TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP FLOWLABILITY DAN KUAT TEKAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Disusun oleh :

Salsabilla Triyulianti	**Siska Anggraeni**
30202100192	**30202100202**

PRODI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2024/2025

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP *FLOWABILITY* DAN KUAT TEKAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE*

Salsabilla Triyulianti.
NIM : 30202100192

Siska Anggraeni.
NIM : 30202100202

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2025

Tim Penguji	Tanda Tangan
1. **Prof. Dr. Ir. Antonius., MT** NIDN: 0605046703	.....
2. **Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng** NIDN: 0625059102	.....

Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

Dipindai dengan CamScanner

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 37/A.2/SA-T/X/2024

Pada hari ini tanggal 04 Oktober 2024 Berdasarkan surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama:

1. Nama : Prof.Dr.Ir.Antonius,MT
   Jabatan Akademik : Guru Besar
   Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Salsabilla Triyulianti	Siska Anggraeni
Nim : 30202100192	Nim : 30202100202

Judul : PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP FLOWABILITY DAN KUAT TEKAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE

Dengan tahapan sebagai berikut

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukan dosen pembimbing	09 - 10 - 2024	
2.	Seminar proposal		
3.	Pengumpulan data	11 - 11 - 2024	
4.	Analisis data	30 - 12 - 2024	
5.	Penyusunan laporan	02 - 01 - 2025	
6.	Selesai laporan	20 - 01 - 2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Mengetahui

Dosen Pembimbing Utama	Ketua Program Studi Teknik Sipil
Prof. Dr. Ir. Antonius, MT.	Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Salsabilla Triyulianti

NIM : 30202100192

NAMA : Siska Anggraeni

NIM : 30202100202

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP *FLOWABILITY* DAN KUAT TEKAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 2025

Yang membuat pernyataan

Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL

Salsabilla Triyulianti.

NIM : 30202100192

Siska Anggraeni.

NIM : 30202100202

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Salsabilla Triyulianti.

NIM : 30202100192

NAMA : Siska Anggraeni.

NIM : NIM : 30202100202

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP *FLOWABILITY* DAN KUAT TEKAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 2025

Yang membuat pernyataan

Salsabilla Triyulianti.
NIM : 30202100192

Yang membuat pernyataan,

Siska Anggraeni.
NIM : 30202100202

Dipindai dengan CamScanner

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ اُمَّةٍ اُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُوْنَ بِالْمَعْرُوْفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُوْنَ بِاللّٰهِ ۗوَلَوْ اٰمَنَ اَهْلُ الْكِتٰبِ لَكَانَ خَيْرًا لَّهُمْ ۗمِنْهُمُ الْمُؤْمِنُوْنَ وَاَكْثَرُهُمُ الْفٰسِقُوْنَ

kuntum khaira ummatin ukhrijat lin-nâsi ta'murûna bil-ma‘rûfi wa tan-hauna ‘anil-mungkari wa tu'minûna billâh, walau âmana ahlul-kitâbi lakâna khairal lahum, min-humul-mu'minûna wa aktsaruhumul-fâsiqûn

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.” **(QS. Ali ’Imran : 110)**

(Salsabilla Triyulianti)

“ Jangan berlarut-larut dalam kesedihan hanya karena menjadi bagian yang terbuang, bangkitlah dan temukan tempat yang menerima semua baik burukmu’’ **(QS. Ali ’Imran : 139)**

(Siska Anggraeni)

“ Tdak ada mimpi yang terlalu tinggi.Tak ada mimpi yang patut untuk diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan ’’

– Maudy Ayunda

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan semesta alam. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Tugas akhir ini saya ucapkan terima kasih yang saya persembahkan kepada:

1. Teruntuk Alm. Bapak Prayitno dan Ibu Siti Juwariyah tercinta yang selalu mendukung, memberi semangat hidup dalam setiap langkah perjalanan penulis hingga saat ini dan yang selalu senantiasa mendoakan penulis setiap waktu, Fardu dan Tahajud ibu yang selalu meyakinkan bahwa penulis mampu bertahan dan kuat atas semua ini. Terima kasih yang tidak terhingga atas segala cinta, kasih sayang dan pengorbanan sejak pertama penulis di lahirkan di dunia ini.
2. Teruntuk kakak Eny Destiyani, S.TP dan Dhany Setyawan, ST yang selalu memberi contoh dan teladan yang sangat amat baik kepada penulis, serta tidak lupa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis agar bisa menyelesaikan perkuliah ini hingga selesai dan lancar sehingga mampu mendapatkan gelar sesuai yang kalian harapkan.
3. Kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan ilmu yang sangat berharga selama proses penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Terima kasih kepada Siska Anggraeni sebagai partner tugas akhir penulis yang selalu mau bersama dan berjuang tanpa menyerah hingga selesainya tugas akhir
5. Teruntuk Huda Maulana Fajrin, ST yang selalu menemani dalam suka maupun duka, selalu memberikan dukungan dan semangat agar tidak menyerah dalam menjalankan semua proses hingga penulis mampu mengapai impian serta yang selalu bangga atas semua pencapaian penulis.
6. Teruntuk Syifa larasati K.T dan Derby Oktavianti yang secara tidak langsung selalu memberikan semangat kepada penulis agar mampu bertahan hidup di perantauan dan selalu menghibur penulis pada saat di rumah.
7. Untuk Salsabill Rasta Brilian Islami dan Putri Dwi Izurahmawati yang selalu menemani, memberikan semangat dan selalu mau mendengar keluh kesah penulis sesamasa perkuliahan ini hingga selesai.

Salsabilla Triyulianti

NIM : 30202100192

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan semesta alam. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Teruntuk Bapak Sungarjan dan Ibu Sarmini. Terimakasih atas segala pengorbanan dan cinta yang tulus yang telah diberikan. Beliau adalah seorang petani dan memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan namun, mereka mampu senantiasa untuk memberikan yang terbaik, tak kenal lelah untuk selalu mendoakan di setiap waktu, memberikan perhatian dan memberikan dukungan disetiap langkah penulis dari penulis dilahirkan hingga saat ini. Semoga Bapak dan Ibu sehat , panjang umur dan bahagia selalu.
2. Teruntuk Kakak saya Sri Sungatini. Terimakasih telah ikut serta dalam setiap proses yang penulis lalui, terimakasih untuk semua kasih sayang dukungan, dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
3. Kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan ilmu yang sangat berharga selama proses penelitian hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Terimakasih kepada Salsabilla Triyulianti sebagai sahabat sekaligus partner tugas akhir penulis yang selalu bersama dan berjuang tanpa menyerah hingga selesainya tugas akhir .
5. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Azi Alamsyah yang telah memberikan tempat yang nyaman kepada penulis dikala penulis sedih, bahagia, kecewa atau tengah berada di masa sulit. Terimakasih untuk semua kasih sayang , waktu , dukungan, semangat dan motivasi yang selalu diberikan hingga penulis mampu untuk menyelesaikan semua proses ini. Terimakasih selalu menemani dan selalu bangga atas semua pencapaian penulis. Semoga kamu diberikan kebahagian dimanapun kamu berada dan semoga kita berdua bisa meraih kesuksesan bersama dikemudian hari.
6. Teruntuk Putri Febriani , nenek saya dan kedua keponakan saya, terimakasih untuk selalu memberikan semangat, dukungan serta hiburan kepada penulis dikala penulis merasa bosan.

