

TUGAS AKHIR

SIFAT MEKANIK MODULUS ELASTISITAS BETON SERAT ALAMI DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI (ASP) DAN SERAT SABUT KELAPA (SSK)

(Studi Penelitian)

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

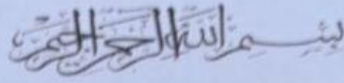
Disusun oleh:

MARIADLY RIZKY ABDILLAH
1707210153



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mariadly Rizky Abdillah
NPM : 1707210153
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Sifat Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami
Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) dan Serat
Sabut Kelapa (SSK)

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 25 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mariadly Rizky Abdillah

NPM : 1707210153

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Sifat Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami
dengsn Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) dan Serat
Sabut Kelapa (SSK)

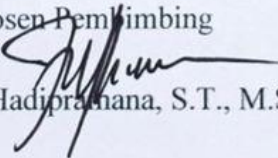
Bidang Ilmu : Struktur

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

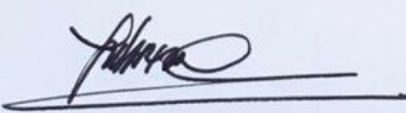
Medan, 25 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

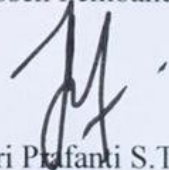
Dosen Pembimbing


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

Dosen Pembanding I


Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding II


Sri Prafanti S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil


Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Mariadly Rizky Abdillah

Tempat , Tanggal Lahir : Medan, 1 Maret 1999

NPM : 1707210153

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul "Sifat Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) dan Serat Sabut Kelapa (SSK)"

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

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

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

Medan, 1 Juli 2021

Saya yang menyatakan



Mariadly Rizky Abdillah
Mariadly Rizky Abdillah

ABSTRAK

SIFAT MEKANIK MODULUS ELASTISITAS BETON SERAT ALAMI DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI (ASP) DAN SERAT SABUT KELAPA (SSK)

Mariadly Rizky Abdillah

1707210153

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

Seperti yang kita ketahui bahwa 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 empat variasi yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% untuk abu sekam padi dan 0.3% untuk serat sabut kelapa, serta digunakan dua factor air semen yaitu 0.40 dan 0.45 untuk mengetahui hasil yang lebih optimal, jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 18 buah benda uji untuk pengujian modulus elastisitas dan kuat tekan. Dari hasil pengujian modulus elastisitas beton serat, nilai maksimum di dapatkan pada campuran variasi abu sekam padi 10% + serat sabut kelapa 0.003 pada FAS 0.40 sebesar 25231 MPa dengan kuat tekan beton serat maksimum di dapatkan pada campuran variasi abu sekam padi 10% + serat sabut kelapa 0.003 pada FAS 0.45 sebesar 30.4 MPa, namun nilai yang dihasilkan masih dibawah beton normal.

Kata Kunci: Beton serat, *self compacting concrete*, abu sekam padi, serat sabut kelapa.

ABSTRACT

MECHANICAL PROPERTIES MODULE OF ELASTICITY OF NATURAL FIBER CONCRETE WITH ADDITIONAL MATERIALS OF RICE HUSK ASH (RHA) AND COCONUT FIBER (CF)

Mariadly Rizky Abdillah

1707210153

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

As we know that concrete is very weak in tensile strength, not only tensile strength is a problem, but the value of the modulus of elasticity also greatly affects the strength of the concrete itself, in this study rice husk ash and coco fiber ash were used as additives in mortar. concrete. This study uses experimental methods in the laboratory by making cylindrical specimens measuring 15 cm in diameter and 30 cm in height. after going through the treatment phase for 28 days. Variations in the addition of rice husk ash and coconut fiber as added ingredients for the concrete mixture are planned with four variations, namely 0%, 10%, 20% and 30% for rice husk ash and 0.3% for coconut fiber, and two water cement factors are used, namely 0.40 and 0.45 to find out more optimal results, the number of specimens made was 18 specimens for testing the modulus of elasticity and compressive strength. From the results of testing the modulus of elasticity of fiber concrete, the maximum value is obtained in a mixture of 10% rice husk ash + 0.003 coconut husk ash variations at 0.40 FAS of 25231 MPa with the maximum fiber concrete compressive strength obtained in a 10% rice husk ash + coir fiber variation mixture. coconut 0.003 at 0.45 FAS of 30.4 MPa, but the resulting value is still below normal concrete.

Keywords: Fiber concrete, self compacting concrete, rice husk ash, coconut fiber.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc., selaku dosen pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan, saran serta motivasi yang diberikan.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc., 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 Sri Prafanti S.T, M.T, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik Sipil yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.

7. Kedua orang tua, ayahanda tercinta Zoelfikar SMHK dan ibunda tersayang Susi Emila SH yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
8. Segenap keluarga dan teman yang telah menyemangati dan membantu penyelesaian skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman seangkatan, terutama kelas D Angkatan 2017 yang selalu mengisi hari-hari menjadi sangat menyenangkan.
10. Seluruh staf dan karyawan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
11. Nuri Afsari, yang telah membantu dan memberikan semangat setiap harinya dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik sipil.

Medan, 1 Juli 2021

Penulis,

(Mariadly Rizky Abdillah)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Beton Serat	7
2.3 Workabilitas Beton	9
2.4 Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	9
2.5 Bahan Dasar Pembuatan Beton SCC	10
2.5.1 Semen	10
2.5.2 Agregat Kasar	11
2.5.3 Agregat Halus	12
2.5.4 Air	12
2.6 Abu Sekam Padi	13

2.7	Serat Sabut Kelapa	14
2.8	<i>Superplasticizer</i>	15
2.9	Faktor Air Semen	15
2.10	Modulus Elastisitas	16
BAB 3		18
METODOLOGI PENELITIAN		18
3.1	Metodologi Penelitian	18
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3	Alat dan Bahan	22
	3.3.1 Bahan	22
	3.3.2 Peralatan	23
3.4	Persiapan Penelitian	24
3.5	Pemeriksaan Bahan	24
	3.5.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	24
	3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	25
	3.5.3 Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	26
	3.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Serat Sabut Kelapa	27
	3.5.5 Kadar Air Agregat Kasar	29
	3.5.6 Kadar Air Agregat Halus	30
	3.5.7 Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
	3.5.8 Kadar Lumpur Agregat Halus	32
3.6	Pelaksanaan Penelitian	33
	3.6.1 Perencanaan Campuran Beton	33
	3.6.2 Abu Sekam Padi	35
	3.6.3 Serat Sabut Kelapa	35
	3.6.4 <i>Mix Design</i>	35
	3.6.5 Pembuatan Benda Uji	35
	3.6.6 Pengujian <i>Slump flow</i>	36
	3.6.7 Pengujian <i>V Funnel Test</i>	37
	3.6.8 <i>L-Box Test</i>	37
	3.6.9 Perawatan Beton	38
	3.6.10 Pengujian Modulus Elastisitas	39
BAB 4		41

HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Perencanaan Campuran Beton	41
4.2 Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton <i>Self-Compacting Concrete</i>	41
4.3 Pemeriksaan <i>Slump Flow</i>	49
4.4 Pemeriksaan <i>Viskositas</i>	52
4.5 Pemeriksaan <i>Passing Ability</i>	54
4.6 Pengujian Kuat Tekan	56
4.7 Pengujian Modulus Elastisitas	59
4.8 Pembahasan	64
4.8.1 Kuat Tekan Beton	64
4.8.2 Modulus Elastisitas Beton	65
BAB 5	67
KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1:	Bagan alir penelitian	21
Gambar 3.2:	<i>Slump Flow</i>	36
Gambar 3.3:	<i>V Funnel Test</i>	37
Gambar 3.4:	<i>L-Box</i>	38
Gambar 3.5:	Perawatan benda uji	39
Gambar 4.1:	Grafik <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40	51
Gambar 4.2:	Grafik <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.45	51
Gambar 4.3:	<i>V Funnel</i> adonan SCC dengan FAS 0.40	53
Gambar 4.4:	Grafik <i>V Funnel</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.45	53
Gambar 4.5:	Grafik <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40	55
Gambar 4.6:	Grafik <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.45	56
Gambar 4.7:	Hubungan kuat tekan rata-rata dengan ASP dan SSK, FAS 0.40	58
Gambar 4.8:	Hubungan kuat tekan rata-rata dengan ASP dan SSK, FAS 0.45	58
Gambar 4.9:	Hubungan kuat tekan rata-rata dengan serat.	59
Gambar 4.10:	Grafik persamaan regresi fungsi tegangan-regangan	60
Gambar 4.11:	Hubungan modulus elastisitas dengan ASP dan SSK, FAS 0.40	62
Gambar 4.12:	Hubungan modulus elastisitas dengan ASP dan SSK, FAS 0.45	62
Gambar 4.13:	Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan serat.	63
Gambar 4.14:	Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan FAS	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Komposisi kimia abu sekam padi.	14
Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.	25
Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.	26
Tabel 3.3: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.	30
Tabel 3.4: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.	31
Tabel 3.5: Data-data hasil kadar lumpur agregat kasar.	32
Tabel 3.6: Data-data hasil kadar lumpur agregat halus.	33
Tabel 3.7: Jumlah variasi sampel pengujian beton.	40
Tabel 4.1: Data-data tes dasar	41
Tabel 4.2: Variasi penambahan abu sekam padi serta serat sabut kelapa	42
Tabel 4.3: Komposisi Campuran Beton Self-Compacting Concrete dalam 1 m ³ dengan FAS 0.40	43
Tabel 4.4: Komposisi Campuran Beton Self-Compacting Concrete dalam 1 m ³ dengan FAS 0.45	43
Tabel 4.5: Slump flow adonan beton SCC normal	50
Tabel 4.6: Slump Flow adonan beton SCC dengan FAS 0.40	50
Tabel 4.7: Slump Flow adonan beton SCC dengan FAS 0.45	51
Tabel 4.8: V Funnel adonan beton SCC normal	52
Tabel 4.9: V Funnel adonan beton SCC dengan FAS 0.40	52
Tabel 4.10: V Funnel adonan beton SCC dengan FAS 0.45	53
Tabel 4.11: Passing Ability adonan beton SCC normal	54
Tabel 4.12: Passing Ability adonan beton SCC dengan FAS 0.40	55
Tabel 4.13: Passing Ability adonan beton SCC dengan FAS 0.45	55
Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton	57
Tabel 4.15: Persamaan regresi fungsi tegangan-regangan aksial beton SCC	60
Tabel 4.16: Data Hasil Analisis Penghitungan Modulus Elastisitas Beton	61

DAFTAR NOTASI

f'_c	= Kuat tekan beton (MPa)
P	= Beban maksimum (N)
A	= Luas penampang beton tertekan (mm ²)
PL	= <i>Passing Ability ratio</i> beton segar
PF	= Faktor kerapatan
w/c	= Faktor air semen rencana
H ₁	= Tinggi rata rata beton segar pada bagian ujung boks horizontal (mm)
H ₂	= Tinggi rata-rata beton segar pada bagian boks vertical (mm)
A	= Luas penampang benda uji (mm ²)
W _g	= Jumlah agregat kasar (kg/m ³)
W _{gl}	= Berat isi agregat kasar (kg/m ³)
W _s	= Jumlah agregat halus (kg/m ³)
W _{sl}	= Berat isi agregat halus (kg/m ³)
C	= Jumlah semen (kg/m ³)
W _f	= Jumlah <i>fly ash</i> dibutuhkan (kg/m ³)
W _{wc}	= Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m ³)
W _{sp}	= Jumlah <i>superlasticizer</i> (kg/m ³)
n%	= Dosis <i>superplasticizer</i> yang digunakan (%)
a/s	= Perbandingan agregat kasar dan agregat halus (%)
A%	= Persentase <i>fly ash</i> yang digunakan (%)
E _c	= Modulus elastisitas (MPa)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia seperti perumahan dan sarana yang lain, semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Di sisi lain, pembangunan rumah tinggal dengan biaya yang murah merupakan program yang diupayakan pemerintah dan diinginkan oleh masyarakat pada saat ini. Dalam upaya untuk menekan biaya bangunan, salah satu caranya adalah dengan pemanfaatan bahan rumah tangga, karena mudah diperoleh, biaya transportasi murah serta dapat menjadi sumber mata pencaharian masyarakat setempat di antaranya pemanfaatan abu sekam padi dan sabut kelapa yang diambil seratnya untuk bahan campuran beton (Dengan et al., 2012).

Beton adalah bahan yang terdiri dari kombinasi semen portland, air, agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) serta bahan tambahan. Untuk menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan, campuran bahan-bahan tersebut harus ditentukan sedemikian rupa (Samsudin & Hartantyo, 2017).

Salah satu bahan bangunan yang sering digunakan pada struktur bangunan modern adalah beton. Tingkat kebutuhan penggunaan beton sebagai struktur bangunan di masyarakat sangat tinggi. Karena beton dianggap lebih praktis dibandingkan bahan konstruksi lain dan lebih ekonomis (Samsudin & Hartantyo, 2017).

Pada era globalisasi kita dituntut untuk mampu beradaptasi dengan teknologi yang semakin canggih. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan manusia sehingga harus diseimbangkan dengan teknologi yang kian canggih. Pun pula terjadi pada teknologi beton. Saat ini perkembangan beton lebih memperhatikan kualitas kecairan yang tinggi sehingga pada saat pemadatan tidak membutuhkan bantuan *vibrator*. Beton ini disebut dengan *Self Compacting Concrete* (SCC) (Memadat et al., 2001).

SCC (*Self Compacting Concrete*) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan slump yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume

bekisting (*placing*) dan proses pematatannya (*compaction*), SCC tidak memerlukan proses penggetaran seperti pada beton normal. SCC mempunyai *flowability* yang tinggi sehingga mampu mengalir, memenuhi bekisting, dan mencapai kepadatan tertingginya sendiri (EFNARC, 2005).

Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) pertama kali dikembangkan di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan pada konstruksi beton pada awal tahun 1990-an (Okamura et.al. 2003). Berbeda dengan di Jepang, SCC di Indonesia masih belum berkembang pesat. Pengembangan SCC di Indonesia masih terbatas pada metode uji coba *mix design* yang akan digunakan pada beton tersebut. Salah satu bahan kimia yang mempengaruhi kemampuan SCC untuk mengalir adalah *superplasticizer*. Dosis *superplasticizer*, jenis semen, komposisi *mix design* beton menentukan kemampuan *superplasticizer* untuk melakukan reaksi (Hamdani et al., 2018).

Semen merupakan bahan yang terbuat dari bahan yang tergolong sumber daya alam tidak bisa diperbarui, sehingga dapat mengurangi persediaan bahan baku untuk produksi semen di alam bebas. Penambangan terus menerus bahan baku semen berdampak pada kerusakan alam. Hal tersebut mendorong ditemukannya material - material alternatif sebagai bahan tambahan pada pembuatan beton (Samsudin & Hartantyo, 2017).

Ide dasar pada penggunaan limbah sabut kelapa adalah banyaknya limbah serabut kelapa dari penjual es degan dan pedagang kelapa di pasar-pasar tradisional. Oleh sebab itu, Dalam penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan sera sabut kelapa dari limbah tersebut sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.

Dan di Indonesia merupakan negara agraris penghasil beras di Asia Tenggara. Berdasarkan hal tersebut padi yang dihasilkan banyak sekali limbah, yaitu berupa sekam dan jerami padi. Sekam padi merupakan limbah pertanian melimpah yang jarang dimanfaatkan pembuatan beton masyarakat sebagai bahan tambahan. Masyarakat biasanya memanfaatkan sekam ataupun perapian untuk ternak padi untuk bahan bakar memasak. Sekam padi memiliki kandungan mineral yang sama dengan kandungan mineral pada semen. Kandungan silika dari ekstraksi abu sekam padi adalah sebesar 82,26 % (Samsudin & Hartantyo, 2017).

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas antara beton normal dan beton serat dengan penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa ke dalam adukan beton. Abu sekam padi dan sabut kelapa diaplikasikan pada bahan tambah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan modulus elastisitas yang dihasilkan. Kemudian dengan penambahan serat sabut kelapa yang berdimensi kecil dan dengan presentase sedikit, di harapkan bahan tambah tersebut mampu untuk mengisi rongga dengan baik sehingga akan menghasilkan massa yang lebih padat dan dapat menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi.

Dalam tugas akhir ini yang akan diteliti adalah efek karakteristik abu sekam padi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan serat sabut kelapa dengan variasi 0.3% dari volume beton, terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton SCC (*Self-Compacting Concrete*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana variasi FAS 0.40 dan 0.45 terhadap penambahan kombinasi serat sabut kelapa dan abu sekam padi pada campuran beton SCC?
2. Bagaimana penambahan serat sabut kelapa dan dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15%, 20% terhadap modulus elastisitas beton SCC?
3. Bagaimana hubungan antar variasi serat sabut kelapa terhadap modulus elastisitas beton SCC?

