

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC

(Studi Penelitian)

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

Disusun oleh:

FAHMI ARIE SANDY
1707210179



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fahmi Arie Sandy

NPM : 1707210179

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Serat Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Melalui Metode SCC (Studi Penelitian)

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 07 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fahmi Arie Sandy

NPM : 1707210179

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Serat Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Melalui Metode SCC (Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 07 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Wiwin Nurzanah S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Fahmi Arie Sandy
Tempat , Tanggal Lahir : Bosar Maligas, 13 Mei 1999
NPM : 1707210179
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Perbandingan Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Serat Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Melalui Metode SCC”

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

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

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

Medan, 07 Oktober 2021
Saya yang menyatakan


Fahmi Arie Sandy



METERAI
TEMPEL
FE282AJX481161239

ABSTRAK

PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC (STUDI PENELITIAN)

Fahmi Arie Sandy
1707210179

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

Tingkat kebutuhan penggunaan beton sebagai struktur bangunan sangat tinggi. Karena beton dianggap lebih praktis dan ekonomis dibandingkan bahan konstruksi lain. Kandungan semen dalam beton mempengaruhi kekuatan beton. Penambahan serat dalam beton biasanya dimaksudkan agar mendapatkan kualitas beton yang lebih baik, sehingga beton yang dihasilkan memiliki mutu terbaik. Tetapi, penambahan serat dalam campuran beton dapat menimbulkan menurunnya *workability* terhadap beton segar. Maka dari itu, dilakukan pengembangan material dengan menggunakan abu sekam padi (ASP) sebagai bahan tambah yang diberikan 10%, 15%, 20% dari berat semen, dan penambahan serat sabut kelapa (SSK) sebanyak 0,003%, serta digunakan dua faktor air semen yaitu 0,40, dan 0,43 untuk mengetahui hasil yang lebih optimal. Karakteristik kuat tekan beton SCC dengan campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan di umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 27,43% sampai 33,43% untuk faktor air semen 0,40. Sedangkan penggunaan faktor air semen 0,43 mengalami penurunan sebesar 15,19% sampai 28,8%. *Workability* dan kuat tekan yang diperoleh dalam pengujian ini menurun. Hal ini disebabkan karena penambahan SSK dan ASP menjadikan beton lebih kental sehingga membuat beton tidak memadat dengan sempurna, yang mengakibatkan kuat tekan yang menurun.

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

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENCES OF WATER CEMENT FACTORS TO THE STRENGTH OF COCONUT FIBER CONCRETE WITH RICE HUSK ASH ADDED MATERIALS THROUGH SCC METHOD (RESEARCH STUDY)

Fahmi Arie Sandy

1707210179

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

The level of need for the use of concrete as a building structure is very high. Because concrete is considered more practical and economical than other construction materials. The cement content in concrete affects the strength of the concrete. The addition of fiber in concrete is usually intended to get better concrete quality, so that the resulting concrete has the best quality. However, the addition of fiber in the concrete mixture can cause a decrease in the workability of fresh concrete. Therefore, material development is carried out using rice husk ash (ASP) as an added material given 10%, 15%, 20% of the weight of cement, and the addition of fiber coconut fiber (SSK) as much as 0.003%, and two water cement factors, namely 0.40, and 0.43 were used to find out more optimal results. 28 days decreased by 27.43% to 33.43% for the water cement factor of 0.40. While the use of water cement factor 0.43 decreased by 15.19% to 28.8%. Workability and compressive strength obtained in this test decreased. This is because the addition of SSK and ASP makes the concrete more viscous so that the concrete does not solidify perfectly, which results in decreased compressive strength.

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

KATA PENGANTAR



Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perbandingan Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Serat Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Melalui Metode SCC”

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. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan, saran serta motivasi yang diberikan.
5. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

6. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis.
7. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis Ayahanda Mhd. Agus Salim dan Ibunda Lely Yasmila, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Terimakasih penulis berikan kepada diri sendiri yang mampu melewati segala rintangan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terimakasih telah bertahan, berjuang, dan menyelesaikan kewajiban ini. Kamu hebat dan kuat.
9. Yang tersayang Saudara/i kandung penulis Lisa Sagita Zulfadilah, Rafly Riyandi, dan Diah Ayu Fadilah, dan terkasih Dania Tila yang telah memberikan dukungan, semangat, serta perhatian kepada penulis.
10. Rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2017. Terimakasih telah 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

Fahmi Arie Sandy
1707210179

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Umum | 6 |
| 2.2 Beton Serat | 6 |
| 2.3 Beton SCC (<i>Self Compacting Concrete</i>) | 7 |
| 2.4 Bahan Dasar Pembuatan Beton | 8 |
| 2.4.1 Semen | 8 |
| 2.4.2 Agregat Halus | 9 |
| 2.4.3 Agregat Kasar | 10 |
| 2.4.4 Air | 10 |
| 2.4.5 Superplasticizer (Sika) | 11 |
| 2.5 Abu Sekam Padi | 12 |

| | | |
|------|------------------------|----|
| 2.6 | Serat Sabut Kelapa | 14 |
| 2.7 | Faktor Air Semen | 15 |
| 2.8 | <i>Workability</i> | 15 |
| 2.9 | <i>Slump Flow</i> | 16 |
| 2.10 | <i>Viskositas</i> | 17 |
| 2.11 | <i>Passing Ability</i> | 18 |
| 2.12 | Kuat Tekan | 18 |

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 20 |
| 3.2 | Tempat Penelitian | 23 |
| 3.3 | Alat dan Bahan | 23 |
| 3.3.1 | Alat | 23 |
| 3.3.2 | Bahan | 24 |
| 3.4 | Metode Penelitian | 25 |
| 3.4.1 | Data Primer | 25 |
| 3.4.2 | Data Sekunder | 26 |
| 3.5 | Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan | 26 |
| 3.5.1 | Pemeriksaan Agregat Kasar | 26 |
| 3.5.2 | Pemeriksaan Agregat Halus | 28 |
| 3.5.3 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi | 31 |
| 3.5.4 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Serat Sabut Kelapa | 32 |
| 3.6 | Perencanaan Campuran Beton | 34 |
| 3.7 | Serat Sabut Kelapa | 36 |
| 3.8 | Abu Sekam Padi | 36 |
| 3.9 | <i>Mix Design</i> | 36 |
| 3.10 | Pembuatan Benda Uji | 37 |
| 3.10.1 | Langkah-langkah Pembuatan Benda Uji | 37 |
| 3.10.2 | <i>Slump Flow</i> | 38 |
| 3.10.3 | <i>V Funnel Test</i> | 39 |
| 3.10.4 | <i>L – Box Test</i> | 40 |
| 3.10.5 | Perawatan (<i>curing</i>) Pada Benda Uji | 42 |

| | |
|-----------------------|----|
| 3.11 Kuat Tekan Beton | 43 |
|-----------------------|----|

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton | 44 |
| 4.2 Perhitungan Mix Design Beton Self-Compacting Concrete | 45 |
| 4.3 Pemeriksaan <i>Slump Flow</i> | 52 |
| 4.4 Pemeriksaan <i>Viskositas</i> | 54 |
| 4.5 Pemeriksaan Passing Ability | 57 |
| 4.6 Workability Beton <i>Self Compacting Concrete</i> Serat Sabut Kelapa | 59 |
| 4.7 Pengujian Kuat Tekan | 60 |
| 4.7.1 Analisa Kuat Tekan Rerata | 62 |
| 4.7.2 Analisa Perbandingan Kuat Tekan dengan Variasi Faktor Air Semen | 63 |

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 65 |
| 5.2 Saran | 66 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1: Beton yang terkorosi | 2 |
| Gambar 2.1: Semen | 8 |
| Gambar 2.2: <i>Viscoflow</i> 3660 LR | 12 |
| Gambar 2.3: Abu Sekam Padi | 13 |
| Gambar 2.4: Serat Sabut Kelapa | 14 |
| Gambar 2.5: Alat <i>Slumpflow Test</i> | 17 |
| Gambar 2.6: Alat <i>V Funnel Test</i> | 17 |
| Gambar 2.7: Alat <i>L-Box Test</i> | 18 |
| Gambar 3.1: Diagram alir penelitian | 22 |
| Gambar 3.2: Pembuatan benda uji | 38 |
| Gambar 3.3: Pengujian <i>Slumpflow</i> | 39 |
| Gambar 3.4: Alat uji <i>V Funnel</i> | 40 |
| Gambar 3.5: Alat uji <i>L-Box</i> | 41 |
| Gambar 3.6: Perawatan benda uji | 42 |
| Gambar 3.7: Pengujian Kuat Tekan Beton | 43 |
| Gambar 4.1: Grafik <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40 | 53 |
| Gambar 4.2: Grafik <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.43 | 53 |
| Gambar 4.3: Grafik <i>V Funnel</i> adonan SCC dengan FAS 0.40 | 55 |
| Gambar 4.4: Grafik <i>V Funnel</i> adonan SCC dengan FAS 0.43 | 56 |
| Gambar 4.5: Grafik <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40 | 58 |
| Gambar 4.6: Grafik <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.43 | 58 |
| Gambar 4.7: Grafik Kuat Tekan Beton 28 Hari | 62 |
| Gambar 4.8: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata dengan FAS | 64 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1: Komposisi Kimia Abu Sekam Padi | 13 |
| Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar | 27 |
| Tabel 3.2: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar | 27 |
| Tabel 3.3: Data-data hasil kadar lumpur agregat kasar | 28 |
| Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus | 29 |
| Tabel 3.5: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus | 30 |
| Tabel 3.6: Data-data hasil kadar lumpur agregat halus | 31 |
| Tabel 3.7: Proporsi Variasi Campuran Beton | 37 |
| Tabel 4.1: Data-data tes dasar | 44 |
| Tabel 4.2: Variasi penambahan abu sekam padi serta serat sabut kelapa | 45 |
| Tabel 4.3: Komposisi Campuran Beton <i>Self-Compacting Concrete</i> dalam 1 m ³ dengan FAS 0.40 | 46 |
| Tabel 4.4: Komposisi Campuran Beton <i>Self-Compacting Concrete</i> dalam 1 m ³ dengan FAS 0.43 | 46 |
| Tabel 4.5: <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40 | 52 |
| Tabel 4.6: <i>Slump Flow</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.43 | 53 |
| Tabel 4.7: <i>V Funnel</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40 | 55 |
| Tabel 4.8: <i>V Funnel</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.43 | 56 |
| Tabel 4.9: <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.40 | 57 |
| Tabel 4.10: <i>Passing Ability</i> adonan beton SCC dengan FAS 0.43 | 58 |
| Tabel 4.11: Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari | 61 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|----------|---|
| f'_c | = Kuat tekan beton (MPa) |
| P | = Beban maksimum (N) |
| A | = Luas penampang beton tertekan (mm^2) |
| PL | = Passing Ability ratio beton segar |
| PF | = Faktor kerapatan |
| w/c | = Faktor air semen rencana |
| H_1 | = Tinggi rata rata beton segar pada bagian ujung boks horizontal (mm) |
| H_2 | = Tinggi rata-rata beton segar pada bagian boks vertical (mm) |
| A | = Luas penampang benda uji (mm^2) |
| W_g | = Jumlah agregat kasar (kg/m^3) |
| W_{gl} | = Berat isi agregat kasar (kg/m^3) |
| W_s | = Jumlah agregat halus (kg/m^3) |
| W_{sl} | = Berat isi agregat halus (kg/m^3) |
| C | = Jumlah semen (kg/m^3) |
| W_f | = Jumlah fly ash dibutuhkan (kg/m^3) |
| W_{wc} | = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (kg/m^3) |
| W_{sp} | = Jumlah superplasticizer (kg/m^3) |
| $n\%$ | = Dosis superplasticizer yang digunakan (%) |
| a/s | = Perbandingan agregat kasar dan agregat halus (%) |
| $A\%$ | = Persentase fly ash yang digunakan (%) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan pada struktur bangunan modern adalah beton. Tingkat kebutuhan penggunaan beton sebagai struktur bangunan sangat tinggi. Karena beton dianggap lebih praktis dibandingkan bahan konstruksi lain dan lebih ekonomis. Kandungan semen dalam beton mempengaruhi kekuatan beton.

Beton juga merupakan bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton didapatkan dengan cara mencampur agregat halus, agregat kasar, atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolis yang lain, kadang juga dengan bahan tambahan (additive) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air (Arman, 2016).

Beton adalah material yang mempunyai keunggulan dalam kuat tekan akan tetapi lemah terhadap kuat tarik. Maka untuk mengatasi kelemahan tersebut ditambahkan bahan additive, serat baja atau serat alami atau yang biasa disebut dengan beton berserat.

Penambahan bahan additive atau beton serat biasanya dimaksudkan agar mendapatkan kualitas kekuatan beton yang lebih baik, sehingga beton yang dihasilkan memiliki mutu terbaik. Tetapi, penambahan serat dalam campuran beton dapat menimbulkan menurunnya *workability* terhadap beton segar, sehingga dapat mengakibatkan timbulnya segregasi, bleeding, dan rongga.

Beton yang bermutu baik adalah beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi, kedap air dan tidak keropos/porous. Tingkat porositas yang tinggi akan menjadi penyebab utama beton lemah, sehingga beton tidak dapat digunakan sesuai dengan kelayakannya.



Gambar 1.1: Beton yang terkorosi.

Untuk mengatasi masalah yang terjadi pada beton serat, yaitu dengan pembuatan beton dengan metode SCC (*Self Compacting Concrete*). *Self Compacting Concrete* adalah beton yang mampu memadat sendiri dengan slump yang cukup tinggi dan memiliki sebaran yang efektif. Beton ini sudah sejak lama diteliti di Jepang, dan untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an di Jepang. Beton jenis ini lebih cair daripada campuran beton konvensional pada umumnya, dimana beton segar dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self-leveling*) tanpa mengalami bleeding. Selain itu pembuatan beton dengan metode SCC ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadinya segregasi atau pemisahan materialnya.

Penggunaan bahan tambahan dalam pembuatan beton telah banyak digunakan untuk menciptakan beton yang lebih bermutu. Pada umumnya pemilihan bahan tambahan dalam pembuatan beton berasal dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, seperti serat sabut kelapa dan abu sekam padi. Karena Indonesia juga merupakan negara yang memiliki lahan pertanian dan perkebuan yang luas, sehingga tidak sulit untuk menemukan bahan-bahan tersebut.