7. Teruntuk Nada Qurrota Ainy, Niken Ayu Widianing Tyas, Putri Dwi Izurahmawati, Putri Diana Damayanti, Fredelina Faustine, Nanda Rossa Widyowati dan Vania Citraningtyas. Terimakasih atas segala motivasi, dukungan, pengalaman, waktu dan ilmu yang dijalani bersama selama perkuliahan. Terimakasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama di perkuliahan. *See u on top, guys!*

Siska Anggraeni

NIM : 30202100202

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur kehadirat allah SWT atas segala Rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul" Pengaruh Variasi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap *Flowability* Dan Kuat Tekan Beton *Self compacting concrete* ".guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak,dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim,S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar,ST.,M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Prof. Dr .Ir Antonius ,MT .selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memeberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya,baik isi mauoun penyusunannya.Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis maupun Pembaca.

Semarang, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
PERNYATAAN KEASLIAN v
MOTTO vi
PERSEMBAHAN vii
PERSEMBAHAN viii
KATA PENGANTAR x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
ABSTRAK xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Maksud dan Tujuan 2
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Pengertian Umum Beton 5
2.2 Definisi *Self Compacting Concrete* 7
2.3 Sifat *Self compacting concrete* 8
2.4 Material Penyusun Beton *Self Compacting Concrete* 10
2.5 Metode Pemeriksaan *Self compacting concrete* 17
2.6 Pola Keruntuhan Pada Beton 19
2.7 Hasil Penggunaan Agregat Halus Untuk Beton 20
2.8 Hasil Penggunan Agregat Kasar Untuk Beton 20
2.9 Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Beton 21
2.10 Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tarik Beton 23

2.11 Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Elastis 23
2.12 Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Lentur 25
BAB III METODE PENELITIAN 29
3.1. Lokasi Penelitian 29
3.2. Material dan Peralatan Penelitian 29
3.3. Tahapan Penelitian 35
3.5. Pelaksanaan Penelitian 39
3.6. Analisis Hasil 49
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN 51
4.1. Hasil Pengujian Material Dasar Material 51
4.2. Output Uji Fresh Properties Self Compacting Concrete 54
4.3. Hubungan Pola Keruntuhan Beton 58
4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 67
5.1. Kesimpulan 67
5.2. Saran 68

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1Jenis Semen Portland menurut ASTMC.150 14
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (%) 17
Tabel 2. 3 Hasil Kuat Tekan (robi, 2022) 22
Tabel 2. 4 Hasil Modulus Elastisitas (Sri Raharja, 2013) 24
Tabel 2. 5 Hasil Kuat Lentur (Pratika, 2021) 25
Tabel 2. 6 Hasil Perhitungan Kuat Lentur Pada Usia 28 Hari (Melinda, 2021) ... 26
Tabel 2. 7 penelitian pendahuluan 27
Tabel 3. 1 Kebutuhan untuk adukan 1m3 adukan beton normal 44
Tabel 3. 2 Kebutuhan material Beton SCC dengan variasi 44
Tabel 3. 3 Kriteria syarat *Self Compacting Concrete* 48
Tabel 4. 1 Hasil pengujian agregat halus 52
Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat kasar 54
Tabel 4. 3 *Output* uji *fresh properties* sesuai dengan variasi penambahan ASP dan Consol S-88 55
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ASP 0% 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip dasar prosesi produksi *Selficompacting concrete* (Dehnidkk,2000). 8
Gambar 2. 2 Rasio antara material campuran pada SCC dan beton konvensional (Okamura dan Ouchi,2003). 11
Gambar 2. 3 Material *concrete mix* SCC (Okamura dan Ouchi, 2003) 11
Gambar 2. 4 Struktur Permukaan Abu Sekam Padi 17
Gambar 2. 5 Kuat Tekan masing masing variasi *concrete mix* 22
Gambar 2. 6 Kuat Tekan masing masing variasi *concrete mix* 22
Gambar 2. 7 menunjukan kuat tarik belah beton umur darimasing-masing campuran pada 28 hari. 23
Gambarr2. 8 Hasil Modulus Elastisitas 24
Gambar 3. 1 Agregatti Halus 29
Gambar 3. 2 Agregati Kasar 30
Gambar 3. 3 Semeni Portland 30
Gambar 3. 4 Abu Sekam Padi 31
Gambar 3. 5 Air 31
Gambar 3. 6 Consol SS-8 31
Gambar 3. 7 Mesin *Losi Angeles* 32
Gambar 3. 8 mesin oven 33
Gambar 3. 9 alat kuat tekan (gauge force) 33
Gambar 3. 10 alas pengujian *Slump flow* 34
Gambar 3. 11 Alat pengujian L-Box 34
Gambar 3. 12 Alat uji *V-Funnel* 35
Gambar 3. 13 Silinder beton 35
Gambar 3. 14 Bagan alir penelitian 38
Gambar 3. 15 Alat pengujian *Slump Flow* 46
Gambar 3. 16 Alat pengujian *V-Funnel* 46
Gambar 3. 17 Alat pengujian *L-box* 47
Gambar 3. 18 Alat pengujian L-Box 48
Gambar 3. 19 Set Up pengujian kuat tekan beton SCC 50
Gambar 4. 1 Hubungan ukuranlsaringan denganpersen lolos saringan 51

