

TUGAS AKHIR

PENGARUH ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN VARIASI SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN TERHADAP *SLUMP FLOW* DAN KUAT TEKAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN FAS YANG BERBEDA

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

ASYA RIZKY ILA UTAMI

1707210056



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Asya Rizky Ila Utami
NPM : 1707210056
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Dan Variasi Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Terhadap *Slump Flow* Dan Kuat Tekan Beton *Self Compacting Concrete* Dengan FAS Yang Berbeda (Studi Penelitian)

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 04 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Asya Rizky Ila Utami

NPM : 1707210056

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Dan Variasi Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Terhadap *Slump Flow* Dan Kuat Tekan Beton *Self Compacting Concrete* Dengan FAS Yang Berbeda (Studi Penelitian)

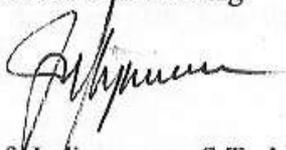
Bidang Ilmu : Struktur

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, 04 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Wiwin Nurzanah S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Asya Rizky Ila Utami
Tempat, Tanggal Lahir : Padang Sidempuan, 29 Februari 2000
NPM : 1707210056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Dan Variasi Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Terhadap *Slump Flow* Dan Kuat Tekan Beton *Self Compacting Concrete* Dengan FAS Yang Berbeda”.

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 04 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Asya Rizky Ila Utami

ABSTRAK

PENGARUH ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN VARIASI SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN TERHADAP *SLUMP FLOW* DAN KUAT TEKAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN FAKTOR AIR SEMEN YANG BERBEDA (STUDI PENELITIAN)

Asya Rizky Ila Utami

1707210056

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

Dalam era globalisasi manusia dituntut untuk mampu beradaptasi dengan teknologi yang semakin canggih, termasuk dalam dunia konstruksi. Produksi semen dengan bahan dasar utama klinker yang mampu menghasilkan gas karbondioksida untuk seluruh dunia dan serat sabut kelapa yang tidak mampu diolah dengan baik sehingga menghasilkan produksi sampah yang cukup besar. Perkembangan pembuatan beton cukup pesat salah satunya yaitu pada pembuatan beton serat. Dewasanya hal tersebut diaplikasikan dengan metode SCC (*Self Compacting Concrete*). Maka dari itu, dilakukan pengembangan material dengan menggunakan abu sekam padi (ASP) sebagai bahan pengganti sebagian semen yang diberikan 10% dari berat semen, dan penambahan variasi serat sabut kelapa (SSK) untuk meninjau karakteristik pengaliran yang dilakukan dengan *slump flow* test serta nilai kuat tekan dari beton tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan empat variasi campuran yaitu: 0%, 0,003%, 0,005%, dan 0,007% serta digunakan dua faktor air semen yaitu 0,40, dan 0,43 untuk mengetahui hasil yang lebih optimal. Hasil pengujian dari *slump flow test* menunjukkan penurunan sebesar 3,64% dari variasi II – variasi IV yang disebabkan oleh abu sekam padi dan serat sabut kelapa menyerap air cukup tinggi sehingga beton tersebut menjadi mengental. Pengujian kuat tekan beton menghasilkan kuat tekan optimum pada variasi 0% untuk kedua fas. Hal ini terjadi karena variasi I (0%) tidak terdapat campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa yang mampu meningkatkan kuat tekan beton.

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

ABSTRACT

THE EFFECT OF RICE HUSK ASH AS A CEMENT SUBSTITUTION AND COCONUT FIBER VARIATIONS AS ADDITIONAL MATERIALS ON SLUMP FLOW AND STRENGTH OF SELF COMPACTING CONCRETE CONCRETE WITH DIFFERENT CEMENT WATER FACTORS (RESEARCH STUDY)

Asya Rizky Ila Utami

1707210056

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

In the era of globalization, humans are required to be able to adapt to increasingly sophisticated technology, including in the world of construction. The production of cement with the main ingredient of clinker which is able to produce carbon dioxide gas for the whole world and coconut coir fiber which is not able to be processed properly resulting in a large amount of waste production. The development of concrete manufacture is quite rapid, one of which is in the manufacture of fiber concrete. Adults it is applied by the method of SCC (Self Compacting Concrete). Therefore, material development was carried out using rice husk ash (ASP) as a partial substitute for cement which was given 10% of the weight of cement, and the addition of variations of coconut fiber (SSK) to review the characteristics of the flow carried out by the slump flow test and the strength value. compression of the concrete. This research was conducted by considering four variations of the mixture, namely: 0%, 0.003%, 0.005%, and 0.007% and used two water-cement factors, namely 0.40, and 0.43 to find out more optimal results. The test results from the slump flow test showed a decrease of 3.64% from variation II - variation IV caused by rice husk ash and coconut fiber absorbing high enough water so that the concrete thickened. The compressive strength test of concrete produces the optimum compressive strength at 0% variation for both phases. This happens because variation I (0%) does not contain a mixture of rice husk ash and coconut fiber which can increase the compressive strength of concrete.

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

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Dan Variasi Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Terhadap *Slump Flow* Dan Kuat Tekan Beton *Self Compacting Concrete* Dengan Faktor Air Semen Yang Berbeda”.

Dimana Tugas Akhir adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilakukan oleh Mahasiswa/i Teknik Sipil dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama penulisan laporan dan penyelesaian tugas akhir ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu 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 yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Pembimbing I dan Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Administrasi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan dan membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi tugas akhir ini.
7. Teristimewa dan tersayang untuk kedua orang tua penulis Bapak Alm. H. Samsul Bachri, ST dan Ibu Rusti Anita Pane yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Terimakasih penulis berikan kepada diri sendiri yang mampu melewati segala rintangan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terimakasih telah bertahan, berjuang, dan menyelesaikan kewajiban ini. Kamu hebat dan kuat.
9. Tersayang Tamsil Hasan Nst, S.T. yang telah memberikan semangat, saran, dan solusi selama penulisan tugas akhir ini.
10. Ibunda Ir. Ellyza Chairina, S.T., M.Si. selaku motivator dan pendengar setia penulis dibangku perkuliahan
11. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS FT UMSU) yang memberikan motivasi, dukungan, dan menciptakan memori yang tak terlupakan semasa perkuliahan.
12. Rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2017. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.
13. Sahabat-sahabat penulis: Amalia Fermanita, S.H., Rizkiana Maula Putri, Eranti Shabrina Saragih, Winda Tari Utami, Sri Devi Tara Diva Siallagan, Arisya Fadilla Fitriana,

Yureina Elanda, Jayatri Hardita, Cut Putri Masyithah, Yovie Zulaikha Gultom, Yuana Safitri Zebua, S.M., M. Yusril Faisal, Fenollette Sitanggang, Agung Prasetya, Firza Muhammad Fachroini, dan lainnya yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu. Terimakasih telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini serta terimakasih sudah mengerti keadaan penulis. Kalian hebat.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sempurna.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 04 Oktober 2021

Penulis

Asya Rizky Ila Utami

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	6
2.2 Beton Mutu Tinggi	6
2.3 Beton Serat	7
2.4 Self Compacting Concrete	8
2.5 Bahan Dasar Pembuatan Beton	9
2.5.1 Semen	9
2.5.2 Agregat Kasar	12
2.5.3 Agregat Halus	13
2.5.4 Air	16
2.6 Abu Sekam Padi	17
2.7 Serat Sabut Kelapa	18

2.8	Superplastisizer	19
2.9	Karakteristik Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	20
2.10	Kuat Tekan Beton	21

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1	Bagan Alir Penelitian	24
3.2	Alat dan Bahan	27
3.2.1	Alat	27
3.2.2	Bahan	28
3.3	Metode Penelitian	29
3.3.1	Data Primer	29
3.3.2	Data Sekunder	29
3.4	Langkah-Langkah Pemeriksaan Bahan	30
3.4.1	Berat Jenis dan Penyerapan	30
3.4.2	Kadar Air	32
3.4.3	Kadar Lumpur	32
3.5	Abu Sekam Padi	34
3.6	Serat Sabut Kelapa	34
3.7	Mix Design	35
3.8	Pembuatan Benda Uji	35
3.8.1	Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji	35
3.8.2	Pengujian Slump Flow	37
3.8.3	Pengujian V Funnel Test	38
3.8.4	Pengujian L-Box Test	38
3.9	Perawatan (<i>Curing</i>) pada Benda Uji	39
3.10	Kuat Tekan Beton	40

BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1	Hasil Pemeriksaan Campuran Beton	42
4.2	Mix Design Beton Self Compacting Concrete	42
4.3	Perhitungan Mix Design Beton Self Compacting Concrete	43
4.4	Pengujian <i>Slump Flow Test</i>	50
4.5	Pengujian Kuat Tekan Beton	54

4.5.1	Analisa Kuat Tekan Rerata FAS 0,40	57
4.5.2	Analisa Kuat Tekan Rerata FAS 0,43	58
4.5.3	Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton terhadap Penggunaan Faktor Air Semen	59

BAB 5 PENUTUP

5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batas gradasi agregat	13
Gambar 2.2 Batas gradasi pasir kasar No.1	15
Gambar 2.3 Batas gradasi pasir sedang No.2	15
Gambar 2.4 Batas gradasi pasir agak halus No.3	15
Gambar 2.5 Batas gradasi pasir halus No.4	16
Gambar 3.1 Bagan alir metode penelitian	26
Gambar 3.2 Pembuatan benda uji	36
Gambar 3.3 Pengujian <i>Slump flow</i>	37
Gambar 3.4 Perawatan benda uji	40
Gambar 3.5 Pengujian kuat tekan beton	41
Gambar 4.1 Grafik nilai <i>slump flow</i> pada campuran beton normal	41
Gambar 4.2 Grafik nilai <i>slump flow</i> pada beton variasi dengan FAS 0,40	52
Gambar 4.3 Grafik nilai <i>slump flow</i> pada beton variasi dengan FAS 0,43	53
Gambar 4.4 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,40	57
Gambar 4.5 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,43	58
Gambar 4.6 Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Contoh pemakaian serat sebagai bahan tambahan pada beton	8
Tabel 2.2: Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan semen	11
Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar menurut ASTM C – 33 (1986)	12
Tabel 2.4: Batas gradasi agregat halus menurut SNI 03 – 2834 – 2000	14
Tabel 2.5: Komposisi kimia abu sekam padi	18
Tabel 2.6: Batas waktu kuat tekan beton yang ditentukan	22
Tabel 2.7: Perbandingan kuat tekan beton dengan umur beton	22
Tabel 3.1 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	31
Tabel 3.2 Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	31
Tabel 3.3 Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	32
Tabel 3.4 Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	32
Tabel 3.5 Data-data hasil kadar lumpur agregat kasar	33
Tabel 3.6 Data-data hasil kadar lumpur agregat halus	34
Tabel 3.7 Variasi sampel yang dibuat	35
Tabel 4.1. Data-data hasil pemeriksaan dasar	42
Tabel 4.2 Komposisi campuran beton	43
Tabel 4.3 Komposisi campuran beton scc dalam 1 m ³ untuk beton normal	43
Tabel 4.4 Komposisi campuran beton variasi dalam 1 m ³ dengan FAS 0,40	44
Tabel 4.5 Komposisi campuran beton scc dalam 1 m ³ dengan FAS 0,43	44
Tabel 4.6 Komposisi beton normal dalam 0,015912 m ³ dengan FAS 0,40	47
Tabel 4.7 Komposisi beton normal dalam 0,015912 m ³ dengan FAS 0,43	47
Tabel 4.8 Komposisi beton variasi dalam 0,015912 m ³ dengan FAS 0,40	48
Tabel 4.9 Komposisi beton variasi dalam 0,015912 m ³ dengan FAS 0,43	49
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>slump flow</i> beton normal dengan berbagai fas	51
Tabel 4.11 Hasil pengujian <i>slumpflow</i> beton variasi dengan FAS 0,40	52
Tabel 4.12 Hasil pengujian <i>slumpflow</i> beton variasi dengan FAS 0,43	53
Tabel 4.13 Kuat Tekan Beton SCC dengan FAS 0,40	55
Tabel 4.14 Kuat Tekan Beton SCC dengan FAS 0,43	56

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat tekan beton (MPa)
P	= Beban maksimum (N)
A	= Luas penampang beton tertekan (mm^2)
PL	= Passing Ability ratio 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 fly ash dibutuhkan (kg/m^3)
W_{wc}	= Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m^3)
W_{sp}	= Jumlah superplasticizer (kg/m^3)
$n\%$	= Dosis superplasticizer yang digunakan (%)
a/s	= Perbandingan agregat kasar dan agregat halus (%)
$A\%$	= Persentase fly ash yang digunakan (%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya pelaksanaan konstruksi saat ini, seperti gedung, jalan, jembatan, drainase akan mempengaruhi material-material yang akan digunakan pada saat pelaksanaan. Pemilihan material harus diperhatikan untuk mengurangi kejadian yang tidak di inginkan, seperti: berkurangnya nilai mutu beton, munculnya retak pada bagian struktur, serta terjadinya pemisahan agregat dari adukan yang diakibatkan oleh kurangnya kelecakan pada adukan beton . Beton merupakan material yang sering digunakan dalam proses pembangunan infrastruktur saat ini. Perkembangan beton terjadi sangat cepat baik dalam pembuatan maupun dalam campuran beton itu sendiri. 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. Oleh karena itu, hal ini juga 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).

Beton SCC telah digunakan di Eropa pada awal tahun 1970-an, lalu dikembangkan pada tahun 1980-an oleh negara Jepang. Jepang memakai metode pembuatan beton ini guna mencapai struktur beton yang tahan lama serta mengurangi pekerjaan konstruksi. Sebab beton SCC mampu memadatkan sendiri hingga mencapai sudut-sudut bekisting (Okamura & Ouchi, 2003). Beton SCC juga mampu menjadi inovasi untuk mempersingkat waktu pekerjaan dikarenakan beton SCC memiliki tingkat homogenitas yang tinggi (EFNARC, 2005).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton SCC hanya memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan pembuatan beton pada umumnya. Namun pada penggunaan agregat kasar menurut (EFNARC, 2005) ukuran agregat maksimum hanya dibatasi pada 12 – 20 mm. Sebab ukuran agregat mempengaruhi kemampuan pengaliran pada beton SCC. Semakin bulat agregat kasar tersebut maka semakin kecil resiko penyumbatan yang akan terjadi dan semakin aliran beton segar yang disebabkan oleh gesekan secara internal.

Sebab adanya perbedaan karakteristik beton segar pada beton konvensional dengan beton SCC dimana beton segar SCC memiliki kemampuan mengalir dan memadat dengan sendirinya, maka penggunaan material dalam proses pembuatan beton SCC harus sesuai dengan syarat-syarat yang sudah ada. Material yang digunakan harus menghasilkan kekentalan dan sifat mengalir yang tinggi tanpa mengakibatkan segregasi pada beton.