1.3 Ruang Lingkup

Batasan masalah sangat diperlukan dalam penelitian, Oleh karena itu batasan masalah yang dibuat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Bahan penyusun beton yang digunakan antara lain semen Portland 1, agregat halus, agregat kasar, air, dan *filler*.
 - b. *Filler* yang digunakan merupakan abu sekam padi dan serat sabut kelapa.

- c. Abu sekam padi dan serat sabut kelapa diperoleh dari pedagang kaki lima di sekitaran kota medan.
 - d. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe 1.
 - e. Agregat halus yang digunakan diperoleh dari daerah jalan Megawati, kota Binjai.
 - f. Agregat kasar yang digunakan berukuran maksimum 20 mm diperoleh dari daerah jalan Megawati, kota Binjai.
 - g. Air berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Variasi penambahan campuran abu sekam padi substitusi semen pada beton SCC adalah 0%, 10%, 15%, 20%
 3. Jumlah serat sabut kelapa pada beton SCC adalah sebesar 0.3% dari volume beton.
 4. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0.40 dan 0.45
 5. Pengujian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada umur 28 hari dengan pengujian:
 - a. Kuat tekan dan modulus elastisitas berbentuk silinder
 - b. *Slumpflow test*
 - c. *V funnel test*
 - d. *L box test*
 6. Kontrol diameter pada *slumflow* ditetapkan 650 mm sampai 800 mm
 7. Jumlah sampel yang digunakan penelitian ini berjumlah 18 sampel benda uji.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian penyusunan tugas akhir adalah:

1. Untuk mengetahui variasi FAS 0.40 dan 0.45 terhadap penambahan kombinasi serat sabut kelapa dan abu sekam padi pada campuran beton SCC.

2. Untuk mengetahui penambahan serat sabut kelapa dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15%, 20% terhadap modulus elastisitas beton SCC.
3. Untuk mengetahui hubungan antar variasi abu sekam padi terhadap modulus elastisitas beton SCC.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk menambah pengetahuan di bidang bahan bangunan, khususnya pembuatan beton SCC dengan bahan tambahan abu sekam padi.
2. Untuk mengembangkan teknologi pembuatan beton SCC dengan memanfaatkan material lokal, dan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pengaruh karakteristik abu sekam padi terhadap modulus elastisitas beton.
3. Untuk mengurangi limbah yang belum banyak dimanfaatkan seperti abu sekam padi dan serat sabut kelapa.
4. Untuk masyarakat umum mengetahui tentang fungsi lebih abu sekam padi dan serat sabut kelapa.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan untuk konstruksi antara lain: struktur bangunan gedung, jalan raya, dermaga, dan berbagai struktur lainnya. Saat ini pemakaian beton mutu tinggi sebagai bahan konstruksi semakin banyak digunakan oleh beberapa industri jasa konstruksi yaitu beton pracetak seperti: tiang pancang, *slab*, gelagar, serta beberapa elemen struktur lainnya.

Pada beton mutu tinggi pemakaian material semen merupakan unsur utama yang lebih dominan atau lebih banyak dibandingkan pada beton dengan kekuatan normal. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang pemakaian bahan limbah alami seperti sekam padi sebagai substitusi semen. Hal ini dimungkinkan karena pada limbah tersebut mengandung Silica atau SiO_2 , dan senyawa tersebut merupakan salah satu unsur yang ada dalam kandungan semen. Adapun variasi campuran abu sekam padi yang akan digunakan untuk substitusi semen yaitu 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat volume semen (Mahyar et al., 2018).

2.2 Beton Serat

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus, dengan unsur penyusun semen, air, agregat halus, agregat kasar dan serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat dari tumbuhan (jerami, bambu dan ijuk), serat plastik, maupun potongan kawat baja. Penambahan serat pada pencampuran beton dapat mengurangi terjadinya segregasi, serat juga berfungsi untuk mencegah adanya retakan pada beton. Beton serat juga memiliki sifat lebih tahan akan benturan dan lenturan.

Inovasi terhadap beton serat saat ini sudah banyak diaplikasikan di lapangan. Pengerjaan beton serat sedikit lebih sulit dibandingkan dengan beton normal, namun beton serat memiliki lebih banyak kelebihan dari pada kelemahannya. Adapun serat yang banyak digunakan sebagai bahan campuran beton serat saat ini

ialah sabut kelapa, ijuk, serat plastik, serat asbes ataupun potongan kawat baja. Dengan majunya teknologi saat ini, bahan campuran dalam pembuatan beton serat tidak hanya menggunakan sabut kelapa, ijuk, serat plastik ataupun potongan kawat. Serat-serat lainnya bisa digunakan seperti serat bambu, serat nylon, serat tandan kelapa sawit, *fiber glass*, maupun serat *optic* (Ikhsan et al., 2016).

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

1. Judul: Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agergat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat (Ikhsan et al., 2016).

Bahan: Pecahan Kaca

Hasil: Hasil Penelitian diperoleh dengan penambahan 15% pecahan kaca sebesar 24,94 Mpa dengan nilai modulus elastisitas 23724,5 MPa, sedangkan dengan penambahan pecahan kaca sebesar 25% memperoleh hasil kuat tekan sebesar 25,77 MPa dengan nilai modulus elastisitas 23859,2 MPa.

2. Judul: Pegaruh Abrasi Air Laut Dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tamba abu Sekam Padi (Sambowo & Rismunarsi, 2014).

Bahan: Abu Sekam Padi

Hasil: Modulus elastisitas terbesar pada beton dengan bahan tambah abu sekam padi 17% dengan perendeman air laut bergerak yaitu 38436,67 MPa.

3. Judul: Analisi Mekanis Beton Busa Dengan Kombinasi Serat Sabut Kelapa Serta Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur (Riza et al., 2020).

Bahan: Sabut Kelapa, Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur

Hasil: peningkatan nilai modulus elastisitas maksimum terjadi pada beton dengan variasi 0% yaitu 13117,33 MPa. Dan nilai modulus elastisitas paling minimum terjadi pada beton variasi 20% yaitu sebesar 7972,22 MPa.

2.3 Workabilitas Beton

Workability adalah tingkat kemudahan beton untuk ditempatkan, dipadatkan sehingga tidak ada udara yang terjebak tanpa terjadi pemisahan agregat (segregasi) dan mengeluarkan air yang berlebihan (*bleeding*). Untuk mengukur *workability* beton yang paling sering digunakan metode *slump test*, hasil yang didapat dari pengukuran tinggi keruntuhan dari uji kerucut *Abrams* yang dinyatakan dalam centimeter. Untuk beton yang kental *workability* sulit, angka *slump* nya di kisaran 0 - 8 cm dan yang pengerjaannya lebih mudah pada slump 8 -12 cm (Amiruddin et al., 2015).

2.4 Beton *Self Compacting Concrete*

Menurut (Ladwing, II –M.,Woise,F.,Hemrich, W . and Ehrlich, N. 2001) dalam (Memadat et al., 2001), Beton memadat mandiri (*self compacting concrete*, SCC) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *van admixture superplastiziser* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang Sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton.

Untuk mendapatkan campuran beton dengan tingkat workabilitas dan kekuatan awal yang tinggi, perlu diperhatikan beberapa tahap. Menurut (Sugiharto et.al 2001 dan 2006) dalam (Memadat et al., 2001) tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Agregat kasar dibatasi jumlahnya sampai kurang lebih 50% dari campuran beton.
2. Pembatasan jumlah agregat halus kurang lebih 40% dari volume beton.
3. Penggunaan *superplasticizer* pada campuran beton untuk tingkat *workability* yang tinggi sekaligus menekan faktor air semen untuk mendapatkan kekuatan awal yang besar.

4. Ditambahkan bahan pengisi (*filler*) pada campuran beton, antara lain *Fly Ash* dan *Silica Fume* untuk menggantikan sebagian komposisi semen, hal ini ditujukan untuk meningkatkan keawetan (durabilitas) dan kekuatan tekan beton.

2.5 Bahan Dasar Pembuatan Beton SCC

Pada saat ini, beton paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan perumahan, perkantoran, jalan raya, jembatan, dan bendungan. Beton merupakan bahan yang terbentuk dari hasil campuran agregat kasar, agregat halus, semen, dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dalam perbandingan tertentu. Bahan tambah pada campuran beton dapat berupa bahan kimia dan bahan buangan non kimia (Mulyati & Adman, 2019).

2.5.1 Semen

Semen biasa yang digunakan adalah semen portland, yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikatis hidrolis dan bahan tambahan berbentuk kalsium sulfat. Semen Portland (Sering disebut sebagai OPC, singkatan *Ordinary Portland Cement*) adalah jenis yang paling umum dari semen yang digunakan seluruh dunia karena merupakan bahan dasar beton, mortar dan pasta.

Terdapat beberapa jenis semen yang diperjual belikan di pasaran. Menurut (SNI 15-2049-2004, 2004) bagian sesuai jenis dan kegunaannya semen dapat digolongkan menjadi beberapa, yaitu:

1. Tipe I, yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis semen lainnya.
2. Tipe II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau hidrasi sedang.
3. Tipe III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap pemulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Tipe V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Namun karena semen jenis OPC (*Ordinary Portland Cement*) sangat sulit ditemukan di pasar umum maka banyak penelitian dalam pembuatan beton SCC menggunakan semen jenis PCC (*Portland Cement Composite*).

2.5.2 Agregat Kasar

Menurut (A Puji, 2015), agregat kasar alami (koral) adalah material (kerikil) hasil disintegrasi bumi dari batuan alam atau berupa batu pecah (*split*) dengan ukuran butir lebih besar atau sama dengan 4,76 mm (3/16 in) atau yang tidak lolos saringan no. 4 standar ASTM C-33-93. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran besar dari 5 mm atau sesuai dengan gradasi yang dibutuhkan serta sesuai spesifikasi yang berlaku.

Berdasarkan SNI 2843-2000 dalam (Hermansah & Sihotang, 2019), ukuran maksimum agregat kasar yang cocok untuk campuran beton SCC adalah 10 mm. Hal ini diperoleh dari kadar agregat halus pada campuran beton melebihi 50% dari jumlah total agregat gabungan. Namun untuk ukuran maksimum agregat 20 mm dan 40 mm maka gradasi agregat harus dikoreksi terlebih dahulu, sehingga nilai modulus kehalusan gabungan agregat atau *specific surface* mempunyai nilai yang sama serta campuran beton dengan ukuran agregat kasar 20 mm dan 40 mm mempunyai persen pasir lebih dari 50% dari jumlah total agregat gabungan, sehingga kelecakan (*workability*) campuran dapat terjaga dan jumlah pasir lebih banyak dibandingkan jumlah agregat kasar.

Persyaratan umum agregat kasar yang digunakan sebagai campuran beton SCC adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari batuan-batuan alami atau pecah yang diperoleh dari pemecah batu.
2. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan dari berat kering)
4. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.

2.5.3 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm (Sulianti, 2018).

Pasir yang digunakan dalam adukan beton SCC harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut.
- b) Tidak mengandung tanah atau kotoran lain. Jumlah kandungan kotoran ini (lewat ayakan 0,15 mm) harus tidak lebih dari 5% untuk pasir dan untuk kerikil maksimum 1%.
- c) Tidak berisi garam yang menghisap air dan udara.
- d) Tidak mengandung zat-zat yang bereaksi dengan kapur atau semen. Kandungan zat organik dapat mengurangi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna pembanding.
- e) Memiliki variasi besar butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit (untuk pasir modulus halus antara 1,5 – 3,8). Pasir yang seperti ini hanya memerlukan bahan ikat sedikit saja.
- f) Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca. Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm.

2.5.4 Air

Dalam pembuatan beton, air menjadi sangat penting karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton karena kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan naik ke atas permukaan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekat antara lapisan-lapisan beton dan membuat menjadi lemah (Sulianti, 2018).

Air pada campuran beton SCC akan berpengaruh terhadap:

- a) Sifat *workability* adukan beton.
- b) Besar kecilnya nilai susut beton.

c) Kelangsungan reaksi dengan semen Portland sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.

d) Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Penggunaan air untuk beton SCC sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.

b) Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter.

c) Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 5 gram/liter.

d) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.6 Abu Sekam Padi

Menurut (Mohseni, dkk, 2019) dalam (Sandya & Musalamah, 2019), 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.

Sedangkan menurut (Musbar, 2010) yang dikutip oleh (Sandya & Musalamah, 2019), Sekam padi yang dibakar pada *temperature* 600 – 900°C akan menghasilkan abu sekam berkisar 16-25% yang mengandung silika kadar tinggi sekitar 87-97%. Karena kandungan silika yang tinggi, abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan dasar industri seperti *silica gell*, gelas, keramik, semen, industri farmasi, kosmetik dan detergen. Abu sekam padi yang dibakar dengan suhu berkisar 400 – 500°C akan menjadi *silica amorphous* sedangkan abu sekam padi yang dibakar dengan suhu lebih dari 1000°C akan menghasilkan silika kristalin.

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian mengenai unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu sekam padi, di antaranya dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1: Komposisi kimia abu sekam padi

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

Sumber: (Hadipramana et al., 2016)

2.7 Serat Sabut Kelapa

Serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15 - 30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain.

Di berbagai 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 (Sahrudin & Nadia, 2016).

Serat sabut kelapa merupakan pilihan untuk mengurangi kekurangan beton karena serat serabut kelapa memiliki kuat tarik yang cukup baik. Serat serabut kelapa merupakan bahan tambah yang dapat dicampur dengan adukan beton yang

dapat membantu meningkatkan kuat tarik atau kuat lentur beton. Serat sabut kelapa dipilih karena limbah dari serat sabut kelapa sangatlah mudah didapatkan di wilayah Indonesia, menurut (Zulkifly dkk. 2013) dalam (Cahyaka et al., 2018).

2.8 Superplasticizer

Menurut ASTM C494 dan *British Standard 5075*, *superplasticizer* adalah bahan kimia tambahan pengurang air, dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama (Effendi et al., 2018).

Menurut (Purnawirati et al., 2016), *superplasticizer* adalah zat - zat polimer organik yang dapat larut dalam air yang telah disatukan dengan menggunakan proses polimerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari masa molekular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan *workability*. Perbaikan *workability* ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan *workability* yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

Citrakusuma (2012) dalam (Hamdani et al., 2018) pada penelitiannya tentang uji kuat tekan SCC dengan penambahan *superplasticizer* yang bervariasi didapat hasil bahwa pengujian pada saat beton segar, variasi *superplasticizer* yaitu 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% dan 1,6% memenuhi persyaratan yang ditetapkan SCC. Bahan tambahan berupa *superplasticizer viscocrete* dapat berfungsi sebagai *high water reducer* dan pada pengujian kuat tekan di umur 14 hari. Penambahan *superplasticizer* 1,6% menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi.

2.9 Faktor Air Semen

Kekuatan beton akan turun jika air yang ditambahkan dalam campuran beton semakin banyak. Karena itu penambahan air harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai nilai maksimum yang tercantum dalam rencana tercapai. Fas yang rendah menyebabkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya, massa semen lebih menunjukkan keterkaitannya (kekuatan awal lebih berpengaruh). Untuk

mengetahui pengaruh faktor air semen (fas) terhadap kuat tekan beton maka dapat digunakan analisis statistik yaitu analisis regresi dan varian tunggal. Reaksi kimiawi antara semen dan air membutuhkan waktu. Fungsi semen sebagai perekat mulai berkembang pada saat umur beton masih muda, karena itu untuk pekerjaan beton baik konvensional maupun *precast* perlu dilakukan perawatan beton Menurut (Sasono, 2008) dalam (Syamsuddin et al., 2011).

Faktor air semen (fas) adalah berbanding jumlah penggunaan air dengan jumlah penggunaan semen (w/c) dalam suatu campuran mortar atau beton. Perbandingan yang dipakai dalam hal ini adalah perbandingan berat. Semakin tinggi nilai fas maka semakin rendah mutu beton yang dihasilkan, akan tetapi nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai fas yang sangat rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun (Purwanto et al., 2016).

2.10 Modulus Elastisitas

Menurut (Ikhsan et al., 2016) modulus elastisitas adalah kemiringan garis singgung dari kondisi tegangan nol ke kondisi tegangan 25-50% dari $f'c$ pada kurva tegangan regangan beton. Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Dalam perhitungan struktur boleh diambil modulus elastisitas beton sebagai berikut:

$$E_c = 4700 f'c \quad (2.1)$$

dengan E_c = modulus elastisitas (MPa), $f'c$ = kuat tekan beton (MPa).

Modulus Elastisitas adalah sebuah konstanta bahan yang memiliki nilai tertentu untuk bahan tertentu. Semakin kecil modulus elastisitas sebuah benda, maka akan semakin mudah bagi bahan untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan. Begitu pula sebaliknya, semakin besar modulus elastisitas sebuah benda, maka akan semakin sulit bagi bahan untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan (Hamdani et al., 2018).

