

## **TUGAS AKHIR**

# **OBSERVASI SIFAT-SIFAT MEKANIK BETON KARET BAN VULKANISIR PADAT SENDIRI (SCC) DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI**

**(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh :**

**FADLY AKBAR**

**1607210123**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Fadly Akbar  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 7 Juli 1997  
NPM : 1607210123  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

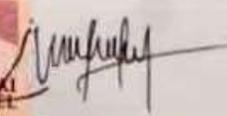
“Observasi Sifat-Sifat Mekanik Beton Karet Ban Vulkanisir Padat Sendiri (SCC) Dengan Penambahan Abu Sekam Padi”

Bukan merupakan plagiarism, 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.

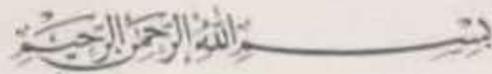
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat serupa pembatalan kelulusan/kesarjana saya.

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, 20 Oktober 2021  
Saya yang Bertanda Tangan,

  
Fadly Akbar





**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fadly Akbar  
NPM : 1607210123  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Observasi Sifat-Sifat Mekanik Beton Karet Ban  
Vulkanisir Padat Sendiri (SCC) Dengan  
Penambahan Abu Sekam Padi  
Bidang Ilmu : Struktur

**DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN**  
**KEPADA PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Medan, 20 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

Dr. Fetra Venny Riza, S.T, M.Sc.,

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fadly Akbar

NPM : 1607210123

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Observasi Sifat-Sifat Mekanik Beton Karet Ban Vulkanisir Padat  
Sendiri (SCC) Dengan Penambahan Abu Sekam Padi

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, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza, S.T, M.Sc

Dosen Pembanding I



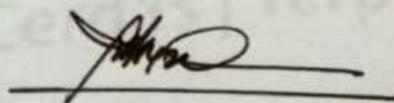
Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

Dosen Pembanding II



Dr. Ade Jaisal, M.Sc, Ph.D

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

## ABSTRAK

### OBSERVASI SIFAT-SIFAT MEKANIK BETON KARET BAN VULKANISIR PADAT SENDIRI (SCC) DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI

#### (STUDI PENELITIAN)

Fadly Akbar

1607210123

Dr. Fetra Venny Riza

Beton padat sendiri adalah salah satu jenis beton yang memiliki kelecakan yang sangat tinggi sehingga mampu mengalir sendiri mengisi rongga rongga udara pada beton. Beton padat sendiri salah satu beton yang paling dibutuhkan dalam dunia konstruksi karena pasta beton ini dapat mengalir sendiri pada sela tulangan sehingga dapat mengurangi proses pemadatan untuk membuang gelembung udara. Dengan menggunakan limbah sebagai pengganti sebagian material penyusun beton SCC untuk mengurangi permasalahan lingkungan hidup. Maka dari itu, dilakukan pengembangan material dengan menggunakan karet ban vulkanisir, dan abu sekam padi untuk meninjau karakteristik pengaliran yang dilakukan dengan *slump flow test*, serta nilai kuat tekan beton tersebut. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mempelajari nilai kuat tekan beton SCC terhadap penambahan abu sekam padi dengan variasi 5%, 10%, sebagai pengganti semen sebagian, dan karet ban vulkanisir dengan variasi 10%, 20%, sebagai pengganti agregat halus sebagian. Sampel pengujian yang dicetak dengan ukuran kubus 10 cm x 10 cm x 10cm sebanyak 54 sampel benda uji. Untuk mengetahui nilai kuat tekan sampel yang dicetak dengan umur rencana 28 hari, dan nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada beton normal dengan F.A.S 0,35 yaitu 32 Mpa dan terendah terdapat pada beton variasi VII dengan F.A.S 0,45 yaitu 11 Mpa. Maka dapat disimpulkan penurunan kekuatan dengan bertambahnya kandungan karet dan abu sekam padi, tapi nilai minimum 11 Mpa masih dapat digunakan untuk beton non struktural.

Kata Kunci: Beton SCC, Abu sekam padi, Karet ban vulkanisir.

## **ABSTRACT**

### **OBSERVATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE RUBBER CONCRETE VULCANIZED TIRE SELF-SOLID (SCC) WITH THE ADDITION OF RICE HUSK ASH**

#### **(RESEARCH STUDY)**

Fadly Akbar

1607210123

Dr. Fetra Venny Riza

*Solid concrete itself is one type of concrete that has a very high workability so that it can flow on its own to fill the air voids in the concrete. Solid concrete itself is one of the most needed concrete in the construction world because this concrete paste can flow on its own between the reinforcement so that it can reduce the compaction process to remove air bubbles. By using waste as a substitute for some of the concrete constituent materials SCC for reduce environmental problems. Therefore, material development was carried out using retreaded rubber tires, and rice husk ash to review the flow characteristics carried out by the slump flow test, as well as the value of the compressive strength of the concrete. This research was conducted with the aim of studying the compressive strength of SCC concrete against addition of rice husk ash with variations of 5%, 10%, as a partial replacement of cement, and retreaded rubber tires with variations of 10%, 20%, as a partial substitute for fine aggregate. The test samples printed with a cube size of 10 cm x 10 cm x 10 cm were 54 samples of test objects. To determine the value of the compressive strength of the printed samples with a design age of 28 days, and the highest compressive strength value is found in normal concrete with FAS 0.35, which is 32 MPa and the lowest is found in wasiasi concrete VII with FAS 0.45, which is 11 MPa. So it can be concluded that the strength decreases with increasing rubber and rice husk ash content, but the minimum value of 11 MPa can still be used for non-structural concrete.*

*Keywords: SCC concrete, Rice husk ash, Retreaded tire rubber.*

## KATA PENGANTAR



*Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Observasi Sifat-Sifat Mekanik Beton Karet Ban Vulkanisir Padat Sendiri (SCC) Dengan Penambahan Abu Sekam Padi”

Dimana Tugas Akhir ini adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilaksanakan 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 dan penyelesaian Tugas Akhir ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada:

1. Rasa syukur penulis kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis Bapak Alm. Aidil Akbar, dan Ibu Nurhayati, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, S.T, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan, saran serta motivasi yang diberikan.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc., selaku Kepala Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas saran dan motivasi yang diberikan.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis.
9. Teman hidup penulis dalam menyelesaikan skripsi, Fira Vidia Br Manurung yang telah memberi dukungan dan motivasi, saling membantu dan mengarahkan ketika penulis melakukan kekeliruan serta ketika penulis mendapatkan kesulitan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk semua pengalaman dan kebahagiaan yang telah diberikan..
10. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS UMSU) khususnya teman-teman 016 tercinta yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat serta canda dan tawa.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir 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 sepenuhnya.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Medan, Oktober 2021

Penulis,



**Fadly Akbar**  
1607210123

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACK</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	6
2.2 Beton Padat Sendiri ( <i>Self compacting concrete</i> )	6
2.3 Beton Karet	9
2.4 Karet Ban Vulkanisir	9
2.5 Abu Sekam Padi	11
2.6 <i>Superpastisizer</i>	12
2.7 <i>Slump Flow</i>	13
2.8 <i>V – Funnel Test</i>	14
2.9 <i>L – Box Test</i>	15
2.10 Kuat Tekan ( <i>Compressive Strength Test</i> )	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir	18

3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian	20
3.3	Alat Dan Bahan	21
3.3.1	Alat	21
3.3.2	Bahan	23
3.4	Metode Penelitian	24
3.4.1	Variasi 0% (Normal)	24
3.4.2	Variasi ASP 5%	24
3.4.3	Variasi ASP 10%	24
3.4.4	Variasi KBV 10%	24
3.4.5	Variasi KBV 20%	25
3.5	Tahapan Penelitian	25
3.5.1	Tahapan Persiapan	25
3.5.2	Pengadaan dan Pemeriksaan Bahan	26
3.6	Langka-Langkah Pemeriksaan Bahan	29
3.6.1	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	29
3.6.2	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	31
3.6.3	Pemeriksaan Kadar Lunpur Agregat Halus	31
3.6.4	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	32
3.6.5	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	32
3.6.6	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	34
3.6.7	Pemeriksaan Kadar Lunpur Agregat Kasar	34
3.6.8	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	35
3.6.9	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	36
3.7	Rencana Campuran ( <i>Mix Design</i> )	37
3.8	Percobaan <i>Slump Flow</i>	38
3.9	Pengujian <i>V-Funnel Test</i>	39
3.10	Pengujian <i>L-Box Test</i>	40
3.11	Percobaa Mencetak dan Merendam Beton	41
3.12	Tes Kuat Tekan	43
3.13	Analisa Data	44

## BAB 4. ANALISA DATA

4.1	Hasil Pemeriksaan Campuran Beton	45
4.2	<i>Mix Design</i> Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	45
4.3	Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	46
4.4	Pengujian <i>Slump Flow Test</i>	67
4.5	Pengujian <i>V-Funnel Test</i>	69
4.6	Pengujian <i>L-Box Test</i>	71
4.7	Hasil Kuat Tekan Beton	72
4.8	Analisa Kuat Tekan Rata-Rata Pada FAS 0,35	75
4.9	Analisa Kuat Tekan Rata-Rata Pada Fas 0,45	76
4.10	Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen	77
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi material penyusun scc	7
Tabel 2.2 Pengukuran nilai pengujian beton segar <i>scc</i>	8
Tabel 2.3 Syarat nilai pengujian beton segar <i>scc</i>	8
Tabel 2.4 Tinjauan penggunaan karet ban vulkanisir	10
Tabel 2.5 Tinjauan penggunaan abu sekam padi	12
Tabel 2.6 Tinjauan nilai <i>slump flow</i>	14
Tabel 2.7 Tinjauan nilai <i>v-funnel test</i>	15
Tabel 2.8 Tinjauan <i>l-box test</i>	15
Tabel 2.9 Tinjauan nilai nilai kuat tekan pada penelitian sebelumnya	16
Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian	21
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan dasar	45
Tabel 4.2 Komposisi campuran beton	46
Tabel 4.3 Komposisi 1 kali mix beton normal pada fas 0,35 dan 0,45	49
Tabel 4.4 Komposisi 1 kali mix beton variasi i pada fas 0,35 dan 0,45	51
Tabel 4.5 Komposisi 1 kali mix beton variasi ii pada fas 0,35 dan 0,45	53
Tabel 4.6 Komposisi 1 kali mix beton variasi iii pada fas 0,35 dan 0,45	55
Tabel 4.7 Komposisi 1 kali mix beton variasi iv pada fas 0,35 dan 0,45	57
Tabel 4.8 Komposisi 1 kali mix beton variasi v pada fas 0,35 dan 0,45	59
Tabel 4.9 Komposisi 1 kali mix beton variasi vi pada fas 0,35 dan 0,45	61
Tabel 4.10 Komposisi 1 kali mix beton variasi vii pada fas 0,35 dan 0,45	63
Tabel 4.11 Komposisi 1 kali mix beton variasi viii pada fas 0,35 dan 0,45	65
Tabel 4.12 Komposisi beton variasi dalam 0,008 m <sup>3</sup> dengan fas 0,35	67
Tabel 4.13 Komposisi beton variasi dalam 0,008 m <sup>3</sup> dengan fas 0,45	67
Tabel 4.14 Hasil pengujian <i>slumpflow</i>	68
Tabel 4.15 Hasil pengujian <i>v-funnel</i>	70
Tabel 4.16 Hasil pengujian <i>l-box</i>	71
Tabel 4.17 Mutu beton dan penggunaan	73
Tabel 4.18 Kuat tekan beton scc dengan fas 0,35	74
Tabel 4.19 kuat tekan beton scc dengan fas 0,43	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan alir metode penelitian	18
Gambar 3.2 Persiapan bahan material	26
Gambar 3.3 Abu sekam padi	27
Gambar 3.4 Karet ban vulkanisir	28
Gambar 3.5 Sika viscoflow 3660 lr	28
Gambar 3.6 Pemeriksaan <i>slump flow</i>	39
Gambar 3.7 Pemeriksaan <i>v-funnel</i>	40
Gambar 3.8 Pemeriksaan <i>l-box</i>	41
Gambar 3.9 Mencetak beton SCC; (a) merendam beton; (b)	43
Gambar 4.1 Grafik perbandingan <i>slump flow</i>	69
Gambar 4.2 Grafik perbandingan <i>v-funnel</i>	70
Gambar 4.3 Grafik perbandingan <i>l-box</i>	72
Gambar 4.4 Grafik perbandingan kuat tekan beton	75
Gambar 4.5 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,35	76
Gambar 4.2 Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,45	77
Gambar 4.7 Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton	78

## DAFTAR NOTASI

- $W_{gl}$  = Berat isi agregat kasar (kg/m<sup>3</sup>)
- $W_s$  = Jumlah agregat halus (kg/m<sup>3</sup>)
- $W_{sl}$  = Berat isi agregat halus (kg/m<sup>3</sup>)
- $C$  = Jumlah semen (kg/m<sup>3</sup>)
- $W_f$  = Jumlah fly ash dibutuhkan (kg/m<sup>3</sup>)
- $W_{wc}$  = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m<sup>3</sup>)
- $W_{sp}$  = Jumlah superplasticizer (kg/m<sup>3</sup>)
- $n\%$  = Dosis superplasticizer yang digunakan (%)
- $a/s$  = Perbandingan agregat kasar dan agregat halus (%)
- $A\%$  = Persentase fly ash yang digunakan (%)
- $f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas penampang beton tertekan (mm<sup>2</sup>)
- $PL$  = Passing Ability ratio beton segar
- $PF$  = Faktor kerapatan
- $w/c$  = Faktor air semen rencana
- $H1$  = Tinggi rata rata beton segar pada bagian ujung boks horizontal (mm)
- $H2$  = Tinggi rata-rata beton segar pada bagian boks vertical (mm)
- $A$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)
- $W_g$  = Jumlah agregat kasar (kg/m<sup>3</sup>)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton *SCC* pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1990-an sebagai upaya untuk mengatasi persoalan pengecoran komponen gedung artistik dengan bentuk geometri tergolong rumit bila dilakukan pengecoran beton normal (Amiruddin dkk., 2015). Riset tentang beton memadat mandiri masih terus dilakukan hingga sekarang dengan banyak aspek kajian, misalnya ketahanan (*durability*), permeabilitas dan kuat tekan (*compressive strength*). Kekuatan tekan beton kering 102 MPa sudah dapat dicapai karena penggunaan admixture *superplastizer* yang memungkinkan penurunan rasio air-semen (*w/c*) hingga nilai  $w/c = 0,3$  atau lebih kecil (Juvas., 2004).

Ketersediaan *crumb rubber* di Indonesia cukup banyak tetapi limbah tersebut selama ini masih belum ditangani secara efektif, limbah hanya ditumpuk di lokasi pabrik (Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian, 2010). Menurut Badan Pusat Statistik, pertumbuhan kendaraan di tahun 2016 sebesar 129.281.079 juta dan pada 2017 sebesar 138.656.669 juta, terjadi kenaikan dari 2016 hingga 2017 sebesar 7%, sedangkan diketahui masa penggunaan ban adalah selama 3 tahun maka dapat diperkirakan jumlah limbah ban yang dihasilkan di tahun 2019 akan lebih besar dari jumlah pertumbuhan kendaraan yang ada di tahun 2016 (Saputri, 2019).

Di Indonesia belum pernah dilaporkan secara mendetail data statistik mengenai jumlah ban bekas setiap tahun, akan tetapi di Australia hanya 5% ban yang didaur ulang, sisanya diekspor sebanyak 32%, dibuang ke tempat pembuangan sampah resmi sebanyak 16%, dan sekitar 47% baik seluruhnya tidak ditemukan atau dibuang ke tempat yang tidak memiliki izin (Mills dan Skinner, 2018).

*SCC* merupakan suatu beton yang memiliki sifat kecairan yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk

memadatkannya. Hal ini dapat mengurangi waktu proses pemadatan. Untuk mendapatkan beton mutu tinggi dengan memperhitungkan biaya terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya perlu diperhatikan komponen penyusunnya. Ada beberapa cara untuk meningkatkan mutu beton yaitu dengan menambahkan bahan tambah mineral seperti *pozzollan* kedalam campuran beton.