Dengan pemanfaatan limbah industri pangan seperti abu sekam padi dan serat sabut kelapa dapat diolah menjadi bahan tambahan dalam membuat beton yang diharapkan mampu menghasilkan suatu beton dengan kekuatan yang baik, ramah lingkungan, dan dapat dilihat penggunaannya pada bangunan yang tepat dari jenis beton ini.

Namun pemilihan bahan tambahan dalam pembuatan beton juga dapat mempengaruhi beberapa hal, salah satunya yaitu Faktor Air Semen (FAS). Nilai FAS berbeda tergantung dengan campuran dalam pembuatan beton. Semakin kecil nilai FAS yang dipakai maka akan menghasilkan kekuatan beton yang semakin baik pula. Oleh karena itu peneliti mengambil judul **“Perbandingan Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Serat Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Melalui Metode SCC”** sebagai penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana variasi FAS mempengaruhi *workability* dengan beton memakai campuran SSK dan ASP sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton dengan metode SCC?
2. Bagaimana kekuatan tekan beton terhadap variasi FAS pada beton dengan campuran serat 0.003% dan ASP 0%, 10%, 15%, dan 20% dengan metode SCC?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas, maka perlu adanya pembatasan masalah antara lain:

1. Bahan yang digunakan penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Bahan penyusun beton yang digunakan antara lain semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan filler.
 - b. Filler atau bahan tambahan yang digunakan merupakan serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang diperoleh dari pedagang kaki lima disekitaran kota Medan.
 - c. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe 1
 - d. Agregat halus yang digunakan diperoleh dari Kota Binjai.
 - e. Agregat kasar yang digunakan berukuran maksimum 20 mm diperoleh dari Kota Binjai.

- f. Air Berasal dari laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Variasi penambahan campuran Abu Sekam Padi pada beton SCC adalah 0%, 10%, 15%, dan 20% dari jumlah semen.
3. Penambahan serat sabut kelapa 0.003%.
4. Pengujian dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 28 hari.
5. Kontrol diameter pada slumpflow ditetapkan 650 mm sampai 800 mm
6. Jumlah sample yang digunakan penelitian ini berjumlah 16 sample benda uji.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh FAS terhadap *workability* pada beton dengan bahan tambah SSK dan ASP menggunakan metode SCC.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan variasi FAS dan campuran serat menggunakan metode SCC.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi ilmu pengetahuan khususnya pembuatan beton dengan metode SCC dengan bahan tambahan serat sabut kelapa dan abu sekam padi.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi dan memanfaatkan limbah-limbah terbuang yang belum termanfaatkan secara maksimal seperti serat sabut kelapa dan abu sekam padi.
3. Untuk menambah pengetahuan dalam mengembangkan teknologi pembuatan beton SCC dengan memanfaatkan material lokal dan sisa limbah industri pangan, dan dapat memberikan informasi tentang pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi 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 defenisi yang diambil dari kutipa 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

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang populer digunakan untuk membangun gedung, jembatan dan jalan. Beton merupakan bahan komposit (campuran) yang terdiri atas campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambahan lain dalam persentase tertentu. Dikarenakan beton merupakan material komposit, maka kualitas beton sangat bergantung pada kualitas masing-masing material pembentuknya. Beton dapat dikatakan baik apabila memiliki kekuatan tekan tinggi, kedap terhadap air, dapat menahan aus, kembang susut yang terjadi kecil dan dapat bertahan lama (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (additive).

2.2 Beton Serat

Penambahan serat pada pembuatan beton sangat berpengaruh dengan kualitas mutu beton. Karena beton yang memiliki sifat kuat terhadap tekan tetapi lemah terhadap tarik, maka penggunaan serat sebagai bahan tambahan beton dapat meningkatkan kualitas beton agak lebih kuat terhadap tarik.

Pemilihan bahan tambahan serat dalam pembuatan beton juga dapat mempengaruhi beberapa hal, salah satunya yaitu Faktor Air Semen dan dapat menimbulkan menurunnya *workability* terhadap beton segar, sehingga dapat mengakibatkan timbulnya segregasi, bleeding, dan rongga.

Dalam penelitian (Winarto, 2017), yang berjudul Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan, beton dengan penambahan serat ijuk cocok untuk bangunan perumahan, gedung, jembatan dan bangunan bergerak lainnya. Karena kualitas

beton menggunakan serat ijuk setelah tes memenuhi persyaratan beban tekan minimum persyaratan SNI 0447-81 untuk golongan mutu II.

Penelitian (Safarizki, 2017), *flowability* dan *workability* dalam beton SCC meningkat dengan penambahan serbuk bata dan limbah fiber, hal tersebut terlihat dari peningkatan nilai *slumpflow*. Kuat tekan beton pada umur 1 hari dengan penambahan serbuk bata dan limbah fiber juga akan meningkat.

Peningkatam tersebut juga sangat bergantung pada banyak hal, salah satunya jumlah variasi serat yang tergabung kedalam campuran beton tersebut. Jadi kesimpulannya, peningkatan beton yang sesuai rencana juga tergantung dengan campuran serat yang sesuai.

Selain meningkatkan kuat tekan, penggunaan serat sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton juga dapat memperbaiki atau meningkatkan kuat tarik dari beton tersebut. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Arman, 2016), ketika suatu benda uji beton diberi beban sehingga mengalami retak pada saat akan patah/terbelah, retaknya akan langsung tertahan oleh serat yang terkandung dalam beton sehingga terbelahnya benda uji menjadi lama, yang hasilnya nilai kuat tekan menjadi meningkat.

2.3 Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)

Perkembangan teknologi beton terus mengarah pada inovasi dalam mengatasi permasalahan yang ada dilapangan. *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah beton mutu tinggi yang dapat memadat sendiri merupakan salah satu inovasi yang muncul dalam menghadapi tuntutan akan adanya campuran beton yang memiliki *workabilty* tinggi. Pada beton SCC selain *workability* juga dituntut adanya mutu kuat tekan yang tinggi pada masa awal umur beton. Berbagai bahan tambah digunakan dalam pembuatan SCC untuk mendapatkan hasil kuat tekan tinggi dan *workability* yang baik (Safarizki, 2017). Penurunan *workability* terjadi karena penambahan serat dalam pembuatan beton yang dimaksudkan untuk meningkatkan kekuatan beton itu sendiri.

Pada SCC, beton tidak perlu digetar dengan alat penggetar (vibrator) karena beton akan memadat sendiri dengan gravitasi ke ruang yang terkecil dalam bekisting, sehingga tidak menghasilkan suara bising dan tenaga kerja yang lebih

sedikit (Riyadi, 2019). Penggunaan SCC akan menghasilkan beton yang memiliki kekuatan dan keawetan (durabilitas) yang lebih baik dari beton konvensional. Alat yang digunakan untuk menguji *workability* dan *flowability* pada *Self Compacting Concrete* segar ada beberapa macam, diantaranya: *slump flow by Abrams Cone, L-Box, V-funnel*.

Beton *self compacting concrete* memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Sangat encer, bahkan dengan bahan aditif tertentu bisa menahan slump tinggi dalam jangka waktu lama (slump keeping admixture).
2. Tidak memerlukan pemadatan manual.
3. Lebih homogen dan stabil.
4. Kuat tekan beton bisa dibuat untuk mutu tinggi atau sangat tinggi.
5. Lebih kedap, porositas lebih kecil.
6. Susut lebih rendah.
7. Dalam jangka panjang struktur lebih awet (durable).

2.4 Bahan Dasar Pembuatan Beton

Beton pada umumnya terdiri dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (additive) dapat ditambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas beton.

2.4.1 Semen

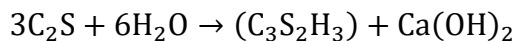
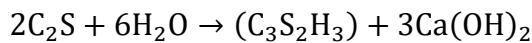


Gambar 2.1: Semen.

Semen merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan fisik di sektor konstruksi sipil. Semen dapat didefinisikan sebagai bahan

campuran yang secara kimiawi akan aktif setelah adanya reaksi dengan air. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur.

Proses reaksi kimia semen dengan air sehingga membentuk massa padat ini juga masih belum bisa diketahui secara rinci karena sifatnya yang sangat kompleks. Rumus kimia yang dipergunakan juga masih bersifat perkiraan untuk reaksi kimia dari unsur C_2S dan C_3S dapat ditulis sebagai berikut:



Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen dengan tujuan pemakaiannya.

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yaitu kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama bahan tambahan lainnya salah satunya berupa kristal senyawa sulfat. (SNI 15-2049-2004)

2.4.2 Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu.

Pasir adalah bahan bangunan yang berupa butiran, bersifat tidak tersementasi, tidak saling mengikat, dan hasil pelapukan batuan atau letusan gunung berapi dari penggalian lapisan tanah pembentuk kerak bumi. Butir pasir pada umumnya berukuran 0,0625 hingga 4,75 milimeter.

Agregat halus yang akan digunakan dalam campuran beton menurut (SNI 03-6820-2002) harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

1. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran agregat untuk pekerjaan semen hidrolis harus memenuhi :

- a. Agregat halus alami hasil disintegrasi batu alam;
- b. Agregat halus hasil olahan diproses khusus sehingga bentuk dan ukuran sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 03-6820-2002;

- c. Agregat yang berbutir bulat dan berukuran seragam tidak boleh digunakan.
2. Unsur Perusak

Unsur perusak yang terkandung dalam agregat harus dibatasi sebagai berikut:

 - a. Partikel yang mudah pecah maksimum 1.0%
 - b. Tidak mengandung zat organik
 - c. Partikel ringan yang terapung pada cairan dengan berat jenis 2.0 maksimum sebesar 0.5%
 - d. Kadar lumpur yang terkandung maksimum sebesar 5%.
 - e. Bebas dari kotoran yang dapat merusak.

2.4.3 Agregat Kasar

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

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

2.4.4 Air

Dalam pembuatan beton, air adalah material yang sangat penting. Air dibutuhkan untuk memicu proses kimiawi semen dalam pembuatan beton *Self*

Compacting Concrete, yang menyebabkan terjadinya proses pengikatan dan pengerasan pada beton, sekaligus menjadi material yang membasahi agregat dan memudahkan dalam pengerjaannya.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi (SNI 7974, 2013) mengenai Spesifikasi Air Pencampur Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis. Syarat umum air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran yakni:

1. Air tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang yang dapat dilihat secara visual lebih dari 2 gram/liter karena dapat mengurangi daya lekat beton.
2. Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan yang merusak seperti mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau beton.
3. Air pencampur tidak mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan yaitu lebih dari 0.5 gram/liter.
4. Air pencampur tidak boleh mengandung senyawa sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1 gram/liter.
5. Air yang tidak dapat diminum sebaiknya tidak digunakan.

2.4.5 Superplasticizer (Sika)

Superplasticizer adalah bahan tambahan kimia yang dapat melarukan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata dan menyelimuti agregat dengan baik serta mampu meningkatkan *workability* beton. Prinsip kerjanya *superplasticizer* dapat larut dalam air dan dapat menghasilkan gaya tolak menolak antara partikel semen agar tidak terjadi pengumpulan pada partikel semen yang dapat menimbulkan rongga udara dalam beton dan beton mampu mengalir tanpa terjadi segregation dan bleeding yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar.

Superplasticizer yang digunakan merupakan jenis *viscoflow 3660 LR*. Sika *viscoflow 3660 LR* adalah *superplasticizer* generasi ke tiga untuk beton dan mortar. Ini dikembangkan untuk produksi beton aliran tinggi dengan sifat retensi aliran

yang luar biasa dan pengurangan yang signifikan dalam *bleeding* dan *segregation*. (PT Sika Indonesia).

Menurut PT Sika Indonesia beton yang diproduksi dengan sika *viscoflow 3660 LR* menunjukkan sifat-sifat sebagai berikut:

1. Aliran yang sangat baik (menghasilkan upaya pelapisan dan pemadatan yang sangat tinggi)
2. Perilaku pemadatan diri yang kuat
3. Peningkatan penyusutan dan creep



Gambar 2.2: *Viscoflow 3660 LR*.

2.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa pembakaran yang kaya akan silika (SiO_2). Perlakuan panas pada sekam padi menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butiran abunya. Abu sekam padi banyak mengandung senyawa silika (SiO_2) sebesar 89,64% sehingga dapat digolongkan sebagai pozzolan. Pozzolan tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Tata and Sultan (2016) abu sekam padi memiliki sifat sebagai pengikat jika dicampur dengan air, disamping itu juga merupakan pengikat pasir. Pasir silika mempunyai sifat hydrophilic, yaitu sifat yang dimiliki sebuah material

untuk menarik dan mengikat air pada permukaannya. Abu sekam padi merupakan material bersifat sebagai pengisi yang mengandung unsur-unsur bermanfaat dalam meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton.

Abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan penganti semen yaitu bahan tambah untuk konstruksi dengan tujuan meningkatkan nilai tambah dalam pembuatan beton yang mempunyai sifat-sifat yang lebih bagus (Nugroho, 2017).

Tabel 2.1: Komposisi Kimia Abu Sekam Padi.

| Komponen | % Berat |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 89.90 |
| K ₂ O | 4.50 |
| CaO | 1.01 |
| P ₂ O ₅ | 2.45 |
| MgO | 0.79 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.47 |
| Al ₂ O ₃ | 0.46 |
| MnO | 0.14 |
| CO ₂ | 0.10 |
| S | 0 < LLD |

(Hadipramana et al., 2016)



Gambar 2.3: Abu Sekam Padi.

2.6 Serat Sabut Kelapa

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

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

Penelitian (Sahrudin & Nadia, 2016), menyimpulkan penambahan serat sabut kelapa dapat meningkatkan kuat tekan pada beton. Tetapi semakin banyak penambahan sabut kelapa kedalam campuran beton, berat volume beton tersebut akan semakin ringan.



Gambar 2.4: Serat Sabut Kelapa.

2.7 Faktor Air Semen

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu diantaranya adalah faktor air semen (fas). Fas merupakan perbandingan antara berat air dengan berat semen dalam suatu komposisi campuran. Semakin tinggi nilai fas maka mutu betonnya akan semakin rendah. Namun demikian, semakin rendah nilai fas tidak selalu berarti bahwa kekuatan betonnya semakin tinggi (Budi Doloksaribu, 2018).