Dengan karakteristik mudah mengalir untuk mendapatkan mutu beton yang tinggi serta mencermati biaya dalam proses pembuatannya, terdapat beberapa cara yang mampu dilakukan dengan cara memperhatikan komposisi penyusunnya. Ada berbagai cara untuk meningkatkan mutu beton seperti menambahkan bahan yaitu abu sekam padi. Dimana abu sekam padi mengandung senyawa silika (SiO_2) sebesar 89,64% sehingga dapat digolongkan menjadi *pozzolan* (Rahman, 2017).

Penambahan abu sekam padi juga dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen untuk konstruksi dengan tujuan menambah nilai tambah dalam proses pembuatan beton agar beton tersebut memiliki sifat-sifat yang lebih bagus serta mengurangi penggunaan semen untuk mengurangi biaya pada saat pengerjaan (Nugroho, 2017)

Menurut (SNI 03-6468-2000, (2000) dinyatakan bahwa beton yang memiliki kuat tekan diatas 40 Mpa termasuk ke dalam beton mutu tinggi. Dimana apabila suatu beton memiliki kekuatan yang tinggi, maka faktor air semen yang didapat juga semakin kecil. Dengan ini terjadilah turunnya *workability* dari beton tersebut. Namun dapat dicegah dengan menggunakan bahan tambahan seperti serat serabut kelapa juga bahan tambahan kimia seperti *superplastisizer*.

Penambahan bahan tambah kimia seperti *superplastisizer* dalam campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan, keawetan, serta mengurangi biaya untuk alat dan para pekerja dalam suatu konstruksi (Wijaya, 2018). *Superplastisizer* juga mampu meningkatkan kekentalan pada beton sehingga beton tersebut mampu mengalir dengan sendiri dan mengisi rongga-rongga yang terdapat dalam cetakan.

Beton yang ditambahkan oleh serat sabut kelapa dapat disebut pula dengan beton serat. Penambahan serat alam terkhusus serat serabut kelapa tentu memiliki cara analisis tersendiri. Dimana menurut (Sudarmoko, 1998) apabila beton ditambahkan serat serabut kelapa dengan variasi tertentu akan meningkatkan kuat

tekan beton, juga memberikan *workability* yang cukup baik pada beton. Serat kelapa juga memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap serangan bakteri, pelapukan, serta memiliki berat yang lebih ringan daripada serat lainnya.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dalam penelitian ini, peneliti menggunakan abu sekam padi sebagai substitusi semen, serat serabut kelapa dan *superplastisizer* sebagai bahan tambahan untuk mengetahui kuat tekan dan *slump flow* pada beton yang dihasilkan oleh serat bahan tersebut dengan beberapa variasi yang telah ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan percobaan mengenai kuat tekan beton dengan menggunakan faktor air semen yang berbeda dengan penambahan limbah serat serabut kelapa. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Apakah beton SCC dengan menggunakan limbah serat serabut kelapa mempengaruhi kuat tekan beton dengan variasi campuran 0,003%, 0,005%, dan 0,007%?
2. Apakah beton SCC dengan menggunakan abu sekam padi mampu mengurangi penggunaan semen dengan sebesar 10% dari berat semen?
3. Berapa presentase optimum dari penggunaan serat serabut kelapa dan abu sekam padi dengan beberapa variasi pada umur 28 hari?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi:

1. Beton yang akan dibuat merupakan beton mutu tinggi.
2. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah serat serabut kelapa.
4. Bahan tambah kimia (*additive admixture*) yang digunakan adalah Sika Viscoflow 3660 lr.
5. Variasi campuran serat serabut kelapa pada beton SCC adalah sebesar 0,003%, 0,005%, dan 0,007.

6. Jumlah abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton SCC adalah sebesar 10% dari berat semen.
7. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland composite cement* (PCC) tipe 1.
8. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan diperoleh dari Kota Binjai, Sumatera Utara.
9. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian agregat kasar, agregat halus, bahan tambah, pemeriksaan *slump flow*, dan kuat tekan beton pada umur 28 hari.
10. Bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) pengaruh suhu, angin, dan kelembaban udara tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat tekan beton dengan variasi 0,003%, 0,005%, dan 0,007%
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh substitusi semen terhadap kuat tekan beton dengan jumlah sebesar 10%
3. Memanfaatkan limbah pangan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan khususnya dalam bidang inovasi pada beton.
2. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tambahan untuk penelitian-penelitian selanjutnya lalu dapat dikembangkan menjadi inovasi baru dalam perkembangan beton *self compacting concrete* (SCC).
3. Penelitian ini diharapkan mampu mengurangi limbah pangan yang belum dimanfaatkan secara maksimal seperti serat serabut kelapa.

4. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam dunia konstruksi.

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 komponen untuk pembangunan suatu konstruksi dimana proses pembuatan beton berupa pencampuran antara agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen), serta air. Saat ini tak jarang campuran beton sering ditambahkan dengan material-material tambahan yang bertujuan untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat-sifat dari beton diantaranya nya *workability*, *durability*, serta waktu pengerasan beton. Dengan campuran tersebut beton akan mengeras seperti bebatuan dalam hitungan jam, dan beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun disertai kuat tarik yang rendah. (buku struktur beton bertulang agus setiawan).

Bahan tambahan pada beton merupakan campuran yang ditambahkan pada campuran beton yang berfungsi untuk meningkatkan *workability* pada beton tersebut. Salah satu bahan tambah yang mampu meningkatkan *workability* pada beton salah satu nya adalah *superplastisizer* dan serat sabut kelapa. Tetapi kedua bahan ini tidak dapat dimodifikasi untuk merubah proporsi campuran pada beton normal agar campuran tersebut menjadi lebih plastis dan memiliki kuat tekan yang tinggi yang berkesinambungan dengan *workability* dari beton (Sylviana, 2015).

2.2 Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi merupakan satu dari sekian banyak jenis-jenis beton yang sudah ada. Ciri khas yang terdapat pada beton mutu tinggi adalah memiliki massa yang lebih padat dan berat (Candra, Wahyudiono, Anam, & Aprillia, 2020). Pada (SNI 03-6468-2000) beton mutu tinggi ialah beton yang memiliki kuat tekan rencana sebesar $\geq 41,4$ Mpa.

Kelebihan beton mutu tinggi ialah meningkatkan perkembangan kekuatan beton itu sendiri. Hal itu terjadi dikarenakan penggunaan semen yang lebih tinggi dan *akselerator*. Namun pada metode konvensional penggunaan semen dan *akselerator* mampu meningkatkan susut suhu dan susut kering pada beton (Rommel & Rusdianto, 2012). Untuk mengatasi hal tersebut dapat diberikan serat untuk mengontrol retak yang disebabkan oleh susut pada beton.

Beberapa faktor utama yang mampu menentukan keberhasilan beton bermutu tinggi, yaitu:

1. Faktor air semen yang rendah.
2. Kualitas bahan yang baik.
3. Penggunaan *admixture* kimia atau *admixture* mineral dengan dosis yang tepat.
4. Prosedur yang benar dalam proses pembuatan beton.

Menurut *American Concrete Institute* (ACI), beton mutu tinggi ialah beton dengan kombinasi khusus sesuai dengan yang diinginkan yang tidak didapat dalam beton konvensional, antara lain:

1. Berkekuatan tinggi.
2. Kedap dan padat.
3. Umur layan yang lama.
4. Hidrasi yang rendah.
5. Kemampuan mengalir yang memadai

2.3 Beton Serat

Beton merupakan suatu bebatuan campuran yang terdiri dari campuran semen, kerikil, pasir, dan air. Beton ini pula memiliki kuat tekan yang cukup tinggi. Dilihat dari kualitas beton sendiri, perbaikan kualitas beton dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti mengganti atau menambahkan beberapa material yang mampu memperbaiki kualitas beton, seperti penambahan serat pada campuran beton (Suhardiman, 2011).

Dalam (ACI Committee, 1982) mengatakan bahwa beton dengan campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan tambahan *fiber*. Bahan serat yang digunakan antara lain baja, plastik, kaca, karbon, serta serat-serat alami yang diperoleh dari tumbuh-tumbuhan alami. Bahan ini diharapkan mampu memperbaiki sifat beton pada beton serat tersebut. Berikut adalah berbagai contoh pemakaian serat yang telah dilakukan dalam beberapa penelitian, daftar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1: Contoh pemakaian serat sebagai bahan tambahan pada beton

No	Judul, Nama dan Tahun	Bahan	Kuat Tekan
1.	Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Tekan Beton Air Laut (MW. Tjaronge, Rita Immawati, Moh. Arinil Hidayat. 2016)	Serat Baja	Kuat tekan rata-rata dengan menggunakan serat baja sebanyak 2,5% adalah 38,7 MPa selama 28 hari
2.	Analisis Penambahan Cocofiber Pada Campuran Beton (Gusneli Yanti, Zainuri, Shanti Wahyuni Megasari. 2019)	<i>Cocofiber</i>	Nilai kuat tekan beton tertinggi pada variasi campuran <i>cocofiber</i> sebesar 32,337 MPa
3.	Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Cangkang Telur Ayam Dan Fly Ash Pada Karakteristik Mortar Beton (Sasmita,G.A.J.2019)	Serbuk Cangkang Telur	Kuat tekan beton mengalami peningkatan dengan variasi serbuk cangkang telur 20% dan <i>flyash</i> 10%

Sumber: Jurnal ilmiah

2.4 Self Compacting Concrete

Beton memadat sendiri (*self compacting concrete*) adalah kemampuan beton untuk mengalir sendiri dan mampu dicetak pada bekisting dengan mengurangi penggunaan alat pematik. Beton ini memiliki kriteria khusus pada ukuran agregat, porsi agregat, dan bahan kimia tambahan yang berfungsi untuk mencapai kekentalan khusus untuk mampu mengalir sendiri tanpa bantuan alat pematik (Mukodas & Rusyandi, 2001).

Dalam pengujiannya *self compacting concrete* memiliki tahapan-tahapan terhadap beton segar yang harus dilalui untuk mengetahui sifat dari beton segar itu sendiri. Menurut (EFNARC, 2005) tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk menguji *workability* dan *flowability* beton segar dengan cara mengukur *slump flow* pada beton segar lalu menuangkan beton segar kedalam *L-Shaped Box*, *V Funnel Test*.

Menurut (Rakesh Kumar, 2015) beton *self compacting concrete* memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Beton ini mampu mengurangi waktu pekerjaan konstruksi
2. Mengurangi penggunaan tenaga kerja
3. *Durability* (ketahanan) beton yang cukup tinggi
4. Desain yang lebih fleksibel
5. Tidak adanya polusi suara yang disebabkan oleh alat penggetar
6. Mudah dalam pengecoran sebab beton ini mampu masuk kedalam bekisting hingga mencapai sudut dan permukaan beton yang cukup baik.

2.5 Bahan Dasar Pembuatan Beton

Menurut (Pd T-04-2004-C, 2003) beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan yang telah direncanakan ($f'c$) sebesar 40MPa sampai 80 MPa dengan benda uji standart berbentuk silinder yang memiliki diameter 15 cm x 30 cm. Pada umumnya campuran beton terdiri dari tiga komponen utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Apabila ingin melakukan penelitian dengan tujuan mengubah sifat-sifat dari beton, maka bisa ditambahkan dengan bahan tambah (*admixture*).

2.5.1 Semen

Semen adalah suatu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam dunia keteknik sipil. Semen digunakan sebagai bahan pengikat baik untuk beton, batu bata, mortar, acian, dan sebagainya. Bahan utama yang terkandung dalam semen adalah kapur dan didukung oleh unsur-unsur kimia lainnya.

Terdapat beberapa jenis semen yang berada dipasaran untuk di perjual belikan. Menurut (SNI, 2004) semen dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sesuai jenis dan kegunaannya, yaitu:

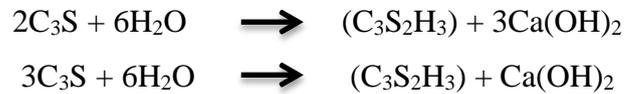
1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan secara umum dan tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada jenis lainnya.
2. Jenis II, yaitu semen *portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

3. Jenis III, yaitu semen *portland* yang penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah peningkatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V, yaitu semen *portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Umumnya terdapat empat kandungan senyawa kimia dalam campuran semen, yaitu:

1. Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
Memiliki sifat yang sama dengan semen yaitu apabila ditambahkan air maka semen tersebut menjadi kaku dan mengeras dalam hitungan jam. C_3S memiliki kekuatan awal dan menimbulkan panas hidrasi kurang lebih 58 kalori/gram setelah tiga hari.
2. Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
Setelah ditambahkan air lalu terjadi reaksi yang menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan panas 12 kalori/gram setelah tiga hari. Pasta mengeras, kekuatannya stabil dan lambat hingga beberapa minggu mencapai kuat tekan akhir hampir sama dengan C_3S .
3. Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$
Unsur ini memiliki reaksi dengan air lalu menimbulkan panas hidrasi tinggi yaitu 212 kalori/gram setelah tiga hari. Perkembangan kekuatan terjadi satu sampai dua hari tetapi memiliki kekuatan yang rendah.
4. Tetrakalsium Aluminoferit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$
Unsur ini ketika bereaksi dengan air berlangsung secara cepat dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi 68 kalori/gram. Warna abu-abu pada semen disebabkan oleh unsur ini. Silikat dan aluminat yang terdapat pada semen akan menjadi perekat yang memadat lalu membentuk massa yang keras. Reaksi kimia membentuk perekat itu disebut juga hidrasi. Reaksi kimia semen bersifat *exothermic* dengan panas yang dihasilkan mencapai 110 kalori/gram. Hal ini mengakibatkan terjadinya reaksi eksotermis yang membuat adanya perbedaan temperatur yang sangat tajam hingga menimbulkan retak-retak kecil pada mortar.

Campuran semen memiliki reaksi kimia dengan air hingga membentuk massa padat yang sifatnya belum diketahui secara rinci karena terlalu kompleks, Rumus kimia yang dapat dipergunakan bersifat perkiraan untuk reaksi kimia dari unsur C₂S dan C₃S yaitu:



Dalam penelitian digunakan semen jenis PCC dengan alasan penggunaan semen ini mampu meningkatkan kuat tekan pada beton *self compacting concrete*. Semen ini mampu bereaksi dengan Ca(OH)₂ sehingga mengurangi kadar CA(OH)₂ pada beton (Mariani, Victor, 2009). Penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi semen bertujuan untuk mengurai kadar penggunaan semen pada penelitian. Atas hal ini, diperoleh berbagai macam hasil yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2: Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan semen.