Pada umumnya bahan, termasuk beton memiliki daerah awal pada diagram tegangan regangannya di mana bahan berkelakuan secara elastis dan linier. Kemiringan diagram tegangan regangan dalam daerah elastis linier itulah yang dinamakan modulus elastisitas (Purnawirati et al., 2016)

$$EC = \frac{s_2 - s_1}{\varepsilon_2 - 0,00005} \quad (2.2)$$

dengan:

EC = modulus elastisitas beton (MPa)

s_2 = tegangan sebesar 40% tegangan ultimitnya (MPa)

s_1 = tegangan beton pada saat regangan mencapai 0,00005 (MPa)

ε_2 = regangan yang terjadi pada saat tegangan mencapai S_2

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh.

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- a. Analisa saringan agregat
- b. Berat jenis dan penyerapan
- c. Pemeriksaan kadar air agregat
- d. Pemeriksaan berat isi agregat
- e. Campuran beton (*mix design*)
- f. Uji *slump flow*, *v funnel*, *l-box*
- g. Uji kuat tekan beton dan modulus elastisitas

2. Data Sekunder

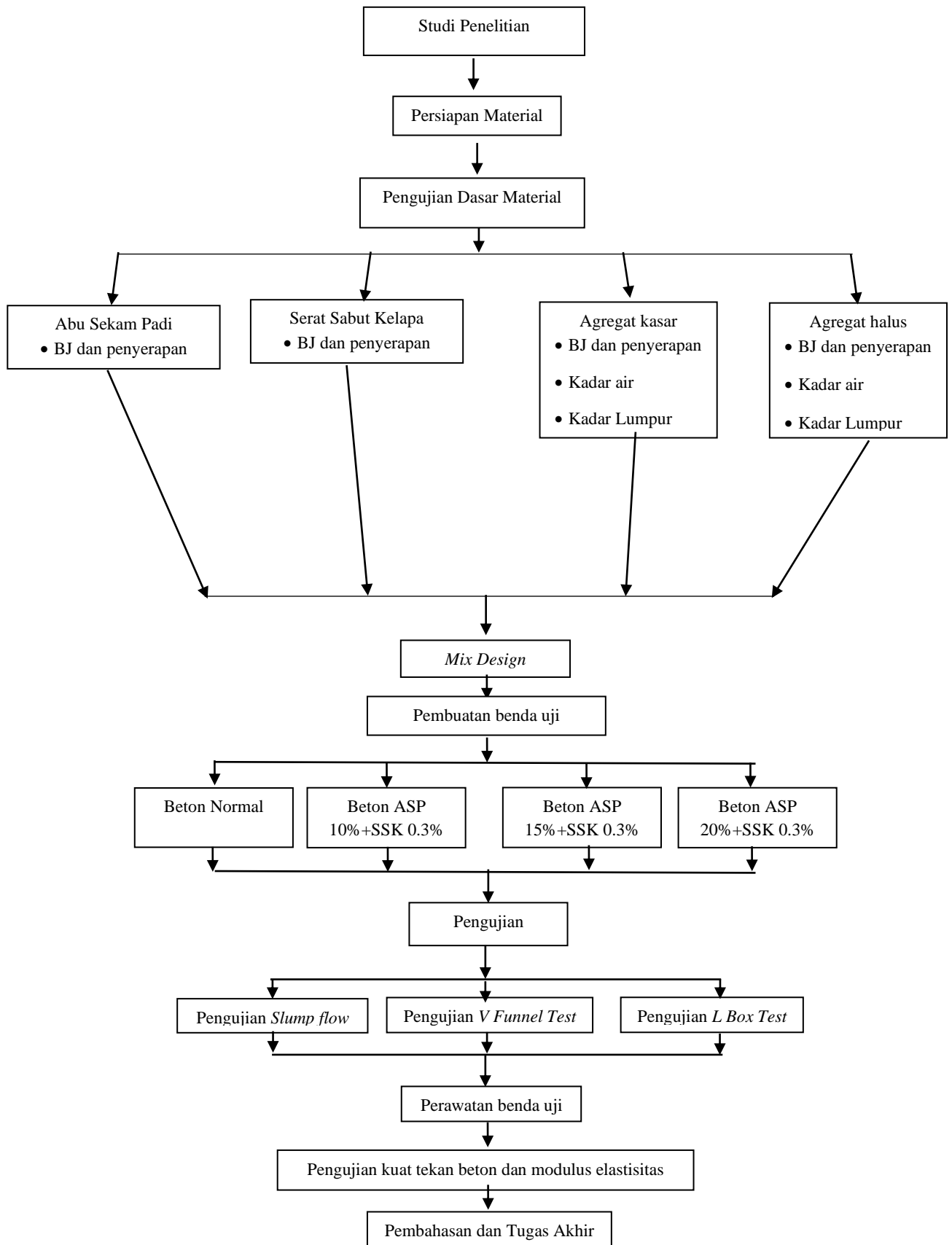
Data sekunder adalah data yang didapatkan dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur). Data teknis mengenai mengenai material pembuatan beton melalui (SNI 03-2834-2000, 2000), (PBI, 1971), (EFNARC, 2005), (Japan Society of Civil Engineers (JSCE), 2007), (ASTM C 566, 1997) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang digunakan. Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung sebagai penunjang guna memperkuat penelitian yang dilakukan dan meningkatkan ilmu pengetahuan teknologi.

Diagram alir penelitian adalah suatu proses pembuatan beton yang memiliki beberapa tahapan untuk mendapatkan penelitian yang sesuai standart maksimal memiliki alur dapat dilihat pada gambar 3.1 adapun diagram alur dari metodologi penelitian tersebut yang memiliki proses terdiri dari:

1. Persiapan material di mana mempersiapkan material air semen, agregat kasar, agregat halus, abu sekam padi dan serat sabut kelapa.
2. Pemeriksaan material guna pemeriksaan material untuk mengetahui apakah agregat kasar dan halus masih basah atau memiliki kekurangan pada syarat penggunaan material dan apakah material sudah siap untuk digunakan langsung.
3. Setelah persiapan material dan pemeriksaan material selesai, pengujian dasar pada agregat kasar yang dilakukan yaitu, analisa saringan, berat jenis, penyerapan, kadar air, kadar lumpur, keausan agregat dan berat isi.
4. Setelah persiapan material dan pemeriksaan material selesai, pengujian dasar pada agregat halus yang dilakukan yaitu, analisa saringan, berat jenis, penyerapan, kadar air, kadar lumpur dan berat isi.
5. Setelah persiapan material dan pemeriksaan material selesai, pengujian dasar pada abu sekam padi yaitu berat jenis dan penyerapan.
6. Setelah selesai pengujian dasar, selanjutnya melakukan perhitungan *mix design* untuk adukan beton. Dimana perhitungan proposi pada beton sesuai dengan yang disyaratkan. Perhitungan proposi meliputi, beton normal dan beton campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa sesuai dengan komposisi masing-masing.
7. Setelah selesai menghitung proposi *mix design* lalu memasuki tahap pembuatan benda uji dengan mencampurkan seluruh bahan yaitu air, semen, agregat halus, agregat kasar, abu sekam padi.
8. Kemudian menguji *slumpflow* dengan kerucut abrams
9. Kemudian menguji viskositas dengan *v-funnel*,
10. Kemudian menguji *passing ability* dengan *L-Box*
11. Setelah pembuatan benda uji dan menguji *slumpflow*, viskositas, *passing ability*, masukan adukan beton ke cetak setelah dicetak menunggu ± 24 jam atau menunggu beton hingga kering.
12. Tahapan selanjutnya merendam benda uji selama 28 hari.
13. Setelah perendaman 28 hari, kemudian diangkat dan dikeringkan. Setelah beton kering pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas bisa dilakukan.

14. Setelah pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas selesai dan mendapatkan data, kemudian masukan ke pembahasan dan konsultasi laporan akhir.

Untuk mempersingkat rangkaian kegiatan di atas, maka disusunlah diagram alir dalam proses penelitian ini. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Februari 2021 sampai bulan Mei 2021. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton SCC yang digunakan yaitu

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen padang PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

2. Agregat Halus

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

3. Agregat Kasar

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

4. Air

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

5. *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan berjenis *viscoflow 3660 LR* diperoleh dari PT Sika Indonesia

6. Abu Sekam Padi

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

7. Serat Sabut Kelapa

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

3.3.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan didalam penelitian ini antara lain:

1. Saringan Agregat

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

2. Timbangan Digital

3. Plastik ukuran 5 kg

4. Kuas

Alat-alat yang digunakan pembuatan beton

1. Cetakan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

2. Alat pengaduk beton (*mixer*)

3. *Slumpflow* dengan krucut *abram*, Viskositas dengan *v-funnel*, dan *Passing Ability* dengan *L-box*

4. Tabung ukur

5. Pan

6. Ember

7. Skrap

8. Sarung tangan

9. Masker

10. Vaseline

11. Bak perendam

Alat pengujian beton

1. Mesin kompres (*compression test*)

2. Alat penguji modulus elastisitas beton (*extensometer*)

3.4 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan 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.

3.5 Pemeriksaan Bahan

Di dalam pemeriksaan agregat baik kasar ataupun agregat halus dilakukan di laboratoium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat.

3.5.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis kerikil dalam keadaan SSD.
2. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C-127, 2001). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

Berat contoh SSD kering oven (110°) (E)

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

Perhitungan:

$$1. \text{ Berat jenis contoh kering} = \frac{C}{(A-B)} \quad (3.1)$$

$$2. \text{ Berat jenis contoh SSD} = \frac{A}{(A-B)} \quad (3.2)$$

$$3. \text{ Berat jenis contoh semu} = \frac{C}{(C-B)} \quad (3.3)$$

$$4. \text{ Absorpsi} = \frac{(A-C)}{C} \times 100\% \quad (3.4)$$

Pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan (ASTM C 128-01, 2001). Pada Tabel 3.1 diketahui nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diteliti. Terlihat bahwa terdapat tiga macam berat jenis, yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Nilai berat jenis akan terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis ssd < berat jenis contoh semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis kering sebesar 2,696 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu

31 SSD 2,716 gr/cm³ serta nilai rata-rata berat jenis contoh semu adalah 2,751 gr/cm³. Dalam pemeriksaan ini didapat pula nilai penyerapan pada agregat kasar sebesar 0,752% dan berdasarkan (ASTM C-128, 2001) nilai ini berada di bawah nilai penyerapan agregat kasar maksimum sebesar 4%.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-Rata
Berat contoh SSD (B)	2700	2800	2750
Berat kering oven (E)	2679	2780	2730
Berat contoh di dalam air (D)	1705.4	1769.5	1737.5
Berat jenis contoh kering	2.694	2.698	2.696
Berat jenis contoh SSD	2.715	2.717	2.716
Berat jenis contoh semu	2.752	2.751	2.75
Penyerapan	0.784	0.719	0.752

Sumber: Data penelitian

3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD.
2. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128-01, 2001). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

Berat contoh SSD kering oven (110°) (E)

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

$$1. \text{ Berat jenis contoh kering} = \frac{E}{(B+D-C)} \quad (3.5)$$

$$2. \text{ Berat jenis contoh SSD} = \frac{B}{(B+D-C)} \quad (3.6)$$

$$3. \text{ Berat jenis contoh semu} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (3.7)$$

$$4. \text{ Absorpsi} = \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \quad (3.8)$$

Pada Tabel 3.2 diketahui nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diteliti. Terlihat bahwa terdapat tiga macam berat jenis, yaitu berat jenis contoh

kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Nilai berat jenis akan terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis ssd < berat jenis contoh semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis kering sebesar 2,527 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu SSD 2,571 gr/cm³ serta nilai rata-rata berat jenis contoh semu adalah 2,643 gr/cm³. Dalam pemeriksaan ini didapat pula nilai penyerapan pada agregat kasar sebesar 1,730% dan berdasarkan (ASTM C 128-01, 2001) nilai ini berada di bawah nilai penyerapan agregat kasar maksimum sebesar 2%.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-Rata
Berat contoh SSD (B)	500	500	500
Berat kering oven (E)	492	491	491.5
Berat contoh di dalam air (D)	674	674	674
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	979	980	980
Berat jenis contoh kering	2.523	2.531	2.527
Berat jenis contoh SSD	2.564	2.654	2.643
Berat jenis contoh semu	2.631	2.654	2.643
Penyerapan	1.626	1.833	1.730

Sumber: Data penelitian

3.5.3 Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD.
2. Alat:
 - a. Oven.
 - b. Piknometer.
 - c. Penyangga kaki tiga.
 - d. Kawat kasa.
 - e. Spritus.
 - f. Ember.

3. Bahan: pasir dalam keadaan SSD dan air
4. Prosedur:
 - a. Mempersiapkan alat dan bahan.
 - b. Memasukkan sampel pasir kedalam plastik.
 - c. Timbang piknometer kosong, lalu mencatat hasilnya.
 - d. Isi piknometer dengan air lalu timbang kembali (**D**).
 - e. Keluarkan air dan kemudian masukkan sampel kerikil seberat 500 gram (**B**).
 - f. Tambahkan air hingga penuh ke dalam piknometer yang berisi sampel kerikil (**D**).
 - g. 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.
 - h. Setelah dirasa gelembung udara sudah tidak ada, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruang.
 - i. Rendam piknometer di dalam ember yang berisi air sebanyak 11 liter dan diamkan selama ± 24 jam.
 - j. Keluarkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampek kerikil yang tertinggal.
 - k. Masukkan wadah tersebut ke dalam oven dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$
 - l. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruang (**E**).
 - m. Perhitungan:

$$\text{Berat jenis contoh kering} = \frac{E}{(B+D-C)} \quad (3.9)$$

$$\text{Berat jenis contoh SSD} = \frac{B}{(B+D-C)} \quad (3.10)$$

$$\text{Berat jenis contoh semu} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (3.11)$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \quad (3.12)$$

3.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Serat Sabut Kelapa

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD.
2. Alat:

- a. Oven.
 - b. Píknometer.
 - c. Penyangga kaki tiga.
 - d. Kawat kasa.
 - e. Spritus.
 - f. Ember.
3. Bahan: pasir dalam keadaan SSD dan air.
4. Prosedur:
- a. Mempersiapkan alat dan bahan.
 - b. Memasukkan sampel pasir ke dalam plastik.
 - c. Timbang piknometer kosong, lalu mencatat hasilnya.
 - d. Isi piknometer dengan air lalu timbang kembali **(D)**.
 - e. Keluarkan air dan kemudian masukkan sampel kerikil seberat 500 gram **(B)**.
 - f. Tambahkan air hingga penuh ke dalam piknometer yang berisi sampel kerikil **(D)**.
 - g. 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.
 - h. Setelah dirasa gelembung udara sudah tidak ada, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruang.
 - i. Rendam piknometer di dalam ember yang berisi air sebanyak 11 liter dan diamkan selama ± 24 jam.
 - j. Keluarkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampek kerikil yang tertinggal.
 - k. Masukkan wadah tersebut ke dalam oven dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$
 - l. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruang **(E)**.

m. Perhitungan:

$$\text{Berat jenis contoh kering} = \frac{E}{(B+D-C)} \quad (3.13)$$

$$\text{Berat jenis contoh SSD} = \frac{B}{(B+D-C)} \quad (3.14)$$

$$\text{Berat jenis contoh semu} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (3.15)$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \quad (3.16)$$

3.5.5 Kadar Air Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam kerikil.
2. Alat:
 - a. Timbangan digital.
 - b. Wadah.
 - c. Oven.
3. Bahan:
 - a. Kerikil
4. Prosedur:
 - a. Timbang kerikil dalam keadaan SSD (**W1**).
 - b. Timbang sampel kerikil kering oven dan wadah (**W2**).
 - c. Timbang berat wadah (**W3**).
 - d. Perhitungan:

$$\text{Kadar air} = \frac{(w1)-(w2)}{(w2)-(w3)} \times 100\% \quad (3.17)$$

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan bahwa hasil pemeriksaan kadar air rata-rata pada agregat kasar didapatkan sebesar 0,604%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali pengujian. Hasil tersebut telah memenuhi standar dari (ASTM C 566, 1997) yaitu 0.5% - 1.5%.

Tabel 3.3: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-Rata
Berat awal	1000	1000	1000
Berat kering oven	994	994	994
Berat air	6	6	6
Kadar air	0.604%	0.604%	0.604%

Sumber: Data penelitian

3.5.6 Kadar Air Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam kerikil.
2. Alat:
 - a. Timbangan digital.
 - b. Wadah.
 - c. Oven.
3. Bahan:
 - a. Pasir
4. Prosedur:
 - a. Timbang pasir sebanyak dalam keadaan SSD (**W1**).
 - b. Timbang sampel pasir kering oven dan wadah (**W2**).
 - c. Timbang berat wadah (**W3**).
 - d. Perhitungan:

$$\text{Kadar air} = \frac{(w1)-(w2)}{(w2)-(w3)} \times 100\% \quad (3.18)$$

Pemeriksaan kadar air agregat halus sesuai dengan (ASTM C 566, 1997). Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat dalam Tabel 3.4 di bawah. Berdasarkan hasil tersebut, pemeriksaan dilakukan dengan dua sampel dengan berat masing-masing 500 gram. Hasil dari pemeriksaan pertama didapat sebesar 2,249% serta pemeriksaan kedua didapat sebesar 2,041%. Maka nilai rata-rata yang diperoleh adalah 2,145%.

