

**KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI SERAT SERABUT
KELAPA DAN ABU SEKAM PADI KONSTAN TERHADAP KUAT GESER
BETON (*SHEAR STRENGTH*) PADA BETON MEMADAT SENDIRI (*SELF
COMPACTING CONCRETE*)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi S1 Teknik Sipil



Oleh

Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

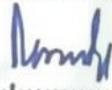
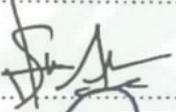
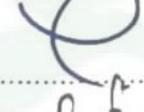
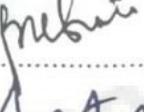
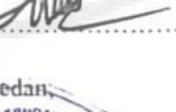
2021

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI SERAT SERABUT KELAPA
DAN ABU SEKAM PADI KONSTAN TERHADAP KUAT GESER BETON
(*SHEAR STRENGTH*) PADA BETON MEMADAT SENDIRI (*SELF
COMPACTING CONCRETE*)

ADELIA STEFANI LUBIS
NIM. 5173250001

Dipertahankan Di Depan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan
Pada Tanggal 29 Maret 2022

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd. (Ketua)		10/8/22
Syahreza Alvan, ST.,M.Si.,IPM. (Sekretaris)		09/8/22
Edo Barlian, S.T., M.T (Pembimbing)		09/8/22
Ir. Bambang Hadibroto, M.Si, M.T., IPM. (Penguji)		09/8/22
Dr. Ir. Putri Lynna A Luthan, M.Sc., IPM (Penguji)		08/8/22
Dr. Ir. Kinanti Wijaya, M.Sc., IPM (Penguji)		2/8/22

Medan, 2022



Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd.
NIP. 19600701986011001

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi Ini Diajukan Oleh

ADELIA STEFANI LUBIS

NIM. 5173250001

Program Studi S-1 Teknik Sipil/Fakultas Teknik

Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan

Universitas Negeri Medan

Dinyatakan Telah Memenuhi Sebagian Dari Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Medan, 12 Februari 2022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing Skripsi

THE Character Building UNIVERSITY

Edo Barlian, S.T., M.T

NIP. 197701102005011002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Adelia Stefani Lubis

Nim : 5173250001

Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strength*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*).

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran, dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan dan atau sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 28 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

ABSTRAK

Adelia Stefani Lubis : Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strenght*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*). Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan. 2022.

Teknologi *Self Compacting Concrete* (S.C.C) adalah beton yang sangat cair yang dapat mengalir untuk mengisi rongga dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk memadatkannya. Beton berserat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat didistribusikan secara acak, dan ditambahkan *additive*. Peran serat sebagai penahan retak merayap untuk menjebak ujung-ujung retakan agar lambat sehingga secara perlahan melintasi matriks. Pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan tambahan dalam campuran beton memiliki prospek yang sangat baik di masa depan, yaitu selain meningkatkan kuat geser beton, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ada di Indonesia. Serat menggunakan serat sabut kelapa dengan persentase 0,01%, 0,02%, dan 0,03% terhadap volume benda uji dan abu sekam padi konstan 7,5% terhadap berat semen. Tujuan penelitian ini mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat sabut kelapa dengan variasi 0,01%, 0,02%, dan 0,03% dengan abu sekam padi terhadap kuat geser beton dengan metode SCC serta pada variasi komposisi serat sabut kelapa berapa persen yang menghasilkan kuat geser optimum pada beton SCC. Hasil dari penelitian ini beton normal SCC dengan rata-rata kuat geser 2,062 kN, variasi SSK 0,01% dan 7,5% ASP besar rata-rata 1,888 kN, variasi 0,02% dan 7,5% ASP besar rata-rata 2,122 kN dan variasi 0,03% dan 7,5% ASP besar rata-rata 2,311 kN. Hasil perhitungan nilai kuat geser tertinggi umur 28 hari pada beton variasi 0,03% SSK + 7,5% ASP dengan 2,31 kN dengan umur 28 hari.

Kata Kunci : *Self Compacting Concrete* (SCC), Serat Serabut Kelapa, Kuat Geser



ABSTRACT

Adelia Stefani Lubis : *Study of the Effect of Adding Variations of Coconut Fibers and Constant Rice Husk Ash on concrete Shear Strength on Self Compacting Concrete. Essay. Faculty of Engineering, State University of Medan. 2022.*

Self Compacting Concrete (S.C.C) technology is a highly liquid concrete that can flow to fill the cavities in the mold without a compaction process or only a small amount of vibration requires to compact it. Fibre concrete is defined as concrete made from hydrolyzed cement, fine aggregate, coarse aggregate and a small amount of fibers are randomly distributed, and additives are added. The role of fibers as crack holders creeps to trap the ends of the cracks so that they are slow so that they slowly cross the matrix. The use of coconut husk as an additive in concrete mixtures has very good prospects in the future, that is, in addition to increasing the shear strength of concrete, it can also reduce environmental pollution in Indonesia. The fiber uses coconut husk fiber with a percentage of 0.01%, 0.02%, and 0.03% against the volume of the test object and the constant rice husk ash of 7.5% against the weight of cement. The purpose of this study was to determine how the effect of adding coconut husk fiber with variations of 0.01%, 0.02%, and 0.03% with rice husk ash on the shear strength of concrete with the SCC method and on variations in the composition of coconut husk fibers, how many percent produce optimum shear strength in SCC concrete. The results of this study were normal concrete SCC with an average shear strength of 2.062 kN, an average SSK variation of 0.01% and a 7.5% large ASP averaged 1.888 kN, a variation of 0.02% and a 7.5% large ASP averaging 2.122 kN and a variation of 0.03% and 7.5% a large ASP averaging 2.311 kN. The result of the calculation of the highest shear strength value of 28 days of age on concrete variations of 0.03% SSK + 7.5% ASP with 2.31 kN with a lifespan of 28 days.

Keywords : Self compacting concrete (SCC), Coconut husk fiber, Shear Strenght



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strength*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)”** dengan baik.

Penelitian ini diajukan untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan program Strata 1 Sarjana Teknik Sipil. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Atas segala kekurangan pada penulisan skripsi ini penulis sangat mengharapkan adanya masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulisan skripsi tentunya tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Edo Barlian, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak membantu, memeberikan arahan, membimbing dan memberi dorongan kepada penulis dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini sehingga skripsi dapat terwujud dan terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Bambang Hadibroto S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi.
3. Bapak Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.
4. Bapak Syahreza Alvan, ST., M.,Si.,IPM. sebagai Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Medan.
5. Bapak Dr. Sarwa, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan.
6. Bapak Dr. Nahesson Hotmarama Panjaitan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Negeri Medan.
7. Bapak/Ibu Dosen serta pegawai di Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan, khususnya Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan yang telah

banyak memberikan Ilmu yang sangat bermanfaat dan bantuan selama penulis melakukan perkuliahan.

8. Teristimewa kepada kedua orang tua yang selalu berdo'a dengan penuh kesabaran dan kasih sayang, memberikan nasehat, dorongan, baik moral, materi dan mengingatkan supaya menjadi anak yang sukses.
9. Abang penulis yaitu Allan Lubis dan kakak penulis yaitu Elsa Tambunan yang tak hentinya memberikan dukungan dan nasehat selama masa perkuliahan penulis.
10. Kepada seluruh keluarga yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi.
11. Serta seluruh teman-teman Mahasiswa dan Mahasiswi yang tidak dapat penulis sebutkan semuanya di kampus Universitas Negeri Medan khususnya di Prodi S-1 Teknik Sipil Universitas Negeri Medan yang telah banyak memberikan penulis pengalaman lebih pada kegiatan belajar maupun kegiatan di luar.

Akhir kata penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya. Selanjutnya hanya doa yang dapat penulis persembahkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis diberikan balasan terbaik oleh-Nya.

Medan, September 2021

Penulis

THE
Character Building
UNIVERSITY

Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Defenisi Beton.....	7
2.1.1 Jenis Beton	9
2.1.2 Pengertian Beton Berserat (<i>fibre concrete</i>).....	10
2.2 Material Penyusun Beton	12
2.2.1 Semen Portland	12
2.2.2 Agregat.....	13
2.2.3 Air	16
2.2.4 Bahan Tambah	18
2.3 Serat Sabut Kelapa	20
2.4 Abu Sekam Padi.....	21
2.5 <i>Superplasticizer</i>	23

2.6 <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC)	23
2.7 Kuat Tekan Beton	27
2.8 Kuat Geser Beton	28
2.9 Penelitian Terdahulu	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Lokasi dan Sampel Penelitian	35
3.2 Metodologi Penelitian	35
3.3 Prosedur Kerja Penelitian.....	39
3.4 Material dan Peralatan Penelitian.....	40
3.4.1 Material	40
3.4.2 Peralatan.....	41
3.4.3 Pengujian Material	45
3.4.4 Serat Sabut Kelapa.....	48
3.4.5 Abu Sekam Padi.....	49
3.5 Perencanaan <i>Mix Design</i>	49
3.6 Pencetakan Benda uji	51
3.7 Pelaksanaan Penelitian	52
3.8.1 <i>Mix Design</i>	52
3.8.2 Pembuatan Benda Uji.....	52
3.8.3 Pengujian <i>Slumpflow</i>	53
3.8.4 Pengujian Viskositas	54
3.8.5 Pengujian <i>Passing Ability</i>	55
3.8.6 Perawatan Beton.....	56
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Campuran Beton	58

4.2 Perhitungan <i>Mix Design Self-Compacting Concrete</i>	59
4.3 Pemeriksaan Kriteria <i>Workability Self Compacting Concrete</i>	66
4.3.1 Pemeriksaan <i>Filling Ability</i>	66
4.3.2 Pemeriksaan <i>Segregation Resistance</i>	67
4.3.3 Pemeriksaan <i>Passing Ability</i>	68
4.4 Perhitungan Kekuatan Geser.....	69
4.5 Analisa Kuat Geser	74
BAB V KESIMPULAN.....	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Daerah Gradasi Pasir Sedang (SNI 03-2834, 2000).....	15
Gambar 2. 2 Perbandingan Proporsi Campuran SCC dengan Beton Konvensional (Sumber : Okamura dan Ouchi, 2003).....	25
Gambar 2. 3 Distribusi tegangan geser balok (Sumber : Nawy,2010).....	30
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 3. 2 Semen.....	40
Gambar 3. 3 Kerikil.....	40
Gambar 3. 4 Serat Serabut Kelapa.....	40
Gambar 3. 5 Abu Sekam Padi.....	41
Gambar 3. 6 Sika Viscoflow 3660LR.....	41
Gambar 3. 7 Timbangan.....	42
Gambar 3. 8 Satu Set Ayakan.....	42
Gambar 3. 9 Sieve Seeker.....	42
Gambar 3. 10 Gelas Ukur 1000ml.....	43
Gambar 3. 11 Piknometer.....	43
Gambar 3. 12 Mixer Beton.....	44
Gambar 3. 13 L-Shaped Box.....	44
Gambar 3. 14 V-funnel.....	45
Gambar 3. 15 Cetakan Benda Uji.....	45
Gambar 3. 16 Alat Slump Flow Test.....	46
Gambar 3. 17 Alat L-shaped Box.....	47
Gambar 3. 18 Alat Funnel Test.....	48
Gambar 3. 19 Pembuatan benda uji.....	53
Gambar 3. 20 Pengujian Slumpflow.....	54
Gambar 3. 21 Pengujian Viskositas.....	55
Gambar 3. 22 Pengujian L-Box.....	56
Gambar 3. 23 Perawatan Beton.....	57
Gambar 4. 1 Grafik Slump Flow Adonan Beton SCC dengan FAS 0,4...67	
Gambar 4. 2 Grafik Viskositas adonan beton SCC dengan FAS 0,40.....	68
Gambar 4. 3 Nilai Passing Ability adukan Beton SCC dengan FAS 0,40	69

Gambar 4. 4 Grafik nilai Kuat Geser pada Beton SCC umur 28 hari..... 74



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur.....	7
Tabel 2. 2 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton.....	13
Tabel 2. 3 Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).....	15
Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi	23
Tabel 2. 5 Sifat-sifat structural SCC	27
Tabel 2. 6 Jenis Beton Menurut Kuat tekan	28
Tabel 3. 1 Spesifikasi proporsi SCC dari JSCE.....	49
Tabel 3. 2 Variasi Campuran Benda Uji	52
Tabel 4. 1 Data-data pengujian dasar	58
Tabel 4. 2 Variasi Abu Sekam Padi, Serat Serabut Kelapa dan Superpasticizer	59
Tabel 4. 3 Komposisi Penyusun Self-Compacting Concrete dalam 1 m ³	60
Tabel 4. 4 Nilai Slump Flow Beton SCC	66
Tabel 4. 5 V-Funnel Beton SCC	67
Tabel 4. 6 Nilai Passing Ability Beton SCC	68
Tabel 4. 7 Kuat Geser Beton SCC dengan FAS 0,40.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini beton merupakan bahan konstruksi paling banyak digunakan, karena dianggap memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan konstruksi lain. Beberapa manfaat beton ialah : biaya pengerjaan dan perawatannya murah, kuat tekan tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan. Namun, masih terdapat kelemahan pada kekuatan tarik beton. Kuat tarik yang rendah ini mempengaruhi sifat mekanik lainnya seperti kuat lentur dan kuat geser. Peningkatan kekuatan beton merupakan salah satu faktor kunci yang diharapkan dalam teknologi beton. Untuk menambah kualitas beton guna meningkatkan mutu beton dan memiliki sifat-sifat yang lebih baik, diperlukan penelitian beton dengan penambahan beberapa bahan tambah.

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Menurut Wuryati (2001), beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, sisanya pasir dan kerikil. Rasio pencampuran, metode pencampuran, metode pengangkutan, metode pencetakan, metode pemadatan, dll akan mempengaruhi sifat beton.

Menurut para ahli yang terlibat dalam mengamati tentang pemanasan global, 7% emisi gas CO₂ di alam disebabkan oleh produksi semen, dan untuk setiap 1 ton pengurangan produksi semen, 1 ton emisi gas CO₂ berkurang (Malhotra, 1999) sehingga hal ini telah mendorong para ahli di bidang teknik konstruksi bangunan untuk mencari bahan alternatif pengganti semen. Semen merupakan bahan penyusun beton yang tidak dapat terbaharukan. Dengan mempertimbangan emisi dan semen yang tidak dapat terbaharukan maka penggunaan semen di dunia perlu dikurangi. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mensubsitusi semen itu sendiri namun tetap bersifat pozolan sesuai dengan sifat semen. Abu sekam padi merupakan bahan tambah berupa pozzolan, terdiri dari mineral additive yang digunakan untuk meningkatkan kinerja beton dan mengurangi komposisi semen sehingga penggunaan semen tidak terlalu berat. Karena abu sekam padi banyak mengandung senyawa silica (SiO₂) sebesar 89,64%, maka dapat digolongkan sebagai *pozzolan*.

Sebagaimana Sumatera Utara termasuk salah satu kawasan rawan bencana gempa, dimana gempa bekerja dominan dengan mekanisme geser, maka kuat geser beton menjadi perhatian penting, karena kapasitas geser beton sangat kecil dibandingkan kemampuannya dalam menahan gaya tekan. Keruntuhan geser sangat dihindari dalam merancang konstruksi dikarenakan tidak memberikan peluang bagi pengguna untuk menyelamatkan diri. Keruntuhan ditandai dengan adanya retak lentur halus vertikal di tengah bentang dan tidak terus menjalar. Hal ini dikarenakan adanya kehilangan lekatan pada perletakan antara tulangan longitudinal dengan beton di sekitarnya. Apabila terus dibebani, keruntuhan diikuti oleh timbulnya retak miring yang lebih curam daripada retak diagonal tarik secara tiba-tiba yang

menjalar menuju sumbu netral. Pertemuan retak miring beton tertekan yang menjadi penyebab keruntuhan secara tiba-tiba.

Teknologi *Self Compacting Concrete* (S.C.C) telah banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Dimana banyak keuntungan yang dapat diperoleh yaitu diantaranya dapat menekan biaya, mutu dan waktu pengerjaan konstruksi yang cukup lama karena tidak lagi membutuhkan pemadatan, maka dapat mengurangi tenaga kerja dan peralatan yang dibutuhkan. SCC pertama kali dikembangkan di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan dalam konstruksi beton pada awal tahun 1990-an (Okamura, 2003). SCC adalah beton yang sangat cair yang dapat mengalir untuk mengisi rongga dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk memadatkannya. Kriteria *workability* dari campuran beton yang baik pada *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah mampu memenuhi kriteria berikut (EFNARC, 2002) :

- *Fillingability*, kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan.
- *Passingability*, kemampuan campuran beton untuk melewati struktur ruangan yang rapat.
- *Segregation resistance*, ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi.

Menurut komite ACI (*American Concrete Institute*) 544, beton berserat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat didistribusikan secara acak, dan ditambahkan *additive*. Kelebihan beton fiber antara lain yaitu dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat geser beton. Menurut Tjokrodimulyo (2007), beton diperkuat serat maka beban deformasi akan dialihkan ke serat. Serat dalam beton itu membantu mencegah retak

dan membuat beton serat lebih daktil daripada beton biasa. Peran serat sebagai penahan retak merayap untuk menjebak ujung-ujung retakan agar lambat sehingga secara perlahan melintasi matriks. Hal ini meningkatkan elongasi akhir komposit dibandingkan dengan beton bebas serat. Kualitas serat ditentukan oleh warna, tingkat kotoran, kadar air, dan rasio berat antar serat panjang dan serat pendek. Serabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, yang merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Dari segi teknis, sabut kelapa memiliki keunggulan seperti panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroba, tahan cuaca dan perlakuan mekanis (penggosokan dan penyemprotan), serta bobot yang lebih ringan dari serat lainnya. Beton serat lebih unggul dari beton tanpa serat dalam beberapa sifat struktural antara lain keliatan (*ductility*), kekuatan dampak (*impact resistance*), kekuatan tarik dan lentur, kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan aus (*abrasion*) (Soroushian dan Bayashi 1987).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi masalah dari penelitian ini adalah :

1. Mengurangi penggunaan semen sebagai salah satu penyusun beton dan mensubstitusi dengan bahan bersifat *pozzolan*.
2. Bagaimana cara meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*) beton.
3. Mencari kadar optimum pemanfaatan limbah serat serabut kelapa terhadap beton dengan metode SCC.
4. Pemanfaatan abu sekam padi untuk industri beton.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas penelitian tentang sifat mekanik pada beton SCC dengan menggunakan serat sabut kelapa dan abu sekam padi serta untuk menghindari kesamaan dengan penelitian sebelumnya, maka permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Semen yang digunakan adalah semen tipe OPC.
2. Agregat kasar menggunakan kerikil dengan ukuran 1,8 cm.
3. Agregat halus menggunakan pasir binjai.
4. Serat menggunakan serat sabut kelapa dengan persentase 0,01%, 0,02%, dan 0,03% terhadap berat binder.
5. Abu Sekam Padi yang digunakan dengan persentase 7,5% terhadap semen.
6. *Superplasticizer* yang digunakan 0,9% dari berat semen.
7. $f'c$ yang direncanakan adalah 25 MPa.
8. Faktor air semen yang digunakan 0,4.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah pengaruh penambahan serat sabut kelapa dengan variasi 0,01% , 0,02%, dan 0,03% dengan abu sekam padi 7,5% terhadap kuat geser beton dengan metode SCC ?
2. Pada variasi komposisi serat serabut kelapa berapa yang menghasilkan kuat tekan dan kuat geser optimum ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat sabut kelapa dengan variasi 0,01%, 0,02%, dan 0,03% dengan abu sekam padi terhadap kuat geser beton dengan metode SCC.
2. Mengetahui pada variasi komposisi serat sabut kelapa berapa persen yang menghasilkan kuat geser optimum pada beton.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian merupakan dampak dari tercapainya tujuan penelitian. Beberapa manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, hasil penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui kuat geser beton jenis SCC dengan penambahan serat serabut kelapa sehingga dapat menjadi dasar penelitian selanjutnya, mereka membahas masalah yang sama.
2. Bagi penulis, penelitian ini berguna sebagai praktik konkret dalam menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh selama pendidikan di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan.