No	Judul, Nama, dan Tahun	Bahan	Hasil
1.	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan (Triastuti, T., & Nugroho, A. 2017)	Abu sekam padi dengan variasi (0%, 10%, 15%, dan 20%) sebagai pengganti semen	Kuat tekan optimum diperoleh dari variasi ASP 15% dan 20% yaitu sebesar $\geq 1,45$ MPa
2.	Pemanfaatan Limbah Genteng Dan Kapur Sebagai Cementitious Pada Beton Ringan Nonstruktural (Nurtanto, D., & Utami, N. M. 2017)	Semen <i>pozzolan</i> (PPC) yang diproduksi oleh PT Semen Puger	Hasil kuat tekan optimum terdapat pada variasi 1 dengan nilai kuat tekan sebesar 12,704 kg/cm ² dan berat volume

			sebesar 1141,231 kg/m ³
3.	Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-sifat mekanis mortar busa (Taufik Hidayat 2018)	Semen PPC merk Gersik	Kuat tekan mortar busa pada umur 7 hari adalah: 14 hari = 2,23 MPa 21 hari = 4,2 MPa 28 hari = 4,7 MPa

Sumber: Jurnal ilmiah

2.5.2 Agregat Kasar

Agregat kasar dalam campuran beton dapat berupa batu kerikil, batu pecah, granit, atau beton yang sudah digunakan dan dipecahkan. Dalam hal ini penggunaan agregat kasar pada campuran beton harus memenuhi persyaratan (EFNARC, 2005), antara lain:

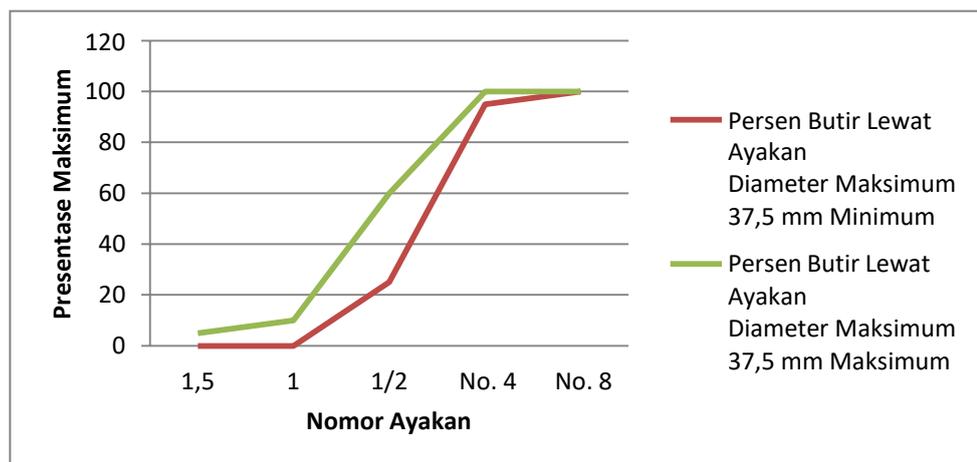
1. Ukuran agregat kasar maksimum yang diperbolehkan untuk beton *self compacting concrete* harus dibatasi pada 12 – 20 mm.
2. Semakin bulat ukuran agregat kasar, maka semakin kecil kemungkinan penyumbatan terjadi.
3. Aliran beton segar semakin besar yang disebabkan oleh ukuran bulat agregat dan mampu mengurangi gesekan internal.
4. Agregat mampu berpindah permukaan apabila viskositas pasta rendah dan hal ini tidak terlihat oleh ketahanan segregasi saringan.
5. Pemblokiran agregat harus dihindari sebab beton SCC mengalir melalui tulangan yang diuji dengan *L-Box*.

Menurut (ASTM C 33, 1986) agregat kasar memiliki batas gradasi dengan diameter maksimum 37,5 yang dapat dilihat dalam Tabel 2.3 dan dijelaskan dengan rinci pada Gambar 2.1.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar menurut ASTM C – 33 (1986).

Lubang Ayakan	Persen Lolos Ayakan Diameter Max. 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100

Sumber: ASTM C – 33 (1986)



Gambar 2.1: Batas gradasi agregat

Sumber: ASTM C – 33 (1986)

2.5.3 Agregat Halus

Agregat halus dalam campuran beton dapat berupa pasir alami yang dihasilkan dari pecahan alami dari bebatuan atau dapat pula berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu. Syarat-syarat agregat halus dalam (EFNARC, 2005) adalah:

1. Pengaruh agregat halus jauh lebih besar jika dibandingkan dengan penggunaan agregat kasar pada beton SCC.

2. Ukuran partikel agregat halus kurang dari 0,125 mm.
3. Harus mengandung kandungan pasta dan memperhitungkan rasio bubuk air.
4. Apabila kandungan pasta tinggi dalam campuran beton SCC, dapat mengurangi gesekan internal antar partikel pasir.
5. Dalam penggunaannya, banyak yang menginginkan pasir bergradasi celah.

Menurut (SNI 03-2834-2000, n.d.) tentang cara pembuatan rencana campuran beton normal, pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya. Pengelompokan tersebut dapat dilihat melalui Tabel 2.4 dibawah ini:

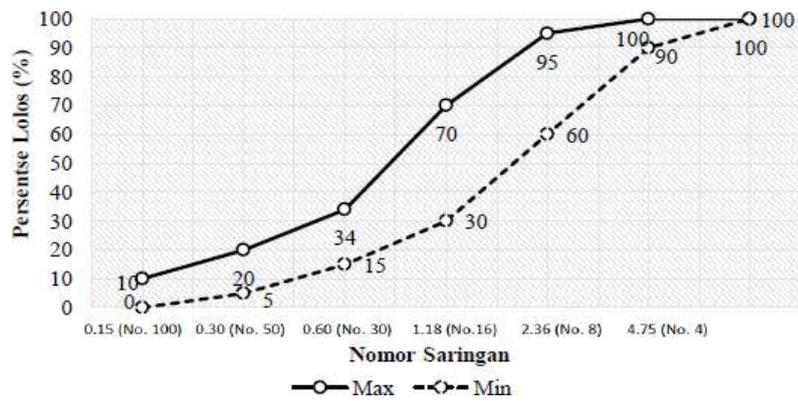
Tabel 2.4: Batas gradasi agregat halus menurut SNI 03 – 2834 – 2000.

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

Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000

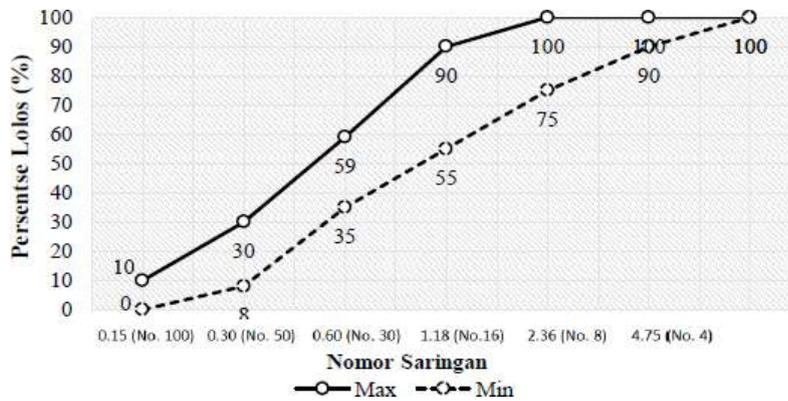
Keterangan :

- Daerah gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah gradasi I = Pasir Agak Kasar
- Daerah gradasi I = Pasir Agak Halus
- Daerah gradasi I = Pasir Halus



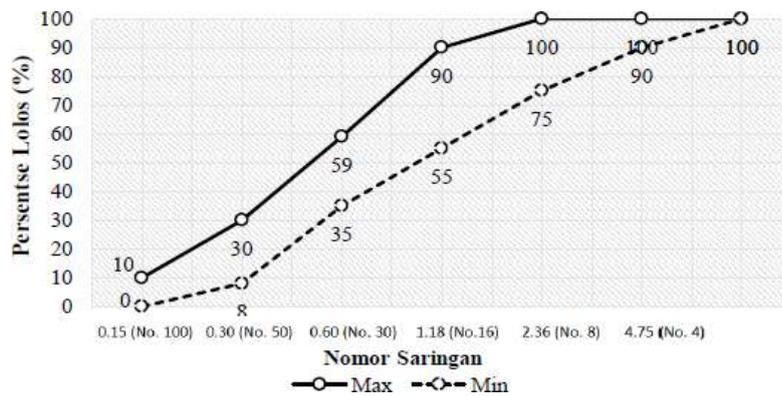
Gambar 2.2: Batas gradasi pasir kasar No. 1

Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000



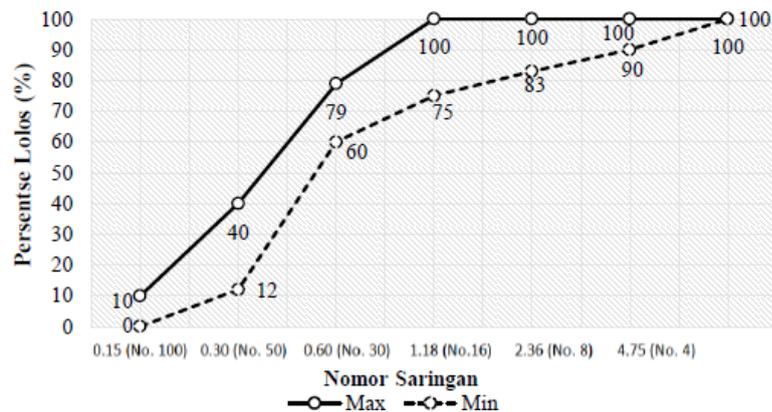
Gambar 2.3: Batas gradasi pasir sedang No. 2

Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000



Gambar 2.4: Batas gradasi pasir agak halus No. 3

Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000



Gambar 2.5: Batas gradasi pasir halus No. 4

Sumber: SNI – 03 – 2834 – 2000

2.5.4 Air

Air adalah material pembuat beton yang sangat utama namun memiliki biaya cukup rendah. Air diperlukan untuk proses hidrasi semen yang akan menyebabkan semen menjadi bahan pengikat dan akan terjadinya pengerasan pada beton. Air juga berfungsi sebagai media pembasah agregat agar memberikan kemudahan dalam pekerjaan.

Proses hidrasi semen membutuhkan air sebanyak 25% dari berat semen yang digunakan. Faktanya, apabila nilai faktor air semen kurang dari 35% maka beton yang dihasilkan akan mengalami keropos dan memiliki kuat tekan yang rendah. Dalam penggunaannya, penambahan air harus sesuai dengan ketentuan karena air berpengaruh pada kekentalan (*consistency*), sehingga menghasilkan suatu kelecakan (*workabilit*) yang baik. Menurut (Arizki dkk, 2015) penggunaan air dalam campuran beton sangat mempengaruhi karakteristik dari beton tersebut.

Air yang digunakan pada campuran beton harus sesuai dengan (SNI 7974, 2013) mengenai Spesifikasi Air Pencampur Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulic, yaitu:

1. Air yang dapat diminum bisa digunakan untuk campuran beton.
2. Air yang digunakan harus bersih dan terhindar dari bahan yang mampu merusak kualitas beton, seperti garam, asam, alkali, oli, atau bahan lainnya.

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

2.6 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Abu sekam padi memiliki sifat *pozzolanic* yang memiliki kandungan silika dan kapur bebas yang tinggi. Kedua hal ini sangat dibutuhkan untuk hidrasi pada semen (Rahman, 2017). Secara fisik, abu sekam padi memiliki ukuran butiran yang sesuai dengan syarat-syarat dari (ACI, 1986) yaitu lolos pada ayakan No. 325 atau setara dengan 45 *milimicron*.

Abu sekam padi memiliki unsur senyawa kimia yang disebabkan oleh pembakaran sekam padi. Untuk itu, seluruh komponen organik diubah menjadi gas karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) hingga meninggalkan abu yang bersifat anorganik (Amaria, 2012). Sekam padi dibakar pada suhu tinggi (500-600°C) yang menyebabkan adanya kandungan silikia yang dapat dimanfaatkan untuk proses kimia.

Data Badan Pusat Statistik pada tahun 2019 Sumatera Utara mampu memproduksi padi sebesar 2.078.901,59 ton (diupdate pada 17 Februari 2021). Limbah padi yang dihasilkan sekitar 20% - 30% dari berat padi, namun tidak mampu dimanfaatkan dengan baik sehingga menimbulkan pencemaraan lingkungan (Sari, 2020).

Menurut (Handayani, Nurjanah, & Rengga, 2014) dalam sekam padi mampu menghasilkan silika sebanyak 87% - 97% setelah mengalami pembakaran yang sempurna. Oleh karenanya untuk meningkatkan kuat tekan beton dengan cara menambahkan abu sekam padi kedalam campuran beton dan menambahkan

serat sabut kelapa yang mempunyai fungsi sebagai penangkal mikroorganisme dan mampu meningkatkan sifat deformasi pada beton (Sahrudin & Nadia, 2016).

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian mengenai unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu sekam padi, diantaranya dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5: Komposisi kimia abu sekam padi.

Komponen	%Berat
SiO ₂	89,90
K ₂ O	4,50
CaO	1,01
P ₂ O	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 dkk. 2016)

2.7 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa adalah serat alami yang diperoleh dari kulit kelapa yang tebal dan kasar namun mampu bertahan cukup lama. Serat ini mampu menahan air terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh air asin dan *degradasi mikrobial*. Sabut kelapa didapat dari 35% bagian dari buah kelapa, serta sabut kelapa mengandung 30% serat dan 70% gabus (Br Manurung, 2020).

Di negara lainnya, serat berfungsi sebagai penguat dan pengikat sifat deformasi beton. Penahan lainnya ialah sebagai penahan retakan yang menyebar untuk menyebarkan ujung retakan sehingga regangan retakan tersebut meningkat drastis akibat dari serat tersebut. Mutu dari serat dapat ditentukan oleh warna, kadar air, presentase kotoran, dan proporsi berat antar serat panjang dan serat pendek. Serat sabut kelapa yang bermutu tinggi memiliki warna cerah dengan

presentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung lumpur (Muhamad Miftakhul Fahri, Ir. Muhammad Ryanto., MT, Heri Sismoro, ST., 2019).

Dalam prosesnya, serat sabut kelapa yang memiliki ukuran panjang diperoleh dari proses ekstraksi serat sabut kelapa. Perbandingan antara serat panjang, serat medium, dan serat pendek berkisar antara 60:30:10. Diameter serat sabut kelapa adalah 50 sampai 300 μm . Sel serat sabut kelapa memiliki panjang 1 mm dan ukuran diameter 5-8 μm (Yanti, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Safarizki, 2017) yang mengatakan bahwa penggunaan serat sabut kelapa dengan presentase 0,007% menyebabkan naiknya kuat tekan beton.