Menurut Mulyono dalam Purnawirati (2020) FAS yang rendah menyebabkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan keterkaitannya (kekuatan awal lebih berpengaruh). Batuan semen mencapai kepadatan yang tinggi (normal ratio sekitar 0,25-0,65). Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% dari berat semen dan dengan menggunakan faktor air semen yang rendah tentu kuat tekan yang diperoleh akan tinggi dan sebaliknya. Namun kenyataannya pada suatu nilai tertentu digunakan nilai faktor air semen yang rendah tidak meningkatkan kuat tekan betonnya, hal ini disebabkan karena workability yang rendah atau adukan beton sulit dipadatkan.

2.8 Workability

Workability adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah diangkut, dituang/dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu (Sari et al., 2015).

Beberapa parameter untuk mengetahui workabilitas beton segar adalah:

1. *Compactible*, yaitu kemudahan beton untuk dipadatkan dengan baik. Pemadatan bertujuan untuk mengurangi rongga-tongga udara yang terjebak didalam beton sehingga diperoleh susunan yang padat dan memperkuat ikatan antar partikel beton.
2. Mobilitas, yaitu kemudahan beton untuk mengalir atau dituang dalam cetakan dan dibentuk.

3. Stabilitas, yaitu kemampuan beton untuk tetap stabil, homogen selama pencampuran, serta tidak terjadi segregasi dan bleeding (Sari et al., 2015).

2.9 Slump Flow

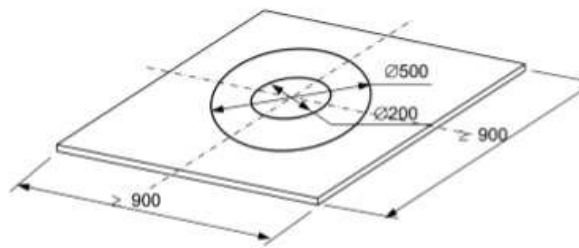
Filling ability adalah kemampuan beton untuk mengalir dan mengisi keseluruhan bagian cetakan melalui beratnya sendiri. Untuk menentukan *filling ability* dari beton tersebut, digunakan *slump flow test* dengan menggunakan kerucut *abrams* guna mengetahui kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dalam besaran diameter.

Uji *Slump Flow* digunakan untuk *flowability* (kemampuan air) dan stabilitas beton. Peralatan yang digunakan untuk aliran slump terkini terdiri dari lingkaran yang digambar pada permukaan datar dengan diameter 500 mm -700 mm. Alat uji kerucut (kerucut *abrams*) diisi dengan campuran beton SCC kemudian setelah penuh, kerucut *abrams* diangkat ke atas sehingga adonan beton ringan membentuk sebuah lingkaran.

Menurut (EFNARC, 2005), kelas aliran-kemerosotan tipikal untuk berbagai aplikasi:

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

Nilai *slump flow* yang ditetapkan yaitu minimum 650 mm dan maksimum 800 mm

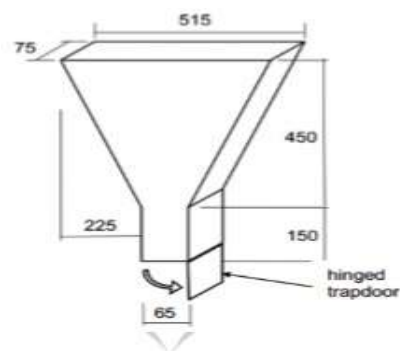


Gambar 2.5: Alat *Slumpflow Test*.
(Sumber Efnarc)

2.10 Viskositas

V Funnel test digunakan untuk mengukur *filling ability* dan stabilitas dari SCC. Peralatan terdiri dari corong berbentuk V di bagian bawah terdapat pintu yang dapat dibuka tutup. Di bawah corong disediakan ember untuk menampung SCC yang nantinya akan dialirkan. Campuran beton SCC diisikan secara penuh dalam corong kemudian diamkan selama 1 menit dan pintu di bawah corong dibuka. Beton SCC diamati ketika mengalir dan segala hambatan blocking baik tetap maupun sementara dicatat. Catat waktu total hingga seluruh campuran SCC dalam corong habis mengalir.

Berdasarkan (EFNARC, 2005), hasil uji *v-funnel* yang memenuhi syarat untuk beton SCC adalah memiliki waktu alir 6-12 detik. Waktu dihitung sejak pembukaan penutup dasar hingga seluruh beton mengalir ke wadah penampung, setelah sebelum penutup di dasar alat tertutup rapat dan campuran SCC dimasukkan ke dalam rongga *v-funnel* hingga penuh.



Gambar 2.6: Alat *V Funnel Test*.
(Sumber Efnarc)

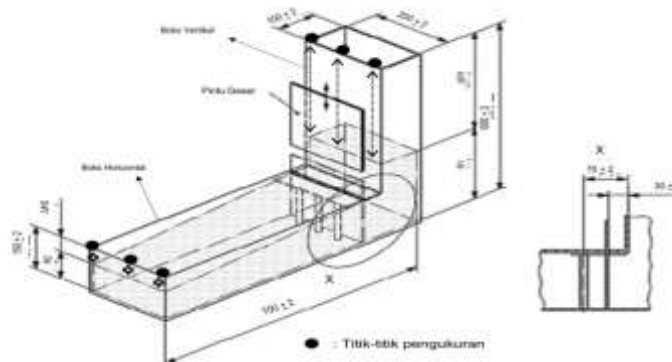
2.11 *Passing Ability*

Sifat dari Beton SCC yang dapat melewati celah antar besi tulangan atau bagian sempit yang disebut *passingability* dapat diketahui melalui test *L-Box*.

Passing ability merupakan kemampuan beton memadat sendiri tanpa penggetaran, mengisi semua ruangan acuan melalui rintangan dengan berat sendiri diukur berdasarkan perbandingan dari beda ketinggian beton segar sebelum dan sesudah melalui rintangan (SNI-8348, 2017)

Dengan melakukan *L-Box test* juga dapat mengetahui nilai *blocking ratio* yaitu perbandingan antara H_2/H_1 . Dimana H_2 adalah tinggi beton segar dalam *L-Box* yang tidak melalui tulangan, sedangkan H_1 adalah tinggi beton segar dalam *L-Box* setelah melalui tulangan

Pengujian dengan menggunakan metode *L-Box* ini ditunjukkan terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori SCC dikatakan masuk dalam syarat *passing ability* yang baik. Batasan dalam alat uji *L-Shaped Box*, campuran beton yang dikategorikan SCC harus mampu memenuhi syarat h_2/h_1 adalah 0,8-1,0 (EFNARC, 2005).



Gambar 2.7: Alat *L-Box Test*.
(Sumber SNI-8348, 2017)

2.12 Kuat Tekan

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_3S 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.

Untuk mengetahui secara pasti kekuatan beton ringan, dilakukan pengujian kuat tekan. Pada mesin uji tekan, benda yang akan diuji diletakkan dan diberi beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Untuk mengetahui besar dari kuat tekan beton maka digunakan persamaan berdasarkan (SNI 1974:2011), sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (\text{Pers. 2.1})$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan beton (N/mm^2 atau MPa)

P = Beban hancur (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

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

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

1. Persiapan Material

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

2. Pengujian Dasar Material

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

3. *Mix Design*

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

4. Pembuatan Benda Uji

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

5. Pengujian *Slump Flow*

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

6. 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.

7. Pengujian *L – Box Test*

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

8. Pencetakan Benda Uji

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

9. Perawatan Benda Uji

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

10. Pengujian Kuat Tekan Beton

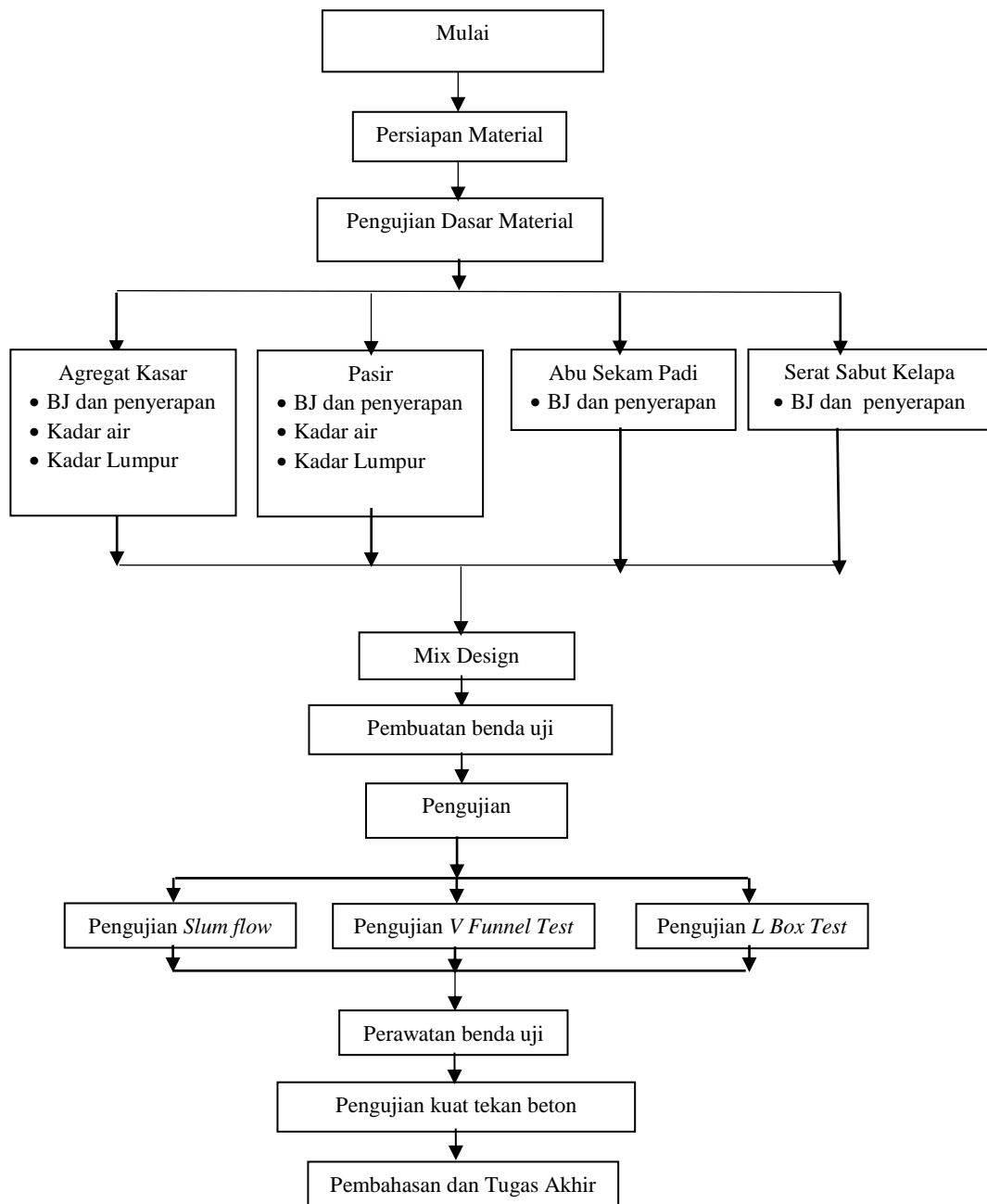
Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

11. Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah

didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

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



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian.

3.2 Tempat Penelitian

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, berat jenis, *slump flow*, *v funnel test*, *l box*.
2. Pengujian kuat tekan beton (*compressive strenght test*) akan dilakukan diluar Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Alat dan Bahan

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

3.3.1 Alat

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus, meliputi: No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan.
2. Timbangan digital, berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Gelas ukur, digunakan sebagai takaran air, *admixture*s yang digunakan dalam pengerjaan beton *self compacting concrete*.
4. *Stopwatch*, berfungsi sebagai alat mengukur waktu pengujian.
5. Piknometer, berfungsi sebagai alat melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan pada pasir, abu sekam padi, dan serat sabut kelapa.
6. Oven, berfungsi sebagai alat mengeringkan sampel bahan.
7. Wadah atau ember, berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.

8. Plastik ukuran 2 kg, berfungsi sebagai wadah untuk bahan yang telah siap untuk di *mixer*.
9. Pan, berfungsi sebagai alat untuk alas pengaduk beton segar.
10. Skop tangan dan alat cetok, berfungsi sebagai alat pencampur beton segar, dan meratakan permukaan beton dalam cetakan.
11. Cetakan (*bekisting*) beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
12. Vaseline dan kuas, berfungsi untuk melapisi cetakan beton agar tidak menempel dalam cetakan.
13. Satu set alat *slump flow test*, yang terdiri dari tadi: kerucut *abrams*, penggaris, dan plat.
14. Satu set alat *v – funnel test*
15. Satu set alat *l – box test*
16. Mesin pengaduk (*mixer*), berfungsi sebagai alat pencampur semua bahan hingga membentuk adonan beton segar.
17. Bak perendam, berfungsi untuk merendam beton yang telah dilepaskan dari cetakan.
18. Mesin uji tekan beton (*compression test machine*), berfungsi untuk mengukur kuat tekan beton.

3.3.2 Bahan

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

1. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini ialah batu kerikil yang diperoleh dari Kota Binjai dengan ukuran maksimum 20 mm.
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini ialah batu kerikil yang diperoleh dari Kota Binjai.
3. Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 PCC.

4. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari pembelian secara mandiri di tiap-tiap toko yang menjual abu sekam padi.

5. Serat Sabut Kelapa

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

6. Air

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

7. *Chemical Admixture*

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

3.4 Metode Penelitian

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

3.4.1 Data Primer

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

- a. Berat Jenis dan Penyerapan
- b. Pemeriksaan Kadar Air
- c. Kadar Lumpur
- d. *Mix Design*
- e. *Slump Test*
- f. *V Funnel Test*
- g. *L – Box Test*
- h. Uji Kuat Tekan Beton

3.4.2 Data Sekunder

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

3.5 Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan

3.5.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini meliputi beberapa tahap pemeriksaan, diantaranya:

1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C-127, 2001). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

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

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

- a. Berat jenis contoh kering $= \frac{E}{(B+D-C)}$
- b. Berat jenis contoh SSD $= \frac{B}{(B+D-C)}$
- c. Berat jenis semu $= \frac{E}{(E+D-C)}$
- d. Penyerapan $= \frac{(B-E)}{E} \times 100\%$

Pada Tabel 3.1 diketahui nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diteliti. Terlihat bahwa terdapat tiga macam berat jenis, yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Nilai berat jenis akan terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis ssd < berat

jenis contoh semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis kering sebesar 2,696 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu SSD 2,716 gr/cm³ serta nilai rata-rata berat jenis contoh semu adalah 2,751 gr/cm³. Dalam pemeriksaan ini didapat pula nilai penyerapan pada agregat kasar sebesar 0,752% dan berdasarkan (ASTM C-127, 2001) nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

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

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

Sumber: Data penelitian

2. Pemeriksaan kadar air

Berdasarkan Tabel 3.2 menjelaskan bahwa hasil pemeriksaan kadar air rata-rata pada agregat kasar didapatkan sebesar 0,604%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali pengujian. Hasil tersebut telah memenuhi standar dari (ASTM C 566, 1997) yaitu 0.5% - 1.5%.