Tabel 3.4: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-Rata
Berat awal	500	500	500
Berat kering oven	489	490	489.5
Berat air	11	10	10.5
Kadar air	2.249%	2.041%	2.145%

Sumber: Data penelitian

3.5.7 Kadar Lumpur Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk menentukan presentase lumpur yang terkandung dalam agregat.
2. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 117, 2013). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh kering (A)

Berat contoh kering setelah dicuci (B)

Berat kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci (C)

$$C = A - B \quad (3.19)$$

Persentase kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci (D)

$$D = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.20)$$

Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.5. Presentase kadar lumpur yang diperoleh dalam penelitian sebesar 0,733% pada sampel pertama dan pada sampel kedua sebesar 0,8%. Dalam pemeriksaan ini, pemeriksaan kadar lumpur dilakukan dengan cara mencuci agregat dengan air yang bersih

Tabel 3.5: Data-data hasil kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-Rata
Berat contoh bahan kering (A)	1500	1500	1500
Berat contoh kering setelah dicuci (B)	1489	1488	1488.5
Berat contoh bahan lolos saringan setelah dicuci (C)	11	12	11.5
Kadar lumpur (D)	0.733%	0.80%	0.767%

Sumber: Data penelitian

3.5.8 Kadar Lumpur Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk menentukan presentase lumpur yang terkandung dalam agregat.
2. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (Statements & Size, 1995).

Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh kering (A)

Berat contoh kering setelah dicuci (B)

Berat kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci (C)

$$C = A - B \quad (3.21)$$

Persentase kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci (D)

$$D = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.22)$$

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.6. Dalam pemeriksaan ini, pemeriksaan kadar lumpur dilakukan dengan 34 cara menyaring agregat lolos saringan 16 lalu mencuci agregat dengan air yang bersih. Pemeriksaan ini memperoleh presentase kadar lumpur untuk sampel pertama sebesar 3% dan pada sampel kedua sebesar 3,6%. Sehingga didapat nilai rata-rata kadar lumpur sebesar 4,3%. Presentase tersebut telah memenuhi persyaratan dari (PBI, 1971), yaitu <5%.

Tabel 3.6: Data-data hasil kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-Rata
Berat contoh bahan kering (A)	500	500	500
Berat contoh kering setelah dicuci (B)	485	482	483.5
Berat contoh bahan lolos saringan setelah dicuci (C)	15	18	16.5
Kadar lumpur (D)	3%	3.6%	3.3%

Sumber: Data penelitian

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 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 proposi campuran beton SSC sebagai berikut:

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

$$W_g = PF \times W_{GL} \times \left(1 - \frac{s}{a}\right) \quad (3.23)$$

Dimana:

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

PF = factor kerapapan agregat (diamsusikan 1.18)

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:

$$W_s = PF \times W_{SL} \times \left(1 - \frac{s}{a}\right) \quad (3.24)$$

Dimana:

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

PF = factor kerapapan agregat (diamsusikan 1.18)

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:

$$C = \frac{F'c}{20} \quad (3.25)$$

Dimana:

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

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

4. Langkah keempat menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk semen dengan rumus sebagai berikut;

$$W_{wc} = \left(\frac{w}{c}\right) \times C \quad (3.26)$$

Dimana:

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

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

C = jumlah semen (kg/m^3)

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

$$W_f = A\% \times C \quad (3.27)$$

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:

$$W_{sp} = n\% \times (C + W_f) \quad (3.28)$$

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:

$$W_{wsp} = (1 - m\%) \times W_{sp} \quad (3.29)$$

Dimana:

W_{wsp} = Jumlah air di superplasticizer (Kg/m³)

m% = Kandungan superplasticizer padat (%)

W_{sp} = Jumlah superplasticizer (Kg/m³)

$$W = W_{wc} + W_f - W_{wsp} \quad (3.30)$$

Dimana:

W = Jumlah air yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m³)

W_{wc} = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (Kg/m³)

W_f = Jumlah fly ash (Kg/m³)

W_{wsp} = Jumlah air di superplasticizer (Kg/m³)

3.6.2 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi (*Rice Husk Ash*) diperoleh dari hasil pembakaran kulit padi dari limbah pabrik penggilingan padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi yang digunakan ialah sisa dari produksi pembakaran batu bata.

3.6.3 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang akan digunakan campuran beton yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran 1.5 cm. Ukuran serat sabut kelapa ini diperoleh dari pemotongan serat ijuk yang berukuran panjang.

3.6.4 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.

3.6.5 Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart JSCE 2007 "Pedoman Pembuatan Campuran Beton SCC". FAS berbeda dengan abu sekam padi yang sudah ditentukan.

1. Benda uji pemeriksaan modulus elastisitas

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 30 x 15 cm berjumlah 18 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton SCC tanpa campuran dengan FAS 0.35, 0.40, dan 0.45 waktu umur 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- b. Beton SCC dengan FAS 0.40 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 1.5% dari volume beton dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- c. Beton SCC dengan FAS 0.45 tambahan serat sabut kelapa sebanyak 1.5% dari volume beton dan abu sekam padi dengan variasi 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 2 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 18 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian modulus elastisitas.

3.6.6 Pengujian *Slump flow*

Pengujian *slump flow* pada penelitian ini merujuk pada EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*). Nilai *slump flow* yang ditetapkan adalah minimum 650 mm dan maksimum 850 mm. Langkah-langkah untuk pengujian *slump flow* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan.
2. Bersihkan kerucut *abrams* agar tidak menambah kadar air pada beton.
3. Letakkan kerucut *abrams* dalam keadaan terbalik diatas alas yang telah dibuat.
4. Masukkan beton segar kedalam kerucut *abrams* tanpa melakukan perojokan.
5. Angkat kerucut *abrams* keatas hingga beton segar membentuk lingkaran.
6. Ukur diameter beton SCC.



Gambar 3.2: *Slump Flow*

3.6.7 Pengujian V Funnel Test

Pada penelitian ini dilakukan *v funnel test* dengan berlandaskan pada EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*). Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat *v funnel test* adalah 8 – 12 detik. Langkah-langkah untuk melakukan *v funnel test* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
2. Bersihkan alat dengan busa agar tidak menambah kadar air pada beton SCC.
3. Tutup katup bagian bawah *v funnel test*.
4. Masukkan beton SCC ke dalam alat *v funnel test* sebanyak ± 12 liter.
5. Ratakan permukaan alat dan tunggu selama 10 ± 2 detik sebelum dilakukan pembukaan pada katup.
6. Letakkan wadah di bawah *v funnel test*.
7. Buka katup bagian bawah *v funnel test* sembari menghitung waktu dengan *stopwatch* sampai seluruh beton SCC keluar dari alat *v funnel test*.
8. Apabila beton mengalir secara putus-putus, maka ulangi kembali percobaan. Jika hal ini terjadi lebih dari 2 kali, maka beton SCC tersebut tidak dapat digolongkan ke dalam *self compacting concrete*.



Gambar 3.3: V Funnel Test

3.6.8 L-Box Test

Pada penelitian ini dilakukan *l - box test* dengan berlandaskan pada EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*). Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat *l - box test* adalah minimum 0,8 dan maksimum 1,0 H2/H1. Langkah-langkah untuk melakukan *l-box test* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan di atas tempat yang rata.
2. Pastikan sisi horizontal dalam keadaan yang rata.
3. Bersihkan alat agar mengurangi penambahan kadar air pada beton SCC.
4. Tutup sisi vertikal pada sudut *l – box test* sebelum diisi dengan beton SCC.
5. Masukkan beton segar secara perlahan, kemudian diamkan selama 1 menit \pm 10 detik, serta lakukan pengecekan secara manual untuk memantau apakah beton tersebut mengalami segregasi atau tidak.
6. Ratakan permukaan alat.
7. Buka katup geser *l – box test* hingga beton segar mengalir ke luar bagian horizontal.
8. Secara bersamaan hitung waktu turunnya beton SCC dengan menggunakan *stopwatch* dan catat waktu sampai mencapai 200 mm – 400 mm dan untuk T20, T40, serta untuk ratio *l – box test* adalah H2 – H1 sampai dengan titik akhir pengaliran beton.
9. Ukur sisi vertikal dengan menggunakan meteran lalu ambil tiga rata-rata, dan ukur kembali sisi horizontal dan diambil pula tiga rata-rata. Dimana H2 adalah horizontal dan H1 adalah vertikal.
10. Seluruh pengujian harus dilakukan selama lima menit.



Gambar 3.4: L-Box

3.6.9 Perawatan Beton

Proses perawatan (*curing*) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah

mencapai umur rencana (28 hari). Namun dalam penelitian ini benda uji diangkat pada hari ke-27 untuk memastikan beton tersebut benar-benar kering saat akan melakukan pengujian kuat tekan beton. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut:

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



Gambar 3.5: perawatan benda uji

3.6.10 Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan secara simultan dengan pengujian kuat tekan beton yaitu, dengan cara mengukur perpendekan beton pada beban tertentu. Dari data perpendekan beton dapat dihitung regangan beton yang terjadi pada suatu tegangan tertentu.

Tabel 3.7: Jumlah variasi sampel pengujian beton

No	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1.	Beton SCC FAS berbeda tanpa campuran	6 buah
2.	Beton SCC FAS 0,40 ASP variasi 10%, 15%, 20% + Serat Sabut Kelapa 0,003	6 buah
3.	Beton SCC FAS 0,45 ASP variasi 10%, 15%, 20% + Serat Sabut Kelapa 0,003	6 buah
TOTAL		18 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh dari penelitian sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data yang didapat seperti tabel 4.1 dibawah ini;

Tabel 4.1: Data-data tes dasar

NO	Data Tes Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,716 gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,571 gr/cm ³
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,767 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3,3 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,322 gr/cm ³
6.	Berat isi agregat halus	1,485 gr/cm ³
7.	FM agregat kasar	7,086
8.	FM agregat halus	2,775
9.	Kadar air agregat kasar	0,604 %
10.	Kadar air agregat halus	2,145 %
11.	Penyerapan agregat kasar	0,752 %
12.	Penyerapan agregat halus	1,730 %
13.	Nilai slump flow	650 - 800 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	20 mm

4.2 Perhitungan *Mix Design* Beton *Self-Compacting Concrete*

Sampai saat ini, tidak ada peraturan *mix design* yang baku untuk proses pembuatan beton *self-compacting concrete*. Oleh karena itu, acuan yang campuran digunakan didasarkan pada pendekatan terhadap EFNARC serta jurnal-jurnal penelitian yang relevan.

Perhitungan *mix design* didasarkan pada volume yang digunakan dalam sekali pembuatan benda uji. Dalam adonan beton digunakan perbandingan agregat kasar dan agregat halus sebesar 40:60 dengan nilai FAS sebesar 0.40 dan 0.45. Penggunaan serat sabut kelapa hanya sebagai bahan penambahan sebesar 0,003 dan penambahan *chemical admixtures* sebesar 0.9% serta abu sekam padi bervariasi dari berat binder keseluruhan. Berikut tabel variasi penambahan abu sekam padi yang digunakan serta tabel komposisi campuran beton *self-compacting concrete* dalam 1 m³.

Tabel 4.2: Variasi penambahan abu sekam padi serta serat sabut kelapa

ASP	SSK	Admixtures
0 %	0 %	0.9 %
10 %	0.003	0.9 %
15 %	0.003	0.9 %
20 %	0.003	0.9 %

Keterangan:

1. 0% Abu sekam padi (ASP) + 0% Serat sabut kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.35, sebanyak 2 benda uji FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
2. 10% Abu sekam padi (ASP) + 0.003 Serat sabut kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
3. 15% Abu sekam padi (ASP) + 0.003 Serat sabut kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
4. 20% Abu sekam padi (ASP) + 0.003 Serat sabut kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.

Tabel 4.3: Komposisi Campuran Beton *Self-Compacting Concrete* dalam 1 m³ dengan FAS 0.40

No	Deskripsi	Satuan	Beton <i>Self-Compacting Concrete</i>		
			10%+0.003	15%+0.003	20%+0.003
1	Semen	Kg	450	450	450
2	Agregat Kasar	Kg	592.61	592.61	592.1
3	Agregat Halus	Kg	998.1	998.1	998.1
4	Air	L	198	207	216
5	<i>Admixture</i>	L	4.164	4.353	4.542
6	ASP	Kg	45	67.5	90
7	SSK	Kg	1.485	1.553	1.62

Tabel 4.4: Komposisi Campuran Beton *Self-Compacting Concrete* dalam 1 m³ dengan FAS 0.45

No	Deskripsi	Satuan	Beton <i>Self-Compacting Concrete</i>		
			10%+0.003	15%+0.003	20%+0.003
1	Semen	Kg	450	450	450
2	Agregat Kasar	Kg	592.61	592.61	592.1
3	Agregat Halus	Kg	998.1	998.1	998.1
4	Air	L	222.75	232.875	243
5	<i>Admixture</i>	L	4.164	4.353	4.542
6	ASP	Kg	45	67.5	90
7	SSK	Kg	1.485	1.553	1.62

Keterangan:

Analisa Komposisi Campuran Dalam 1 m³:

Dikarenakan digunakan perbandingan agregat kasar dan agregat halus 40:60 maka jumlah material sebagai berikut:

Kebutuhan semen (C)	= 450 Kg/m ³ (menurut efnarc)
Kebutuhan agregat kasar (W _g)	$= Pf \times W_{gl} \times \left(1 - \frac{S}{a}\right)$ $= 1.12 \times 1322,79 \times (1 - 0.60)$ $= 592.61 \text{ Kg}$
Kebutuhan agregat halus (W _s)	$= Pf \times W_{sl} \times \left(\frac{s}{a}\right)$ $= 1.12 \times 1485.36 \times (0.60)$ $= 998.10 \text{ Kg}$
Kebutuhan air beton normal (W)	$= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen}$ $= 0.35 \times 450$ $= 157.5 \text{ L}$ $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen}$ $= 0.40 \times 450$ $= 180 \text{ L}$ $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen}$ $= 0.45 \times 450$ $= 202,5 \text{ L}$
Kebutuhan air beton variasi (W), ASP 10%	$= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times 495$ $= 198 \text{ L}$
ASP 15%	$= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times 517.5$ $= 207 \text{ L}$
ASP 20%	$= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times 540$ $= 216 \text{ L}$
ASP 10%	$= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.45 \times 495$ $= 222.75 \text{ L}$

$$\begin{aligned} \text{ASP 15\%} &= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder} \\ &= 0.45 \times 517.5 \\ &= 232.875 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP 20\%} &= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder} \\ &= 0.45 \times 540 \\ &= 243 \text{ L} \end{aligned}$$

Kebutuhan *ViscoFlow 3660 LR* yaitu sesuai aturan dari P.T Sika Indonesia dosis yang digunakan 0.9% dari berat binder (semen + *fly ash*).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan admixture, beton normal} &= 0.9\% \times \text{Berat semen} \\ &= 0.9\% \times 450 \\ &= 3.79 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP 10\%} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times 495 \\ &= 4.164 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP 15\%} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times 517.5 \\ &= 4.353 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP 20\%} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times 540 \\ &= 4.542 \text{ L} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan tambah beton SCC.