THE
Character Building
UNIVERSITY

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan. Seiring waktu, beton akan mengeras dan akan mencapai kekuatan desain ($f'c$) dalam 28 hari. Dengan asumsi kekuatan beton sudah mencapai 100%, kekuatan beton selain pada umur 28 hari, maka kekuatan beton di luar umur 28 hari umumnya dikonversikan sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Nilai perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur

Sifat beton	Umur beton (hari)						
	3	7	14	21	28	90	365
Beton menggunakan semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Beton menggunakan semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

(Sumber : Kementrian PUPR,2017)

Kualitas dari suatu beton ditentukan oleh 3 faktor :

a. Sifat Beton

Sifat beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu : pada saat kondisi beton segar (*fresh concrete*) dan beton yang telah mengeras (*hard concrete*).

b. Rasio Material

Proporsi bahan tergantung pada persyaratan kekuatan beton. Bahan yang digunakan dalam campuran beton antara lain semen, agregat, air, dan bahan tambahan lainnya. Proporsi setiap komponen akan mempengaruhi kualitas beton.

c. Proses Manufaktur

Proses pencampuran beton yang baik menghasilkan beton yang berkualitas tinggi. Kontrol kualitas dapat dikonfigurasi dengan mencegah bahan organik tercampur saat pencampuran beton, dan menyesuaikan jumlah air sesuai dengan kadar air dan daya serap agregat.

Pencampuran komponen pembentuk beton harus ditentukan untuk memberikan beton lembab yang mudah diproses. Hal ini sesuai dengan kuat tekan desain setelah perawatan dan sangat ekonomis (Mulyono, 2005). Pada umumnya beton mengandung sekitar 1% 2% rongga, 715% semen, dan 14,21 agregat air (agregat halus dan kasar) sekitar 60%-75% (Mulyono, 2005).

Berikut beberapa keunggulan beton adalah (Tjokrodimuldjo, 1996) :

- a. Bahan dasarnya terbuat dari bahan lokal, sehingga biaya pembuatan dan perawatannya relatif rendah.
- b. Memiliki kuat tekan yang tinggi, dan tahan terhadap karat dan pembusukan karena kondisi lingkungan.
- c. Beton segar dapat dengan mudah diangkut atau dituangkan ke dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan. Cetakan ini dapat digunakan berulang kali.
- d. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- e. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

Berikut kelemahan pada beton adalah (Tjokrodimuldjo, 1996) :

- a. Beton memiliki kuat tarik yang rendah dan mudah retak. Oleh karena itu, perlu adanya perkuatan baja tulangan.

- b. Beton segar susut bila mengering dan beton keras mengembang bila basah, sehingga perlu dibuat sambungan susut pada beton yang panjang/lebar untuk menampung susut dan pemuaian beton.
- c. Beton keras mengembang dan menyusut seiring perubahan suhu, sehingga perlu dibuat sambungan ekspansi untuk mencegah keretakan akibat perubahan suhu.
- d. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air dengan kandungan garam dapat merusak beton.
- e. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

2.1.1 Jenis Beton

Menurut Mulyono (2004), Beton terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan beratnya: beton berat, beton sedang dan beton ringan. Beton juga dapat dibedakan berdasarkan komponen dan kegunaan strukturalnya. Biasanya jenis beton lainnya mirip dengan beton biasa, namun perbedaannya terletak pada bahan tambahan yang digunakan. Jenis beton berikut yang digunakan dalam beberapa struktur konstruksi:

a. Beton Ringan

Berdasarkan Mulyono (2004), agregat yang digunakan untuk membuat beton ringan merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil pembakaran vulkanik, seperti shale, clay, slates, residu slag, dan tailing batu-bara. Berat jenis agregat ringan $\pm 1900 \text{ kg/m}^3$ atau tergantung kepentingan penggunaannya berkisar antara 1440 – 1850 kg/m^3 , dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.

b. Beton normal

Beton normal merupakan beton dengan berat satuan 2200 kg/m^3 sampai dengan 2400 kg/m^3 dan dibuat dari agregat alam yang dapat dihancurkan atau tidak.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang lebih berat dari beton biasa atau dibuat dari agregat lebih dari 2400 kg/m^3 . Beton yang mempunyai berat yang tinggi ini biasanya digunakan untuk keperluan tertentu seperti ketahanan radiasi, ketahanan benturan (Mulyono, 2004).

d. Beton serat (*fibre concrete*)

Merupakan campuran beton dan serat, biasanya berbentuk filamen dengan ukuran $5\text{-}500\mu\text{m}$ dan panjang sekitar 25 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbes, serat plastik (poly-propylene), serat alam, atau potongan kawat baja. Kerugiannya adalah sulit untuk diproses, tetapi memiliki banyak keunggulan seperti segregasi kecil, daktilitas, dan tahan benturan (Mulyono, 2004)

2.1.2 Pengertian Beton Berserat (*fibre concrete*)

Banyak sifat beton yang dapat ditingkatkan dengan menambahkan serat, seperti ketahanan leleh, kekuatan tarik dan kuat lentur, ketahanan susut, ketahanan aus, dan ketahanan terhadap pecahan (*fragmentation*). Beton serat adalah campuran beton dengan bahan tambah baik berupa serat sintetis maupun serat alam, dengan tujuan untuk meningkatkan sifat-sifat beton. Serat alami umumnya terbuat dari berbagai macam tumbuhan. Yang termasuk serat alami antara lain rami, ijuk, sabut kelapa dan lain-lain. Serat sintetis umumnya dibuat dari senyawa-senyawa polimer

seperti serat asbes, serat plastik, atau potongan kawat baja. Serat dalam beton mencegah retak sehingga menjadikan beton lebih daktail daripada beton biasa. Ide

dasarnya adalah mendistribusikan dan mencampur beton dengan serat secara merata dalam campuran beton dengan arah acak untuk mencegah keretakan dini, akibat hidrasi maupun akibat pembebanan (Ir.Tri Mulyono, MT : teknologi beton).

Peningkatan kekuatan tarik meningkatkan kinerja komposit beton serat berkualitas lebih tinggi dibandingkan dengan beton tradisional (Sholihin, 2008).

Lebih tepatnya, keuntungan menambahkan serat ke beton adalah, pertama-tama, serat didistribusikan secara merata dalam volume beton pada jarak yang relatif

sangat dekat satu sama lain. Hal ini memberikan ketahanan terhadap beban seimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang disiapkan untuk menahan beban dari berbagai arah. Kedua, peningkatan perilaku deformasi

seperti ketahanan benturan, daktilitas yang lebih tinggi, kekuatan lentur dan kapasitas torsi yang lebih baik. Ketiga, serat meningkatkan ketahanan beton

terhadap pembentukan retak. Keempat, mencegah korosi batang tulangan dengan meningkatkan ketahanan chipping dan ketahanan retak penutup beton. Serat sintetis

meningkatkan ketahanan material beton terhadap kebakaran. Secara umum, semua manfaat ini berarti peningkatan kekuatan struktur bangunan (Sholihin, 2008).

Dalam studinya tentang beton serat (Arman, 2016) menyimpulkan bahwa penambahan serat alami jenis serabut kelapa sebesar 0,1% dan 0,2% pada beton

dengan umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tarik beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan serat. Untuk hasil terbaik, disarankan

menggunakan rasio 50–100. Di sini, jika diameter serat 1 mm, panjangnya berkisar 50–100 mm. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal, bahan serat alam dapat

diperoleh dengan harga yang terjangkau dan konsumsi energi yang rendah. Penggunaan serat alam sebagai salah satu bentuk tulangan beton sangat menarik untuk digunakan di daerah yang belum berkembang jika bahan bangunan tradisional tidak tersedia atau terlalu mahal (Cement and Concrete Institute, 2001).

2.2 Material Penyusun Beton

Dalam produksi campuran beton, bahan yang digunakan harus berkualitas tinggi dan memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk menghasilkan beton mutu tinggi. Adapun material yang digunakan adalah :

2.2.1 Semen Portland

Unsur-unsur utama yang terkandung dalam semen dapat dibagi menjadi empat bagian: trikalsium silikat (C_3S), dikalsium silikat (C_2S), trikalsium aluminat (C_3A), dan tetrakalsium aluminoforit (C_4AF). Semen juga mengandung sejumlah kecil unsur lain seperti: MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O dan Na_2O . Soda atau kalium (Na_2O dan K_2O) merupakan trace component dari komponen semen yang perlu diperhatikan, karena merupakan alkali yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat dan mendegradasi beton (Neville dan Brooks, 1987)).

SNI 7656:2012 mengklasifikasikan semen portland menjadi empat jenis:

Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis lainnya.

Tipe II : Semen Portland yang membutuhkan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang saat digunakan.

Tipe III : Semen Portland yang membutuhkan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah perawatan.

Tipe IV : Semen Portland yang membutuhkan kalor hidrasi yang rendah.

Selain itu, pada SNI 7656:2012 pengertian semen Portland *pozzolan* sebagai semen hidrolis merupakan campuran homogen antara semen portland dan *pozzolan* halus yang dihasilkan dengan menggiling klinker semen portland dan *pozzolan* secara bersamaan, atau dengan mencampurkan bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan secara merata. Dalam kombinasi dengan penggilingan dan pencampuran, kandungan pozzolan adalah 6-40% dari berat semen portland pozzolan.

2.2.2 Agregat

Secara khusus, biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% dari total volume. Agregat-agregat ini perlu digradasi agar seluruh massa beton bertindak sebagai benda homogen, dan kompak secara keseluruhan dan agregat kecil berperan sebagai pengisi celah antara agregat-agregat besar (Nawy, 1990). Berikut pengaruh sifat agregat pada sifat beton :

Tabel 2. 2Pengaruh sifat agregat pada sifat beton

Sifat Agregat	Pengaruh pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi.	Beton cair	Kelecekan pengikatan, dan pengerasan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral.	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

(Sumber : Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Dua raturan berlaku. Pertama, SII0052-80 “Mutu dan cara uji agregat beton”. Kedua PBI 89 mengacu pada ASTM C33 “*Spesifikasi Standar untuk Agregat Beton*”.

Tujuan penggunaan agregat dalam campuran beton umumnya untuk menambah kekuatan beton, menghemat semen, meminimalkan susut beton, mencapai kepadatan beton maksimum dan mencapai kemampuan kerja yang baik.

Dari segi ekonomi, agregat murah, sehingga disarankan untuk menggunakan agregat ini semaksimal mungkin agar beton yang dihasilkan ekonomis. Selain itu, dengan menggunakan agregat dalam jumlah besar, dimungkinkan untuk menekan susut akibat pengerasan (pengeringan) beton dan menekan ekspansi termal. Ada dua jenis agregat, agregat halus dan agregat kasar..

2.2.2.1 Agregat Halus

Sesuai dengan (SNI 2493:2011), bahwa agregat halus merupakan agregat yang susunan butirannya lolos saringan No.4 (4,75mm). Agregat halus yang baik tidak boleh mengandung bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan #100, atau zat lain yang dapat merusak campuran beton.

Rasio agregat halus yang baik adalah perbandingan yang sesuai dengan kurva standar yang ditemukan selama proses perencanaan pencampuran beton. Rasio berat agregat halus terhadap berat agregat total didasarkan pada kadar maksimum agregat kasar, nilai slump, koefisien air semen, dan kisaran kadar agregat halus. Berat agregat kasar adalah berat total agregat dikurangi berat agregat halus. Jika rasio volume agregat kasar dan halus terlalu tinggi, pemisahan, kemampuan kerja berkurang, pencampuran kasar dan finishing mungkin tidak mudah. Sebaliknya, agregat halus yang terlalu banyak akan meningkatkan workability, tetapi terlalu banyak pasir akan menurunkan durabilitas beton (Ginting et al., 2003).

Agregat halus bisa terdiri dari pasir bersih, material hasil galian halus, atau kombinasi dari material tersebut dalam keadaan kering dan dapat memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Nilai ekuivalen pasir minimum 50 (AASHTO-T-1176)

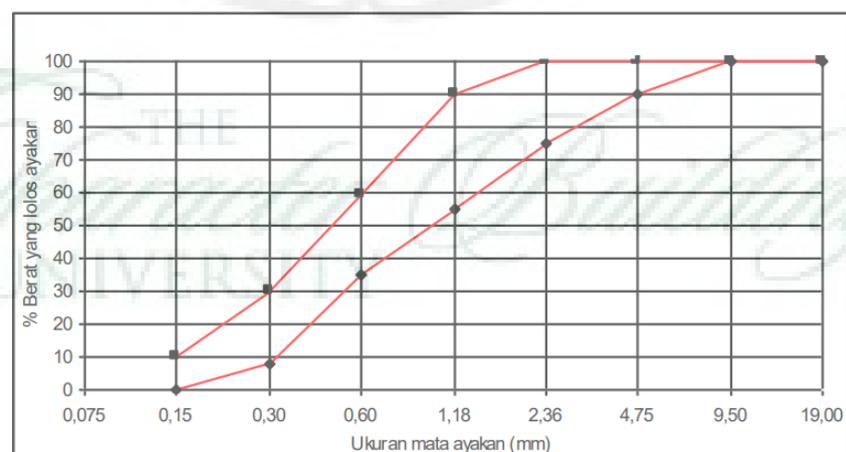
- b. Penyerapan total hingga 3% (ASTM C-128-04)
- c. Berat jenis curah (*Bulk*) minimum 2.5 (ASTM C-29M-2003)

Ukuran yang sesuai dengan SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.6

Tabel 2. 3Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-200	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-20	0-15

Keterangan: - Daerah gradasi I = Pasir kasar
 - Daerah gradasi II = Pasir agak kasar
 - Daerah gradasi III = Pasir agak halus
 - Daerah gradasi IV = Pasir halus

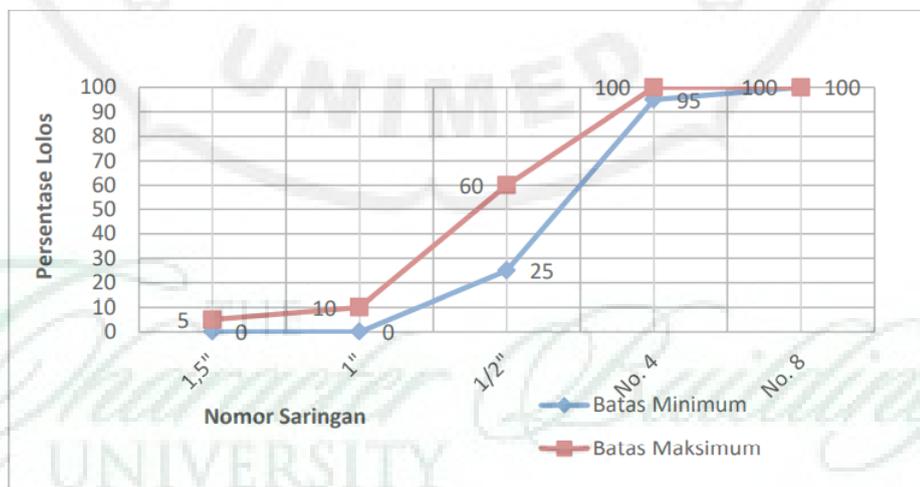


Gambar 2. 1 Daerah Gradasi Pasir Sedang (SNI 03-2834, 2000).

2.2.2.2 Agregat Kasar

Sesuai dengan SNI 2493:2011, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang susunan butirannya tertahan saringan No.4 (4,75mm). Agregat kasar sangat krusial pada pencampuran beton lantaran akan membentuk beton yang padat sehingga menciptakan beton kuat terhadap pembebanan. Agregat wajib memenuhi persyaratan berikut :

- Jumlah butir yang tertahan saringan No.4 yang memiliki paling sedikit 2 bidang pecah (visual) : minimum 50% (spesifik untuk kerikil pecah)
- Indeks kepipihan butiran yang tertahan saringan 9.5 mm (3/8 in) maksimum 25%
- Penyerapan air maksimum 3% (ASTM C-127-04)
- Minimum kepadatan 2.5% (ASTM C-29M-2003)
- Jaringan lunak maksimum 5% (AASHTO T-189)



Gambar 2.2: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000).

2.2.3 Air

Air yang dipakai dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari zat berbahaya termasuk minyak, asam basa, garam, organik, atau zat lain yang merusak beton atau tulangan (SNI-03-2847-2002).

Jangan menggunakan air non-konsumsi untuk beton kecuali memenuhi syarat berikut (SNI-03-2847-2002):

1. Pemilihan perbandingan campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang terbuat dari campuran dengan air yang tidak dapat diminum harus menunjukkan paling sedikit 90% dari kekuatan benda uji yang terbuat dari air yang bisa diminum.

Penggunaan air yang berlebihan akan mengakibatkan banyak lecet setelah proses hidrasi selesai, tetapi terlalu sedikit air akan mengakibatkan proses hidrasi tidak sempurna. Akibatnya, kekuatan beton yang akan dihasilkan berkurang. Jika kadar air rendah maka kekuatan beton akan meningkat, tetapi daktilitas dan workability beton akan menurun. Sebagian besar air mungkin berguna pada saat pelaksanaan, tetapi kuat tekan beton rendah. Kadar air ini dinyatakan sebagai rasio air-semen, atau sering disingkat FAS. Ini adalah angka yang mewakili berat air dibagi dengan berat semen dalam campuran beton.

