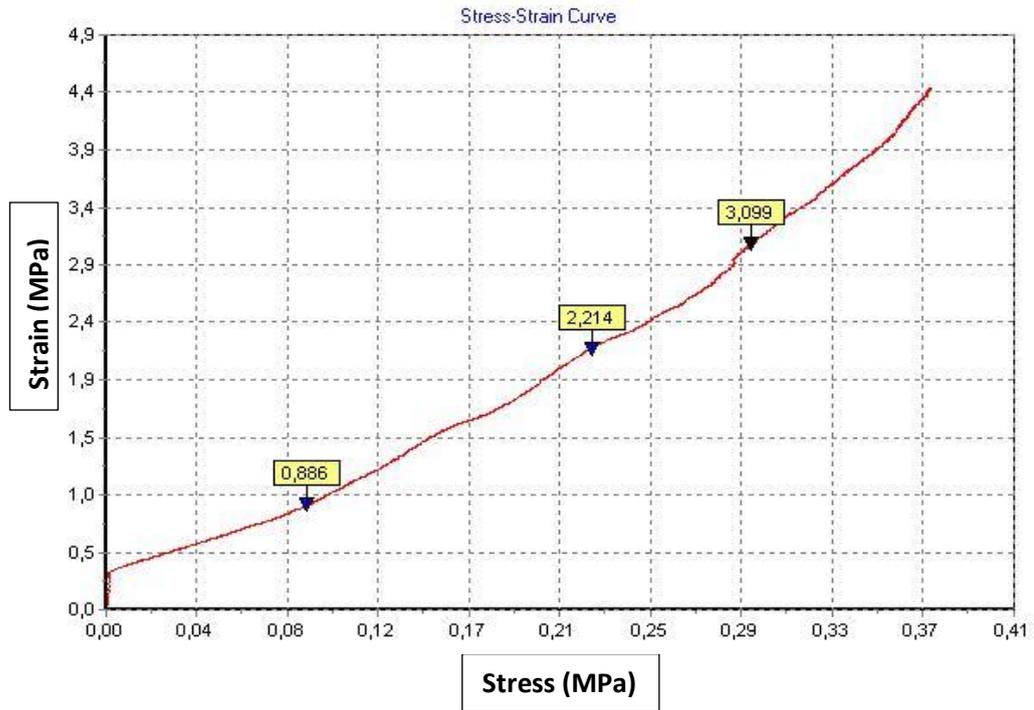
Maka

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

$$E_c = \frac{(6,88 - 2,83)}{(0,0006 - 0,000050)}$$

$$= 7363,63 \text{ MPa}$$

3. Modulus elastisitas beton variasi 0,5% ASP san 0,5% SSK



Gambar 4.11 : Grafik Stress Strain Beton Dengan Variasi 0,5% ASP dan 0,5% SSK

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} S_2 &= 40\% \times 17,70 \\ &= 7,08 \end{aligned}$$

$$S_1 = 2,830$$

$$\epsilon_2 = 0,00030$$

$$\epsilon_1 = 0,00005$$

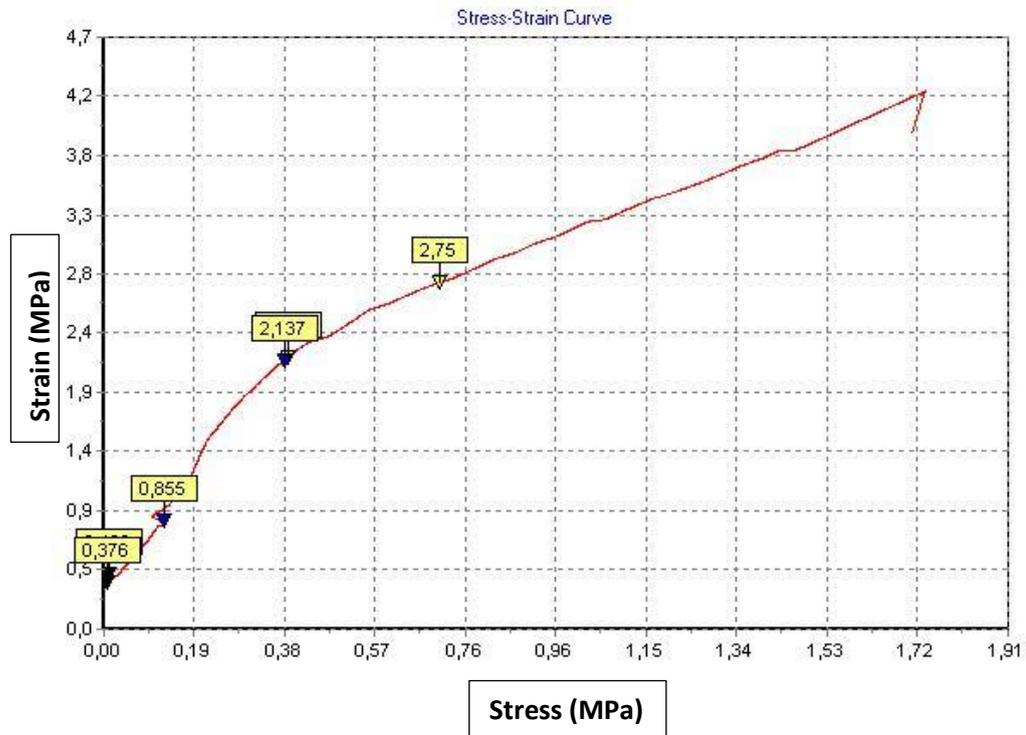
Maka :