1. Variasi 10% abu sekam padi dan variasi 0.003 serat sabut kelapa

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan abu sekam padi} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 10\% \times 450 \\ &= 45 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan serat sabut kelapa} &= 0.3\% \times \text{Jumlah binder} \\ &= 0.003 \times (450 + 45) \\ &= 1.485 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2. Variasi 15% abu sekam padi dan variasi 0.3% serat sabut kelapa

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan abu sekam padi} &= 15\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 15\% \times 450 \\ &= 67.5 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan SSK} &= 0.3\% \times \text{Jumlah binder} \\
&= 0.003 \times (450 + 67.5) \\
&= 1.553 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

3. Variasi 20% abu sekam padi dan variasi 0.3% serat sabut kelapa

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan abu sekam padi} &= 20\% \times \text{Jumlah semen} \\
&= 20\% \times 450 \\
&= 90 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan serat sabut kelapa} &= 0.3\% \times \text{Jumlah binder} \\
&= 0.003 \times (450 + 90) \\
&= 1.62 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

Analisa komposisi campuran beton untuk 1 benda uji

Digunakan cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

$$\begin{aligned}
\text{Volume 1 benda uji} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \times t \\
&= \frac{1}{4} \times \pi \times 0.15^2 \times 0.3 \\
&= 0.0053 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Pada saat pelaksanaan pembuatan beton *self-compacting concrete*, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 2 volume benda uji. Hal ini dilakukan untuk pengujian *slump flow*, *v funnel* dan *L-box* serta mengantisipasi apabila ada kekurangan adonan beton akibat kesalahan perhitungan.

$$\begin{aligned}
\text{Volume 2 benda uji} &= 2 \times \text{Volume benda uji} \\
&= 2 \times 0.0053 \\
&= 0.0106
\end{aligned}$$

Maka:

1. Untuk variasi beton SCC normal

$$\begin{aligned}
\text{a. Kebutuhan semen} &= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 2 benda uji} \\
&= 450 \times 0.0106 \\
&= 4.77 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{b. Kebutuhan pasir} &= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 2 benda uji} \\
&= 998.10 \times 0.0106 \\
&= 10.580 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

- c. Kebutuhan batu pecah = Jumlah batu pecah x V 2 benda uji
= 592.61×0.0106
= 6.282 Kg
- d. Kebutuhan *admixture* = Jumlah *admixture* x V 2 benda uji
= 3.79×0.0106
= 0.040 L atau 40 ML
- e. Kebutuhan air FAS 0.35 = Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 157.5×0.0106
= 1.670 L atau 1670 ML
- f. Kebutuhan air FAS 0.40 = Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 180×0.0106
= 1.908 L atau 1908 ML
- g. Kebutuhan air FAS 0.45 = Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 202.5×0.0106
= 2.147 L atau 2147 ML
2. Untuk variasi 10% ASP dan Serat Sabut Kelapa 0.003
- a. Kebutuhan semen = Jumlah semen x V 2 benda uji
= 450×0.0106
= 4.77 Kg
- b. Kebutuhan pasir = Jumlah pasir x V 2 benda uji
= 998.10×0.0106
= 10.580 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = Jumlah batu pecah x V 2 benda uji
= 592.61×0.0106
= 6.282 Kg
- d. Kebutuhan ASP = Jumlah abu sekam padi x V 2 benda uji
= 45×0.0106
= 0.477 kg atau 477 Gr
- e. Kebutuhan SSK = Jumlah serat sabut kelapa x V 2 benda uji
= 1.485×0.0106
= 0.015741 Kg atau 15.741 Gr

- f. Kebutuhan *admixture* = Jumlah *admixture* x V 2 benda uji
= 4.164×0.0106
= 0.044 L atau 44 ML
- g. Kebutuhan air FAS 0.40= Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 198×0.0106
= 2.099 L atau 2099 ML
- h. Kebutuhan air FAS 0.45= Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 222.75×0.0106
= 2.361 L atau 2361 ML
3. Untuk variasi 15% ASP dan 0.003 Serat Sabut Kelapa
- a. Kebutuhan semen = Jumlah semen x V 2 benda uji
= 450×0.0106
= 4.77 Kg
- b. Kebutuhan pasir = Jumlah pasir x V 2 benda uji
= 998.10×0.0106
= 10.580 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = Jumlah batu pecah x V 2 benda uji
= 592.61×0.0106
= 6.282 Kg
- d. Kebutuhan ASP = Jumlah abu sekam padi x V 2 benda uji
= 67.5×0.0106
= 0.7155 kg atau 715.5 Gr
- e. Kebutuhan SSK = Jumlah serat sabut kelapa x V 2 benda uji
= 1.553×0.0106
= 0.0165 Kg atau 16.5 Gr
- f. Kebutuhan *admixture* = Jumlah *admixture* x V 2 benda uji
= 4.353×0.0106
= 0.046 L atau 46 ML
- g. Kebutuhan air FAS 0.40= Jumlah air beton x V 2 benda uji
= 207×0.0106
= 2.1942 L atau 2194.2 ML

$$\begin{aligned}
 \text{h. Kebutuhan air FAS } 0.45 &= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 232.875 \times 0.0106 \\
 &= 2.468 \text{ L atau } 2468 \text{ ML}
 \end{aligned}$$

4. Untuk variasi 20% ASP dan 0.003 Serat Sabut Kelapa

$$\begin{aligned}
 \text{a. Kebutuhan semen} &= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 450 \times 0.0106 \\
 &= 4.77 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Kebutuhan pasir} &= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 998.10 \times 0.0106 \\
 &= 10.580 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Kebutuhan batu pecah} &= \text{Jumlah batu pecah} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 592.61 \times 0.0106 \\
 &= 6.282 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Kebutuhan ASP} &= \text{Jumlah abu sekam padi} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 90 \times 0.0106 \\
 &= 0.954 \text{ kg atau } 954 \text{ Gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Kebutuhan SSK} &= \text{Jumlah serat sabut kelapa} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 1,62 \times 0.0106 \\
 &= 0.0172 \text{ Kg atau } 17.172 \text{ Gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. Kebutuhan } admixture &= \text{Jumlah } admixture \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 4.542 \times 0.0106 \\
 &= 0.048 \text{ L atau } 48 \text{ ML}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. Kebutuhan air FAS } 0.40 &= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 216 \times 0.0106 \\
 &= 2.2896 \text{ L atau } 2289.6 \text{ ML}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. Kebutuhan air FAS } 0.45 &= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 2 benda uji} \\
 &= 243 \times 0.0106 \\
 &= 2.5758 \text{ L atau } 2575.8 \text{ ML}
 \end{aligned}$$

4.3 Pemeriksaan *Slump Flow*

Slump flow test digunakan untuk menentukan *flowability* (kemampuan alir) dan stabilitas pada beton jenis SCC (*Self-Compacting Concrete*). Kebutuhan nilai *slump flow* pada konstruksi bidang *vertikal* dan bidang *horizontal* memiliki nilai

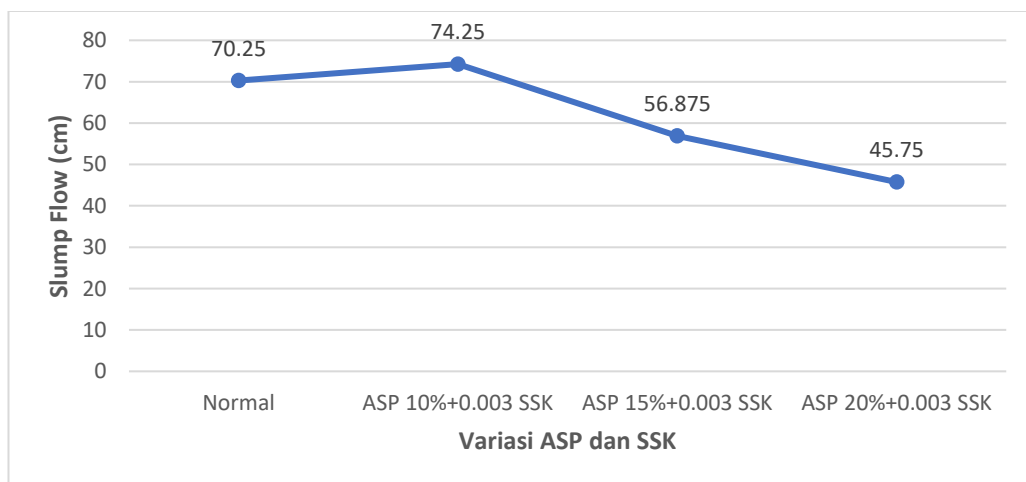
yang berbeda. Untuk konstruksi vertical disarankan menggunakan *slump flow* antara 650 mm – 800 mm. Sedangkan untuk konstruksi *horizontal* disarankan menggunakan slump flow antara 600 mm – 750 mm. Dilakukan pemeriksaan *slump flow* pada sampel kuat tekan guna mengetahui nilai slumpflow yang dihasilkan untuk setiap variasi dan FAS. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) beton SCC dengan penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa.

Tabel 4.5: *Slump flow* adonan beton SCC normal

NO	Variasi	<i>Slump Flow</i> (cm)
1	beton normal, FAS 0.35	61.75
2	beton normal, FAS 0.40	70.25
3	beton normal, FAS 0.45	69.875

Tabel 4.6: *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.40

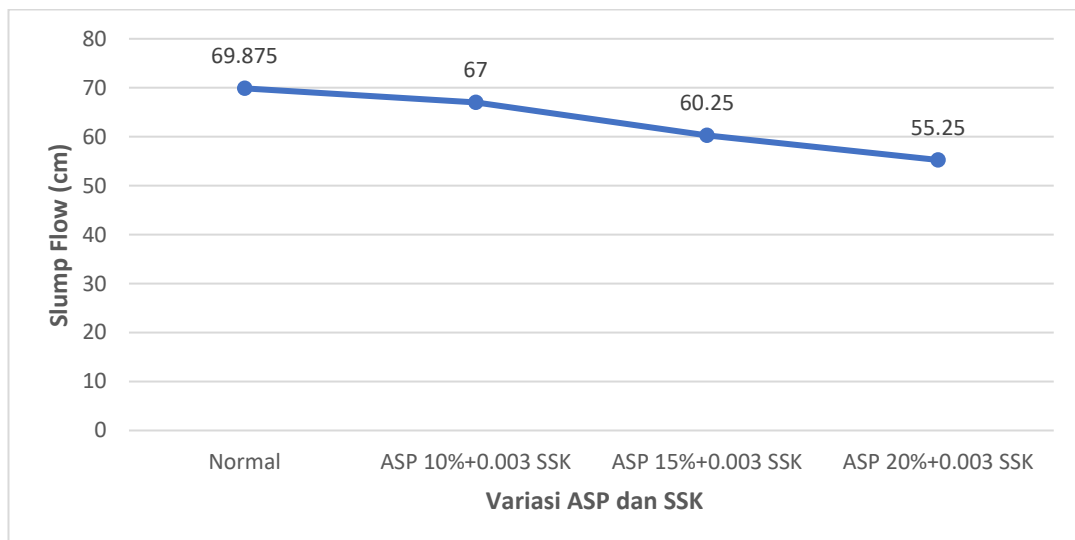
NO	Variasi	<i>Slump Flow</i> (cm)
1	Normal	70.25
2	ASP 10%+0.003 SSK	74.25
3	ASP 15%+0.003 SSK	56.875
4	ASP 20%+0.003 SSK	45.75



Gambar 4.1: Grafik *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.40

Tabel 4.7: Slump Flow adonan beton SCC dengan FAS 0.45

NO	Variasi	<i>Slump Flow</i> (cm)
1	Normal	69.875
2	ASP 10%+0.003 SSK	67
3	ASP 15%+0.003 SSK	60.25
4	ASP 20%+0.003 SSK	55.25



Gambar 4.2: Grafik *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Pada saat proses pengujian beton segar scc yang dilakukan adalah *slump flow* pada FAS 0.40 hanya beton normal dan beton ASP 10% + 0.003 SSK yang memenuhi syarat SCC yaitu dengan nilai 70. 25 cm dan 74.25 cm, sedangkan pada FAS 0.45 yang memenuhi syarat SCC yaitu beton normal, beton ASP 10%+0.0003 SSK dan beton ASP 15%+0.0003 SSK dengan nilai 69.875, 67 cm dan 60.25 cm. Semakin bertambah kadar abu sekam padi ke dalam campuran beton segar semakin kental. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *slump flow* yang semakin kecil seperti pada Gambar 4.1 dan 4.2.

Sedangkan 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.

4.4 Pemeriksaan *Viskositas*

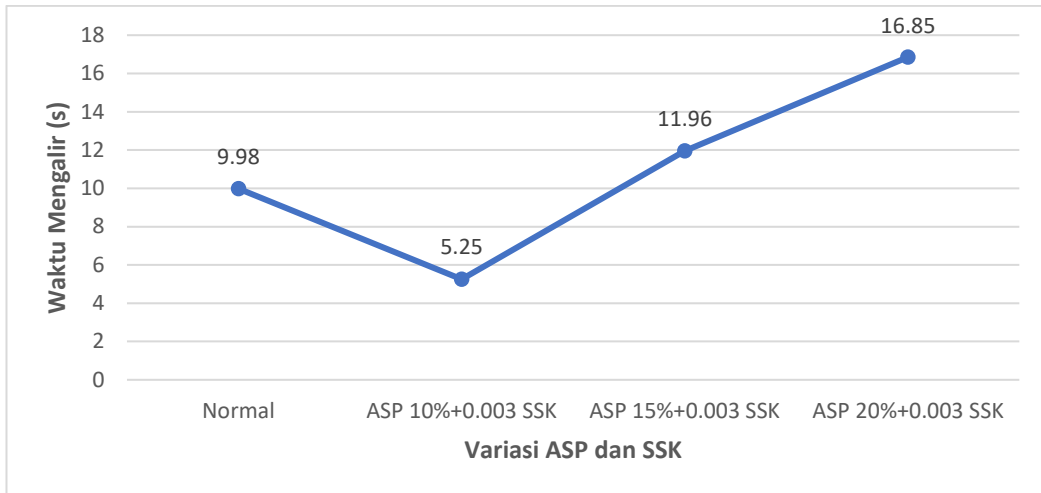
Pengujian *viskositas* adalah untuk mengetahui aliran beton segar setelah aliran mengalir, pengetesan ini menggunakan alat *v-funnel*. Nilai yang diuji dari pengujian ini adalah waktu mengalir (*flow time*). Berdasarkan (EFNARC, 2005), hasil uji *v-funnel* yang memenuhi syarat untuk beton SCC memiliki waktu alir 6-12 detik. Hal ini digunakan untuk mengukur viskositas dan sekaligus mengevaluasi ketahanan segregasi material beton SCC.

Tabel 4.8: *V Funnel* adonan beton SCC normal

NO	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1	beton normal, FAS 0.35	51
2	beton normal, FAS 0.40	9.98
3	beton normal, FAS 0.45	2.77

Tabel 4.9: *V Funnel* adonan beton SCC dengan FAS 0.40

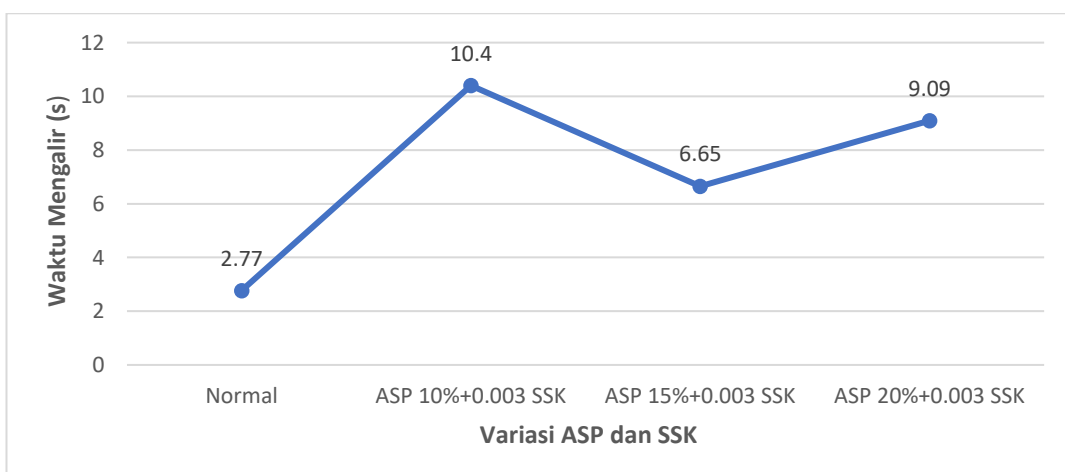
NO	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1	Normal	9.98
2	ASP 10%+0.003 SSK	5.25
3	ASP 15%+0.003 SSK	11.96
4	ASP 20%+0.003 SSK	16.85



Gambar 4.3: *V Funnel* adonan SCC dengan FAS 0.40

Tabel 4.10: *V Funnel* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

NO	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1	Normal	2.77
2	ASP 10%+0.003 SSK	10.4
3	ASP 15%+0.003 SSK	6.65
4	ASP 20%+0.003 SSK	9.09



Gambar 4.4: Grafik *V Funnel* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Pada proses pengujian *viskositas* pada FAS 0.40 hanya variasi beton normal dan beton ASP 15%+0.003 SSK yang dapat mengalir dengan waktu 9.98 detik 11.96 detik yang memenuhi syarat SCC sedangkan pada FAS 0.45 semua variasi memenuhi syarat SCC kecuali beton normal, yaitu variasi ASP 10%+0.003 SSK dengan waktu 10.4 detik. ASP 15%+0.003 SSK dengan waktu 6.65 detik, dan ASP 20%+0.003 SSK dengan waktu 9.09 detik. Hal ini disebabkan karena adanya abu sekam padi dalam proporsi tersebut menyerap air lebih cepat dan dalam jumlah besar sehingga tidak tercapai kekentalan beton segar yang diinginkan.

Sedangkan menurut (Nurtanto et al., 2021), berdasarkan hasil pengujian beton segar, beton segar dengan kandungan fly ash 10% dari berat semen memiliki tingkat kelecakan paling baik dibandingkan campuran beton segar lainnya. Selain itu, semakin besar kandungan abu sekam padi tingkat kelecakan beton segar semakin rendah serta campuran beton membutuhkan lebih banyak air sebab sifat abu sekam padi yang menyerap lebih banyak air.