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen (persamaan) :

$$FAS = \frac{W_w}{W_c} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : W_w = Berat air

W_c = Berat semen

Karena koefisien semen air adalah ukuran kekuatan beton, koefisien ini harus menjadi kriteria utama dalam desain struktur beton umum. Biasanya dinyatakan sebagai perbandingan berat air dengan berat semen dalam campuran (Nawy, 1990).

2.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah yaitu bahan selain komponen utama beton (air, semen & agregat) dan dimaksudkan untuk mengubah sifat satu atau lebih beton sebelum, segera setelah, atau selama pencampuran, ditambahkan ke dalam campuran dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi bahan tambah meliputi percepatan pengerasan, peningkatan kemampuan kerja beton segar, peningkatan kuat tekan beton, peningkatan daktilitas atau pengurangan kerapuhan beton, dan pengurangan retak pengerasan. Bahan tambah dikontrol secara ketat agar tidak berlebihan, dan dosis yang diberikan relative kecil, yang memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996). Bahan tambah dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixtures & additives*, tergantung pada tujuannya.

Admixtures adalah seluruh komponen penyusun beton, kecuali air, semen hidrolis, dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera setelah atau selama pencampuran, untuk merubah sifat beton baik selama kesegaran atau setelah pengerasan. Sebaliknya, definisi *additive* mengacu pada semua bahan yang ditambahkan selama proses pembuatan semen dan digiling Bersama.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), bahan tambah dapat dibagi menjadi tiga kelompok berikut.

1. *Chemical Admixtures* adalah bahan tambah kimia yang dicampurkan ke dalam campuran beton untuk memperoleh sifat-sifat beton yang berbeda baik segar maupun setelah mengeras, misalnya sifat pengerjaannya yang lebih mudah dan waktu pengikatan yang lebih lambat atau lebih cepat. *Superplasticizer* merupakan salah satu jenis *chemical admixture* yang sering ditambahkan pada beton segar. Pada dasarnya, penambahan *superplasticizer* dimaksudkan untuk

meningkatkan kemampuan kerja, mengurangi jumlah air yang dibutuhkan untuk pencampuran (faktor air semen), mengurangi slump loss, mencegah timbulnya bleeding dan segregasi, meningkatkan kandungan udara (air content) serta memperlambat waktu pengikatan (*setting time*).

2. Pozolan adalah aditif alami atau buatan yang terutama terdiri dari silikat reaktif dan elemen aluminat. Pozolan sendiri tidak memiliki sifat semen, tetapi ketika halus, ia bereaksi dengan kapur bebas dan air untuk membentuk massa keras yang tidak larut dalam air. Pozolan dapat ditambahkan ke dalam campuran adukan beton atau mortar (yang dapat menggantikan semen sampai batas tertentu), untuk meningkatkan kemampuan kerja, membuat beton lebih tahan air (menurunkan permeabilitas) dan menambah ketahanan beton atau mortar terhadap serangan bahan kimia yang bersifat agresif. Penambahan pozolan meningkatkan kuat tekan beton dengan reaksi pengikatan kapur bebas ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) melalui silikat atau aluminat membentuk tovarmorite ($3. \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Pozolan yang telah banyak dipelajari dan digunakan antara lain *silica fume* (SF), *fly ash* (FA), *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBS), tras alam dan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*).
3. Serat (*fibre*) adalah bahan tambahan berupa kaca/fiberglass, plastik, baja, atau serat tumbuhan (flax, palm fiber). Penambahan serat ini meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan retak, meningkatkan daktilitas, dan ketahanan beton terhadap beban dampak misalnya perkerasan jalan raya dan lapangan terbang, spillway, dan retak struktur beton yang tipis, untuk pencegahan.

2.3 Serat Sabut Kelapa

Menurut Suhardiyono (1999), sabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm yang mewakili bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri dari 35% serat, 12% tempurung, 28% ampas, dan 25% sari buah. Sabut kelapa terdiri dari 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara untuk mendapatkan serat dari sabut dengan menggunakan mesin ekstraksi. Serat yang dapat diekstraksi terdiri dari 40% serat rambut dan 60% serat kasar. Dari 100 gram serat yang diabstraksikan diperoleh 70 bagian cangkang, 18 bagian serat kasar, dan 12 bagian serat rambut. Dari segi teknis, serat sabut kelapa memiliki keunggulan seperti mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroba, pelapukan dan perlakuan mekanis (gosokan dan pukulan) serta bobot lebih ringan dibandingkan serat lainnya. Serat sabut kelapa berkualitas tinggi berwarna cerah cemerlang dengan persentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan bebas lumpur.

Perencanaan campuran beton serat ditentukan berdasarkan (Salain, 2008 dalam Jaya 2010) :

- a. Kandungan serat <2% dari volume beton,
- b. Perbandingan aspek panjang dan diameter serat <100,
- c. Diameter agregat <19 mm

Sebagaimana diketahui, Indonesia yang dikenal sebagai produsen buah kelapa terbesar di dunia dengan luas areal kebun kelapa 3,8 juta hektar, memiliki produksi rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut (Mahmud & Yulius, 2004). Hal ini terbukti dengan industri pengolahan buah kelapa di Indonesia umumnya masih terfokus kepada pengolahan

hasil daging buah sebagai hasil utama, sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (*by-product*) seperti air, sabut, dan tempurung kelapa masih secara tradisional dan bersekala kecil, padahal potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar (Mahmud dan Ferry, 2005).

Dari kenyataan yang ada tersebut, menimbulkan pencemaran lingkungan berupa limbah, yang dalam konteks ini berupa sabut kelapa. Maka dari itu, pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan tambahan dalam campuran beton memiliki prospek yang sangat baik di masa depan, yaitu selain meningkatkan kuat geser beton, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ada di Indonesia.

2.4 Abu Sekam Padi

Sekam padi adalah limbah dari hasil penggilingan padi. Karena bentuk butirnya tidak begitu halus ($\pm 3 - 4$ mm), dan bobotnya ringan, penyimpanan limbah ini memerlukan tempat yang luas. Abu sekam padi diperoleh dari pembakaran kulit padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Secara visual abu sekam padi adalah material berwarna abu-abu dengan bentuk butiran yang halus, padat dan bulat. Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozolan, yaitu mengandung silika (SiO_2).

Menurut standar ASTM C 618-94a (1993), pozolan ialah bahan yang mempunyai silika atau silika alumina yang memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran yang halus dan dengan kehadiran

kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)_2 pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen. Dengan mencampurkan bahan pozolan pada jumlah yang sesuai dengan semen, unsur aktif SiO_2 akan bereaksi secara sekunder dengan Ca(OH)_2 untuk menghasilkan kalsium hidrosilikat. *Pozzolan* tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air. Kandungan SiO_2 (*Silica*) dalam abu sekam padi dapat mencapai sekitar 80% dan dikategorikan sebagai pozzolan reaktif.

Inti dari upaya membuat kandungan silika sekam padi menjadi silika yang reaktif terletak pada sistem pembakaran sekam tersebut. Sehingga banyak penelitian yang dilakukan untuk menciptakan alat berupa tungku/tanur pembakaran yang rumit. Namun pada prinsipnya tungku pembakaran tersebut harus dapat membakar sekam itu secara merata dengan suplay oksigen sesedikit mungkin serta menghasilkan suhu 450°C (ASP Standard ASTM C618-72).

Pembakaran abu sekam padi secara terkontrol pada suhu tinggi sekitar $500\text{--}600^\circ\text{C}$ akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Prasetyoko, 2001). Komposisi kimia berdasarkan penelitian Wahyuni dkk (2015) dapat dilihat pada Tabel 2.6. Ukuran abu sekam padi mempengaruhi *workability* dan kekuatan beton, sehingga dibutuhkan treatment pada abu sekam padi yang akan digunakan berupa penumbukkan atau penggilingan serta penyaringan dengan menggunakan ukuran saringan tertentu (Habeeb, 2010). Abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen secara parsial dan mengurangi penggunaan sumber daya alam pada proses pembuatan semen.

Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Komponen	Kadar (%)
SiO ₂	90,38
K ₂ O	3,18
P ₂ O ₅	1,61
CaO	1,24
SO ₃	1,02
Al ₂ O ₃	0,88
Cl	0,76
MnO	0,40
Fe ₂ O ₃	0,40
TiO ₂	0,05
ZnO	0,02
Rb ₂ O	0,01

(Sumber: Wahyuni dkk, 2015)

2.5 Superplasticizer

Superplasticizer (high range water reducer admixture) yaitu bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih (ASTM C494-82). *Superplasticizer* meningkatkan konsistensi pasta semen dan membuat pasta semen menyelimuti dan mengikat agregat dengan kuat, sehingga beton mampu mengalir tanpa mengalami segregasi material. Semua *Superplasticizer* juga memiliki kelemahan yang cukup mengkhawatirkan. *Flowability* yang tinggi pada campuran beton yang mengandung *superplasticizer* umumnya dapat bertahan sekitar 30 sampai 60 menit dan setelah itu berkurang dengan cepat, yang sering disebut dengan *slump loss* (Nugraha dan Antoni, 2007:90)

2.6 Self Compacting Concrete (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) adalah campuran beton yang mempunyai karakteristik dapat memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan alat pemadat

(vibrator). SCC dapat memadat ke setiap sudut dari struktur bangunan dan dapat mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami bleeding dan segregasi sehingga dapat meminimalisir adanya air yang masuk ke dalam beton yang dapat menyebabkan karat pada besi tulangan. Walaupun sifatnya lebih cair daripada beton konvensional, porositas SCC cenderung lebih kecil daripada beton konvensional pada umumnya karena SCC menggunakan bahan tambah (*admixture*) berupa *superplasticizer*. Fungsi bahan tambah ini adalah menambah tingkat *workability* campuran beton tanpa harus menambah nilai faktor air semen (*fas*) campuran beton. Nilai *fas* ini mempengaruhi porositas beton, semakin kecil nilai *fas* maka tingkat porositas beton akan cenderung semakin kecil. Tingkat porositas beton inilah yang mempengaruhi nilai kuat tekan dan permeabilitas beton.

Selain itu, komposisi agregat pada SCC berbeda dengan beton konvensional. Komponen halus pada SCC cenderung lebih banyak daripada beton konvensional karena SCC memanfaatkan perilaku pasta yang dapat membantu mengalirkan beton segar. Beton konvensional menggunakan agregat kasar sebesar 70%-75% dari volume beton. Selain itu ukuran agregat kasar pada SCC lebih kecil daripada beton konvensional. Ukuran agregat kasar yang digunakan pada SCC sekitar 5 mm-20 mm. Komposisi agregat inilah yang dapat mengurangi tingkat permeabilitas dan porositas pada SCC sehingga beton lebih kedap air dan cenderung lebih awet dari pada beton konvensional.



Gambar 2. 2 Perbandingan Proporsi Campuran SCC dengan Beton Konvensional (Sumber : Okamura dan Ouchi, 2003)

Gradasi yang tepat dari agregat yang dipakai dan kombinasi dari komposisi material yang dipergunakan, yang memiliki kadar bahan semen yang tinggi adalah hal utama dalam memenuhi syarat-syarat dari SCC. Sifat – sifat beton yang dapat dikategorikan *Self Compacting Concrete* (SCC) apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat tertentu. Diantaranya memiliki slump yang tinggi yaitu antara 500-700 mm (Nagataki dan Fujiwara, 1995). Kriteria *workability* dari campuran beton yang baik pada *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah mampu memenuhi kriteria berikut (EFNARC, 2005) :

1. *Filling ability*, kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan atau cetakan dengan beratnya sendiri. Untuk mengetahui beton memiliki kemampuan *filling* maka beton segar diuji menggunakan alat *slump cone*, dengan waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm (SF_{50}) 3 – 15 detik dan diameter maksimum yang dicapai aliran beton (SF_{max}) 65 – 75 cm. (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete*,2007)
2. *Passing ability*, kemampuan campuran beton untuk melewati struktur ruangan yang rapat. Untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat *L-Shape Box*, adalah alat berbentuk

huruf L yang terbuat dari besi. Alat ini berfungsi untuk menguji *passing ability* dari SCC. Pada alat ini, antara arah horizontal dan vertikal dibatasi dengan sekat penutup yang terbuat dari besi yang dapat dibuka dengan cara ditarik ke atas. Di depan sekat penutup tersebut terdapat halangan berupa tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan yang sesuai dengan keadaan di lapangan.

Selanjutnya dengan *L-Shape-Box test* akan didapat nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan antara H_2 / H_1 . Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir. Untuk test ini kriteria yang umum dipakai baik untuk tipe konstruksi vertikal maupun untuk konstruksi horisontal disarankan mencapai nilai *blocking ratio* antara 0,8 sampai 1,0. dengan perbedaan tinggi yang diperlukan aliran beton arah horizontal (H_2/H_1) lebih besar dari 0,8. (*The European Guidelines For Self Compacting Concrete*, 2005)

3. *Segregation resistance*, ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi. Untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat *V-Funnel*, dengan waktu yang diperlukan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut di ujung bawah alat ukur *V-funnel* antara 7 – 13 detik. (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete*, 2007)

Menurut Ouchi, dkk (2003), dalam penelitian berjudul "*Application of Self Compacting Concrete in Japan, Europe, and The United States* (2003)" sejumlah sifat struktural dari SCC adalah seperti terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 5 Sifat-sifat structural SCC

Keterangan	SCC
Faktor Air Semen (%)	25 – 40
Rongga Udara (%)	4,5 – 6,0
Kuat Tekan (28 hari) (MPa)	40 – 80
Kuat Tekan (91 hari) (MPa)	55 – 100
Kuat Tarik (28 hari) (MPa)	2,4 – 4,8
Modulus Elastisitas (GPa)	30 – 36
Susut Regangan ($\times 10^{-6}$)	600 – 800

(Sumber : Ouchi *et al.* 2003)

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat desak beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain (Tjokrodimuljo, 1996 dalam Prasetya, 2013). Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 . Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39 atau menurut yang disyaratkan PBI 1989. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$f'c$: Kuat Tekan Beton

P : Beban Maksimum

A : Luas Penampang

Mutu beton dapat dinyatakan dalam notasi $f'c$ dan K . perbedaan dari notasi tersebut adalah dari penggunaan cetakan sampel betonnya. Notasi $f'c$ merupakan nilai kuat tekan beton yang diuji dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, sedangkan notasi K merupakan nilai kuat tekan beton yang diuji tes kuat tekan dengan menggunakan cetakan kubus dengan ukuran 15 x 15 cm. Pemberian gaya biasanya tegak lurus terhadap sumbunya. Pengujian kuat tekan beton biasanya dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari (dalam Alim, 2014).

Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi beberapa jenis sebagaimana terdapat pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Jenis Beton Menurut Kuat tekan

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana (<i>plain concrete</i>)	0 – 10 MPa
Beton Normal	15 – 30 MPa
Beton Prategang	30 – 40 MPa
Beton Tinggi	40 – 80 MPa
Beton Sangat Tinggi	> 80 MPa

(Sumber : Tjokrodinuljo, 2007 dalam Alim, 2014)

2.8 Kuat Geser Beton

Kuat geser balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal

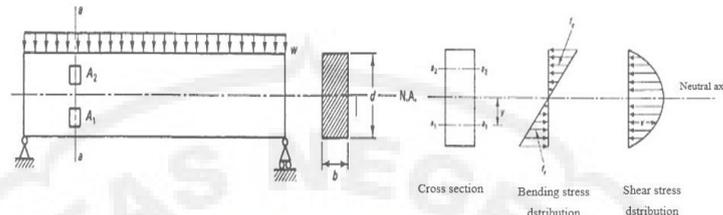
(MPa) gaya per satuan luas (SNI 0-4431-2011). Pembebanan dilakukan pada 1/3 bentang untuk mendapatkan gaya geser. Balok beton murni tanpa tulangan sangat kecil ketahanannya terhadap gaya geser dan lentur, dibandingkan kekuatan tekannya. Sebagai akibatnya, balok tersebut mengalami kegagalan pada sisi tariknya pada beban yang rendah, jauh sebelum kekuatan beton pada sisi tekan dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Kekuatan geser pada beton, bervariasi antara 35% - 80% dari kuat tekannya.

Dalam pengujian sulit menentukan geser dari tegangan-tegangan lainnya. Dan kuat geser berarti dalam keadaan-keadaan yang tidak biasa, karena geser biasanya harus dibatasi pada nilai yang rendah, dengan tujuan untuk melindungi beton tegangan-tegangan tarik diagonal. Beban yang bekerja pada struktur menghasilkan tegangan geser dan lentur akan timbul di sepanjang komponen struktur dimana bekerja gaya geser dan momen lentur, dan penampang komponen mengalami tegangan-tegangan pada tempat selain garis netral dan pada serat tepi penampang. Mengenai berapa besar tegangan geser dan lentur yang timbul bervariasi tergantung dari letak tempat yang ditinjau di sepanjang balok dan jaraknya terhadap garis netral.

