

TUGAS AKHIR
ANALISIS KEKUATAN LENTUR BETON DENGAN METODE *SELF*
***COMPACTING CONCRETE* (SCC) AKIBAT SERAT SABUT KELAPA**
DAN BAHAN TAMBAH ALAMI

(Studi Penelitian)

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

Disusun oleh:

KEVIN PRATAMA

1707210060



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 : Kevin Pratama
NPM : 1707210060
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode SCC
Akibat Serat Sabut Kelapa Dan Bahan Tambah Alami

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 25 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Kevin Pratama
NPM : 1707210060
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode SCC Akibat Serat Sabut Kelapa Dan Bahan Tambah Alami

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 25 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing


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

Dosen Pembanding I


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

Dosen Pembanding II


Sri Prafanti S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil


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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Kevin Pratama
Tempat , Tanggal Lahir : Medan , 01 November 1999
NPM : 1707210060
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisi Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode SCC Akibat Serat Sabut Kelapa Dan Bahan Tambah Alami”

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 keserjanaan saya.

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

Medan, September 2021

a yang menyatakan



Kevin Pratama
Kevin Pratama

ABSTRAK

ANALISIS KEKUATAN LENTUR BETON DENGAN METODE *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) AKIBAT SERAT SABUT KELAPA DAN BAHAN TAMBAH ALAMI (STUDI PENELITIAN)

Kevin Pratama

1707210060

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

Saat ini pengembangan beton lebih memperhatikan kualitas fluiditas yang tinggi, sehingga bantuan vibrator juga tidak diperlukan pada saat pemadatan dinamakan dengan *Self Compacting Concrete* (SCC). Karakteristik beton yang diuji adalah kuat lentur. Penggunaan bahan tambahan yaitu abu sekam padi dan serat sabut kelapa, dengan metode SCC. Dengan memanfaatkan limbah Abu sekam padi dan memanfaatkan serat sabut kelapa menjadi bahan pembuatan beton dengan metode SCC. Adapun kegunaan penelitian dapat menjadi bahan referensi ataupun pengembangan lanjutan untuk suatu penelitian. Beton memiliki kandungan rongga udara 1%-3% rongga udara, 26-41% pasta semen beserta air, dan 61-76% agregat halus serta kasar. Sesuai dengan standarisasinya, sifat kekuatan tekan beton telah ditetapkan pada saat beton memiliki umur 28 hari Penggunaan abu sekam padi dimanfaatkan menjadi bahan alternatif semen yakni tambahan dalam konstruksi yang bertujuan mendorong nilai tambahan produksi beton yang memiliki karakter yang baik. Penggunaan komponen bahan dalam membentuk SCC yaitu dengan penggunaan semen pada penelitian ini ialah semen padang PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dan penggunaan agregasi halus yaitu pasir yang didapatkan dari daerah Binaji, serta penggunaan agregasi kasar yaitu batu pecah dengan ukuran maksimal 20 mm, Air, Penggunaan *superplasticizer* dengan jenis viscoflow 3660 LR, Abu sekam padi, Serat sabut kelapa yang berasal dari pedagang kaki lima sekitaran kota Medan Pengujian Kuat Lentur Beton pada penelitian ini menerapkan metode yang disesuaikan pada SNI 03-2491-2014 ketika beton memiliki umur 28 hari dengan memanfaatkan mesin kuat tarik (*tensile strength test*). Dari grafik Slump Flow adonan beton SCC dengan FAS 0.45 pada proses pengujian slum flow pada variasi ASP 20% + 00.3% SSK yang memenuhi syarat SCC yaitu dengan nilai 60 cm Semakin bertambah banyak kadar abu sekam padi kedalam campuran beton membuat adonan beton semakin kental hal ini ditunjukkan dengan nilai slam flow yang semakin kecil.

Kata Kunci: Beton, *Self Compacting Concrete*, Serat Sabut Kelapa, Abu Sekam Padi.

ABSTRACT

ANALYSIS OF BENDING STRENGTH OF CONCRETE USING SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) METHOD DUE TO COCONUT FIBER AND NATURAL ADDITIONAL INGREDIENTS (RESEARCH STUDY)

Kevin Pratama

1707210060

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

Currently, the development of concrete pays more attention to high fluidity quality, so that the aid of a vibrator is also not needed during compaction, it is called Self Compacting Concrete (SCC). with the SCC method. By utilizing rice husk ash waste and utilizing coconut fiber as a material for making concrete with the SCC method, this research can be used as a reference or research and developed as a sustainable research. Concrete contains air voids of about 1% - 2%, cement paste (cement and water) about 25% - 40%, and aggregates (fine aggregate and coarse aggregate) about 60% - 75%.Based on the standard, the compressive strength characteristics of concrete are determined when 28 days old concrete. Rice husk ash can be used as a substitute for cement, namely an added material with the aim of increasing added value in the manufacture of concrete that has better properties. The components of the SCC forming material used are: The cement used is PPC Padang cement (Portlan Pozzolan Cement), Fine Aggregate used is sand obtained from the Binjai area Coarse aggregate used in this study is crushed stone with a maximum size of 20 mm, Water, Superplasticizer used is viscoflow 3660 LR, Rice husk ash, Coconut fiber from traders sidewalks around the city of Medan Testing the Bending Strength of Concrete Testing the flexural strength of concrete in this study used the method according to SNI 03 -2491-2014 when the concrete is 28 days old by using a tensile strength test machine. From the graph of SCC Flow of concrete dough with FAS 0.45 in the slump flow testing process at variations of ASP 20% + 00.3% SSK which meets SCC requirements, namely with a value of 60 cm. The more rice husk ash content into the concrete mixture, the thicker the concrete mixture, this is indicated by the smaller slump flow value.

Keywords: Concrete, Self Compacting Concrete, Coconut Coir Fiber, Rice Husk Ash.

KATA PENGANTAR



Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji serta syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan langkah pada penulis dalam menuntaskan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode SCC Akibat Serat Sabut Kelapa Dan Bahan Tambah Alami”

Penyusunan Tugas Akhir ini adalah satu dari berbagai syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana untuk Mahasiswa/i Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuannya, khususnya kepada:

1. Rasa syukur penulis kepada Allah SWT yang memberi hidayah serta rahmatnya pada penulis hingga mampu menuntaskan tugas akhir ini.
2. Teristimewa yaitu kedua orang tua penulis Ayahanda Sucipto dan Ibunda Muliatik, yang memberi seluruh kasih sayangnya serta dorongan pada penulis hingga mampu menuntaskan skripsi ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sekaligus Dosen Pembimbing I yang memberi banyak bantuan berupa koreksi dan saran pada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., sebagai sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memberi banyak bantuan berupa koreksi dan saran pada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Sri Prapanti S.T., M.T selaku Dosen Penguji II yang memberi banyak bantuan berupa koreksi dan saran pada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memberi banyak ilmu dan pelajaran pada penulis.
9. 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.
10. Terkasih Athia Faqiha Salsabila Azhari, terima kasih atas segala dukungan, semangat, dan juga perhatian yang selalu diberikan kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi, Fahmi Arie Sandy, Mariadly Rizky Abdilah, Al-Hafiz, Firza Muhammad Fachroini, Diky Wahyudi Putra, Asya Rizky Ila Utami, dan Agung Prsetya, yang secara bersama-sama memberikan dorongan, bantuan, dan arahan pada saat penulis melakukan beberapa kesalahan dan mendapatkan kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih untuk seluruh kesenangan dan pengalamannya.
12. Rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2017 dan terutama rekan saya di kelas D1 Pagi yaitu, Mhd. Tondi Alfarizi, M.Riqi Fauzan, Okky Aditya Fahreza, Brilian Sukarsyah, Taufiqurahman, Farhan, Bobby Maulana, Dea Melani Siregar, Ilma Novanda, Ayu Wulandari, Nurul Wahida Siregar, Dwi Ambar Kartika Ratri, Lisa Handayani Sihotang, Adjudira Novani, yang secara bersama-sama memberikan dorongan, bantuan, dan arahan pada saat penulis melakukan beberapa kesalahan dan mendapatkan kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini dan tugas-tugas sebelumnya. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.
13. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), terkhusus pada teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang memberi banyak dorongan dan dukungannya.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penelitian yang akan dilakukan.

Akhir kata, harapan penulis adalah semoga tugas akhir ini memberi kebermanfaatan untuk penulis dan pembaca. Selanjutnya secara keseluruhan penulis serahkan segala sesuatunya dalam terwujudnya kesuksesan yang sepenuhnya kepada Allah SWT.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, September 2021

Penulis

Kevin Pratama

170721006

DAFTAR ISI

1

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Error! Bookmark not defined.

HALAMAN PENGESAHAN

Error! Bookmark not defined.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

ii

ABSTRAK

iii

ABSTRACT

iv

KATA PENGANTAR

v

DAFTAR ISI

vii

DAFTAR GAMBAR

ix

DAFTAR TABEL

x

BAB 1 PENDAHULUAN

1

1.1 Latar Belakang Masalah

1

1.2 Rumusan Masalah

2

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

3

1.4 Tujuan Penelitian

3

1.5 Manfaat Penelitian

3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

5

2.1 Umum

5

2.2 Beton *Self Compacting Concrete*

6

2.3 Bahan Dasar Beton SCC

8

2.3.1 Semen

8

2.3.2 Agregat Halus

9

2.3.3 Agregat kasar

10

2.3.4 Air

11

2.4 Abu Sekam Padi

11

2.5 Sabut Serat Kelapa

14

2.6 Kuat Lentur

16

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

18

3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	19
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.4 Bahan dan Peralatan	20
3.4.1 Bahan	20
3.4.2 Peralatan	21
3.5 Persiapan Penelitian	22
3.6 Pemeriksaan Agregat	22
3.6.1 Pemeriksaan Agregat Halus	22
3.6.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	23
3.7 Perencanaan Campuran Beton	26
3.8 Serat Sabut Kelapa	27
3.9 Abu Sekam Padi	28
3.10 Pelaksanaan Penelitian	28
3.10.1 <i>Mix Design</i>	28
3.10.2 Pembuatan Benda Uji	28
3.10.3 Pengujian <i>Slump Flow</i>	29
3.10.4 <i>V Funel Test</i>	29
3.10.5 <i>L-Box Test</i>	30
3.10.6 Perawatan beton	31
3.10.7 Pengujian Kuat Lentur	31
4.1 Perencanaan Campuran Beton	32
4.2 Perhitungan <i>Mix Desiggn</i> Beton <i>Self Compacting Concrete(SCC)</i>	33
4.3 Pemeriksaan <i>Slum Flow</i>	39
4.4 Pemeriksaan Viskositas	40
4.5 Pemeriksaan <i>Passing Ability</i>	41
4.6 Pengujian Kuat Lentur Beton	43

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

46

5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu Sekam Padi	13
Gambar 3.2 Serat Sabut Kelapa	14
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	18
Gambar 4.1 Grafik Slump Flow Adonan Beton SCC Dengan FAS 0.45	39
Gambar 4.2 Grafik Funnel Adonan Beton SCC Dengan FAS 0.45	40
Gambar 4.3 Grafik Passing Ability Adonan Beton SCC Dengan FAS 0.45	41
Gambar 4.4 Grafik Analisa Kuat Lentur Beton Normal	42
Gambar 4.5 Grafik Analisa Kuat Lentur Beton Variasi 10%	42
Gambar 4.6 Grafik Analisa Kuat Lentur Beton Variasi 15%	43
Gambar 4.7 Grafik Analisa Kuat Lentur Beton Variasi 20%	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi	12
Tabel 3.1 Jumlah Variasi Sampel Pengujian Beton Pada 28 Hari	30
Tabel 4.1 Data-data Tes Dasar	31
Tabel 4.2 Variasi Penambahan Abu Sekam Padi Serta Sabut Kelapa	32
Tabel 4.3 Komposisi Campuran Beton SCC Dalam 1m ³ Dengan FAS 0.45	33
Tabel 4.4 Slump Flow Adonan Beton SCC	38
Tabel 4.5 V Funnel Adonan Beton SCC Normal	39
Tabel 4.6 Passing Ability Adonan Beton SCC	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di Indonesia, konsumsi tahunan semen Portland di Indonesia meningkat dari 47,43 juta ton menjadi 49,76 juta ton dari September 2017 hingga September 2018. (Santoso, 2019). Dibutuhkan semacam permintaan semen portland seiring dengan meningkatnya pertumbuhan konstruksi di Indonesia, padahal kita tahu produksi semen portland di Indonesia kemungkinan mengalami penurunan setiap tahunnya. Penyebabnya karena banyak faktor budaya di sekitar pabrik semen Portland dan terdapat penurunan sumber daya alam.