Tabel 3.2: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.

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

Sumber: Data penelitian

3. Pemeriksaan kadar lumpur

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 117, 2013). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh kering (A)

Berat contoh kering setelah dicuci (B)

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

$$C = A - B$$

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

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

Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3. Presentase kadar lumpur yang diperoleh dalam penelitian sebesar 0,733% pada sampel pertama dan pada sampel kedua sebesar 0,8%. Dalam pemeriksaan ini, pemeriksaan kadar lumpur dilakukan dengan cara mencuci agregat dengan air yang bersih

Tabel 3.3: Data-data hasil kadar lumpur agregat kasar.

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

Sumber: Data penelitian

3.5.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahap pemeriksaan diantaranya:

1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128, 2001). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

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

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

- a. Berat jenis contoh kering $= \frac{E}{(B+D-C)}$
- b. Berat jenis contoh SSD $= \frac{B}{(B+D-C)}$
- c. Berat jenis semu $= \frac{E}{(E+D-C)}$
- d. Penyerapan $= \frac{(B-E)}{E} \times 100\%$

Pada Tabel 3.4 diketahui nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diteliti. Terlihat bahwa terdapat tiga macam berat jenis, yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Nilai berat jenis akan terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis ssd < berat jenis contoh semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis kering sebesar 2,527 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu SSD 2,571 gr/cm³ serta nilai rata-rata berat jenis contoh semu adalah 2,643 gr/cm³. Dalam pemeriksaan ini didapat pula nilai penyerapan pada agregat kasar sebesar 1,730% dan berdasarkan (ASTM C 128, 2001) nilai ini berada di bawah nilai penyerapan agregat kasar maksimum sebesar 2%.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

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

Sumber: Data penelitian

2. Pemeriksaan kadar air

Pemeriksaan kadar air agregat halus sesuai dengan (ASTM C 566, 1997). Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat dalam Tabel 3.5 di bawah. Berdasarkan hasil tersebut, pemeriksaan dilakukan dengan dua sampel dengan berat masing-masing 500 gram. Hasil dari pemeriksaan pertama didapat sebesar 2,249% serta pemeriksaan kedua didapat sebesar 2,041%. Maka nilai rata-rata yang diperoleh adalah 2,145%.

Tabel 3.5: Data-data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.

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

Sumber: Data penelitian

3. Pemeriksaan kadar lumpur

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 117, 2013). Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh kering (A)

Berat contoh kering setelah dicuci (B)

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

$$C = A - B$$

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

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

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

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

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

Sumber: Data penelitian

3.5.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi

1. Tujuan : Untuk menentukan berat jenis abu sekam padi dalam keadaan SSD
2. Peralatan:
 - a. Piknometer.
 - b. Kompor spiritus.
 - 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 × 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 ± 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 ke dalam 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:

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis contoh kering} &= \\ \frac{E}{(B+D-C)} & \quad (\text{Pers. 3.1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis contoh SSD} &= \\ \frac{B}{(B+D-C)} & \quad (\text{Pers. 3.2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis contoh semu} &= \\ \frac{E}{(E+D-C)} & \quad (\text{Pers. 3.3}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan} &= \\ \left[\frac{(B-E)}{E} \right] \times 100\% & \quad (\text{Pers. 3.4}) \end{aligned}$$

3.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Serat Sabut Kelapa

1. Tujuan : Untuk menentukan berat jenis abu sekam padi dalam keadaan SSD
2. Peralatan:
 - f. Piknometer.
 - g. Kompor spitus.
 - h. Penyangga kaki tiga.
 - i. Oven.

- j. Ember.
- 3. Bahan:
 - c. Serat Sabut Kelapa
 - d. Air
- 4. Prosedur:
 - a. Timbang piknometer kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali ***D**
 - b. Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel serat sabut kelapa 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 3×5 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 ± 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 ke dalam 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:

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis contoh kering} &= \\ \frac{E}{(B+D-C)} & \qquad \qquad \qquad (\text{Pers. 3.5}) \\ \text{Berat jenis contoh SSD} &= \end{aligned}$$

$$\frac{B}{(B+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.6})$$

Berat jenis contoh semu =

$$\frac{E}{(E+D-C)} \quad (\text{Pers. 3.7})$$

Penyerapan =

$$\left[\frac{(B-E)}{E} \right] \times 100\% \quad (\text{Pers. 3.8})$$

3.6 Perencanaan Campuran Beton

Karena SNI belum membuat pedoman dalam pembuatan beton SCC maka, dalam penelitian ini mengacu pada jurnal (Su, Hsu, & Chai, 2001). Cara menentukan proposi campuran beton SSC sebagai berikut:

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

$$W_g = PF \times W_{GL} \times \left(1 - \frac{s}{a} \right) \quad (\text{Pers. 3.9})$$

Dimana

W_g = Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m³)

PF = Faktor kerapapan agregat (diasumsikan 1.18)

W_{gL} = Berat isi agregat kasar (Kg/m³)

s/a = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

2. Langkah kedua menentukan jumlah agregat halus dengan rumus sebagai berikut:

$$W_s = PF \times W_{sL} \times \left(1 - \frac{s}{a} \right) \quad (\text{Pers. 3.10})$$

Dimana

W_s = Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m³)

PF = Faktor kerapapan agregat (diasumsikan 1.18)

W_{sL} = Berat isi agregat kasar (Kg/m³)

s/a = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

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

$$C = \frac{F'c}{20} \quad (\text{Pers. 3.11})$$

Dimana

C = Jumlah semen yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m³)

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

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

$$W_{wc} = \left(\frac{w}{c}\right) \times C \quad (\text{Pers. 3.12})$$

Dimana

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

w/c = Faktor air semen yang direncanakan

C = Jumlah semen (Kg/m³)

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

$$W_f = A\% \times C \quad (\text{Pers. 3.13})$$

Dimana

W_f = Jumlah fly ash yang digunakan untuk beton SCC (Kg/m³)

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

C = Jumlah semen (Kg/m³)

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

$$W_{sp} = n\% \times (C + W_f) \quad (\text{Pers. 3.14})$$

Dimana

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

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

C = Jumlah semen (Kg/m³)

W_f = Jumlah fly ash (Kg/m³)

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

$$W_{wsp} = (1 - m\%) \times W_{sp} \quad (\text{Pers. 3.15})$$

Dimana

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

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

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

$$W = W_{WC} + W_F - W_{WSP} \quad (\text{Pers. 3.16})$$

Dimana

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

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

W_f = Jumlah fly ash (Kg/m³)

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

3.7 Serat Sabut Kelapa

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

3.8 Abu Sekam Padi

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

3.9 Mix Design

Pada penelitian ini dengan menggunakan sampel beton menggunakan bahan tambahan serat sabut kelapa 0.003%, dan variasi penambahan abu sekam padi

sebanyak 0%, 10%, 15%, 20% dari total berat semen sebanyak 16 sampel dengan faktor air yang berbeda.

Tabel 3.7: Proporsi Variasi Campuran Beton.

| FAS | Normal | Variasi | | | Kuat tekan 28 hari |
|------------------|--------|---------|------|------|--------------------|
| | | 10% | 15% | 20% | |
| 0.40 | 2 bh | 2 bh | 2 bh | 2 bh | 8 bh |
| 0.43 | 2 bh | 2 bh | 2 bh | 2 bh | 8 bh |
| Jumlah Benda Uji | | | | | 16 bh |

Sumber: Hasil penelitian

3.10 Pembuatan Benda Uji

3.10.1 Langkah-langkah Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart JSCE, 2007 “Pedoman Pembuatan Campuran Beton SCC”. FAS berbeda dengan campuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang sudah ditentukan.

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

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan benda uji.
2. Menimbang masing-masing bahan sesuai dengan yang telah ditentukan.
3. Membersihkan cetakan dengan menggunakan skrup dan kain lap, lalu mengolesinya dengan vaseline secukupnya.
4. Menghidupkan mesin pengaduk (*mixer*).
5. Masukkan bahan dimulai dari air, agregat kasar, agregat halus, dan semen mulai dari yang terberat hingga terkecil.
6. Setelah tercampur rata masukkan abu sekam padi, dan serat sabut kelapa lalu biarkan hingga merata.
7. Masukkan air dan *superplastisizer* kedalam mesin pengaduk.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton segar.
9. Memeriksa *v funnel test* pada beton segar.
10. Memeriksa *l – box test* pada beton segar.
11. Memasukkan campuran beton segar kedalam cetakan hingga penuh.

12. Meratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
13. Mendinginkan beton selama 24 jam hingga beton mengeras dengan sempurna.
14. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (*curing*) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
15. Setelah direndam selama 28 hari, angkat beton dan keringkan.
16. Melakukan uji kuat tekan beton.



Gambar 3.2: Pembuatan benda uji.

3.10.2 *Slump Flow*

Pengujian *slump flow* pada penelitian ini merujuk pada EFNARC (*European Guidelines for Self Compacting Concrete*). Nilai *slump flow* yang ditetapkan adalah minimum 650 mm dan maksimum 800 mm. Langkah-langkah untuk pengujian *slump flow* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan.
2. Bersihkan kerucut *abrams* agar tidak menambah kadar air pada beton.
3. Letakkan kerucut *abrams* dalam keadaan terbalik diatas alas yang telah dibuat.
4. Masukkan beton segar kedalam kerucut *abrams* tanpa melakukan perojokan.

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



Gambar 3.3: Pengujian Slumpflow.

3.10.3 *V Funnel Test*

Pada penelitian ini dilakukan *v funnel test* dengan berlandaskan pada EFNARC, 2005. Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat *V funnel test* adalah 6 – 12 detik. Langkah-langkah untuk melakukan *V funnel test* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pada permukaan yang rata.
2. Berishkan alat dengan busa agar tidak menambah kadar air pada beton SCC.
3. Tutup katup bagian bawah *V funnel test*.
4. Masukkan beton SCC ke dalam alat *v funnel test* sebanyak ± 12 liter.
5. Ratakan permukaan alat dan tunggu selama 10 ± 2 detik sebelum dilakukan pembukaan pada katup.
6. Letakkan wadah di bawah *V funnel test*.

7. Buka katup bagian bawah *V funnel test* sembari menghitung waktu dengan *stopwatch* sampai seluruh beton SCC keluar dari alat *V funnel test*.
8. Apabila beton mengalir secara putus-putus, maka ulangi kembali percobaan. Jika hal ini terjadi lebih dari 2 kali, maka beton SCC tersebut tidak dapat digolongkan ke dalam *self compacting concrete*.



Gambar 3.4: Alat uji *V Funnel*.

3.10.4 *L – Box Test*

Menurut Irfani, Imansyah, and Mungok (2016), *L-Box Test* didasarkan pada desain Jepang untuk penerapan beton bawah air. Pengujian ini menilai aliran beton, dan juga mengetahui sejauh mana beton dapat melewati halangan oleh tulangan. Alat ini tersusun dari kotak bagian persegi panjang dalam bentuk 'L', dengan bagian vertikal dan horizontal, dipisahkan oleh gerbang yang dapat digerakkan. Bagian vertikal diisi dengan beton, dan kemudian pintu gerbang diangkat untuk membiarkan aliran beton ke bagian horizontal.

Pada penelitian ini dilakukan *L - box test* dengan berlandaskan pada EFNARC, 2005. Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk menahan segregasi pada alat *L - box test* adalah minimum 0,8 dan maksimum 1,0 H_2/H_1 . Langkah-langkah untuk melakukan *L - box test* adalah sebagai berikut:

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



Gambar 3.5: Alat uji L-Box.

3.10.5 Perawatan (*curing*) Pada Benda Uji

Proses perawatan (*curing*) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Namun dalam penelitian ini benda uji diangkat pada hari ke-27 untuk memastikan beton tersebut benar-benar kering saat akan melakukan pengujian kuat tekan beton. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut:

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



Gambar 3.6: Perawatan benda uji.

3.11 Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas tertentu. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton.

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

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

Dimana:

f_c' = Kuat Tekan (N/mm²)

P = Gaya Tekan Maksimum (N)

A = Luas Penampang Beton (mm²)



Gambar 3.7: Pengujian Kuat Tekan Beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis menggunakan data-data dari penelitian sebelumnya setelah melakukan pengujian dasar di tabel 4.1 di bawah ini. Data-data di bawah ini digunakan untuk perencanaan beton atau *mix design* dengan kekuatan yang direncanakan sebesar 35 MPa.

Tabel 4.1: Data-data tes dasar.

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

Sumber: Penelitian terdahulu

4.2 Perhitungan Mix Design Beton Self-Compacting Concrete

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

Perhitungan mix design didasarkan pada volume yang digunakan dalam sekali pembuatan benda uji. Dalam 1 m³ campuran beton segar menggunakan FAS sebesar 0.40 dan 0.43. Penggunaan abu sekam padi hanya sebagai bahan penambahan dengan variasi sebesar 10%, 15%, dan 20%, dan penambahan *chemical admixtures* sebesar 0.9% serta serat sabut kelapa dari berat binder keseluruhan. Berikut tabel variasi penambahan abu sekam padi yang digunakan serta tabel komposisi campuran beton *self-compacting concrete* dalam 1 m³.

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

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

Sumber: Hasil penelitian

Keterangan :

1. 0% Abu Sekam Padi (ASP) + 0% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.43.
2. 10% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.43.
3. 15% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.43.
4. 20% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.40 dan sebanyak 2 benda uji dengan FAS 0.43.