4.5 Pemeriksaan *Passing Ability*

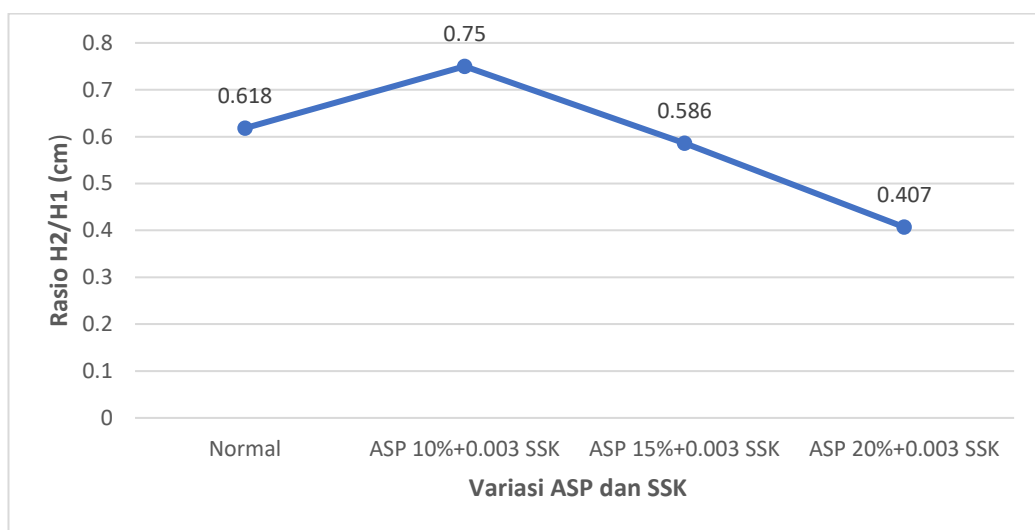
Pemeriksaan *passing ability* adalah penggetesan dengan menggunakan alat *L-Box*. *Passing ability* dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton memadat sendiri tanpa penggetaran, mengisi semua ruangan acuan melalui rintangan dengan berat sendiri diukur berdasarkan perbandingan dari beda ketinggian beton segar sebelum dan sesudah melalui rintangan.

Tabel 4.11: *Passing Ability* adonan beton SCC normal

NO	Variasi	Rasio H2/H1
1	beton normal, FAS 0.35	0.414
2	beton normal, FAS 0.40	0.618
3	beton normal, FAS 0.45	0.583

Tabel 4.12: *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.40

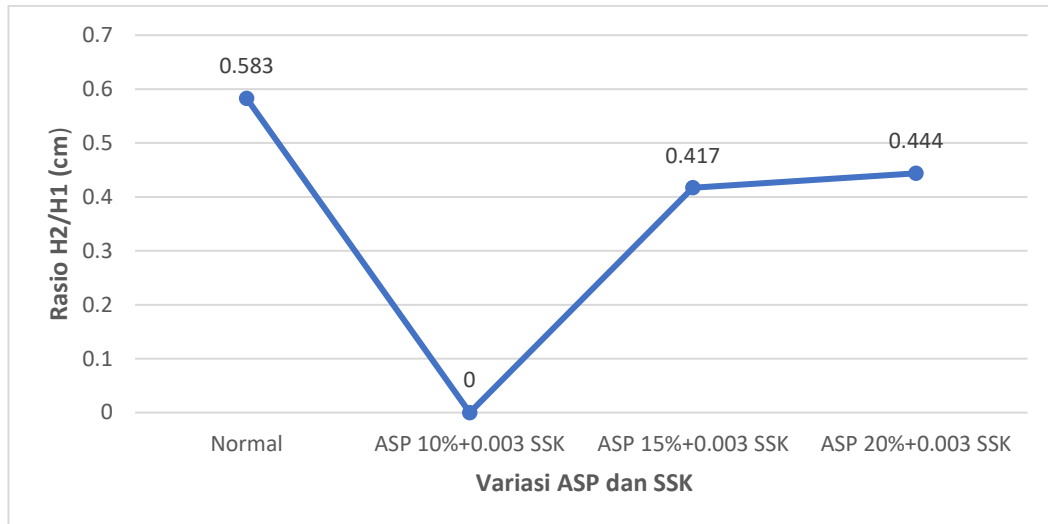
NO	Variasi	Rasio H2/H1
1	Normal	0.618
2	ASP 10%+0.003 SSK	0.75
3	ASP 15%+0.003 SSK	0.586
4	ASP 20%+0.003 SSK	0.407



Gambar 4.5: Grafik *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.40

Tabel 4.13: *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

NO	Variasi	Rasio H2/H1
1	Normal	0.583
2	ASP 10%+0.003 SSK	< 0.8
3	ASP 15%+0.003 SSK	0.417
4	ASP 20%+0.003 SSK	0.444



Gambar 4.6: Grafik *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Dari hasil seluruh pemeriksaan beton segar di atas tidak ada yang memenuhi syarat untuk beton SCC. Hal ini terjadi karena ASP dan serat sabut kelapa membuat adonan beton semakin kental dan mempengaruhi jumlah air sehingga mengalir menjadi terhambat. Menurut (Hermansah & Sihotang, 2019), blocking ratio yang tidak memenuhi kriteria SCC dikarenakan banyaknya beton sisa pada dinding L-box, setting time yang singkat, dan kurangnya kadar superplasticizer.

4.6 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan FAS berbeda pada masing-masing variasi campuran beton yaitu beton dengan bahan tambah ASP dan serat sabut sebagai pembanding maka dibuat pula campuran beton normal, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin tekan beton benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan ukuran 15cm x 30cm.

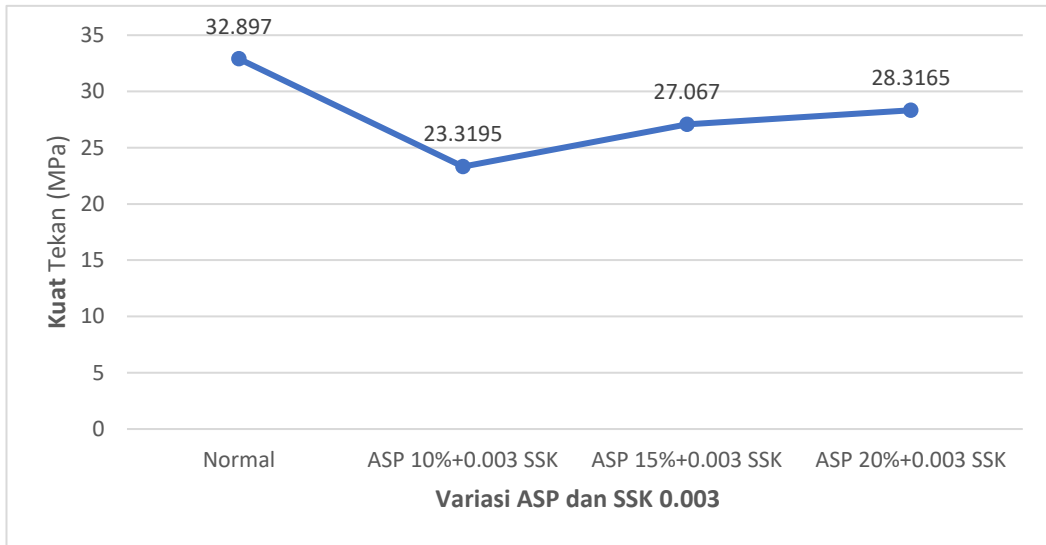
Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi sebesar 32.897 MPa pada beton normal dengan FAS 0.40.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton

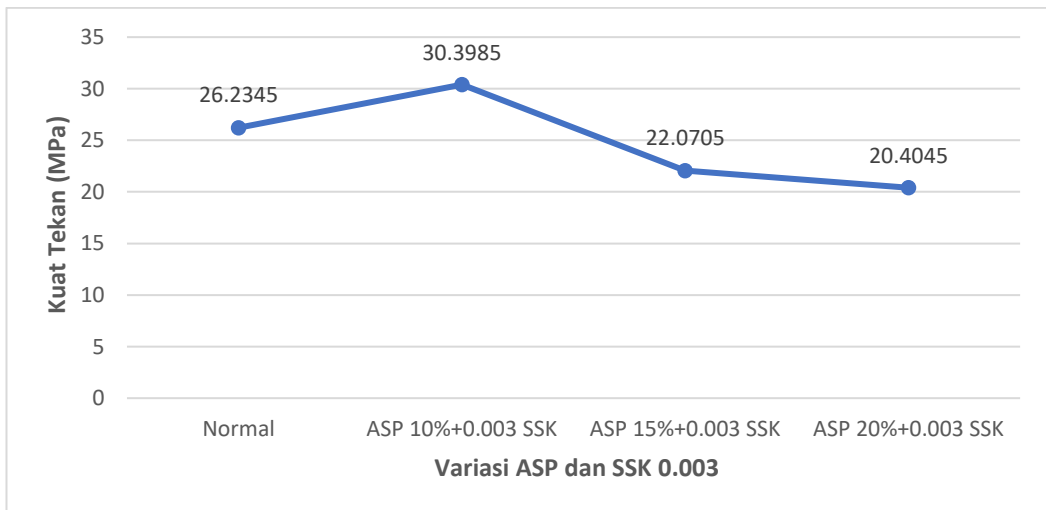
No	kode benda uji	FAS	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
1	beton normal	0.35	31.648	31.648
2			31.648	
3	beton normal	0.4	33.313	32.897
4			32.481	
5	beton normal	0.45	24.985	26.235
6			27.484	
7	ASP 10% + SSK 0.003%	0.40	21.654	23.320
8			24.985	
9	ASP 10% + SSK 0.003%	0.45	28.316	30.399
10			32.481	
11	ASP 15% + SSK 0.003%	0.40	24.985	27.067
12			29.149	
13	ASP 15% + SSK 0.003%	0.45	21.654	22.071
14			22.487	
15	ASP 20% + SSK 0.003%	0.40	29.982	28.317
16			26.651	
17	ASP 20% + SSK 0.003%	0.45	16.657	20.404
18			24.152	

Didalam pengujian kuat tekan beton ini didapatkan nilai kuat tekan beton normal sebesar 31.648 MPa dengan FAS 0.35, 32.897 MPa dengan FAS 0.40 dan 26.235 MPa dengan FAS 0.45, pada beton ASP 10% + SSK 0.003 sebesar 23.320 MPa dengan FAS 0.4 dan 30.399 MPa dengan FAS 0.45, pada beton ASP 15% + SSK 0.003 sebesar 27.067 MPa dengan FAS 0.40 dan 22.071 MPa dengan FAS 0.45, pada beton ASP 20% + SSK 0.003 sebesar 28.317 MPa dengan FAS 0.40 dan 20.405 MPa dengan FAS 0.45, pengujian kuat tekan ini dilakukan guna mendapatkan data hasil uji kuat tekan yang nantinya data ini akan digunakan dalam pengujian modulus elastisitas beton.

Dari Tabel 4.14 dapat digambar hubungan kuat tekan rata-rata dengan ASP dan serat sabut kelapa sebagai berikut:

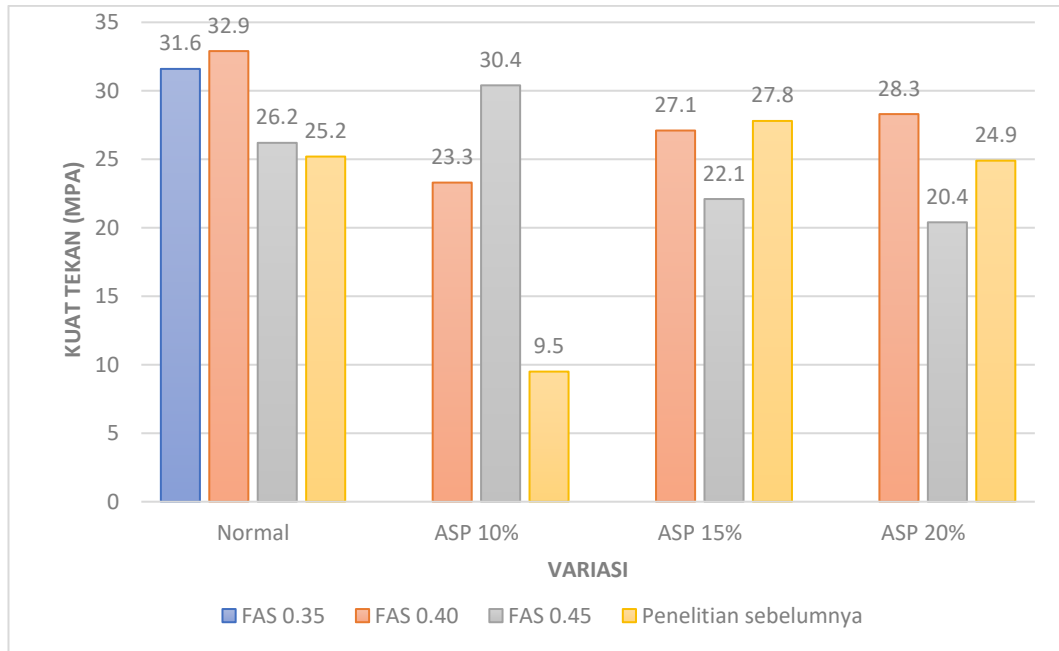


Gambar 4.7: Hubungan kuat tekan rata-rata dengan ASP dan SSK, FAS 0.40



Gambar 4.8: Hubungan kuat tekan rata-rata dengan ASP dan SSK, FAS 0.45

Sebagai perbandingan maka dibuat grafik hubungan kuat tekan dengan serat dari penelitian sebelumnya, dibawah ini adalah grafik hubungan kuat tekan rata-rata dengan serat:



Gambar 4.9: Hubungan kuat tekan rata-rata dengan serat. sumber: (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014)

Dari perbandingan nilai kuat tekan diatas setiap penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa terjadi peningkatan dan penurunan nilai kuat tekan sama dengan penelitian sebelumnya, hal ini dikarenakan ASP yang mudah menyerap air.

4.7 Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dibawah ini menggunakan metode ASTM C-469 (Test et al., 2006), pengujian modulus elastisitas beton menggunakan alat kuat tekan beton dan dial gauge (alat uji modulus elastisitas beton), pengujian modulus elastisitas beton ini dilakukan pada saat umur beton 28 hari pada beton normal maupun pada beton dengan bahan tambah ASP 10%, 15%, 20% dan serat sabut kelapa 0.003.

Data hasil pengujian tegangan dan regangan aksial diolah dengan menggunakan program Microsof Exel sehingga akan diperoleh hubungan tegangan-regangan aksial pada setiap benda uji. Hasil pengolahan data menggunakan analisis regresi dengan menggunakan pogram Microsof Exel, didapat persamaan regresi seperti tertera pada Tabel 4.15 berikut:

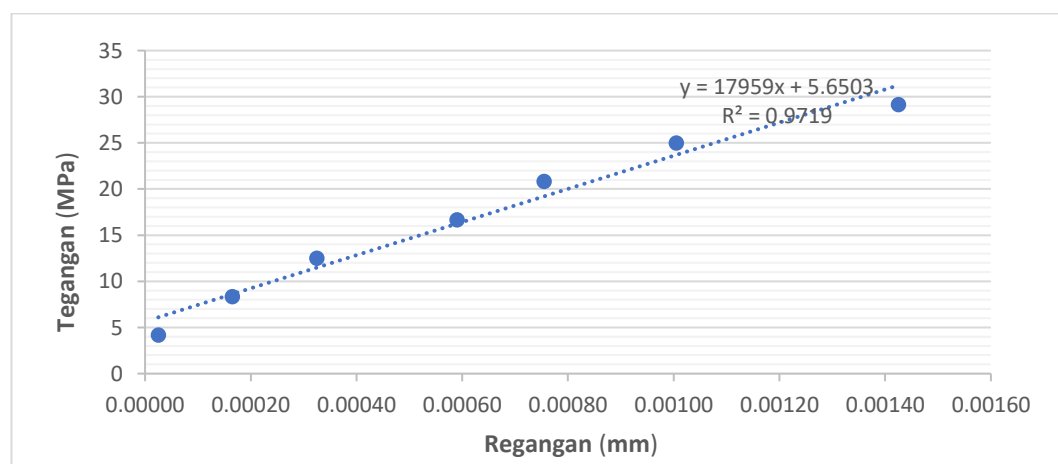
Tabel 4.15: Persamaan regresi fungsi tegangan-regangan aksial beton SCC

No	kode benda uji	FAS	Regresi
1	beton normal	0.35	$y = 41636 x + 7.1847$
2			$y = 41636 x + 7.1847$
3	beton normal	0.40	$y = 16112 x + 12.445$
4			$y = 59225 x + 10.195$
5	beton normal	0.45	$y = 28241 x + 6.5494$
6			$y = 29012 x + 5.104$
7	ASP 10% + SSK 0.003%	0.40	$y = 32691 x + 4.9477$
8			$y = 17771 x + 6.163$
9	ASP 10% + SSK 0.003%	0.45	$y = 16654 x + 7.1163$
10			$y = 12508 x + 10.043$
11	ASP 15% + SSK 0.003%	0.40	$y = 18772 x + 9.8346$
12			$y = 17959 x + 5.6503$
13	ASP 15% + SSK 0.003%	0.45	$y = 4760.3 x + 6.9901$
14			$y = 4357 x + 8.4033$
15	ASP 20% + SSK 0.003%	0.40	$y = 34570 x + 11.797$
16			$y = 5314.2 x + 9.3876$
17	ASP 20% + SSK 0.003%	0.45	$y = 10003 x + 5.4967$
18			$y = 10464 x + 6.3266$

X = Regangan Aksial (mm)

Y = Tegangan (MPa)