Beton merupakan komoditas komposit dengan semen, agregat (halus dan kasar) dan air dengan komposisi tertentu sebagai komponen utamanya. Saat bahan-bahan ini disatukan, massa cairan harus dibentuk yang akan dengan mudah terbentuk menjadi bentuk yang diinginkan.

Beton ialah satu dari berbagai penggunaan bahan terhadap konstruksi dikarenakan kemudahan dalam pembentukan, perawatan, dan mudah diterapkan pada beberapa macam bangunan sipil karena memiliki kelebihan terhadap tegangan tekan. Selanjutnya, produksi beton juga memanfaatkan bahan lokal, sehingga digunakan juga beton. Dalam berbagai hal, teknologi beton terus dikembangkan, antara lain dengan menambahkan material beton pada nilai estetika. Beton kualitas tinggi juga dapat diperoleh dengan modifikasi selama proses curing, seperti *Reactive Powder Concrete* (RPC), dalam hal penambahan material.

Reactive Powder Concrete (RPC) adalah beton dan terdiri dari semen, asap silika, bubuk kuarsa dan air tanpa agregat kasar. Tingginya kandungan semen yang digunakan, menjadi aspek rendahnya air semen dan dengan tidak adanya pencampuran beton merupakan ciri-ciri dari *Reactive Powder Concrete* (RPC). Penghapusan agregat kasar adalah cara terbaik untuk mengontrol penggabungan antara komposisi lain serta semen. Pencampuran beton reaktif yaitu material

bahan tambahan yang memiliki kandungan silika diakibatkan oleh pengaruh beberapa limbah industri diantaranya abu layang, asap silika, *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBS), serta abu sekam (Anil et al.2008; Helmi et al.2016; Helmi et al. n.d; Richard et al. al. 1995).

Beton ialah bahan yang dimanfaatkan dalam bangunan skala industri pada saat ini. Dalam pengolahan dan dalam campuran beton itu sendiri, pembuatan beton terjadi dengan cepat. Saat ini pengembangan beton lebih memperhatikan kualitas fluiditas yang tinggi, sehingga bantuan vibrator juga tidak diperlukan pada saat pemadatan. Beton ini disebut dengan *Self Compacting Concrete* (SCC). Kemampuan beton SCC dalam memadatkan hingga mencapai sudut bekisting (Okamura dan Ouchi, 2003). Karena beton SCC memiliki tingkat keseragaman yang tinggi, maka beton SCC juga dapat menjadi inovasi untuk mengurangi waktu kerja. Beton fiber bisa juga disebut beton yang ditambahkan dengan serat sabut kelapa. Tentunya penyertaan serat alam khusus untuk serat sabut kelapa memiliki proses penelitian tersendiri.

Abu sekam padi mempunyai komponen penting dan termasuk tinggi dengan silika (Kamath, 1998). Senyawa xonolite juga dapat diproduksi oleh pelarut yang berbeda, berkontribusi pada peningkatan kekuatan beton (Richard et al. 1995). Ini juga dapat menutupi sebagian dari semen dengan imbalan abu sekam memiliki kemampuan untuk digunakan dalam campuran beton. Penelitian lanjutan mengenai efek pergantian komponen semen dengan abu sekam dalam kondisi periode curing pada kekuatan tekanan dan kelenturan beton perlu dilakukan. Oleh karna itu melalui penjelasan di atas, peneliti mempunyai ketertarikan dalam melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode SCC Akibat Serat Sabut Kelapa Dan Bahan Tambah Alami”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah penambahan campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa dengan variasi dapat mempengaruhi kelenturan beton SCC?
2. Bagaimana efek serat kelapa serta sekam pasi yang ditambahkan menjadi bahan material pada beton terhadap kelenturan (*flexural strength*)?

3. Berapa hasil dari variasi 0%, 10%, 15%, dan 20% terhadap persentasi maksimal dari ditambahkan abu sekam padi serta material lain serat sabut kelapa menjadi alternatif semen dalam memperoleh hasil kuatnya kelenturan beton?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun masalah penelitian dibatasi antara lain:

1. Penelitian berfokus pada jenis beton yaitu beton dengan metode SSC atau *Seld Compacting Concrete*
2. Pengujian sifat beton yaitu kekuatan kelenturan melalui penelitian uji
3. Penggunaan bahan tambahan yaitu abu sekam padi dan serat sabut kelapa
4. Penggunaan bahan tambahan dalam meningkatkan hasil kekuatan kelentuan yaitu serat sabu kelapa

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah serat sabut kelapa dan abu sekam padi dapat mempengaruhi kelenturan beton SCC.
2. Untuk mengetahui berapa nilai yang mempengaruhi kelenturan beton SCC.
3. Untuk mengetahui persentasi maksimal pada variasi 0%, 10%, 15%, dan 20% dengan menambahkan abu sekam padi, dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan dalam memperoleh nilai kuat lentur beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun penelitian ini bermanfaat dalam beberapa bagian yaitu :

1. Manfaat penelitian yang merujuk pada kemampuan mengembangkan penelitian secara lanjut dan penyusunan beton dengan metode SSC atau *Self Compacting Concrete* pada industri konstruksi.
2. Dapat sebagai penyelesaian pengganti yang lebih baik dan tepat.
3. Dapat menjadi solusi bagi masyarakat secara meluas melalui manfaat yang dihasilkan abu sekam padi
4. Manfaat metode SCC (*Self Compacting Concrete*) sebagai meminimalisir dan meningkatkan pemanfaatan limbah abu sekam padi dan serat sabut kelapa menjadi bahan pembuatan beton.

5. Manfaat penelitian yang merujuk pada kemampuan mengembangkan penelitian secara lanjut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pencampuran atas semen hidraulik serta semen portland yang lainnya, agregat kasar, halus serta air, dan tidak menambah bentuk massa yang padat (SK - SNI - T - 1991 - 03) disebut sebagai “beton”.

Berat jenis sebesar 2300-2400 kg/m³ terdapat pada beton normal serta jumlah kekuatan, dan ketahanan beton diantaranya berbagai aspek yaitu perbandingan nilai pencampuran serta kualitas penyusunan material, cara tata laksana pengecoran, tata laksana hasil akhir, suhu, serta situasi pemeliharaan daya kerasnya. Berbagai bagian tersebut mampu memperoleh beton yang memberi kelecakan atau workability serta stabilitas beton yang dikerjakan, kestabilan pada korosi sekitar terkhusus pada korosif, tahan air, dan lainnya serta mampu mencukupi pengujian kekuatan tekanan yang terencana (Dipohusodo, 1994).

Adanya 2% kandungan rongga udara yang terdapat pada beton, 20-35% pasta semen, dan berkisar 61% agregat kasar dan halus. Dalam memperoleh mutu kuat yang tepat, serta setiap karakter material yang disusun perlu dipahami lebih dalam. Peningkatan yang terjadi pada kekuatan beton diakibatkan peningkatan usianya. Dari standarisasi, sifat kekuatan penekanan beton ditetapkan pada saat usia beton pada 27 hari, dikarenakan kenaikan kuatnya beton secara signifikan hingga usia 27 hari. Karakteristik beton terdiri atas kemudahan dalam pengadukan, penyaluran, pengecoran, kepadatan, dan penyelesaian, serta tidak menimbulkan terpisahnya material yang tersusun pada pengadukan dan persyaratan kualitas beton bagi pemenuhan ketetapan konstruksi. Pasa umumnya keuntungan dan kekurangan beton adalah (Mulyono, 2005):

1. Mampu menjadi solusi pembentuan yang disesuaikan pada kecukupan konstruksi.
2. Dapat menahan muatan yang berat.
3. Stabil pada suhu tinggi.
4. Pembiayaan eksploitasi yang terjangkau.
5. Pembuatan bentuk yang tidak dapat diubah.

6. Tata laksana kinerja memerlukan kesiapan yang besar.
7. Berat.
8. Pemantulan suara tinggi.

2.2 Beton *Self Compacting Concrete*

Yaitu kemampuan beton dapat memadatkan secara sendirinya dan mempunyai penyebaran yang tepat. Penelitian pada beton telah dilakukan di Jepang, dimana keberhasilan penelitian terselesaikan dan awal dikenalkannya beton ini oleh Okamura berkisar pada tahun 1990 di negara tersebut. Beton jenis ini menjadi solusi dalam menanggapi permasalahan pengecoran di negara tersebut. Perbedaannya beton jenis ini bahwa di Indonesia tidak dikembangkan dengan tepat, dimana Beton SSC dikembangkan dengan berbagai batasan pada penggunaan cara pengujian percobaan mix design pada beton SSC. Satu dari berbagai bahan kimia yang memberikan pengaruh pada daya mampu beton jenis ini dalam mengalirkan ialah *superplasticizer*. Dalam mengetahui daya mampu *superplasticizer* dalam menjalankan reaksi dihasilkan oleh dosis, jenis semen dan komponennya.

Secara umum penggunaan beton normal pada proses konstruksi dikarenakan proses pembuatan yang lebih efektif serta menghasilkan nilai yang terjangkau. Akan tetapi, terdapat berbagai hambatan pada proses pengecoran beton normal diantaranya adanya semen, agregat halus, serta air yang terpisah dengan segregasi karena kesenjangan yang sangat berdekatan. Maka dari itu sesuai pada adanya kecukupan konstruksi. Satu dari berbagai pengembangan beton SCC ialah kemampuan beton dalam memadatkan sendirinya slump yang meningkat secara signifikan.

Beton SCC tidak membutuhkan proses getar contohnya pada beton normal, hal ini dijalankan pada proses ditempatkannya volume bekisting serta proses pemadatan. SSC memiliki *flowability* yang besar hingga dapat menghasilkan aliran, mencukupi bekisting, dan memperoleh tingkat padat yang tinggi (EFNARC 2005) (Hamdani et al. 2018)

Berbeda dengan beton konvensional bahwa pencampuran SCC lebih cair, hal ini menunjukkan kemampuan pengaliran beton segar dan pemadatan pada masing-masing sudut bagian bangunan tersulit untuk dicapai. Bagi keinginan tenaga kerja pengisi tingginya permukaan dengan rata-rata dengan tidak adanya menanggung bleeding. Selanjutnya kemampuan campuran dalam mengalirkannya dari sela-sela antara besi tulangan dengan tidak adanya segregasi ataupun bahan yang terpisah. Adanya sifat yang cair dari pada beton konvensional, maka rumitnya kinerja dapat diminimalisir dengan baik. Dukungan juga dihasilkan dari SSC dalam tata laksana Green Building dikarenakan meminimalisir penggunaan energi listrik dalam memadatkan yang tidak memanfaatkan vibrator.

Komponen agregasi SSC memiliki perbedaan dari beton konvensional yang lebih sedikit memiliki komposisi halus dibandingkan SSC dikarenakan pemanfaatan perlakuan pasta yang mampu memberikan bantuan sebagai pengalir beton segar. Pemanfaatan beton konvensional dalam agregasi kasar berkisar 69-76% berdasarkan volume beton. Selanjutnya penggunaan agregasi kasar berukuran 6-20 mm. Komponen agregasi tersebut mampu meminimalisir tingkatan permeabilitas serta porositas SSC hingga tingkat pengedapan air lebih baik dan awet dibandingkan beton konvensional.