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

| No. | Deskripsi | Satuan | Beton <i>Self-Compacting Concrete</i> | | | |
|-----|------------------|--------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | 0% | 10% + 0.003% | 15% + 0.003% | 20% + 0.003% |
| 1 | Semen | Kg | 450 | 450 | 450 | 450 |
| 2 | Agregat Kasar | Kg | 592.61 | 592.61 | 592.61 | 592.61 |
| 3 | Agregat Halus | Kg | 998.16 | 998.16 | 998.16 | 998.16 |
| 4 | Air | L | 180 | 198.00 | 207.00 | 216.00 |
| 5 | <i>Admixture</i> | L | 4.05 | 4.46 | 4.66 | 4.86 |
| 6 | ASP | Kg | 0 | 45 | 67.5 | 90 |
| 7 | SSK | Kg | 0 | 1.49 | 1.55 | 1.62 |

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.4: Komposisi Campuran Beton *Self-Compacting Concrete* dalam 1 m³ dengan FAS 0.43.

| No. | Deskripsi | Satuan | Beton <i>Self-Compacting Concrete</i> | | | |
|-----|------------------|--------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | 0% | 10% + 0.003% | 15% + 0.003% | 20% + 0.003% |
| 1 | Semen | Kg | 450 | 450 | 450 | 450 |
| 2 | Agregat Kasar | Kg | 592.61 | 592.61 | 592.61 | 592.61 |
| 3 | Agregat Halus | Kg | 998.16 | 998.16 | 998.16 | 998.16 |
| 4 | Air | L | 193.50 | 212.85 | 222.53 | 232.20 |
| 5 | <i>Admixture</i> | L | 4.05 | 4.46 | 4.66 | 4.86 |
| 6 | ASP | Kg | 0 | 45 | 67.5 | 90 |
| 7 | SSK | Kg | 0 | 1.49 | 1.55 | 1.62 |

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan :

Analisis Komposisi Campuran Dalam 1 m³ :

Acuan yang digunakan didasarkan pada pendekatan terhadap efnarc serta jurnal-jurnal penelitian yang relevan, sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan semen (C)} = 450 \text{ Kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Agregat Kasar (W}_g) &= Pf \times Wgt \times \left(1 - \frac{S}{a}\right) \\ &= 1.12 \times 1322.79 \times (1 - 0.60) \\ &= 592.61 \text{ Kg} \end{aligned}$$

| | |
|-----------------------------------|---|
| Kebutuhan Agregat Halus (W_s) | $= Pf \times W_{st} \times \left(\frac{S}{a}\right)$ $= 1.12 \times 1485.36 \times (0.60)$ $= 998.16 \text{ Kg}$ |
| Kebutuhan Air Beton Normal (W) | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen}$ $= 0.40 \times 450$ $= 180 \text{ L}$ $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen}$ $= 0.43 \times 450$ $= 193.5 \text{ L}$ |
| Kebutuhan Air dengan FAS 0.40 | |
| Variasi ASP 10% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times (450 + 45)$ $= 198 \text{ L}$ |
| Variasi ASP 15% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times (450 + 67.5)$ $= 207 \text{ L}$ |
| Variasi ASP 20% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.40 \times (450 + 90)$ $= 216 \text{ L}$ |
| Kebutuhan Air dengan FAS 0.43 | |
| Variasi ASP 10% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.43 \times (450 + 45)$ $= 212.85 \text{ L}$ |
| Variasi ASP 15% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.43 \times (450 + 67.5)$ $= 222.53 \text{ L}$ |
| Variasi ASP 20% | $= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder}$ $= 0.43 \times (450 + 90)$ $= 232.2 \text{ L}$ |

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

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan admixture (Beton Normal)} &= 0.9\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 0.9\% \times 450 \\ &= 4.05 \text{ L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan admixture (ASP 10\%)} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times (450 + 45) \\ &= 4.46 \text{ L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan admixture (ASP 15\%)} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times (450 + 67.5) \\ &= 4.66 \text{ L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan admixture (ASP 20\%)} &= 0.9\% \times \text{Berat binder} \\ &= 0.9\% \times (450 + 90) \\ &= 4.86 \text{ L}\end{aligned}$$

Kebutuhan bahan tambah beton SCC

4.1 Variasi 10% ASP dan 0.003% SSK

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} &= 10\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 10\% \times 450 \\ &= 45 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Serat Sabut Kelapa} &= 0.003 \times \text{Berat binder} \\ &= 0.003 \times (450 + 45) \\ &= 1.49 \text{ Kg}\end{aligned}$$

4.2 Variasi 15% ASP dan 0.003% SSK

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} &= 15\% \times \text{Jumlah semen} \\ &= 15\% \times 450 \\ &= 67.5 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Serat Sabut Kelapa} &= 0.003 \times \text{Berat binder} \\ &= 0.003 \times (450 + 67.5) \\ &= 1.55 \text{ Kg}\end{aligned}$$

4.3 Variasi 20% ASP dan 0.003% SSK

$$\text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} = 20\% \times \text{Jumlah semen}$$

$$\begin{aligned}
&= 20\% \times 450 \\
&= 90 \text{ Kg} \\
\text{Kebutuhan Serat Sabut Kelapa} &= 0.003 \times \text{Berat binder} \\
&= 0.003 \times (450 + 90) \\
&= 1.62 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

Analisis komposisi campuran beton untuk 1 benda uji

Digunakan cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

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

Pada saat pelaksanaan pembuatan beton *self-compacting concrete*, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 3 volume benda uji. Hal ini dilakukan untuk pengujian *slump flow*, *v funnel* dan *L-box* serta mengantisipasi apabila ada kekurangan adonan beton akibat kesalahan perhitungan.

$$\begin{aligned}
\text{Volume 3 benda uji} &= 3 \times \text{Volume benda uji} \\
&= 3 \times 0.0053 \\
&= 0.0159
\end{aligned}$$

Maka :

1. Untuk variasi 0%

$$\begin{aligned}
\text{a. Kebutuhan semen} &= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 3 benda uji} \\
&= 450 \times 0.0159 \\
&= 7.155 \text{ Kg} \\
\text{b. Kebutuhan pasir} &= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 3 benda uji} \\
&= 998.16 \times 0.0159 \\
&= 15.871 \text{ Kg} \\
\text{c. Kebutuhan batu pecah} &= \text{Jumlah batu pecah} \times V \text{ 3 benda Uji} \\
&= 592.61 \times 0.0159 \\
&= 9.422 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

- d. Kebutuhan *admixture* = *Jumlah admixture* × *V 3 benda uji*
= 4.05 × 0.0159
= 0.064 L atau 64 ML
- e. Kebutuhan air FAS 0.40 = *Jumlah air beton* × *V 3 benda uji*
= 180 × 0.0159
= 2.862 L atau 2862 ML
- f. Kebutuhan air FAS 0.43 = *Jumlah air beton* × *V 3 benda uji*
= 193.5 × 0.0159
= 3.077 L atau 3077 ML
2. Untuk variasi 10% ASP dan SSK 0.003%
- a. Kebutuhan semen = *Jumlah semen* × *V 3 benda uji*
= 450 × 0.0159
= 7.155 Kg
- b. Kebutuhan pasir = *Jumlah pasir* × *V 3 benda uji*
= 998.16 × 0.0159
= 15.871 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = *Jumlah batu pecah* × *V 3 benda Uji*
= 592.61 × 0.0159
= 9.422 Kg
- d. Kebutuhan *admixture* = *Jumlah admixture* × *V 3 benda uji*
= 4.46 × 0.0159
= 0.071 L atau 71 ML
- e. Kebutuhan SSK = *Jumlah SSK* × *V 3 benda uji*
= 1.49 × 0.0159
= 0.024 Kg atau 24 Gr
- f. Kebutuhan air FAS 0.40 = *Jumlah air beton* × *V 3 benda uji*
= 198 × 0.0159
= 3.148 L atau 3148 ML
- g. Kebutuhan air FAS 0.43 = *Jumlah air beton* × *V 3 benda uji*
= 212.85 × 0.0159
= 3.384 L atau 3384 ML
3. Untuk variasi 15% ASP dan SSK 0.003%

- a. Kebutuhan semen $= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 450 \times 0.0159$
 $= 7.155 \text{ Kg}$
- b. Kebutuhan pasir $= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 998.16 \times 0.0159$
 $= 15.871 \text{ Kg}$
- c. Kebutuhan batu pecah $= \text{Jumlah batu pecah} \times V \text{ 3 benda Uji}$
 $= 592.61 \times 0.0159$
 $= 9.422 \text{ Kg}$
- d. Kebutuhan *admixture* $= \text{Jumlah admixture} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 4.66 \times 0.0159$
 $= 0.074 \text{ L atau } 74 \text{ ML}$
- e. Kebutuhan SSK $= \text{Jumlah SSK} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 1.55 \times 0.0159$
 $= 0.025 \text{ Kg atau } 25 \text{ Gr}$
- f. Kebutuhan air FAS 0.40 $= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 207 \times 0.0159$
 $= 3.291 \text{ L atau } 3291 \text{ ML}$
- g. Kebutuhan air FAS 0.43 $= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 222.53 \times 0.0159$
 $= 3.538 \text{ L atau } 3538 \text{ ML}$
4. Untuk variasi 20% ASP dan SSK 0.003%
- a. Kebutuhan semen $= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 450 \times 0.0159$
 $= 7.155 \text{ Kg}$
- b. Kebutuhan pasir $= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 3 benda uji}$
 $= 998.16 \times 0.0159$
 $= 15.871 \text{ Kg}$
- c. Kebutuhan batu pecah $= \text{Jumlah batu pecah} \times V \text{ 3 benda Uji}$
 $= 592.61 \times 0.0159$
 $= 9.422 \text{ Kg}$
- d. Kebutuhan *admixture* $= \text{Jumlah admixture} \times V \text{ 3 benda uji}$

$$\begin{aligned}
&= 4.86 \times 0.0159 \\
&= 0.077 \text{ L atau } 77 \text{ ML} \\
\text{e. Kebutuhan SSK} &= \text{Jumlah SSK} \times V \text{ 3 benda uji} \\
&= 1.62 \times 0.0159 \\
&= 0.026 \text{ Kg atau } 26 \text{ Gr} \\
\text{f. Kebutuhan air FAS 0.40} &= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 3 benda uji} \\
&= 216 \times 0.0159 \\
&= 3.434 \text{ L atau } 3434 \text{ ML} \\
\text{g. Kebutuhan air FAS 0.43} &= \text{Jumlah air beton} \times V \text{ 3 benda uji} \\
&= 232.2 \times 0.0159 \\
&= 3.692 \text{ L atau } 3692 \text{ ML}
\end{aligned}$$

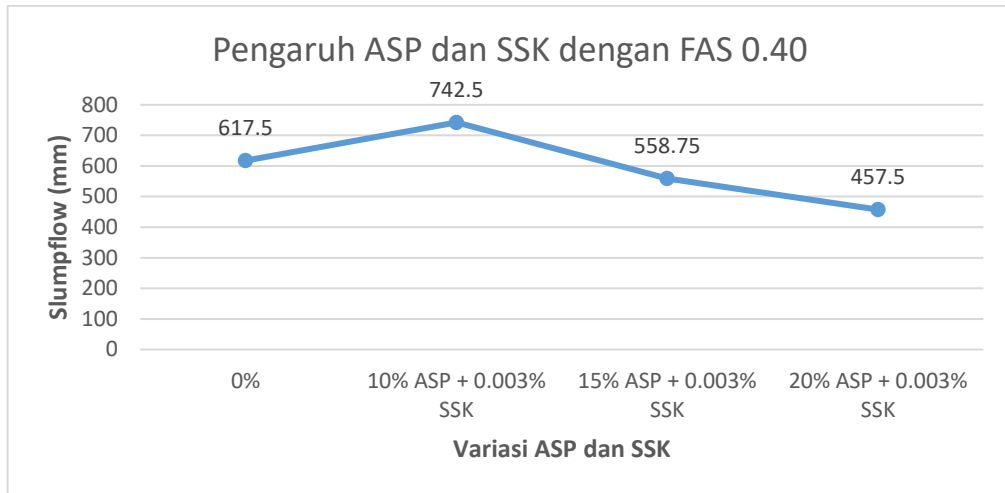
4.3 Pemeriksaan *Slump Flow*

Slump flow test digunakan untuk menentukan *flowability* (kemampuan alir) dan stabilitas pada beton jenis SCC (*Self-Compacting Concrete*). Kebutuhan nilai *slump flow* pada konstruksi bidang *vertikal* dan bidang horizontal memiliki nilai yang berbeda. Dalam penelitian ini menggunakan *slump flow* rata-rata antara 650 mm – 800 mm. Dilakukan pemeriksaan *slump flow* pada sampel kuat tekan guna mengetahui nilai *slumflow* yang dihasilkan untuk setiap variasi dan faktor air semen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) beton SCC dengan penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa.

Tabel 4.5: *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.40.

| No. | Variasi | A | B | C | D | Rata-rata |
|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 1. | 0% | 630 | 600 | 620 | 620 | 617.5 |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 740 | 750 | 720 | 760 | 742.5 |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 570 | 550 | 570 | 545 | 558.75 |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 460 | 460 | 420 | 490 | 457.5 |

Sumber: Hasil penelitian

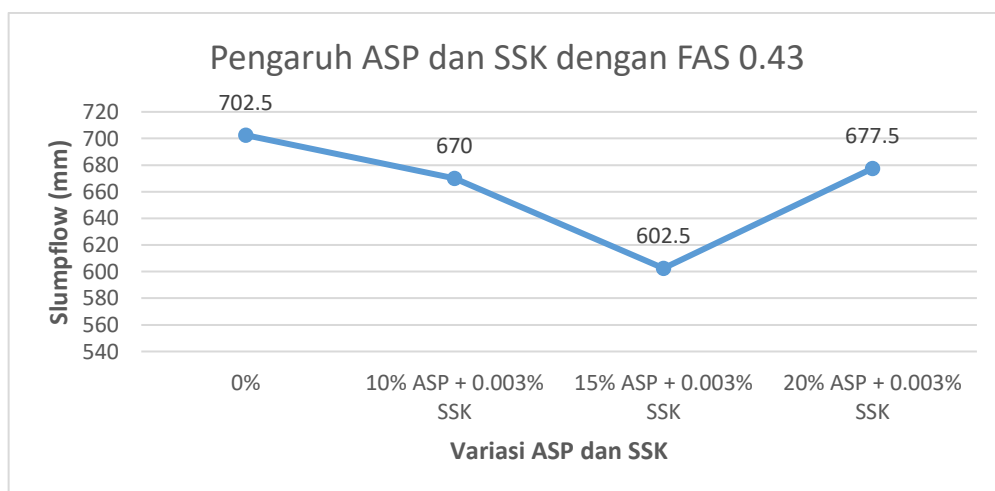


Gambar 4.1: Grafik *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.40.
Sumber : Data penelitian

Tabel 4.6: *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.43.

| No | Variasi | A | B | C | D | Rata-rata |
|----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 1. | 0% | 700 | 680 | 700 | 730 | 702.5 |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 650 | 680 | 700 | 650 | 670 |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 630 | 560 | 600 | 620 | 602.5 |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 690 | 670 | 690 | 660 | 677.5 |

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 4.2: Grafik *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.43.
Sumber: Data penelitian

Pada saat proses pengujian beton segar SCC yang dilakukan adalah *slump flow* pada FAS 0.40 hanya ASP 10% + 0.003% SSK yang memenuhi syarat SCC yaitu dengan nilai 742.5 mm, sedangkan pada FAS 0.43 semua variasi memenuhi syarat nilai *slump*, kecuali pada variasi ASP 15% + 0.003% SSK dengan nilai <650 mm yaitu 602.5 mm. Semakin bertambah banyak kadar abu sekam padi ke dalam campuran beton segar membuat adonan beton menjadi semakin kental. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *slump flow* yang semakin kecil seperti pada Gambar 4.1 dan 4.2.