Dikarenakan abu sekam padi banyak mengandung senyawa *silica* ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 89,64% sehingga dapat digolongkan sebagai *pozzollan*. Sekam padi dioven pada suhu antara  $600^\circ\text{C}$  -  $700^\circ\text{C}$  di laboratorium sehingga menghasilkan Abu. Dari hasil pengujian abu sekam padi di laboratorium menurut penelitian sebelumnya didapat hasil kandungan senyawa kimia yang terdapat didalam abu sekam padi adalah  $\text{SiO}_2$  : 89,64%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 0,06%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0,73%;  $\text{CaO}$  : 3,56% (Akbar, 2017).

Dilihat dari kandungan senyawa abu sekam padi tersebut, dalam penelitian ini memilih untuk menggunakan abu sekam padi sebagai bahan substitusi lain yang mengandung silika sebanyak sekitar lebih dari 80%, karena juga dapat mengurangi limbah abu sekam yang kurang dapat diolah dengan baik sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Dengan pemanfaatan limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi yang dapat diolah menjadi bahan material beton memadat sendiri yang menghasilkan beton yang lebih *eco friendly* dibandingkan dengan beton memadat sendiri tanpa substitusi limbah. Oleh karena itu peneliti mengambil judul “Observasi Sifat-Sifat Mekanik Beton Karet Ban Vulkanisir Padat Sendiri (*SCC*) Dengan Penambahan Abu Sekam Padi” sebagai judul tugas akhir.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu untuk dirumuskan antara lain:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi terhadap kuat tekan pada beton *SCC*.
2. Untuk mengetahui variasi pada komposisi limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi yang paling optimal.

### 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis beton yang akan diteliti adalah Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*) dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm berbentuk kubus dengan ASTM dan SNI.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah karet ban vulkanisir sebagai pengganti sebagian pasir dan abu sekam padi sebagai pengganti semen sebagian.
3. Bahan tambah kimia (*additive admixture*) yang digunakan adalah *Sika Viscoflow* 3660 lr.
4. Variasi campuran karet ban vulkanisir pada beton *SCC* adalah sebesar 10% dan 20% dari berat agregat halus.
5. Jumlah abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton *SCC* adalah sebesar 5% dan 10% dari berat semen.
6. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland composite cement* (PCC) tipe 1.
7. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan diperoleh dari Kota Binjai, Sumatera Utara.
8. Agregat halus dan agregat kasar 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. Tinjauan kimia, pengaruh suhu, angin dan kelembapan udara tidak diperhatikan secara teliti.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai tertinggi pada kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi pada Beton *SCC*.

2. Untuk mengetahui berapa besar pengaruh limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi terhadap kuat tekan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pemberdayaan limbah karet ban vulkanisir yang menyebabkan pencemaran lingkungan.
2. Memanfaatkan limbah karet ban vulkanisir dan abu sekam padi yang menyebabkan pencemaran lingkungan.
3. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai rujukan untuk penelitian berikutnya dan dapat pula dikembangkan menjadi penelitian berkelanjutan dalam perkembangan bahan konstruksi terutama beton SCC.
4. Material konstruksi yang baru, yang ramah lingkungan dan dapat digunakan berkelanjutan.

### **1.6 Metodologi Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi material yang akan disampaikan dalam beberapa bab, yaitu:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku, jurnal dan artikel yang berkaitan dengan penyusunan tugas akhir serta beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini diuraikan mengenai tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, bahan dan peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini berisikan hasil penelitian yang telah dilakukan, permasalahan

yang terjadi dan pemecahan masalah selama proses penelitian berlangsung.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasinya berdasarkan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Kuat tekan beton adalah salah satu sifat terpenting yang dipertimbangkan dalam industri konstruksi. Semua campuran beton baru yang diusulkan hanya dapat dipertimbangkan oleh industri konstruksi jika memenuhi persyaratan minimum kekuatan tekan yang diperlukan untuk elemen struktur. Penambahan partikel karet sebagai pengganti parsial dari agregat konvensional berdampak buruk terhadap kuat tekan beton. Kekuatan beton karet menurun dengan bertambahnya kandungan karet. Selain itu, ukuran partikel karet juga berperan penting dalam mempengaruhi sifat kekuatan. Tekan beton karet mengalami penurunan dengan bertambahnya ukuran partikel kuat. Penurunan kekuatan dengan peningkatan kandungan karet disebabkan oleh tiga alasan utama: deformabilitas partikel karet relatif terhadap struktur mikro semen di sekitarnya, menghasilkan inisiasi retakan dalam pola yang mirip dengan rongga udara di normal. Beton mengutip partikel, ikatan antarmuka yang lemah antara karet dan matriks semen, dan kemungkinan pengurangan dalam kerapatan matriks beton yang selanjutnya tergantung pada ukurannya, kepadatan dan kekerasan agregat. Mayoritas studi menunjukkan kecenderungan yang sama dalam penurunan kuat tekan dengan peningkatan ukuran partikel, namun salah satu studi menunjukkan hasil yang bertentangan dengan penurunan kuat tekan dengan penurunan ukuran partikel karet (Roychand dkk., 2020).

#### 2.2. Beton Padat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)

Beton memadat mandiri (*Self Compacting Concrete* atau *SCC*) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat di cetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak di padatkan sama sekali. Beton ini di campur memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *admixture superplastisizer* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali di tuang

kedalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip – prinsip gravitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembedaan yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton (Akbar, 2017).

Beton Padat Sendiri (*Self Compacting Concrete* atau *SCC*) adalah beton yang mudah dalam pengerjaan dengan nilai *slump* cukup tinggi, sehingga mampu mengalir dengan beratnya sendiri dan mengisi ruangan di dalam cetakan tanpa harus adanya pemadatan. Pada umumnya beton *SCC* memiliki kandungan yang sama dengan beton konvensional, hanya saja untuk membuat beton *SCC* diperlukan bahan tambah *superplastisizer* serta hasil penelitian lain juga menunjukkan untuk membuat beton *SCC* dapat ditambahkan bahan yang mengandung *pozzolan* (Fakhrunisa dkk., 2018).

Beton memadat sendiri merupakan jenis beton yang didesain memiliki campuran yang encer. Beton *SCC* memiliki kelebihan seperti: mampu memadat sendiri, lebih homogen, mudah mengisi celah-celah yang sempit, permukaan yang dihasilkan lebih halus, ramah lingkungan karena tidak dilakukan proses pemadatan, cepat dalam pengerjaan, dan lebih awet. Selain kelebihan yang dimilikinya, beton *SCC* memiliki kekurangan yang sama seperti beton konvensional yaitu memiliki kelemahan terhadap tarik.

Berikut adalah komposisi material penyusun dan nilai pengujian Beton *SCC*, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi material penyusun *SCC* (Herbudiman dan Siregar. 2013).

Concrete	Air	Air	Air	Air	
	<i>Coarse Agregate</i>	<i>Coarse Agregate</i>	<i>Coarse Agregate</i>	<i>Coarse Agregate</i>	
	<i>Mortar</i>	<i>Paste</i>	<i>Sand</i>	<i>Sand</i>	<i>Sand</i>
			<i>Powder</i>	<i>Cement</i>	<i>Filler</i>
				<i>Water</i>	<i>Water</i>
			<i>SP</i>	<i>SP</i>	

Beton segar dikatakan *SCC* jika campuran memenuhi tiga syarat, yaitu: mampu mengalir, melewati celah, dan mencegah terjadinya segregasi. Ketiga

syarat tersebut dapat diketahui nilainya dengan melakukan pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan syarat nilai yang harus dicapai beton SCC dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2: Pengukuran nilai pengujian beton segar SCC (Türkel & Kandemir, 2010).

<i>Characteristic</i>	<i>Test method</i>	<i>Measured value</i>
<i>Flowability/ filling ability</i>	<i>Slump-flow</i>	<i>Total spread</i>
	<i>Kajima box</i>	<i>Visual filling</i>
<i>Viscosity/ flowability</i>	<i>T<sub>500</sub></i>	<i>flow time</i>
	<i>V-funnel</i>	<i>flow time</i>
	<i>O-funnel</i>	<i>flow time</i>
	<i>Orimet</i>	<i>flow time</i>
<i>Passing ability</i>	<i>L-box</i>	<i>passing ratio</i>
	<i>U-box</i>	<i>height difference</i>
	<i>J-ring</i>	<i>step height, total flow</i>
	<i>Kajima box</i>	<i>visual passing ability</i>
<i>Segregation resistance</i>	<i>Penetration</i>	<i>Depth</i>
	<i>sieve segregation</i>	<i>percent laitance</i>
	<i>settlement column</i>	<i>segregation ratio</i>

Tabel 2.3: Syarat nilai pengujian beton segar SCC.

No.	Jenis Pengujian	Standar Nilai		Satuan	Acuan
		Min	Maks		
1	<i>Slump Flow</i> kurang dari atau sama dengan 550 mm	510	590	[mm]	(SNI 4433:2016)
2	<i>Slump Flow</i> lebih dari 550 mm	485	615	[mm]	(SNI 4433:2016)
3	<i>T<sub>500</sub></i>	≤ 2		[detik]	(Türkel dan Kandemir, 2010)
4	<i>V-Funnel</i> jika <i>T<sub>500</sub></i> ≤ 2 detik	≥ 2		[detik]	(Türkel dan Kandemir, 2010)

Tabel 2.3: Lanjutan.

5	<i>V-Funnel</i> jika $T_{500} > 2$ detik	9	25	[detik]	(Türkel dan Kandemir, 2010)
6	<i>L-Box</i>	$\geq 0,8$	-	-	(Türkel dan Kandemir, 2010)

### 2.3 Beton Karet

Empat jenis partikel ban bekas telah diklasifikasikan berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Siddique, R., Naik, T.R., 2008), yang dinilai menurut ukuran partikelnya. Jenis ini terdiri dari ban celah (ban dibelah menjadi dua bagian), ban robek / terkelupas (ukuran partikelnya panjang 300–400 mm dengan lebar 100–230 mm), karet tanah (19– 0,15 mm), dan karet remah (4,75–0,075 mm). *Crumb rubber* telah dilaporkan memiliki ukuran nominal antara 4,75 mm (ayakan No. 4) dan 0,075 mm (ayakan No. 200). Partikel limbah ban yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet remah yang diperoleh dari unit uji coba industri lokal di Yordania. Ban bekas tersebut berasal dari sisa-sisa ban dari berbagai jenis kendaraan (kombinasi mobil dan truk) di Yordania. Sifat fisik *crumb rubber* yang relevan untuk penelitian ini adalah bentuk dan ukuran partikel. Menunjukkan analisis ayakan untuk partikel karet remah dan gerbang agregat halus (pasir) yang digunakan. Menunjukkan bahwa gradasi partikel karet remah dan pasir yang digunakan berada di antara batas minimum dan maksimum agregat halus yang ditentukan batas gradasi ACI. Ukuran partikel *crumb rubber* bervariasi dari 4,75 hingga 0,15 mm. *Crumb rubber* digunakan dalam campuran beton untuk menggantikan sebagian agregat halus (pasir) dalam berbagai persen umur 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% (Batayneh dkk., 2008).

### 2.4 Karet Ban Vulkanisir

Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil karet terbesar di dunia pada tahun 2016 Indonesia mempunyai luas areal perkebunan karet seluas 3.639.695 Ha dengan jumlah produksi karet sebesar 3.157.785 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2015). Karet merupakan komoditas perkebunan yang sangat penting perannya untuk Indonesia, tetapi pemanfaatan karet yang ada masih kurang pemanfaatannya. Produksi karet terbesar yang ada di Indonesia terletak pada

pulau Sumatera yaitu pada Provinsi Sumatera Selatan dengan luas perkebunan sebesar 662.686 Ha, sedangkan produksinya sebesar 840.000 ton (Harianto, 2017).

Karet remah umumnya menurunkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Namun, mereka juga menunjukkan bahwa *CRC* memiliki indeks ketangguhan yang lebih tinggi - ketika 18% bahannya terdiri dari remah-remah karet, menjadi 11,8% lebih keras daripada beton tradisional (Juvas, 2004). Dengan menggunakan data ini, para peneliti mengembangkan beberapa rumus untuk memprediksi bagaimana hubungan tegangan-regangan dan modulus elastisitas *CRC* akan berubah dengan persentase karet yang bervariasi. Mereka juga membangun model numerik untuk memprediksi perilaku ini, yang secara konsisten setuju dengan hasil eksperimen mereka (Mills dan Skinner, 2018).

Karakteristik ikatan antara *CRC* dan lembaran profil baja. Ikatan ini sangat penting untuk aplikasi struktural pada beton bertulang, di mana kekuatan beton sangat ditingkatkan dengan jaringan baja yang tertanam di daerah tarik. Dalam tes skala kecil, para peneliti menyelidiki kekuatan ikatan baja-*CRC*, mencatat bahwa *CRC* memiliki kinerja yang mirip dengan beton konvensional saat mengikat baja. Perbedaan kekuatan ikatan antara kedua bahan kurang dari 4%. Hasil mereka menegaskan bahwa *CRC* memang bisa menjadi aplikasi yang layak untuk membuat pelat beton bertulang (Mills dan Skinner, 2018).

Berikut adalah beberapa penelitian yang menggunakan karet remah sebagai bahan substitusi beton, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Tinjauan penggunaan karet ban vulkanisir.

Nama & Tahun	Judul	Jenis Beton	Jenis karet remah	Keterangan
(Niam dkk., 2018)	Studi kuat lentur balok beton menggunakan material daur ulang ban bekas pengganti agregat kasar	Beton normal	Karet ban limbah roda kendaraan bermotor	Limbah ban bekas BCB 25%: 6,29 MPa, 50%: 6,2 MPa dan BCB 75%: 3,97 MPa

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

(Chandra, 2015)	Studi Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Menggunakan Limbah Ban (Tire) Sebagai Agregat	Beton normal	<i>Crumb rubber</i> dan <i>tire chips</i>	Kuat tekan rata-rata 28 hari berturut-turut 30.099 MPa; 22.655 MPa; 13.878; dan 10.585 MPa.
(Farhan dkk., 2021)	Pengaruh Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Ban Bekas pada Campuran Beton Terhadap Daya Redam Getaran	Beton normal	Serbuk ban bekas	Pada variasi 5%; 10%; 15%, dan 20 % memiliki nilai kuat tekan 20,5 MPa 15,8 MPa, 12,9 MPa, dan 12,3 MPa.

## 2.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi. Abu sekam padi merupakan material yang bersifat *pozzolanic* dalam arti kandungan material terbesarnya adalah silika dan baik untuk digunakan dalam campuran *pozzolan*-kapur yaitu mengikat kapur bebas yang timbul pada waktu hidrasi semen. Silikon dapat bereaksi dengan kapur membentuk kalsium silika hidrat sehingga menghasilkan ketahanan dari beton bertambah besar karena kurangnya kapur. Pada pembakaran sekam padi, semua komponen organik diubah menjadi gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan tinggal abu yang merupakan komponen anorganik (Amaria, 2012). Sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi (500- 600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Putro dan Prasetyoko, 2007).

Dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut beberapa jurnal yang meneliti beton dengan penggunaan abu sekam padi dengan substitusi limbah lainnya.

Tabel 2.5: Tinjauan penggunaan abu sekam padi.