Penggunaan SSC memiliki berbagai keuntungan dan manfaat yang diperoleh, yaitu:

1. Meminimalisir pekerja dan penggunaan alat
2. Meminimalisir tingkat bising dari daerah pengerjaan
3. Memberi kemudahan di lapangan pada proses pengecoran
4. Menghasilkan peningkatan kecepatan proses konstruksi
5. Penambah mutu dan ketahanan pembangunan
6. Menghasilkan kekuatan yang tinggi
7. Meminimalisir kecukupan dalam membuktikan tingkat permukaan
8. Menghapus kecukupan material yaitu *underlayments*

Selain kelebihan dan manfaatnya, adanya kekurangan tingginya pengeluaran pembiayaan beton SSC dari pada beton konvensional.

2.3 Bahan Dasar Beton SCC

Pada dasarnya penggunaan material dalam konstruksi merupakan bagian dari kerikil kecil dan besar, air, serta semen, dari pencampuran serta daya kiat yang dihasilkan secara tertentu. Pengukuran daya kuat dapat dilakukan pengujian pada tingkat tekanan kekuatan berkisar 17-31 Mpa (N/mm²) dan 2,5 ton/m³ beratnya, sedangkan kuat tekanan beton melebihi 35 MPa bagian dari beton bertulang.

Pembuatan mutu beton tergantung dari penggunaan nilai beratnya air antar semen yaitu aspek air semen, disamping kualitas gradasi agregat kasar dan halus (fas). Tingkat kemampuan kerja beton yang dibuat juga akan dipengaruhi oleh nilai level ini.

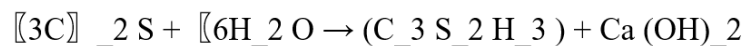
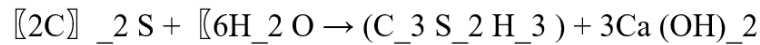
Selain itu terkadang dalam campuran beton ditambahkan bahan tambahan berupa bahan tambahan kimiawi dan mineral/bebam tambahan untuk beberapa keperluan. Penggunaan bahan kimia yang ditambahkan yaitu bubuk ataupun fluida secara nyata memberikan pengaruh situasi pencampuran beton secara kimiawi dan mineral, sedangkan dalam bentuk agregasi yang memiliki sifat tertentu. Bahan kimia dan mineral yang ditambahkan tersebut diinginkan mampu mengubah kualitas dan karakter pencampuran beton disesuaikan pada situasi serta kegunaan yang diharapkan dan penggunaannya menjadi substitusi beberapa elemen utama beton. Sejalan dengan SNI S-18-1990-03 mengenai rincian bahan yang ditambahkan terhadap beton dan pengaturan standarisasi penyedia bahan aditif beton.

2.3.1 Semen

Satu dari berbagai penggunaan material konstruksi pada sektor konstruksi sipil dalam pekerjaan fisik disebut sebagai “semen”. Mungkin untuk menjelaskan semen menjadi bahan pencampuran secara kimia aktif sesudah reaksi air. Struktur molekul yang dikandungnya menentukan sifat pengikatan semen. Kapur adalah konsentrasi yang semakin meningkat dalam semen. Antara lain, beton, mortar

mortar, plesteran, bahan pengisi, menggabungkan nat (encer) dan semacamnya digunakan.

Semen ialah daya rekat hidrolis material bangunan, yang berarti bahwa daya rekat yang dicampurkan dengan air. Material semen secara umum terbagi atas tiga jenis diantaranya 71-90% clinker atau terak semen yaitu hasil pengolahan batu kapur yang dibakar, 4% kerikil silika, kerikil besi dan tanah liat yaitu kandungan memperlambat kepadatan serta bahan ketiga yaitu pozzolan, abu terbang, batu kapur, dan lainnya. Apabila komponen ke-3 tersebut tidak melebihi 4% secara umum mencukupi mutu Ordinary Portland Cement atau OPC. Akan tetapi apabila zat bahan ketiga melebihi 20% dan tergolong tinggi secara maksimum, maka terjadi pergantian jenis semen menjadi Portland Composite Cement atau PCC. Pembentukan massa padat yang dihasilkan dari proses reaksi kimiawi semen serta air tidak dapat dilihat secara lengkap dikarenakan sifat yang sangat rinci. Adapun penggunaan rumus kimia juga memiliki sifat yang ditinjau dalam reaksi kimiawi melalui komponen C_2S dan C_3S dapat dituliskan antara lain:



Perlakuan komposisi kimiawi yang diubah dengan metode perubahan persentase 4 bagian pokok semen mampu menimbulkan berbagai macam semen atas manfaat dan kegunaannya.

Semen hidrolis yang diperoleh melalui proses digilingnya clinker antara lain kalsium silit yang memiliki sifat hidrolis dan penggilingan secara bersamaan dengan material lain disebut “semen portland” yaitu satu dari nernagai kristal senyawa sulfat (SNI 15-2049-1994).

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

2.3.2 Agregat Halus

Kemampuan agregasi halus yaitu kerikil alam mampu menghasilkan desintegrasi alamiah dari bebatuan yaitu pasir non-alami yang diperoleh bagi peralatan pemisahan bebatuan. Ukuran dari agregasi ini yaitu 0,060 mm - 4,70 mm yang terdiri dari kerikil kasar dan halus. Penggunaan radiasi yang mampu ditahan beton, bubuk beso pecah dan bubuk halus menjadi agregasi halus. Berdasarkan pernyataan PBI yang menyatakan bahwa terdapat beberapa syarat agregasi halus diantaranya :

1. Terbagi atas butir-butir tajam, padat, dan memiliki sifat awet yang berarti tidak mudah rusak dikarenakan efek iklim dan suhu diantaranya panas matahari, hujan dan lainnya.
2. Tidak memiliki kandungan lumpur melebihi 4% berat keringnya, jika kandungan lebih dari persen tersebut maka agregasi halus diharuskan untuk dilakukan pencucian jika pemakaian dalam pencampiran beton ataupun penggunaan secara nyata dilakukan namun daya kuat yang menurun dari 4%.
3. Tidak memiliki kandungan material organik yang lebih banyak serta dapat menjadi bukti dengan perlakuan pewarnaan atas ABRAMS HARDER menggunakan 2% larutan NaOH.
4. Pasir halus memiliki angka berkisar 2.1 - 3.1.
5. Pasir kasar memiliki angka berkisar 3.1 - 4.4.
6. Memiliki berbagai jenis besaran dari butiran yang dimiliki agregasi halus.

Apabila agregasi halus tidak mampu mencukupi perlakuan tersebut maka penggunaan tetap dapat dilakukan, akan tetapi daya kuat tekanan pengadukan agregasi berumur 6-27 hari dan tidak dibawah 94% dari persamaan daya kuat pengadukan agregasi, namun diawali dengan pencucian menggunakan 3% larutan NaOH lalu dilakukan pencucian menggunakan air dengan usia yang sama.

2.3.3 Agregat kasar

Nama lain dari agregasi ini ialah kerikil yang menjadi penghasil desintegrasi alamiah atas bebatuan ataupun terpecahnya batu yang dihasilkan dari perusahaan pemecah bebatuan dengan butiran yang memiliki ukuran 4.75 mm - 149 mm. Adapun agregasi kasar mempunyai berbagai ketentuan yaitu:

1. Meliputi butir-bitir keras yang tidak memiliki pori agregasi kasar yang berbutir pipih dan penggunaannya hanya apabila butiran pipih tidak melebihi 21% secara keseluruhan berat agregasi.
2. Tidak memiliki kandungan lumpur melebihi 1% dari berat kering dan apabila melebihi angka tersebut maka dilakukan pencucian.
3. Tidak adanya kandungan yang mampu menghancurkan beton diantaranya kandungan alkali.
4. Tidak mampu berupa pasir alam melalui pemecahan batu.
5. Melewati uji kekerasan menggunakan bejana pengujian Rudeloff dan beban pengujian 21 ton.
6. Goresan batang maksimal 5% apabila dilakukan pengujian pada bagian kandungan yang lemah.
7. Tingkat kehalusan berkisar 4 – 7,6.

2.3.4 Air

Pembuatan beton menggunakan bahan dasar yang penting dan paling terjangkau yaitu “Air”. Fungsi air memberikan reaksi pada berat semen sekitar 20% serta sebagai pelumas butiran agregat. Selanjutnya perlu adanya perawatan beton menggunakan air.

Syarat-syarat dicampurnya beton dengan air (SNI 03-6861.1-2002):

1. Bersih dan tidak memiliki kandungan minyak, lumpur, dan benda apung lain yang mampu ditinjau secara kasat mata.
2. Tidak memiliki kandungan benda suspensi melebihi 2 gr/liter
3. Tidak memiliki kandungan garam yang terlarut dan mengancam beton diantaranya asam, kandungan organik, dan lainnya) melebihi 14 gr/liter.
4. Mengandung klorida (Cl) < 0,50 gr/liter, dan asam sulfat < 1 gr/liter sebagai SO₃.

2.4 Abu Sekam Padi

Proses pembakaran sekam padi menghasilkan abu, dimana abu tersebut satu dari berbagai material yang berpotensi untuk dimanfaatkan di Indonesia

dikarenakan pembuatan dan penyebaran yang meningkat dan meluas. Apabila proses pembakaran abu sekam padi menggunakan temperatur yang tepat, maka akan menghasilkan sisa yang bersifat pozzolan dikarenakan kandungan silika (Rahamudin, Manalip, and Mondoringin 2016)

Beberapa negara telah memproduksi sekam padi diantaranya negara yang menghasilkan padi seperti Thailand hingga Indonesia. Dengan adanya kulit padi yang dibakar akan menghasilkan abu sekam padi yang berwarna abu-abu, putih hingga kehitaman, hal tersebut dipengaruhi oleh adanya pemberian temperatur dan sekam padi yang diperoleh, dimana total keseluruhan sekam padi yang didapatkan berkisar 21-32% berdasarkan beratnya dan setiap tahun berkisar 136 juta ton (Lim, et al., 2012). Penggunaan abu sekam padi dimanfaatkan menjadi bahan alternatif semen yakni tambahan dalam konstruksi yang bertujuan mendorong nilai tambahan produksi beton yang memiliki karakter yang baik (Xu, et al., 2012). Pemanfaatan abu sekam padi dalam produksi semen telah disarankan untuk berbagai negara berkembang dikarenakan hal ini mampu meminimalisir permasalahan yang dihasilkan dari sekam padi menjadi biomassa sektor pertanian (Ajiwe, et al., 2000 ; Xu, et al., 2012).(Nugroho 2017)

Kandungan yang dimiliki abu sekam padi ialah komponen silika yang termasuk besar (Kamath, 1998). Pembentukan senyawa yang dihasilkan silika ialah xonotlite yang menghasilkan peningkatan kekuatan beton (Richard et al. 1995). Potensi yang dimiliki abu sekam padi ialah penggunaannya dalam pencampuran beton yang mampu menjadi alternatif sebagian semen. Maka dari itu diperlukan perlakuan penelitian lanjutan tentang edek pergantian abu sekam dengan sebagian semen terhadap perbedaan curing pada kekuatan tekanan dan kelenturan beton (Annisa, Mufidah Aulia; Helmi, Masdar; Irianti 2019)

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

(menurut Houston,D.F, 1972 dalam Sihombing yang ditulis R. Rahamudin,*et al.*)

Komponen	% Berat
SiO ₂	86,90 – 97,30
K ₂ O	0,58 – 2,50
Na ₂ O	0,00 – 1,75
CaO	0,20 – 1,50
MgO	0,12 – 1,96
Fe ₂ O ₃	0,00 – 0,54
P ₂ O ₅	0,20 – 2,84
SO ₃	0,10 – 1,13



Gambar 2.1 Abu Sekam Padi

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan tambahan Abu Sekam Padi, yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Rahamudin, Manalip, and Mondoringin 2016) dengan judul “Uji kekuatan daya tarik pembelahan dan kelenturan beton ringan dengan agregasi kasar pada batu apung dan abu sekam padi menjadi substitusi parsial semen” memperoleh hasil beton ringan berisikan 1430 kg/m³, dengan kekuatan tekanan beton maksimal senilai 14,49 Mpa, kekuatan tarikan belah dan kelenturan beton yaitu 1,62 Mpa dan 3,48 Mpa pada nilai substitusi parsial ASP yaitu 16% berdasarkan berat semen.