2.8 Superplastisizer

Superplastisizer adalah suatu jenis bahan tambahan kimia yang memiliki fungsi untuk mengurangi kebutuhan air tetapi tetap mempertahankan *workability* campuran tersebut. *Workability* dalam beton SCC mencakup kriteria *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resistance* (Mariani, Victor, 2009).

Menurut (Amri, 2005) penambahan *superplastisizer* memberikan dampak untuk meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan, dan permeabilitas beton. Bahan dasar *superplastisizer* berasal dari *Sulphite Iye*, albumin, dan gula. Bahan ini mampu mempercepat waktu pengikatan. *Superplastisizer* dicampur dengan kalsium klorida untuk melawan pengaruh waktu yang disebut dengan *retarder*. Hal-hal yang mampu mempengaruhi fungsi *superplastisizer* yaitu:

1. Dosis dan kadar yang tidak sesuai.
2. Jenis dan gradasi agregat.
3. Tipe semen.
4. Susunan campuran.
5. Suhu pada saat pengerjaan.

Dosis yang disarankan untuk penggunaan *superplastisizer* adalah 1 sampai 2% dari berat semen. Dosis yang tidak sesuai dapat menyebabkan *segregasi* dan *prolonged set retardation*, serta berkurangnya kuat tekan beton (Imran, 2006). Terdapat pula beberapa penelitian yang menggunakan *superplastisizer* sebagai bahan tambahan untuk campuran beton SCC.

2.9 Karakteristik Beton *Self Compacting Concrete*

Menurut (Muntu dan Gunawan, 2003) beton dikatakan *self compacting concrete* bila memiliki beberapa sifat, yaitu:

a. Pada beton segar (*fresh concrete*)

Persyaratan beton segar pada beton SCC harus memiliki tingkat *workability* yang cukup baik, diantaranya:

1. *Filling Ability*

Keadaan berupa kemampuan campuran beton segar untuk mengisi ruangan tanpa bantuan getaran, seperti *slump flow test*. Menurut (EFNARC, 2005) nilai pengujian *slump flow* terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya:

- SF1 (550-650 mm) sesuai untuk: struktur beton tidak diperkuat atau sedikit diperkuat yang dilemparkan dari atas dengan perpindahan bebas dari titik pengiriman (misalnya pelat rumah) pengecoran dengan sistem injeksi pompa (misalnya lapisan terowongan) bagian yang cukup kecil untuk mencegah aliran horizontal yang panjang (misalnya tiang pancang dan beberapa pondasi dalam).
- SF2 (660-750 mm) cocok untuk banyak aplikasi normal (misalnya dinding, kolom)
- SF3 (760-850 mm) biasanya diproduksi dengan ukuran agregat maksimum yang kecil (kurang dari 16 mm) dan digunakan untuk aplikasi vertikal pada struktur yang sangat padat, struktur dengan bentuk yang rumit, atau untuk mengisi di bawah bekisting. SF3 seringkali memberikan hasil akhir permukaan yang lebih baik daripada SF 2 untuk aplikasi vertikal normal tetapi ketahanan segregasi lebih sulit untuk dikendalikan.

2. *Passing Ability*

Keadaan berupa kemampuan campuran beton segar untuk melewati struktur dengan tulangan yang rapat, seperti *l – box test*. Nilai *passing ability* menurut (EFNARC, 2005) terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- PA 1 dengan nilai celah 80 mm – 100 mm yang digunakan pada bangunan struktur vertikal, dan rumah sederhana.

- PA 2 dengan nilai celah 60 mm – 80 mm yang digunakan pada struktur teknik sipil
- Untuk *slabs* dengan celah lebih besar dari 80 mm dan struktur lain dengan celah lebih besar dari 100 mm tidak diperlukan nilai *passing ability* yang telah ditentukan.
- Untuk struktur yang kompleks dengan nilai celah kurang dari 60 mm, maka digunakan pengujian mock-up

Menurut (EFNARC, 2005) nilai *passing ability* yang umum dapat disarankan mencapai nilai 0,8 hingga 1,0. Hal ini disebabkan oleh nilai *blocking ratio* semakin besar, maka semakin baik pula beton segar mengalir dengan viskositas tertentu

3. Viskositas

Keadaan berupa beton segar untuk tetap homogen selama dan setelah terjadinya pengecoran, seperti *v funnel test*. Pada (EFNARC, 2005) hasil pengujian *v funnel test* yang memenuhi syarat dengan waktu pengaliran sebesar 6 – 12 detik. Waktu dapat dihitung sejak dibuka nya penutup dasar hingga seluruh beton segar mengalir ke wadah penampung. Sebelum penutup di dasar alat tertutup rapat dan campuran SCC dimasukkan ke dalam rongga *v-funnel* hingga penuh.

b. Pada beton keras (*hardened concrete*)

1. Memiliki nilai durabilitas yang tinggi.
2. Beton segar mampu membentuk campuran homogen.
3. Nilai absorpsi dan permeabilitas yang rendah

2.10 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton ialah kemampuan suatu beton untuk menahan atau memikul beban tekan yang bekerja sampai terjadinya keretakan (*crack*). Kuat tekan pada beton biasanya dipengaruhi oleh komposisi mineral utama yang memberikan kontribusi yang cukup besar pada perkembangan kuat tekan awal (Sari, 2020).

Menurut (SNI1974-2011, 2011) kuat tekan beton dalam benda uji silinder yang dicetak di laboratorium maupun dilapangan dibatasi dengan berat isi lebih

besar dari 800 kg/m³ dan pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin penguji. Kuat tekan beton akan mengalami penurunan apabila komposisi air yang digunakan tidak diberikan secara konstan (Darwis, Sultan, & Anwar, 2016).

Kuat tekan beton dapat dicari dengan menggunakan Pers. 2.1, yaitu:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dalam (ASTM C-39 / 1993, n.d.) menganjurkan pengujian kuat tekan beton tidak keluar dari batas waktu yang telah ditentukan. Batas waktu tersebut dapat dijelaskan dalam Tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.6: Batas waktu kuat tekan beton yang ditentukan.

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

Sumber: ASTM C-39 (1993)

Pengujian kuat tekan dapat dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari umur beton tersebut dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dengan koefisien kuat tekan beton yang sesuai dengan jumlah umur beton (Harahap Suhwandi, 2018). (PBI, 1971) menyebutkan perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton, sehingga dapat dilihat dalam Tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.7: Perbandingan kuat tekan beton dengan umur beton.

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	165
Semen <i>portland</i> biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,55

Semen <i>portland</i> dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,9	0,95	1	1,15	1,2
--	------	------	-----	------	---	------	-----

Sumber: PBI 1971

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Metodologi merupakan langkah atau cara yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mencari, mengumpulkan, mencatat, mempelajari, menulis, dan menganalisa data yang telah diperoleh. Dalam penelitian ini dibutuhkan metodologi yang berfungsi sebagai panduan kegiatan yang dilaksanakan dalam pengumpulan data.

Diagram alir penelitian adalah suatu cara pembuatan campuran beton yang memiliki beberapa bagian untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan.

1. Persiapan material

Dalam hal ini mempersiapkan material seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, abu sekam padi, serat sabut kelapa, dan *superplastisizer*.

2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material ini bertujuan untuk memastikan apakah agregat kasar dan agregat halus memiliki kekurangan dari syarat yang sudah ditentukan.

3. Pengujian Dasar Material

Pengujian dasar dilakukan pada sampel agregat kasar, agregat halus, abu sekam padi, dan serat sabut kelapa. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, dan berat isi

4. *Mix Design*

Perhitungan *mix design* berfungsi untuk menentukan proporsi campuran beton. Dimana dalam perhitungan ini harus sesuai dengan yang diisyaratkan. Proporsi campuran beton meliputi beton normal, dan beton campuran ASP dan SSK sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.

5. Pembuatan Benda Uji

Setelah proses perhitungan *mix design* selesai, hal yang dilakukan adalah proses pembuatan benda uji dengan cara mencampurkan seluruh bahan yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, abu sekam padi, serat sabut kelapa, dan *superplastisizer* kedalam *mixer*.

6. Pengujian *Slump Flow*

Pengujian ini dilakukan pada beton segar yang memiliki fungsi untuk melihat kemampuan *fillingability* yang dapat dilihat dari diameter lingkaran yang terbentuk dari beton segar.

7. Pengujian *V Funnel Test*

Pengujian ini berfungsi untuk menilai kemampuan beton segar untuk menahan segregasi (*segregation resistance*) yang dilakukan dengan cara menghitung waktu penurunan beton segar dari alat tersebut, dengan ketentuan waktu yang sesuai dengan standart yang ditentukan.

8. Pengujian *L – Box Test*

Pengujian ini dilakukan untuk menilai suatu beton segar untuk melewati ruang-ruang sempit (*passingability*) seperti tulangan yang tersedia dalam alat.

9. Pencetakan Benda Uji

Setelah seluruh proses diatas selesai, maka dilakukan pencetakan pada beton. Hal ini dilakukan dengan cara memasukkan adukan beton segar kedalam cetakan yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, lalu dikeringkan selama ± 24 jam.

10. Perawatan Benda Uji

Jika beton telah mengering secara sempurna, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (*curing*). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan.

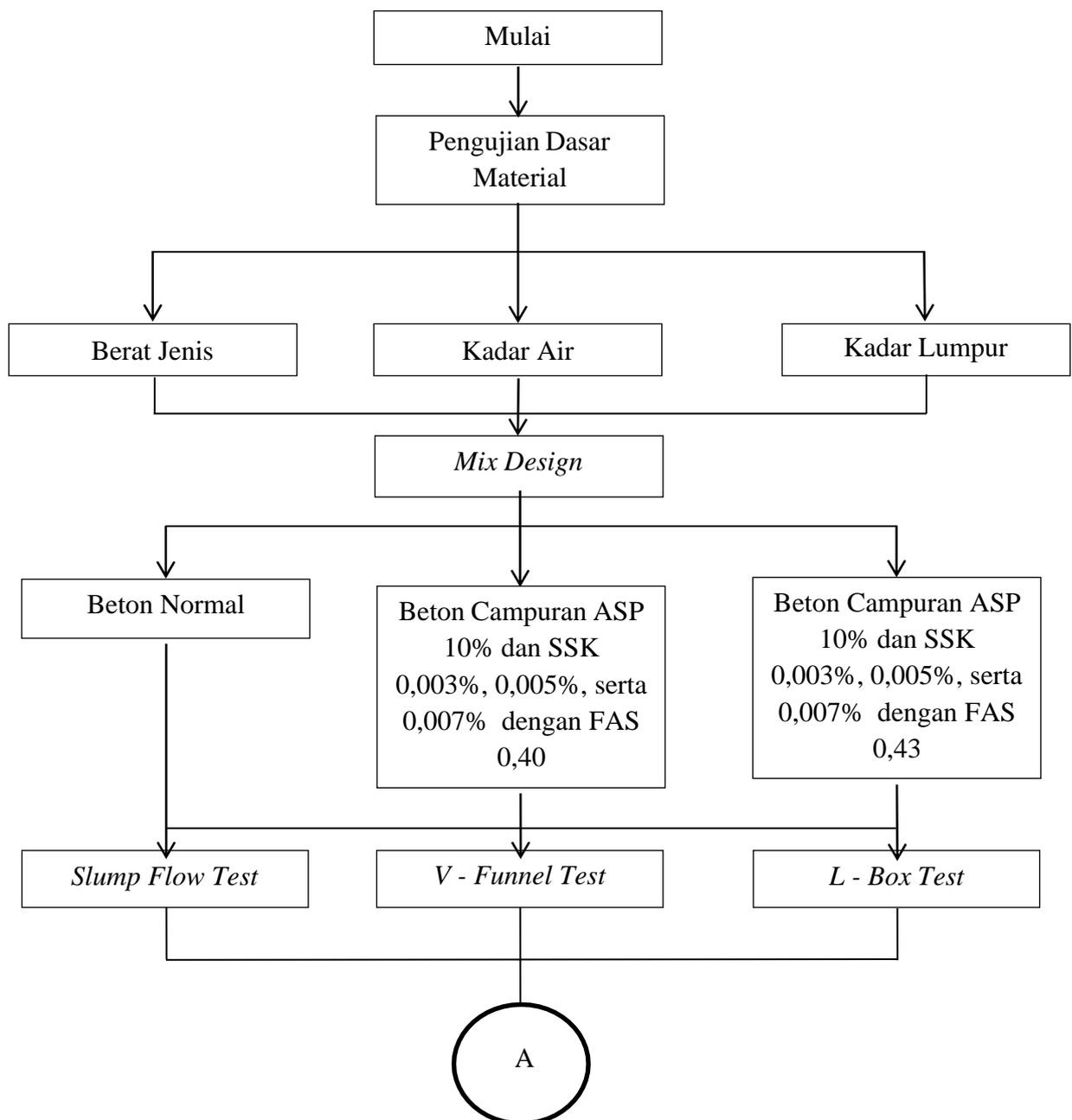
11. Pengujian Kuat Tekan Beton

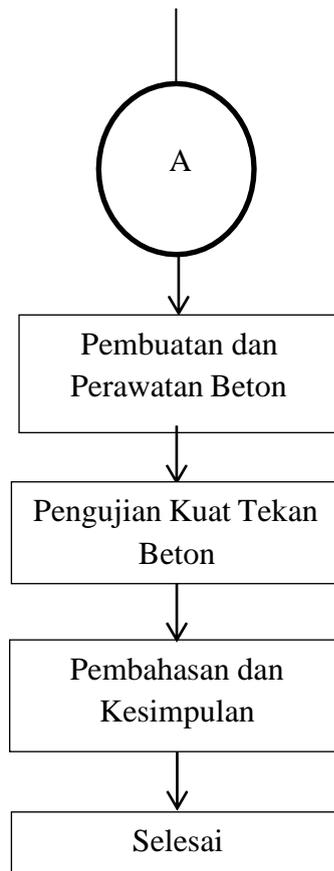
Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

12. Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

Untuk mempersingkat rangkaian kegiatan diatas, maka disusun lah diagram alir dalam proses penelitian ini. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:





Gambar 3.1 Bagan alir metode penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang berkualitas untuk memenuhi persyaratan yang berlaku. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Peralatan pendukung seperti *v – funnel test*, *l – box test*, sarung tangan, masker, dan lainnya dibuat dengan cara ditempah dan dibeli di toko-toko terdekat. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Satu set saringan untuk agregat halus, meliputi: No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan.