Nama & Tahun	Judul	Jenis Beton	Jenis abu sekam padi	Keterangan
(Tata dan sultan, 2016)	Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton	Beton normal	Hasil pembakaran sekam padi, berwarna keabu-abuan	Kuat tekan optimum sebesar 18,24 MPa
(Nugroho, 2017)	Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan	Beton busa	Abu sekam padi	Berat jenis yang dihasilkan umur 7 adalah 6,8 MPa – 7,2 MPa. umur 14 hari 6,8 MPa – 7,0 MPa. Sedangkan pada 28 hari 6,7 MPa – 7,1 MPa
(Rahamudin dkk., 2016)	Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton	Beton ringan	Abu sekam padi	Kadar optimum ASP sebagai substitusi parsial semen adalah 15% dari berat semen dengan kuat tekan dan kuat Tarik belah sebesar 14,59 MPa dan 1,614 MPa, 18,24 MPa

## 2.6 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).

## 2.7 *Slump Flow*

*Slump flow* berbeda dengan pengujian *slump* yang digunakan pada beton konvensional. Pada pengujian *slump flow* ini, alat yang digunakan terbalik sehingga diameter yang kecil diletakkan dibawah dan diameter yang terletak diatas. Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan (*filling ability*) dan mengetahui tingkat kelecakan beton yang mempermudah pengerjaannya (*workability*). Dalam pengujian dengan menggunakan *slump flow*, terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori dikatakan masuk dalam syarat *filling ability* yang baik. EFNARC mensyaratkan batas minimum *slump flow* pada SCC pada 65 cm dan batas maksimum pada 80 cm (Korua dkk., 2019).

Tes *Slump Flow* digunakan untuk menentukan *flowability* (kemampuan mengalir) dan stabilitas. Peralatan yang digunakan dalam pengujian *slump flow* terdiri atas sebuah lingkaran berdiameter 500 mm -700 mm yang digambar pada sebuah permukaan datar. Alat uji kerucut (kerucut *abrams*) diisi dengan adonan beton kemudian setelah penuh, kerucut *abrams* diangkat ke atas sehingga adonan beton ringan membentuk sebuah lingkaran (Jananda dan Sofianto, 2018).

Berikut terdapat beberapa hasil penelitian beton yang pernah dilakukan, dapat dilihat beberapa nilai *slump flow* yang dirincikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Tinjauan nilai *slump flow*.

Nama & tahun	Judul	Jenis beton	Keterangan
(Safarizki, 2017)	Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata Dan Serat Fiber Pada <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	Beton <i>SCC</i>	<i>Slump flow</i> beton <i>scc</i> 330mm Kuat tekan beton <i>scc</i> 5,45MPa
(Wongso dkk., n.d.)	Studi Perancangan <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i> Untuk Beton Berkekuatan Tinggi ( <i>High Performance Concrete</i> ) Dengan Metode ACI	Beton <i>SCC</i>	<i>Slump flow</i> beton rata-rata sebesar 60 cm Kuat tekan beton $f_c' = 48,03\text{MPa}$
(Korua dkk., 2019)	Perilaku Mekanis <i>High Strength Self Compacting Concrete</i> Dengan Penambahan <i>Admixture</i> “Beton Mix” Terhadap Kuat Tarik Lentur	Beton <i>SCC</i>	Nilai <i>slump</i> dengan rata-rata 75cm Kuat tekan beton terbesar 51,95 MPa

## 2.8 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 *superplastisizer* dengan presentase yang sesuai. 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).

Berikut terdapat beberapa hasil penelitian beton yang pernah dilakukan, dapat dilihat beberapa nilai *v-funnel* yang dirincikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Tinjauan nilai *v-funnel test*.

Nama & tahun	Judul	Presentase Beton <i>Mix</i>	Keterangan (Detik)
(N. Su dkk., 2001)	Metode Desain Campuran Sederhana Untuk Beton Yang Memadatkan Sendiri	Faktor Pengepakan 1.12, 1.14, 1.16, 1.18	14 d, 12 d, 11 d, 7 d
(Korua dkk., 2019)	Perilaku Mekanis <i>High Strength Self Compacting Concrete</i> Dengan Penambahan <i>Admixture</i> “Beton <i>Mix</i> ” Terhadap Kuat Tarik Lentur	Variasi Beton 0 1,5 1,6 1,7	0 d 16 d 11 d 7 d

## 2.9 *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).

Berikut terdapat beberapa hasil penelitian beton yang pernah dilakukan, dapat dilihat beberapa nilai *l-box* yang dirincikan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Tinjauan nilai *l-box test*.

Nama & tahun	Judul	Jenis beton	Keterangan (mm)
(N. Su dkk., 2001)	Metode Desain Campuran Sederhana Untuk Beton Yang Memadatkan Sendiri	<i>Self Compactig Concrete</i>	
		Faktor Pengepakan	
		1.12	74 mm
		1.14	72 mm
		1.16	68 mm
		1.18	57 mm

Tabel 2.8: *Lanjutan.*

(Korua et al., 2019)	Perilaku Mekanis	<i>Self Compacting Concrete</i>	-
	<i>High Strength Self Compacting Concrete</i>	Variasi Beton	77 mm
	Dengan Penambahan	0	86 mm
	<i>Admixture “Beton Mix” Terhadap Kuat Tarik Lentur</i>	1,5	91 mm
		1,6	
		1,7	

### 2.10 Kuat Tekan (*Compressive Strength Test*)

Kekuatan tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan yang bekerja sampai terjadinya kegagalan (*failure*). Kekuatan tekan yang diukur adalah kekuatan tekan pasta, mortar dan beton terhadap beban yang diberikan. Kuat tekan dalam beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat-sifat lain. Kuat tekan biasanya dipengaruhi oleh komposisi mineral utama.  $C_2S$  (*carbon disulfide*) yang memberikan kontribusi yang besar pada perkembangan kuat tekan awal, sedangkan  $C_2S$  memberikan kekuatan semen pada umur yang lebih lama,  $C_3A$  mempengaruhi kuat tekan sampai pada umur 28 hari dan selanjutnya pada umur berikutnya pengaruh ini akan semakin mengecil (Korua dkk., 2019).

Berikut terdapat beberapa hasil penelitian beton yang pernah dilakukan, dapat dilihat beberapa nilai kuat tekan yang dirincikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Tinjauan nilai kuat tekan pada penelitian sebelumnya.

Nama & tahun	Judul	Penggantian (%)	Kekuatan relatif (Mpa)
(R. Roychan dkk., 2020)	Tinjauan Komprehensif	10, 15, 20, 25	43.5 MPa
	Tentang Sifat Mekanik	5, 10, 15	55.0 MPa
	Beton Karet Ban Bekas	25, 50, 75, 100	31.9 MPa
		20, 40, 60, 80, 100	9.4 MPa
		12,5, 25, 37,5, 50	30.8 MPa

Tabel 2.9: *Lanjutan.*

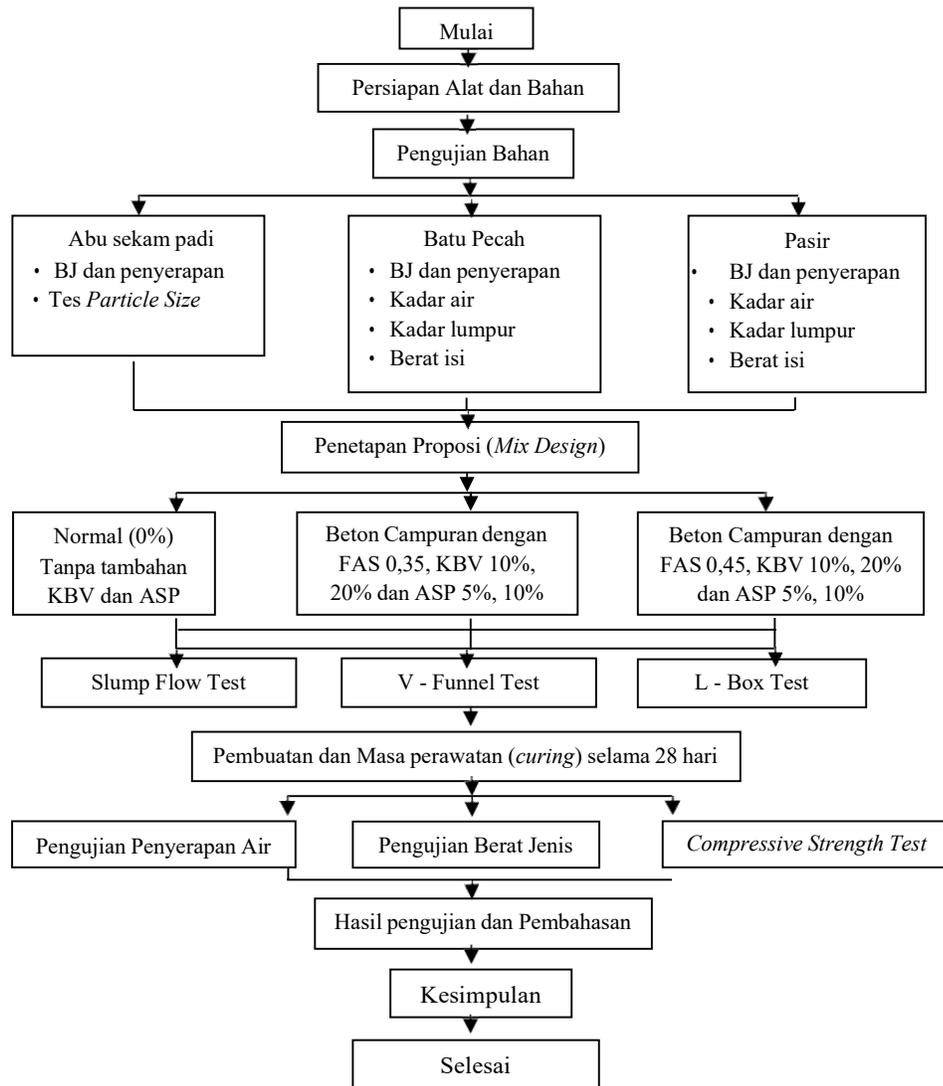
(Korua dkk., 2019)	Perilaku Mekanis <i>High Strength Self Compacting Concrete</i> Dengan Penambahan <i>Admixture</i> “ <i>Beton Mix</i> ” Terhadap Kuat Tarik Lentur	Beton <i>SCC</i>	57,62 MPa
(N. Su dkk., 2001)	Metode Desain Campuran Sederhana Untuk Beton Yang Memadatkan Sendiri	(0% beton karet)	27,5–54,9

### BAB 3

## METODELOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang akan digunakan pada penelitian ini digambarkan pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan alir metode penelitian.

Gambar 3.1 di atas menunjukkan alur dari metode penelitian dimana pada proses awal, dilakukan:

1. Persiapan alat dan bahan

Sebelum memulai penelitian, perlu dilakukan proses persiapan dan pengecekan alat maupun persiapan bahan yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Hal ini dimaksudkan supaya mempermudah kinerja saat melakukan penelitian.

2. Pengujian bahan

Pengujian bahan yang dilakukan berupa pengujian berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur serta berat jenis agregat. Untuk bahan pengganti semen yaitu abu sekam padi dan karet ban vulkanisir hanya dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan. Setelah pengujian dasar selesai dilakukan, lalu dapat merencanakan rancangan campuran.

3. *Mix design*.

Merencanakan rancangan campuran (*mix design*) beton scc merupakan hal yang penting sebelum melakukan pelaksanaan pengerjaan beton. Dalam *mix design* ditentukan pula semua proporsi yang akan digunakan.

4. Pencampuran bahan pengganti

Penggunaan bahan pengganti semen pada penelitian ini adalah menggunakan abu sekam padi (5% dan 10%) dan penggunaan bahan pengganti agregat halus adalah menggunakan karet ban vulkanisir (10% dan 20%).

5. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji adalah proses utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Dilakukan pencampuran semua bahan penyusun beton yaitu pasir, semen, air, karet ban vulkanisir, *chemical admixture* dan bahan pengganti semen (abu sekam padi) yang telah ditentukan proporsinya saat *mix design*.

6. Pengujian *slump flow*

Dilakukan pengujian *slump flow* untuk mengetahui kemampuan *fillingability* yang dapat diketahui 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. Perawatan (*curing*)

Benda uji yang telah dicetak akan melalui proses perawatan (*curing*) dengan melakukan perendaman beton selama 28 hari.

10. Pengujian kuat tekan

Selanjutnya pada benda uji tekan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

11. Hasil pengujian

Setelah penelitian di Laboratorium telah selesai dilakukan, dilanjutkan pada pembahasan dan konsultasi analisa data pada dosen pembimbing.

12. Pembahasan dan kesimpulan

Setelah analisa telah dikerjakan secara keseluruhan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

13. Laporan tugas akhir

Tahapan selanjutnya adalah menyelesaikan laporan tugas akhir.

### **3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara, jenis penelitian ini adalah penelitian dengan metode eskperimen laboratorium.

Untuk waktu dan tempat penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pada tabel 3.1.

Tabel 3.1: Tempat dan waktu penelitian.

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan Alat Dan Bahan	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juni 2021
2	Proses Penimbangan Bahan-Bahan Sampel Yang Akan Diuji	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juni 2021
3	Proses Pembuatan Sampel Beton	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2021
4	Proses Perendaman Sampel Beton	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2021
5	Proses Pengangkatan Benda Uji Setelah Direndam	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Agustus 2021
6	Proses Pengujian Kuat Tekan Beton	Lab. Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	September 2021

### 3.3 Alat dan Bahan

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

#### 3.3.1 Alat

Sebagian besar alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Peralatan yang tidak ada seperti *l-box test*, *v-funnel test*, sarung tangan, masker, dan lain sebagainya dtempah dan dibeli di toko-toko terdekat. Alat-alat yang digunakan antara lain sebagai berikut:

Peralatan material:

1. Saringan halus, meliputi: No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir dan bahan tambah.
2. Saringan kasar, meliputi: No. 1, No. 3/4, No. 3/8, No. 1/2, No. 4, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi batu pecah.
3. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
4. Gelas ukur, digunakan untuk takaran air, dan *admixtures* yang digunakan dalam pengerjaan beton *SCC*.
5. *Stopwatch*, digunakan untuk mengukur waktu pengujian.
6. Piknometer, digunakan untuk melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dari pasir, abu sekam padi dan serbuk cangkang telur.
7. Oven, digunakan untuk mengeringkan sampel bahan.
8. Wadah atau ember, digunakan sebagai tempat air perendaman sampel.
9. Cetakan beton kubus dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm.
10. Plastik ukuran 10 kg, sebagai wadah untuk bahan yang telah siap untuk *dimixer*.
11. Pan, digunakan untuk menjemur agregat halus serta untuk alas pengaduk beton.
12. Satu set alat *slump flow test*, yang terdiri: kerucut *abrams*, mistar, dan plat.
13. Satu set alat *v-funnel test*.
14. Satu set alat *l-box test*.
15. Skop tangan dan alat cetok, digunakan untuk mencampurkan mortar, menuangkan mortar ke cetakan dan meratakan permukaan mortar dalam cetakan.
16. *Vaseline* dan kuas, digunakan untuk melapisi cetakan agar beton tidak lengket dan menempel dalam cetakan.
17. Mesin pengaduk beton (*mixer*), digunakan untuk mencampur semua bahan hingga membentuk adonan mortar.
18. Bak perendam, digunakan untuk merendam beton yang telah dilepaskan dari cetakan.
19. Mesin kuat tekan (*compression test machine*), digunakan untuk mengukur kuat tekan beton.

### 3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton *self compacting concrete* adalah sebagai berikut:

1. Abu sekam padi

Pengumpulan abu sekam padi akan diambil dari Kilang Padi Tanjung Selamat, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara. Abu sekam padi yang digunakan diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi menggunakan suhu tinggi dan stabil sekitar 500°C - 800°C hingga menghasilkan abu yang berwarna abu-abu.

2. Limbah Karet Ban Vulkanisir

Sedangkan pengumpulan limbah karet ban vulkanisir diperoleh dari pabrik ban masak CV. Roda Mas Vulkanisir di Jl. Medan – Binjai No. Km15, Sumatera Utara.

3. Semen

Semen yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 PCC dengan merk Andalas sesuai dengan ketentuan dalam ASTM C 796.

4. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang tertahan pada ayakan No.4. Pada penelitian ini, agregat kasar yang akan digunakan diperoleh dari daerah Megawati, Kota Binjai.

5. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan berupa butiran pasir yang lolos pada ayakan No.4. Pada penelitian ini, agregat halus yang akan digunakan diperoleh dari daerah Megawati, Kota Binjai.