Penelitian yang dilakukan oleh (Helmi et al. 2019) dengan judul “Sifat Mekanik Beton Reaktif yang Menggunakan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Sebagian Semen dan Perlakuan Perawatan Panas (*Heat Curing*)” menunjukkan bahwa kuat kelenturan beton tersebut secara optimal ketika beberapa semen diganti dengan abu sekam sebanyak 10% pada seluruh varian pemeliharaan beton, perendaman menggunakan air, pemberian uap panas, dan pemanasan menggunakan oven.

Penelitian yang dilakukan oleh (Annisa, Mufidah Aulia; Helmi, Masdar; Irianti 2019) dengan judul “Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton Reaktif (*Reactive Powder Concrete*)” menunjukkan bahwa kuat kelenturan beton secara optimal ada ketika 10% dengan pemeliharaan menerapkan daya uap yang memperoleh kuat kelenturan senilai 16.48 MPa.

2.5 Sabut Serat Kelapa

Satu dari berbagai sisa lahan pertanian yang dapat didapatkan melalui hasil sampingan pertanian disebut sebagai “serat serabut kelapa”. Komposisi yang terdapat pada buah kelapa dengan total keseluruhan 36% berdasarkan berat buahnya. Adapun bagian yang termasuk dalam sabut kelapa diantaranya *fiber* atau serat, *pitch* atau gabus yang berkaitan satu dengan yang lain. Sabut kelapa mengandung gabus sekitar 20% gabus dan serat sekitar 75% (Siswanto and Gunarto 2019)

Serat kelapa ialah satu dari berbagai serat yang meluas dan memiliki potensi menjadi alternatif serat sintetis (Misriadi, 2010). Serat kelapa memiliki kandungan komponen kimia hemiselulosa sekitar 16%, selulosa sekitar 78%, dan lignin sekitar 33% (Rizal, 2012). Dan serat kelapa ialah serat dengan jenis yang mempunyai kekuatan tarikan senilai 1780 kg/cm² serat mempunyai kemampuan elastisitas senilai 29% yang bernilai besar dari pada serat alamiah lainnya (Bledzki dan Gassan, 1999). Sehingga potensi yang dimiliki serat kelapa dipengaruhi oleh komponen kimia yang ada pada serat kelapa tersebut.

Berdasarkan penelitian Othuman, dkk (2015) menyatakan bahwa serat sabut kelapa menghasilkan dampak pada karakter mekanik beton ringan yang digunakan. Kuat kelenturan menunjukkan hasil bahwa serat sabut kelapa 0,4% dengan sekitar 33 mm panjangnya yaitu 12,7 kg/cm². Dilakukan analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dalam pencampuran beton ringan menggunakan 0,4% serat kelapa menampilkan ukuran kecil pori-pori dan menambah rantai pada pasta semen. Dibutuhkan nilai kekuatan kelenturan tinggi pada papan beton hingga menghasilkan tidak dapat hancur (Winda and Mahyudin 2018)

Penggunaan bahan campuran beton SCC diawal dengan proses perendaman serat kelapa dengan air lama waktu kurang lebih 1 hari sehingga penggunaan serat menjadi lentur dan kuat.



Gambar 2.2 Serat sabut kelapa

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan tamabahan serta sabut kelapa, yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Susanto Zalukhu and Meisandy Hutaaruk 2017) dengan judul “Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (*Cocofiber*) terhadap Campuran Beton sebagai Peredam Suara *Effect of Addition of Coco Fiber (Cocofiber) to Concrete Mixture as Sound Damper*” mendapatkan hasil yaitu Nilai koefisien serap bunyi terendah adalah 0,0324, Pada frekuensi 500Hz, sedangkan Nilai koefisien serap bunyi tertinggi adalah 0,93411 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai cepat rambat gelombang bunyi terendah 16,2 m/s, Pada frekuensi 500Hz, sedangkan cepat rambat gelombang bunyi 1868,22 m/s pada frekuensi 2000Hz.

Penelitian yang dilakukan oleh (Siswanto and Gunarto 2019) dengan judul “Penambahan *Fly Ash* Dan Serat Serabut Kelapa” menunjukkan bahwa rataan setiap jenis beton menghasilkan kesimpulan kekuatan kelenturan beton degan ditambahkan *fly ash* dan serat sabut kelapa dapat menghasilkan pencapaian K-225 terhadap jenis 10% BT terhadap hasil kuat tekanan senilai 251 kg/cm²

Penelitian yang dilakukan oleh (Winda and Mahyudin 2018) dengan judul “Pengaruh Persentase Serat Sabut Pinang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Resin Epoksi” menunjukkan bahwa ditambahkan resin poliester denan

serat sabut kelapa mampu menciptakan keringanan pada papan beton dari pada papan yang terdapat di pasaran yaitu GRC. Dihasilkan persentasi optimal dari penggunaan serat sabut kelapa sebesar 0,5% dan resin poliester sebesar 0,75% terhadap papan beton ringan.

2.6 Kuat Lentur

Berdasarkan pernyataan Manuahe, Sumajouw, and Windah (2014) menerangkan bahwa kekuatan kelenturan yaitu daya mampu ukuran suatu material sebagai penahan kelenturan yang berjalan tegak lurus dengan panjang sumbu serat pada posisi tumpuan di tengah bahan dan posisi berikutnya memiliki ujung dengan tidak adanya bentuk yang berubah.

Ditematkannya balok menghasilkan kemampuan sebagai penahan gaya dengan pengujian beda secara tegak lurus disebut sebagai “kuat tarik lentur”, yang ditujukan hingga pengujian benda tersebut terbagi menjadi beberapa bagian yang tergolong pada MPa (Mega Pascal) gaya pada setiap satuan luas berdasarkan SNI 03-4431-1997. Terjadinya deformasi diakibatkan oleh pemberian beban pada suatu balok, dan menyebabkan munculnya keadaan lentur menjadi persaingan atas pembentukan balok pada bahan tersebut terhadap beban bagian luar. Timbulnya tegangan ketika terjadinya deformasi tidak dapat lebih dari tegangan lentur yang diizinkan dalam bahan beton. Keadaan dari faktor luar tersebut ditahan oleh bahan dari beton dan tarif maksimal yang mampu diambil diawal balok menghasilkan kehancuran dan terbagi menjadi beberapa bagian dengan keadaan dalam menahan internal balok.

Perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan berikut: (Pax-6 1996)

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan:

f_{lt} = Kekuatan lentur (Mpa)

P = Keruntuhan pengujian balok akibat beban maksimal (N)

L = Panjang bentang diantara kedua balok tumpuan (mm)

b = Rataan lebar balok terhadap penampang runtuh (mm)

d = Rattan tinggi balok terhadap penampang runtuh (mm)

Adapun beberapa penelitian terdahulu pada beton dengan nilai kuat lentur yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Rahamudin, Manalip, and Mondoringin 2016) dengan judul “Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen” menunjukkan bahwa diperoleh hasil dengan berat isian sekitar 1441 kg/m^3 pada beton ringan dengan kekuatan tekanan beton maksimal yaitu 14.50 Mpa, dan 1,60 Mpa pada kekuatan tarikan belah 1,60 Mpa dan kelenturan beton 3,45 Mpa, serta 15% pada nilai substitusi parsial ASP berdasarkan total berat semennya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Annisa, Mufidah Aulia; Helmi, Masdar; Irianti 2019) dengan judul “ Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton Reaktif (*Reactive Powder Concrete*)” menunjukkan bahwa terjadinya secara optimum kekuatan lentur pada saat 11% dengan pemeliharaan penerapan daya uap yang memperoleh sekitar 16,45 Mpa. Secara optimum, pemeliharaan dilakukan dengan penerapan daya suap pada saat 31%.

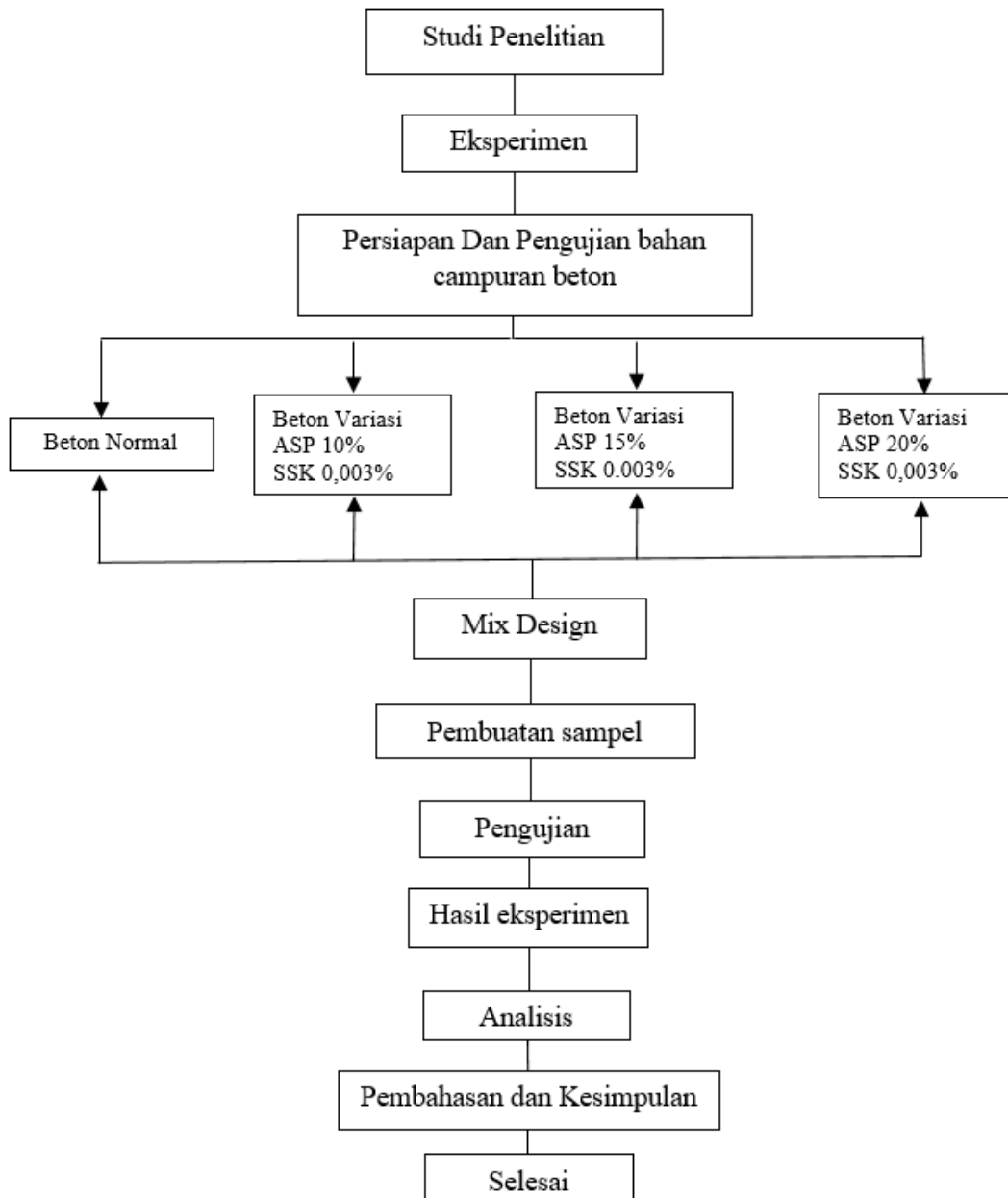
Penelitian yang dilakukan oleh (Yanti, Z, and Megasari 2019) dengan judul “Kajian Pemanfaatan Limbah Serat Daun Nanas Pada Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton” menunjukkan bahwa tingginya kekuatan lentur diperoleh karena ditambahkan serat daun nanas 5% senilai $266,0 \text{ kg/cm}^2$ dalam kuat tekan dan $41,61 \text{ kg/cm}^2$ untuk kuat lentur.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahap-tahap yang diterapkan dalam penelitian ini antara lain:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang diterapkan ialah metode eksperimen di laboratoirum menggunakan data-data tambahan dalam menyelesaikan skripsi ini yang didapat melalui:

1. Data Primer

Didapatkannya data tersebut dari hasil pengecekan dan uji yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, seperti:

- a. Analisa saringan agregat
- b. Berat jenis dan daya serap
- c. Pemeriksaan kadar air agregat
- d. Campuran beton (*mix design*)
- e. Uji *slump flow* beton segar.
- f. Uji kelenturan beton

2. Data Sekunder

Didapatkan data tersebut melalui buku, artikel, jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini, serta menerapkan referensi pembuatan beton berdasarkan SNI (Standart Nasional Indonesia), ASTM (*American Society For Testing and Materials*), ACI (*American Concrete Institue*), EFNARC (*European Guidelines For Self Compacting Concrete*), serta Laporan Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.4 Bahan dan Peralatan

3.4.1 Bahan

Penggunaan komponen bahan pembentukan SSC antara lain:

1. Semen

Penggunaan semen pada penelitian ini ialah semen padang PPC (*Portlan Pozzolan Cement*)

2. Agregat Halus

Penggunaan agregat halus pada penelitian ini ialah pasir yang didapatkan dari daerah Binjai

3. Agregat kasar

Penggunaan agregat kasar pada penelitian ini ialah batu pecah yang didapatkan dari daerah Binjai dan berukuran maksimum 20 mm

4. Air

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

5. *Superplasticizer*

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

6. Abu Sekam padi

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

7. Serat Sabut Kelapa

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

3.4.2 Peralatan

Penggunaan alat-alat pada penelitian yaitu:

1. Penggunaan saringan Agregat Saringan agregat yaitu saringan No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, dan No 100 untuk agregat halus, sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1 1/2", 3/4", 3/8", dan No 4.
2. Timbangan Digital
3. Plastik ukuran 5 kg
4. Kuas

Alat-alat yang digunakan pembuatan beton:

1. Cetakan benda uji dengan bentuk silinder diameter 150 mm serta tinggi 300 mm
2. Alat pengaduk beton (*mixer*)
3. *Slump flow* dengan krucut abram
4. Tabung ukur
5. Pan
6. Ember
7. Skrap

8. Sarung tangan
9. Masker
10. Vaseline
11. Bak perendam

Alat pengujian beton:

1. Mesin kompres (*compression test*)

3.5 Persiapan Penelitian

Sesudah semua bahan yang didapatkan telah sampai lokasi, maka dipisahkan bahan berdasarkan jenisnya sehingga memberikan kemudahan dalam tahap-tahap penelitian serta tidak tercampurnya material dengan bahan lainnya hingga tidak memberikan pengaruh mutu material. Kemudian dibersihkan material dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah. Setelah segala persiapan material selesai kemudian dilanjutkan pada pemeriksaan agregat.

3.6 Pemeriksaan Agregat

Seluruh kegiatan pemeriksaan di lakukan di laboratorium terhadap agregat halus dan kasar sesuai pedoman dari STM mengenai pemeriksaan agregat.

3.6.1 Pemeriksaan Agregat Halus

1. Pemeriksaan kadar air

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat contoh SSD dan berat wadah} &= W_1 \\
 \text{Berat contoh kering oven dan berat wadah} &= W_2 \\
 \text{Berat wadah} &= W_3 \\
 \text{Berat air} &= W_1 - W_2 \\
 \text{Kadar air} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

2. Pemeriksaan kadar lumpur

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

$$\begin{aligned}
 &\text{Berat contoh kering (A)} \\
 &\text{Berat contoh kering setelah dicuci (B)}
 \end{aligned}$$

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

$$C = A - B$$

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

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

Jumlah persentase tersebut harus memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$

3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128. 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)

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

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

$$c. \text{ Berat jenis semu} = \frac{E}{(E+D-C)}$$

$$d. \text{ Penyerapan} = \frac{(B-E)}{E} \times 100\%$$

4. Pemeriksaan berat isi

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dengan rumus sebagai berikut:

Berat agregat + wadah (1)

Berat wadah (2)

$$\text{Berat contoh (3)} = 1 - 2$$

Volume wadah (4)

$$\text{Berat isi} = \frac{3}{4}$$

Hasil dari percobaan telah harus memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$.

Penggunaan nomor saringan ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, sesudah dilakukan analisa saringan pada pemeriksaan agregat halus, selanjutan pembuatan grafik zona gradasi agregat yang diperoleh melalui nilai kumulatif agregat.

3.6.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahap pemeriksaan diantaranya:

1. Pemeriksaan kadar air

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566.
Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat contoh SSD dan berat wadah} &= W_1 \\ \text{Berat contoh kering oven dan berat wadah} &= W_2 \\ \text{Berat wadah} &= W_3 \\ \text{Berat air} &= W_1 - W_2 \\ \text{Kadar air} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\%\end{aligned}$$

2. Pemeriksaan kadar lumpur

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117.
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)

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

Untuk mendapatkan nilai kadar lumpur diperoleh melalui rata-rata uji yaitu senilai 0,767%.

3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127.
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)

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

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

$$c. \text{ Berat jenis semu} = \frac{E}{(E+D-C)}$$

$$d. \text{ Penyerapan} = \frac{(B-E)}{E} \times 100\%$$

Berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

4. Pemeriksaan berat isi

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dengan rumus sebagai berikut:

Berat agregat + wadah (1)

Berat wadah (2)

Berat contoh (3) = 1 - 2

Volume wadah (4)

$$\text{Berat isi} = \frac{3}{4}$$

Hasil tersebut harus sesuai dengan standarisasi yang telah ditetapkan yaitu > 1,125 gr/cm³.

5. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33-1985 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan mesin Los Angeles.

a. Berat awal saringan A1

Saringan 1/2"

Saringan 3/8"

b. Berat akhir saringan A2

Saringan 1/2"

Saringan 3/8"

Saringan No.4

Saringan No.8

Pan

c. Berat lolos saringan 1/2" (B) = total berat awal - total berat akhir

$$= \text{gr}$$

d. Keausan = $\frac{B}{A_1} \times 100\%$

$$= \%$$

e. Nilai keausan saringan

$$\text{Saringan } \frac{1}{2}'' =$$

$$\frac{\text{Berat awal saringan } 1/2'' - \text{berat akhir saringan } 3/4''}{\text{berat awal saringan } 1/2''} \times 100\%$$

$$\frac{\text{Saringan } 3/8'' - \text{Berat awal saringan } 1/8''}{\text{berat awal saringan } 1/8''} \times 100\% =$$

Berdasarkan SK SNI 2417-1991 kerikil disyaratkan bagian yang hancur tidak lebih dari 10% setelah diputar 10 kali dan tidak lebih dari 40% diputar 100 kali.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

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

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

$$W_g = PF \times W_{GL} \times (1 - s/a) \quad (1)$$

Di mana:

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

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1.18)

W_{GL} = Berat isi agregat kasar (Kg/m^3)

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

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

$$W_s = PF \times W_{SL} \times (s/a) \quad (2)$$

Di mana:

W_s = Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m^3)

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1.18)

W_{SL} = Berat isi agregat halus (Kg/m^3)

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

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

$$C = \frac{F \cdot c}{20} \quad (3)$$

Di mana:

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:

$$W_{WC} = (W/C) \times C \quad (4)$$

Di mana:

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

W/C = Faktor air semen yang direncanakan

C = Jumlah semen (Kg/m³)

5. Cara penyesuain campuran air yang dibutuhkan beton SCC sebagai berikut:

$$W_{WSP} = (1 - m\%) \times W_{SP} \quad (5)$$

Di mana

$WWSP$ = Jumlah air di superplasticizer (Kg/m³)

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

WSP = Jumlah superplasticizer (Kg/m³)

Dimana (6)

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

WWC = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (Kg/m³)

WF = Jumlah fly ash (Kg/m³)

$WWSP$ = Jumlah air di superplasticizer (Kg/m³)

3.8 Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa diperoleh dari sabut buah kelapa. Warna serat sabut kelapa adalah berwarna coklat dan beukuran 2 cm. Serat sabut kelapa memiliki ukuran yang didapatkan melalui pemotongan serat sabut kelapa dengan ukuran yang panjang.

3.9 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi atau *Rice Husk Ash* yang dihasilkan melalui proses penggilingan padi dari limbah pabrik sehingga menghasilkan pembakaran kulit padi. Abu sekam padi berwarna putih abu-abu hingga kehitaman bergantung pada sumber sekam padi dan temperatur pembakaran. Penggunaan abu sekam padi tersebut merupakan sisa pembuatan batu bata yang dibakar.

3.10 Pelaksanaan Penelitian

3.10.1 *Mix Design*

Hal ini sebagai penentu tingkat persentase atau komposisi pada setiap komponen bahan yang membentuk beton dalam menghasilkan suatu pencampuran beton yang mencukupi perencanaan daya kuat dan awetnya beton dan mempunyai kelecakan yang relevan untuk memberikan kemudahan pada proses kinerja.

3.10.2 Pembuatan Benda Uji

Berdasarkan standar JSCE 2007 “Pedoman Pembuatan Campuran Beton SCC”. FAS memiliki perbedaan dengan pencampuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang telah ditetapkan.

1. Benda uji pemeriksaan kuat lentur

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 15 cm berjumlah 12 buah. Berikut penjelasannya :

- a. Beton SCC tanpa campuran dengan FAS berbeda waktu umur 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- b. Beton SCC dengan FAS 0.35 tambahan abu sekam padi sebanyak 3% dari jumlah semen dan serat ijuk dengan variasi 1%; 1,5% dan 2% dari volume benda uji, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.
- c. Beton SCC dengan FAS 0.40 tambahan abu sekam padi sebanyak 3% dari jumlah semen dan serat ijuk dengan

variasi 1%; 1,5% dan 2% dari volume benda uji, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.

- d. Beton SCC dengan FAS 0.40 tambahan abu sekam padi sebanyak 3% dari jumlah semen dan serat ijuk dengan variasi 1%; 1,5% dan 2% dari volume benda uji, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk setiap variasi dapat diambil dari rata-ratanya.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 36 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat lentur.

3.10.3 Pengujian *Slump Flow*

Pengujian slumpflow dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh Efnarc 2005.

3.10.4 *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 8 – 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 dibawah *V funnel test*.
7. Buka katup bagian bawah *V funnel test* sembari menghitung waktu dengan *stopwatch* sampai seluruh beton SCC keluar dari alat *V funnel test*.

8. Apabila beton mengalir secara putus-putus, maka ulangi kembali percobaan. Jika hal ini terjadi lebih dari 2 kali, maka beton SCC tersebut tidak dapat digolongkan ke dalam *self compacting concrete*.

3.10.5 L-Box Test

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 H2/H1. Langkah-langkah untuk melakukan *L - box test* adalah sebagai berikut:

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

3.10.6 Perawatan beton

Sesudah dikeluarkan beton dari cetakan, selanjutnya direndam menggunakan air ketika pengujian kekuatan tekanan, dimana proses ini disebut proses perawatan pada saat berumur 29 hari.

3.10.7 Pengujian Kuat Lentur

Penggunaan mesin pengujian tekanan pada pengujian dilakukan dengan kapasitas yang ditentukan. Bendi uji diawal dengan penimbangan dalam melihat berat jenis beton. Total bahan uji dalam masing-masing jenis telah ditetapkan hingga 12 buah yang dapat ditinjau di tabel berikut:

Tabel 3.1 Jumlah variasi sampel pengujian beton pada 28 hari

No	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
1.	Beton SCC FAS 0,40 variasi 2% + 1%;1.5%;2%	12 buah

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan mengenai data hasil penelitian yang didapatkan dari hasil pengamatan berdasarkan dengan metodologi penelitian dan pembahasan. Pada

pelaksanaan penelitian diperoleh hasil melalui analisis yang mengacu pada berbagai penggunaan jurnal sebagai bahan referensi penelitian, dikarenakan tidak terdapat standarisasi berupa SNI ataupun ASTM yang menetapkan persyaratan pembuatan beton SSC atau *self compacting concrete*. Bab ini juga menunjukkan mengenai hasil karakter mekanis beton yakni kuat kelenturan menggunakan berbagai variasi mulai dari 0, 10, 15, dan 20%. Oleh karena itu diperlukan tahap-tahap tata laksana atau penggunaan peralatan dan material yang mengacu pada berbagai sumber jurnal dari pelaksanaan penelitian sebelumnya mengenai beton ringan.