Contoh aplikasi beton di lapangan yang menggunakan kekuatan geser :

- Perkerasan jalan
- *Deep beam* atau *transfer beam* pada bangunan tinggi
- Sambungan antara *corbel* dengan kolom
- Dudukan balok pada kolom
- *Pilecap* pada pondasi
- *Beam-Column joint*

- Shearwall
- Pelat beton



Gambar 2. 3 Distribusi tegangan geser balok (Sumber : Nawy,2010)

Kuat geser didasarkan pada tegangan geser rata-rata pada penampang efektif penuh b_w dan d . Pada komponen struktur tanpa tulangan geser, gaya geser diasumsikan ditahan oleh beton. Pada komponen struktur dengan tulangan geser, porsi kuat geser diasumsikan disumbang oleh beton dan tulangan geser. Menurut peraturan SNI 2847:2013, pasal 11.1, perencanaan penampang terhadap geser harus didasarkan pada :

$$\phi V_n \geq V_u \dots\dots\dots (2.5)$$

V_u merupakan gaya geser berfaktor pada penampang yang ditinjau. Faktor reduksi kekuatan ϕ untuk geser diambil sebesar 0,75. Kekuatan geser nominal V_n dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

V_c = kekuatan geser nominal yang disumbang oleh beton

V_s = kekuatan geser nominal yang disumbang oleh tulangan geser

Kekuatan geser beton V_c untuk struktur non prategang hanya dibebani geser dan lentur saja, menurut SNI 2847:2013 pasal 11.2.1.1 adalah sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \dots\dots\dots(2.7)$$

Menurut Nawy, 2010 perilaku keruntuhan dapat dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu: (1) elastic penuh (belum retak); (2) tahapan mulai retak; (3) tahapan plastis (leleh pada baja atau beton pecah). Selama ini masih sangat sedikit literatur yang digunakan di Indonesia yang melakukan pengkajian mengenai kekuatan geser retak (V_{cr}) dan kekuatan geser *ultimate* (V_u). Perbedaan (V_{cr}) dan (V_u) menjadi sangat penting dikarenakan efek dari variabel utama kedua kekuatan geser sangat berbeda. Pada kekuatan geser retak (V_{cr}) pembentukan retak miring pertama sepenuhnya berkembang menuju ke bagian tengah bentang, sedangkan kekuatan geser *ultimate* (V_u) merupakan kegagalan kombinasi yang diakibatkan oleh fenomena tegangan geser dan diagonal.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah referensi penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penelitian ini pernah diangkat sebagai topik peneliti oleh beberapa peneliti sebelumnya walaupun komposisi bahan tidak sama persis tetapi sangat membantu peneliti menemukan peneliti menemukan sumber – sumber pemecahan masalah. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Krisnamurti, (2013) meneliti tentang pengaruh pemanfaatan abu kertas dan abu sekam padi pada campuran powder terhadap perkembangan kuat tekan *self compacting concrete*. Penelitian ini menggunakan abu kertas dan abu sekam padi sebagai bahan campuran powder. Bahan yang digunakan yaitu semen, pasir, kerikil, *superplasticizer* dengan kadar 1,5%, abu kertas dan abu sekam

padi dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat campuran powder. Model yang digunakan dalam pengujian kuat tekan SCC berupa benda uji kubus berukuran 15x15x15 cm³ sebanyak 15 buah benda uji untuk setiap prosentase penggunaan abu kertas dan abu sekam padi atau sebanyak $2 \times 15 \times 6 = 180$ buah benda uji. Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan oleh Krisnamurti (2013) diantaranya pengujian sifat fisik agregat, pengujian terhadap SCC segar (slump test, T50 test, funnel test), dan pengujian kuat tekan benda uji pada usia 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan berupa Abu kertas maupun abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran *powder Self Compacting Concrete*. Campuran SCC dengan prosentase 10% abu kertas atau abu sekam menunjukkan pola kuat tekan tertinggi

- b. Eduardi Prahara dkk, (2015) meneliti tentang Analisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam persentase tertentu pada beton mutu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan material serat serabut kelapa dengan presentase penambahan 1,5 %, 2 %, 2,5 %, dan 3 % sebagai bahan alternatif terhadap kekuatan beton mutu tinggi. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan merancang komposisi campuran beton untuk masing-masing kandungan serat serabut kelapa kemudian memproduksi sampel beton berbentuk silinder dan balok untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap kekuatan beton. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil pengujian dan membandingkan kekuatan masing-masing komposisi beton yang diproduksi. Berdasarkan hasil pengujian data hasil kuat tekan beton silinder dan hasil kuat tarik beton balok, disimpulkan bahwa

kenaikan kuat tekan sebesar 9% dapat diperoleh dengan tambahan serat serabut kelapa sebesar 1,5 dan peningkatan kuat tarik beton sebesar 19,7% dapat diperoleh dengan penambahan serat kelapa sebanyak 2%, sehingga penambahan serat serabut kelapa sangat berpengaruh terhadap kuat tarik beton mutu tinggi.

- c. Sahrudin dan Nadia, (2016) meneliti tentang pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari konsentrasi serat sabut kelapa yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi. Serat berupa sabut kelapa dengan Panjang serat 50 mm. Benda uji berupa beton silinder dia.15 x 30 cm dengan variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 0%, 0.125% , 0.250 % dan 0.50% dari volume beton . Mutu beton yang direncanakan adalah K-225 dengan uji tekan pada umur 28 hari. Semen yang digunakan adalah Semen Tiga Roda tipe 1. Agregat Kasar adalah batu pecah ukuran < 20 cm dan agregat halus berupa pasir Bangka ukuran < 5 mm. Pengujian kuat desak beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari dengan kuat desak yang direncanakan (f^c) sebesar 20 MPa sebanyak 15 sampel dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari tiga variasi. Hasil pengujian menunjukkan penambahan serat sabut kelapa sebesar 0.125% menghasilkan kuat tekan 244.84 kg/cm² dan 0.50 % sebesar 272.14 kg/cm². Terdapat peningkatan kuat tekan sebesar 16.56% dan 29.55% dari beton normal.

Untuk itu peneliti memanfaatkan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan penguat terhadap beton dan abu sekam padi yang memiliki kandungan pozzolan yang cukup tinggi sehingga dapat menggantikan penggunaan semen. Disamping

harganya lebih murah, serat sabut kelapa dan abu sekam padi juga tidak sulit untuk didapatkan. Peneliti menggunakan benda uji beton dan menggunakan benda uji silinder dan balok. Dengan variasi yang digunakan untuk penelitian ini ASP Konstan 7,5% terhitung dari berat semen dan serat sabut kelapa 0,01%, 0,02%, 0,03% terhitung dari volume benda uji. Dengan membandingkan 1 umur pengujian yang digunakan yaitu 28 hari.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium material Universitas Negeri Medan dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Bentuk sampel yang digunakan pada penelitian ini berupa balok dengan ukuran 15x15x60 cm untuk pengujian kuat geser, terdiri dari benda uji beton SCC dengan kandungan *superplasticizer* sebesar 0,9% dan dengan tambahan serat sabut kelapa bervariasi yaitu mulai dari 0,01%, 0,02%, 0,03% terhitung dari volume benda uji dan abu sekam padi pada komposisi 7,5% dari berat semen. Masing-masing variasi dibuat 3 sampel yang akan diuji pada umur 28 hari sehingga total benda uji sebanyak 12 buah. Target kuat tekan beton rencana (f'_c) pada umur 28 hari adalah 25 MPa.

3.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini tentang beton SCC diperkuat serat yang menggunakan bahan kimia *superplasticizer* SIKA *Viscoflow 3660 Lr* dan serat sabut kelapa merupakan metode *trial mix* atau biasa disebut metode eksperimen. Penambahan *admixture superplasticizer* sebesar 0,9% terhadap berat semennya, penambahan serat sabut kelapa secara bervariasi terhadap volume benda uji dan abu sekam padi konstan 7,5% dari berat semen. Pengujian pada beton dilihat pada kuat geser dari penambahan serat sabut kelapa yang bervariasi.

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

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti :

- a. Analisa saringan agregat halus
- b. Berat jenis dan penyerapan
- c. Pemeriksaan kadar air agregat
- d. Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- e. Pemeriksaan berat isi agregat
- f. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*)
- g. Kekentalan adukan beton segar (*Slump*)
- h. Kemampuan *Passing ability* (*L-Shape Box*)
- i. *Segregation resistance* (*V-Funnel Test*)
- j. Pengujian Kuat Geser Beton

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa literatur yang berhubungan dengan teknologi beton. Data teknis mengenai SNI 7656:2012, PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) (1985), ACI (*American Concrete Institute*), serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat penelitian yang dilakukan.

Berdasarkan bagan alir penelitian pada Gambar 3.1 proses penelitian ini dimulai setelah preproposal untuk tugas akhir dinyatakan ACC oleh prodi. Setelah itu dilakukan penelitian di laboratorium pengujian beton Universitas Negeri Medan, untuk melakukan tes dasar. Sebelum tes dasar dilakukan, terlebih dahulu agregat

kasar dan halus disediakan. Agregat yang digunakan ialah agregat kasar dengan ukuran maksimum 1,8 cm dan agregat halus yang berasal dari binjai.

Tes dasar mulai dilakukan dengan menjemur pasir agar kondisinya SSD. Pemeriksaan dasar meliputi kadar air untuk agregat kasar dan agregat halus, kadar lumpur untuk agregat kasar dan agregat halus, berat jenis agregat kasar dan agregat halus, berat isi untuk agregat kasar dan agregat halus, analisa saringan untuk agregat kasar dan agregat halus, sesuai buku panduan buku praktikum teknologi beton.

Proses untuk pengujian dasar memakan waktu sekitar ± 5 hari. Setelah pengujian dasar dilakukan, hasil yang didapat diasistensikan kepada dosen pembimbing, setelah disetujui oleh pembimbing, maka mulailah memasuki proses *Mix Design*. Dosen Pembimbing melihat kandungan apa saja yang akan dibuat pada campuran beton sesuai kuat rencana yang disyaratkan sesuai yang ditetapkan sebesar 25 MPa. Setelah itu dilakukan pembuatan *Mix Design* sesuai dengan mutu beton yang disyaratkan. Bentuk beton yang akan diuji yaitu balok dengan ukuran 15x15x60 cm.

Setelah *Mix Design* dinyatakan ACC oleh pembimbing maka, dihitung kebutuhan untuk agregat kasar, agregat halus, semen dan air, untuk beton normal, untuk beton SCC dilakukan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,9% terhadap semen dengan 3 variasi serat yaitu variasi serat serabut kelapa 0,01% dan abu sekam padi 7,5%, serat serabut kelapa 0,02% dan abu sekam padi 7,5%, serat serabut kelapa 0,03% dan abu sekam padi 7,5%. Setelah data telah dinyatakan benar, maka mulai persiapan pembuatan adukan beton, dengan mulai menjemur agregat halus agar kondisinya SSD agar mudah disaring. Sedangkan untuk agregat kasar

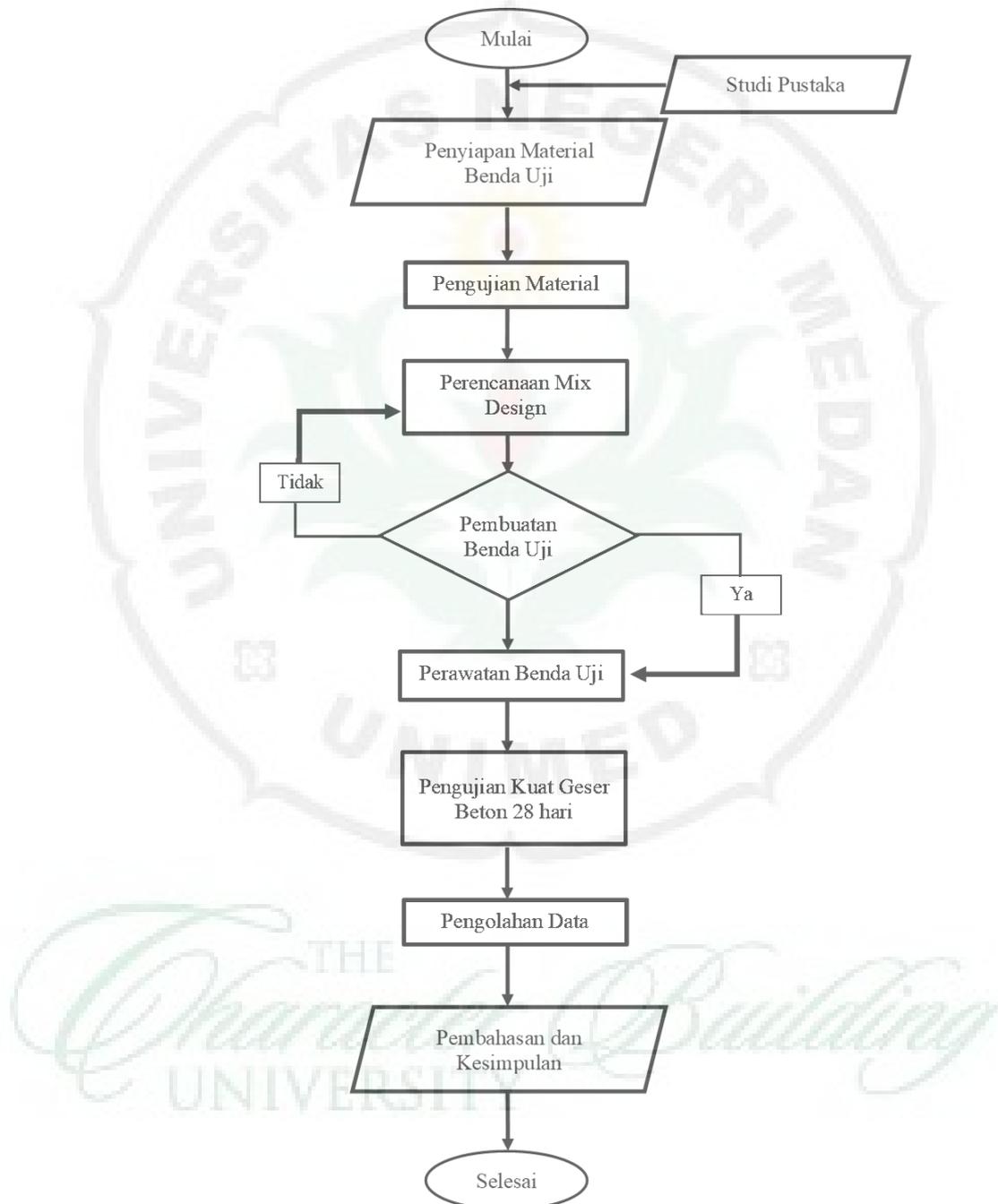
dilakukan penyucian batu, untuk memastikan agregat bersih dari kandungan lumpur. Dan mempersiapkan bahan tambah *superplasticizer*, serat serabut kelapa dan abu sekam padi.

Setelah semua bahan yang diperlukan untuk pembuatan adukan beton tersedia, maka dilakukan pembuatan adukan beton untuk beton normal dan beton variasi yang berjumlah 12 buah. Setelah dilakukan proses pencampuran beton, dilakukan beberapa pengujian terhadap beton segar salah satunya pengujian *slump flow* untuk mengetahui *workability*-nya.

Selain uji slump, dilakukan juga beberapa pengujian tambahan terhadap beton segar sebagai syarat beton SCC. Setelah adukan melewati semua pengujian dasar maka dilakukan pencetakan adukan beton, dengan memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder dan balok. Kemudian adukan dibiarkan selama ± 24 jam, dengan diberi penutup agar tidak ada agregat lain yang tidak diinginkan masuk ke dalam beton. Setelah ± 24 jam, beton dibuka dari cetakan kemudian ditimbang, dicatat dan diberi tanda menggunakan tipe-x atau spidol putih. Setelah itu dilakukan perawatan terhadap beton dengan merendam beton di dalam bak berisi air selama 28 hari untuk beton normal dan variasi.

Selanjutnya jika perendaman selama 28 hari selesai, beton diangkat untuk dijemur sampai kering. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat geser dengan alat *Compression Testing Machine*. Setelah semua benda uji berumur 28 hari diuji kuat tekan dan kuat gesernya, maka hasil yang didapat akan menjadi data untuk proses pelaksanaan bab 4 tugas akhir. Setelah itu membuat hasil didalam tugas akhir dan membuat kesimpulan, sehingga selesailah proses pembuatan beton.

3.3 Prosedur Kerja Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.4 Material dan Peralatan Penelitian

3.4.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland yang digunakan adalah semen Tipe 1 (OPC)



Gambar 3. 2 Semen

2. Agregat kasar menggunakan kerikil berdiameter maksimal 2 cm



Gambar 3. 3 Kerikil

3. Agregat halus menggunakan pasir halus zona 3
4. Serat menggunakan serat sabut kelapa dengan persentase 0,01%, 0,02%, dan 0,03% terhadap semen.



Gambar 3. 4 Serat Serabut Kelapa

5. Fly Ash yang digunakan adalah abu sekam padi dengan persentase 7,5% terhadap semen.



Gambar 3. 5 Abu Sekam Padi

6. Air yang digunakan adalah air yang terdapat pada laboratorium tempat pengujian dilakukan.
7. *Superplasticizer* yang digunakan adalah SIKA Viscoflow 3660 Lr dengan persentase 0,9% terhadap berat semen.



Gambar 3. 6 Sika Viscoflow 3660LR

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Timbangan

Digunakan untuk menimbang berat material pada saat tes dasar dan benda uji sebelum dilakukan pengujian.



Gambar 3. 7 Timbangan

2. Oven

Digunakan ketika mengeringkan agregat kasar dan agregat halus untuk mengetahui berat kering oven material.

3. Satu set ayakan dengan ukuran lubang sesuai standar ASTM C 33-03.

Digunakan untuk melakukan pengujian gradasi agregat kasar dan agregat halus.



Gambar 3. 8 Satu Set Ayakan

4. Alat penggetar ayakan (*Sieve Seeker*).

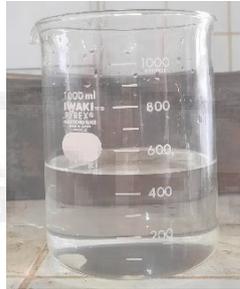
Digunakan untuk menggetarkan ayakan pada pengujian gradasi agregat.



Gambar 3. 9 Sieve Seeker

5. Gelas ukur 1000ml.

Digunakan untuk melakukan penakaran jumlah *superplasticizer* yang digunakan.



Gambar 3. 10 Gelas Ukur 1000ml

6. Piknometer atau labu ukur dengan kapasitas 500ml.

Digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.



Gambar 3. 11 Piknometer

7. Kerucut terpancung (*cone*).

Digunakan untuk mengetahui keadaan jenuh permukaan (SSD) pada pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

8. Thermometer.

Untuk mengukur suhu pada pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

9. Meteran.

Digunakan untuk mengukur nilai slump.

10. Mesin aduk beton (*mixer*)

Digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton dalam *trial mix* beton.



Gambar 3. 12 *Mixer Beton*

11. *Slump cone.*

Digunakan dalam pengujian beton segar SCC yang dipakai dalam pengujian *filling ability*.

12. *L-shaped Box.*

Digunakan dalam pengujian beton segar SCC yang dipakai dalam pengujian *passing ability*.



Gambar 3. 13 *L-Shaped Box*

13. *V-funnel.*

Digunakan dalam pengujian beton segar SCC yang dipakai dalam pengujian *segregation resistance*.



Gambar 3. 14 V-funnel

14. Cetakan beton

Digunakan untuk membuat sampel benda uji.



Gambar 3. 15 Cetakan Benda Uji

15. Hydraulic Concrete Beam Testing Machine

Digunakan untuk pengujian kuat lentur sampel benda uji.