6. *Chemical Admixture*

*Chemical Admixture* yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *Sika Viscoflow 3660 Ir* yang dibeli dari *Marketplace*.

7. Air

Air yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang akan digunakan merupakan air bersih yang layak diminum, sehingga telah memenuhi syarat penggunaan air pada beton.

### **3.4 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan merupakan jenis metode eksperimental, dimana dilakukan pembuatan sampel benda uji berupa beton SCC (*self compacting concrete*) dengan nilai F.A.S sebesar 0.35 dan 0,45, serta penggunaan *sika viscoflow 3660 lr* adalah 1,2%.

Kemudian selanjutnya untuk penggantian semen sebagian dengan ASP dan penggantian pasir sebagian dengan KBV dilakukan dengan variasi sebagai berikut:

#### **3.4.1 Variasi 0% (Normal)**

Tidak ada penambahan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur pada variasi ini. Hal ini didasarkan bahwa variasi ini adalah variasi pengontrol terhadap variasi lainnya.

#### **3.4.2 Variasi ASP 5%**

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 5% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 5% dari berat keseluruhan semen.

#### **3.4.3 Variasi ASP 10%**

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 10% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 10%.

#### **3.4.4 Variasi KBV 10%**

Penggunaan agregat halus pada variasi ini dikurangi sebesar 10% dari berat keseluruhan agregat halus yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran karet ban vulkanisir sebesar 10% berat keseluruhan agregat halus.

### 3.4.5 Variasi KBV 20%

Penggunaan agregat halus pada variasi ini dikurangi sebesar 20% dari berat keseluruhan agregat halus yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran karet ban vulkanisir sebesar 20% berat keseluruhan agregat halus.

Penelitian dilakukan dengan memperlakukan sampel benda uji dalam kondisi terkontrol dengan urutan kegiatan sistematis sehingga diperoleh data yang valid.

## 3.5 Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap penyusunan laporan penelitian. Menyusun tahapan penelitian dengan baik merupakan salah satu faktor penunjang berhasilnya suatu penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini:

### 3.5.1 Tahapan Persiapan

Pada tahapan persiapan, aktivitas yang dilakukan berupa studi *literature*, pengumpulan alat dan bahan, serta membuat rancangan penelitian dengan metode eksperimen. Abu sekam padi digunakan sebagai campuran pengganti semen sebagian pada pembuatan beton *SCC* dengan berbagai macam variasi yaitu, 5% dan 10%. Serta karet ban vulkanisir digunakan sebagai campuran pengganti agregat halus sebagian dengan berbagai variasi yaitu, 10% dan 20%. Kemudian beton tersebut akan dibandingkan dengan variasi 0% sebagai variasi pengontrol. Dalam proses persiapan bahan material dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.2 Persiapan bahan material

### 3.5.2 Pengadaan dan Pemeriksaan Bahan

Pengadaan dan pemeriksaan bahan dilakukan di dalam lingkungan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain: semen, pasir, abu sekam padi, karet ban vulkanisir, air, dan *admixtures*.

Pemeriksaan dilakukan guna untuk memeriksa dan memastikan kualitas bahan penyusun beton *SCC*. Untuk menghasilkan beton yang memiliki kualitas tinggi, maka diperlukan pula bahan yang telah memenuhi persyaratan. Pemeriksaan dilakukan pada semua bahan yang akan digunakan.

#### 1. Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus ditujukan untuk mengetahui kelayakan pasir sebagai bahan pencampur dan pembentuk beton. Ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada pasir, yaitu:

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, tujuannya adalah untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD serta mengetahui penyerapan yang terjadi saat keadaan SSD.
- b. Pemeriksaan berat jenis pasir, tujuannya adalah untuk menentukan berat jenis pasir, baik dalam keadaan lepas maupun padat.
- c. Pemeriksaan kadar lumpur pasir, tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa banyak kadar lumpur yang terkandung dalam pasir.
- d. Pemeriksaan kadar air pasir, tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan air pada pasir.

#### 2. Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar ditujukan untuk mengetahui kelayakan batu pecah sebagai bahan pencampur dan pembentuk beton. Ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada batu pecah, yaitu:

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, tujuannya adalah untuk menentukan berat jenis batu pecah dalam keadaan SSD serta mengetahui penyerapan yang terjadi saat keadaan SSD.
- b. Pemeriksaan berat jenis batu pecah, tujuannya adalah untuk menentukan berat jenis batu pecah, baik dalam keadaan lepas maupun padat.

- c. Pemeriksaan kadar lumpur batu pecah, tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa banyak kadar lumpur yang terkandung dalam batu pecah.
- d. Pemeriksaan kadar air batu pecah, tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan air pada batu pecah.

### 3. Semen

Pemeriksaan semen yang dilakukan hanya melalui visual, yaitu bahwa semen tidak mengandung material lainnya serta memiliki butiran halus yang seragam dan tidak adanya gumpalan-gumpalan pada semen yang dapat mengurangi sifat ikatan yang dimiliki oleh semen.

### 4. Air

Pemeriksaan air yang dilakukan hanya melalui visual air yang digunakan yaitu bahwa air merupakan air bersih yang tidak mengandung minyak, lumpur ataupun zat kimia lainnya . Air yang digunakan merupakan air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah sesuai dengan persyaratan air minum.

### 5. Abu Sekam Padi

Pemeriksaan yang dilakukan dari bahan pengganti semen ini adalah pemeriksaan berat jenis dan penyerapan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis bahan dalam kondisi SSD dan mengetahui kadar air yang terserap dalam bahan tersebut dalam keadaan SSD serta pemeriksaan *particle size* bertujuan untuk mengetahui ukuran butiran karet ban vulkanisir yang digunakan adalah yang lolos saringan saringan no. 200 (0,0075mm).



Gambar 3.3: Abu sekam padi.

## 6. Karet Ban Vulkanisir

Pemeriksaan yang dilakukan dari bahan pengganti agregat halus ini adalah pemeriksaan *particle size*. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui ukuran butiran karet ban vulkanisir yang digunakan adalah yang lolos saringan no. 4 (4,75mm).



Gambar 3.4: Karet ban vulkanisir

## 7. Chemical Admixture

Pemeriksaan *chemical admixture* juga dilakukan hanya melalui visual, yaitu tidak terdapat kotoran yang terkandung pada *chemical admixture* yang digunakan.



Gambar 3.5: Sika viscoflow 3660 lr.

### 3.6 Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan

Langkah-langkah pemeriksaan material yang digunakan berfungsi untuk mengetahui beberapa pengaruh penyerapan pada material dan mengetahui berat jenis material agar dapat mempertimbangkan jumlah kadar air atau yang lainnya.

#### 3.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis pasir dalam keadaan SSD
2. Peralatan:
  - a. Piknometer.
  - b. Kompor spiritus.
  - c. Penyangga kaki tiga.
  - d. Oven.
  - e. Ember.
3. Bahan: Pasir dalam keadaan SSD dan air
4. Prosedur:
  - a. Timbang piknometer kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali **\*D**
  - b. Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel pasir seberat 500 gram **\*B**
  - c. Isi kembali piknometer yang berisi sampel dengan air hingga penuh **\*D**
  - d. Panaskan piknometer yang berisi sampel dan air selama  $3 \times 5$  menit. Setiap 5 menit sekali, angkat piknometer dan bolak-balikkan piknometer agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
  - e. Setelah tidak ada gelembung udara lagi, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Kemudian biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruangan.
  - f. Rendam piknometer di dalam bak berisi 11 liter air dan didiamkan selama  $\pm 24$  jam.
  - g. Setelah 24 jam, keluarkan dan tuangkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel pasir yang tertinggal di piknometer.

- h. Masukkan wadah kedalam oven dengan suhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
- i. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan kemudian timbang. \*E
- j. Perhitungan:

Berat jenis contoh kering:

$$\frac{E(B+D-C)}{C} \quad (\text{Pers. 3.1})$$

Berat jenis contoh SSD:

$$\frac{B(B+D-C)}{C} \quad (\text{Pers. 3.2})$$

Berat jenis contoh semu:

$$\frac{E(E+D-C)}{C} \quad (\text{Pers. 3.3})$$

Penyerapan:

$$\left[ \frac{B-E}{E} \right] \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.4})$$

### 3.6.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis pasir baik dalam keadaan lepas maupun padat.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan.
  - b. Tongkat pemadat.
  - c. Wadah berbentuk silinder.
3. Bahan:
  - a. Pasir SSD.
  - b. Prosedur:
4. Prosedur:
  - ❖ Tanpa rojokan
    - a. Timbang wadah silinder dalam keadaan kering serta ukur tinggi dan diameternya.
    - b. Isi silinder dengan pasir dan ratakan permukaannya.
    - c. Timbang wadah silinder beserta pasir tersebut.

- d. Hitung berat pasirnya dengan cara mengurangi hasil timbangan total dengan timbangan wadah silinder.
  - e. Hitung volume dari wadah silinder. \*G
- ❖ Dengan rojokan
- a. Timbang wadah silinder dalam keadaan kering serta ukur tinggi dan diameternya.
  - b. Isi silinder dengan pasir sebanyak  $\frac{1}{3}$  bagian dari tinggi wadah dan rojok disetiap bagian sebanyak 25 kali. Lakukan hal serupa untuk bagian  $\frac{2}{3}$  dan  $\frac{3}{3}$ .
  - c. Khusus untuk lapisan terakhir, ketinggian pasir harus melebihi tinggi wadah silinder.
  - d. Ratakan permukaan pasir dengan tinggi silinder dan timbang.
  - e. Hitung berat pasirnya dengan cara mengurangi hasil timbangan total dengan timbangan wadah silinder. \*F
  - f. Hitung volume dari wadah silinder. \*G
  - g. Perhitungan:  
 Berat jenis Pasir =  $\frac{F}{G}$  (Pers. 3.5)

### 3.6.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung dalam pasir
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Wadah.
  - c. Oven.
3. Bahan:
  - a. Pasir tertahan ayakan no.4
  - b. Ayakan no. 200
  - c. Air
4. Prosedur:
  - a. Timbang pasir sebanyak 700 gram. Letakkan pasir ke dalam wadah. \*A

- b. Ambil air dan bersihkan pasir dengan air. Kemudian pisahkan air dengan pasir menggunakan ayakan no.200. Ulangi langkah ini hingga pasir menjadi benar-benar bersih.
- c. Keringkan pasir dengan cara memasukkan ke dalam oven bersuhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- d. Setelah  $\pm 24$  jam, keluarkan pasir dari oven kemudian dinginkan hingga mencapai suhu ruangan.
- e. Timbang dan catat berat pasir setelah dioven. **\*H**
- f. Perhitungan:

Kadar lumpur:

$$\frac{A-H}{A} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.6})$$

### 3.6.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

1. Tujuan: Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam pasir
2. Peralatan:
  - a. Timbangan
  - b. Wadah
  - c. Oven
3. Bahan:
  - a. Pasir lolos ayakan no.4
4. Prosedur:
  - a. Timbang pasir dalam kondisi SSD (**\*W1**).
  - b. Masukkan pasir kedalam oven dengan bersuhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
  - c. Keluarkan pasir dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan.
  - d. Timbang pasir tersebut (**\*W2**).
  - e. Perhitungan:

Kadar air:

$$\frac{W1-W2}{W2} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.7})$$

### 3.6.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis Agregat Kasar dalam keadaan SSD.

2. Peralatan:
  - a. Saringan no. ¾.
  - b. Saringan no. 4.
  - c. Timbangan gantung.
  - d. Keranjang kawat.
  - e. Oven, dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - f. Pan.
  - g. Ember
3. Bahan:
  - a. Batu pecah yang tertahan saringan no. 4.
4. Prosedur:
  - a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
  - b. Kering benda uji dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
  - c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam, kemudian menimbang.
  - d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
  - e. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), utuk butiran yang besar pengering harus satu per satu.
  - f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
  - g. Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang terserap dan menentukan beratnya dalam air (Ba).
  - h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan ke suhu standar ( $25^{\circ}\text{C}$ ).
  - i. Perhitungan:
 

Berat jenis contoh kering:

$$\frac{E(B+D-C)}{C} \quad (\text{Pers. 3.8})$$

Berat jenis contoh SSD:

$$\frac{B(B+D-C)}{C} \quad (\text{Pers. 3.9})$$

Berat jenis contoh semu:

$$\frac{E}{(E+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.10})$$

Penyerapan:

$$\left[ \frac{(B-E)}{E} \right] \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.11})$$

### 3.6.6 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis batu pecah baik dalam keadaan lepas maupun padat.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan.
  - b. Saringan no. 4.
  - c. Pan.
  - d. Wadah silinder.
3. Bahan:
  - a. Batu pecah SSD.
4. Prosedur:
  - a. Timbang wadah silinder dalam keadaan kering.
  - b. Isi silinder dengan batu pecah.
  - c. Timbang wadah silinder beserta batu pecah tersebut.
  - d. Hitung berat batu pecah dengan cara mengurangi hasil timbangan total dengan timbangan wadah silinder.
  - f. Hitung volume dari wadah silinder.

### 3.6.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung dalam batu pecah.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Wadah.
  - c. Oven.
3. Bahan:
  - a. Batu pecah tertahan ayakan no.4
  - b. Ayakan no. 200

c. Air

4. Prosedur:

- a. Timbang batu pecah sebanyak 700 gram. Letakkan batu pecah ke dalam wadah. \*A
- b. Ambil air dan bersihkan batu pecah dengan air. Kemudian pisahkan air dengan batu pecah menggunakan ayakan no.200. Ulangi langkah ini hingga batu pecah menjadi benar-benar bersih.
- c. Keringkan batu pecah dengan cara memasukkan ke dalam oven bersuhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- d. Setelah  $\pm 24$  jam, keluarkan pasir dari oven kemudian dinginkan hingga mencapai suhu ruangan.
- e. Timbang dan catat berat batu pecah setelah dioven. \*H
- f. Perhitungan:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A-H}{A} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.12})$$

### 3.6.8 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

1. Tujuan: Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam batu pecah.

2. Peralatan:

- a. Timbangan.
- b. Wadah.
- c. Oven.
- d. Sekop tangan.