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis menggunakan data-data dari penelitian sebelumnya setelah melakukan pengujian dasar di tabel 4.1 dibawah ini. Data-data dibawah 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.	Daya serap agregat kasar	0,752 %
12.	Daya serap agregat halus	1,730 %
13.	Nilai slump flow	650 - 800 mm
14.	Ukuran agregat maksimal	20 mm

4.2 Perhitungan *Mix Design* Beton *Self Compacting Concrete*(SCC)

Hingga saat ini, tidak adanya aturan mengenai *mix design* yang baku dalam proses pembuatan beton *self-compacting concrete*. Maka dari itu, penggunaan acuan campuran didasarkan pada pendekatan pada efnarc serta jurnal-jurnal penelitian yang sesuai.

Penggunaan volume dalam menghitung *mix design* telah disesuaikan dalam sekali pembuatan benda yang diuji. Penggunaan adonan beton pada perbandingan agregat kasar dan agregat halus sebesar 40:60 dengan nilai FAS sebesar 0.45. Penggunaan abu sekam padi hanya sebagai bahan penambah sebesar 10 % dan penambahan *chemical admixtures* sebesar 0.9% serta Serat Sabut Kelapa bervariasi dari berat binder keseluruhan. Berikut tabel variasi penambahan abu sekam padi yang digunakan serta tabel komposisi campuran beton *self-compacting concrete* dalam 1 m³.

Tabel 4.2 Variasi penambahan abu sekam padi serta sabut kelapa

ASP	SSK	<i>Admixtures</i>
0 %	0 %	0.9 %
10%	0.003 %	0.9 %
15 %	0.003 %	0.9 %
20 %	0.003 %	0.9 %

Keterangan :

1. 0% Abu sekam padi (ASP) + 0% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
2. 10% Abu sekam padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
3. 15% Abu sekam padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SSK) sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.
4. 20 % Abu sekam padi (ASP) + 0.003% Serat Sabut Kelapa (SI) sebanyak 2 benda uji FAS 0.45.

Tabel 4.3 Komposisi Campuran Beton *Self-Compacting Concrete* dalam 1m³ dengan FAS 0.45

No	Deskripsi	Satuan	Beton Self-Compacting Concrete			
			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	998.10	998.10	998.10	998.10
4	Air	L	202.5	222.75	232.87	243
5	<i>Superplastis</i>	L	3.79	4.16	4.35	4.54
6	ASP	Kg	0	45	67.5	90
7	Serat sabut kelapa	Kg	0	1.48	1.55	1.62

Keterangan :

Analisa Komposisi Campuran Dalam 1 m³ :

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

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

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan agregat kasar (W}_g) &= Pf \times W_{gl} \times \left(1 - \frac{s}{a}\right) \\ &= 1.12 \times 1322,79 \times (1 - 0.60) \\ &= 592.61 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan agregat halus (W}_s) &= Pf \times W_{sl} \times \left(\frac{s}{a}\right) \\ &= 1.12 \times 1485.36 \times (0.60) \\ &= 998.10 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air beton normal (W)} &= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat semen} \\ &= 0.45 \times 450 \\ &= 205.5 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air beton variasi (W)} &= \text{nilai FAS rencana} \times \text{Berat binder} \\ &= 0.45 \times 495 \\ &= 222.75 \text{ L} \end{aligned}$$

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

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

Kebutuhan bahan tambah beton SCC.

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

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

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan serat sabut kelapa} &= 0.003\% \times \text{Jumlah binder} \\ &= 0.003\% \times (450 + 45) \\ &= 1,485 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Variasi 15% abu sekam padi dan variasi 0.003% serat sabut kelapa

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

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan serat sabut kelapa} &= 0.5\% \times \text{Jumlah binder} \\ &= 0.5\% \times (450 + 45) \\ &= 1.55 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Variasi 20% abu sekam padi dan variasi 0.003% serat sabut kelapa

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

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan serat sabut kelapa} &= 0.003\% \times \text{Jumlah binder} \\ &= 0.003\% \times (450 + 45) \\ &= 1.62 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Analisa komposisi campuran beton untuk 1 benda uji

Digunakan cetakan balok dengan ukuran 600 mm, lebar 150 mm ,tinggi 150 mm

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 benda uji} &= P \times L \times T \\ &= 0.6 \times 0.15 \times 0.15 \\ &= 0.0135 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Digunakan cetakan balok dengan ukuran 750 mm, lebar 150 mm , tinggi 150 mm

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 benda uji} &= P \times L \times T \\ &= 0.75 \times 0.15 \times 0.15 \\ &= 0.0168 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Pada saat pelaksanaan pembuatan beton *self-compacting concrete*, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 2 volume benda uji. Hal ini diterapkan terhadap uji *slump flow*, *v funnel* dan *L-box* serta melakukan antisipasi jika terdapat kekurangan adonan beton yang diakibatkan kekeliruan pada proses perhitungan.

$$\begin{aligned}\text{Volume 2 benda uji} &= 2 \times \text{Volume benda uji} \\ &= 2 \times 0.0135 \\ &= 0.027\end{aligned}$$

Pada saat pelaksanaan pembuatan beton *self-compacting concrete*, dalam sekali pengadukan digunakan sebanyak 2 volume benda uji. Hal ini diterapkan terhadap uji *slump flow*, *v funnel* dan *L-box* serta melakukan antisipasi jika terdapat kekurangan adonan beton yang diakibatkan kekeliruan pada proses perhitungan.

$$\begin{aligned}\text{Volume 2 benda uji} &= 2 \times \text{Volume benda uji} \\ &= 2 \times 0.0168 \\ &= 0.0336\end{aligned}$$

Maka :

1. Untuk variasi 0%

$$\begin{aligned}\text{a. Kebutuhan semen} &= \text{Jumlah semen} \times V \text{ 2 benda uji} \\ &= 450 \times 0.027 \\ &= 12.15 \text{ Kg} \\ \text{b. Kebutuhan pasir} &= \text{Jumlah pasir} \times V \text{ 2 benda uji} \\ &= 998.10 \times 0.027\end{aligned}$$

- = 15.869 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = $Jumlah\ batu\ pecah \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 592.61×0.027
= 16.0005 Kg
- d. Kebutuhan *admixture* = $Jumlah\ admixture \times V\ 2\ benda\ uji$
= 3.79×0.027
= 0.102 L atau 102 ML
- e. Kebutuhan air FAS 0.45 = $Jumlah\ air\ beton \times V\ 2\ benda\ uji$
= 202.5×0.027
= 5.467 L atau 5467 ML
2. Untuk variasi 10% ASP dan Serat sabut kelapa 0.003%
- a. Kebutuhan semen = $Jumlah\ semen \times V\ 2\ benda\ uji$
= 450×0.027
= 12.15 Kg
- b. Kebutuhan pasir = $Jumlah\ pasir \times V\ 2\ benda\ uji$
= 998.10×0.027
= 26.94 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = $Jumlah\ batu\ pecah \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 592.61×0.027
= 16.0005 Kg
- d. Kebutuhan serat sabut kelapa = $Jumlah\ serat\ ijuk \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 1.48×0.027
= 0.039 Kg atau 39 Gr
- e. Kebutuhan *admixture* = $Jumlah\ admixture \times V\ 2\ benda\ uji$
= 4.164×0.0159
= 0.066 L atau 66 ML
- f. Kebutuhan air FAS 0.45 = $Jumlah\ air\ beton \times V\ 2\ benda\ uji$
= 222.75×0.027
= 6.014 L atau 6014 ML
3. Untuk variasi 15% ASP dan 0.003% Serat sabut kelapa

- a. Kebutuhan semen = $Jumlah\ semen \times V\ 2\ benda\ uji$
= 450×0.027
= 12.15 Kg
- b. Kebutuhan pasir = $Jumlah\ pasir \times V\ 2\ benda\ uji$
= 998.10×0.027
= 26.94 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = $Jumlah\ batu\ pecah \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 592.61×0.027
= 16.0005 Kg
- d. Kebutuhan serat sabut kelapa = $Jumlah\ serat\ ijuk \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 1.55×0.027
= 0.041 Kg atau 41 Gr
- e. Kebutuhan *admixture* = $Jumlah\ admixture \times V\ 2\ benda\ uji$
= 4.164×0.0159
= 0.066 L atau 66 ML
- f. Kebutuhan air FAS 0.45 = $Jumlah\ air\ beton \times V\ 2\ benda\ uji$
= 232.87×0.027
= 6.287 L atau 6287 ML
4. Untuk variasi 20% ASP dan 0.003% Serat sabut kelapa
- a. Kebutuhan semen = $Jumlah\ semen \times V\ 2\ benda\ uji$
= 450×0.0336
= 15.12 Kg
- b. Kebutuhan pasir = $Jumlah\ pasir \times V\ 2\ benda\ uji$
= 998.10×0.0336
= 33.53 Kg
- c. Kebutuhan batu pecah = $Jumlah\ batu\ pecah \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 592.61×0.0336
= 19.911 Kg
- d. Kebutuhan serat sabut kelapa = $Jumlah\ serat\ ijuk \times V\ 2\ benda\ Uji$
= 1.62×0.0336
= 0.054 Kg atau 54 Gr
- e. Kebutuhan *admixture* = $Jumlah\ admixture \times V\ 2\ benda\ uji$

$$= 4.164 \times 0.0336$$

$$= 0.139 \text{ L atau } 139 \text{ ML}$$

f. Kebutuhan air FAS 0.45 = $\text{Jumlah air beton} \times V \text{ 2 benda uji}$

$$= 243 \times 0.0336$$

$$= 8.164 \text{ L atau } 8164 \text{ ML}$$

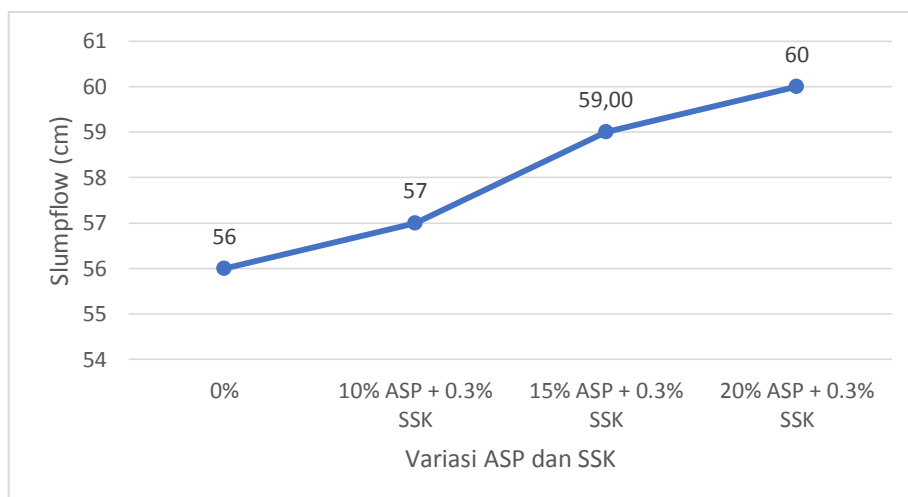
4.3 Pemeriksaan *Slump Flow*

Penggunaan *slump flow test* sebagai penentu kemampuan aliran atau *flowability* serta kestabilan beton dengan varian SSC atau *self compacting concrete*. Penentuan ini membutuhkan nilai terhadap konstruksi secara vertikal dan horizontal yang mempunyai perbedaan nilai. Direkomendasi bahwa konstruksi vertikal menerapkan *slump flow* berkisar 651 sampai 810 mm sedangkan secara horizontal berkisar 610 sampai 751 mm. Perlu adanya pengecekan terhadap bahan kuat tekanan yang berguna untuk melihat nilai yang diperoleh dalam masing-masing varian dan FAS sehingga juga dapat melihat kelecakan beton SCC dengan ditambahkan abu sekam padi dan serat sabut kelapa.