Gambar 4. 2 Hubungan ukuranlsaringan dan persentase yang lolos dari saringan53
Gambar 4. 3 Presentase abu sekam padi dan nilai *slump flow* (mm)..... 56
Gambar 4. 4 Presentase abu sekam padi dan nilai*V-Funnel* (sec) 56
Gambar 4. 5 Presentase abu sekam padi dan nilai *L-Box* 57
Gambar 4. 6 Pola keruntuhan beton geser 58
Gambar 4. 7 Pola keruntuhan beton kolumnar..... 59
Gambar 4. 8 Pola keruntuhan beton geser 60
Gambar 4. 9 Pola keruntuhan beton Kolumnar..... 60
Gambar 4. 10 Pola keruntuhan beton Kolumnar..... 61
Gambar 4. 11 Pola keruntuhan beton..... 61
Gambar 4. 12 Rasio kuat tekan beton dengan variasi penambahan Abu Sekam Padi 65

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP FLOWABILTY DAN KUAT TEKAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE

ABSTRAK

Pada penelitian beton *Self Compacting Concrete* (SCC) ini meninjau pengaruh penambahan abu sekam padi (ASP) terhadap kuat tekan beton dan karakteristik beton segar. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan ASP 5-10% meningkatkan kepadatan dan mengurangi porositas beton yang memenuhi standar EFNARC. Pengujian slump flow dan V-Funnel menunjukkan sifat passingability dan fillingability yang baik. Kuat tekan beton mencapai 42,23 MPa pada penambahan ASP 5% dan superplasticizer 1%. Namun, penambahan ASP berlebih (15%) menyebabkan penurunan kuat tekan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan ASP dapat meningkatkan kuat tekan beton jika dilakukan dengan kadar tepat dan memenuhi standar SNI 2847-2019. Hasil ini berpotensi mengembangkan teknologi beton ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan semen.

Kata Kunci : *Self Compacting Concrete* , abu sekam padi ,kuat tekan beton

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan jenis beton hingga masa kini terus mengalami peningkatan, sehingga kriteria mengenai beton pun berubah seiring dengan kemajuan zaman dan peningkatan kualitas betonbisa dicapai. Dengan demikian banyak bangunan yang menggunakan beton sebagai material utama dalam strukturnya, terutama bangunan bertingkat tinggimemiliki bentang lebar, yang memerlukan beton dengan kekuatan tekan tinggi.