2. Timbangan digital, berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Gelas ukur, digunakan sebagai takaran air, *admixtures* yang digunakan dalam pengerjaan beton *self compacting concrete*.
4. *Stopwatch*, berfungsi sebagai alat mengukur waktu pengujian.
5. Piknometer, berfungsi sebagai alat melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan pada pasir, abu sekam padi, dan serat sabut kelapa.
6. Oven, berfungsi sebagai alat mengeringkan sampel bahan.
7. Wadah atau ember, berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.
8. Plastik ukuran 10 kg, berfungsi sebagai wadah untuk bahan yang telah siap untuk di *mixer*.
9. Pan, berfungsi sebagai alat untuk alas pengaduk beton segar.
10. Skop tangan dan alat cetok, berfungsi sebagai alat pencampur beton segar, dan meratakan permukaan beton dalam cetakan.
11. Cetakan (*bekisting*) beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
12. Vaseline dan kuas, berfungsi untuk melapisi cetakan beton agar tidak menempel dalam cetakan.
13. Satu set alat *slump flow test*, yang terdiri dari tadi: kerucut *abrams*, penggaris, dan plat.
14. Satu set alat *v – funnel test*
15. Satu set alat *l – box test*
16. Mesin pengaduk (*mixer*), berfungsi sebagai alat pencampur semua bahan hingga membentuk adonan beton segar.
17. Bak perendam, berfungsi untuk merendam beton yang telah dilepaskan dari cetakan.
18. Mesin uji tekan beton (*compression test machine*), berfungsi untuk mengukur kuat tekan beton.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan beton *self compacting concrete* adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai dengan ukuran maksimum 20 mm.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai.

3. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 PCC dengan merk Andalas.

4. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari pembelian secara mandiri di tiap-tiap toko yang menjual abu sekam padi. Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi dengan suhu sekitar 500°C - 800°C.

5. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa untuk penelitian ini diperoleh dari pengrajin sabut kelapa yang dibeli dari Kota Medan.

6. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang layak minum dan sesuai dengan syarat-syarat penggunaan air pada beton.

7. *Chemical Admixture*

Chemical admixture yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sika Viscoflow 3660 lr.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah jenis metode eksperimen di laboratorium, dengan data-data pendukung untuk menyelesaikan tugas akhir ini diperoleh dari:

3.3.1 Data Primer

Data primer ini adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, seperti:

- a. Berat jenis dan penyerapan.
- b. Pemeriksaan kadar air.
- c. Kadar lumpur.
- d. *Mix design*.
- e. *Slump test*.
- f. *V Funnel test*.
- g. *L – Box test*.
- h. Uji kuat tekan beton.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder ini adalah data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal-jurnal yang berhubungan teknik beton, dimasukkan pula referensi pembuatan beton berdasarkan SNI (Standart Nasional Indonesia), ACI (*American Concrete Institue*), ASTM (*American Society For Testing and Materials*), dan EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*), dan Laporan Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian ini juga tidak lepas dari bimbingan secara langsung oleh dosen pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.4 Langkah-Langkah Pemeriksaan Bahan

3.4.1 Berat Jenis dan Penyerapan

3.4.1.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan (ASTM C-127, 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 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-127, 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 (A)	2700	2800	2750
Berat kering oven (C)	2679	2780	2729,5
Berat contoh di dalam air (B)	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	2,751
Penyerapan	0,784	0,719	0,752

Sumber: Data penelitian

3.4.1.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan (ASTM C 128, 2001). 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, 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 (A)	2700	2800	2750
Berat kering oven (C)	2679	2780	2729,5
Berat contoh di dalam air (B)	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	2,751
Penyerapan	0,784	0,719	0,752

Sumber: Data penelitian

3.4.2. Kadar Air

3.4.2.1 Kadar Air Agregat Kasar

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	1055	1069	1062
Berat kering oven	1049	1063	1056
Berat air	6	6	6
Kadar air	0,604%	0,604%	0,604%

Sumber: Data penelitian

3.4.2.1 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air agregat halus sesuai dengan (ASTM C 566, 1997). Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat dalam Tabel 3.4 dibawah. 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	550	569	559,5
Berat kering oven	544	559	551,5
Berat air	11	10	10,5
Kadar air	2,249%	2,041%	2,145%

Sumber: Data penelitian

3.4.3. Kadar Lumpur

3.4.3.1 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian kadar lumpur pada penelitian ini berpedoman pada (ASTM C 117, 2013). Hasil pengujian kadar lumpur pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.4. 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	1500	1500	1500
Berat contoh kering setelah dicuci	1489	1488	1488,5
Berat contoh bahan lolos saringan setelah dicuci	11	12	11,5
Kadar lumpur	0,733%	0,80%	0,767%

Sumber: Data penelitian

3.4.3.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus sesuai dengan (ASTM C 117, 2013). Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.6. Dalam pemeriksaan ini, pemeriksaan kadar lumpur dilakukan dengan cara menyaring agrgeat 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	500	500	500
Berat contoh kering setelah dicuci	485	482	483,5
Berat contoh bahan lolos saringan setelah dicuci	15	18	16,5
Kadar lumpur	3%	3,6%	3,3%

Sumber: Data penelitian.

3.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi dihasilkan dari pembakaran kulit padi dari limbah pabrik penggilingan padi. Warna yang dihasilkan dari pembakaran tersebut berupa putih keabu-abuan hingga hitam. Warna tersebut tergantung pada sumber padi yang diperoleh serta suhu pada saat pembakaran. Dalam penelitian ini abu sekam padi diperoleh dari pedagang UMKM di Kota Medan.

3.6 Serat Sabut Kelapa

Serat kelapa dihasilkan dari pemisahan antara serat sabut kelapa dari kulitnya yang dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan tangan serta bantuan sikat yang dibuat dengan paku-paku yang disusun secara rapi pada sebatang kayu. Kulit kelapa diletakkan diatas susunan sikat paku tersebut lalu disisirkan hingga sabut kelapa terpisah rapi dari kulitnya. Lalu serat sabut kelapa tersebut disimpan ditempat yang kering.

Serat sabut kelapa yang digunakan dalam campuran beton yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel. Serat sabut kelapa yang dicampur dalam adukan beton harus dalam ukuran yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini sabut kelapa di peroleh dari Kecamatan Stabat.

3.7 Mix Design

Penelitian ini mengambil topik tentang beton serat dengan menggunakan metode *self compacting concrete* dengan menggunakan SNI (Standart Nasional Indonesia), ACI (*American Concrete Institue*), ASTM (*American Society For Testing and Materials*), dan EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*). Dalam penelitian ini terdapat beberapa variasi dalam adukan beton, dengan menambahkan ASP (Abu Sekam Padi) sebagai pengganti sebagian semen yang diberikan secara konstan sebanyak 10% dari berat semen, dan SSK (Serat Sabut Kelapa) sebagai bahan tambahan, nilai SSK diberikan sebesar 0,003, 0,005, dan 0,007 dengan nilai faktor air semen yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3.7 Variasi sampel yang dibuat.

Faktor Air Semen	Variasi	Jumlah Beton Untuk 1 Variasi	Kuat Tekan
			28 Hari
0,40	0%, 0,003%, 0,005%, 0,007%	Normal 3 + Variasi 2	9
0,43	0%, 0,003%, 0,005%, 0,007%	Normal 3 + Variasi 2	9
Jumlah Benda Uji			18

Sumber: Hasil penelitian

3.8 Pembuatan Benda Uji

3.8.1 Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji

Dalam proses pembuatan benda uji, dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan tersebut adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan benda uji.
2. Menimbang masing-masing bahan sesuai dengan yang telah ditentukan.
3. Membersihkan cetakan dengan menggunakan skrup dan kain lap, lalu mengolesinya dengan vaseline secukupnya.
4. Menghidupkan mesin pengaduk (*mixer*).

5. Masukkan bahan dimulai dari air, agregat kasar, agregat halus, dan semen mulai dari yang terberat hingga terkecil.
6. Setelah tercampur rata masukkan abu sekam padi, dan serat sabut kelapa lalu biarkan hingga merata.
7. Masukkan air dan *superplastisizer* kedalam mesin pengaduk.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton segar.
9. Memeriksa *v funnel test* pada beton segar.
10. Memeriksa *l – box test* pada beton segar.
11. Memasukkan campuran beton segar kedalam cetakan hingga penuh.
12. Meratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
13. Mendinginkan beton selama 24 jam hingga beton mengeras dengan sempurna.
14. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (*curing*) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
15. Setelah direndam selama 28 hari, angkat beton dan keringkan.
16. Melakukan uji kuat tekan beton.



Gambar 3.2 Pembuatan benda uji

3.8.2 Pengujian Slump Flow

Beton memiliki kemampuan *fillingability*, dimana kemampuan ini mampu mengalirkan dan mengisi keseluruhan cetakan *slump flow* dengan berat beton itu sendiri. *Slump flow* digunakan untuk mengetahui nilai kemampuan air dan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) pada beton SCC. Pengujian ini berpedoman pada (EFNARC, 2005). Beton dikatakan *fillingability* apabila kemampuan pada beton segar untuk mengisi ruang yang dapat dilihat dengan ukuran diameter lingkaran campuran beton. Pengerjaan *slump flow* dilakukan dengan cara posisi kerucut pada kerucut *abrams* dibawah lantai kerja, lalu mengisi beton segar didalam kerucut *abrams* hingga penuh, angkat kerucut *abrams* hingga beton segar membentuk suatu lingkaran. 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 3.3 Pengujian *slumpflow*

3.8.3 Pengujian V Funnel Test

Segregasi adalah suatu kejadian dimana agregat kasar dan agregat halus tidak menyatu secara sempurna akibat dari kurangnya kelecakan pada suatu beton, hal ini dapat diatasi dengan menggunakan alat *V Funnel Test*. Alat ini juga berfungsi untuk mengetahui kemampuan beton segar dalam menahan segregasi (*segregation resistance*). *V Funnel Test* di desain untuk mendeteksi banyaknya campuran agregat kasar pada beton sehingga kemampuan mengalir pada beton mengalami keterlambatan (Risdianto, 2010). Pengujian ini berpedoman pada (EFNARC, 2005). Langkah-langkah untuk melakukan *v funnel test* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
2. Berishkan 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 dibawah *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*.

3.8.4 Pengujian L-Box Test

Beton SCC memiliki kriteria melewati celah antar besi tulangan atau bagian-bagian sempit, yang disebut dengan *passingability* (Widianto Bagus, 2020). Karakter ini dapat diketahui melalui test *L-Box*. *L-Box* adalah suatu alat yang terbuat dari besi dengan bentuk serupa huruf L dan memiliki besi-besi yang disusun dengan jarak tertentu. Pengujian ini berpedoman pada (EFNARC, 2005).

L-Box juga dapat mengetahui nilai *blocking ratio* yaitu perbandingan antara H2/H1. H2 adalah tinggi beton segar dalam *L-Box* yang tidak melalui tulangan, sedangkan H1 adalah tinggi beton segar dalam *L-Box* setelah melalui tulangan. Langkah-langkah untuk melakukan *l – box test* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan diatas 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.

3.9 Perawatan (*Curing*) pada Benda Uji

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 3.4 Perawatan benda uji

3.10 Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan menggunakan mesin kuat tekan beton dengan cara memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Selanjutnya benda uji tersebut ditekan hingga menghasilkan retakan (*crack*). Persamaan kuat tekan beton berdasarkan SNI 03 – 1974 – 2011 dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$



Gambar 3.5 Pengujian kuat tekan beton

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis memperoleh data-data yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari Tabel 4.1 dibawah ini dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa berdasarkan acuan EFNARC (*The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*).

Tabel 4.1. Data-data hasil pemeriksaan 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 rencana	350-600 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	20 Mm

Sumber : Penelitian perdahulu

4.2 Mix Design Beton Self Compacting Concrete

Hingga saat ini, peraturan mengenai *mix design* yang baku untuk proses pembuatan beton *self compacting concrete*. Oleh karena itu, untuk acuan campuran yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan

terhadap EFNARC (*The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. The European Guidelines for Self Compacting Concrete*) serta jurnal-jurnal penelitian yang relevan.

Perhitungan *mix design* berdasarkan pada volume cetakan yang akan digunakan dalam satu kali pembuatan benda uji. Dalam 1 m³ campuran beton segar menggunakan FAS sebesar 0,40 dan 0,43. Berikut pada tabel dibawah akan menjelaskan komposisi campuran beton serat dengan menggunakan metode *self compacting*.

Tabel 4.2 Komposisi campuran beton

Variasi Campuran	ASP	SSK	Admixture
0	1	2	3
I	0	0	0,9%
II	10%	0,003%	0,9%
III	10%	0,005%	0,9%
IV	10%	0,007%	0,9%

Sumber : Hasil penelitian

4.3 Perhitungan Mix Design Beton Self Compacting Concrete

Dalam penelitian ini pembuatan sampel pada masing-masing variasi memiliki 3 sampel yang akan dicetak. Jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 3 sampel dalam satu kali *mix* dalam rencana adukan beton sebanyak 1 m³ adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Komposisi campuran beton scc dalam 1 m³ untuk beton normal

Uraian	FAS	Jumlah
Semen (kg)	0,40	450
Pasir (kg)		998,10
Kerikil (kg)		592,61
Air (L)		180

<i>Admixture</i> (L)		3,09
Semen (kg)	0,43	450
Pasir (kg)		998,10
Kerikil (kg)		592,61
Air (L)		193,5
<i>Admixture</i> (L)		3,09

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.4 Komposisi campuran beton variasi dalam 1 m³ dengan FAS 0,40

Uraian	Variasi		
	0,003%	0,005%	0,007%
Semen (kg)	450	450	450
Pasir (kg)	998,10	998,10	998,10
Kerikil (kg)	592,61	592,61	592,61
Air (L)	198	198	198
ASP	45	45	45
SSK (kg)	1,485	2,475	3,465
<i>Admixture</i> (L)	4,05	4,05	4,05

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.5 Komposisi campuran beton variasi dalam 1 m³ dengan FAS 0,43

Uraian	Variasi		
	0,003%	0,005%	0,007%
Semen (kg)	450	450	450
Pasir (kg)	998,10	998,10	998,10
Kerikil (kg)	592,61	592,61	592,61

Air (L)	212,8	212,8	212,8
ASP	45	45	45
SSK (kg)	1,485	2,475	3,465
<i>Admixture</i> (L)	4,05	4,05	4,05

Sumber : Hasil penelitian

Rincian data beton normal adalah sebagai berikut:

1. Normal dan variasi

- a. Jumlah semen (C) = 450 kg/m^3
- b. Jumlah pasir (ws) = $pf \times wsl \times \left(\frac{s}{a}\right)$
 $= 1,12 \times 1.485,26 \times \left(\frac{60}{100}\right)$
 $= 998,10 \text{ kg/m}^3$
- c. Jumlah kerikil (wg) = $pf \times wgl \times \left(1 - \frac{s}{a}\right)$
 $= 1,12 \times 1.322,79 \times \left(1 - \frac{40}{100}\right)$
 $= 592,61 \text{ kg/m}^3$
- d. Jumlah air beton normal (ww) = C x FAS
FAS 0,40 = $450 \times 0,40$
 $= 180 \text{ L}$
- e. Jumlah air beton normal (ww) = C x FAS
FAS 0,43 = $450 \times 0,43$
 $= 193,5 \text{ L}$
- f. Jumlah air beton variasi (ww) = (C+wasp) x FAS
FAS 0,40 = $(450+45) \times 0,40$
 $= 198 \text{ L}$
- g. Jumlah air beton variasi (ww) = (C+wasp) x FAS
FAS 0,43 = $(450+45) \times 0,43$
 $= 212,8 \text{ L}$
- h. Jumlah *admixture* (wsp) = $\frac{C \times \text{kadar penggunaan admixture}}{\text{berat jenis admixture}}$
 $= \frac{450 \times 0,9\%}{1,07}$
 $= 3,78 \text{ L}$

$$\begin{aligned}
 \text{i. Jumlah ASP (wasp)} &= C \times \text{jumlah ASP} \\
 &= 450 \times 10\% \\
 &= 45 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan tambah pada beton variasi serat sabut kelapa (SSK) dan abu sekam padi (ASP) adalah sebagai berikut:

- a. Penggunaan ASP diberikan secara konstan dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah ASP} &= C \times \text{jumlah ASP} \\
 &= 450 \times 10\% \\
 &= 45 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- b. Variasi 0,003

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah SSK (wssk)} &= (\text{jumlah semen} + \text{jumlah ASP}) \times \\
 &\text{variasi serat} \\
 &= (450 + 45) \times 0,003 \\
 &= 1,485 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- c. Variasi 0,005

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah SSK (wssk)} &= (\text{jumlah semen} + \text{jumlah ASP}) \times \\
 &\text{variasi serat} \\
 &= (450 + 45) \times 0,005 \\
 &= 2,475 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- d. Variasi 0,007

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah SSK (wssk)} &= (\text{jumlah semen} + \text{jumlah ASP}) \times \\
 &\text{variasi serat} \\
 &= (450 + 45) \times 0,007 \\
 &= 3,465 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Pada saat pembuatan beton, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 3 volume benda uji. Hal ini dilakukan untuk pengujian *slump flow* serta mengantisipasi adanya kekurangan beton segar akibat adanya kesalahan perhitungan.