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

$$E_c = \frac{(7,08 - 2,830)}{(0,00030 - 0,000050)}$$

= 17000 MPa

4. Modulus elastisitas beton variasi 0,8% ASP dan 0,5% SSK



Gambar 4.12 : Grafik Stress Strain Beton Dengan Variasi 0,8% ASP dan 0,5% SSK

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} S_2 &= 40\% \times 17,08 \\ &= 6,832 \end{aligned}$$

$$S_1 = 2,830$$

$$\epsilon_2 = 0,0004$$

$$\epsilon_1 = 0,000050$$

Maka :

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

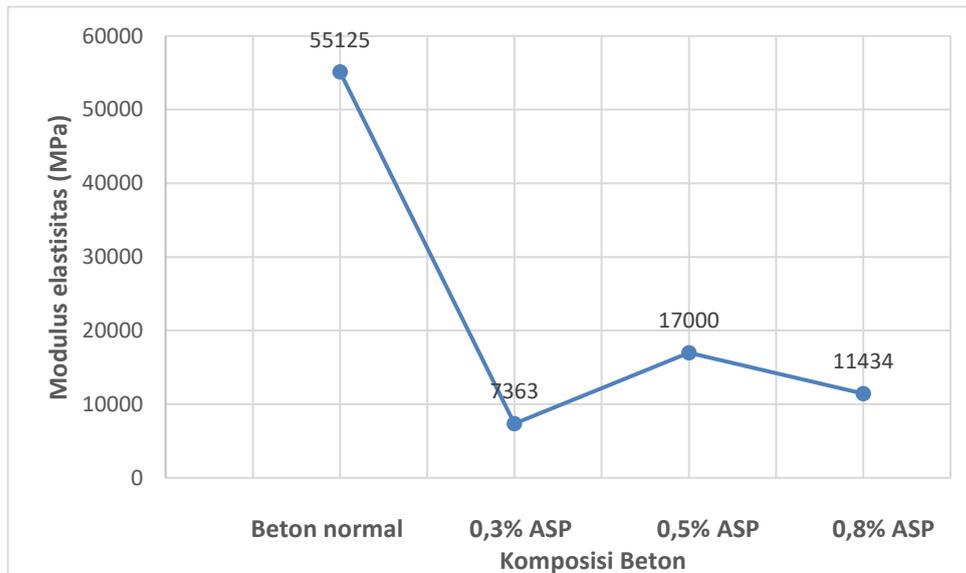
$$E_c = \frac{(6,832 - 2,830)}{(0,0004 - 0,000050)}$$

= 11434 Mpa

Dari hasil pengujian modulus elastisitas yang dilakukan di Laboratorium Universitas Sumatera Utara, maka diperoleh hubungan tegangan-regangan aksial pada setiap benda uji. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 : Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Sampel	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
Beton Normal A (fos2A)	55125
Beton Variasi 0,3% ASP + 0,5% SK	7363
Beton Variasi 0,5% ASP + 0,5% SK	17000
Beton Variasi 0,8 % ASP + 0,5 % SK	11434