Beton merupakan material yang paling serbaguna yang dalam bidang konstruksi. Beton yang kuat dan tahan terhadap desain sangat bergantung pada pemadatan selama penempatan. Dalam beton segar dan mengeras, kepadatan yang tidak cukup dapat mengurangi kinerja beton. (Ahmad danUmar, 2017).Pengunaan Beton Self Compacting Concrete (SCC) atau beton yang dapat memadat sendiri adalah solusi untuk mendapatkan kualitas beton dengan kepadatan dan ketahanan yang lebih tinggi. Beton SCC dapat mengalir dan memenuhi celah dalam cetakan tanpa memerlukan proses kompaksi atau getaran karena mempunyai sifat fluiditas yang tinggi. Hal tersebut memungkinkan waktu pemadatan menjadi lebih singkat. Untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi atau *Self-Compacting Concrete*, terdapat beberapa metode, salah satunya adalah dengan memvariasikan campuran beton (*concrete mix*) yang ramah lingkungan. Hal tersebut dilakukan dengan memanfaatkan limbah industri, seperti abu sekam padi, serta penambahan material kimia seperti superplasticizer.

Pemanfaatan limbah industri menjadi salah satu alternatif yang baik, sehingga penelitian ini menggunakan material tambahan berupa abu sekam padi (ASP) untuk meningkatkan daya tahan tekan beton. ASP, yang merupakan sisa pembakaran dalam pembuatan batu bata, terbukti berfungsi sebagai pozzolan (Asad A. Khedheyer Al-Alwan, 2024). Hal ini terjadi akibat kandungan silika (SiO_2) yang tinggi dalam abu sekam padi mencapai 89,64%. Dengan ukuran butiran yang kecil, abu sekam padi dapat digunakan sebagai materialtambahan pada semen, sehingga meningkatkan kekuatan tekan beton.

Selain itu, material tambah kimiaseperti superplasticizer Consol SS-8, memiliki kemampuan untuk melarutkan gumpalan-gumpalan sehingga memungkinkan semen tersebar ratadalam campuran adukan beton sehingga meningkatkan workability beton secara signifikan. Karena material ini sangat mudah menyebabkan terjadinya bleeding sehingga digunakan dalam jumlah kecil. Superplasticizer dapat mengurangi kandungan air hingga 40% dari proporsi campuran semula (ASTM C494-82). Penggunaan superplasticizer dalam Beton Self-Compacting (SCC) dapat secara signifikan meningkatkan workabilitas dan ketahanan beton segar tanpa mempengaruhi kekuatan tekan secara signifikan. Untuk mengevaluasi SCC, digunakan metode seperti Slump-Flow Test dan L-Box Test untuk mengukur flowability dan passingability.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini akan mengkaji dampak penambahan abu sekam padi pada *flowability* dan kekuatan tekan pada *Self-Compacting Concrete*, serta menganalisis beberapa isu yang terkait, sebagai berikut:

1. Bagaimana eskalasi abu sekam padi sebagai bahan campuran semen mampu memengaruhi kuat tekan pada beton *Self-Compacting Concrete*?
2. Bagaiman *output* dari pengujian beton segar SCC meliputi *filling ability, passing dan workability*?
3. Apa yang terjadi ketika beton di tambahkan dengan adiktif *superplasticizer*Consol SS-8 pada uji SCC ?

1.3. Maksud dan Tujuan

1. Untuk menganalisis hasil pengujian beton segar SCC (*Slump Flow, V-Funnel,* dan *L-Box*) dengan penambahan abu sekam padi.
2. Untuk mengkaji pengaruh penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer*Consol SS-8 terhadapkekuatan tekan beton*Self compacting concrete* (SCC) pada usia beton 28 hari.
3. untuk mengetahui hasil kekuatan tekan pada setiap persentase penambahan abu sekam padi terhadap beton *Self-Compacting Concrete* (SCC).

1.4. Batasan Masalah

1. Pengujian beton SCC yang dilakukan untuk uji kuat tekan.
2. Presentase abu sekam padi yang ditambahkansebagaicampurandengan semen terdiridari 3 vairasi, yaitudengannilaipresentase5%, 10%, dan 15% dari berat semen.
3. Pengujian dilakukan menggunakan spesimen berbentuk silinder yang memiliki diameter 15 msedangkan tinggi 30 cm. Jumlah keseluruhan spesimen test yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebanyak 12 buah.
4. Perencanaan campueran beton (*mix design*) mengacu pada standar India IS10262-1982 untuk beton mutu M15 jenis *Self Compacting Concrete*tentangprosedur pengujian beton dalam kondisi segar.
5. Pemeriksaan kekuatan tekan beton dilakukan setelah beton mencapai usia 28 hari.