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

$$\text{Diameter Silinder} = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

Maka, volume silinder yaitu :

$$\text{Volume 1 benda uji} = \pi r^2 t$$

$$= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right) 2 \times 0,30$$

$$= 0,005304 \text{ m}^3$$

Volume 3 benda uji = 3 x volume 1 benda uji

$$= 3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 0,015912 \text{ m}^3$$

Tabel 4.6 Komposisi beton normal dalam 0,015912 m³ dengan FAS 0,40

Uraian	Jumlah
Semen (kg)	7,1604
Pasir (kg)	15,881
Kerikil (kg)	9,4296
Air (mL)	2.864,16
<i>Admixture</i> (mL)	60,1

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.7 Komposisi beton normal dalam 0,015912 m³ dengan FAS 0,43

Uraian	Jumlah
Semen (kg)	7,1604
Pasir (kg)	5,881
Kerikil (kg)	9,4296
Air (mL)	3.078,9
<i>Admixture</i> (mL)	60,1

Sumber : Hasil penelitian

Rincian data beton normal dengan volume beton 0,015912 m³ adalah sebagai berikut:

1. Variasi 0%

Penggunaan semen = jumlah semen x volume benda uji

$$= 450 \times 0,015912$$

$$= 7,1604 \text{ kg/m}^3$$

Penggunaan pasir = jumlah pasir x volume benda uji

$$\begin{aligned}
 &= 998,10 \times 0,015912 \\
 &= 15,8817 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Penggunaan kerikil} &= \text{banyak kerikil} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592,61 \times 0,015912 \\
 &= 9,4296 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 \text{FAS 0,40} &= 180 \times 0,015912 \\
 &= 2,8641 \text{ liter} \\
 &= 2.864,16 \text{ mL} \\
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 \text{FAS 0,43} &= 193,5 \times 0,015912 \\
 &= 3,0789 \text{ liter} \\
 &= 3.078,9 \text{ mL} \\
 \text{Penggunaan } admixture &= \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 3,78 \times 0,015912 \\
 &= 0,0601 \text{ liter} \\
 &= 60,1 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Komposisi beton variasi dalam 0,015912 m³ dengan FAS 0,40

Uraian	Variasi		
	0,003%	0,005%	0,007%
Semen (kg)	7,1604	7,1604	7,1604
Pasir (kg)	15,881	15,881	15,881
Kerikil (kg)	9,4296	9,4296	9,4296
Air (mL)	3.150,5	3.150,5	3.150,5
<i>Admixture</i> (mL)	60,1	60,1	60,1
ASP (gr)	716	716	716
Serat (gr)	23,6	39,3	55,1

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.9 Komposisi beton variasi dalam 0,015912 m³ dengan FAS 0,43

Uraian	Variasi		
	0,003%	0,005%	0,007%
Semen (kg)	7,1604	7,1604	7,1604
Pasir (kg)	15,881	15,881	15,881
Kerikil (kg)	9,4296	9,4296	9,4296
Air (mL)	3.386	3.386	3.386
<i>Admixture</i> (mL)	60,1	60,1	60,1
ASP	716	716	716
Serat (gr)	23,6	39,3	55,1

Sumber : Hasil penelitian

Rincian data beton variasi volume beton 0,05304 m³ adalah sebagai berikut:

1. ASP

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan ASP} &= \text{jumlah ASP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 45 \times 0,015912 \\
 &= 0,7160 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 716 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

2. Variasi 0,003%

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{ww} \times \text{volume benda uji} \\
 \text{FAS 0,40} &= 198 \times 0,015912 \\
 &= 3,1505 \text{ L} \\
 &= 3.150,5 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{ww} \times \text{volume benda uji} \\
 \text{FAS 0,43} &= 212,8 \times 0,015912 \\
 &= 3,3860 \text{ L} \\
 &= 3.386 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan SSK} &= \text{jumlah SSK} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 1,485 \times 0,015912 \\
 &= 0,0236 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 23,6 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

3. Variasi 0,005%

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= ww \times \text{volume benda uji} \\ \text{FAS 0,40} &= 198 \times 0,015912 \\ &= 3,1505 \text{ L} \\ &= 3.150,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= ww \times \text{volume benda uji} \\ \text{FAS 0,43} &= 212,8 \times 0,015912 \\ &= 3,3860 \text{ L} \\ &= 3.386 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan SSK} &= \text{jumlah SSK} \times \text{volume benda uji} \\ &= 2,475 \times 0,015912 \\ &= 0,0393 \text{ kg/m}^3 \\ &= 39,3 \text{ gr} \end{aligned}$$

4. Variasi 0,007%

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= ww \times \text{volume benda uji} \\ \text{FAS 0,40} &= 198 \times 0,015912 \\ &= 3,1505 \text{ L} \\ &= 3.150,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= ww \times \text{volume benda uji} \\ \text{FAS 0,43} &= 212,8 \times 0,015912 \\ &= 3,3860 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan SSK} &= \text{jumlah SSK} \times \text{volume benda uji} \\ &= 3,465 \times 0,015912 \\ &= 0,0551 \text{ kg/m}^3 \\ &= 55,1 \text{ gr} \end{aligned}$$

4.4 Pengujian *Slump Flow Test*

Pada pengujian *slump flow* bertujuan untuk meningkatkan (*workability*) pada pekerjaan konstruksi. Nilai *workability* yang tinggi berguna untuk memberiakan kemudahan dalam pekerjaan struktur serta memiliki manfaat yang cukup baik. Hal-hal yang mempengaruhi *workability* adalah:

- Bahan tambah yang digunakan
- Karakteristik semen

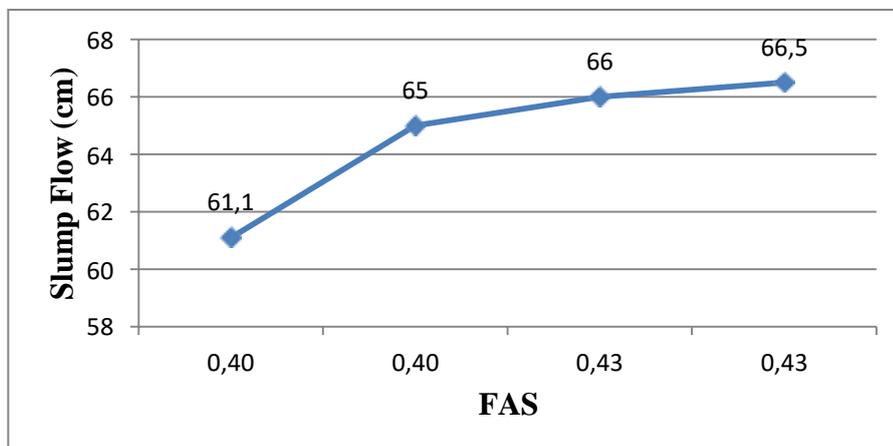
- Volume udara
- Faktor air semen
- Gradasi agregat

Dalam pengujian ini didapatkan hasil *workability* beton dengan melihat keadaan beton segar SCC yang bergerak seperti pasta. Persyaratan *slump flow* menurut (EFNARC, 2005) dapat disesuaikan dengan penggunaannya. Dalam penelitian ini nilai *slump flow* diambil secara rata-rata, sebesar 660 mm sampai 750 mm dan beton tidak perlu lagi dipadatkan. Hasil dari pengujian *slump flow* dalam beton normal dan beton variasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 Hasil pengujian *slumpflow* beton normal dengan berbagai fas

No	FAS	<i>Slump Flow</i> (cm)
1.	0,40	61,1
2.		65
3.	0,43	66
4.		66,5

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.1 Grafik nilai *slump flow* pada campuran beton normal

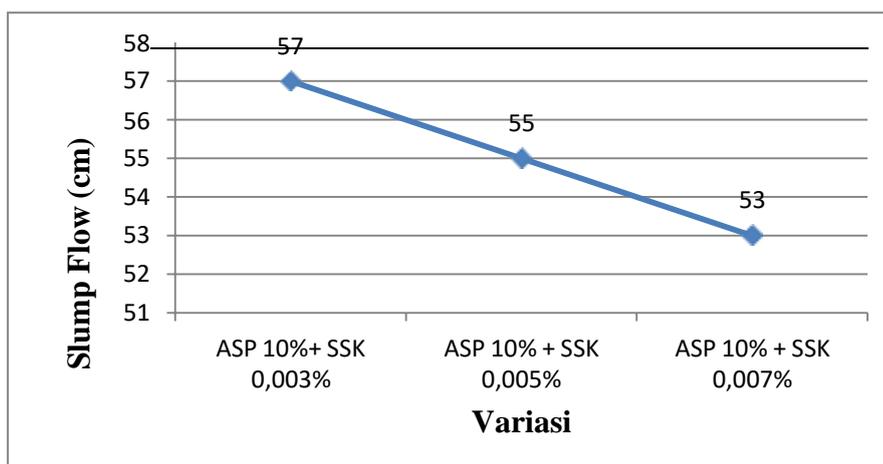
Hasil dari Gambar 4.1 terdapat perubahan diameter *slump flow* pada setiap campuran beton dan dengan berbagai FAS. Pada beton normal dengan FAS 0,40 didapatkan diameter *slump flow* yang tidak sesuai dengan standart yang telah ditetapkan. Sedangkan pada FAS 0,43 juga tidak mengalami *slump flow* sesuai yang direncanakan. Pada beton normal nilai *slump flow* tertinggi adalah 66,5 cm

dengan faktor air semen 0,43 dan nilai *slump flow* terendah adalah 61,1 dengan FAS 0,40. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Pandaleke, 2014) dijelaskan bahwa penambahan *superplastisizer* dalam campuran beton SCC akan mempengaruhi sifat dari beton segar, yaitu *workability* dan diameter alir dari beton segar. Hal tersebut dapat dilihat melalui besarnya nilai *slump flow* pada adonan beton tersebut.

Tabel 4.11 Hasil pengujian *slumpflow* beton variasi dengan FAS 0,40

No	Variasi	<i>Slump Flow</i> (cm)
1.	ASP 10%+ SSK 0,003%	57
2.	ASP 10% + SSK 0,005%	55
3.	ASP 10% + SSK 0,007%	53

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.2 Grafik nilai *slump flow* pada beton variasi dengan fas 0,40

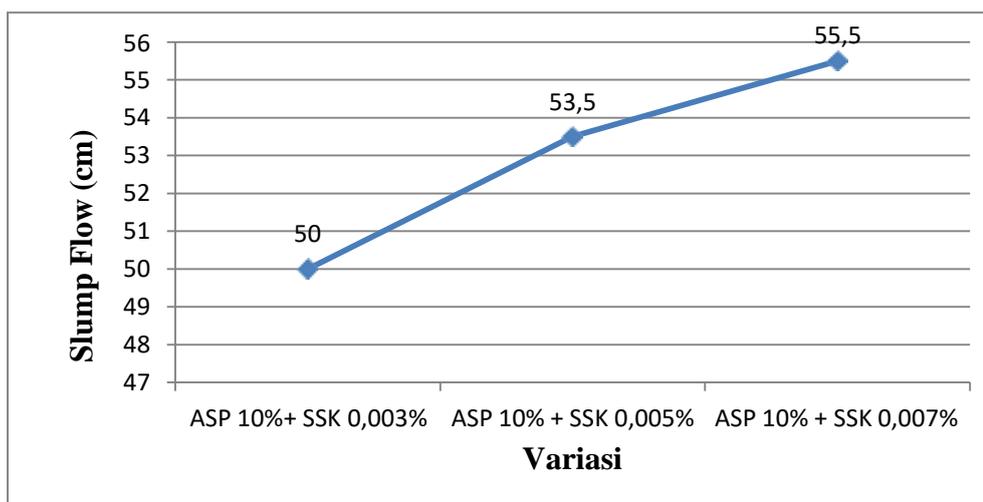
Sumber : Data penelitian

Beton yang ditambahkan campuran serat sabut kelapa dengan FAS 0,40 menghasilkan *slump flow* yang tidak sesuai dengan yang direncanakan. Akumulasi nilai *slump flow* dapat dilihat dari Gambar 4.2. Nilai *slump flow* tertinggi pada FAS 0,38 adalah 60 cm dengan variasi ASP 10% + SSK 0,007%. Hal ini disebabkan oleh penyerapan air yang cukup tinggi karena terdapat campuran abu sekam padi dan pada penelitian (Yanti, 2019), panjang serat sabut kelapa menentukan hasil dari pegujian karakteristik beton.