3. Bahan:

- a. Batu pecah tertahan ayakan no.4

4. Prosedur:

- a. Timbang batu pecah dalam kondisi SSD (\*W1).
- b. Masukkan batu pecah kedalam oven dengan bersuhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- c. Keluarkan batu pecah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan.
- d. Timbang batu pecah tersebut (\*W2)..
- e. Perhitungan:

Kadar air:

$$\frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\%$$

(Pers. 3.13)

### 3.6.9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Abu sekam padi

1. Tujuan: Untuk menentukan berat jenis abu sekam padi dalam keadaan SSD
2. Peralatan:
  - a. Piknometer.
  - b. Kompor spitus.
  - c. Penyangga kaki tiga.
  - d. Oven.
  - e. Ember.
3. Bahan:
  - a. Abu sekam padi
  - b. Air
4. Prosedur:
  - a. Timbang piknometer kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali **\*D**
  - b. Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel abu sekam padi seberat 500 gram **\*B**
  - c. Isi kembali piknometer yang berisi sampel dengan air hingga penuh **\*D**
  - d. Panaskan piknometer yang berisi sampel dan air selama  $3 \times 5$  menit. Setiap 5 menit sekali, angkat piknometer dan bolak-balikkan piknometer agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
  - e. Setelah tidak ada gelembung udara lagi, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu timbang. Kemudian biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruangan.
  - f. Rendam piknometer di dalam bak berisi 11 liter air dan didiamkan selama  $\pm 24$  jam.
  - g. Setelah 24 jam, keluarkan dan tuangkan isi piknometer ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel abu sekam padi yang tertinggal di piknometer.
  - h. Masukkan wadah kedalam oven dengan suhu  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  selama 24 jam.

i. Keluarkan wadah dari oven dan diamkan hingga mencapai suhu ruangan kemudian timbang. \*E

j. Perhitungan:

Berat jenis contoh kering:

$$\frac{E (B+D-)}{C} \quad (\text{Pers. 3.14})$$

Berat jenis contoh SSD:

$$\frac{B (B+D-)}{C} \quad (\text{Pers. 3.15})$$

Berat jenis contoh semu:

$$\frac{E (E+D-)}{C} \quad (\text{Pers. 3.16})$$

Penyerapan:

$$\left[ \frac{(B-E)}{E} \right] \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.17})$$

### 3.7 Rencana Campuran (*Mix Design*)

1. Tujuan: Untuk membuat campuran beton SCC berdasarkan data analisa agregat dan bahan pengganti yang telah diperoleh.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Takaran air atau gelas ukur.
  - c. Ember.
  - d. Sendok semen dan cetok.
  - e. Bor tangan dan pengaduk.
  - f. Mesin pengaduk beton (*mixer*).
3. Bahan:
  - a. Pasir lolos ayakan no.4.
  - b. Batu pecah tertahan di ayakan no.4.
  - c. Semen portland tipe 1, berupa semen merk Andalas.
  - d. Abu sekam padi lolos ayakan no.100.
  - e. *Sica viscoflow 3660 lr.*
  - f. Air.
4. Prosedur:

- a. Siapkan semua bahan yang akan digunakan mulai dari pasir, semen, abu sekam padi, karet ban vulkanisir, air, dan *admixture*.
- b. Masukkan pasir dan batu pecah kemudian dilanjut dengan semen ke dalam mesin pengaduk (*mixer*). Aduk keduanya hingga menyatu.
- c. Setelah pasir, batu pecah, dan semen telah menyatu, kemudian masukkan abu sekam padi. Biarkan selama beberapa saat agar semua bahan tercampur hingga rata.
- d. Masukkan air yang telah disiapkan ke dalam mesin pengaduk sedikit demi sedikit sesuai dengan takaran perhitungan.
- e. Kemudian tuangkan *admixture* ke dalam mesin pengaduk yang telah berisi adonan beton.
- f. Adonan beton telah siap diuji *slump flow* dan dicetak ke dalam bekisting.

### 3.8 Percobaan *Slump Flow*

1. Tujuan: Untuk memeriksa kelecakan (*fillingability*) pada adonan beton SCC yang telah dibuat.
2. Peralatan:
  - a. Kerucut *abrams*.
  - b. Meteran atau penggaris.
  - c. Sendok semen dan cetok.
  - d. Alas *slump flow*.
3. Bahan:
  - a. Adonan beton *SCC*
4. Prosedur:
  - a. Letakkan kerucut *abrams* di atas alas yang telah disediakan. Kerucut *abrams* harus diletakkan secara terbalik, dimana lubang dengan diameter terkecil berada dibawah dan menyentuh alas.
  - b. Tekan kerucut *abrams* pada alas.
  - c. Ambil adonan beton menggunakan sendok semen. Kemudian tuangkan kedalam kerucut *abrams* hingga penuh.
  - d. Setelah penuh ratakan permukaan adonan beton setinggi kerucut *abrams*.
  - e. Angkat kerucut *abrams* dan biarkan adonan beton menyebar pada alas.

- f. Ukur diameter terbesar dan terkecil dari sebaran beton tersebut.
- g. Perhitungan:

$$\text{Slump Flow: } \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (\text{Pers. 3.18})$$



Gambar 3.6: Pemeriksaan *slump flow*.

### 3.9 Pengujian V-Funnel Test

1. Tujuan: Untuk memeriksa kemampuan pengisian (*segregation resistance*) pada adonan beton SCC yang telah dibuat.
2. Peralatan:
  - a. Alat *V-funnel* test.
  - b. Lap atau busa.
  - c. Stopwatch.
  - d. Waterpass.
  - e. Ember
3. Bahan:
  - a. Adonan beton SCC.
4. Prosedur:
  - a. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
  - b. Berishkan alat dengan busa agar tidak menambah kadar air pada beton SCC.
  - c. Tutup katup bagian bawah *v-funnel test*.
  - d. Masukkan beton SCC ke dalam alat *v funnel test* sebanyak  $\pm 12$  liter.

- e. Ratakan permukaan alat dan tunggu selama  $10 \pm 2$  detik sebelum dilakukan pembukaan pada katup.
- f. Letakkan wadah dibawah *v-funnel test*.
- g. Buka katup bagian bawah *v-funnel test* sembari menghitung waktu dengan *stopwatch* sampai seluruh beton *SCC* keluar dari alat *v-funnel test*.
- h. Apabila beton mengalir secara putus-putus, maka ulangi kembali percobaan. Jika hal ini terjadi lebih dari 2 kali, maka beton *SCC* tersebut tidak dapat digolongkan ke dalam *self compacting concrete*.



Gambar 3.7: Pemeriksaan *v-funnel*.

### 3.10 Pengujian L-Box Test

1. Tujuan: Untuk memeriksa kemampuan melewati kondisi tulangan (*passingability*) pada adonan beton *SCC* yang telah dibuat.
2. Peralatan:
  - a. Alat *L-Box* test.
  - b. Lap atau busa.
  - c. Meteran.
  - d. Stopwatch.
  - e. Waterpass.

- f. Ember.
3. Bahan:
- a. Adonan beton *SCC*.
4. Prosedur:
- a. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
  - b. Berishkan alat dengan busa agar tidak menambah kadar air pada beton *SCC*.
  - c. Tutup sisi vertikal pada sudut *l-box test* sebelum diisi dengan beton *SCC*.
  - d. 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.
  - e. Ratakan permukaan alat.
  - f. Buka katup geser *l-box test* hingga beton segar mengalir ke luar bagian horizontal.
  - g. 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.
  - h. 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.
  - i. Seluruh pengujian harus dilakukan selama lima menit.



Gambar 3.8: Pemeriksaan *l-box*.

### 3.11 Percobaan Mencetak dan Merendam Beton

1. Tujuan: Untuk membuat benda uji kubus yang kemudian akan dievaluasi mutunya.
2. Peralatan:
  - a. Cetakan kubus 100 mm × 100 mm.
  - b. Pelumas (vaseline) dan kuas.
  - c. Sendok semen dan cetok.
  - d. Spidol atau stipo.
  - e. Bak Perendam.
3. Bahan:
  - a. Adonan beton *SCC*.
  - b. Air.
4. Prosedur:
  - a. Siapkan cetakan yang telah dibersihkan dari kotoran yang menempel.
  - b. Olesi cetakan menggunakan pelumas atau vaselin hingga merata, hal ini dilakukan agar mempermudah saat proses pelepasan cetakan.
  - c. Isi cetakan dengan adonan beton *SCC* hingga memenuhi cetakan.
  - d. Ratakan permukaan beton sesuai tinggi cetakan menggunakan cetok.
  - e. Letakkan cetakan yang telah terisi ditempat yang rata dan bebas dari getaran.
  - f. Biarkan cetakan selama 24 jam
  - g. Setelah 24 jam, lepaskan beton dari cetakan dan berilah tanda menggunakan spidol anti air atau stipo. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan proses pengidentifikasian beton *SCC*.
  - h. Timbang beton *SCC* yang telah ditandai tersebut.
  - i. Masukkan beton *SCC* yang telah ditimbang ke dalam bak perendam berisi air.
  - j. Biarkan beton di dalam bak perendam sesuai umur rencana beton *SCC*.
  - k. Setelah mencapai umur rencana yang diinginkan, keluarkan beton *SCC* dari bak perendam dan biarkan hingga kering sempurna sebelum di lakukan pengujian kuat tekan.



Gambar (a)

Gambar (b)

Gambar 3.9 Mencetak beton SCC; (a) Merendam beton; (b)

### 3.12 Test Kuat Tekan

1. Tujuan: Untuk mengetahui kekuatan tekan hancur beton *SCC* terhadap pembebanan.
2. Peralatan:
  - a. Timbangan digital.
  - b. Mesin kuat tekan.
3. Bahan:
  - a. Beton *SCC*.
4. Prosedur:
  - a. Timbang masing-masing beton *SCC*.
  - b. Letakkan beton *SCC* pada alat tekan. Pilih permukaan beton yang rata sebagai bidang yang akan diberi beban.
  - c. Siapkan kamera agar dapat membaca pembebanan secara akurat.
  - d. Gerakkan handle ke kanan dan tekan tombol penggerak (selama pengetesan tombol tidak boleh dilepas).
  - e. Jika beton ringan telah terlihat retak dan grafik pembebanan telah menunjukkan nilai yang menurun, maka hentikan pengetesan.
  - f. Catat nilai pembebanan yang telah tertera pada mesin kuat tekan.
  - g. Perhitungan:

$$\text{Kuat tekan } (f_c): \frac{P}{A} \quad (\text{Pers. 3.19})$$

Dimana:

$f_c$  = Kekuatan tekan beton (Mpa).

P = Gaya tekan maksimum (kN).

A = Luas penampang beton ( $m^2$ ).

### 3.13 Analisa Data

Adapun analisa dari setiap penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis dari material pasir, batu pecah dan bahan pengganti diperoleh dari pengujian berat jenis.
2. Nilai kadar air diperoleh dari pengukuran kadar air pada pasir, batu pecah dan bahan pengganti.
3. Nilai kuat tekan beton pada penelitian ini diperoleh dari setiap sampel beton ringan *SCC* yang diuji pada umur rencana 28 hari.
4. Grafik kuat tekan beton dapat dianalisa pada umur 28 hari setelah semua sampel beton selesai diuji.
5. Persentase dari setiap campuran beton akan mempengaruhi 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: Hasil pemeriksaan dasar.

No	Data Tes Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,716 gr/cm <sup>3</sup>
2.	Berat jenis agregat halus	2,571 gr/cm <sup>3</sup>
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,767 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3,3 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,322 gr/cm <sup>3</sup>
6.	Berat isi agregat halus	1,485 gr/cm <sup>3</sup>
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

#### 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*) serta jurnal-jurnal penelitian yang relevan.

Perhitungan *mix design* berdasarkan pada volume cetakan yang akan digunakan dalam satu kali pembuatan benda uji. Dalam 1 m<sup>3</sup> campuran beton segar menggunakan FAS sebesar 0,35 dan 0,45. Berikut pada Tabel dibawah akan menjelaskan komposisi campuran beton serat dengan menggunakan metode *self compacting concrete*.

Tabel 4.2: Komposisi campuran beton.

Variasi Campuran	KBV	ASP	<i>Admixture</i>
Normal	0%	0%	1,5%
IA	0%	5%	1,5%
IB	0%	10%	1,5%
IIA	10%	0 %	1,5%
IIB	10%	5%	1,5%
IIC	10%	10%	1,5%
IIIA	20%	0%	1,5%
IIIB	20%	5%	1,5%
IIIC	20%	10%	1,5%

#### 4.3 Perhitungan *Mix Design* Beton *Self Compacting Concrete*

Dalam penelitian ini pembuatan sampel pada masing-masing variasi memiliki 3 sampel yang akan dicetak dan seluruhnya berjumlah 54 sampel. Jumlah campuran yang dibutuhkan untuk membuat 3 sampel dalam satu kali *mix* dalam rencana adukan beton adalah sebagai berikut:

Dalam menghitung *Mix Design* Beton *SCC* harus mengetahui jumlah campuran masing-masing bahan dalam 1 m<sup>3</sup> agar dimudahkan dalam *mix design* untuk masing-masing sample beton yang terdiri dari 3 sampel. Berikut adalah Perhitungan *Mix Design* per m<sup>3</sup> Beton *SCC* dalam campuran yang digunakan:

1. Normal dan variasi

- a. Jumlah semen (C)  $= 550 \text{ kg/m}^3$
- b. Jumlah pasir (ws)  $= pf \times wsl \times (60\%)$   
 $= 1,12 \times 1.485 \times (60\%)$   
 $= 997 \text{ kg/m}^3$
- c. Jumlah batu pecah (wg)  $= pf \times wgl \times (1 - 40\%)$   
 $= 1,12 \times 1.322 \times (1 - 40\%)$   
 $= 592 \text{ kg/m}^3$
- d. Jumlah air beton normal (ww) FAS 0,35  
 $= C \times FAS$   
 $= 550 \times 0,35$   
 $= 192,5 \text{ L}$
- e. Jumlah air beton normal (ww) FAS 0,45  
 $= C \times FAS$   
 $= 550 \times 0,45$   
 $= 247,5 \text{ L}$
- a. Jumlah air beton variasi (ww) FAS 0,35, ASP 5%  
 $= (C+wasp) \times FAS$   
 $= (550+27,5) \times 0,35$   
 $= 202,125 \text{ L}$
- b. Jumlah air beton variasi (ww) pada FAS 0,35, ASP 10%  
 $= (C+wasp) \times FAS$   
 $= (550+55) \times 0,35$   
 $= 211,75 \text{ L}$
- c. Jumlah air beton variasi (ww) pada FAS 0,45, ASP 5%  
 $= (C+wasp) \times FAS$   
 $= (550+27,5) \times 0,45$   
 $= 259,875 \text{ L}$
- d. Jumlah air beton variasi (ww) pada FAS 0,45, ASP 10%  
 $= (C+wasp) \times FAS$   
 $= (550+55) \times 0,45$   
 $= 272,25 \text{ L}$

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jumlah admixtur (wsp)} &= \frac{C \times \text{kadar penggunaan admixture}}{\text{berat jenis admixture}} \\
 &= \frac{550 \times 1,5\%}{1,07} \\
 &= 7,710 \text{ L}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan tambah pada beton variasi abu sekam padi (ASP) adalah sebagai berikut:

Penggunaan ASP diberikan seacara konstan dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah ASP (wasp)} &= C \times \text{jumlah ASP} \\
 \text{a. Variasi 5\%} &= 550 \times 5\% \\
 &= 27,5 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{b. Variasi 10\%} &= 550 \times 10\% \\
 &= 55 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan tambah pada beton variasi Karet Ban Vulkanisir (KBV) adalah sebagai berikut:

Penggunaan KBV diberikan seacara konstan dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jumlah KBV (wkbv)} &= ws \times \text{jumlah KBV} \\
 \text{Variasi 10\%} &= 997 \times 10\% \\
 &= 99,7 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Variasi 20\%} &= 997 \times 20\% \\
 &= 199,4 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

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.

$$\text{Tinggi Kubus} = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Kubus} = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$$

Maka, volume kubus yaitu :

$$\text{Volume 1 benda uji} = 0,10 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 3 benda uji} &= 8 \times \text{volume 1 benda uji} \\ &= 8 \times 0,001 \text{ m}^3 = 0,008 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil perhitungan *Mix Design* pasta beton dengan masing-masing variasi campuran untuk satu kali *mix* pasta beton:

Tabel 4.3: Komposisi 1 kali *mix* beton normal pada FAS 0,35 dan 0,45.