Gambar 4.13 : Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

4.6. Pembahasan

4.6.1. Pembahasan Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang berumur 28 hari, terdapat kenaikan kuat tekan beton pada beton variasi 0,3% dan 0,5% ASP dan kenaikan kuat tekan beton pada variasi 0,8%, berdasarkan persentase kenaikan kuat tekan

beton dapat dilihat pada penjelasan dibawah:

a. Variasi 0,5% SK + 0,3% ASP

- Perubahan kuat tekan beton $= 36,78 - 33,869$
 $= 2,911 \text{ MPa}$
- Perbandingan kuat tekan beton $= \frac{36,78}{33,869}$
 $= 1,08$
- Persentase perubahan kuat tekan $= \frac{36,78-33,869}{33,869} \times 100$
 $= 8,85 \%$

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

- Perubahan kuat tekan beton $= 37,122 - 33,869$
 $= 3,25 \text{ Mpa}$
- Perbandingan kuat tekan beton $= \frac{37,122}{33,869}$
 $= 1,09$
- Persentase perubahan kuat tekan $= \frac{37,122-33,869}{33,869} \times 100$
 $= 9,59 \%$

c. Variasi 0,5 % SK dan 0,8 % ASP

- Perubahan kuat tekan beton $= 33,72 - 33,869$
 $= -0,14 \text{ Mpa}$
- Perbandingan kuat tekan beton $= \frac{33,72}{33,869}$
 $= 0,99$
- Persentase perubahan kuat tekan $= \frac{33,72-33,869}{33,869} \times 100$
 $= -0,43 \%$

Berdasarkan perhitungan terjadi penurunan dan kenaikan persentase dengan penambahan serabut kelapa (SK) dan abu sekam padi (ASP). Beton mengalami penurunan sebesar 0,43 % dan terjadi kenaikan sebesar 9,59 %.

4.6.2. Pembahasan Modulus Elastisitas

Dari hasil pengujian Modulus elastisitas yang berumur 28 hari, terdapat Penurunan/kenaikan Modulus Elastisitas beton pada beton variasi 0,3% 0,5% dan 0,8%, berdasarkan persentase kenaikan/penurunan Modulus elastisitas beton

dapat dilihat pada penjelasan dibawah:

a. Variasi 0,5% SK + 0,3% ASP

- Perubahan modulus elastisitas $= 7363 - 55125$
 $= -47762 \text{MPa}$
- Perbandingan modulus elastisitas $= \frac{7363}{55125}$
 $= 0,13$
- Persentase perubahan modulus elastisitas $= \frac{7363 - 55125}{55125} \times 100$
 $= -86,64 \%$

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

- Perubahan modulus elastisitas $= 17000 - 55125$
 $= -38125 \text{Mpa}$
- Perbandingan modulus elastisitas $= \frac{17000}{55125}$
 $= 0,30$
- Persentase perubahan modulus elastisitas $= \frac{17000 - 55125}{55125} \times 100$
 $= -69,16 \%$

c. Variasi 0,5 % SK dan 0,8 % ASP

- Perubahan modulus elastisitas $= 11343 - 55125$
 $= -43782 \text{ Mpa}$
- Perbandingan modulus elastisitas $= \frac{11343}{55125}$
 $= 0,2$
- Persentase perubahan modulus elastisitas $= \frac{11343 - 55125}{55125} \times 100$
 $= -79,42\%$

Berdasarkan perhitungan terjadi penurunan persentase dengan penambahan serabut kelapa (SK) dan abu sekam padi (ASP). Beton mengalami

penurunan tertinggi sebesar 86% pada ASP 0,3%.

Dari hasil perhitungan ini diketahui bahwa serabut kelapa dan abu sekam padi dapat menurunkan modulus elastisitas beton. Menurut (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014), nilai modulus elastisitas setiap variasi mengalami penurunan yang disebabkan akibat dari penambahan substitusi ASP, sehingga workabilitas campuran menjadi tidak maksimal akibat tidak seimbangnya penggunaan campuran. Penyebab lainnya juga dikarenakan ASP sangat menyerap air, akibatnya kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian penambahan abu sekam padi pada beton berserat sabut kelapa terhadap kuat lentur maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) pada campuran beton dapat berpengaruh pada nilai kuat Modulus Elastisitasnya. Dimana pada penelitian ini menggunakan variasi 0,3%; 0,5%; 0,8% ASP; dan tambahan 0,5% SK mengalami kenaikan dan penurunan Modulus Elastisitas dengan nilai berturut 7363 MPa; 17000 MPa; dan 11434 MPa.
2. Berdasarkan pengujian Modulus Elastisitas beton didapat nilai tertinggi pada beton variasi 0,5% ASP + 0,5% SK senilai 17000 Mpa, dan jika dibandingkan dengan Modulus Elastisitas beton normal, beton variasi mengalami penurunan sebesar 69,16%.
3. Penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa dapat memberikan kontribusi yang kurang positif terhadap beton, dimana dengan serat tersebut dapat menurunkan nilai modulus elastisitas Beton.