Tabel 4.12 Hasil pengujian *slumpflow* beton variasi dengan FAS 0,43

No	Variasi	<i>Slump Flow</i> (cm)
1.	ASP 10% + SSK 0,003%	50
2.	ASP 10% + SSK 0,005%	53,5
3.	ASP 10% + SSK 0,007%	55,5

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.3 Grafik nilai *slump flow* pada beton variasi dengan fas 0,43

Sumber : Data penelitian

Beton yang ditambahkan campuran serat sabut kelapa dengan FAS 0,43 juga tidak menghasilkan nilai *slump flow* yang direncanakan. Hal ini dapat terjadi karena serat sabut kelapa memiliki perilaku yang mudah menggumpal sehingga serat tersebut tidak tersebar dengan merata dalam campuran beton. Penggunaan *superplastisizer* juga mempengaruhi nilai dari *slump flow* yang membuat campuran beton menjadi lebih kental dan terjadi segregasi. Dosis yang disarankan untuk menggunakan *superplastisizer* dalam penelitian (Amri, 2005) adalah 1% - 2% dari berat semen yang digunakan.

4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan berbagai sampel beton normal dan beton variasi penambahan abu

sekam padi dan serat sabut kelapa. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta pembuatan dan perawatannya dilaksanakan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (*compressive strength test*) Pengujian ini mengacu pada (SNI-03-6429-2000). Hasil pengujian kuat tekan disajikan pada Tabel 4.13, Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Kuat Tekan Beton SCC dengan FAS 0,40

No	Kode Variasi	Beban Maksimum (ton)					Kuat Tekan (MPa)					Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)				
		5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	0%	1,5	15	19,5	33	48	1	8	11	18	27	1	8,15	15,1	24	31
2	0%	1,5	15	34,5	54	63	1	8,3	19,2	30	35					
3	ASP 10% + SSK 0,003%	1,5	13,5	31,5	-	-	1	7	17	-	-	1	8,5	18,5	-	-
4	ASP 10% + SSK 0,003%	1,5	18	36	-	-	1	10	20	-	-					
5	ASP 10% + SSK 0,005%	1,5	16,5	33	37,5	-	1	9	19	21	-	1	8,5	18	22,5	-
6	ASP 10% + SSK 0,005%	1,5	15	30	43,5	-	1	8	17	24	-					
7	ASP 10% + SSK 0,007%	1,5	15	30	33	-	1	8	17	18	-	1	7,5	16,5	20	-
8	ASP 10% + SSK 0,007%	1,5	12	28,5	39	-	1	7	16	22	-					

Sumber: Hasil Penelitian

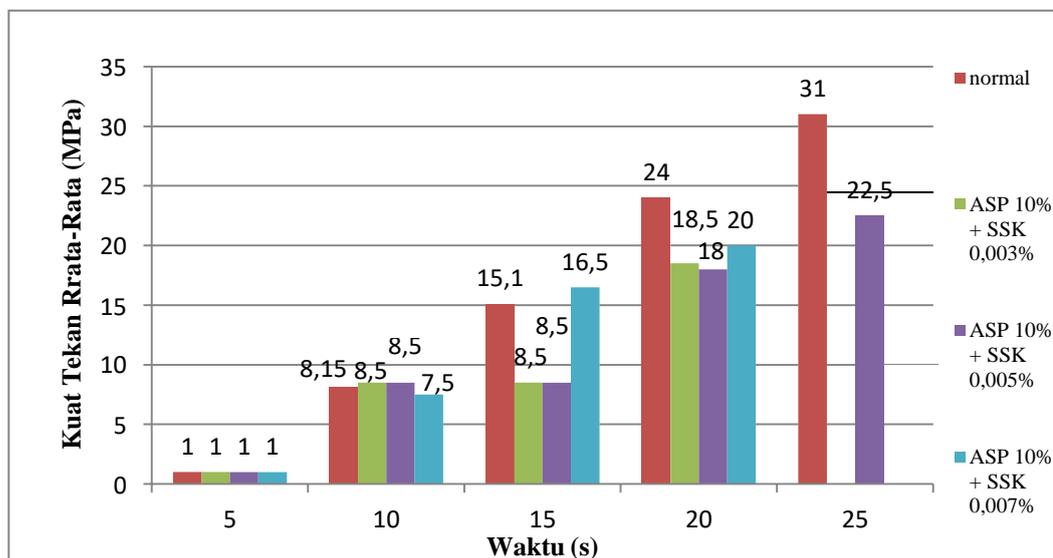
Tabel 4.14 Kuat Tekan Beton SCC dengan FAS 0,43

No	Kode Variasi	Beban Maksimum (ton)					Kuat Tekan (MPa)					Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)				
		5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	0%	1,5	4	27	25	-	1	4	17	25	-	1	5	17,5	26,5	-
2	0%	1,5	11	33	51	-	1	6	18	28	-					
3	ASP 10% + SSK 0,003%	1,5	21	37,5	45	-	1	12	21	25	-	1	9,5	19	-	-
4	ASP 10% + SSK 0,003%	1,5	13,5	30	40,5	-	1	7	17	22	-					
5	ASP 10% + SSK 0,005%	1,5	15	25,5	-	-	1	8	14	-	-	1	7,5	14,5	-	-
6	ASP 10% + SSK 0,005%	1,5	13,5	27	-	-	1	7	15	-	-					
7	ASP 10% + SSK 0,007%	1,5	13,5	27	30	-	1	7	15	17	-	1	8	15,5	17	-
8	ASP 10% + SSK 0,007%	1,5	16,5	28,5	30	-	1	9	16	17	-					

Sumber: Hasil Penelitian

4.5.1 Analisa Kuat Tekan Rerata FAS 0,40

Dari Gambar 4.3 dibawah didapat bahwa beton dengan mutu normal (SP 10%) memiliki nilai kuat tekan maksimum sebesar 31 MPa dan kuat tekan beton minimum terjadi pada campuran beton dengan menggunakan variasi ASP 10% + SSK 0,003% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 18,5 MPa. Dalam variasi ASP 10% + SSK 0,003% mengalami kenaikan kuat tekan secara signifikan. Namun, beton tersebut telah mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga terjadinya nilai kuat tekan minimum pada variasi tersebut. Penggunaan variasi ASP 10% + SSK 0,005% juga mengalami hal yang sama dengan variasi yang sebelumnya, tetapi waktu terjadinya retakan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam variasi ASP 10% + 0,007% beton mengalami retak kurang dari waktu yang telah di tetapkan dan memiliki nilai kuat tekan yang tidak terlalu tinggi. Hal ini berbanding terbalik dengan (Safarizki, 2017) yang mengatakan bahwa penggunaan serat sebesar 0,007% menyebabkan naiknya kuat tekan beton. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sahrudin & Nadia, 2016) penggunaan serat sabut kelapa mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 29,55% dengan jumlah serat sabut kelapa sebanyak 0,50%.

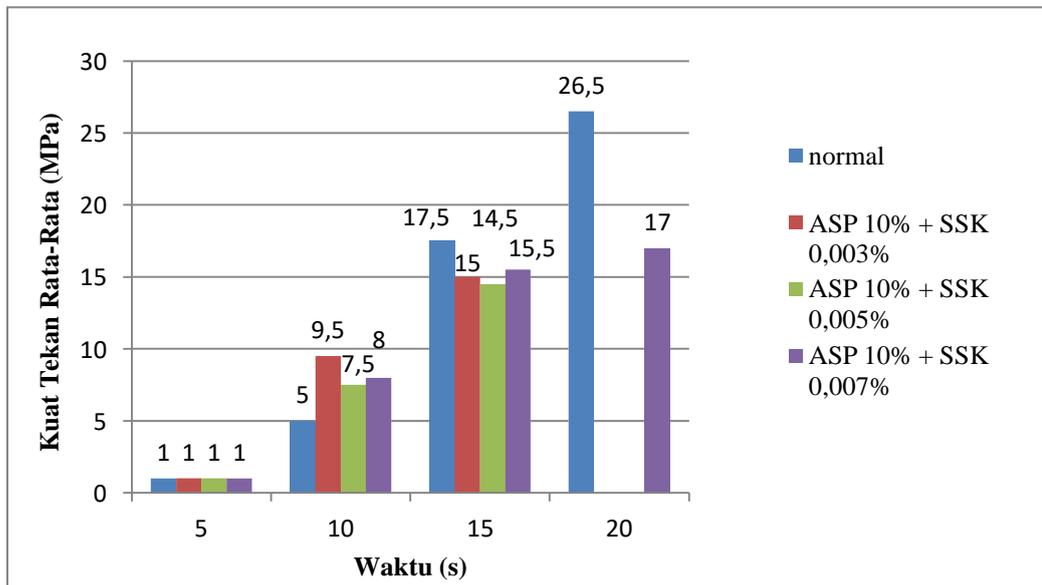


Grafik 4.4 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,40

Sumber: Data penelitian

4.5.2 Analisa Kuat Tekan Rerata FAS 0,43

Pada Gambar 4.4 dibawah didapat bahwa nilai kuat tekan maksimum diperoleh dari beton dengan mutu normal (SP 10%) sebesar 26,5 MPa. Serta nilai kuat tekan minimum terjadi pada campuran beton variasi ASP 10% + SSK 0,005% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 14,5 MPa. Beton dengan variasi ASP 10% + SSK 0,003% kuat tekan turun sebesar 43,40% dari beton normal dan waktu terjadinya retakan tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan. Hal ini terjadi dikarenakan pada saat pengujian *slump*, didapat nilai *slump* yang cukup rendah sehingga mempengaruhi kuat tekan beton tersebut. Pada variasi ASP 10% + SSK 0,007% terjadi kenaikan kuat tekan beton yang tidak terlalu signifikan, hal ini disebabkan adanya penambahan serat sabut kelapa yang cukup banyak dalam campuran beton tersebut. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Arizki dkk, 2015) apabila suatu campuran beton dengan menggunakan dua faktor air semen, maka nilai kuat tekan akan semakin turun apabila menggunakan nilai faktor air semen yang lebih tinggi.



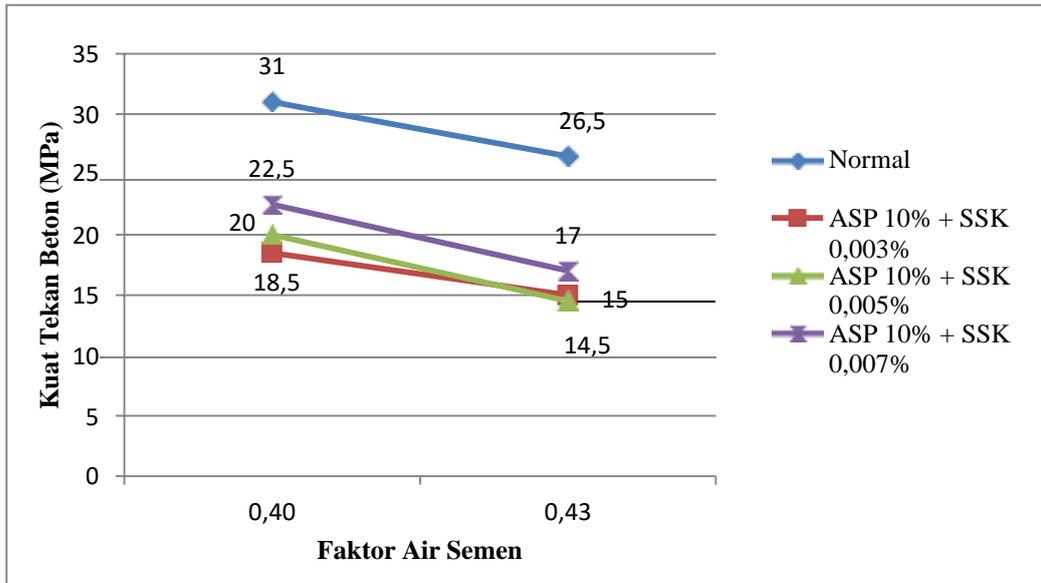
Gambar 4.5 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,43

Sumber: Data penelitian

4.6 Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton terhadap Penggunaan Faktor Air Semen

Penggunaan faktor air semen dalam perencanaan campuran beton sangat mempengaruhi kelecakan serta kuat tekan beton. Grafik hubungan variasi faktor air semen dan kuat tekan beton *self compacting concrete* yang terbentuk seperti Gambar 4.5 terlihat bahwa terjadi penurunan kuat tekan yang tidak konsisten dalam satu faktor air semen. Hal ini terjadi akibat penambahan air dengan metode *trial and error* yang mengakibatkan adonan beton tidak sempurna. Selain itu, terdapat beberapa bahan tambah dalam campuran beton segar, yang mengakibatkan campuran beton semakin kompleks. Menurut (Darwis, Sultan, & Anwar, 2016) apabila semakin besar nilai faktor air semen yang digunakan, maka nilai *slump* akan meningkat serta nilai kuat tekan beton menurun. Namun dalam penelitian ini didapatkan hasil yang sebaliknya. Semakin tinggi nilai faktor air semen yang digunakan, diperoleh rata-rata nilai *slump* turun sebesar 3,64% untuk variasi I hingga variasi III. Hal ini terjadi akibat penggunaan serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang memiliki sifat menyerap air cukup tinggi.

Dalam pengujian kuat tekan beton, kuat tekan mengalami penurunan sebesar 27,42% hingga 40,32% dari beton normal untuk faktor air semen 0,40. Sedangkan penggunaan faktor air semen sebesar 0,43 mengalami penurunan sebesar 35,85% hingga 45,28% dari beton normal. Terjadinya penurunan kuat tekan beton variasi dari beton normal diakibatkan oleh penggunaan bahan campuran, bahan tambah, serta *chemical admixture* yang diberi secara bersamaan sehingga beton mengalami penurunan kuat tekan. Penambahan air yang dilakukan secara *trial and error* dan berat semen yang digunakan dalam setiap variasi diberikan secara konstan juga menimbulkan dampak terhadap penurunan kuat tekan beton. Berbanding terbalik hasil yang dijabarkan oleh (Darwis, Sultan, & Anwar, 2016) bahwa apabila air yang diberikan dengan nilai yang konstan dengan nilai faktor air semen yang tinggi, serta mengurangi nilai penggunaan semen dalam campuran beton, maka akan terjadi penurunan kuat tekan beton.



Gambar 4.6 Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton

Sumber: Data penelitian

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka didapat hasil dan beberapa kesimpulan yang menrangkum hasil-hasil penelitian berdasarkan rumusan masalah penelitian. Saran diutarakan dengan tujuan selepas penelitian ini akan dapat dikoreksi dan dikembangkan oleh peneliti lainnya.