Penambahan *superplasticizer* dalam campuran Beton *Self Compacting Concrete* juga akan mempengaruhi sifat dari beton segar, yaitu *workability* dan diameter alir beton segar yang dapat dilihat dari besar kecilnya nilai *slumpflow* dari adonan beton (Aer, Sumajouw, & Pandaleke, 2014)

Pada adonan semen dengan FAS 0.43 beton normal memiliki nilai *slumpflow* tertinggi daripada beton dengan variasi ASP dan SSK, hal ini disebabkan oleh penyerapan air yang cukup tinggi karena terdapat campuran abu sekam padi dan pada penelitian (Yanti & Megasari, 2019), panjang serat sabut kelapa yang digunakan dalam campuran pembuatan beton dapat menentukan hasil dari pengujian karakteristik beton.

4.4 Pemeriksaan Viskositas

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

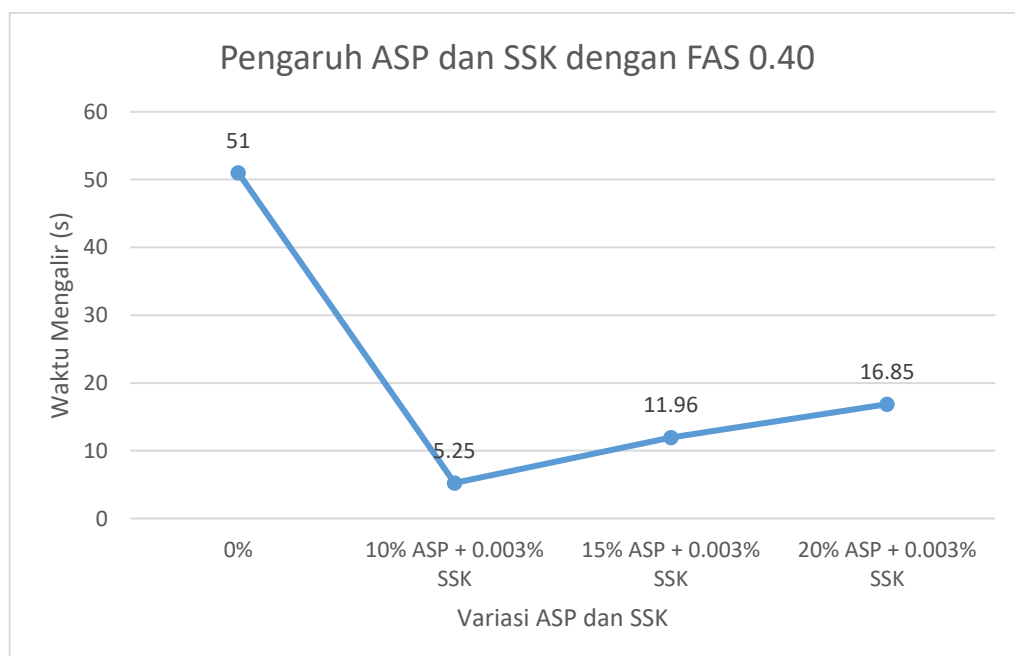
Sebelum beton dimasukkan ke dalam bekisting dilakukan terlebih dahulu pengujian V Funnel untuk mengukur viskositas dan ketahanan segregasi pada beton SCC. Mula-mula menyiapkan alat *V-Funnel* pada permukaan yang rata, basahi *V-Funnel* tanpa menyebabkan penambahan air dan pastikan dinding *V-Funnel* bersih, menutup bagian bawah *V Funnel*, mempersiapkan campuran beton segar SCC ± 12 liter menggunakan wadah, memasukan secara perlahan sampel yang akan

dilakukan pengujian, ratakan permukaan atas *V-Funnel* yang telah terisi beton dengan penggaris, tunggu waktu $\pm 2-10$ detik sebelum dilakukan pembukaan, meletakkan wadah dibawah penutup *V-Funnel*, kemudian membuka penutup *V-Funnel* dan mulai menghitung waktu dari bukaan pertama dengan stopwatch sampai seluruh campuran beton keluar. Jika beton tidak mengalir (terputus-putus), ulangi lagi dan jika hal ini terjadi 2 kali atau lebih maka beton terlalu kental tidak biasa dikategorikan sebagai SCC.

Tabel 4.7: *V Funnel* adonan beton SCC dengan FAS 0.40.

| No. | Variasi | Waktu Mengalir (s) | Keterangan |
|-----|----------------------|--------------------|-----------------|
| 1. | 0% | 51 | > Syarat |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 5.25 | < Syarat |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 11.96 | Memenuhi syarat |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 16.85 | > Syarat |

Sumber: Hasil penelitian



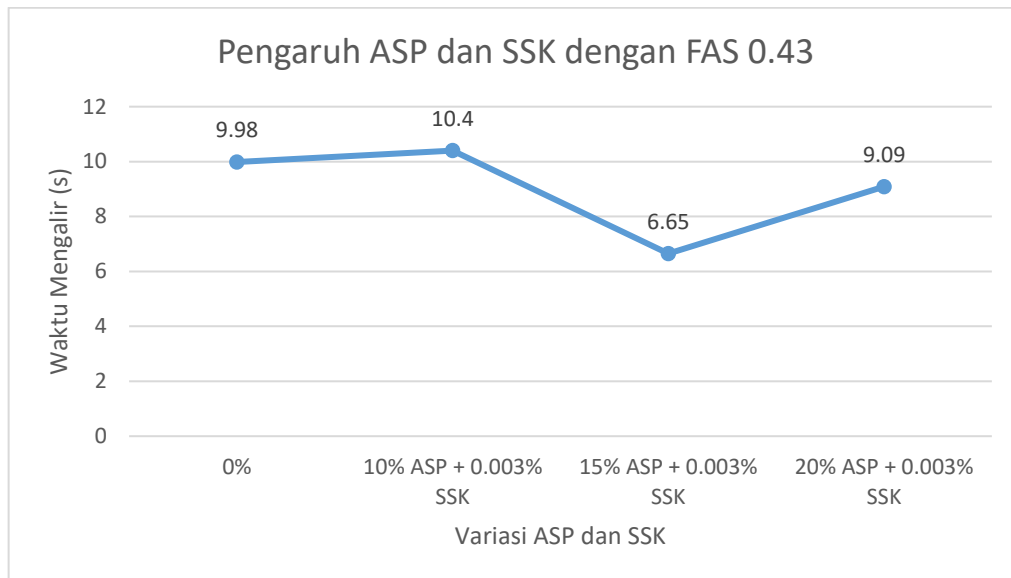
Gambar 4.3: Grafik *V Funnel* adonan SCC dengan FAS 0.40.

Sumber: Data penelitian

Tabel 4.8: *V Funnel* adonan beton SCC dengan FAS 0.43.

| No. | Variasi | Waktu Mengalir (s) | Keterangan |
|-----|----------------------|--------------------|-----------------|
| 1. | 0% | 9.98 | Memenuhi syarat |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 10.4 | Memenuhi syarat |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 6.65 | Memenuhi syarat |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 9.09 | Memenuhi syarat |

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 4.4: Grafik *V Funnel* adonan SCC dengan FAS 0.43.

Sumber: Data penelitian

Pada proses pengujian *viskositas* pada FAS 0.40 hanya variasi ASP 15% + 0.003% SSK yang dapat mengalir dengan waktu 11.96 detik dan memenuhi syarat SCC sedangkan pada FAS 0.43 semua variasi memenuhi syarat SCC, yaitu variasi ASP 10% + 0.003% SSK dengan waktu 10.4 detik. ASP 15% + 0.003% SSK dengan waktu 6.65 detik, dan ASP 20% + 0.003% SSK dengan waktu 9.09 detik

Pada Gambar 4.3 semakin besar penambahan variasi maka waktu untuk mengalir semakin lama. Hal tersebut juga di nyatakan dalam penelitian (Nurjamilah & Sihotang, 2018), Semakin banyak kadar variasi yang tergabung ke dalam

campuran beton segar membuat campuran beton segar menjadi lebih kental. Hal ini menyebabkan beton menjadi lebih susah untuk mengalir.

Dan pada Gambar 4.4 terlihat nilai yang di dapatkan saat penujian viskositas tidak konstan. Pada variasi 10% ASP nilai yang di dapat mencapai 10.4 detik, selanjutnya pada variasi 15% ASP turun menjadi 6.65 detik, begitu juga yang terakhir pada variasi 15% ASP lebih besar dari sebelumnya, menjadi 9.09 detik. Dalam penelitian (Nurjamilah & Sihotang, 2018), hal ini terjadi karena pada saat pengujian viskositas kondisi bagian dalam *V-Funnel* kasar dan dibagian leher terdapat sedikit karat yang menghalangi campuran untuk mengalir.

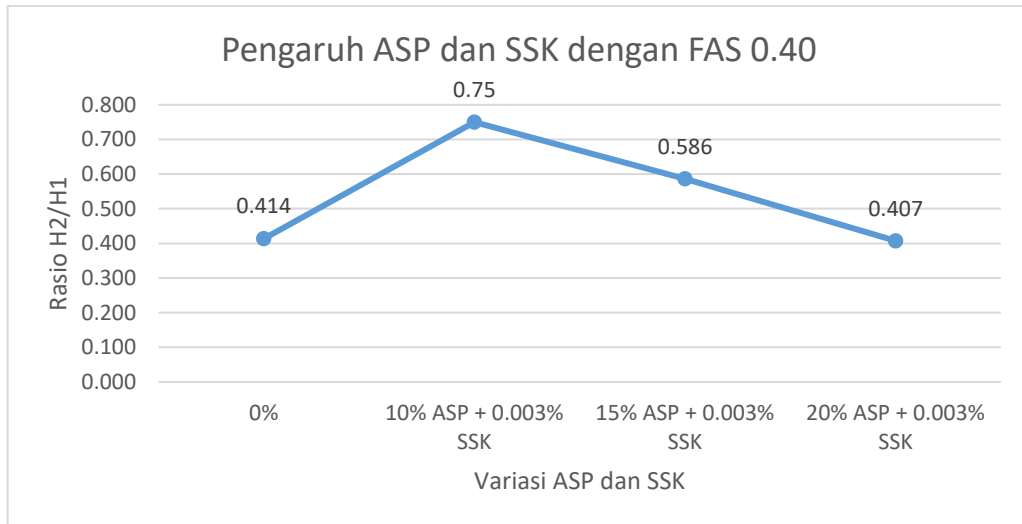
4.5 Pemeriksaan *Passing Ability*

Sebelum beton dimasukkan ke dalam bekisting dilakukan terlebih dahulu pengujian *L-Box* untuk mengetahui passing ability beton SCC. Mula-mula mempersiapkan alat *L-Box* pada permukaan yang rata sisi horisontal, membasahi air dan pastikan sisi vertikal maupun horizontal bersih, menutup sisi vertikal pada sudut *L-Box* sebelum di isi dengan campuran beton SCC, Memasukan perlahan campuran beton SCC hingga terisi penuh, kemudian diamkan 1 menit \pm 10 detik, melakukan pengecekan secara visual adanya segregasi pada campuran atau tidak sebelum pintu dibuka, kemudian membuka pintu *L-Box* agar beton dapat mengalir keluar bagian horizontal pada *L-Box*, secara bersamaan mulai stopwatch dan mencatat waktu sampai dengan akhir pengaliran dari beton tersebut, kemudian mengukur dengan meteran untuk sisi vertikal dan horisontal diambil nilai rata-rata, seluruh pengujian ini harus dilakukan dalam waktu 5 menit.

Tabel 4.9: *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.40.

| No. | Variasi | Rasio H2/H1 |
|-----|----------------------|-------------|
| 1. | 0% | 0.404 |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 0.75 |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 0.586 |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 0.407 |

Sumber: Hasil penelitian

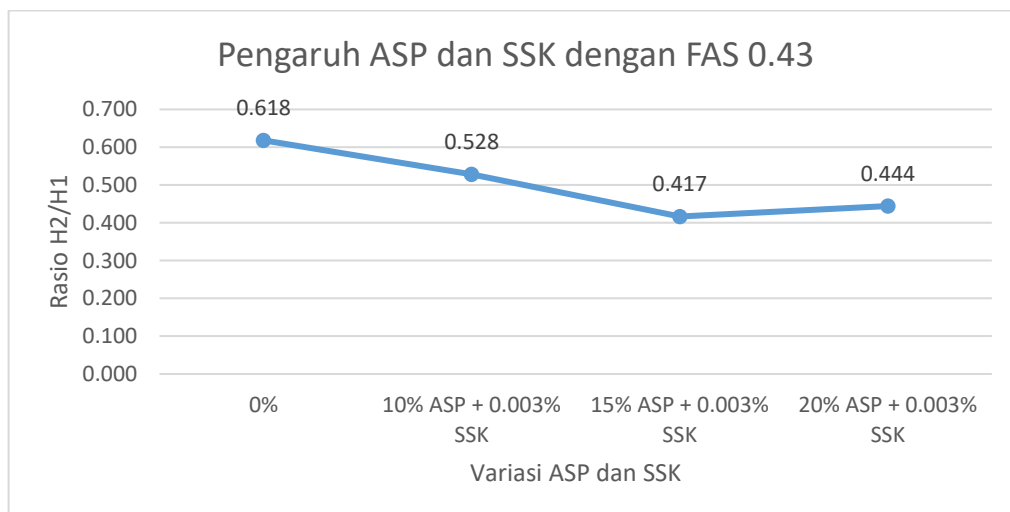


Gambar 4.5: Grafik *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.40.
Sumber: Data penelitian

Tabel 4.10: *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.43.

| No. | Variasi | Rasio H2/H1 |
|-----|----------------------|-------------|
| 1. | 0% | 0.618 |
| 2. | 10% ASP + 0.003% SSK | 0.528 |
| 3. | 15% ASP + 0.003% SSK | 0.407 |
| 4. | 20% ASP + 0.003% SSK | 0.444 |

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 4.6: Grafik *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.43.
Sumber: Data penelitian

Pada proses pengujian beton segar SCC pada variasi 0% untuk FAS 0.40 yang mempunyai nilai *passing ability* 0.404. Dan nilai *passing ability* beton menggunakan serat pada variasi 10% ASP + 0.003% SSK adalah 0.75, variasi 15% ASP + 0.003% SSK adalah 0.586, variasi 20% ASP + 0.003% SSK adalah 0.407. Dapat dilihat nilai *passing ability* semakin kecil ketika penambahan variasi ASP. Hal itu disebabkan karena semakin banyak penambahan ASP maka adonan beton semakin kental, sehingga saat mengalir menjadi terhambat.