3.4.3 Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari :

1. Pengujian agregat kasar, agregat halus, abu sekam padi dan serabut kelapa
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat
 - b. Pemeriksaan kadar air agregat
 - c. Pemeriksaan kadar lumpur
 - d. Pemeriksaan berat volume
 - e. Pemeriksaan gradasi
 - f. Pengujian Absorpsi pada Abu Sekam Padi
 - g. Pengujian Absorpsi pada Serat Serabut Kelapa

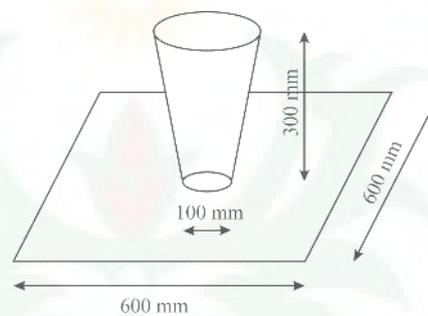
h. Pengujian Colorimetric

2. Pengujian Beton Segar

Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC (2005) metode test yang telah dikembangkan untuk menentukan karakteristik beton SCC adalah sebagai berikut.

a. Slump Flow Test

Adapun alat *slump cone* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. 16 Alat Slump Flow Test

Cara pelaksanaan Flow Test berdasarkan Standard EFNARC, 2005 :

a. *Slump Cone* diletakkan dengan posisi diameter yang kecil diletakkan di bawah. Di bagian dasar alat ini diletakkan papan yang datar.

b. Campuran beton dimasukkan dalam *Slump Cone* sampai penuh. Campuran beton tersebut tidak boleh dirojak.

c. *Slump Cone* diangkat secara perlahan.

d. Waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm dicatat (SF_{50}), 3 – 6 detik.

e. Diameter maksimum yang dicapai aliran beton dicatat (SF_{max}), 65 – 75 cm.

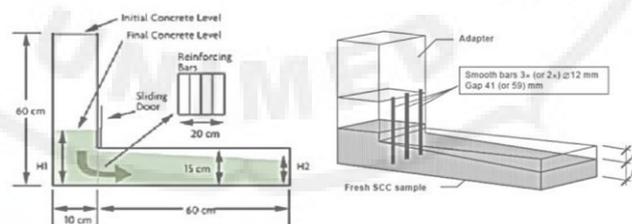
b. *L-shaped Box*

Cara pelaksanaan *Passing Ability Test* berdasarkan Standard EFNARC, 2005 :

- a. Sekat penutup ditutup.
- b. Campuran beton segar diisikan pada arah vertikal sampai jenuh.
- c. Sekat penutup ditarik ke atas sampai terbuka sehingga campuran beton segar mengalir ke arah horizontal.
- d. Perbedaan tinggi aliran beton arah horizontal dicek.

Syarat-syarat *passing ability* yang harus dipenuhi oleh SCC adalah nilai *Passing ability* (PA) 0,8 – 1,0, dimana nilai PA didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$PA = \frac{H2}{H1}$$



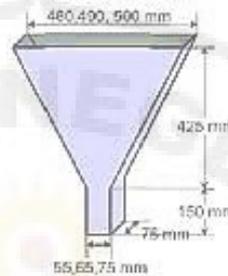
Gambar 3. 17 Alat *L-shaped Box*

c. *V-Funnel Tes*

Alat yang digunakan adalah v-funnel seperti terlihat pada gambar 3.18 (Ouchi, dkk, 2003). Cara pelaksanaan Flow Test berdasarkan Standard EFNARC, 2005 :

- a. Penutup bagian bawah ditutup.
- b. Campuran beton segar diisikan pada *V-Funnel* sampai jenuh.

- c. Penutup bagian bawah dibuka sehingga campuran beton segar mengalir.
- d. Catat lama waktu beton mengalir hingga *V-Funnel* kosong.



Gambar 3. 18 Alat *Funnel* Test

3.4.4 Serat Sabut Kelapa

Pemisahaan atau pengambilan serat sabut kelapa dari kulitnya dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan tangan dengan bantuan sikat yang dibuat dengan paku-paku disusun rapi pada sebuah kayu. Pemisahan ini dilakukan tanpa melalui proses khusus. Kulit kelapa direbahkan diatas susunan paku yang menyerupai bentuk sisir tersebut kemudian disisirkan sampai sabut kelapa terpisah dengan rapi dari kulitnya. Sabut kelapa kemudian dibersihkan dari kotoran, dicuci lalu dijemur. Serat sabut kelapa yang akan digunakan campuran beton yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran 1 cm. Ukuran serat sabut kelapa ini diperoleh dari pemotongan serat sabut kelapa yang berukuran panjang. Pada serat sabut kelapa juga dilakukan pengukuran kadar air dengan cara sabut kelapa yang telah bersih ditimbang kering dan lalu dicatat. Setelah itu direndam dalam air selama 1-2 jam, lalu ditiriskan kemudian ditimbang kembali. Selisih berat sabut kelapa basah dengan sabut kering merupakan berat air.

3.4.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran kulit padi dari limbah pabrik penggilingan padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi yang digunakan ialah abu sekam padi hasil pembakaran sekam terbuka (persawahan) daerah penyangungan. Untuk abu sekam padi juga dilakukan pengukuran penyerapan air. Caranya abu sekam yang kering ditimbang dan dicatat, lalu direndam air sebentar saja. Kemudian airnya dibuang dan abu sekam padi ditimbang dalam keadaan jenuh. Selisih berat abu sekam padi dalam keadaan jenuh dan kering merupakan berat penyerapan air.

3.5 Perencanaan *Mix Design*

Metode *mix design* yang diterapkan untuk beton SCC diperkuat serat adalah metode *Japanese Society of Civil Engineering (JSCE)* yang berdasarkan jurnal “*A simple mix design method for self-compacting concrete*” oleh Nan Su dkk. Setelah ditentukan berapa besar kandungan *superplasticizer* dengan penggunaan kadar semen dalam *mix design*, air dikurangi sesuai kebutuhan sehingga nilai faktor air semennya tetap.

Perencanaan campuran beton SCC berdasarkan JSCE 2007

Tabel 3. 1 Spesifikasi proporsi SCC dari JSCE

Class of Filling ability of concrete		1	2	3
Construction condition	Minimum gap between reinforcement (mm)	30 – 60	60 - 200	≥ 200
	Amount of reinforcement (kg/m ³)	≥ 350	100 - 35	≤ 100
Filling height of U-box test (mm)		≥ 300 (rank 1)	≥ 300 (rank 2)	≥ 300 (rank 3)
Absolute volume of coarse aggregates per unit volume of SCC (m ³ /m ³)		0.28 – 0.30	0.30 – 0.33	0.30 – 0.36
Flowability	Slumpflow	650 -750	600 – 700	500 – 650
Segregation resistance ability	Time required to flow through V-funnel (s)	10 – 20	7 – 20	7 – 20
	Time required to reach 500 mm of slumpflow (s)	5 – 25	3 – 15	3 – 15

Sumber : (JSCE, 2007)

- Langkah pertama menentukan jumlah agregat kasar dengan rumus :

$$W_g = PF \times W_{GL} \times \left(1 - \frac{s}{a}\right) \quad (3.1)$$

Dimana :

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

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1.18)

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

$\frac{s}{a}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

- Langkah kedua menentukan jumlah agregat halus dengan rumus :

$$W_s = PF \times W_{SL} \times \left(\frac{s}{a}\right) \quad (3.2)$$

Dimana :

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

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1.18)

W_{SL} = Berat isi agregat halus (Kg/m³)

$\frac{s}{a}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus (%)

- Langkah ketiga menentukan jumlah semen dengan rumus :

$$C = \text{Rentang} (400 - 600) \quad (3.3)$$

Dimana :

C = Menurut Efnarc jumlah semen yang dibutuhkan 400 – 600 (Kg/m³)

4. Langkah keempat menentukan jumlah *fly ash* dengan rumus :

$$W_f = A\% \times C \quad (3.4)$$

Dimana :

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

A% = Berapa persen *fly ash* yang digunakan (%)

C = Jumlah semen (Kg/m³)

5. Langkah kelima menentukan jumlah air dengan rumus :

$$W_{wc} = \left(\frac{W}{C}\right) \times (C + W_f) \quad (3.5)$$

Dimana :

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

W/C = Faktor air semen yang direncanakan

C = Jumlah semen (Kg/m³)

W_f = Jumlah *fly ash* (Kg/m³)

6. Langkah keenam menentukan jumlah *superplasticizer* dengan rumus :

$$W_{SP} = n\% \times (C + W_f) \quad (3.6)$$

Dimana :

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

n% = Dosis *superplasticizer* yang digunakan (%)

C = Jumlah semen (Kg/m³)

W_f = Jumlah *fly ash* (Kg/m³)

3.6 Pencetakan Benda uji

Tahap ini merupakan pembuatan benda uji berdasarkan perencanaan proporsi campuran dari masing-masing kebutuhan benda uji dan penambahan serat serta *superplasticizer* sebelum dimasukkan dalam cetakan beton di terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat workability dari SCC yang meliputi *filling ability, passing ability, segregation resistance*.

Tabel 3. 2 Variasi Campuran Benda Uji

Benda Uji	Umur	Variasi Serat serabut kelapa dan abu sekam padi								Total Benda Uji
		Normal		0,01% dan 7,5%		0,02% dan 7,5%		0,03% dan 7,5%		
		<i>Superplasticizer 0,9%</i>								
		Uji tekan	Uji geser	Uji tekan	Uji geser	Uji tekan	Uji geser	Uji tekan	Uji geser	
Balok	28	-	3	-	3	-	3	-	3	12

3.7 Pelaksanaan Penelitian

3.8.1 Mix Design

Dilakukan untuk menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen bahan penyusun beton untuk mendapatkan campuran beton yang memenuhi kekuatan yang direncanakan dan mempermudah proses kerja.

3.8.2 Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart EFNARC “Pedoman Pembuatan Campuran Beton SCC”. Adapun benda uji yang dicetak berbentuk balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm, dengan penjelasan sebagai berikut :

- a. Beton SCC tanpa campuran abu sekam padi dan serat dengan umur 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk beton normal SC untuk kemudian diambil nilai rata-ratanya.
- b. Beton SCC dengan tambahan 7,5% Abu sekam padi dari jumlah semen dan serat serabut kelapa dengan variasi 0,01%, 0,02% dan 0,03% dari berat binder, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk setiap variasi untuk kemudian diambil nilai rata-ratanya.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 12 benda uji berbentuk balok untuk pengujian kuat geser.



Gambar 3. 19 Pembuatan benda uji

Sumber : (Laboratorium)

3.8.3 Pengujian *Slumpflow*

Tujuan : Untuk memeriksa kelecakan (*workability*) pada adonan beton SCC yang telah dibuat.

Peralatan :

- a. Kerucut abrams
- b. Meteran atau penggaris
- c. Alas slumpflow
- d. Sendok semen atau sekop

Bahan :

- a. Adonan beton SCC

Prosedur :

- a. Letakkan kerucut abrams diatas alas yang telah disediakan. Kerucut abrams harus diletakkan secara terbalik, dimana lubang dengan diameter terbesar merata dibawah dan menyentuh alas.
- b. Tekan kerucut abrams pada alas, pastikan alas pada posisi datar.
- c. Ambil adonan beton menggunakan sendok semen atau sekop kecil, lalu tuangkan kedalam kerucut aabrams hingga penuh.

- d. Setelah penuh ratakan permukaan adonan beton setinggi kerucut abrams.
- e. Angkat kerucut abrams dan biarkan adonan beton menyebar pada alas.
- f. Ukur diameter terbesar dan terkecil dari sebaran beton tersebut.



Gambar 3. 20 Pengujian Slumpflow

3.8.4 Pengujian Viskositas

Tujuan : untuk memeriksa kecepatan aliran pada adonan beton SCC yang telah dibuat.

Peralatan :

- a. *V-Funnel*
- b. Stopwatch atau Hp
- c. Sendok semen atau sekop
- d. Ember

Bahan :

- a. Adonan beton SCC

Prosedur :

- a. Letakkan *v-funnel* ditempat yang rata, letakkan ember di bawah alat *v-funnel*.
- b. Pastikan *v-funnel* sudah ditutup
- c. Ambil adonan beton menggunakan sendok semen. Kemudian tuangkan kedalam *v-funnel* hingga penuh.
- d. Setelah penuh ratakan permukaan adonan beton setinggi *v-funnel*.

- e. Buka penutup *v-funnel* dan hitung kecepatan aliran beton hingga adonan habis.



Gambar 3. 21 Pengujian Viskositas

Sumber : (Laboratorium)

3.8.5 Pengujian *Passing Ability*

Tujuan : untuk mengukur *passing ability* dari beton SCC yang dinyatakan dalam *passing ability ratio*.

Peralatan :

- a. L-Shaped Box
- b. Sendok semen atau sekop

Bahan :

- a. Adonan beton SCC

Prosedur :

- a. Letakkan L-box ditempat yang rata, pastikan sekat penutup dalam keadaan tertutup.
- b. Campuran beton segar diisikan pada arah vertikal sampai penuh.
- c. Sekat penutup ditarik ke atas sampai terbuka sehingga campuran beton segar mengalir kearah horizontal.

- d. Perbedaan tinggi aliran beton arah horizontal dicek dan dicatat



Gambar 3. 22 Pengujian L-Box

Sumber : (Laboratorium)

3.8.6 Perawatan Beton

Tujuan : untuk memaksimalkan hasil setelah pengecoran dilakukan dengan menjaga kadar air yang tepat. Hal ini dilakukan dengan menjaga kelembaban dan suhu yang sesuai sehingga beton terhidrasi dengan baik sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Prosedur :

- a. Beton yang telah mengeras dikeluarkan dari cetakan dan diberi tanda sesuai variasi.
- b. Timbang beton yang telah diberi tanda.
- c. Masukkan beton SCC yang telah ditimbang kedalam bak perendaman berisi air. Pastikan seluruh permukaan beton terendam.
- d. Biarkan beton terendam selama 28 hari sesuai umur yang direncanakan

- e. Setelah mencapai umur rencana, keluarkan beton SCC dari bak perendaman dan biarkan selama 24 jam hingga kering sebelum dilakukan pengujian kuat geser.



Gambar 3. 23 Perawatan Beton

Sumber : (Laboratorium)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Campuran Beton

Setelah melakukan pengujian dasar, data-data yang didapat terdapat di Tabel 4.1 dibawah ini digunakan untuk perencanaan beton atau *mix design* dengan kekuatan yang direncanakan sebesar 25 MPa.

Tabel 4. 1 Data-data pengujian dasar

No	Data Pengujian Dasar	Nilai
1.	Berat Jenis agregat kasar	2,525 gr/cm ³
2.	Berat Jenis agregat halus	2,669 gr/cm ³
3.	Penyerapan air agregat kasar	0,49 %
4.	Penyerapan air agregat halus	2,301 %
5.	Berat Isi agregat kasar	1,525 gr/cm ³
6.	Berat Isi agregat halus	1,54 gr/cm ³
7.	Colorimetric Test	Standart warna No. 2
8.	Kadar Lumpur agregat kasar	3,3 %
9.	Kadar Lumpur agregat halus	2,06 %
10.	Nilai slump flow	600-800 mm
11.	Ukuran agregat maksimum	20 mm

Sumber : (Laboratorium Material Unimed)

Menurut SNI No 52 tahun 1980, kandungan lumpur dalam agregat halus maksimum 5 %, dan pada agregat kasar maksimum 1%. Demikian pula menurut BS 882 : 1973, maksimum 15 % dalam abu batu (*crushed stone sand*), 3 % dalam pasir alam atau pasir dari pemecah batu, dan 1 % dalam agregat kasar. Dikarenakan nilai kadar lumpur agregat kasar yang tinggi, dilakukan pencucian ulang terhadap agregat kasar.

Dari hasil penelitian Ani Martanti dan Riyanto (2005) dengan judul pengaruh kandungan lumpur terhadap kuat desak beton, menunjukkan bahwa kandungan lumpur 3% menghasilkan 1,977% lebih besar dari kuat desak beton rata-rata rencana (*fcr*).

4.2 Perhitungan *Mix Design Self-Compacting Concrete*

Saat ini, belum ada spesifikasi desain pencampuran yang seragam untuk proses pembuatan beton pengisian sendiri. Oleh karena itu, pedoman pembuatan beton SCC adalah Efnarc yang dikombinasikan dengan jurnal (Su et al., 2001).

Perhitungan *mix design* didasarkan pada volume yang digunakan untuk pembuatan satu benda uji. Rasio agregat kasar dan agregat halus dalam campuran beton adalah 40:60 dengan nilai FAS 0,40. Abu sekam padi hanya digunakan sebagai bahan tambah dengan persentase 7.5% dan jumlah aditif kimia yang ditambahkan adalah 0,9% dan kandungan serat yang bervariasi dari berat binder keseluruhan. Untuk variasi penambahan abu sekam padi dan serat serabut kelapa yang digunakan terdapat pada Tabel 4.2 dan komposisi campuran *Self-Compacting Concrete* terdapat pada Tabel 4.3 dalam 1 m³.

Tabel 4. 2 Variasi Abu Sekam Padi, Serat Serabut Kelapa dan Superplasticizer

ASP	Serabut Kelapa	Superplasticizer
0 %	0 %	0.9 %
7.5 %	0.01 %	0.9 %
7.5 %	0.02 %	0.9 %
7.5 %	0.03 %	0.9 %

Sumber : (Perhitungan Data)

Keterangan :

1. 0% Abu Sekam Padi (ASP) + 0% Serat Serabut Kelapa + 0.9%

Superplasticizer (SP) total 3 benda uji dengan FAS 0.40.

2. 7.5% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.01% Serat Serabut Kelapa + 0.9%

Superplasticizer (SP) total 3 benda uji dengan FAS 0.40

3. 7.5% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.02% Serat Serabut Kelapa + 0.9%

Superplasticizer (SP) total 3 benda uji dengan FAS 0.40

4. 7.5% Abu Sekam Padi (ASP) + 0.03% Serat Serabut Kelapa + 0.9%

Superplasticizer (SP) total 3 benda uji dengan FAS 0.40

Tabel 4. 3 Komposisi Penyusun Self-Compacting Concrete dalam 1 m³

No	Deskripsi	Satuan	Self-Compacting Concrete			
			0%	7.5% + 0.01%	7.5% + 0.02%	7.5% + 0.03%
1.	Semen	Kg	450	416.25	416.25	416.25
2.	Agregat Kasar	Kg	755.79	755.79	755.79	755.79
3.	Agregat Halus	Kg	1053.976	1053.976	1053.976	1053.976
4.	Air	L	180	180	180	180
5.	Superplasticizer	L	3.403	3.403	3.403	3.403
6.	ASP	Kg	0	33.75	33.75	33.75
7.	Serat Serabut Kelapa	Kg	0	0.2345	0.4691	0.7036

Sumber : (Perhitungan Data)

Keterangan :

Analisa Komposisi Campuran dalam 1 m³ :

Kebutuhan semen (C) = 450 Kg/m³ (Berdasarkan Efnarc)

Kebutuhan Agregat kasar (W_g) = $PF \times W_{GL} \times (1 - \frac{S}{a})$
 = $1.18 \times 1525 \times (1 - 0.58)$
 = 755.79 Kg

Kebutuhan Agregat halus (W_s) = $PF \times W_{SL} \times (\frac{S}{a})$
 = $1.18 \times 1540 \times 0.58$
 = 1053.976 Kg

Kebutuhan air beton normal (W) = nilai FAS rencana x Berat semen
 = 0.40×450
 = 180 L

Kebutuhan air beton variasi (W) = nilai FAS rencana x Berat binder
 = 0.40×450

$$= 180 \text{ L}$$

Kebutuhan Sika *ViscoFlow 3660 LR* sesuai dengan ketentuan dari PT. Sika Indonesia dosis yang digunakan 0.9% dari berat binder (semen + *fly ash*).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } \textit{ViscoFlow 3660 LR} &= 0.9\% \times \textit{Berat Binder} \\ &= 0.9\% \times 450 \\ &= 4.05 \text{ Kg} / 1.19 (\textit{Berat jenis Sika}) \\ &= 3.403 \text{ L} \end{aligned}$$

Kebutuhan variasi bahan tambah SCC.