Uraian		Var 0/0	
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	7,976	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1540,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,000
		ASP	0,000
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	7,976	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1980,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,000
		ASP	0,000

- FAS 0,35

Penggunaan semen = jumlah semen x volume benda uji  
 $= 550 \times 0,008$   
 $= 4,4 \text{ kg/m}^3$

Penggunaan pasir = jumlah pasir x volume benda uji  
 $= 997 \times 0,008$   
 $= 7,976 \text{ kg/m}^3$

Penggunaan batu pecah = banyak batu pecah x volume benda uji  
 $= 592 \times 0,008$   
 $= 4,736 \text{ kg/m}^3$

Penggunaan air = jumlah air x volume benda uji  
 $= 192,5 \times 0,008$   
 $= 1,54 \text{ liter}$   
 $= 1.540 \text{ ml}$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan admixture} &= \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 7,710 \times 0,008 \\
 &= 0,06168 \text{ liter} \\
 &= 61,7 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

- FAS 0,45

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 550 \times 0,008 \\
 &= 4,4 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 997 \times 0,008 \\
 &= 7,976 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 247,5 \times 0,008 \\
 &= 1,98 \text{ liter} \\
 &= 1.980 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan admixture} &= \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 7,710 \times 0,008 \\
 &= 0,06168 \text{ liter} \\
 &= 61,7 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.4: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IA pada FAS 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IA 0/5
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,180
	Pasir (Kg)	7,976
	Batu Pecah (Kg)	4,736
	Air(ml)	1617,0
	Sika (ml)	61,000
	Filler	KBV
ASP		0,220
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,180
	Pasir (Kg)	7,976
	Batu Pecah (Kg)	4,736
	Air(ml)	2079,0
	Sika (ml)	61,000
	Filler	KBV
ASP		0,220

Analisa perhitungan Beton Variasi IA (0% KBV dan 5% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned} \text{Filler KBV} &= 0\% \times \text{Jumlah pasir} \\ &= 0 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Filler ASP} &= 5\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 5\% \times 4,400 \\ &= 0,220 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\ &= 4,400 - 0,220 \\ &= 4,180 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\ &= 7,976 - 0 \\ &= 7,976 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\ &= 592 \times 0,008 \\ &= 4,736 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\ &= 202,125 \times 0,008 \\ &= 1,617 \text{ liter} \\ &= 1.617 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\text{Penggunaan admixture} = \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji}$$

$$= 7,710 \times 0,008$$

$$= 0,06168 \text{ liter}$$

$$= 61,7 \text{ ml}$$

- FAS 0,45

$$\text{Filler KBV} = 0\% \times \text{Jumlah pasir}$$

$$= 0 \text{ kg}$$

$$\text{Filler ASP} = 5\% \times \text{Jumlah semen}$$

$$= 5\% \times 4,400$$

$$= 0,220 \text{ Kg}$$

$$\text{Penggunaan semen} = \text{jumlah semen} - \text{filler ASP}$$

$$= 4,400 - 0,220$$

$$= 4,180 \text{ Kg}$$

$$\text{Penggunaan pasir} = \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV}$$

$$= 7,976 - 0$$

$$= 7,976 \text{ Kg}$$

$$\text{Penggunaan batu pecah} = \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji}$$

$$= 592 \times 0,008$$

$$= 4,736 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Penggunaan air} = \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji}$$

$$= 259,875 \times 0,008$$

$$= 2,079 \text{ liter}$$

$$= 2.079 \text{ ml}$$

$$\text{Penggunaan admixture} = \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji}$$

$$= 7,710 \times 0,008$$

$$= 0,06168 \text{ liter}$$

$$= 61,7 \text{ ml}$$

Tabel 4.5: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IB pada FAS 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IB 0/10	
FAS 0,35	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	7,976	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1694,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,000
		ASP	0,440
FAS 0,45	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	7,976	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	2178,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,000
		ASP	0,440

Analisa perhitungan Beton Variasi IB (0% KBV dan 10% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned} \text{Filler KBV} &= 0\% \times \text{Jumlah pasir} \\ &= 0 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Filler ASP} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 10\% \times 4,400 \\ &= 0,440 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\ &= 4,400 - 0,440 \\ &= 3,960 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\ &= 7,976 - 0 \\ &= 7,976 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\ &= 592 \times 0,008 \\ &= 4,736 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\ &= 211,75 \times 0,008 \\ &= 1,694 \text{ liter} \end{aligned}$$

	= 1.694 ml
Penggunaan <i>admixture</i>	= jumlah SP x volume benda uji
	= 7,710 x 0,008
	= 0,06168 liter
	= 61,7 ml
• FAS 0,45	
<i>Filler</i> KBV	= 0% x Jumlah pasir
	= 0 kg
<i>Filler</i> ASP	= 10% x Jumlah semen
	= 10% x 4,400
	= 0,440 Kg
Penggunaan semen	= jumlah semen - <i>filler</i> ASP
	= 4,400 - 0,440
	= 3,960 Kg
Penggunaan pasir	= jumlah pasir – <i>filler</i> KBV
	= 7,976 – 0
	= 7,976 Kg
Penggunaan batu pecah	= banyak batu pecah x volume benda uji
	= 592 x 0,008
	= 4,736 kg/m <sup>3</sup>
Penggunaan air	= jumlah air x volume benda uji
	= 272,25 x 0,008
	= 2,178 liter
	= 2.178 ml
Penggunaan <i>admixture</i>	= jumlah SP x volume benda uji
	= 7,710 x 0,008
	= 0,06168 liter
	= 61,7 ml

Tabel 4.6: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIA pada FAS 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIA 10/0	
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1540,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,000
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1980,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,000

Analisa perhitungan Beton Variasi IIA (10% KBV dan 0% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 10\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 10\% \times 7,976 \text{ kg} \\
 &= 0,798 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 0\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 0 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0 \\
 &= 4,400 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 0,798 \\
 &= 7,178 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 192,5 \times 0,008 \\
 &= 1,54 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

	= 1.540 ml
Penggunaan <i>admixture</i>	= jumlah SP x volume benda uji
	= 7,710 x 0,008
	= 0,06168 liter
	= 61,7 ml
• FAS 0,45	
<i>Filler KBV</i>	= 10% x Jumlah pasir
	= 10% x 7,976 kg
	= 0,798 Kg
<i>Filler ASP</i>	= 0% x Jumlah semen
	= 0 Kg
Penggunaan semen	= jumlah semen - <i>filler ASP</i>
	= 4,400 - 0
	= 4,400 Kg
Penggunaan pasir	= jumlah pasir - <i>filler KBV</i>
	= 7,976 - 0,798
	= 7,178 Kg
Penggunaan batu pecah	= banyak batu pecah x volume benda uji
	= 592 x 0,008
	= 4,736 kg/m <sup>3</sup>
Penggunaan air	= jumlah air x volume benda uji
	= 247,5 x 0,008
	= 1,98 liter
	= 1.980 ml
Penggunaan <i>admixture</i>	= jumlah SP x volume benda uji
	= 7,710 x 0,008
	= 0,06168 liter
	= 61,7 ml

Tabel 4.7: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIB pada FAS 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIB 10/5	
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,180	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1617,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,220
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,180	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	2079,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,220

Analisa perhitungan Beton Variasi IIB (10% KBV dan 5% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 10\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 10\% \times 7,976 \text{ kg} \\
 &= 0,798 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 5\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 5\% \times 4,400 \\
 &= 0,220 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0,220 \\
 &= 4,180 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 0,798 \\
 &= 7,178 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 202,125 \times 0,008
 \end{aligned}$$

- = 1,617 liter
    - = 1.617 ml
  - Penggunaan *admixture*
    - = jumlah SP x volume benda uji
    - = 7,710 x 0,008
    - = 0,06168 liter
    - = 61,7 ml
- FAS 0,45
  - Filler* KBV
      - = 10% x Jumlah pasir
      - = 10% x 7,976 kg
      - = 0,798 Kg
    - Filler* ASP
      - = 5% x Jumlah semen
      - = 5% x 4,400
      - = 0,220 Kg
    - Penggunaan semen
      - = jumlah semen - *filler* ASP
      - = 4,400 - 0,220
      - = 4,180 Kg
    - Penggunaan pasir
      - = jumlah pasir – *filler* KBV
      - = 7,976 – 0,798
      - = 7,178 Kg
    - Penggunaan batu pecah
      - = banyak batu pecah x volume benda uji
      - = 592 x 0,008
      - = 4,736 kg/m<sup>3</sup>
    - Penggunaan air
      - = jumlah air x volume benda uji
      - = 259,875 x 0,008
      - = 2,079 liter
      - = 2.079 ml
    - Penggunaan *admixture*
      - = jumlah SP x volume benda uji
      - = 7,710 x 0,008
      - = 0,06168 liter
      - = 61,7 ml

Tabel 4.8: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIC pada FAS 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIC 10/10	
FAS 0,35	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1694,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,440
FAS 0,45	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	7,178	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	2178,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	0,798
		ASP	0,440

Analisa perhitungan Beton Variasi IIC (10% KBV dan 10% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 10\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 10\% \times 7,976 \\
 &= 0,798 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 10\% \times 4,400 \\
 &= 0,440 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0,440 \\
 &= 3,960 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 0,798 \\
 &= 7,178 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 211,75 \times 0,008
 \end{aligned}$$

- = 1,694 liter
  - = 1.694 ml
- Penggunaan *admixture* = jumlah SP x volume benda uji
  - = 7,710 x 0,008
  - = 0,06168 liter
  - = 61,7 ml
- FAS 0,45
  - Filler* KBV = 10% x Jumlah pasir
    - = 10% x 7,976
    - = 0,798 Kg
  - Filler* Abu Sekam Padi = 10% x Jumlah semen
    - = 10% x 4,400
    - = 0,440 Kg
  - Penggunaan semen = jumlah semen - *filler* ASP
    - = 4,400 - 0,440
    - = 3,960 Kg
  - Penggunaan pasir = jumlah pasir – *filler* KBV
    - = 7,976 – 0,798
    - = 7,178 Kg
  - Penggunaan batu pecah = banyak batu pecah x volume benda uji
    - = 592 x 0,008
    - = 4,736 kg/m<sup>3</sup>
  - Penggunaan air = jumlah air x volume benda uji
    - = 272,25 x 0,008
    - = 2,178 liter
    - = 2.178 ml
  - Penggunaan *admixture* = jumlah SP x volume benda uji
    - = 7,710 x 0,008
    - = 0,06168 liter
    - = 61,7 ml

Tabel 4.9: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIIA pada Fas 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIIA 20/0	
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1540,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,000
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,400	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1980,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,000

Analisa perhitungan Beton Variasi IIIA (20% KBV dan 0% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 20\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 20\% \times 7,976 \\
 &= 1,595 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 0\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 0 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0 \\
 &= 4,400 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 1,595 \\
 &= 6,381 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 192,5 \times 0,008 \\
 &= 1,54 \text{ liter} \\
 &= 1.540 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan admixture} &= \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 7,710 \times 0,008 \\
 &= 0,06168 \text{ liter} \\
 &= 61,7 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

- FAS 0,45

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 20\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 20\% \times 7,976 \\
 &= 1,595 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 10\% \times 4,400 \\
 &= 0,440 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0,440 \\
 &= 4,400 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 1,595 \\
 &= 6,381 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 247,5 \times 0,008 \\
 &= 1,98 \text{ liter} = 1.980 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan admixture} &= \text{jumlah SP} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 7,710 \times 0,008 \\
 &= 0,06168 \text{ liter} \\
 &= 61,7 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIB pada Fas 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIB 20/5	
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,180	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1617,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,220
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,180	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	2079,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,220

Analisa perhitungan Beton Variasi IIB (20% KBV dan 5% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 20\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 20\% \times 7,976 \\
 &= 1,595 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 5\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 5\% \times 4,400 \\
 &= 0,220 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0,220 \\
 &= 4,180 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 1,595 \\
 &= 6,381 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 202,125 \times 0,008
 \end{aligned}$$

- = 1,617 liter
    - = 1.617 ml
  - Penggunaan *admixture*
    - = jumlah SP x volume benda uji
    - = 7,710 x 0,008
    - = 0,06168 liter
    - = 61,7 ml
- FAS 0,45
  - Filler* KBV
        - = 20% x Jumlah pasir
        - = 20% x 7,976
        - = 1,595 Kg
      - Filler* ASP
        - = 5% x Jumlah semen
        - = 5% x 4,400
        - = 0,220 Kg
      - Penggunaan semen
        - = jumlah semen - *filler* ASP
        - = 4,400 - 0,220
        - = 4,180 Kg
      - Penggunaan pasir
        - = jumlah pasir – *filler* KBV
        - = 7,976 – 1,595
        - = 6,381 Kg
      - Penggunaan batu pecah
        - = banyak batu pecah x volume benda uji
        - = 592 x 0,008
        - = 4,736 kg/m<sup>3</sup>
      - Penggunaan air
        - = jumlah air x volume benda uji
        - = 259,875 x 0,008
        - = 2,079 liter = 2.079 ml
      - Penggunaan *admixture*
        - = jumlah SP x volume benda uji
        - = 7,710 x 0,008
        - = 0,06168 liter
        - = 61,7 ml

Tabel 4.11: Komposisi 1 kali *mix* beton variasi IIC pada Fas 0,35 & 0,45.

Uraian		Var IIC 20/10	
FAS 0,35	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	1694,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,440
FAS 0,45	Semen (Kg)	3,960	
	Pasir (Kg)	6,381	
	Batu Pecah (Kg)	4,736	
	Air(ml)	2178,0	
	Sika (ml)	61,000	
	Filler	KBV	1,595
		ASP	0,440

Analisa perhitungan Beton Variasi IIC ( 20% KBV dan 10% ASP)

- FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Filler KBV} &= 20\% \times \text{Jumlah pasir} \\
 &= 20\% \times 7,976 \\
 &= 1,595 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler ASP} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\
 &= 10\% \times 4,400 \\
 &= 0,440 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan semen} &= \text{jumlah semen} - \text{filler ASP} \\
 &= 4,400 - 0,440 \\
 &= 3,960 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan pasir} &= \text{jumlah pasir} - \text{filler KBV} \\
 &= 7,976 - 1,595 \\
 &= 6,381 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan batu pecah} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 592 \times 0,008 \\
 &= 4,736 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penggunaan air} &= \text{jumlah air} \times \text{volume benda uji} \\
 &= 211,75 \times 0,008 \\
 &= 1,694 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

- = 1.694 ml  
 Penggunaan *admixture* = jumlah SP x volume benda uji  
 = 7,710 x 0,008  
 = 0,06168 liter  
 = 61,7 ml
- FAS 0,45  
*Filler KBV* = 20% x Jumlah pasir  
 = 20% x 7,976  
 = 1,595 Kg  
*Filler ASP* = 10% x Jumlah semen  
 = 10% x 4,400  
 = 0,440 Kg  
 Penggunaan semen = jumlah semen - *filler* ASP  
 = 4,400 - 0,440  
 = 3,960 Kg  
 Penggunaan pasir = jumlah pasir – *filler* KBV  
 = 7,976 – 1,595  
 = 6,381 Kg  
 Penggunaan batu pecah = banyak batu pecah x volume benda uji  
 = 592 x 0,008  
 = 4,736 kg/m<sup>3</sup>  
 Penggunaan air = jumlah air x volume benda uji  
 = 272,25 x 0,008  
 = 2,178 liter = 2.178 ml  
 Penggunaan *admixture* = jumlah SP x volume benda uji  
 = 7,710 x 0,008  
 = 0,06168 liter  
 = 61,7 ml

Tabel 4.12: Komposisi beton variasi dalam 0,008 m<sup>3</sup> dengan FAS 0,35.

Uraian		VARIASI (KBV/ASP)								
		Var 0/0	Var IA 0/5	Var IB 0/10	Var IIA 10/0	Var IIB 10/5	Var IIC 10/10	Var IIIA 20/0	Var IIIB 20/5	Var IIIC 20/10
FAS 0,35	Semen (Kg)	4,400	4,180	3,960	4,400	4,180	3,960	4,400	4,180	3,960
	Pasir (Kg)	7,976	7,976	7,976	7,178	7,178	7,178	6,381	6,381	6,381
	Batu Pecah (Kg)	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736
	Air(ml)	1540,0	1617,0	1694,0	1540,0	1617,0	1694,0	1540,0	1617,0	1694,0
	Sika (ml)	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000
	Filler	KBV	0,000	0,000	0,000	0,798	0,798	0,798	1,595	1,595
ASP		0,000	0,220	0,440	0,000	0,220	0,440	0,000	0,220	0,440

Tabel 4.13: Komposisi beton variasi dalam 0,008 m<sup>3</sup> dengan FAS 0,45.