Sebagai contoh perhitungan modulus elastisitas beton ASP 15% + SSK 0.003 dengan FAS 0.40 pada benda uji kedua. Persamaan fungsi tegangan – regangan aksial:



Gambar 4.10: Grafik persamaan regresi fungsi tegangan-regangan

$$Y = 17959 X + 5.6503$$

Menghitung tegangan elastis (S2)

$$S2 = 0.4 \times f'c$$

$$= 0.4 \times 29.149$$

$$= 11.6596 \text{ MPa}$$

Dengan persamaan regresi tegangan-regangan aksial:

$$Y = 17959 x + 5.6503$$

$$\text{Untuk } S2 = 11.6596 \text{ MPa} \quad \varepsilon_2 = 0.00033461$$

$$\text{Untuk } \varepsilon_1 = 0.00005 \quad S1 = 6.54825$$

Menghitung modulus elastisitas (Ec)

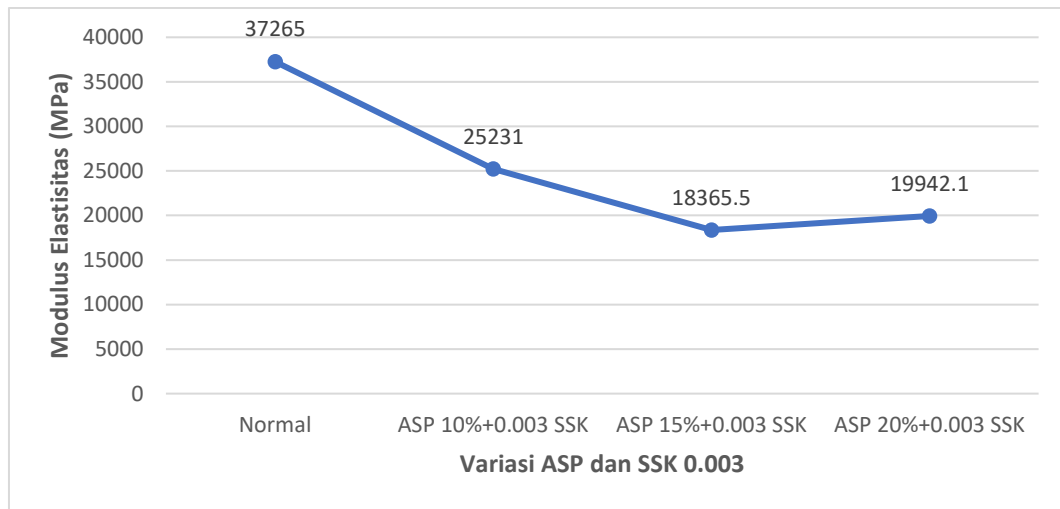
$$Ec = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} = \frac{11.6596 - 6.54825}{0.00033461 - 0.00005} = 17959 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan modulus elastisitas beton selanjutnya disajikan dalam tabel 4.16 berikut:

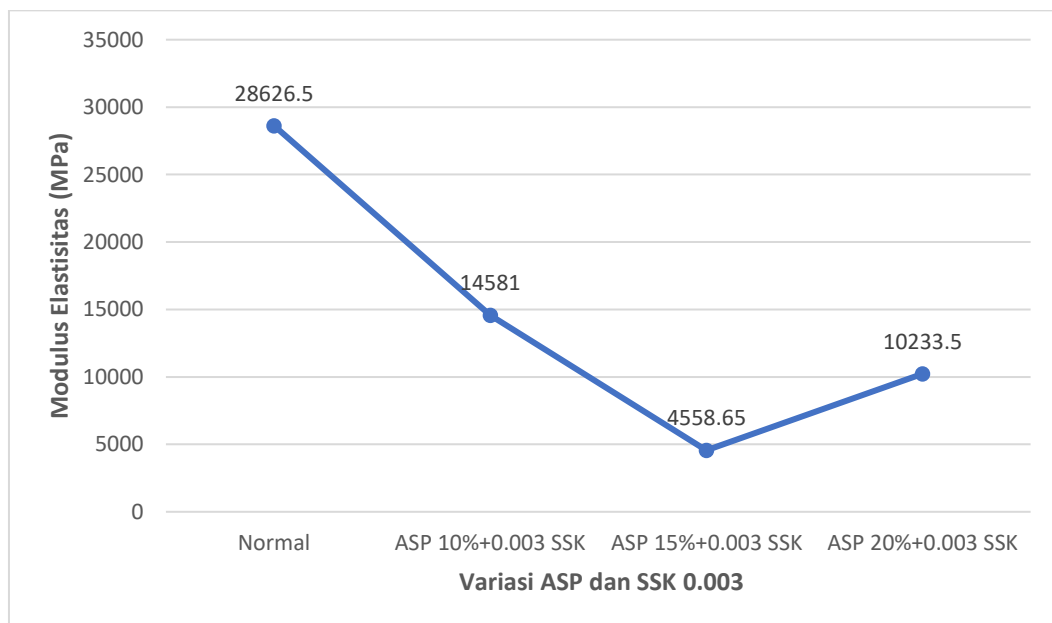
Tabel 4.16: Data Hasil Analisis Penghitungan Modulus Elastisitas Beton

No	kode benda uji	FAS	Ec (Mpa)	Ecr (Mpa)
1	beton normal	0.35	41636	41636
2			41636	
3	beton normal	0.40	15305	37265
4			59225	
5	beton normal	0.45	28241	28626.5
6			29012	
7	ASP 10% + SSK 0.003%	0.40	32691	25231
8			17771	
9	ASP 10% + SSK 0.003%	0.45	16654	14581
10			12508	
11	ASP 15% + SSK 0.003%	0.40	18772	18365.5
12			17959	
13	ASP 15% + SSK 0.003%	0.45	4760.3	4558.65
14			4357	
15	ASP 20% + SSK 0.003%	0.40	34570	19942.1
16			5314.2	
17	ASP 20% + SSK 0.003%	0.45	10003	10233.5
18			10464	

Dari Tabel 4.16 dapat digambar hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan ASP dan serat sabut kelapa sebagai berikut:

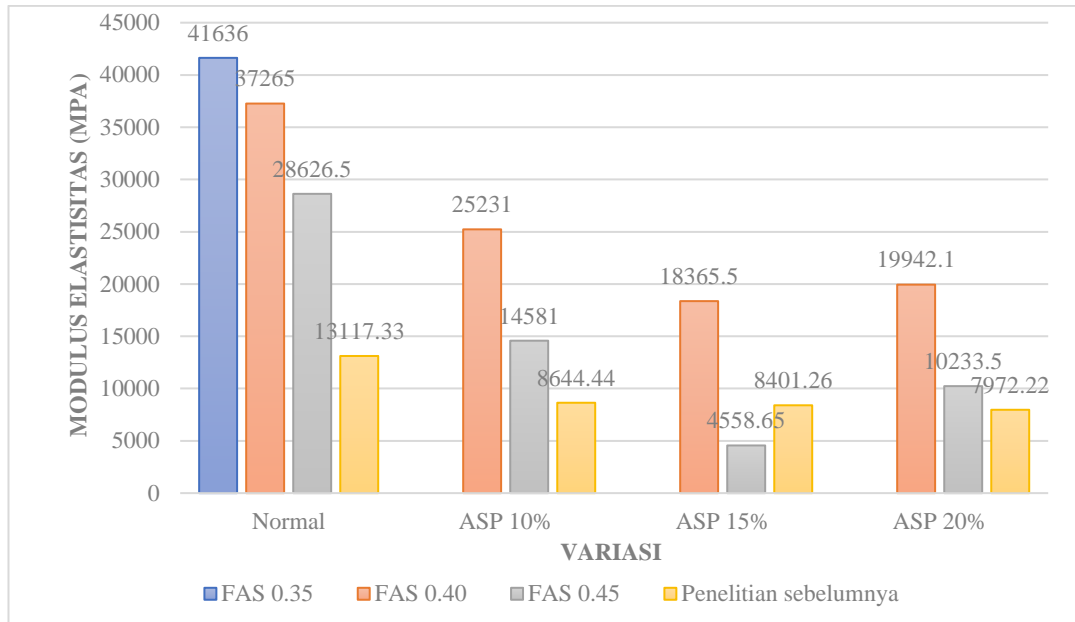


Gambar 4.11: Hubungan modulus elastisitas dengan ASP dan SSK, FAS 0.40



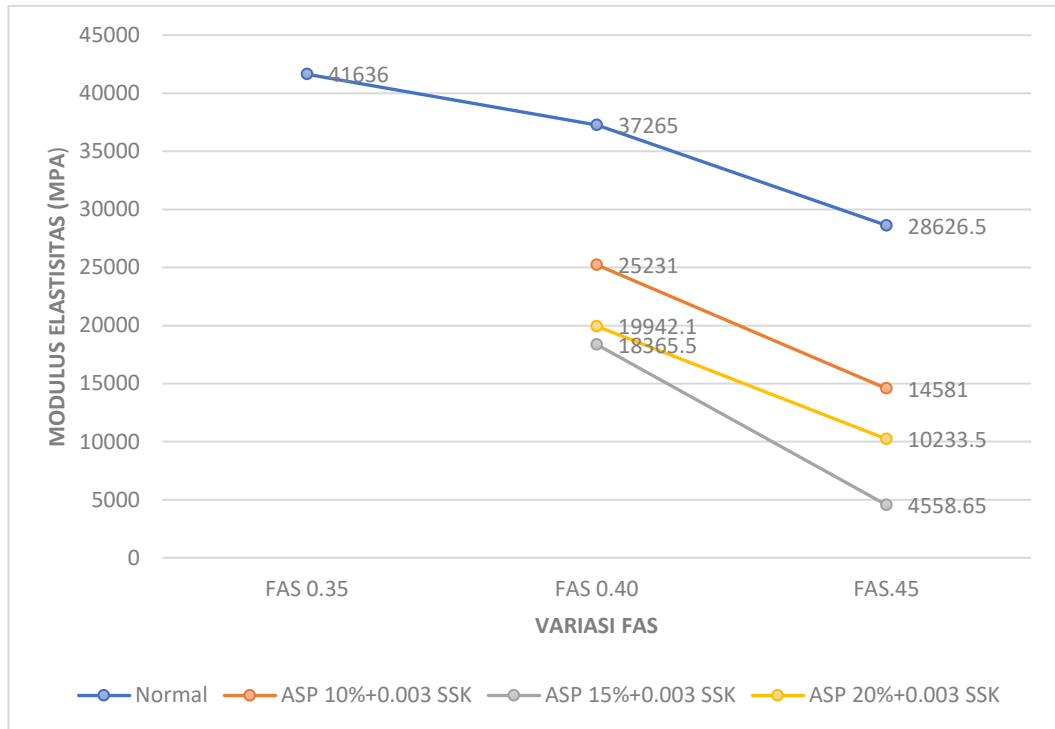
Gambar 4.12: Hubungan modulus elastisitas dengan ASP dan SSK, FAS 0.45

Sebagai perbandingan maka dibuat grafik hubungan modulus elastisitas dengan serat dari penelitian sebelumnya, dibawah ini adalah grafik hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan serat:



Gambar 4.13: Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan serat. sumber: (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014)

Dari perbandingan nilai modulus elastisitas diatas setiap penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa nilai modulus elastisitas mengalami penurunan berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang setiap penambahan abu sekam padi mengalami peningkatan, hal ini terjadi karena perbedaan FAS, yang akan dibahas pada gambar 4.14.



Gambar 4.14: Hubungan modulus elastisitas rata-rata dengan FAS

Dari gambar 4.14 setiap penambahan abu sekam padi dan FAS maka nilai modulus mengalami penurunan, hal ini membuktikan bahwa semakin banyak abu sekam padi dan jumlah air, maka semakin besar abu sekam padi menyerap air. Dan hal ini didukung oleh (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2014), ASP sangat menyerap air, akibatnya kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun.

4.8 Pembahasan

4.8.1 Kuat Tekan Beton

Dari gambar 4.7 dan gambar 4.8 dapat diketahui penambahan ASP dan serat sabut kelapa dapat membuat peningkatan dan penurunan nilai kuat tekan beton.

Nilai kuat tekan beton pada beton normal adalah:

- FAS 0.35 = 31.648 MPa
- FAS 0.40 = 32.897 MPa
- FAS 0.45 = 26.2345 MPa

Nilai kuat tekan beton serat dengan FAS 0.40 adalah:

- ASP 10% + SSK 0.003 = 23.3195 MPa
- ASP 15% + SSK 0.003 = 27.067 MPa
- ASP 20% + SSK 0.003 = 28.3165 MPa

Nilai kuat tekan beton serat dengan FAS 0.45 adalah:

- $ASP\ 10\% + SSK\ 0.003 = 30.3985\ MPa$
- $ASP\ 15\% + SSK\ 0.003 = 22.0705\ MPa$
- $ASP\ 20\% + SSK\ 0.003 = 20.4045\ MPa$

Nilai kuat tekan beton maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.40 menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 32.897 MPa. Pada beton serat dengan FAS 0.40, nilai kuat tekan mengalami peningkatan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa dan pada beton serat dengan FAS 0.45, nilai kuat tekan mengalami penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun nilai kuat tekan maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal.

Hal ini terjadi karena ASP dapat mengisi rongga-rongga tetapi penambahan ASP yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai kuat tekan karena ASP menyerap air dengan cepat. Hal ini juga didukung oleh penelitian (Tata & Sultan, 2016), penambahan ASP mengakibatkan pasir dapat menahan pergeseran dan perpindahan yang menyebabkan keretakan akibat gaya tekan. Sedangkan pada penambahan ASP setelah batas optimum menghasilkan penurunan kuat tekan karena semakin banyak komposisi ASP pada beton akan mengakibatkan terjadinya penyerapan air yang sangat besar sehingga membuat campuran sulit untuk dipadatkan dan retak internal serta cacat akibat terjadinya segregasi pada beton.

4.8.2 Modulus Elastisitas Beton

Dari gambar 4.11 dan gambar 4.12 dapat diketahui penambahan ASP dan serat sabut kelapa dapat membuat peningkatan dan penurunan nilai modulus elastisitas beton.

Nilai modulus elastisitas beton pada beton normal adalah:

- $FAS\ 0.35 = 41636\ MPa$
- $FAS\ 0.40 = 37265\ MPa$
- $FAS\ 0.45 = 28626.5\ MPa$

Nilai modulus elastisitas beton serat dengan FAS 0.40 adalah:

- $ASP\ 10\% + SSK\ 0.003 = 25231\ MPa$
- $ASP\ 15\% + SSK\ 0.003 = 18365.5\ MPa$

- $ASP\ 20\% + SSK\ 0.003 = 19942\ MPa$

Nilai modulus elastisitas beton serat dengan FAS 0.45 adalah:

- $ASP\ 10\% + SSK\ 0.003 = 14581\ MPa$
- $ASP\ 15\% + SSK\ 0.003 = 4558.65\ MPa$
- $ASP\ 20\% + SSK\ 0.003 = 10233.5\ MPa$

Nilai modulus elastisitas maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.35 menghasilkan nilai modulus elastisitas beton sebesar 41636 MPa. Pada beton serat dengan FAS 0.40 dan FAS 0.45, nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan dan penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun sama dengan nilai kuat tekan, nilai modulus elastisitas maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal.

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

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada beton serat dengan FAS 0.40, nilai kuat tekan mengalami peningkatan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa dan pada beton serat dengan FAS 0.45, nilai kuat tekan mengalami penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun nilai kuat tekan maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal. Hal ini terjadi karena ASP dapat mengisi rongga-rongga tetapi penambahan ASP yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai kuat tekan karena ASP menyerap air dengan cepat.
2. Pada beton serat dengan FAS 0.40 dan FAS 0.45, nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan dan penurunan setiap penambahan serat ASP dan serat sabut kelapa namun sama dengan nilai kuat tekan, nilai modulus elastisitas maksimum beton serat di kedua FAS tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal. Akibat dari penambahan substitusi ASP, sehingga workabilitas campuran menjadi tidak maksimal.
3. Penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa dapat memberikan kontribusi yang kurang positif terhadap beton, dimana dengan serat tersebut dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas tetapi belum bisa melewati nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton normal. Nilai kuat tekan beton maksimum adalah pada beton normal dengan FAS 0.40 yaitu sebesar 32.897 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas maksimum terjadi pada beton normal dengan FAS 0.35 yaitu sebesar 41636 MPa.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran yang bertujuan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Adapun saran yang perlu dikembangkan dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan mix design dengan nilai f'_c yang berbeda dan tipe semen yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa untuk melengkapi variasi pembanding, serta untuk mengetahui mutu beton serat secara maksimal.
3. Selalu diskusikan permasalahan dalam penelitian dengan dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- A Puji, A. P. (2015). Pengaruh Penambah Agregat Kasar Alami Sebagai Pengganti Batu Pecah Untuk Beton Mutu Normal. *Jurnal Teknik Sipil Itp*, 2(Vol 2, No 1 (2015): JURNAL TEKNIK SIPIL (JTS) ITP), 3–6. <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/tsipil/article/view/843>
- Amiruddin, A., Ibrahim, I., & Sulianti, I. (2015). Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen Untuk Pembuatan Beton Scc Dengan Bahan Tambah Sp430 Dan Rp260. *Pilar*, 10(2), 147–153. <https://www.jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/553>
- ASTM C 128-01. (2001). Standard Test Method for Density , Relative Density (Specific Gravity), and Absorption. *ASTM International*, 1–6. www.astm.org, or
- ASTM C 566. (1997). C566.Pdf. *ASTM International*, 5–7.
- Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : [tekniksipilunesa . org](http://tekniksipilunesa.org) Email : REKATS. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Dengan, N., Kuat, U. J. I., Dan, T., & Lentur, K. (2012). 1) . 2) . 2, 36–47.
- Effendi, Z., Saidi, T., & Aulia, T. B. (2018). Studi Komparasi Variasi Jenis Superplasticizer Terhadap Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan Menggunakan Fly Ash Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Aditif. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(3), 158–170. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11781>
- EFNARC. (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*, May, 63. <http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>
- Hadipramana, J., Riza, F. V., Rahman, I. A., Loon, L. Y., Adnan, S. H., & Zaidi, A. M. A. (2016). Pozzolanic Characterization of Waste Rice Husk Ash (RHA) from Muar, Malaysia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 160(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012066>
- Hamdani, H., Nyoman Kencanawati, N., Profys Bangun Persada, P., & Mandalika Kuta Kab Lombok Tengah, J. (2018). *Aplikasi Beton Scc (Self Compacting Concrete) Pada Sambungan Balok-Kolom Akibat Beban Vertikal Application*

of SCC Concrete (Self Compacting Concrete) on Beam-Column Connection under Vertical Loading. 5(1), 58–69.