1. Variasi 7.5% ASP dan 0.01% Serat Serabut Kelapa

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} &= 7.5\% \times \textit{Jumlah semen} \\ &= 7.5\% \times 450 \\ &= 33.75 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Serat Serabut Kelapa} &= 0.01\% \times \textit{Berat total campuran} \\ &= 0.01\% \times 2439.766 \\ &= 0.244 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2. Variasi 7.5% ASP dan 0.02% Serat Serabut Kelapa

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} &= 7.5\% \times \textit{Jumlah semen} \\ &= 7.5\% \times 450 \\ &= 33.75 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Serat Serabut Kelapa} &= 0.02\% \times \textit{Berat total campuran} \\ &= 0.02\% \times 2439.766 \\ &= 0.4691 \text{ Kg} \end{aligned}$$

3. Variasi 7.5% ASP dan 0.03% Serat Serabut Kelapa

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Abu Sekam Padi} &= 7.5\% \times \textit{Jumlah semen} \\ &= 7.5\% \times 450 \end{aligned}$$

$$= 33.75 \text{ Kg}$$

$$\text{Kebutuhan Serat Serabut Kelapa} = 0.03\% \times \text{Berat total campuran}$$

$$= 0.03\% \times 2439.766$$

$$= 0.7036 \text{ Kg}$$

Analisa komposisi campuran beton untuk 1 benda uji

Digunakan cetakan balok dengan panjang 600mm, lebar 150mm dan tinggi

150 mm, maka : Volume 1 benda uji = $p \times l \times t$

$$= 60 \times 15 \times 15 \text{ cm}$$

$$= 0.0135 \text{ m}^3$$

Dalam proses pembuatan benda uji Self-Compacting Concrete, dalam sekali pengadukan menggunakan sebanyak 1 volume benda uji. Hal ini dilakukan untuk pengujian slump flow, v-funnel dan L-box serta mengantisipasi apabila ada kekurangan adonan beton akibat kesalahan perhitungan.

$$\text{Volume 3 benda uji} = 3 \times \text{Volume benda uji}$$

$$= 3 \times 0.0135$$

$$= 0.0405 \text{ m}^3$$

Maka, kebutuhan material :

1. Untuk variasi 0 %

$$\text{c. Semen} = \text{Jumlah semen} \times \text{Vol. 3 benda uji}$$

$$= 450 \times 0.0405$$

$$= 18.225 \text{ Kg}$$

$$\text{d. Pasir} = \text{Jumlah pasir} \times \text{Vol. 3 benda uji}$$

$$= 1053.976 \times 0.0405$$

$$= 42.686 \text{ Kg}$$

e. Kerikil = *Jumlah kerikil x Vol. 3 benda uji*

$$= 755.79 \times 0.0405$$

$$= 30.609 \text{ Kg}$$

f. *Admixture* = *Jumlah admixture x Vol. 3 benda uji*

$$= 3.403 \times 0.0405$$

$$= 0.137 \text{ L}$$

g. Air = *Jumlah air beton x Vol. 3 benda uji*

$$= 180 \times 0.0405$$

$$= 7.29 \text{ L}$$

2. Untuk variasi ASP 7.5 % dan Serat Serabut Kelapa 0.01%

a. Semen = *Jumlah semen x Vol. 3 benda uji*

$$= 416.25 \times 0.0405$$

$$= 16.858 \text{ Kg}$$

b. Pasir = *Jumlah pasir x Vol. 3 benda uji*

$$= 1053.976 \times 0.0405$$

$$= 42.686 \text{ Kg}$$

c. Kerikil = *Jumlah kerikil x Vol. 3 benda uji*

$$= 755.79 \times 0.0405$$

$$= 30.609 \text{ Kg}$$

d. *Admixture* = *Jumlah admixture x Vol. 3 benda uji*

$$= 3.403 \times 0.0405$$

$$= 0.137 \text{ L}$$

e. Air = *Jumlah air beton x Vol. 3 benda uji*

$$= 180 \times 0.0405$$

$$= 7.29 \text{ L}$$

f. ASP = *Jumlah ASP x Vol.3 benda uji*

$$= 33.75 \times 0.0405$$

$$= 1.3668 \text{ Kg}$$

g. Serat Kelapa = *Jumlah Serat Kelapa x Vo.3 benda uji*

$$= 0.2345 \times 0.0405$$

$$= 0.00949 \text{ Kg}$$

3. Untuk variasi ASP 7.5 % dan Serat Serabut Kelapa 0.02%

a. Semen = *Jumlah semen x Vol.3 benda uji*

$$= 416.25 \times 0.0405$$

$$= 16.858 \text{ Kg}$$

b. Pasir = *Jumlah pasir x Vol.3 benda uji*

$$= 1053.976 \times 0.0405$$

$$= 42.686 \text{ Kg}$$

c. Kerikil = *Jumlah kerikil x Vol.3 benda uji*

$$= 755.79 \times 0.0405$$

$$= 30.609 \text{ Kg}$$

d. Admixture = *Jumlah admixture x Vol.3 benda uji*

$$= 3.403 \times 0.0405$$

$$= 0.137 \text{ L}$$

e. Air = *Jumlah air beton x Vol.3 benda uji*

$$= 180 \times 0.0405$$

$$= 7.29 \text{ L}$$

f. ASP = *Jumlah ASP x Vol.3 benda uji*

$$= 33.75 \times 0.0405$$

$$= 1.3668 \text{ Kg}$$

g. Serat Kelapa = *Jumlah Serat Kelapa x Vo.3 benda uji*

$$= 0.4691 \times 0.0405$$

$$= 0.01899 \text{ Kg}$$

4. Untuk variasi ASP 7.5 % dan Serat Serabut Kelapa 0.03%

a. Semen = *Jumlah semen x Vol.3 benda uji*

$$= 416.25 \times 0.0405$$

$$= 16.858 \text{ Kg}$$

b. Pasir = *Jumlah pasir x Vol.3 benda uji*

$$= 1053.976 \times 0.0405$$

$$= 42.686 \text{ Kg}$$

c. Kerikil = *Jumlah kerikil x Vol.3 benda uji*

$$= 755.79 \times 0.0405$$

$$= 30.609 \text{ Kg}$$

d. Admixture = *Jumlah admixture x Vol.3 benda uji*

$$= 3.403 \times 0.0405$$

$$= 0.137 \text{ L}$$

e. Air = *Jumlah air beton x Vol.3 benda uji*

$$= 180 \times 0.0405$$

$$= 7.29 L$$

$$f. \text{ ASP} = \text{Jumlah ASP} \times \text{Vol.3 benda uji}$$

$$= 33.75 \times 0.0405$$

$$= 1.3668 \text{ Kg}$$

$$g. \text{ Serat Kelapa} = \text{Jumlah Serat Kelapa} \times \text{Vo.3 benda uji}$$

$$= 0.7036 \times 0.0405$$

$$= 0.02849 \text{ Kg}$$

4.3 Pemeriksaan Kriteria *Workability Self Compacting Concrete*

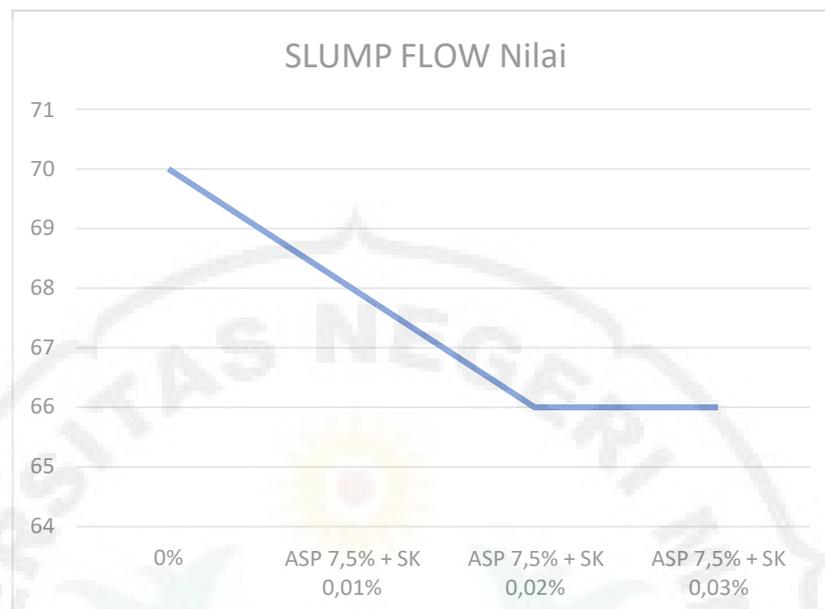
4.3.1 Pemeriksaan *Filling Ability*

Untuk mengetahui beton memiliki kemampuan *filling* maka beton segar diuji menggunakan alat *slump cone*, dengan waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm (SF50) 3 – 15 detik dan diameter maksimum yang dicapai aliran beton (SFmax) 65 – 75 cm. (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete,2007*).

Tabel 4. 4 Nilai Slump Flow Beton SCC

No	Variasi	Slump Flow (cm)
1.	0%	70
2.	ASP 7.5% + SK 0.01%	68
3.	ASP 7.5% + SK 0.02%	66
4.	ASP 7.5% + SK 0.03%	66

Sumber : (Pengolahan Data)



Gambar 4. 1 Grafik Slump Flow Adonan Beton SCC dengan FAS 0,4

Pada saat proses pengujian slum flow beton segar SCC, semua variasi memenuhi persyaratan SCC (EFNARC 2002) 600-700 mm, dengan nilai slump terbesar terdapat pada beton normal. Semakin bertambah kadar serat serabut kelapa ke dalam campuran beton segar akan menjadi semakin kental. Hal ini ditunjukkan dengan nilai slum flow yang semakin kecil seperti pada Grafik 4.1.

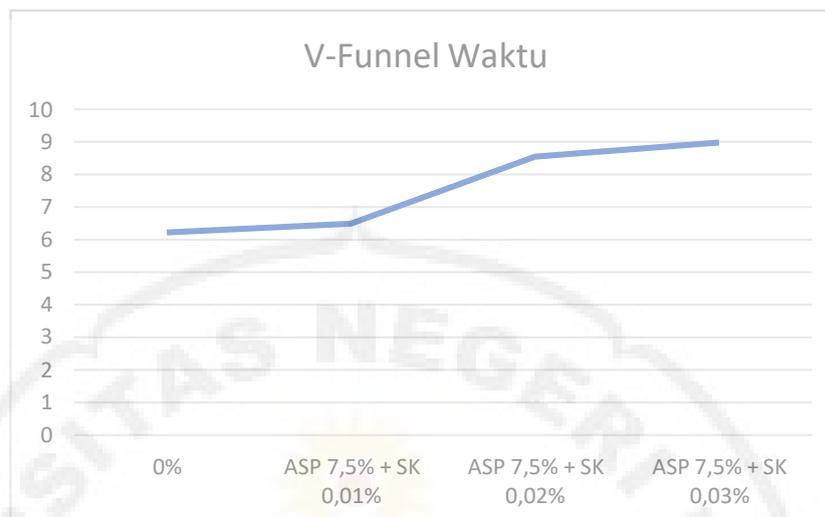
4.3.2 Pemeriksaan *Segregation Resistance*

Pengujian dengan menggunakan alat V-Funnel, berguna untuk mengukur viskositas dan sekaligus mengevaluasi ketahanan segregasi material beton SCC, dengan waktu yang diperlukan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut di ujung bawah alat ukur V-funnel antara 6 – 12 detik. (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete, 2007*).

Tabel 4. 5 V-Funnel Beton SCC

No	Variasi	Waktu Mengalir (s)
1.	0%	6.22
2.	ASP 7.5% + SK 0.01%	6.49
3.	ASP 7.5% + SK 0.02%	8.55
4.	ASP 7.5% + SK 0.03%	8.98

Sumber : (Pengolahan Data)



Gambar 4. 2 Grafik Viskositas adonan beton SCC dengan FAS 0,40

Pada proses pengujian viskositas pada adukan beton segar, semua variasi memenuhi syarat beton SCC (EFNARC 2002) 8-12 detik, dengan waktu tertinggi terdapat pada variasi 0,03 serat serabut kelapa. Semakin banyak serat yang ditambahkan ke adonan beton, semakin kental pula adukan beton dan semakin membutuhkan waktu untuk mengalir. Hal ini disebabkan serat dapat menyerap air.

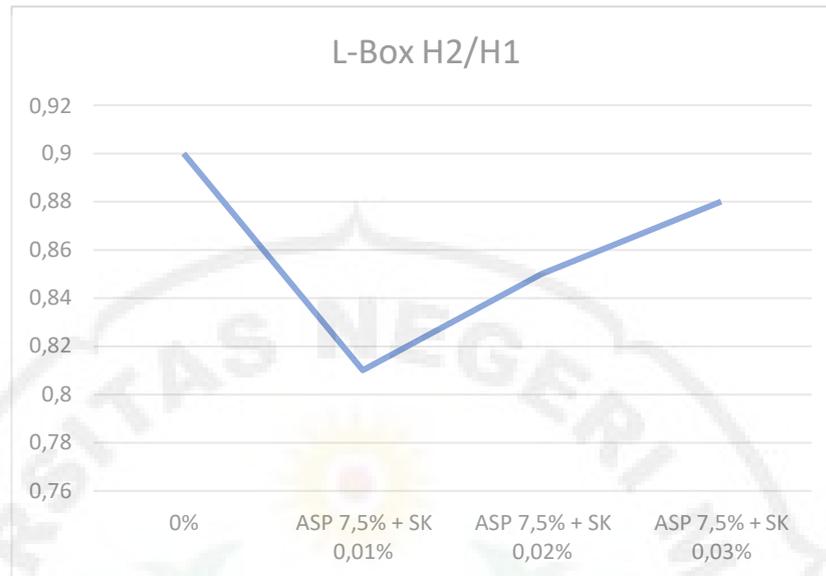
4.3.3 Pemeriksaan *Passing Ability*

Kemampuan beton memadat sendiri untuk mengalir atas beratnya sendiri (tanpa penggetaran) dan mengisi semua ruang dalam acuan yang berisi rintangan, seperti penulangan dan sejenisnya. Untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat *L-Shape Box*, dengan perbedaan tinggi yang diperlukan aliran beton arah horizontal (H_2/H_1) lebih besar dari 0,8. (*The European Guidelines For Self Compacting Concrete, 2005*)

Tabel 4. 6 Nilai *Passing Ability* Beton SCC

No	Variasi	Rasio H2/H1
1.	0%	0,90
2.	ASP 7.5% + SK 0.01%	0,81
3.	ASP 7.5% + SK 0.02%	0,85
4.	ASP 7.5% + SK 0.03%	0,88

Sumber : (Pengolahan Data)



Gambar 4. 3 Nilai Passing Ability adukan Beton SCC dengan FAS 0,40

Pada saat proses pengujian beton segar SCC memenuhi syarat beton SCC (EFNARC 2002) 0,8-1, dengan nilai *passing ability* paling besar dimiliki oleh beton normal yaitu 0,90. Serat pada adukan beton mempengaruhi jumlah air menjadi berkurang sehingga adonan beton semakin kental dan sulit untuk mengalir.

4.4 Perhitungan Kekuatan Geser

Pada balok yang dibebani oleh lentur dan geser, tegangan geser beton tanpa tulangan geser V_c diakibatkan oleh momen rencana luar M_u yang menyebabkan tegangan geser V_u . Akibat bekerjanya tegangan lentur f_t dan tegangan geser V_u didaerah tarik penampang akan terjadi tegangan tarik utama yang dapat menyebabkan terjadinya retak miring didaerah tepi penampang yang tertarik. Hal ini dipakai sebagai perhitungan kekuatan tanpa tulangan geser.

Untuk satuan SI unit ACI 318-83M memberikan perumusan :

$$V_c = \frac{1}{6} \left(\sqrt{f_c'} + 100 \rho \frac{V_u \cdot d}{w} \right) b_w \cdot d \leq 0,3 b_w \cdot d \sqrt{f_c'} \leq 0,3 b_w \cdot d \sqrt{f_c'}$$

Peraturan SKSNI-T-15 memberikan perumusan kekuatan beton tanpa

tulangan di dalam satuan SI unit sebagai berikut :

$$V_c = \frac{1}{6} \left(\sqrt{f_c'} + 100 \rho \frac{V_u \cdot d}{w} \right) b_w \cdot d \leq 0,3 b_w \cdot d \sqrt{f_c'}$$

Dimana :

V_c = Kekuatan geser beton tanpa tulangan

$\sqrt{f'c}$	= Kekuatan tekan beton
bw	= Lebar badan balok
d	= Tinggi efektif penampang
pw	= Rasio tulangan tarik
$\frac{Vu.d}{Mu} \leq 1$	= Nilai kelangsingan struktur
Vu	= Gaya geser rencana
Mu	= Momen rencana
Pw	= Rasio tulangan Tarik

Untuk keperluan praktis dan sebagai pendekatan yang aman, maka pengaruh kelangsingan $\frac{Vu.d}{Mu}$ dapat diabaikan. Sehingga persamaannya menjadi :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} bw.d$$

Pengujian beton menggunakan mesin *Hydroulic concrete beam* dengan kapasitas 50 kN. Benda uji yang digunakan berupa balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm . dengan luas penampang 900cm². Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Pada hasil pengujian , kekuatan tertinggi terdapat pada benda uji dengan variasi 0,03% Serat serabut kelapa dan 7,5% abu sekam padi dengan kuat geser rata-rata sebesar 2,31 kN , dan nilai kuat geser terendah terdapat pada beton variasi 0,01% Serat serabut kelapa dan 7,5% abu sekam padi dengan nilai kuat geser rata-rata sebesar 1,88 kN.