Uraian		VARIASI (KBV/ASP)								
		Var 0/0	Var IA 0/5	Var IB 0/10	Var IIA 10/0	Var IIB 10/5	Var IIC 10/10	Var IIIA 20/0	Var IIIB 20/5	Var IIIC 20/10
FAS 0,45	Semen (Kg)	4,400	4,180	3,960	4,400	4,180	3,960	4,400	4,180	3,960
	Pasir (Kg)	7,976	7,976	7,976	7,178	7,178	7,178	6,381	6,381	6,381
	Batu Pecah (Kg)	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736
	Air(ml)	1980,0	2079,0	2178,0	1980,0	2079,0	2178,0	1980,0	2079,0	2178,0
	Sika (ml)	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000
	Filler	KBV	0,000	0,000	0,000	0,798	0,798	0,798	1,595	1,595
ASP		0,000	0,220	0,440	0,000	0,220	0,440	0,000	0,220	0,440

#### 4.4 Pengujian *Slump Flow Test*

Pada pengujian *slump flow* bertujuan untuk mengetahui (*workability*) pada pekerjaan konstruksi. Nilai *workability* yang tinggi berguna untuk memberikan 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

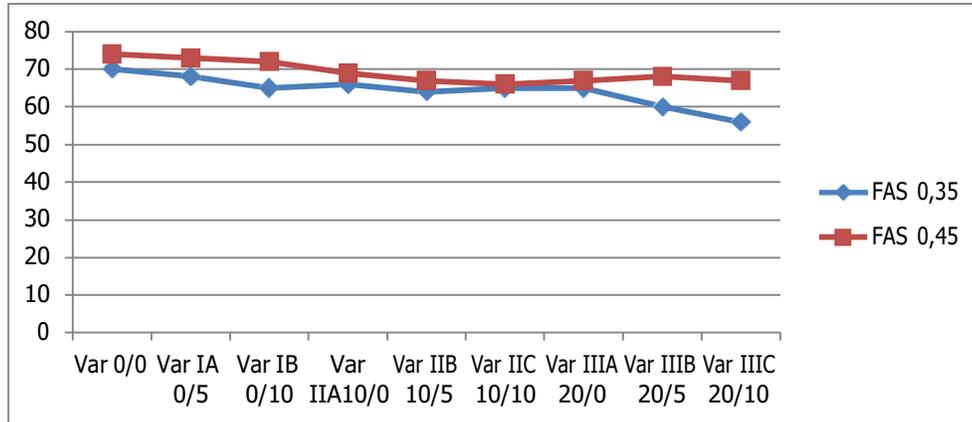
Dalam pengujian ini didapatkan hasil *workability* beton dengan melihat keadaan beton segar SCC yang bergerak seperti pasta. Persyaratan *slump flow*

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. Berikut ini didapatkan hasil pengujian *slump flow* yaitu pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil pengujian *slump flow*.

Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)
Var 0/0	0,35	70	Var IA 0/5	0,35	68	Var IB 0/10	0,35	65
	0,45	74		0,45	73		0,45	72
Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)
Var IIA 10/0	0,35	66	Var IIB 10/5	0,35	64	Var IIC 10/10	0,35	65
	0,45	69		0,45	67		0,45	66
Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)	Variasi KBV/ASP	FAS	Slump Flow Test (cm)
Var IIIA 20/0	0,35	65	Var IIIB 20/5	0,35	60	Var IIIC 20/10	0,35	56
	0,45	67		0,45	68		0,45	67

Dapat dilihat grafik dari hasil pengujian *slump flow* diatas, hasil perbandingan nilai *slump flow* yang didapatkan dalam pengujian Laboratorium menghasilkan nilai *slump flow* yang semakin rendah pada saat campuran *filler* semakin besar. Artinya, kelecakan beton semakin kecil akibat adanya penyerapan kadar air dari substitusi *filler* Abu Sekam Padi.



Gambar 4.1: Grafik perbandingan *slump flow*.

#### 4.5 Pengujian *V-Funnel Test*

Pada pengujian *v-funnel test* bertujuan untuk mengetahui (*fillingbility*) pada pekerjaan konstruksi. Nilai *fillingability* yang tinggi berguna untuk memberikan kemudahan dalam pekerjaan struktur serta memiliki manfaat yang cukup baik. Hal-hal yang mempengaruhi *fillingbility* adalah:

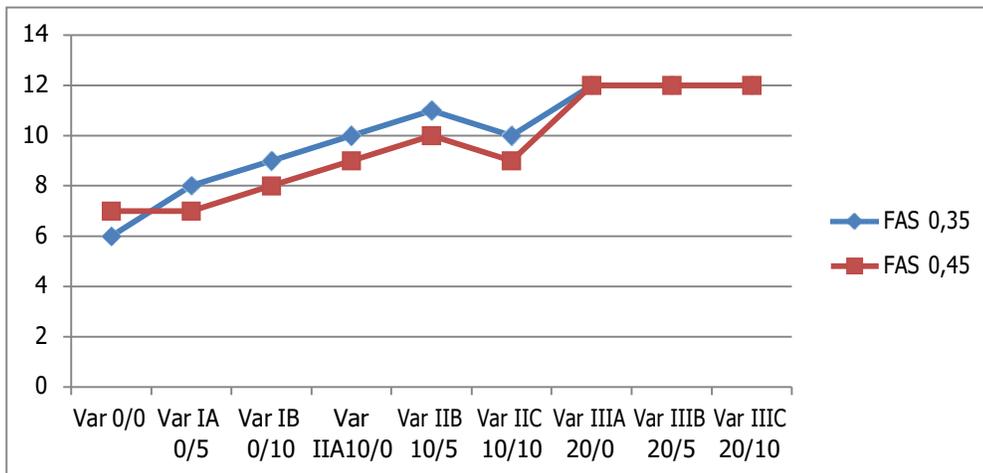
- Bahan tambah yang digunakan
- Karakteristik semen
  - Volume udara
  - Faktor air semen
  - Gradasi agregat

Dalam pengujian ini didapatkan hasil *workability* beton dengan melihat keadaan beton segar SCC yang bergerak seperti pasta. Persyaratan *v-funnel* menurut (EFNARC, 2005) dapat disesuaikan dengan penggunaannya. Dalam penelitian ini nilai *v-funnel* diambil secara rata-rata, sebesar 6 detik sampai 12 detik dan beton tidak perlu lagi dipadatkan. Berikut ini didapatkan hasil pengujian *v-funnel* yaitu pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Hasil pengujian *v-funnel*.

Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)
Var 0/0	0,35	6	Var IA 0/5	0,35	8	Var IB 0/10	0,35	9
	0,45	7		0,45	7		0,45	8
Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)
Var IIA 10/0	0,35	10	Var IIB 10/5	0,35	11	Var IIC10/0	0,35	10
	0,45	9		0,45	10		0,45	9
Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)	Variasi KBV/ASP	FAS	V Funnel Test (detik)
Var IIIA 20/0	0,35	>12	Var IIIA 20/5	0,35	>12	Var IIIC 20/10	0,35	>12
	0,45	>12		0,45	>12		0,45	>12

Dari hasil pengujian *v-funnel* dapat dilihat bahwa hasil pengujian dengan metode *v-funnel* beberapa variasi campuran yang semakin tinggi nilainya semakin tinggi kelecakannya sehingga tidak dapat melewati lubang *v-funnel*. Dapat dilihat grafik dari hasil pengujian *v-funnel* diatas, hasil perbandingan nilai *v-funnel* yang didapatkan dalam pengujian Laboratorium.



Gambar 4.2: Grafik perbandingan *v-funnel*.

#### 4.6 Pengujian *L-Box Test*

Pada pengujian *l-box test* bertujuan untuk mengetahui (*passingability*) pada pekerjaan konstruksi. Nilai *passingability* yang tinggi berguna untuk memberikan kemudahan dalam pekerjaan struktur serta memiliki manfaat yang cukup baik. Hal-hal yang mempengaruhi *passingability* adalah:

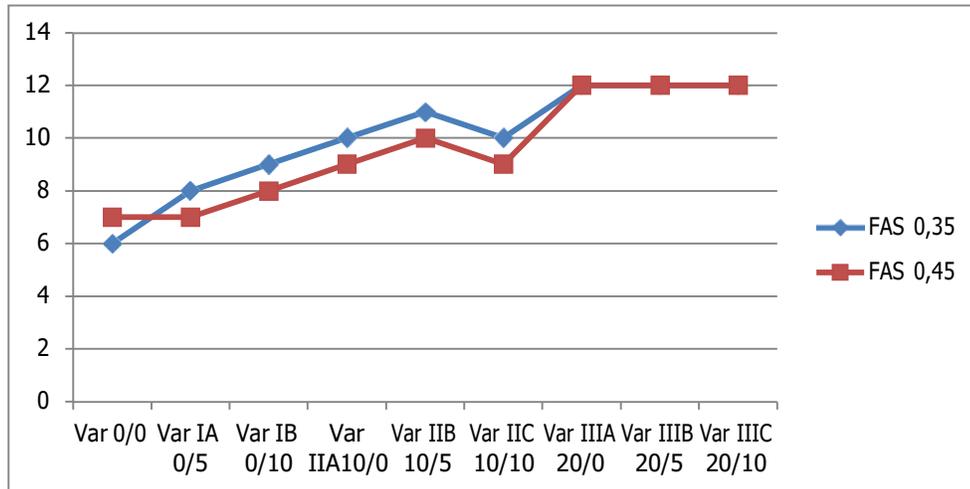
- Bahan tambah yang digunakan
- Karakteristik semen
- Volume udara
- Faktor air semen
- Gradasi agregat

Dalam pengujian ini didapatkan hasil *passingability* beton dengan melihat keadaan beton segar SCC yang bergerak seperti pasta. Persyaratan *l-box* menurut (EFNARC, 2005) dapat disesuaikan dengan penggunaannya. Dalam penelitian ini nilai *l-box* diambil secara rata-rata, sebesar  $H2/H1 > 0,8$  dan beton tidak perlu lagi dipadatkan. Berikut ini didapatkan hasil pengujian *l-box* yaitu pada Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16: Hasil pengujian *l-box*.

Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>
Var 0/0	0,35	>0,8	Var IA 0/5	0,35	>0,8	Var IB 0/10	0,35	>0,8
	0,45	0,7		0,45	0,8		0,45	0,8
Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>
Var IIA 10/0	0,35	>0,8	Var IIB 10/5	0,35	>0,8	Var IIC 10/10	0,35	>0,8
	0,45	>0,8		0,45	>0,8		0,45	>0,8
Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>	Variasi KBV/ASP	FAS	<i>L Box Test (cm)</i>
Var IIIA 20/0	0,35	>0,8	Var IIIB 20/5	0,35	>0,8	Var IIIC 20/10	0,35	>0,8
	0,45	>0,8		0,45	>0,8		0,45	>0,8

Dari hasil pengujian *l-box* dapat dilihat bahwa hasil pengujian dengan metode *l-box* beberapa variasi campuran yang semakin tinggi nilainya semakin tinggi kelecakannya sehingga tidak dapat melewati sela-sela tulangan. Dapat dilihat grafik dari hasil pengujian *l-box* diatas, hasil perbandingan nilai *l-box* yang didapatkan dalam pengujian Laboratorium.



Gambar 4.3: Grafik perbandingan *l-box*.

#### 4.7 Hasil 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 karet ban vulkanisir. Benda uji berbentuk kubus dengan  $s^3$  adalah 10 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).

Dalam pengujian kuat tekan beton, kuat tekan mengalami penurunan terhadap FAS 0,35 dan 0,45 sebesar 34,4% beton. Terjadinya penurunan kuat tekan beton variasi dari beton normal diakibatkan oleh penggunaan bahan campuran, karet ban vulkanisir dan abu sekam padi 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 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. Namun dari hasil kuat tekan terendah FAS 0,45 variasi IIC adalah 11 Mpa masih dapat digolongkan sebagai beton mutu rendah dan dapat digunakan untuk beton non structural disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Mutu beton dan penggunaan (Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7. 2005).

Jenis Beton	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	Uraian
Mutu Tinggi	35 - 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya
Mutu Sedang	20 - <35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, gorong-gorong beton bertulang dan sejenisnya
Mutu Rendah	15 - <20	K175 - <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar, dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu
	10 - <15	K125 - <K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Dari hasil pengujian laboratorium dihasilkan pengujian kuat tekan dan disajikan pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19.

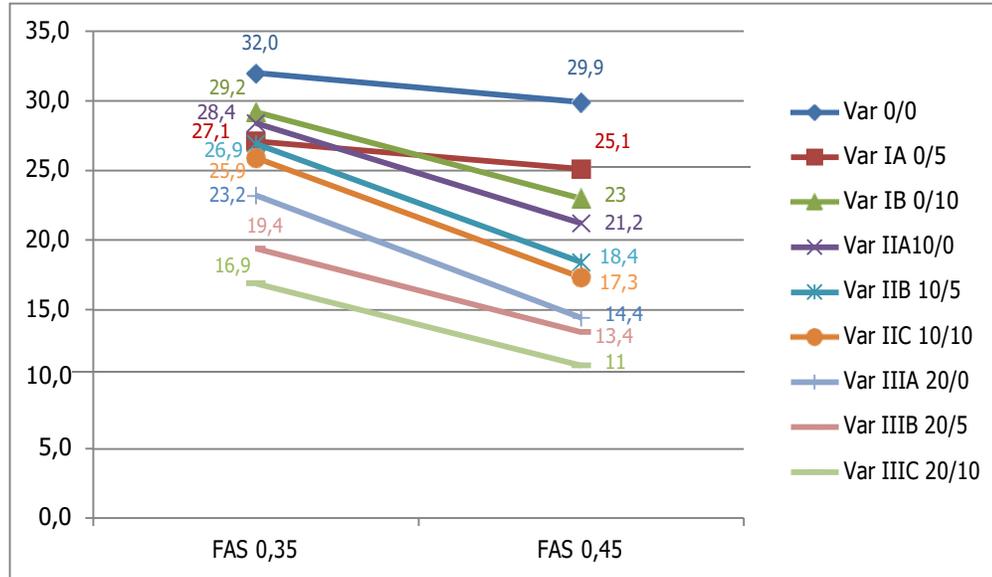
Tabel 4.18: Kuat tekan beton scc dengan FAS 0,35.

FAS	Variasi KBV/ASP	Beban Maksimum (Ton)			Kuat Tekan Maksimum (Ton)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
0,35	Var 0/0	33	32	33	32,3	31,3	32,3	32,0
0,35	Var IA 0/5	31	30	30,5	30,4	29,4	29,9	29,9
0,35	Var IB 0/10	29	30,5	30	28,3	29,9	29,4	29,2
0,35	Var IIA10/0	30	28	29	29,4	27,4	28,4	28,4
0,35	Var IIB 10/5	27,5	28	27	26,9	27,4	26,4	26,9
0,35	Var IIC 10/10	26	27	26,5	25,4	26,4	25,9	25,9
0,35	Var IIIA 20/0	23	24	24	22,5	23,5	23,5	23,2
0,35	Var IIIB 20/5	20	20	19,5	19,6	19,6	19,1	19,4
0,35	Var IIIC 20/10	17	18	17	16,6	17,6	16,6	16,9

Tabel 4.19: Kuat tekan beton scc dengan FAS 0,43.

FAS	Variasi KBV/ASP	Beban Maksimum (Ton)			Kuat Tekan Maksimum (Ton)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
0,45	Var 0/0	28	27	28	27,4	26,4	27,4	27,1
	Var IA 0/5	26	26	25	25,4	25,4	24,5	25,1
	Var IB 0/10	23	24	23,5	22,5	23,5	23	23,0
	Var IIA10/0	22	21	22	21,5	20,5	21,5	21,2
	Var IIB 10/5	19	19	18,5	18,6	18,6	18,1	18,4
	Var IIC 10/10	18	17	18	17,6	16,6	17,6	17,3
	Var IIIA 20/0	15	15	14	14,7	14,7	13,7	14,4
	Var IIIB 20/5	14	14	13	13,7	13,7	12,7	13,4
Var IIIC 20/10	12	11	11	11,7	10,7	10,7	11,0	

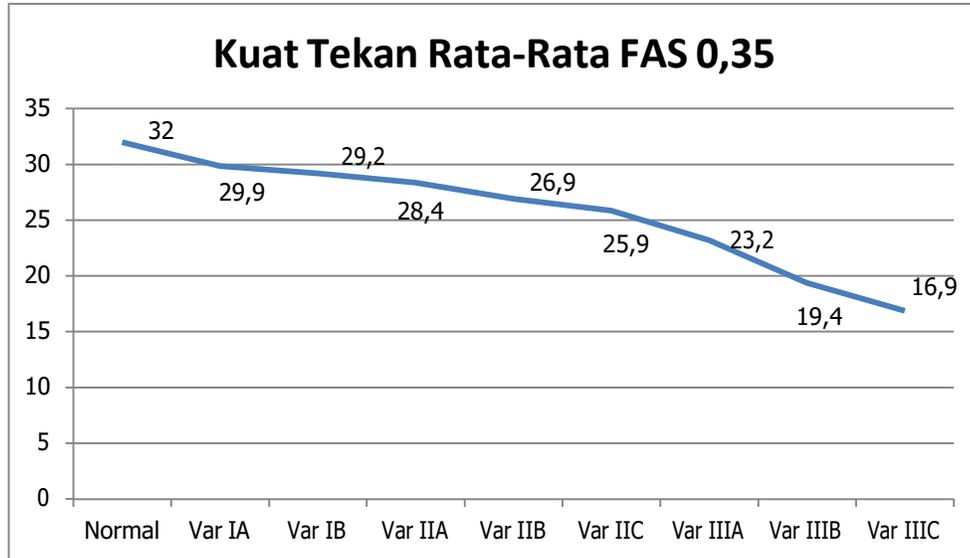
Dapat dilihat pada Gambar 4.4 hasil perbandingan nilai kuat tekan masing masing variasi pada FAS 0,35 dan FAS 0,45 sebagai berikut:



Gambar 4.4: Grafik perbandingan kuat tekan beton.