Kelecakan (*workability*) beton SCC dengan ditambahkan abu sekam padi serta serat sabut kelapa.

Tabel 4.4 *Slump Flow* adonan beton SCC

Variasi	Slump Flow (cm)
Beton Normal, FAS 0.45	56
10% ASP + 0.003% SSK	57
15% ASP + 0.003% SSK	59
20% ASP + 0.003% SSK	60



Gambar 4. 1 Grafik *Slump Flow* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Dari grafik di atas pada proses pengujian *slum flow* pada FAS 0.45 hanya variasi ASP 20% + 0.3% SSK yang memenuhi syarat SCC yaitu dengan nilai 60cm. Semakin bertambah banyak kadar abu sekam padi kedalam campuran beton membuat adonan beton semakin kental hal ini ditunjukkan dengan nilai slam flow yang semakin kecil seperti pada gambar 4.1

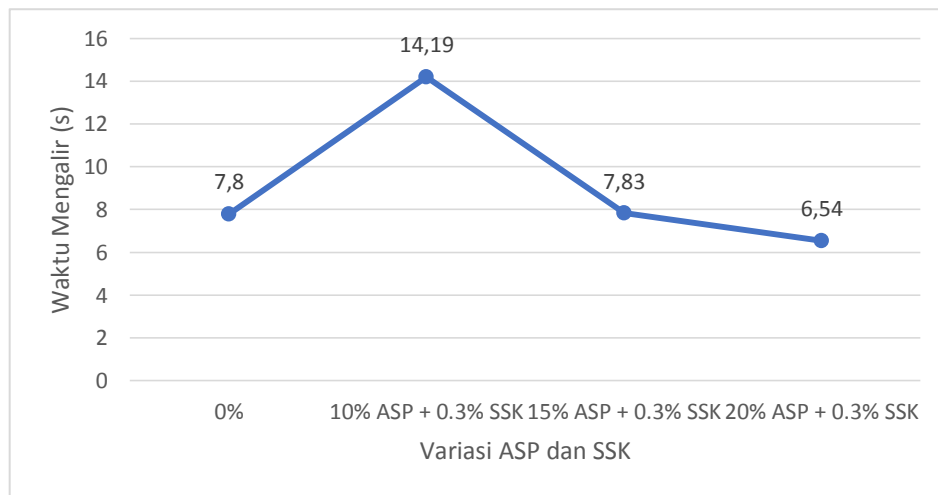
Peningkatan nilai slump flow ini terjadi akibat agregat yang ditahan mengalir oleh serat sehingga semakin banyak serat maka semakin banyak juga waktu yang dibutuhkan. (Akhir 2021)

4.4 Pemeriksaan Viskositas

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

Tabel 4.5 *V Funnel* adonan beton SCC normal

Variasi	Waktu Mengalir (s)
Beton Normal, FAS 0.45	7,8
10% ASP + 0.003% SSK	14,19
15% ASP + 0.003% SSK	7,83
20% ASP + 0.003% SSK	6,54



Gambar 4. 2 Grafik *V Funnel* adonan SCC dengan FAS 0.45

Pada proses pengujian *viskositas* pada FAS 0.45 hanya variasi ASP 10% + 0.003% SSK yang memiliki waktu alir 14.19 detik (s) dan telah memenuhi syarat SCC. Sedangkan pada variasi 15% ASP + 0.003% SSK dengan waktu alir 7,83 detik (s) dan variasi 20% ASP + 0.003% SSK waktu alir 6,54 detik (s) tidak memenuhi syarat.

Sedangkan berdasarkan pernyataan Nurtanto et al., 2021 menerangkan bahwa hasil uji beton segar yang mengandung 11% *fly ash* berdasarkan berat semen mempunyai tingkatan kelecakan terbaik dari pada pencampuran beton segar lain, dan besarnya abu sekam padi yang dimiliki pada tingkatan kelecakan beton segar menjadi rendah dan pencampuran beton memerlukan air yang banyak dikarenakan karakter abu sekam padi yang memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi.

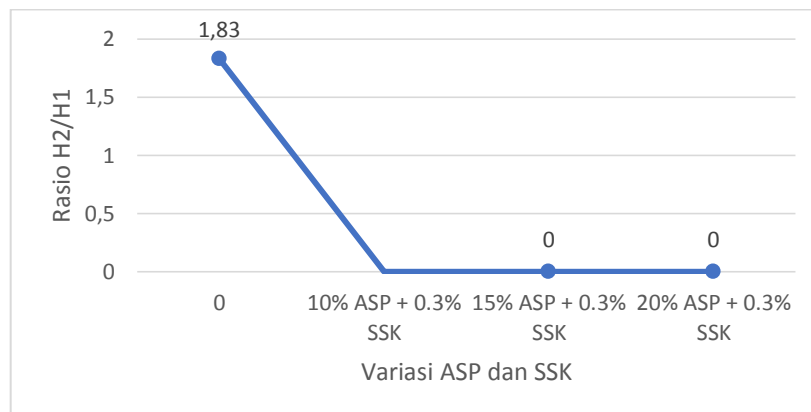
4.5 Pemeriksaan *Passing Ability*

Pemeriksaan *passing ability* adalah pengetesan dengan menggunakan alat *L-Box*. *Passing ability* dilakukan untuk melihat daya mampu pemadatan beton

dengan tidak adanya getaran, diisi dengan seluruh ruangan yang acuan dari pengukuran yang mengambat berat didasari atas perbedaan tingginya beton segar ketika telah dan tidak melewati hambatan.

Tabel 4.6 *Passing Ability* adonan beton SCC

Variasi	Rasio H2/H1
Beton Normal	1,83
10% ASP + 0.003% SSK	0
15% ASP + 0.003% SSK	0
20% ASP + 0.003% SSK	0



Gambar 4.3 Grafik *Passing Ability* adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Pada proses pengujian beton segar SCC pada variasi beton normal untuk FAS 0.45 yang mempunyai nilai 1.83. Dan nilai *passing ability* beton menggunakan serat pada variasi 10% ASP + 0.003% SSK, variasi 15% ASP + 0.003% SSK, dan variasi 20% ASP + 0.003% SSK adalah 0 karena tidak memenuhi syarat. 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.

Dari hasil seluruh pemeriksaan beton segar di atas yang memenuhi syarat untuk beton SCC yaitu variasi Beton Normal. 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. Begitu

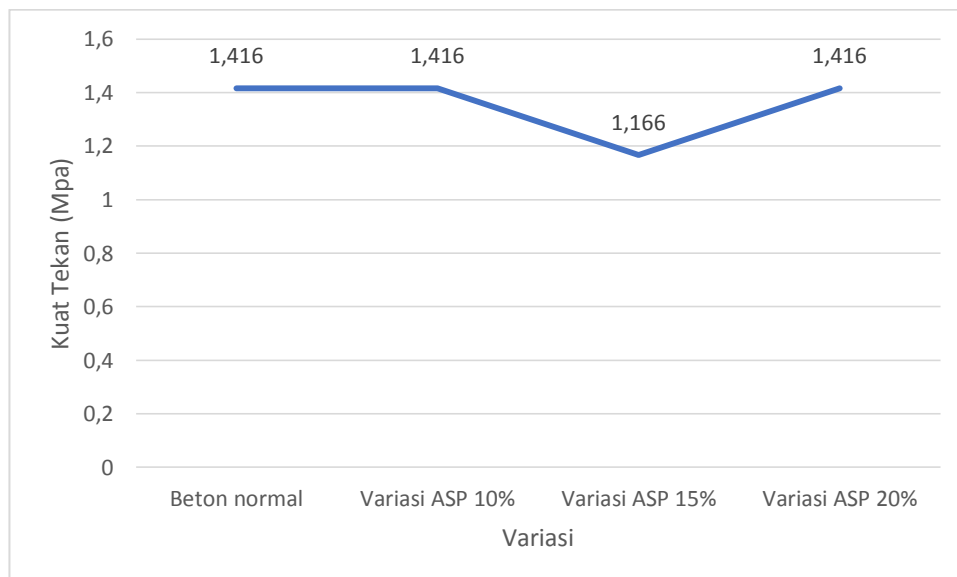
sebaliknya, semakin banyak penambahan akan membuat adonan beton menjadi kental dan susah untuk mengalir.

Hal ini disebabkan karna beton segar dalam kondisi yang masih kental meskipun sudah ditambah air untuk meningkatkan kelecakannya sebagai dampak tingginya kandungan abu sekam padi pada proporsi ini. (Nurjamilah and Sihotang 2018)

4.6 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pada pengujian penelitian terhadap kuat kelenturan beton menerapkan metode yang disesuaikan dari SNI 03-2491-2014 ketika beton memiliki umur 28 hari dengan memanfaatkan mesin kuat tarikan atau *tensile strength test*. Pelaksanaan tes pada benda uji ialah balok dengan ukuran 60 cm panjang, 15 cm lebar dan 15 cm tinggi.

Pengukuran lebih tepat dalam menghasilkan kekuatan yang memiliki perbedaan berdasarkan satu bahan uji ke bahan lain dari apda dengan bahan pengujian tekanan. Hasil uji kuat tarikan belah dapat ditinjau di tabel 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Grafik kuat lentur adonan beton SCC dengan FAS 0.45

Berdasarkan hasil uji diambil kesimpulan bahwa tingginya kekuatan tarik belah ada pada benda pengujian beton dengan tidak adanya

pencamp[uran SCC dan ASP dengan variasi 0% dan rata-rata kuat tarikan senilai 0,660 Mpa, dan rendahnya kekuatan kelenturan ada pada beton dengan menggunakan pencampuran 5% SCC dan 15% ASP dengan variasi 20% yakni rata-rata kekuatan kelenturan senilai 4.72 Mpa. Nilai yang dihasilkan telah memiliki perbandingan sejajar dengan hasil kekuatan tekanan yang didapat pada masing-masing variasi.

Pada proses pengujian beton segar SCC pada variasi 0% untuk FAS 0.45 yang mempunyai nilai *passing ability* 1,416. Dan nilai *passing ability* beton menggunakan serat pada variasi 10% ASP + 0.003% SSK adalah 1,416, variasi 15% ASP + 0.003% SSK adalah 1,167, variasi 20% ASP + 0.003% SSK adalah 1,416. Dapat dilihat nilai *passing ability* pada variasi 15% ASP + 0,003% terjadi penurunan, dan kembali stabil saat penambahan variasi 20% ASP + 0,003%.

Hasil kuat tekan SCC pada penelitian ini tidak konsisten antara hasil kuat tekan pada umur 7 dengan umur 28 hari. Fenomena ini dikarenakan tidak meratanya proses pematatan sendiri oleh beton segar SCC pada proses pencetakan. (Ninla Elmawati Falabiba 2019)

Tidak ada nilai *passing ability* yang memenuhi syarat perencanaan sesuai (EFNARC, 2005), yaitu 0,8-1,0. Hal ini terjadi karena penambahan abu sekap 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.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal dan SNI 03-2491-2014 untuk menjadi referensi, yang mengatur syarat-syarat pembuatan beton SCC (*Self Compacting Concrete*). Maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Hasil sifat mekanis beton yang memiliki umur 28 hari memanfaatkan penggunaan mesin kuat tarik atau *tensile strength test* dengan berbagai campuran 0, 10, 15, 20% terhadap kuat kelenturan menghasilkan pengaruh kelenturan beton SCC pada nilai kuat kelenturan memiliki perbandingan sejajar dengan nilai kekuatan tekanan yang diperoleh pada masing-masing variasi khususnya tahap-tahap tata laksana ataupun peralatan
2. Semakin besar kandungan abu sekam padi tingkat kekecekan beton segar semakin rendah, ditambahkannya abu sekam padi dan serat sabut kelapa mempengaruhi jumlah air untuk semen. Pada proses pengujian beton segar SCC pada variasi 0% untuk FAS 0.45 yang mempunyai nilai *passing ability* 1,416. Dan nilai *passing ability* beton menggunakan serat pada variasi 10% ASP + 0.003% SSK adalah 1,416, variasi 15% ASP + 0.003% SSK adalah 1,167, variasi 20% ASP + 0.003% SSK adalah 1,416. Dapat dilihat nilai *passing ability* pada variasi 15% ASP + 0,003% terjadi penurunan, dan kembali stabil saat penambahan variasi 20% ASP + 0,003%. Hasil kuat tekan SCC pada penelitian ini tidak konsisten antara hasil kuat tekan pada umur 7 dengan umur 28 hari. Fenomena ini dikarenakan tidak meratanya proses pematatan sendiri oleh beton segar SCC pada proses pencetakan. 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
3. Untuk mengetahui persentase maksimum dilakukan tes pada benda uji beton yang memiliki umur 28 hari memanfaatkan mesin kuat tarik atau *tensile strength test* yang berukuran 60 cm panjang, 15 cm lebar, dan tinggi 15 cm.