THE
Character Building
UNIVERSITY

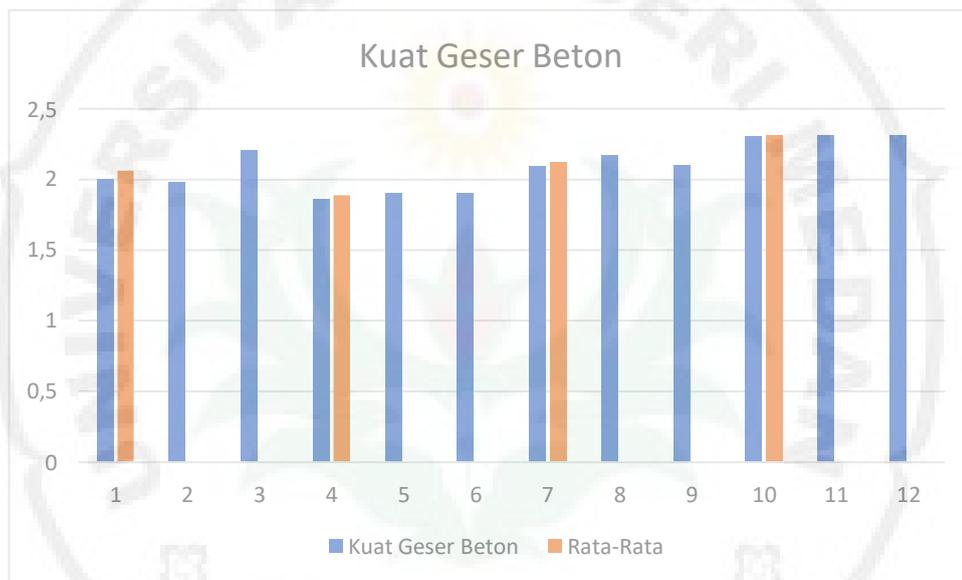
Tabel 4. 7 Kuat Geser Beton SCC dengan FAS 0,40

No	Variasi	Berat Benda Uji (Kg)	Beban (P) (kN)	Kuat Tekan Beton (MPa)	Lebar Badan Balok (cm)	Tinggi Efektif penampang (cm)	Kuat Geser Beton (Vc) (kN)	Rata-Rata
1	0%	27,56	25,5	28,33333	15	15	1,9960899	2,062781209
2	0%	28,63	25,2	28	15	15	1,9843135	
3	0%	27,98	31,2	34,66667	15	15	2,2079402	
4	ASP 7,5% + SK 0,01 %	28,47	22,2	24,66667	15	15	1,8624581	1,888745616
5	ASP 7,5% + SK 0,01 %	29,16	23,1	25,66667	15	15	1,8998355	
6	ASP 7,5% + SK 0,01 %	29,99	23,2	25,77778	15	15	1,9039433	
7	ASP 7,5% + SK 0,02 %	30,39	28,1	31,22222	15	15	2,0953818	2,122252393
8	ASP 7,5% + SK 0,02 %	29,34	30,2	33,55556	15	15	2,1722684	
9	ASP 7,5% + SK 0,02 %	30,91	28,2	31,33333	15	15	2,099107	
10	ASP 7,5% + SK 0,03 %	29,99	34,0	37,77778	15	15	2,3048861	2,311650303
11	ASP 7,5% + SK 0,03 %	27,98	34,3	38,11111	15	15	2,3150324	
12	ASP 7,5% + SK 0,03 %	31,33	34,3	38,11111	15	15	2,3150324	

(Sumber:Olahan Data)

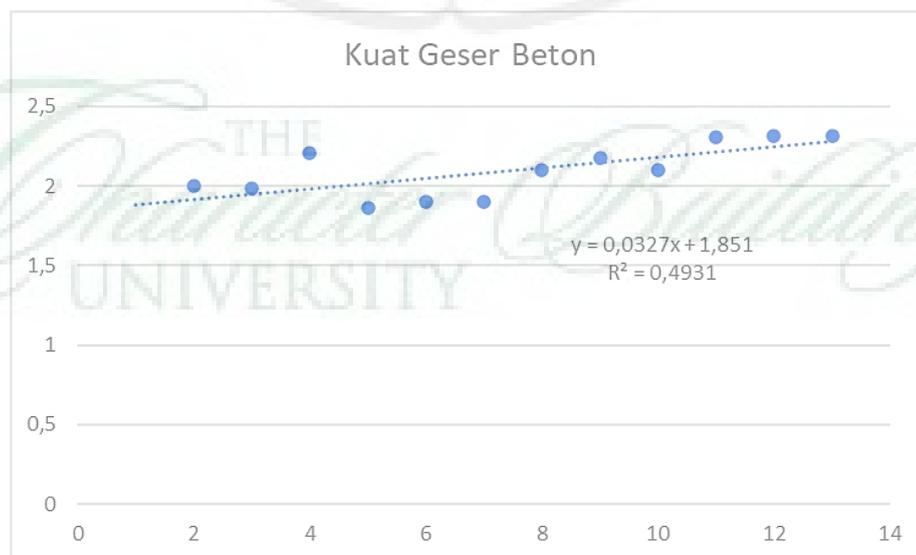
4.5 Analisa Kuat Geser

Hasil perhitungan nilai kuat geser tertinggi umur 28 hari pada beton variasi 0,03% Serat serabut Kelapa + 7,5% Abu sekam padi dengan 2,31 kN. Tetapi pada variasi 0,01% Serat serabut kelapa + 7,5% Abu sekam padi terjadi penurunan nilai kuat geser dengan nilai terendah 1,86 kN, yang lebih rendah dari beton variasi normal dengan nilai kuat geser terendahnya 1,98 kN. Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan serat serabut kelapa berpengaruh terhadap kuat geser beton SCC.



Gambar 4. 4 Grafik nilai Kuat Geser pada Beton SCC umur 28 hari.

Hasil pengolahan data akan dibuat dalam bentuk garis atau kurva dan tabel dengan bantuan program Microsoft Excel didapat sebagai berikut.



Gambar 4.5 Grafik Regresi Linear

Koefisien korelasi (r) menyatakan kuatnya hubungan antara variabel dapat diketahui berdasarkan penyebaran titik-titik pertemuan antara dua variabel misalnya X dan Y yang digambarkan dalam diagram pencar (*scatterplot*).

Tabel 4 Interpretasi Koefisien Korelasi

No	Nilai r	Interpretasi
1	0,00-1,199	Sangat rendah
2	0,20-0,399	Rendah
3	0,40-0,599	Sedang
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-1,000	Sangat kuat

Sumber: Sugiyono (2010)

Gambar 4.6 Tabel Interpretasi Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi (r) yang didapat 0.4931, menunjukkan hubungan antara kedua variabel sedang.

4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Dengan kuat tekan yang direncanakan ($f'c$) sebesar 25 MPa sebanyak 12 benda uji yang terdiri dari beton normal dan tiga variasi penambahan abu sekam padi dan serat serabut kelapa. Untuk masing-masing variasi dibuat 3 benda uji yang berbentuk silinder $\varnothing 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ untuk kuat tekan, dimana setiap variasi dengan pemberian superplasticizer 1,9% dari berat semen.

Tabel 4.8 Kuat Tekan Beton SCC dengan FAS 0,40

No	Kode Variasi	Beban (Ton)	Kuat Tekan (MPa)	rata-rata
1	0%	52,50	29,1295	25,24558
	0%	39	21,6391	
	0%	45	24,9682	
2	ASP 7.5% + 0.01% SK	46,50	25,8004	27,04883
	ASP 7.5% + 0.01% SK	49,50	27,465	
	ASP 7.5% + 0.01% SK	50,25	27,8811	
3	ASP 7.5% + 0.02% SK	45,00	24,9682	26,21656
	ASP 7.5% + 0.02% SK	46,50	25,8004	
	ASP 7.5% + 0.02% SK	50,25	27,8811	
4	ASP 7.5% + 0.03% SK	25,50	25,145	24,639
	ASP 7.5% + 0.03% SK	33,00	24,306	
	ASP 7.5% + 0.03% SK	40,50	24,466	

Sumber : (olahan data)

Hasil kekuatan tekan tertinggi umur 28 hari terjadi pada beton variasi 7,5%ASP + 0,01%SSK yaitu dengan rata rata sebesar 27,04 MPa, Sedangkan kuat tekan terendah pada umur 28 hari terjadi pada SCC dengan ASP 7,5% + 0,03% sebesar 18,31 MPa.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian secara eksperimen tentang kajian pengaruh penambahan variasi serat serabut kelapa dengan abu sekam padi konstan terhadap kuat geser beton SCC dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan variasi serat serabut kelapa dan abu sekam padi pada campuran beton SCC menghasilkan pengaruh pada kekuatan geser beton. Berdasarkan dari analisis data kuat geser beton yang dihasilkan bahwa variasi serat serabut kelapa dan abu sekam padi mempengaruhi mutu beton yaitu :
 - a. Beton SCC tanpa penambahan serat serabut kelapa dan abu sekam padi menghasilkan kuat geser dengan rata-rata sebesar 2,06 kN.
 - b. Beton SCC dengan penambahan 0,01% serat serabut kelapa + 7,5% abu sekam padi dari berat binder menghasilkan kuat geser dengan rata-rata sebesar 1,88 kN.
 - c. Beton SCC dengan penambahan 0,02% serat serabut kelapa + 7,5% abu sekam padi dari berat binder menghasilkan kuat geser dengan rata-rata sebesar 2,12 kN.
 - d. Beton SCC dengan penambahan 0,03% serat serabut kelapa + 7,5% abu sekam padi dari berat binder menghasilkan kuat geser dengan rata-rata sebesar 2,13 kN
2. Berdasarkan dari data hasil pengujian kuat geser beton yang dihasilkan bahwa variasi serat serabut kelapa dan abu sekam padi dapat mempengaruhi mutu beton. Beton dengan variasi 0,03% Serat Serabut Kelapa + 7,5% Abu Sekam Padi menghasilkan kuat geser sebesar dengan rata-rata sebesar 2,311 kN. Pada campuran ini dihasilkan kuat geser yang terbaik antara variasi Serat Serabut Kelapa dan Abu Sekam Padi lainnya.

5.2 Saran

Penelitian ini memerlukan pengembangan dan kajian yang lebih mendalam tentang kuat geser terhadap kuat geser beton SCC dengan penambahan serat. Oleh karena itu peneliti ingin memberi beberapa saran berdasarkan penelitian sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian kuat geser yang didapat, campuran dengan variasi serat meningkat tetapi pada variasi serat 0,01% dan asp 7,5% menghasilkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan beton SCC normal tanpa penambahan serat dan abu sekam padi sehingga perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk variasi penambahan serat serabut kelapa dan asp lebih banyak dengan pengerjaan campuran beton yang sebaik-baiknya.
2. Kualitas material yang digunakan perlu diperhatikan karena terjadi gumpalan pada asp dan serat yang akan mempengaruhi proses pengadukan dan pengujian sehingga mempengaruhi kekuatan pada beton.

DAFTAR PUSTAKA

- 03-2834-2000, S. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- 2847-2013, S. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- 7656:2012, S. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Badan Standarisasi Nasional.
- A, L., B, A. P., & H, K. P. (2018). Studi Perilaku Kuat Geser Balok Beton Bertulang Memadat Sendiri Dengan Serat "Polypropylene". *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 1-6.
- Ani Martanti, R. (2005). Pengaruh Kandungan Lumpur Terhadap Kuat Desak Beton.
- Arman, A. (2016). Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tarik Beton Normal $f_c' 18$ Mpa. *Jurnal Momentum*, 6-10.
- Eduardi, P., Gouw, T. L., & Rachmansyah. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi. *ComTech*, 208-214.
- EFNARC. (2002). *Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete*. U.K.: Association. 99 West Street Farnham.
- G, P., M, M., M, A., & J, L. (2007). Mechanical behaviour of self-compacting concrete with hybrid fibre reinforcement. *Materials and Structures*, 201-210.
- Ir. Krisnamurti, M. (n.d.). Pengaruh Pemanfaatan Abu Kertas Dan Abu Sekam Padi Pada Campuran Powder Terhadap Perkembangan Kuat Tekan Self-Compacting Concrete. 96-105.
- Liberato, F., Patrick, B., Alessio, C., Abdisa, M., & Irem, S. (2012). A comprehensive methodology to test the performance of Steel Fibre. *Construction and Building Materials*, 406-424.
- Liberato, F., Yon-Dong, P., & Shah, S. P. (2007). A method for mix-design of fiber-reinforced self-compacting concrete. *Cement and Concrete Research*, 957-971.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.

- N, R. S. (2016). Kajian Penambahan Serat Sintetik Pada Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanik Beton. *Jurnal Permukiman*, 1-16.
- Nan, S., Kung-Chung, H., & His-Wen, C. (2001). A simple mix design method for self-compacting concrete. *Cement and Concrete Research*, 1799-1807.
- Okamura, H. a. (2003). Self-compacting concrete–Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1.
- Paratibha, A., Rafat, S., Yogesh, A., & Surinder, M. G. (2008). Self-Compacting Concrete - Procedure for Mix Design. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, 15-24.
- PUPR, K. (2017). *Modul 3 – Rancangan Campuran Beton*. Bandung: Pusdiklat Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah.
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Konstruksia*, 13-20.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS.



Lampiran 1. Data Pengujian Berat Isi Agregat Halus dan Kasar



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Berat Isi Agregat Halus
Jenis Material : Agregat Halus
Asal Material : Toko Bahan Bangunan Kota Binjai
Tanggal Pemeriksaan : Rabu, 08 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 03-1973-2008

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Uraian	Rojok		Rata-rata	Uraian	Longgar		Rata-rata
	Sampel I	Sampel II			Sampel I	Sampel II	
Berat Bejana (gr)	1808	1808	1808	Berat Bejana (gr)	1808	1808	1808
Berat Pasir + Bejana (gr)	3404,8	3376,2	3390,5	Berat Pasir + Bejana (gr)	3316,5	3322,8	3319,65
Bejana + Air (gr)	2813,1	2813,1	2813,1	Bejana + Air (gr)	2813,1	2813,1	2813,1
Volume air (cm ³)	1005,1	1005,1	1005,1	Volume air (cm ³)	1005,1	1005,1	1005,1
Berat isi $M = \frac{(G - T)}{V}$ = (gr/cm ³)	1,58	1,50	1,54	Berat isi $M = \frac{(G - T)}{V}$ = (gr/cm ³)	1,50	1,56	1,53

Medan, 08 Maret 2022
Diketahui Oleh,

Penguji

Adelia Stefani Lubis
NIM. 5173250001

Teknisi Laboratorium

Drs. Toyama Sitompul



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221

Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319

Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Berat Isi Agregat Kasar
Jenis Material : Agregat Kasar
Asal Material : CV. Baroqat Maqobul *Stone Crusher*, Deli Serdang
Tanggal Pemeriksaan : Rabu, 08 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 03-1973-2008

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Uraian	Rojok		Rata-rata	Uraian	Longgar		Rata-rata
	Sampel I	Sampel II			Sampel I	Sampel II	
Berat Bejana (gr)	2730,2	2824,3	2777,25	Berat Bejana (gr)	2730,2	2824,3	2777,25
Berat Pasir + Bejana (gr)	5407,8	5618,3	5513,05	Berat Pasir + Bejana (gr)	5886,7	6056,8	5971,75
Bejana + Air (gr)	4641,1	4862,4	4751,75	Bejana + Air (gr)	4641,1	4862,4	4751,75
Volume air (cm ³)	1910,9	2038,1	1974,5	Volume air (cm ³)	1910,9	2038,1	1974,5
Berat isi $M = \frac{(G - T)}{V}$ = (gr/cm ³)	1,40	1,65	1,525	Berat isi $M = \frac{(G - T)}{V}$ = (gr/cm ³)	1,65	1,58	1,615

Medan, Maret 2022
Diketahui Oleh,

Teknisi Laboratorium

Penguji

Adelia Stefani Lubis
NIM. 517325000

Drs. Toyama Sitompul

Lampiran 2. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus dan Kasar



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Berat Jenis Agregat Halus
Jenis Material : Agregat Halus
Asal Material : Toko bahan bangunan Deli Serdang
Tanggal Pemeriksaan : Kamis, 09 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 03-1973-2008

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Uraian	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
Berat Piknometer	172,1	178,7	
Berat Agregat jenuh kering permukaan (S) (gr)	200	200	
Berat Piknometer + air (B) (gr)	669,7	676,3	
Berat Piknometer + Agregat + Air (C) (gr)	797,2	798,8	
Berat Agregat Kering Oven (A) (gr)	195,3	195,7	
Berat Jenis Permukaan Jenuh (Ssd) (S/(B+S-C))	2,75862	2,58064	2,66963
Berat Jenis Kering Oven (Bulk) (A/(B+S-C))	2,62344	2,52516	2,5743
Berat Jenis Semu (Apparent) (A/(B+A-C))	2,88053	2,67349	2,77701
Penyerapan (((S-A)/A)x100) %	2,40655	2,19724	2,301895

Penguji

Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

Medan, 09 Maret 2022

Diketahui Oleh

Teknisi Laboratorium

Drs. Toyama Sitompul



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221

Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319

Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Berat Jenis Agregat Kasar
Jenis Material : Agregat Kasar
Asal Material : CV. Baroqat Maqobul *Stone Crusher*, Deli Serdang
Tanggal Pemeriksaan : Kamis, 09 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 03-1973-2008

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Uraian	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
Berat Agregat Kering Permukaan (B) (gr)	1250,1	1250	
Berat Sampel Dalam Air (C) (gr)	758,8	756,2	
Berat Agregat Kering Oven (A) (gr)	1243,5	1244,2	
Berat Jenis Permukaan Jenuh (Ssd) (A/(B-C))	2,53104	2,51964	2,52534
Berat Jenis Kering Oven (Bulk) (B/(B-C))	2,54447	2,53138	2,537925
Berat Jenis Semu (Apparent) (A/(A-C))	2,56550	2,54959	2,557545
Penyerapan $((B-A)/A) \times 100$ %	0,53075	0,46616	0,498455

Medan, 08 Maret 2022

Diketahui Oleh

Teknisi Laboratorium

Penguji

Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

Drs. Toyama Sitompul

Lampiran 3. Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Analisa Saringan Agregat Halus
Jenis Material : Agregat Halus
Asal Material : Toko bahan bangunan Kota Binjai
Tanggal Pemeriksaan : Kamis, 03 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 1969-2016