5.2. Saran

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

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi berbeda terhadap penggunaan abu sekam padi dan serabut kelapa untuk mengetahui tingkat kelenturan beton yang akan dihasilkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat membuat sampel variasi abu sekam padi dan serabut kelapa secara terpisah agar data yang dihasilkan lebih bervariasi.
3. Perlu adanya penambahan jumlah sampel agar dapat menghindari

adanya kesalahan atau kegagalan.

DAFTAR PUSTAKA

- 15-2049-2004, S. (2004). Semen Portland. *Badan Standarisasi Nasional*, 10(1), 5–14. <https://doi.org/10.1891/jnum.10.1.5.52550>
- 469, Ast. C. (2006). *ASTM C 469 Standart Test Method For Static Modulus of Elastitisitas and paission' Ratio of Concrete in Compression. i.*
- Abdillah, M. R. (2021). Analisis Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) Dan Serat Sabut Kelapa (SSK) Dengan Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1, 1–13.
- Arizki, R., Sari, I., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76.
- Badan Standarisasi Nasional. (1993). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal Sni 03-2834-1993. *03-2834*, 1–34.
- Febrianita, O., Ridwan, A., & Poernomo, Y. C. S. (2020). Penelitian Beton dengan Penambahan Abu Sekam Padi dan Limbah Keramik sebagai Substitusi Semen. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 275. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1138>
- Hunggurami, E., Bolla, M. E., & Messakh, P. (2017). P4_HUNGGURAMI_Perbandingan Desain Campuran. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 165–172.
- Ikhsan, M. N., Prayuda, H., & Saleh, F. (2016). Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 19, No. 2, 148-156, November 2016*, 19(2), 148–156.
- Koidah, N., & Setiawan, A. (2022). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Paciran Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 2(1), 8–17. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i1.3352>
- Pade, M. M. M., Kumaat, E. J., Tanudjaja, H., & Pandaleke, R. (2013). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud. *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), 479–485.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Raharja, S. (2013). *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan*. 1(4), 503–510.
- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus

Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2), 82–89.

Saepudin, U., Hartati, G., & Nur Bakri, S. (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Berserat Polymeric Sebagai Material Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). *Jurnal Media Teknologi*, 9(1), 88–95.

<https://doi.org/10.25157/jmt.v9i1.2788>

SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.

Surianti, S., & Arham, A. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 6(1), 57–64. <https://doi.org/10.55340/jmi.v6i1.588>

Wangsadinata, W. (1971). *Pbi 1971 N.1*. 258.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Serabut Kelapa (SK)



Gambar L.2 : Abu Sekam Padi (ASP)



Gambar L.4 : Pengujian Berat Isi Agregat



Gambar L.5 : Pengujian Berat Jenis



Gambar L.6 : Pengujian Analisa Saringan



Gambar L.7 : Penjemuran Agregat



Gambar L.8 : Pencucian Agregat



Gambar L.9 : Penimbangan Agregat



Gambar L.10 : *Mix Design*



Gambar L.11: Adukan Beton Segar



Gambar L.12 : *Slump Test*



Gambar L.13 : Cetakan Benda Uji



Gambar L.14 : Pemasangan *capping* pada benda uji



Gambar L.15 : Pengujian Kuat Tekan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Irvan Aldyansah Rambe
Nama Panggilan : Irvan
Tempat, Tanggal Lahir : Kabanjahe 01 Agustus 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Rantau Prapat
Agama : Islam

NAMA ORANG TUA

Ayah : Penerangan Rambe
Ibu : Mardiana Tanjung
No.Hp : 085361013433
Email : fahmirambe38@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210215
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 312 muara Banko	2012
2	SMP	SMP N 1 Ranto Baik	2015
3	SMA	SMA N 1 Rantau Selatan	2018
4	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 Sampai Selesai		