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan bahwa tingginya kuat tarikan belah dihasilkan dari pengujian benda beton dengan tidak adanya pencampuran SCC dan ASP 0% dengan kuat tarikan rata-rata yaitu 0,660 Mpa, dan rendahnya kuat kelenturan beton menggunakan campuran 5% SCC dan 15% ASP dengan variasi 20% yakni rata-rata kuat kelenturan yaitu 4,70 Mpa.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi peneliti lainnya untuk melanjutkan dan mengembangkan proses teknologi beton. Dan juga diharapkan penelitian ini agar diterapkan di dunia kerja dan diteliti lebih lanjut. Dari penelitian ini saran yg dapat diambil yaitu:

1. Diperlukan adanya penelitian lanjutan tentang karakteristik fisikokimia abu sekam padi, serat sabut kelapa, dan *chemical admixture*. Ukuran dari serat sabut kelapa harus sesuai dengan yang dianjurkan agar tidak terjadi penggumpalan pada saat pengadukan beton yang akan mempengaruhi kuat tekan beton.
2. Diperlukan adanya penelitian beton berumur 7, 14, dan 21 hari sehingga berguna untuk melihat perkembangan kadar kekuatan tekanan serta efek dan reaksi yang dihasilkan abu sekam padi sebagai alternatif bahan tambahan dan penggunaan takaran air dalam penelitian harus dilakukan secara teliti dan mengurangi proses trial and error agar menghasilkan campuran beton dengan kualitas terbaik.
3. Diperlukan adanya penelitian lanjutan tentang serat sabut kelapa dan abu sekam padi dengan berbagai jenis untuk melihat batasan jenis yang dapat dihasilkan dari kekuatan tekanan secara konstan serta efisiensi dalam implementasi terhadap kebutuhan konstruksi di lapangan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, Tugas. 2021. "Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Karakteristik Dan Sifat Mekanis Self Compacting Concrete."
- Annisa, Mufidah Aulia; Helmi, Masdar; Irianti, Laksmi. 2019. "Efek Abu Sekam Padi menjadi Alternatif Semen pada Kuat Tekanan Dan Kuat Kelenturan Pada Beton Reaktif (Reactive Powder Concrete)." *Jrsdd* 7(2): 223–34.
- EFNARC. 2005. The European Guidelines for Self Compacting Concrete *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- Hamdani, Hafiz, Ni Nyoman Kencanawati, PT Profys Bangun Persada, and Jl Mandalika Kuta Kab Lombok Tengah. 2018. "APLIKASI BETON SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) PADA SAMBUNGAN BALOK-KOLOM AKIBAT BEBAN VERTIKAL Application of SCC Concrete (Self Compacting Concrete) on Beam-Column Connection under Vertical Loading." 5(1): 58–69.
- Helmi, Masdar, Ratna Widyawati, Laksmi Irianti, and Mufidah A Annisa. 2019. "Karakter Mekanis Beton Reaktif Memanfaatkan Abu Sekam Padi Menjadi Alternatif Beberapa Semen dan Percobaan Pemeliharaan Panas (Heat Curing)." : 78–83.
- Manuahe, Riger, Martin D. J. Sumajouw, and Reky S. Windah. 2014. "Kuat Tekanan Beton Geopolymer Dengan Bahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)." *Jurnal Sipil Statik* 2(6): 277–82.
- Ninla Elmawati Falabiba. 2019. "No Title No Title No Title."
- Nugroho, Ananto. 2017. "Efek Abu Sekam Padi yang Digunakan Pada Karakter Mekanis Beton Busa Ringan." *Jurnal Teknik Sipil ITB* 24(2): 139–44.
- Nurjamilah, Iis, and Abinhot Sihotang. 2018. "Kajian Karakteristik Beton Memadat Sendiri Yang Menggunakan Serat Ijuk (Hal. 54-65)." *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil* 4(4): 54.
- Pax-6, The pancreatic beta-cell-specific transcription factor Pax-4 inhibits glucagon gene expression through. 1996. "Ny 66(December): 37–39.
- Rahamudin, Rio Herdianto, Hieryco Manalip, and Mielke Mondoringin. 2016. "Uji Kekuatan Tarikan Belah Dan Kelenturan Beton Ringan dengan Agregat Kasar (Batu Apung)." *Jurnal Sipil Statik* 4(3): 225–31.
- Siswanto, Eko, and April Gunarto. 2019. "Penambahan Fly Ash Dan Serat Serabut Kelapa." *Ukarst : Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil* 3(1): 56–65.

- Susanto Zalukhu, Pinter, and Denny Meisandy Hutaeruk. 2017. "Efek Ditambahkannya Serat Sabut Kelapa (*Cocofiber*) Pada Pencampuran Beton Menjadi Peredam Suara Effect of Addition of Coco Fiber (*Cocofiber*) to Concrete Mixture as Sound Damper." *Jcebt* 1(1): 2017. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt>.
- Winda, Ira Febri, and Alimin Mahyudin. 2018. "Pengaruh Persentase Serat Sabut Pinang Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Beton Resin Epoksi." *Jurnal Fisika Unand* 7(1): 50–55.
- Yanti, Gusneli, Zainuri Z, and Shanti Wahyuni Megasari. 2019. "Kajian Pemanfaatan Limbah Serat Daun Nanas Pada Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton." *Siklus : Jurnal Teknik Sipil* 5(2): 79–86.
- Nurtanto, D., Rahayu, A. A., & Wahyuningtyas, W. T. (2021). Pengaruh Perawatan Air Laut dan Air Tawar terhadap Kuat Tekan Beton Geopolymer yang Memadat Sendiri. *Rekayasa*, 14(1), 32–38. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.8375>

LAMPIRAN



UMSU
Unggul | Cerdas | Berprestasi

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 : Kevin Pratama
NPM : 1707210060
JUDUL : "ANALISIS KEKUATAN LENTUR BETON
DENGAN METODE SCC AKIBAT SERAT SABUT
KELAPA DAN BAHAN TAMBAH ALAMI"

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	24/7-2021	1. Perbaiki typo error 2. Perbaiki numeration keasalahan	
		Acc untuk Sempu 24/7-21	
2	28/08-21	1. Perbaiki rubrik 2. Lengkapi format penulisan dengan panduan STNPS 3. Isi table dan lengkapi BAB IV	

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 : KEVIN PRATAMA
NPM : 1707210060
JUDUL : ANALISIS KEKUATAN LENTUR BETON DENGAN
METODE SCC AKIBAT SERAT SABUT KELAPA DAN
BAHAN TAMBAH ALAMI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
3.	09/09 - 21	1. Perbaiki tulisan 2. Perbaiki isi laporan 3. Penyampi hasil pembahasan BAB IV	
4.	13/09 - 21	1. Perbaiki penulisan 2. Tambah referensi pembahasan BAB IV 3. Hasil Perhitungan BAB IV dikurikan dengan penelitian sebelumnya	

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

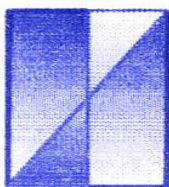
LEMBAR ASISTENSI

NAMA : KEVIN PRATAMA
NPM : 1707210060
JUDUL : ANALISIS KEKUATAN LENTUR BETON DENGAN
METODE *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) AKIBAT
SERAT SABUT KELAPA DAN BAHAN TAMBAH ALAMI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
5.	26/08-2021	1. Perbaiki penulisan 2. Perbaiki grafik	
6.	27/08-2021	1. Perbaiki grafik 2. Tambahkan teori dan sumber lain	
7.	27/08-2021	1. Perbaiki sumber lain 2. rapikan daftar pustaka	
8	23/9-2021	All lengkap Semesta!	

Dosen Pembimbing

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



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

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

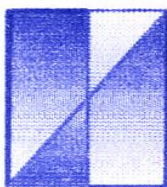


<p><i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Halus dan Absorsi) ASTM C 128</p>	<p>LAB NO. (No. Surat): <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) :16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018</p>
---	--

<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;">Kevin Pratama</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

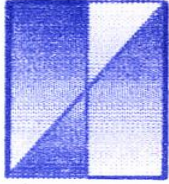


<i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorpsi) ASTM C 128	LAB NO. (No. Surat) : <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : 16 Oktober 2018 <i>TESTING DATE</i> (Tgl. Percobaan): 16 Oktober 2018
--	---

<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

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

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



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



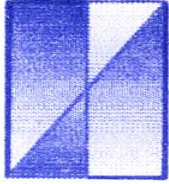
PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

<i>SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST</i> (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 128	LAB NO. (No. Surat) : <i>SAMPLING DATE</i> (Tgl. Pengambilan Bahan) : 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 agramat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	0,733%	0,8%	0,767%

<i>TESTED BY</i> (Dikerjakan Oleh)	<i>CHECKED BY</i> (Diperiksa Oleh)
Kevin Pratama	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**



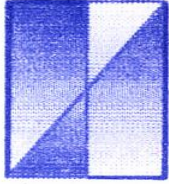
PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

<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 agramat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	3%	3.6%	3.3%

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



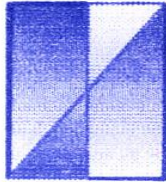
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



<i>WATER CONTENT TEST</i> (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)
Kevin Pratama	Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc



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

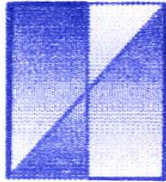


<i>WATER CONTENT TEST</i> (Percobaan Kadar Air Agregat Halus) ASTM C 566	LAB NO. (No. Surat) : (Tgl.PengambilanBhn):16 Oktober 2018 (Tgl. Percobaan) :16 Oktober 2018
---	--

<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)
Kevin Pratama	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) Kevin Pratama	CHECKED BY (Diperiksa Oleh) 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*



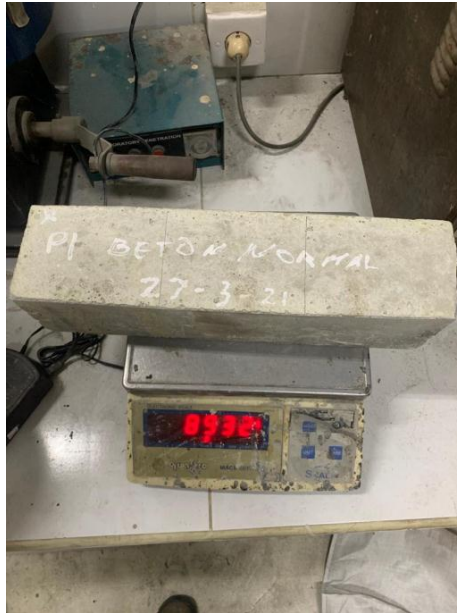
Gambar L. 2 Melakukan Pengujian *V Funnel Test* dan *L – Box Test* pada Beton Segar



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: Menimbang Berat Beton Setelah Perendaman



Gambar L. 8 Pengujian Kuat Tekan Beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Kevin Pratama
Panggilan : Kevin
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 1 November 1999
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Dusun XX Lr.Pertanian, Kec. Hamparan Perak, Kab. Deli Serdang
Agama : Islam
Nama Orang Tua :
Ayah : Sucipto
Ibu : Muliatik
No.HP : 082289680878
E-Mail : kevinpratamaa0111@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210060
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD Negeri 105283 Klambir V	2011
2	SMP	SMP AR-RAHMAN MEDAN	2014
3	SMA	SMA TAMAN SISWA BINJAI	2017
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017 sampai selesai.		