Hermansah, F. Y., & Sihotang, A. (2019). Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC). (Hal. 62-73). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(1), 62. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i1.62>

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.

Japan Society of Civil Engineers (JSCE). (2007). Standard Specifications For Concrete Structures - 2007 “Materials and Construction.” In *Concrete* (Issue 16). <http://conc.civil.okayama-u.ac.jp/~tayano7/JSCE/publication.html>

Mahyar, H., Syahyadi, R., & Miswar, K. (2018). *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu AmpasTebu Sebagai Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton MutuTinggi A-212 A-213.* 2(1), 212–214.

Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, A. (2014). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.*

Memadat, B., Dengan, S., & Fly, P. (2001). *Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash Dan Structuro.* 1–11.

Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>

Nurtanto, D., Rahayu, A. A., & Wahyuningtyas, W. T. (2021). Pengaruh Perawatan Air Laut dan Air Tawar terhadap Kuat Tekan Beton Geopolymer yang Memadat Sendiri. *Rekayasa*, 14(1), 32–38. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.8375>

PBI. (1971). Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971. *Badan Standardisasi Indonesia.*

Purnawirati, I. G. A. N., Salain, I. M. A. K., & Putra, D. (2016). Properti Mekanik Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Batu Apung Serta Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland Dan Superplasticizer. *Jurnal Spektran*, 4(2), 27–35. <https://doi.org/10.24843/spektran.2016.v04.i02.p04>

Purwanto, E., Hasti,), Husni, R., Anggarani,), & Wibowo, B. (2016). *Pengaruh*

Semen OPC dan PCC Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Pada Beton Mutu Tinggi Faktor Air Semen 0,36 Dan 0,39. 1.

- Ridhwan Muhammad Iqbal, & Gati Annisa Hayu. (2020). Pemanfaatan Abu Sekam Padi 10% Dan Limbah Kaca Sebagai Bahan Substitusi Pada Campuran Beton Mutu $f_c' 25$ MPA. *Sondir*, 4(2), 6–15. <https://doi.org/10.36040/sondir.v4i2.3139>
- Riza, F. V., Lubis, D. S., Vidia, F., Manurung, B., & Nst, M. R. R. (2020). *Progress in Civil Engineering Journal Progress in Civil Engineering Journal terdapat keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan teknologi beton ringan kecil . Berat jenis yang lebih ringan ini berpengaruh terhadap beban mati struktural yan.* 2(1), 53–66.
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan. *Konstruksia*, 7(2), 13–20.
- Sambowo, K. A., & Rismunarsi, E. (2014). *Pengaruh Abrasi Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus.* 2(1), 108–115.
- Samsudin, S., & Hartantyo, S. D. (2017). Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknika*, 9(2), 8. <https://doi.org/10.30736/teknika.v9i2.58>
- Sandya, Y., & Musalamah, S. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil*, 5(2), 59–63.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 15-2049-2004. (2004). SNI 15-2049-2004 Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–128.
- Statements, B., & Size, T. (1995). *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.* 14(200), 3p.
- Su, N., Hsu, K.-C., & Chai, H.-W. (2001). A simple mix design method for self-compacting concrete. *Cement and Concrete Research*, 31(12), 1799–1807. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00566-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00566-X)
- Sulianti, I. K. A. (2018). Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap. *Jurnal Forum Meknika*, 7.
- Syamsuddin, R., Wicaksono, A., & Fazairin, F. (2011). Pengaruh Air Laut Pada Perawatan (Curing) Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton Dengan. *Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 5(2), 68–75.

- Tata, A., & Sultan, M. A. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton. *SIPILsains*, 06, 23–30.
- Test, C. C., Drilled, T., Elements, C., Drilled, U., Cores, C., & Concrete, C. (2006). *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson 's Ratio of Concrete. i*, 2–6.

LAMPIRAN



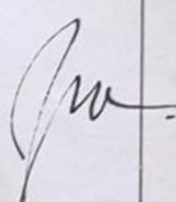
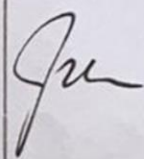
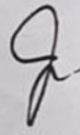
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

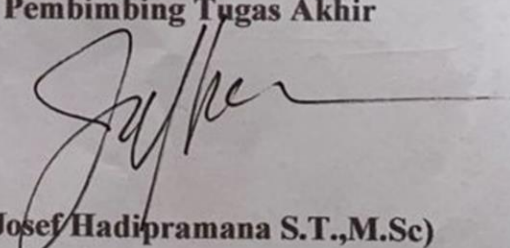
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Mariadly Rizky Abdillah
NPM : 1707210153
JUDUL : "SIFAT MEKANIK MODULUS ELASTISITAS
BETON SERAT ALAMI DENGAN BAHAN
TAMBAH ASP (ABU SEKAM PADI)"

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	24/2-2021	1. perbaiki typo error, dan telisan 2. perbaiki R.M. dan tujuan 3. hubungan ϵ & key word.	
		Ace - sempu 24/2-2021	
2.	26/08-21	1. Sesuaikan format penulisan dengan Panduan Skripsi: 2. Isi tabel dan lengkapi BAB IV	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

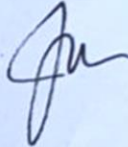
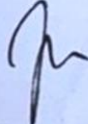

(Dr. Josef Hadipramana S.T.,M.Sc)

LEMBAR ASISTENSI

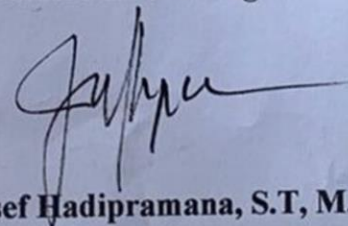
NAMA : MARIADLY RIZKY ABDILLAH

NPM : 1707210153

JUDUL : SIFAT MEKANIK MODULUS ELASTISITAS BETON SERAT ALAMI DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
3.	02/09 - 21	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki: Penulisan 2. Perbaiki: isi laporan 3. Lengkapi hasil pembahasan <u>BAB IV</u> 4. Perbaiki Grafik 	
4.	13/09 - 21	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki: Penulisan 2. Tambah referensi pembahasan <u>BAB IV</u> 3. Hasil perhitungan <u>BAB IV</u> didiskusikan dengan pembimbing sebelumnya 4. Sesuaikan format penulisan dengan Panduan Skripsi 	

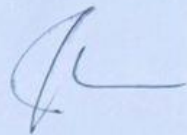
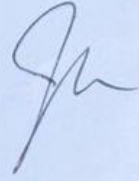
Dosen Pembimbing



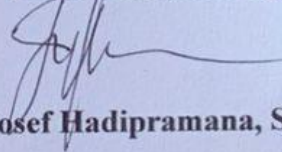
Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MARIADLY RIZKY ABDILLAH
NPM : 1707210153
JUDUL : SIFAT MEKANIK MODULUS ELASTISITAS BETON SERAT ALAMI DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI (ASP)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
5.	21/09 - 2021	1. Perbaiki penulisan 2. Memasukkan isi tabel ke dalam tulisan 3. Menambahkan tabel dan memperbaiki tabel 4. Lengkapi hasil BAB 5	
6	24/09 - 2021	lagut semkos!	

Dosen Pembimbing



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



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<p align="center"><i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Halus dan Absorsi) ASTM C 128</p>	<p>LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan):</p>
---	---

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (Asal Contoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (Gambaran Contoh)	Berat Jenis Agregat Halus
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

<i>FINE AGREGATS</i> (Agregat Halus) <i>Passing no. 4</i> (Lolos Ayakan no.4)	01	02	Rata-Rata
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) (B) (gr)	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan) (E) (gr)	492	491	491,5
<i>Wt of flask + water</i> (berat piknometer penuh air) (D) (gr)	674	674	674
<i>Wt of flask + water + sample</i> (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) (C) (gr)	979	980	979,5
<i>Bulk spgrafity dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$ (gr/cm ³)	2,523	2,531	2,527
<i>Bulk spgrafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$ (gr/cm ³)	2,564	2,577	2,571
<i>Apparent spgrafity dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$ (gr/cm ³)	2,631	2,654	2,643
<i>Absortion</i> (Penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$ (%)	1,626	1,833	1,730

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)
Mariadly Rizky Abdillah	Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128	LAB NO. (No. Surat) : <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan):
---	---

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (Asal Contoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (Gambaran Contoh)	Berat Jenis Agregat Kasar
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

<i>FINE AGREGATS</i> (Agregat Kasar) <i>Passing no. 4</i> (Lolos Ayakan no.4)	01	02	Rata-Rata
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) (A) (gr)	2700	2800	2750
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan) (C) (gr)	2679	2780	2729,5
<i>Wt of flask SSD Sample in Water</i> (Berat Contoh SSD didalam Air (B) (gr)	1705,4	1769,5	1737,5
<i>Bulk spgrafity dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$ (gr/cm ³)	2,694	2,698	2,696
<i>Bulk spgrafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$ (gr/cm ³)	2,715	2,717	2,716
<i>Apparent spgrafity dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$ (gr/cm ³)	2,752	2,751	2,751
<i>Absortion</i> (Penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$ (%)	0,784	0,719	0,752

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) Mariadly Rizky Abdillah	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc
---	---



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

<i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128	LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan):
---	--

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (Asal Contoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (Gambaran Contoh)	Berat Jenis Agregat Kasar
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

Agregat Halus Lolos Saringan No .4 mm	Contoh I	Contoh II	Rata-rata
Berat Contoh Kering: A (gr)	1500	1500	1500
Berat Kering contoh setelah dicuci : B (gr)	1489	1488	1488,5
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci : C (gr)	11	12	11,5
Persentase kotoran agrgat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	0,733%	0,8%	0,767%

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)
Mariadly Rizky Abdillah	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

<i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128	LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan):
---	--

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (Asal Contoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (Gambaran Contoh)	Berat Jenis Agregat Kasar
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

Agregat Halus Lolos Saringan No .4 mm	Contoh I	Contoh II	Rata-rata
Berat Contoh Kering: A (gr)	500	500	500
Berat Kering contoh setelah dicuci : B (gr)	485	482	483.5
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci : C (gr)	15	18	16.5
Persentase kotoran agrgat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	3%	3.6%	3.3%

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) Mariadly Rizky Abdillah	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc
---	---



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air Agregat Kasar) ASTM C 566	LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.Pengambilan Bhn): (Tgl. Percobaan) :
---	---

COARSE AGREGAT	01	02
<i>Wt Of SSD Sample & Mold</i> (Berat Contoh SSD dan Berat Wadah) gr	1055	1069
<i>Wt of SSD Sampel</i> (Berat Contoh SSD) gr	1000	1000
<i>Wt Of Oven Dray Sample & Mold</i> (Berat Contoh Kering Oven & Berat Wadah) gr	1049	1063
<i>Wt Of Mold</i> (Berat Wadah) gr	55	69
<i>Wt Of Water</i> (Berat Air)gr	6	6
<i>Wt Of Oven Dray Sample</i> (Berat Contoh Kering) gr	994	994
<i>Water Content</i> (Kadar Air)	0,604	0,604
<i>Ave</i> (Rata-Rata)	0,604	

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) Mariadly Rizky Abdillah	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc
---	---



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air Agregat Halus) ASTM C 566	LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.Pengambilan Bhn): (Tgl. Percobaan) :
---	---

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (AsalContoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (GambaranContoh)	Kadar Air Agregat Halus
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

FINE AGREGAT	01	02
<i>Wt Of SSD Sample & Mold</i> (Berat Contoh SSD dan Berat Wadah) gr	550	569
<i>Wt of SSD Sampel</i> (Berat Contoh SSD) gr	500	500
<i>Wt Of Oven Dray Sample & Mold</i> (Berat Contoh Kering Oven & Berat Wadah) gr	544	559
<i>Wt Of Mold</i> (Berat Wadah) gr	55	69
<i>Wt Of Water</i> (Berat Air) gr	11	10
<i>Wt Of Oven Dray Sample</i> (Berat Contoh Kering) gr	489	490
<i>Water Content</i> (Kadar Air)	2,249	2,041
<i>Ave</i> (Rata-Rata)	2,145	

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)
Mariadly Rizky Abdillah	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc



**LABORATORIUM BETON PROGRAM
STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA JL.
KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT AGGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) ASTM C 29	LAB NO. (No. Surat) : SAMPLING DATE : (Tgl. Pengambilan Bahan) : TESTING DATE (Tgl Percobaan) :
---	---

<i>SOURCES OF SAMPLE</i> (Asal Contoh)	Binjai
<i>DESCRIPTION OF SAMPLE</i> (Gambaran Contoh)	Agregat Halus dan Agregat Kasar
<i>PURPOSE OF MATERIAL</i> (Guna Material)	Mix Design

FINE AGGREGATE

NO	TEST NO		Satuan	1	2	3
1	<i>Wt of Sample & Mold</i> (Berat Contoh dan wadah)		gr	27200	29400	31000
2	<i>Wt of Mold</i> (Berat wadah)		gr	6500	6500	6500
3	<i>Wt of Sample</i> (Berat contoh)	(1-2)	gr	20700	22900	24500
4	<i>Vol of Mold</i> (Volume Wadah)		cm ³	15451,15	15451,15	15451,15
5	<i>Unit Weight</i> (Berat Isi)	3/4	gr/cm ²	1,339	1,485	1,585
6	<i>Average</i> (Rata-rata)		gr/cm ²	1,469		

COARSE AGGREGATE

NO	TEST NO		Satuan	1	2	3
1	<i>Wt of Sample & Mold</i> (Berat Contoh dan wadah)		gr	25700	26900	28000
2	<i>Wt of Mold</i> (Berat wadah)		gr	6500	6500	6500
3	<i>Wt of Sample</i> (Berat contoh)	(1-2)	gr	19200	20400	21500
4	<i>Vol of Mold</i> (Volume Wadah)		cm ³	15451,15	15451,15	15451,15
5	<i>Unit Weight</i> (Berat Isi)	3/4	gr/cm ²	1,24	1,322	1,39
6	<i>Average</i> (Rata-rata)		gr/cm ²	1,317		

TESTED BY (Dikerjakan Oleh) Mariadly Rizky Abdillah	CHECKED BY (Diperiksa Oleh) Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc
---	---

FOTO-FOTO DOKUMENTASI



Gambar L.1: Mencampurkan Semua Bahan ke Dalam *Mixer*



Gambar L. 2 Melakukan Pengujian *V Funnel Test* dan *L – Box Test* pada Beton Segar



Gambar L.3: Melakukan *Slump Flow Test* pada Beton Segar



Gambar L.4: Menyiapkan Bekisting



Gambar L.5: Menimbang Benda Uji Sebelum Perendam



Gambar L.6: Melakukan Perawatan Beton (*Curing*) dengan Cara Merendam Beton



Gambar L.7: Mengeluarkan Beton yang Sudah Direndam Selama 28 Hari



Gambar L.8: Menimbang Berat Beton Setelah Perendaman



Gambar L. 9 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Mariadly Rizky Abdillah
Panggilan : Adly
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 01 Maret 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Dusun 1 gg. Aman Tuntungan-1
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Zoelfikar SMHK
Ibu : Susi Emila SH
No.HP : 082299285414
E-Mail : adlyrizky1399@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210153
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD Negeri 101827	2011
2	SMP	SMP Swasta Muhammadiyah 03 Medan	2014
3	SMA	SMA Swasta Muhammadiyah 02 Medan	2017
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017 sampai selesai.		