Tidak ada nilai *passing ability* yang memenuhi syarat perencanaan sesuai (EFNARC, 2005), yaitu 0,8-1,0. Hal ini terjadi karena penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa dapat mempengaruhi jumlah air untuk semen. Terlalu sedikit penambahan ASP dan SSK maka beton lebih encer. Begitupun sebaliknya, semakin banyak penambahan akan membuat adonan beton menjadi kental dan susah untuk mengalir dan melewati hambatan dalam alat uji *passing ability* yaitu *L-box*.

Dalam penelitian (Hermansah & Sihotang, 2019), nilai *passing ability* yang didapat juga tidak ada yang memenuhi syarat atau kriteria, tetapi hanya mendekati dan hampir memenuhi kriteria. Mereka menerangkan, nilai *passing ability* yang tidak sesuai dengan standar SCC disebabkan oleh banyaknya sisa beton pada dinding *L-box*, waktu pengerasan yang singkat, dan kurangnya jumlah kadar *superplasticizer* dalam campuran beton.

4.6 Workability Beton Self Compacting Concrete Serat Sabut Kelapa

Workability adalah faktor yang sangat penting dalam pembuatan adukan beton. *Workability* yang baik sangat diperlukan untuk memudahkan proses pengadukan, pengangkutan, penuangan, dan pemadatan. Berdasarkan pengujian nilai *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-shaped box* terlihat bahwa penggunaan *fly ash* dan serat sabut kelapa pada campuran beton mempengaruhi kelecikan (*workability*).

Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* dengan adanya bahan tambah *fly ash* dan serat sabut kelapa terlihat pada tabel bahwa penambahan tersebut sangat mempengaruhi *workability* pada beton, semakin banyak penambahan abu sekam padi maka akan menurunkan *workability* pada beton, yang terlihat pada menurunnya nilai *slump flow*. Hal ini karena semakin banyak penambahan abu sekam padi, membuat beton semakin kental dan susah mengalir.

Berdasarkan hasil pengujian *V-funnel* dengan adanya bahan tambah *fly ash* dan serat sabut kelapa terlihat pada tabel bahwa kemampuan waktu mengalir campuran beton dengan FAS 0.40 hanya pada variasi 15% ASP + 0.003% SSK yang dapat memenuhi syarat pada beton serat. Sedangkan pada FAS 0.43 semua variasi memenuhi syarat, ini disebabkan penambahan karena penambahan air akan membuat adonan beton menjadi lebih encer.

Berdasarkan hasil pengujian *L-box* dengan adanya bahan tambah *fly ash* dan serat sabut kelapa terlihat pada tabel bahwa kemampuan campuran beton untuk melewati struktur tulangan yang rapat tidak dapat memenuhi syarat, dikarenakan penambahan variasi ASP dapat menyerap air dan juga dari serat sabut kelapa dapat menghambat kemampuan campuran beton untuk dapat melewati struktur tulangan.

4.7 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini menggunakan metode sesuai dengan SNI 03-1974, 1990 pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (*compressive strength test*) dengan kapasitas 150 Ton. Benda uji yang dilakukan tes adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan luas penampang 176.71 cm². Hasil pengujian kuat tekan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11 dan 4.12 di bawah ini.

Pada hasil pengujian beton SCC dengan FAS 0.40 kekuatan tekan tertinggi terdapat pada benda uji beton tanpa campuran ASP dan SSK (variasi 0%) dengan kekuatan tekan rata-rata sebesar 35 MPa, dan kekuatan terendah terdapat pada beton dengan campuran ASP 15% + 0.003% SSK yaitu dengan kekuatan tekan rata-rata sebesar 23.4 MPa.

Sedangkan pada hasil pengujian beton SCC dengan FAS 0.43 kekuatan tekan tertinggi terdapat pada benda uji beton tanpa campuran ASP dan SSK (variasi 0%) dengan kekuatan tekan rata-rata sebesar 27.1 MPa, dan kekuatan terendah terdapat pada beton dengan campuran ASP 15% + 0.003% SSK yaitu dengan kekuatan tekan rata-rata sebesar 19.2 MPa.

Banyak hal yang mempengaruhi nilai kuat tekan pada beton, diantaranya faktor air semen, jumlah kadar serat dan *fly ash* yang di tambahkan ke dalam adonan beton,

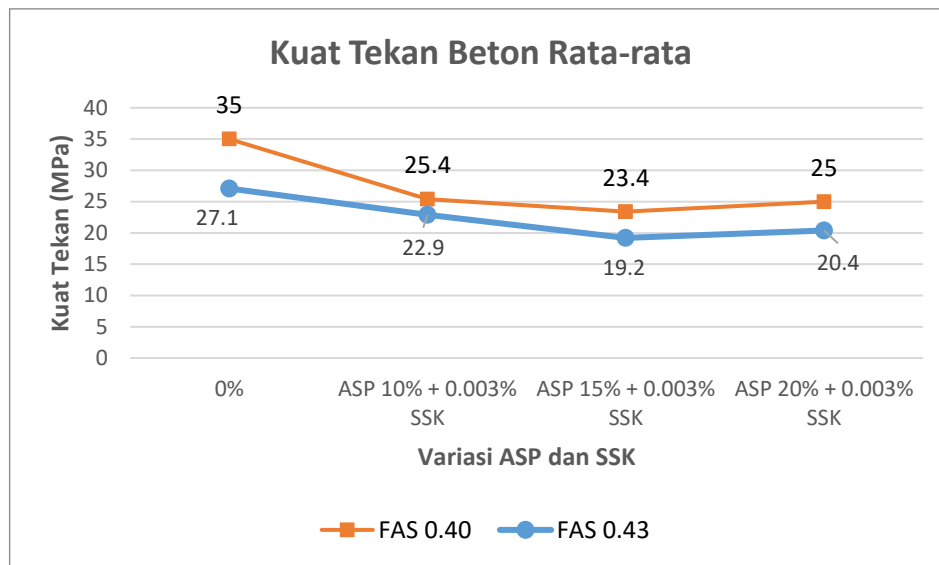
sehingga membuat kekuatan beton menjadi bervariasi sesuai dengan penambahan kadarnya.

Tabel 4.11: Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari.

| Faktor Air Semen | Sampel | Umur Beton | Beban (Ton) | Kuat Tekan saat Pengujian (MPa) | Kuat Tekan rata-rata (MPa) |
|------------------|----------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------|
| 0.40 | Beton Normal | 28 Hari | 63 | 35 | 35 |
| | | 28 Hari | 63 | 35 | |
| | ASP 10% + 0.003% SSK | 28 Hari | 49.5 | 27.5 | 25.4 |
| | | 28 Hari | 42 | 23.3 | |
| | ASP 15% + 0.003% SSK | 28 Hari | 39 | 21.7 | 23.4 |
| | | 28 Hari | 45 | 25 | |
| | ASP 20% + 0.003% SSK | 28 Hari | 43.5 | 24.2 | 25 |
| | | 28 Hari | 46.5 | 25.8 | |
| 0.43 | Beton Normal | 28 Hari | 45 | 25 | 27.1 |
| | | 28 Hari | 52.5 | 29.2 | |
| | ASP 10% + 0.003% SSK | 28 Hari | 36 | 20 | 22.9 |
| | | 28 Hari | 46.5 | 25.8 | |
| | ASP 15% + 0.003% SSK | 28 Hari | 31.5 | 17.5 | 19.2 |
| | | 28 Hari | 37.5 | 20.8 | |
| | ASP 20% + 0.003% SSK | 28 Hari | 40.5 | 22.5 | 20.4 |
| | | 28 Hari | 33 | 18.3 | |

Sumber: Hasil penelitian

4.7.1 Analisa Kuat Tekan Rerata



Gambar 4.7: Grafik Kuat Tekan Beton 28 Hari.
Sumber: Data penelitian

Dilihat dari Gambar 4.7 pada FAS 0.40 terdapat pada penambahan 15% ASP + 0.003% SSK kuat tekan terendah yaitu sebesar 23.4 MPa, dan pada grafik terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada beton normal sebesar 35 MPa. Dari beton dengan tambahan campuran serat pada FAS 0.40 penambahan 10% ASP + 0.003% SSK yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi lain, yaitu sebesar 25.4 MPa.

Sementara kuat tekan pada FAS 0.43 campuran beton serat yang memiliki kuat tekan tertinggi yaitu pada penambahan 10% ASP + 0.003% SSK dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 22.9 MPa. Namun kuat tekan tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan nilai kuat tekan yang ada pada beton Normal di FAS 0.43, yaitu sebesar 27.1 MPa.

Nilai kuat tekan pada penelitian ini, beton normal memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan beton menggunakan campuran ASP dan serat sabut kelapa. Hasil tersebut berbeda atau berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sahrudin & Nadia, 2016), penggunaan serat sabut kelapa mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 29,55% dengan jumlah serat sabut kelapa sebanyak 0,50%.

Trimurtiningrum (2018) menarik kesimpulan bahwa menurunnya nilai kuat tekan disebabkan oleh bertambahnya persentase serat yang tergabung ke dalam campuran beton, yang menyebabkan penurunan workability dari campuran beton, yang membuat campuran beton menjadi semakin sulit untuk dipadatkan. Campuran beton yang tidak dipadatkan dengan sempurna akan menciptakan beton berongga yang membuat beton kurang padat sehingga mengakibatkan penurunan kuat tekan.

4.7.2 Analisa Perbandingan Kuat Tekan dengan Variasi Faktor Air Semen

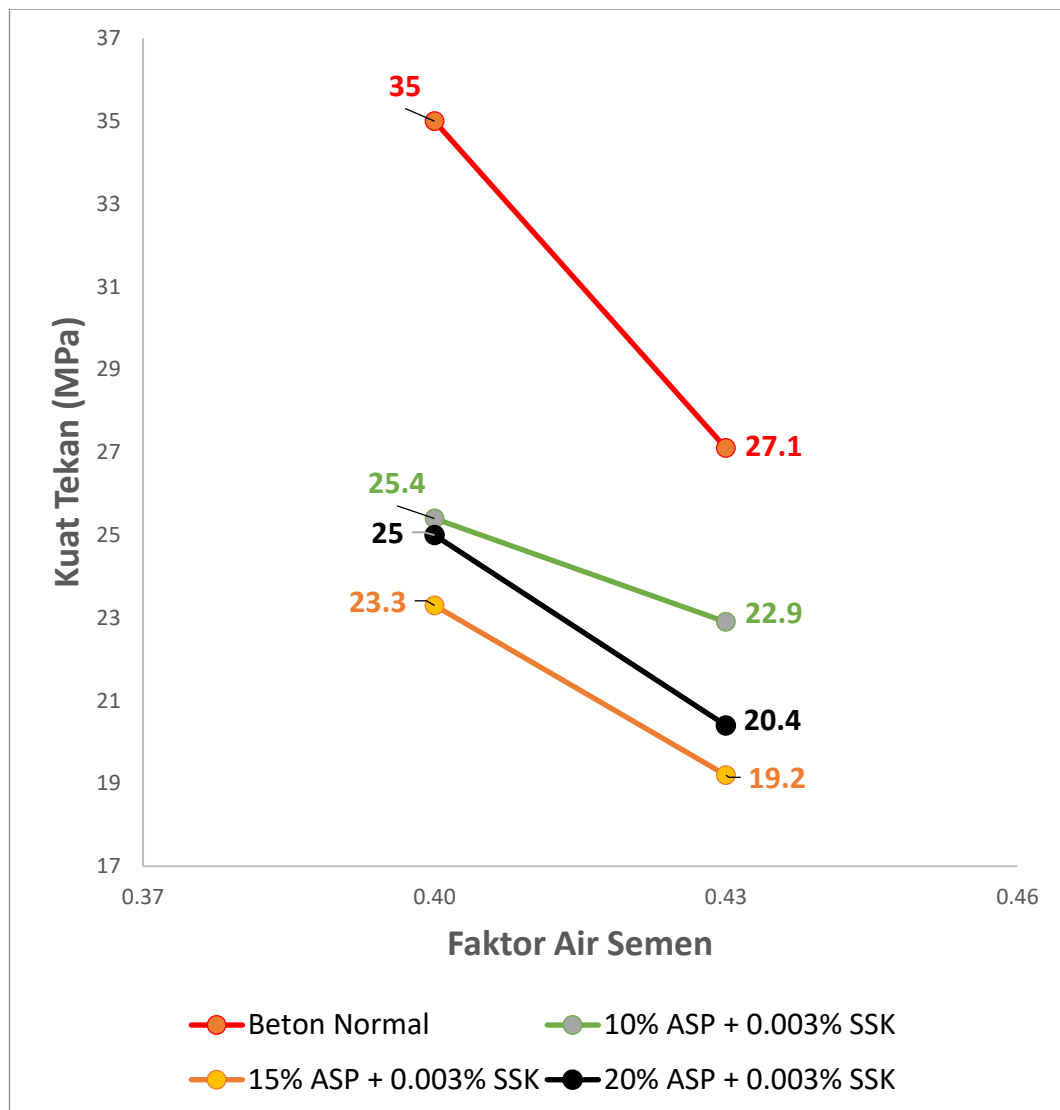
Faktor air semen dalam perencanaan pembuatan beton sangat mempengaruhi kelecakan dan kuat tekan beton. Menurut (Darwis, Sultan, & Anwar, 2016) semakin tinggi nilai faktor air semen yang digunakan maka nilai slump akan meningkat dan nilai kuat tekan beton akan semakin menurun. Namun, hasil sebaliknya diperoleh dalam penelitian ini. Semakin tinggi nilai faktor air semen yang digunakan, nilai *slump* rata-rata yang diperoleh menurun dari variasi ASP I hingga variasi III. Hal tersebut disebabkan karena penambahan abu sekam padi dan serat sabut kelapa yang memiliki daya serap air cukup tinggi, sehingga pada saat pengujian *slumpflow* nilai yang diperoleh menjadi menurun.