1.5. Sistematika Penulisan

Susunan penulisan laporan tugas akhir ini terbagi ke dalam lima bab yang masing-masing membahas topik secara sistematis dan terstruktursebagaiberikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang judul penelitian untuk tugas akhir, perumusan masalah yang dihadapi, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian, dan metodologi umum pembuatan tugas akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori-teori dan penjelasan yang selaras dengan penelitian yang akan dibuat, dari teori mengenai beton, material pembuatan beton, hingga material modifikasi beton yang akan di pakai.

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang penjelasan seluruh metode yang akan dilaksanakan atau dilakukan dalam penelitian. Selain metode juga dijelaskan macam-macam alat dan material yang akan di pergunakan dalam penelitian.

BAB IV. PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan semua tentang Analisa data-data dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dari Analisa uji agregat sampai dengan penggujian uji tekan beton.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab inu berisi kesimpulan dari hasil analisa penelitian yang telah dilaksanakan dan saran untuk menyempurnakan penelitian.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Beton

Beton merupakan suatu campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air, yang dapat pula ditambahkan material lain. Kekuatan dan kepadatan maksimal beton didapatkan berdasarkan jumlah air minimal yang sesuai dengan derajat workabilitas yang dibutuhkan. Faktor kepadatan perlu dipertimbangkan dengan metode pemadatan dan jenis konstruksi untuk menghindari pekerjaan berlebihan hingga dapat mencapai kepadatan maksimal (Murdock & Brook, 1991).

Konstruksi bangunan sering memanfaatkan material beton karena berbagai keunggulannya. Material penyusun beton mudah didapatkan di pasaran dan dapat dibentuk dengan cetakan sesuai keinginan. Beton juga dikenal memiliki kapasitas yang besar dalam menahan beban kompresif, tidak membutuhkan banyak biaya dalam perawatannya, serta mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Di sisi lain, beton juga mempunyai keterbatasan yaitu lemah dalam menahan gaya tarik dan kadang mengalami kesulitan dalam proses pengerjaannya.Secara umum, beton memiliki karakteristik yang khas dan spesifik. Karakteristik beton sangat terkait dengan kualitas yang diperlukan untuk tujuan konstruksi tertentu, di mana harapannya adalah mencapai hasil yang optimal dan efisien tanpa pemborosan. Beton memiliki sifat khusus, terutama dalam hal:

a. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan beton lebih tinggi daripada kekuatan tariknya dan kekuatan tekan ini terus meningkat seiring dengan usia beton yang bertambah.

b. Kekuatan Tarik dan Lentur

Beton memiliki kapasitas tarik yang relatif rendah, dimana pada umur awal nilainya hanya sekitar 1/18 dari kuat tekannya, dan setelah mencapai umur yang lebih tua nilai tersebut meningkat menjadi sekitar 1/10 dari kuat tekannya. Dalam praktik desain struktur beton, nilaidari kekuatan tarik ini umumnya diabaikan dalam perhitungan.

c. Kuat Geser

Kekuatan geser beton berkaitan erat dengan kekuatan tekan, tarik, dan lenturnya; pada kenyataannya, pengaruhnya tidak dapat diabaikan ketika menguji bagian lentur (Murdock & K.M. Brook, 1991).

d. Perubahan Wujud Akibat Pembebanan

Seperti baja dan material lainnya, beton mengalami perubahan bentuk sebagai respon terhadap beban yang semakin meningkat dengan bertambahnya beban. Beberapa perubahan bentuk pada beton berupa regangan plastis, sementara yang lain berupa regangan elastis.

e. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran umum yang menggambarkan sifat elastis suatu material. Modulus ini merupakan rasio antara tekanan yang diberikan dan perubahan wujud tiap satuan panjang akibat tekanan tersebut.

Untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi yang memenuhi standar keawetan dan mutu yang baik, terdapat beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan (Mulyono, 2004), yaitu:

a. Perbandingan kadar material penyusunnya.
b. Prosedur perencanaan.
c. Proses pemeliharaan.
d. Kondisi selama berlangsungnya proses pengecoran terpengaruh oleh berbagai faktor dari lingkungan sekitarnya.

Meskipun beton segar lebih mudah dicetak untuk memenuhi spesifikasi desain, beton yang dikeraskan memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi. Menurut Mulyono (2004), berikut adalah keunggulan dan kelemahan beton secara umum:

a. Keunggulan beton.
   1) Mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.
   2) Biaya produksi yang terjangkau.
   3) Beton segar mudah dicetak sesuai bentuk yang diinginkan.
   4) Dengan kekuatan tekan yang tinggi, beton dapat dipadukan dengan baja tulangan untuk diterapkan dalam struktur berat.

5) Beton segar memudahkan proses perbaikan pada beton yang telah ada sebelumnya.
6) Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dicor di lokasi yang sulit dijangkau.
7) Memiliki ketahanan terhadap keausan dan tahan terhadap api.

b. Kelemahan beton.
1) Beton memiliki kekuatan tarik yang relatif rendah, sehingga memerlukan penggunaan tulangan.
2) Beton segar mengalami penyusutan selama proses pengeringan.
3) Beton yang mengeras dapat mengalami perubahan volume akibat pengaruh suhu, seperti pemuaian dan penyusutan.
4) Beton rentan terhadap pengaruh air dan garam, yang dapat merusak strukturnya.
5) Beton bersifat getas, sehingga perlu perlindungan yang cermat untuk memastikan struktur yang sesuai dengan sifat-sifat beton.

2.2 Definisi *Self Compacting Concrete*

Beton *self-compacting* (SCC) adalah jenis beton baru yang tidak memerlukan getaran untuk penempatan dan pemadatan karena beratnya sendiri, SCC dapat mengalir dan memadatkan bekisting sepenuhnya, bahkan di bawah tulangan yang padat. Selain hal tersebut, beton SCC segar memiliki sifat kohesif dan tidak mengalami segresi atau *bleeding* ketika dikerjakan.

Pada tahun 1990-an, beton yang memadat sendiri pertama kali dikembangkan di Jepang untuk mengatasi kesulitan dalam pengecoran bagian – bagian gedung dengan desain geometri yang sulit apabila dicor dengan metode konvensional. Saat ini penelitian mengenai beton yang dapat memadat sendiri terus dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah faktor, termasuk kekuatan tekan, permeabilitas, dan daya tahan. Dengan menggunakan campuran superplasticizer, kekuatan tekan beton kering dapat mencapai 102 Mpa. Rasio air-semen dapat dikurangi hingga ≤ 0,3 (Juvas, 2004)

Untuk membuat beton yang dapat mengalir tanpa memisahkan material, diperlukan pengurangan air yang tinggi, juga dikenal sebagai

"superplasticizer". *Superplasticizer* digunakan untuk menghasilkan beton *selfcompacting concrete*atau beton yang dapat memadat sendiri yang memiliki kelas kerja dan aliran tinggi. Berdasarkan Persson (2000), material seperti *fly ash, silica fume*, atau batu kapur direkomendasikan sebagai bahan tambahan untuk menambahkan tingkat keseragaman dan kekentalan beton segar, yang sangat penting untuk produksi beton bawah air. Kaitan selama penerapan *superplasticizer* dengan karakteristik beton segar dalam tahapan produksi *self compacting concrete* dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang menjelaskan aturan pokok proses pembuatan *Self compacting concrete*.