5.1 Kesimpulan

Dengan selesainya proses penelitian dan pembahasan hasil penelitiannya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari penambahan ASP dan SSK pada beton SCC memberikan pengaruh karakteristik berupa:
 - a. Diperoleh nilai *slump flow* maksimum yaitu sebesar 66,5 cm pada variasi 0% (beton normal) dengan faktor air semen 0,40. Sedangkan *slump flow* minimum adalah sebesar 52 cm pada variasi ASP 10% + SSK 0,007% dengan faktor air semen 0,43. Hal ini disebabkan oleh pengaruh penggunaan air dalam campuran beton tersebut. Pada variasi ASP 10% + SSK 0,007% nilai *slump flow* menurun diakibatkan oleh penambahan serat sabut kelapa yang tidak tercampur secara merata dalam adonan beton sehingga beton tidak mengalami pengaliran yang sempurna.
 - b. Karakteristik kuat tekan beton SCC dengan campuran abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan di umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 27,42% sampai 40,32% untuk faktor air semen 0,40. Sedangkan penggunaan faktor air semen 0,43 mengalami penurunan sebesar 35,85% sampai 45,28%. Pengaruh abu sekam padi yang cepat mengisi rongga-rongga beton yang seharusnya diisi oleh agregat halus dan abu sekam padi memiliki sifat bersatu dengan air sehingga menyebabkan menurunnya kuat tekan beton. Serta penambahan air yang tidak konstan dan jumlah berat semen yang digunakan diberikan secara konstan, namun faktor air

semen meningkat. Hal ini merupakan faktor terjadinya kuat tekan beton dalam penelitian ini.

2. Dalam penelitian ini terdapat empat variasi dengan hasil nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran beton dengan variasi I (0%) dengan faktor air semen 0,40 serta nilai kuat tekan 31 MPa. Serta nilai kuat tekan terendah terletak pada variasi II (ASP 10% + SSK 0,005%) dengan faktor air semen 0,43 serta nilai kuat tekan 14,5 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi pada campuran beton normal terjadi karena tidak adanya penambahan abu sekam padi serta serat sabut kelapa yang mampu menaikkan nilai kuat tekan beton normal. Dalam kuat tekan minimum terjadi sesuai dengan penelitian sebelumnya, semakin tinggi nilai faktor air semen yang digunakan, maka semakin rendah kuat tekan beton.
3. Dalam pelaksanaan penelitian, penggunaan abu sekam padi mampu mengurangi jumlah penggunaan semen sekitar $7,1604 \text{ kg/m}^3$ dalam campuran beton sebesar $0,015912 \text{ m}^3$. Penggunaan abu sekam tersebut mampu menghasilkan beton yang ramah lingkungan, namun tidak mampu menghasilkan karakteristik beton yang terlalu signifikan.
4. Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, diketahui bahwa penambahan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen, dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan dengan presentase paling optimum terjadi pada variasi III (ASP 10% + SSK 0,007) dengan menggunakan kedua fas.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan mampu membantu dalam perkembangan proses teknologi beton ataupun penerapan di lapangan. Diberikan harapan juga kepada peneliti selanjutnya agar mampu mengembangkan penelitian ini lebih dalam. Adapun saran yang dapat diambil antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan serat sabut kelapa serta abu sekam padi dengan variasi yang beragam. Agar mengetahui batas variasi dimana yang mampu menghasilkan kuat tekan yang konstan.

2. Disarankan untuk melakukan penelitian yang lebih dalam mengenai sifat-sifat fisis dan kimiawi dari abu sekam padi, serat sabut kelapa, dan *chemical admixture*.
3. Penggunaan takaran air dalam penelitian harus dilakukan secara teliti dan mengurangi proses *trial and error* agar menghasilkan campuran beton yang berkualitas.
4. Ukuran dari serat sabut kelapa harus sesuai dengan yang dianjurkan agar tidak terjadi penggumpalan pada saat pengadukan beton yang akan mempengaruhi kuat tekan beton.
5. Perlu pemeriksaan yang lebih teliti dan mendalam untuk pengujian *l – box test*, dan *v – funnel test*.
6. Perlu dilakukan pengujian pada umur rencana beton 7 hari, 14 hari, dan 21 hari guna untuk mengetahui nilai kuat tekan yang berkembang serta pengaruh terhadap reaksi abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan.
7. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai *literature* tambahan atau sebagai bahan evaluasi untuk penelitian selanjutnya. Dengan harapan, penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton SCC yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aci, 226. (1986). Use Of Fly Ash In Concrete. *Aci 226*, 96(Reapproved), 1–34.
- Aci Committee, 544. (1982). *Fiber Reinforced Concrete*.
- Amaria. (2012). Adsorpsi Ion Sianida Dalam Larutan Menggunakan Adsorben Hibrida Aminopropil Silika Gel Dari Sekam Padi Terimpregnasi Aluminium (Adsorption Of Cyanide Ions In Solution Using A Hybrid Adsorbent Aminopropyl Silica Gel From Rice Husks Of Impregnated With). *Adsorpsi Ion Sianida Dalam Larutan Menggunakan Adsorben Hibrida Aminopropil Silika Gel Dari Sekam Padi Terimpregnasi Aluminium (Adsorption Of Cyanide Ions In Solution Using A Hybrid Adsorbent Aminopropyl Silica Gel From Rice Husks Of Impregnated With)*, 19(1), 56–65. <https://doi.org/10.22146/jml.18453>
- Arizki, R., Sari, I., Wallah, S. E., & Windah, R.S. (2015). Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76. Retrieved From <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6798>
- Astm C-127. (2001). Standard Test Method For Specific Gravity And Absorption Of Coarse Aggregate. *Test, 04*(Reapproved), 1–5.
- Astm C-39 / 1993. (N.D.). Standard Test Method For Compressive Strength Of Cylindrical Concrete Specimens This. *Annual Book Of Astm Standards*.
- Astm C 117. (2013). Standard Test Method For Materials Finer Than 75- μm (No . 200) Sieve In Mineral Aggregates By Washing. *Astm International*, (200), 1–3. <https://doi.org/10.1520/C0117-13.2>
- Astm C 128. (2001). Standard Test Method For Density , Relative Density (Specific Gravity), And Absorption. *Astm International*, 1–6. Retrieved From www.astm.org, Or
- Astm C 33. (1986). Astm C 33-03. Standard Specification For Concrete Aggregates. *United States : American Standard Testing And Material, I(C)*, 1–11.
- Astm C 566. (1997). C566.Pdf. *Astm International*, 5–7.
- Br Manurung, F. V. (2020). *Analisis Kuat Tarik Belah Beton Busa (Foam Concrete) Dengan Kombinasi Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa, Serbuk*

Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Sebagian Menggunakan Metode Eksperimen Laboratorium.

- Candra, A. I., Wahyudiono, H., Anam, S., & Aprillia, D. (2020). Kuat Tekan Beton $f_c' = 21,7$ Mpa Menggunakan Water Reducing And High Range Admixtures. *Jurnal Civilia*, 5(1), 330–340.
- Darwis, F., Sultan, M. A., & Anwar, C. (2016). Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Batu Apung. *Sipilsains*, 06(11), 31–38.
- Efnarc. (2005). *The European Guidelines For Self-Compacting Concrete. The European Guidelines For Self Compacting Concrete*. Retrieved From [Http://Www.Efnarc.Org/Pdf/Sccguidelinesmay2005.Pdf](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](https://doi.org/10.1088/1757-899x/160/1/012066)
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., & Rengga, W. D. P. (2014). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 55–59. [Https://Doi.Org/10.15294/Jbat.V3i2.3698](https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3698)
- Harahap Suhwandi, R. (2018). Analisa Kuat Tekan Beton Dan Penyerapan Air Kombinasi Filler Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca Substitusi Pasir. *Reza Suhwandi Harahap*.
- Mariani, Victor, A. (2009). Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (Scc).
- Muhamad Miftakhul Fahri, Ir. Muhammad Ryanto., Mt, Heri Sismoro, St., M. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer, 1(2).
- Mukodas & Rusyandi. (2001). Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash Dan Structuro, 1–11.
- Nugroho, A. T. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan. *Jurnal Teknik Sipil Itb*, 24(2), 139–144. [Https://Doi.Org/10.5614/Jts.2017.24.2.4](https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4)
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-Compacting Concrete Hajime, 1(1), 5–15.

- Pandaleke, R. Et Al. (2014). Pengaruh Variasi Kadar Superplasticizer Terhadap Nilai Slump Beton Geopolymer. *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 283–291.
- Pbi. (1971). Peraturan Beton Indonesia 1972.
- Pd T-04-2004-C. (2003). *Tata Cara Pembuatan Dan Petaksanaan Beton Berkekuatan Tinggi*.
- Rahman, D. F. (2017). Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/Rekat/18).
- Rakesh Kumar, D. (2015). Journal Of Civil & Environmental Self-Compacted Concrete Mix Design And Its Comparison With Conventional Concrete (M-40), 5(3). <https://doi.org/10.4172/2165-784x.1000176>
- Risdianto, Y. (2010). Penerapan Self Compacting Concrete (Scc) Pada Beton Mutu Normal Oleh : Yogie Risdianto *), 08, 54–60.
- Rommel, E., & Rusdianto, Y. (2012). Pemakaian Fly-Ash Sebagai Cementitious Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Steam Curing (The Use Of Fly-Ash As Cementitious On High-Strength Concrete With Steam Curing) Erwin, 10, 128–136.
- Safarizki, H. A. (2017). Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata Dan Serat Fiber Pada Self Compacting Concrete (Scc). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 3(2), 2–6. <https://doi.org/10.26877/jitek.V3i2.1881>
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan. *Konstruksia*, 7(2), 13–20.
- Sari, D. N. (2020). *Observasi Kuat Tarik Belah Beton Ringan Clc (Cellular Lightweight Concrete) Yang Diperkuat Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur Secara Eksperimental (Studi Penelitian*. Retrieved From <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- Sni-03-6429-2000 Pengujian Kuat Tekan Beton. (N.D.).
- Sni 03-2834-2000. (N.D.). Sni 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Sni 03-2834-2000*.
- Sni 03-6468-2000. (N.D.). Sni 03-6468-2000 Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang.
- Sni, 15-2049-2004. (2004). Semen Portland.

- Sni 7974. (2013). Spesifikasi Air Pencampur Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis (Astm C1602-06, Idt). *Badan Standardisasi Nasional*, 27(5), 596-602.
- Sni1974-2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.
- Sudarmoko, S. M. (1998). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Cetak Beton (Bataton).
- Suhardiman, M. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori.
- Sylviana, R. (2015). Pengaruh Bahan Tambahan Plasticizer Terhadap Slump Dan Kuat Tekan Beton. *Bentang*, 3(2), 262549.
- Widianto Bagus, A. (2020). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik Self Compacting Concrete (Scc.*
- Wijaya, A. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Naoh 14m Molar Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3.
- Yanti, G., Megasari, S. W., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Lancang, U. (2019). Analisis Penambahan Cocofiber Pada Campuran Beton, (2018), 1-6.

LAMPIRAN

LI. TABEL DATA PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN
AGREGAT KASAR



**LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238**



<p>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE <i>AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar 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 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) <i>E/(B+D-C)</i> (gr/cm ³)	2,694	2,698	2,696
<i>Bulk spgrafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) <i>B/(B+D-C)</i> (gr/cm ³)	2,715	2,717	2,716
<i>Apparent spgrafity dry</i> (Berat jenis contoh semu) <i>E/(E+D-C)</i> (gr/cm ³)	2,752	2,751	2,751
<i>Absortion</i> (Penyerapan) <i>((B-E)/E)x100%</i> (%)	0,784	0,719	0,752

<p><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p> <p>Asya Rizky Ila Utami</p>	<p><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p> <p>Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc</p>
--	---

LII. TABEL DATA PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



<p><i>SPECIFIC GRAVITY OF FINE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Halus dan Absorsi) ASTM C 128</p>	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)	Berat Jenis Agregat Kasar
<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

<p><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p>	<p><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p>
Asya Rizky Ila Utami	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc

LIII. TABEL DATA KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR



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

<p style="text-align: center;"><i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar 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 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%

<p style="text-align: center;"><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">Asya Rizky Ila Utami</p>	<p style="text-align: center;"><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc</p>
--	---

LIV. TABEL DATA KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS



**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)	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)
Asya Rizky Ila Utami	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc

LV. TABEL DATA KADAR AIR AGREGAT KASAR



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



<p><i>WATER CONTENT TEST</i> (Percobaan Kadar Air Agregat Kasar) ASTM C 566</p>	<p>LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.PengambilanBhn): (Tgl. Percobaan) :</p>
--	---

COARSE AGREGAT	01	02
<i>Wt Of SSD Sample & Mold</i> (Berat Contoh SSD dan Berat Wadah) gr	1055	1069
<i>Wt Of SSD Sample</i> (Berat Contoh SSD)	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	

<p><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p>	<p><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p>
<p>Asya Rizky Ila Utami</p>	<p>Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc</p>

LVI. TABEL DATA KADAR AIR AGREGAT HALUS



**LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238**



<i>WATER CONTENT TEST</i> (Percobaan Kadar Air Agregat Halus) ASTM C 566	LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.PengambilanBhn): (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 Sample</i> (Berat Contoh SSD)	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)
Asya Rizky Ila Utami	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc

LVII. TABEL DATA BERAT ISI AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS



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	26900	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		

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

LVIII. TABEL DATA PENGUJIAN V- *FUNNEL TEST* DENGAN FAS 0,40

No	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1	0%	51
2	ASP 10% + 0,003% SSK	≥ 12
3	ASP 10% + 0,005% SSK	≥ 12
4	ASP 10% + 0,007% SSK	≥ 12

LIX. TABEL DATA PENGUJIAN V - *FUNNEL TEST* DENGAN FAS 0,43

No	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1	0%	51
2	ASP 10% + 0,003% SSK	≥ 12
3	ASP 10% + 0,005% SSK	≥ 12
4	ASP 10% + 0,007% SSK	≥ 12

LX. TABEL DATA PENGUJIAN *L* – *BOX TEST* DENGAN FAS 0,40

No	Variasi	Rasio H2/H1
1	0%	0.413
2	ASP 10% + 0,003% SSK	≥ 1.0
3	ASP 10% + 0,005% SSK	≥ 1.0
4	ASP 10% + 0,007% SSK	≥ 1.0

LXI. TABEL DATA PENGUJIAN *L* – *BOX TEST* DENGAN FAS 0,43

No	Variasi	Rasio H2/H1
1	0%	0.176
2	ASP 10% + 0,003% SSK	≥ 1.0
3	ASP 10% + 0,005% SSK	≥ 1.0
4	ASP 10% + 0,007% SSK	≥ 1.0

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.9 Pengujian Kuat Tekan Beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Asya Rizky Ila Utami
Nama Panggilan : Asya
Tempat, Tanggal Lahir : Padang Sidempuan, 29 Februari 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Rawa Cangkuk 1 Gg. Bilal No. 50c
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Alm. H. Samsul Bachri, S.T
Ibu : Rusti Anita Pane
No Hp : 082164182214
Email : asyarizky29@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Perempuan
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD HARAPAN MANDIRI MEDAN	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	SMP HARAPAN 1 MEDAN	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMA HARAPAN 1 MEDAN	2014 - 2017

ORGANISASI

Informasi	Tahun
BPH-HMS-FT-UMSU	PERIODE 2019 - 2020