Dalam pengujian kuat tekan terlihat pada gambar 4.8 dan perbandingannya dengan variasi faktor air semen, nilai kuat tekan dengan faktor air semen yang kecil, menghasilkan kuat tekan beton yang lebih besar. Menurut (Sultan, Imran, & Litolily, 2018) faktor air semen (FAS) sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena penggunaan faktor air semen yang lebih tinggi, dapat membuat campuran beton menjadi segregasi atau pemisahan agregat dengan semen, sehingga membuat kuat tekan beton menjadi menurun.

Dalam pengujian ini juga dapat diketahui nilai kuat tekan mengalami penurunan sebesar 27,43% hingga 33,43% dari beton normal untuk faktor air semen 0,40. Sedangkan pada penggunaan faktor air semen sebesar 0,43 mengalami penurunan kuat tekan sebesar 15,19% hingga 28,8% dari beton normal. Terjadinya penurunan kuat tekan beton variasi dari beton normal diakibatkan oleh penggunaan bahan campuran, bahan tambah, serta *chemical admixture* yang diberi secara bersamaan sehingga beton mengalami penurunan kuat tekan. Penambahan air yang dilakukan secara *trial and error* dan berat semen yang digunakan dalam setiap

variasi diberikan secara konstan juga menimbulkan dampak terhadap penurunan kuat tekan beton.

Selain pengaruh dari faktor air semen, nilai kuat tekan pada beton serat dengan berbagai variasi juga lebih kecil daripada beton normal. Terjadinya penurunan kuat tekan beton variasi dari beton normal diakibatkan oleh penggunaan bahan campuran, bahan tambah, serta chemical admixture yang diberi secara bersamaan sehingga beton mengalami penurunan kuat tekan. Penambahan air yang dilakukan secara trial and error dan berat semen yang digunakan dalam setiap variasi diberikan secara konstan juga menimbulkan dampak terhadap penurunan kuat tekan beton.



Gambar 4.8: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata dengan FAS.
Sumber: Data penelitian

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

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

5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil dari penambahan ASP dan SSK pada beton SCC memberikan pengaruh karakteristik berupa:
 - a. Diperoleh nilai *slump flow* maksimum yaitu sebesar 742,5 mm pada variasi ASP 10% + SSK 0,003% dengan faktor air semen 0,40. Sedangkan *slump flow* minimum adalah sebesar 457,5 mm pada variasi ASP 20% + SSK 0,003% dengan faktor air semen 0,40
 - b. Pada pengujian *viskositas* dengan faktor air semen 0,40 hanya variasi ASP 15% + SSK 0,003% yang memenuhi syarat, yaitu 11,96 detik. Sedangkan untuk faktor air semen 0,43 semua variasi memenuhi syarat pembuatan beton SCC.
 - c. Pengujian *passing ability*, tidak ada satupun variasi yang memenuhi syarat pembuatan beton SCC, yaitu $< 0,8$.
 - d. Karakteristik kuat tekan beton SCC dengan campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan di umur 28 hari mengalami penurunan sebesar 27,43% sampai 33,43% untuk faktor air semen 0,40. Sedangkan penggunaan faktor air semen 0,43 mengalami penurunan sebesar 15,19% sampai 28,8%.
2. Dalam penelitian ini terdapat empat variasi dengan hasil nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran beton dengan variasi I (0%) dengan faktor air semen 0,40 serta nilai kuat tekan 35 MPa. Serta nilai kuat tekan terendah

terletak pada variasi III (ASP 15% + SSK 0,003%) dengan faktor air semen 0,43 serta nilai kuat tekan 19,2 MPa

5.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Aer, A. A., Sumajouw, M. D. J., & Pandaleke, R. E. (2014). Pengaruh Variasi Kadar Superplasticizer Terhadap Nilai Slump Beton Geopolymer. 2(6), 283–291.
- Arman, A. (2016). Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tarik Beton Normal Fc' 18 MPa. *Jurnal Momentum*, 18(2), 6–10. <https://doi.org/10.21063/jm.2016.v18.2.6-10>
- ASTM C-127. (2001). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. 3–8.
- ASTM C 117. (2013). *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. (200), 1–4.
- ASTM C 128. (2001). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. 1–6.
- ASTM C 566. (1997). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. 5–7.
- Budi Doloksaribu, D. S. N. (2018). Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Material Pasir Lokal Merauke Dan Kerikil Yang Didatangkan. 7(1), 1–11.
- Darwis, F., Sultan, M. A., & Anwar, C. (2016). Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Batu Apung. *SIPILsains*, 06(11), 31–38.
- EFNARC. (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. In *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*.
- Hadipramana, J., Riza, F. V., Rahman, I. A., Loon, L. Y., Adnan, S. H., & Zaidi, A. M. A. (2016). *Pozzolanic Characterization of Waste Rice Husk Ash (RHA) from Muar, Malaysia*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 160(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012066>

- Hermansah, F. Y., & Sihotang, A. (2019). Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC). 5(1), 62–73.
- Irfani, A., Imansyah, S., & Mungok, C. D. (2016). Studi Perancangan Beton Hemat Energi (Self Compacting Concrete) Untuk Beton Normal, $f_c' = 25\text{mpa}$ Dengan Metode Aci Modifikasi. 1.
- JSCE, G. (2007). *Standard Specifications For Concrete Structures "Design"*.
- Nugroho, A. T. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 24(2), 139–144. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4>
- Nurjamilah, I. I. S., & Sihotang, A. (2018). Kajian Karakteristik Beton Memadat Sendiri yang Menggunakan Serat Ijuk. 4(4), 54–65.
- PBI. (1971). Peraturan Beton Indonesia 1971.
- Purnawirati, I. G. A. N. (2020). Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan Styrofoam. 3, 59–70.
- Riyadi, M. (2019). Kualitas Beton SCC dengan Substitusi Agregat Halus Tailing Tambang Emas Daerah Pongkor. 25(1), 59–68.
- Safarizki, H. A. (2017). Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata Dan Serat Fiber Pada *Self Compacting Concrete* (SCC). 3(2), 2–6.
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan. 13–20.
- Sari, R. A. I., Wallah, S. E., Windah, R. S., Sari, R. A. I., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh Jumlah Semen dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat yang Berasal dari Sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76.
- SNI-8348. (2017). Metode uji *passing ability* beton memadat sendiri dengan *L-Box*.
- SNI 03-1974. (1990). Metode pengujian kuat tekan beton. *Badan Standardisasi Nasional*.

- SNI 03-6820-2002. (2002). Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. *Badan Standardisasi Nasional*, 6820.
- SNI 15-2049. (2004). SNI 15-2049-2004 Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–128.
- SNI 1974:2011. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 7974. (2013). Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulic (ASTM C1602–06, IDT). *Badan Standardisasi Nasional*, 27(5), 596–602.
- Su, N., Hsu, K., & Chai, H. (2001). *A simple mix design method for self-compacting concrete*. 31, 1799–1807.
- Sultan, M. A., Imran, & Litolily, F. (2018). Korelasi Porositas Beton Terhadap Kuat Tekan Rata-Rata. 2(November), 57–63.
- Tata, A., & Sultan, M. A. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton. *SIPILsains*, 06, 23–30.
- Trimurtiningrum, R. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. 03(01), 1–6.
- Winarto, S. (2017). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan. 1(1), 1–10.
- Yanti, G., & Megasari, S. W. (2019). Analisis Penambahan Cocofiber Pada Campuran Beton. (2018), 1–6.

LAMPIRAN



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FAHMI ARIE SANDY
NPM : 1707210179
JUDUL : "PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC"

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|----------|--|-------|
| 1 | 24/2-21 | 1. perbaiki typo error 2. perbaiki rumus awal 3. perbaiki metode. | |
| | | All untuk dump 24/2-21 | |
| 2. | 26/08-21 | 1. Perbaiki Penulisan 2. Lengkapi isi BAB IV 3. Buat perbandingan kuat tetan dengan Fas. | |

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

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






FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

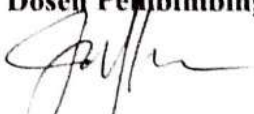
Jalan Kapten Muctar Basri No. 3 Medan 2038 Telp (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FAHMI ARIE SANDY
NPM : 1707210179
JUDUL : PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|----------|--|---|
| 3. | 02/09-21 | 1. Perbaiki isi Laporan 2. Lengkapi hasil pembahasan penelitian BAB <u>I</u> 3. Perbaiki Grafik |  |
| 4. | 11/09-21 | 1. Perbaiki Penulisan 2. Tambah referensi pembahasan BAB <u>IV</u> 3. Hasil perhitungan BAB <u>IV</u> didiskusikan dgn penelitian sebelumnya |  |
| 5. | 13/09-21 | 1. Sesuaikan format penulisan dgn panduan skripsi. 2. Isi tabel BAB <u>II</u> dijabarkan ke dalam bentuk paragraf. |  |

Dosen Pembimbing



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





FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL


Jalan Kapten Muctar Basri No. 3 Medan 2038 Telp (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : FAHMI ARIE SANDY
NPM : 1707210179
JUDUL : PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|----------|---|---|
| 6. | 18/09-21 | 1. Lanjut penulisan BAB V 2. Buat kesimpulan dan saran |  |
| 7. | 21/9-21. | proses <u>seluruh</u> . |  |

Dosen Pembimbing


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



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bisa mengabdikan untuk di agar kehidupan
rumah dan lingkungannya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 891SK/BAN-PT/Akred/PT/10/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6621003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1097/III.3AU/UMSU-07/P/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil Pada Tanggal 24 September 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : FAHMI ARIE SANDY
Npm : 1707210179
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERBEDAAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP
KEKUATAN BETON SERAT SABUT KELAPA DENGAN BAHAN
TAMBAH ABU SEKAM PADI MELALUI METODE SCC
Pembimbing : Dr. JOSEF HADIPRAMANA

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 17 Shafar 1443 H
24 September 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202





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

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



| | |
|---|--|
| <p><i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Halus dan Absorsi) ASTM C 128</p> | <p>LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) :16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018</p> |
|---|--|

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

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

| | |
|--|---|
| <p><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p> <p style="text-align: center;">Fahmi Arie Sandy</p> | <p><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p> <p style="text-align: center;">Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc</p> |
|--|---|



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

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



| | |
|---|---|
| <p><i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorpsi) ASTM C 128</p> | <p>LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : 16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018</p> |
|---|---|

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

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

| | |
|--|---|
| <p><i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)</p> <p style="text-align: center;">Fahmi Arie Sandy</p> | <p><i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)</p> <p style="text-align: center;">Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc</p> |
|--|---|



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



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

| | |
|---|---|
| <i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128 | LAB NO. (No. Surat) : <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : 16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018 |
|---|---|

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

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

| | |
|---|--|
| <i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) | <i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) |
| Fahmi Arie Sandy | Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc |



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



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

| | |
|---|---|
| <i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128 | LAB NO. (No. Surat) : <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : 16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018 |
|---|---|

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

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

| | |
|---|--|
| <i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) | <i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) |
| Fahmi Arie Sandy | Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc |



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



| | |
|--|--|
| WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air Agregat Kasar) ASTM C 566 | LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.PengambilanBhn):16 Oktober 2018 (Tgl. Percobaan) :16 Oktober 2018 |
|--|--|

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

| | |
|---|--|
| <i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) | <i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) |
| Fahmi Arie Sandy | Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc |



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



| | |
|--|--|
| WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air Agregat Halus) ASTM C 566 | LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.PengambilanBhn):16 Oktober 2018 (Tgl. Percobaan) :16 Oktober 2018 |
|--|--|

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

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

| | |
|---|--|
| <i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh) | <i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh) |
| Fahmi Arie Sandy | Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc |



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



| | |
|---|---|
| UNIT WEIGHT AGGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) ASTM C 29 | LAB NO. (No. Surat) : SAMPLING DATE : (Tgl. Pengambilan Bahan) : 16 Oktober 2018 TESTING DATE (Tgl Percobaan) : 16 Oktober 2018 |
|---|---|

| | |
|---|---------------------------------|
| SOURCES OF SAMPLE (Asal Contoh) | Binjai |
| DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh) | Agregat Halus dan Agregat Kasar |
| PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material) | Mix Design |

FINE AGGREGATE

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

COARSE AGGREGATE

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

| | |
|---|--|
| TESTED BY (Dikerjakan Oleh) | CHECKED BY (Diperiksa Oleh) |
| Fahmi Arie Sandy | Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc |

| No | Daftar Kegiatan | Bulan Kegiatan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|----------------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|
| | | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | Juli | | | | Agustus | | | | September | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Persiapan Alat | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Persiapan Bahan | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pemeriksaan Agregat | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Perencanaan <i>Mix Design</i> | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pengerjaan <i>Mix Design</i> | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pengujian <i>Slump Flow</i> , <i>V-Funnel</i> , dan <i>L-Box</i> | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pencetakan Benda Uji | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Perawatan Benda Uji | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Pengujian Kuat Tekan Beton | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Analisa dan Pembahasan | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 11 | Kesimpulan dan Saran | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 12 | Sidang Meja Hijau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | |

FOTO-FOTO DOKUMENTASI



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



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



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



Gambar L.4: Menyiapkan Bekisting



Gambar L.5: Menimbang Benda Uji Sebelum Perendam



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



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



Gambar L.8: Menimbang Berat Beton Setelah Perendaman



Gambar L.9: Pengujian Kuat Tekan Beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Fahmi Arie Sandy
Panggilan : Fahmi
Tempat, Tanggal Lahir : Bosar Maligas/ 13 Mei 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Sekarang : Saran Padang, Kec. Dolok Silau, Kab. Simalungun
HP/Tlpn Seluler : 085763365821
Nama Ayah : Mhd. Agus Salim
Nama Ibu : Lely Yasmila
E-mail : fahmiariesandy@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210179
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

| No | Tingkat Pendidikan | Nama Sekolah | Tahun |
|----|--------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | SD | SDN 091386 Saran Padang | 2005 - 2011 |
| 2. | SMP | SMP Negeri 1 Dolok Silau | 2011 - 2014 |
| 3. | SMA | SMAN 5 Pematangsiantar | 2014 - 2017 |