#### 4.8 Analisa Kuat Tekan Rata-Rata Pada FAS 0,35

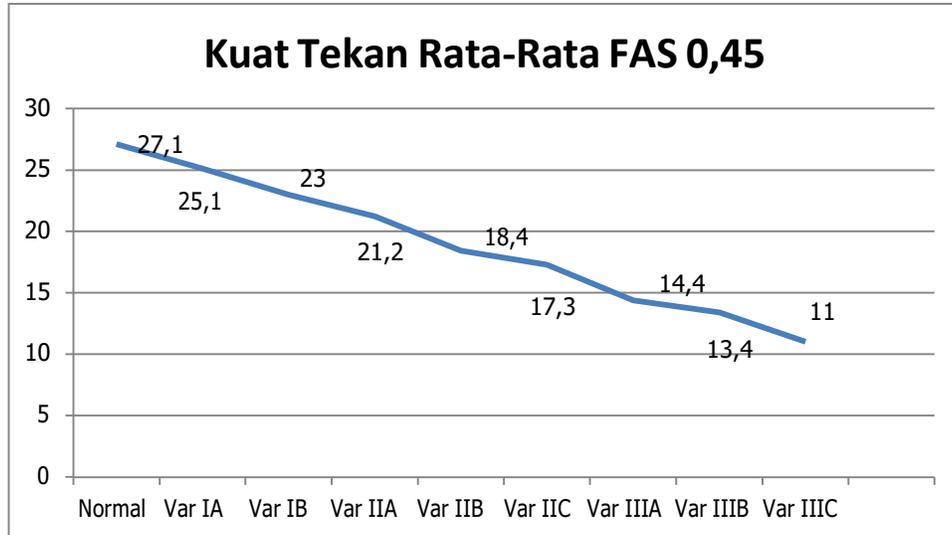
Dapat dilihat pada gambar dibawah ini bahwa hasil nilai kuat tekan tertinggi yang dihasilkan pada beton normal Dari Gambar 4.5 dibawah ini, didapat bahwa beton dengan mutu normal memiliki nilai kuat tekan maksimum sebesar 32 MPa dan kuat tekan beton minimum sebesar 16,9 terjadi pada campuran beton dengan menggunakan variasi IIIC (ASP 10% dan KBV 20%). Beberapa pengaruh yang mengakibatkan terjadinya penurunan terhadap kuat tekan dari hasil pencampuran agregat dan *filler* dengan persentase yang lebih besar adalah karena kurangnya daya rekat dari partikel karet dan agregat lainnya. Penurunan kekuatan dengan bertambahnya kandungan karet disebabkan oleh dua alasan: retakan dimulai dengan cepat di dekat partikel karet dalam campuran, yang mempercepat kegagalan matriks karet-semen karena partikel karet jauh lebih lembut daripada semen yang berdekatan. Pada saat memuat dan partikel karet berfungsi sebagai void pada matriks beton karena tidak adanya daya rekat antara partikel karet dengan pasta.



Gambar 4.5: Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,35.

#### 4.9 Analisa Kuat Tekan Rata-Rata Pada FAS 0,45

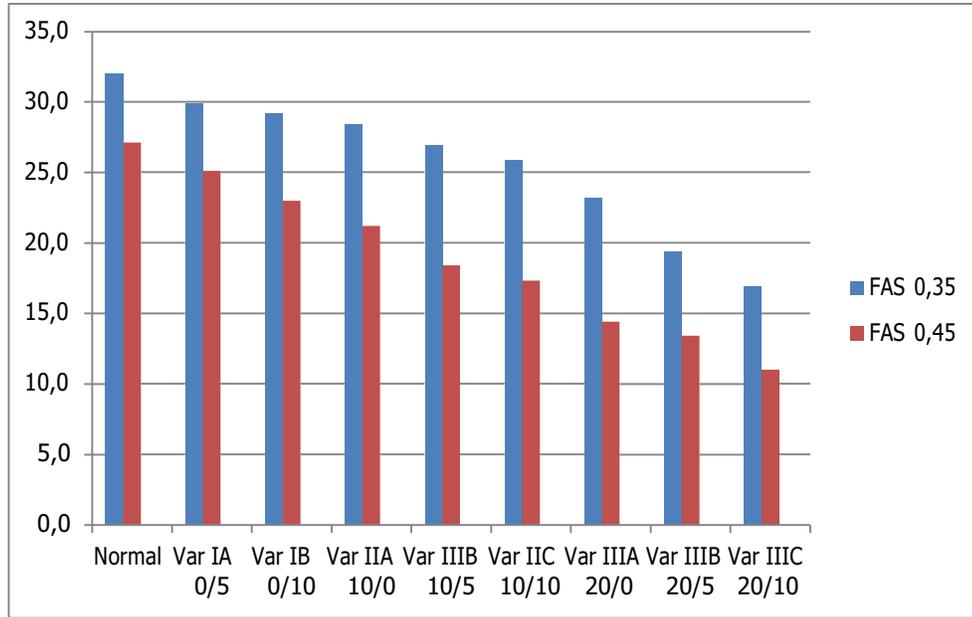
Pada Gambar 4.6 dibawah didapat bahwa nilai kuat tekan maksimum diperoleh dari beton dengan mutu normal sebesar 27,4 MPa. Serta nilai kuat tekan minimum terjadi pada campuran beton variasi VIII (ASP 10% + KBV 20%) dengan nilai kuat tekan beton sebesar 10,7 MPa. Beton dengan variasi VIII (ASP 10% + KBV 20%) kuat tekan turun sebesar 38,94% dari beton normal. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat rendahnya nilai *slump flow* dan kurangnya penelitian mendalam terhadap kandungan kimia yang terdapat pada masing masing *filler* yang digunakan.



Gambar 4.6: Grafik kuat tekan beton dengan menggunakan FAS 0,45.

#### 4.10 Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan 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 4.7 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. Apabila semakin besar nilai faktor air semen yang digunakan, maka nilai *slump* akan meningkat serta nilai kuat tekan beton menurun.



Gambar 4.7: Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dengan selesainya proses penelitian dan analisis hasil penelitiannya, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu:

1. Hasil dari penambahan ASP dan KBV pada beton SCC memberikan pengaruh terhadap karakteristiknya berupa:
  - a. Diperoleh nilai *slump flow* maksimum yaitu sebesar 750 mm pada sampel kuat tekan variasi normal dengan FAS 0,45. Sedangkan nilai *slump flow* minimum adalah sebesar 580 mm pada sampel kuat tekan variasi VIII dengan FAS 0,35.
  - b. Karakteristik kuat tekan beton SCC dengan campuran ASP sebagai campuran pengganti semen pada variasi 5% dan 10% di umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 19.4% sampai 38.9% dari nilai kuat tekan pada variasi pengontrol 0%.
2. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa penambahan ASP dan KBV dengan persentase paling optimum terjadi pada beton variasi IIA dengan FAS 0,35 untuk pengujian kuat tekan.
3. Diketahui bahwa penambahan ASP dan KBV dengan presentase paling rendah terjadi pada beton variasi IIIC dengan FAS 0,45 sebesar 11 Mpa untuk pengujian kuat tekan. Namun kuat tekan tersebut masuk dalam kategori beton mutu rendah yang dapat digunakan pada pekerjaan *non structural*.
4. Terbukti dari literatur bahwa kemampuan kerja beton karet menurun dengan bertambahnya ukuran dan persentase volume agregat karet. Namun, masalah meurunnya kemampuan kerja ini dapat diatasi dengan penambahan jumlah *superplasticizer* yang sesuai.
5. SCC dirancang dan diproduksi dengan campuran yang diusulkan metode desain mengandung lebih banyak pasir tetapi lebih sedikit agregat kasar, sehingga kemampuan melewati celah tulangan dapat ditingkatkan.

## 5.2 Saran

Dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain:

1. Pengujian material serta sampel dapat dilakukan secara lebih selektif karena bisa jadi alat yang digunakan tidak pernah dikalibrasi terlebih alat seperti timbangan yang sangat sering digunakan untuk menimbang. Sehingga sebelum digunakan perlu menetralkan posisi timbangan terlebih dahulu.
2. Pengecoran beton harus dilakukan secara berkelanjutan serta menerima perlakuan perawatan yang sama. Hal ini dilakukan agar tidak menyebabkan nilai hasil kuat tekan dan kuat tarik yang dihasilkan pada saat tes tidak berbeda jauh.
3. Penggunaan takaran ASP dan KBV mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan dan tarik pada beton *SCC*. Perlu dilakukan riset lebih mendalam terhadap kandungan dan takaran yang digunakan untuk menggantikan semen.
4. Kualitas semen portland serta campuran ASP dan KBV yang digunakan perlu diperhatikan karena jika terjadi gumpalan pada semen atau ASP dan KBV akan memberikan pengaruh terhadap hasil tes kuat tekan.
5. Perlunya dilakukan pengujian pada umur rencana beton 7 hari, 14 hari, dan 21 hari guna mengetahui nilai kuat tekan yang berkembang dan pengaruhnya terhadap reaksi penggantian semen dengan campuran ASP dan KBV.
6. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literature tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton *SCC* yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A., Ibrahim, I., & Sulianti, I. (2015). Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen Untuk Pembuatan Beton Scc Dengan Bahan Tambah Sp430 Dan Rp260. *Pilar*, 10(2), 147–153. <https://www.jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/553>
- Batayneh, M. K., Marie, I., & Asi, I. (2008). Promoting the use of crumb rubber concrete in developing countries. *Waste Management*, 28(11), 2171–2176. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.035>
- Chandra, Y. (2015). Studi Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Menggunakan Limbah Ban (Tire) Sebagai Agregat. In *Anzdoc*.
- Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian. (2010). Pengaruh pemanfaatan serbuk karet ban terhadap kuat tekan paving block. *Draf Revisi Rencana Strategi*.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal*, 3(1), 1–13. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1203>
- Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian penambahan abu bonggol jagung yang ber- variasi dan bahan tambah superplasticizer terhadap sifat fisik dan mekanik beton memadat sendiri (self – coMpacking concrete). *Jurnal Bangunan*, 23(2), 9–18.
- Farhan, M., Kusuma, M., Faizah, R., & Nugroho, G. (2021). *Pengaruh Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Ban Bekas pada Campuran Beton Terhadap Daya Redam Getaran*. 1(1), 25–28.
- Hariato, A. (2017). *Uji Kuat Tekan Beton Komposit Cangkang Kelapa Sawit Dan Penambahan Lateks Pada Beton Untuk Aplikasi Konstruksi Bangunan*. 22.
- Herbudiman, B., & Siregar, S. E. (2013). Kajian Interval Rasio Air-Powder Beton Self-CoMpacking Terkait Kinerja Kekuatan dan Flow. Konferensi Nasional Teknik Sipil, 7, 1-8. (n.d.). *No Title*.
- Hidayat, T., Study, P., Sipil, T., Teknik, F., Majalengka, U., Hendrayana, Y., Program, D., Teknik, S., Fakultas, S., Universitas, T., Kholiq, A., Program, D., Teknik, S., Fakultas, S., & Universitas, T. (2018). *Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-sifat mekanis mortar busa*.
- Ilham Akbar, M. (2017). Pengaruh Penambahan Abu AMPas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self CoMpacking Concrete (Scc) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/18).
- Jananda, M. F., & Sofianto, M. F. (2018). Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang

- Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Bata Beton Ringan Seluler Berbahan Dasar Bottom Ash. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3), 1–8.
- JUVAS. (2004). *Beton Karet Remah: Bahan Menjanjikan untuk CRUMBED RUBBER CONCRETE: BAHAN MENJANJIKAN UNTUK*.
- Korua, A. M., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). Kinerja High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture “ Beton Mix ” Terhadap Kuat Tarik Belah. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1407–1416.
- Mills, J., & Skinner, B. (2018). Crumbed Rubber Concrete: A Promising Material for Sustainable Construction • scientia.global. *Scientia*.
- Niam, I., Yasin, I., & Sulistyorini, D. (2018). Studi Kuat Lentur Balok Beton Menggunakan Material Daur Ulang Ban Bekas Pengganti Agregat Kasar. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 3(2), 33–43.
- Nugroho, A. (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>
- Prahara, E., Liong, G. T., & Rachmansyah, R. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa dalam Presentase Tertentu pada Beton Mutu Tinggi. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 6(2), 208. <https://doi.org/10.21512/comtech.v6i2.2265>
- Putro, A. L., & Prasetyoko, D. (2007). Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zeolit ZSM-5. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 33–36.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar ( Batu Apung ) Dan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- 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>
- Saputri, Y. W., Pongtuluran, E. H., Teknik, J., Politeknik, S., Balikpapan, N., Block, P., & Tekan, K. (2019). *Pengaruh pemanfaatan serbuk karet ban terhadap kuat tekan paving block*.
- Siddique, R., Naik, T.R., 2004. (2008). Properties of concrete containing scrap-tire rubber – an overview. *Promoting the Use of Crumb Rubber Concrete in Developing Countries*, 28(11), 2171–2176.
- Tata, A., & Sultan, M. A. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton. *SIPILsains*, 06, 23–30.
- Teknik, J., Teknik, F., Gadjah, U., Jalan, M., & No, G. (2008). Pemanfaatan Pasir Pantai Sepem Pang Dan Batu Pecah Asal Ranai Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*, 18(1), 739–747.
- Türkel, S., & Kandemir, A. (2010). Fresh and Hardened Properties of SCC Made with Different Aggregate and Mineral Admixtures. *Journal of Materials in*

*Civil Engineering*, 22(10), 1025–1032.[https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0000107](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0000107)

Wongso, D., Djaja, C., & Supriyadi, A. (n.d.). *STUDI PERANCANGAN SELF-COMPACTING CONCRETE ( SCC ) UNTUK BETON BERKEKUATAN TINGGI ( HIGH PERFORMANCE CONCRETE ) DENGAN METODE ACI*  
*Karya ilmiah mempresentasikan hasil dari percobaan pembuatan benda uji Metode ACI dengan penambahan chemical admixture berupa.*

# LAMPIRAN

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama : Fadly Akbar  
Panggilan : Fadly  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat Sekarang : Jl. H.M Joni, Aspol Pasar Merah, Blok M No.5  
HP/Tlpn Seluler : 0895-6184-84307

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210123  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri, No. 3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD SWASTA ERIA	2003 – 2009
Sekolah Menengah Pertama	SMP NEGERI 3 MEDAN	2009 □ 2012
Sekolah Menengah Akhir	SMA 5 MEDAN	2012 – 2015

### ORGANISASI

#### Informasi Tahun

Anggota BPH Himpunan Mahasiswa Sipil : 2016  
Anggota FKMTSI (forum komunikasi mahasiswa teknik sipil) : 2017