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Nomor Ayakan	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Total (gr)	berat tertahan (gr)	Persentase Kumulatif	
					tertahan %	Lolos %
3/8 in	1,7	5,2	6,9	0,34	0,34	99,66
No. 4	24	22,7	46,7	2,34	2,68	97,32
No. 16	285,1	281,4	566,5	28,41	31,09	68,91
No.30	344,2	340,8	685	34,35	65,44	34,56
No. 50	213,9	213,1	427	21,41	86,85	13,15
No. 100	101,6	101,8	203,4	10,2	97,05	2,95
No. 200	12,3	11,2	23,5	1,17	98,22	1,78
Pan	18,4	16,4	34,8	1,74	-	0
Total	1001,2	992,6	1993,8	99,96	381,67	318,33

$$FM = \frac{\% \text{ kumulatif tertahan ayakan}}{100} = \frac{381,67}{100} = 3,8$$

Penguji

Adelia Lubis
NIM. 5173250001

Medan, 03 Maret 2022
Diketahui Oleh,

Teknisi Laboratorium

Drs. Toyama Sitompul

Lampiran 4. Data Pengujian Colorimetric



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Pengujian Colorimetric
Jenis Material : Agregat Halus
Asal Material : Toko bahan bangunan Kota Binjai
Tanggal Pemeriksaan : Kamis, 07 Desember 2021
Metode Pengujian : ASTM C-40

PENGUJIAN COLORIMETRIC TEST

Uraian	Berat Sampel (gram)	Nomor Standar Pelaksanaan	Warna campuran air + NaOH	Keterangan Pasir
Berat Agregat Kering (A)	200	No 2	Warna Kuning Muda	Dapat digunakan dan tidak perlu dicuci lagi
Berat Agregat Kering (B)	200	No 2	Warna Kuning muda	Dapat digunakan dan tidak perlu dicuci lagi

Medan, 08 Maret 2022
Diketahui Oleh,

Teknisi Laboratorium

Penguji

Adelia Lubis
NIM. 5173250001

Drs. Toyama Sitompul

Lampiran 5. Data Pengujian Absorpsi Abu Sekam Padi dan Serat Serabut Kelapa



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax: (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Penyerapan Abu sekam padi
Jenis Material : Abu sekam padi
Asal Material : Mandailing Natal
Tanggal Pemeriksaan : Senin, 13 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 1969-2016

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat Abu Sekam Padi Kering Oven (A) (gr)	197,6	198,2	
Berat Abu Sekam padi mula mula (B)(gr)	200	200	
Berat Cawan (C) (gr)	140,6	146,7	
Penyerapan $\left(\frac{B-A}{A}\right) \times 100$	1,21%	0,91%	1,06%

Penguji

Adelia Stefani Lubis
NIM. 5173250001

Medan, 08 Maret 2022

Diketahui Oleh

Teknisi Laboratorium

Drs. Toyama Sitompul



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221

Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319

Laman: <http://www.unimed.ac.id>

Pengujian : Penyerapan Serat Serabut Kelapa
Jenis Material : Serat Serabut Kelapa
Asal Material : Medan
Tanggal Pemeriksaan : Senin, 13 Desember 2021
Metode Pengujian : SNI 1969-2016

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat Serat Serabut Kelapa kering Oven (A) (gr)	4,95	4,97	
Berat Serat Serabut Kelapa mula mula (B)(gr)	5	5	
Berat Cawan (C) (gr)	140,6	146,7	
Penyerapan $((B-A)/A) \times 100$	1,01%	0,6%	0,805%

Medan, 08 Maret 2022

Diketahui Oleh

Teknisi Laboratorium

Penguji

Adelia Stefani Lubis

NIM. 5173250001

Drs. Toyama Sitompul

Lampiran 6. Perhitungan Kuat Geser

ANALISA REGRESI

Analisa regresi merupakan untuk melihat pengaruh salah satu analisa statistika yang mampu mendekati hasil perhitungan dari keadaan sebenarnya. Analisa regresi dipakai untuk menganalisa bentuk hubungan dua variabel. Dalam penelitian ini, analisa regresi digunakan untuk menganalisa hubungan dua variabel antara variasi campuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi pada kuat tekan beton dan kuat lentur beton. Untuk mendapatkan persamaan garis atau kurva yang berhubungan dua variabel yang dicari hubungannya, terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data dan hasil pengujian. Yang akan dilaksanakan di laboratorium Material Universitas Negeri Medan. Hasil pengolahan data akan dibuat dalam bentuk garis atau kurva dan tabel dengan bantuan program Microsoft Excel dan selanjutnya disimpulkan secara deskriptif.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Keterangan :

Y = variabel tak bebas (nilai yang akan diprediksi)

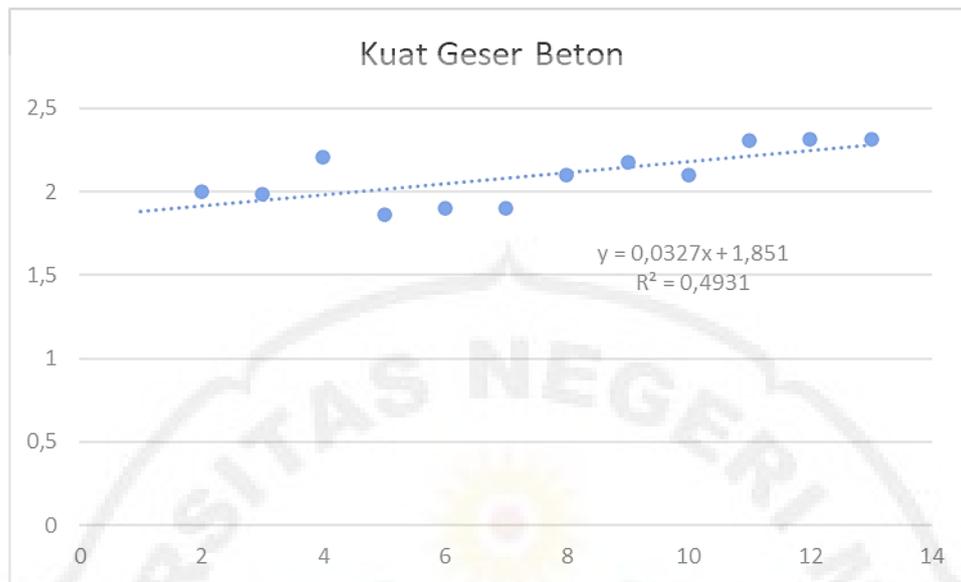
a = konstanta

b_1, b_2, \dots, b_n = koefisien regresi

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel bebas

Tabel Kuat Geser Beton SCC dengan FAS 0,40

Beban (P)	Lebar Badan Balok	Tinggi Efektif penampang	Kuat Tekan (P/A)	AKAR KUAT TEKAN	Kuat Geser Beton	Rata-Rata
(Kn)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)		
25,5	150	150	0,2833333	0,532290647	1,9960899	2,06278121
25,2	150	150	0,28	0,529150262	1,9843135	
31,2	150	150	0,3466667	0,588784058	2,2079402	
22,2	150	150	0,2466667	0,496655481	1,8624581	1,88874562
23,1	150	150	0,2566667	0,506622805	1,8998355	
23,2	150	150	0,2577778	0,507718207	1,9039433	
28,1	150	150	0,3122222	0,558768487	2,0953818	2,12225239
30,2	150	150	0,3355556	0,579271573	2,1722684	
28,2	150	150	0,3133333	0,559761854	2,099107	
34	150	150	0,3777778	0,614636297	2,3048861	2,3116503
34,3	150	150	0,3811111	0,617341973	2,3150324	
34,3	150	150	0,3811111	0,617341973	2,3150324	



Grafik Regresi Linear

Koefisien korelasi (r) menyatakan kuatnya hubungan antara variabel dapat diketahui berdasarkan penyebaran titik-titik pertemuan antara dua variabel misalnya X dan Y yang digambarkan dalam diagram pencar (*scatterplot*).

Tabel 4 Interpretasi Koefisien Korelasi

No	Nilai r	Interpretasi
1	0,00-1,199	Sangat rendah
2	0,20-0,399	Rendah
3	0,40-0,599	Sedang
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-1,000	Sangat kuat

Sumber: Sugiyono (2010)

Koefisien korelasi (r) yang didapat 0.4931, menunjukkan hubungan antara kedua variabel sedang.



LAMPIRAN 11. Permohonan Judul Skripsi

Hal : Permohonan Judul Skripsi

Kepada Yth,
Bapak Dr. Nahesson H. Panjaitan, ST., MT
Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil
di
Tempat

Dengan Hormat,
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adelia Lubis
NIM : 5173250001
Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
Program Studi : S1 Teknik Sipil

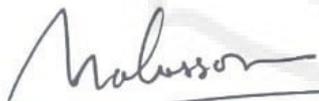
Dengan ini memohon kepada Bapak, kiranya menyetujui salah satu judul Skripsi yang akan saya ajukan sebagai berikut :

**KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI SERAT SERABUT
KELAPA DAN ABU SEKAM PADI KONSTAN TERHADAP KUAT
GESER BETON (*SHEAR STRENGHT*) PADA BETON MEMADAT
SENDIRI (*SELF COMPACTING CONCRETE*)**

Demikian surat permohonan ini saya buat untuk dapat dipertimbangkan. Atas perhatian Bapak saya ucapkan terimakasih.

Diketahui/disetujui
Ka.Prodi S1 Teknik Sipil

Medan, 19 Agustus 2021
Hormat saya,


Dr. Nahesson H. Panjaitan, ST., MT
NIP. 197205272002121 002


Adelia Lubis
NIM. 5173250001

Dosen Pembimbing:
Bph: Edo Barliya

LAMPIRAN 12. Surat Penugasan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Willem Iskandar Psr. V Medan Estate- Kotak Pos No. 1589 Medan 202212
Telepon: (061) 6653971, 6613276: Fax. (061) 6614002-6613319
Laman: <http://www.Unimed.ac.id>

Nomor : 754 /UN.33.5.5/PP/2021
Lamp : -
Hal : Penugasan Dosen Pembimbing Skripsi

Yth. Bpk Edo Barlian.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan

Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan
memberi tugas kepada Saudara, untuk membimbing mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Adelia Lubis
NIM : 5173250001
Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
Program Studi : Teknik Sipil (SI)

Dalam pelaksanaan penulisan : Skripsi

Hal-hal berkaitan dengan pelaksanaan bimbingan yang meliputi judul, jadwal, dan batasan penyelesaian tugas sepenuhnya kami serahkan pada Saudara sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Surat Penugasan ini kami sampaikan untuk dilaksanakan, atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.



Medan, 02 September 2021
Ketua Jurusan PTB

Syahreza Alvan, ST., M.Si., IPM
NIP. 197609132003121004

LAMPIRAN 13. Lembar Perbaikan Revisi Proposal Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Willem Iskandar Psr. V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 66253971, 6618754; Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

DAFTAR PERBAIKAN REVISI SKRIPSI

Nama : Adelia Stefani Lubis
NIM : 5173250001
Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Bangunan/S1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Edo Barlian, S.T., M.T.
Judul Skripsi : Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strength*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)
Tanggal Sempro : 14 Oktober 2021

No	Tim Dosen Penguji	Uraian	Paraf
1	Edo Barlian, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing Skripsi)	Masukan dari dosen penguji di jadikan sebagai perbaikan untuk lanjutan laporan selanjutnya	
2	Bambang Hadibroto, ST., M.Si.,MT.,IPM.	Perbaikan sesuai saran	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Willem Iskandar Psr. V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 66253971, 6618754; Fax. (061) 6614002 – 6613319

Laman: <http://www.unimed.ac.id>

3	Dr. Ir. Putri Lynna A. Luthan, M.Sc., IPM.	<ol style="list-style-type: none">1. Apa masalah dalam pengajuan judul skripsi2. Alasan mengambil ASP dan Serabut Kelapa3. Karakteristik serat yang digunakan4. Ganti komposisi kimia abu sekam padi dengan yang terbaru5. Perbaiki pengutipan Artikel6. Lokasi Penelitian	
4.	Dr. Kinanti Wijaya, M.Sc., IPM.	<ol style="list-style-type: none">1. Tambahkan pengujian beton segar (filling, passing, segregation resistance)2. Tambahan tentang perbandingan serat (material penyusun) rencana campuran3. Dasar ukuran serat serabut kelapa4. Tambahkan metode pembakaran abu sekam padi5. Tambahkan analisis statistik pengaruh penambahan serat	

Medan, 25 November 2021

Dosen Pembimbing Skripsi

Edo Barlian, S.T., M.T.

NIP. 197701102005011002

LAMPIRAN 14. Lembar Asistensi Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Willem Iskandar Psr V Medan Estate – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221
Telepon: (061) 6653971, 6613276, 6618754 Fax. (061) 6614002 – 6613319
Laman: <http://www.unimed.ac.id>

KARTU ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Adelia Stefani Lubis
Nim : 5173250001
Nama Dosen Pembimbing : Edo Barlian, S.T., M.T
Judul Skripsi : Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strenght*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)

No.	Tanggal	Substansi Bimbingan	Paraf
	14.10.2021	perbaiki serati awalan dosen pengiri / Nomer	}
	24.11.2021	- siapkan bahan ² , paralatan, lab untuk pengujian beton... - Simba mutawid, rpepika, labo pengujian di betu jelos	
	21.02.2022	- penulisan skripsi susut lae dan buku pedoman - lampiran di lengkapi - daftar hasil kalam tabel di lengkapi dan di jelaskan	}
	02.03.2022	Ace ujian Meja hijau	



Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Edo Barlian", is written over the printed name.

Edo Barlian, S.T., M.T

NIP. 19770110 200501 1 002

THE
Character Building
UNIVERSITY

LAMPIRAN 15. Permohonan Sidang Meja Hijau

Hal : Permohonan Sidang Meja Hijau

Kepada Yth.

Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan

Syahreza Alvan, S.T., M.Si. IPM.

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Medan

Di-

Medan

Dengan hormat,

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adelia Stefani Lubis

NIM : 5173250001

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Judul Skripsi : “KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI SERAT SERABUT KELAPA DAN ABU SEKAM PADI KONSTAN TERHADAP KUAT GESER BETON (*SHEAR STRENGTH*) PADA BETON MEMADAT SENDIRI (*SELF COMPACTING CONCRETE*)”

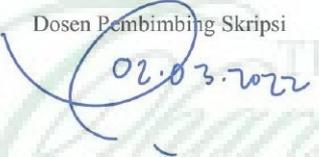
Dengan ini saya mengajukan permohonan sidang meja hijau kepada bapak sebagai pelengkap berkas pendaftaran sidang meja hijau program studi S1 Teknik Sipil (Terlampir).

Demikian Permohonan ini saya perbuat untuk dapat dipertimbangkan, dan atas perhatian Bapak saya ucapkan terima kasih.

Medan, 02 Maret 2022

Disetujui,

Dosen Pembimbing Skripsi


Edo Barlian, S.T., M.T
NIP. 197701102005011002

Pemohon,


Adelia Stefani Lubis
NIM. 5173250001

Lampiran 16. Lembar Perbaikan Sidang Meja Hijau



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Willem Iskandar Pnsnr V Medan Estate - Kotak Pos No. 1589-Medan 20221
Telepon. (061) 6613365, 6618754, Fax (061) 6614002-6613319
Laman : <http://www.ft.unimed.ac.id>

LEMBAR PERBAIKAN SIDANG MEJA HIJAU

Nama : Adelia Stefani Lubis
NIM : 5173250001
Jurusan/ Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan/ S1 Teknik Sipil
Judul Skripsi : Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (Shear Strength) Pada Beton Memadat Sendiri (Self Compacting Concrete)
Tanggal Sidang Meja Hijau : 29 Maret 2022

No.	Dosen Penguji	Uraian	Paraf
1	Bambang Hadibroto, S.T., M.Si., M.T., IPM.	- Apa alasan dalam mengambil variasi Serat - Mengapa Abu Sekam tidak menggunakan variasi	
2	Dr. Ir. Putri Lynna A. Luthan, M.Sc., IPM	- Apa itu SCC - Kriteria beton SCC - Tambahkan pengujian kuat tekan pada skripsi - Perbaiki kesimpulan berdasarkan rumusan masalah	
3	Dr. Kinanti Wijaya, M.Sc., IPM.	- Menambahkan literatur karakteristik SCC - Parameter penelitian material - Keterangan simbol pada mix design - Penambahan analisis regresi - Memperbaiki lampiran surat permohonan sidang meja hijau - Memperbaiki lampiran lembar revisi	 24/6/2022

Medan, Mei 2022

Dosen Pembimbing Skripsi

Edu Barlian, S.T., M.T.
NIP. 19770110 200501 1 002

Lampiran 17. Surat Pernyataan

SURAT PENYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adelia Stefani Lubis
NIK : 1271184103990004
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl Mafilindo No. 14 Medan

Menyatakan bahwa penelitian saya untuk Tugas Akhir Tingkat Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan yang berjudul **Kajian Pengaruh Penambahan Variasi Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Konstan Terhadap Kuat Geser Beton (*Shear Strength*) Pada Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)** mempunyai dasar dan ide pemakaian bahan dan komposisi untuk penelitian saya tersebut, berasal dari:

Nama : Josef Hadiprmana
NIK : 1271042206720006
Pekerjaan : Dosen
Alamat : Jl Jermal III Gang Merdeka No. 5 Medan, Sumatera Utara

Demikian pernyataan ini saya sampaikan dibuat tanpa ada pemaksaan dari siapapun dan dapat dipergunakan jika diperlukan.

Medan, 28 Juli 2022
Saya yang menyatakan



Adelia Stefani Lubis

THE
Character Building
UNIVERSITY

LAMPIRAN 18. Foto Dokumentasi saat Melaksanakan Penelitian



Gambar L.1 Melakukan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



Gambar L.2 Proses Menambahkan Abu Sekam Padi pada beton yang sedang diaduk



Gambar L.3 Proses Menambahkan Serat Serabut Kelapa pada beton yang sedang diaduk



Gambar L.4 Melakukan Pengujian V-Funnel



Gambar L.5 Melakukan Pengujian L-Box



Gambar L.6 Melakukan Pengukuran H2 dan H1 pada *L-box*



Gambar L.7 Melakukan Pemeriksaan *Slumpflow*



Gambar L.8 Mengukur diameter *Slumpflow*



Gambar L.9 Benda uji yang telah selesai



Gambar L.10 Melakukan Perawatan Beton dengan Cara Merendam Beton



Gambar L.11 Mengeluarkan Beton yang Sudah Direndam



Gambar L.12 Menimbang Beton Setelah Direndam



Gambar L.13 Pengujian Kuat Lentur Beton



Gambar L.14 Beton Setelah Pengujian Kuat Lentur