Gambar 2. 1 Prinsip dasar proses produksi *Self compacting concrete* (Dehn dkk, 2000).

2.3 Sifat *Self compacting concrete*

Beton dapat dikategorikan sebagai *Self-Compacting Concrete* (SCC) jika memenuhi karakteristik yang telah disyaratkan, seperti yang dijelaskan berikut ini.

1. Sifat Beton Segar *Self compacting concrete*
   a. Kapabilitas beton segar untuk memenuhi cetakan atau ruang yang tersedia hanya dengan beratnya sendiri. Untuk mengevaluasi apakah beton segar memiliki kemampuan ini, dilakukan pengujian menggunakan alat *slump cone*. Beton segar dianggap memenuhi kriteria jika alirannya mencapai diameter minimal 50 cm, dengan aliran maksimum (SFmax) berada dalam kisaran 65 hingga 75cm (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete*, 2007).

b. *Flowability*, kecakapan mengalir dari *Self-Compacting Concrete* mengacu pada kemampuannya untuk mengalir secara memadai. Uji V-Funnel biasanya digunakan untuk mengevaluasi sifat ini. Menurut Siddique (2001), dalam uji V-Funnel tanpa serat, waktu yang dibutuhkan beton untuk melewati seluruh celah berkisar antara 6 hingga 12 detik.

c. *Passing ability* merupakan Kemampuan mengalir mengacu pada kapasitas beton segar untuk bergerak melalui ruang yang sempit, seperti celah di antara tulangan baja atau area sempit di dalam cetakan. Sifat ini dinilai dengan menggunakan alat L-Box, di mana rasio aliran horisontal (H2/H1) harus melebihi 0,8 (Pedoman Eropa untuk Beton Pemadatan Sendiri, 2005).

d. *Segregation Resistance* adalah pemisahan Kecenderungan butiran kerikil untuk terpisah dari campuran beton dikenal sebagai resistensi. Ketika campuran beton disiram secara berlebihan, pemisahan terjadi lebih cepat. Material yang lebih ringan akan mengapung ke bagian atas beton yang baru saja dituang, sementara material yang lebih berat akan tenggelam ke dasar. Hal tersebut dapat mengurangi keawetan dan permeabel beton, serta dapat menyebabkan beton menjadi tidak rata. Dengan menggunakan superplasticizer, jumlah water/binder dapat dikurangi dan segregasi dapat dihilangkan dalam tingkat tertentu. Ini dapat dicapai melalui desain trial mix. Alat V-Funnel digunakan untuk menguji ketahanan *concrete mix* segar terhadap segregasi. Beton segar membutuhkan waktu antara 7 dan 13 detik untuk mengalir melalui mulut di ujung bawah alat ukur. (*Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete*,2007)

e. *workability*

Workability adalah kemudahan untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan. Kemudahan pengerjaan beton segar dipengaruhi oleh rasio material dan sifatnya.

2. Karakteristik Beton Solid *Self Compacting Concrete*

   a. Kekuatan *(strength)*

   Daya beton padat ditentukan oleh kemampuan tekan dan tariknya. Elemen rasio air-semen (FAS) memiliki dampak yang signifikan terhadap kekuatan tekan beton. Jika nilai FAS dan kuat tekan beton proporsional, maka semakin rendah nilai FAS maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi.

   b. Ketahanan *(durability)*

   Ketahanan beton merujuk pada kemampuannya untuk tetap bertahan dalam jangka waktu panjang di bawah kondisi tertentu tanpa mengalami kerusakan, seperti penyusutan, akibat faktor eksternal seperti erosi, perubahan kelembaban yang menyebabkan kembang atau susut, serta pengaruh material kimia. Selain itu, ketahanan beton juga dipengaruhi oleh faktor internal, seperti reaksi antara agregat dan senyawa alkali.

   c. Absorbsi dan Permeabilitas

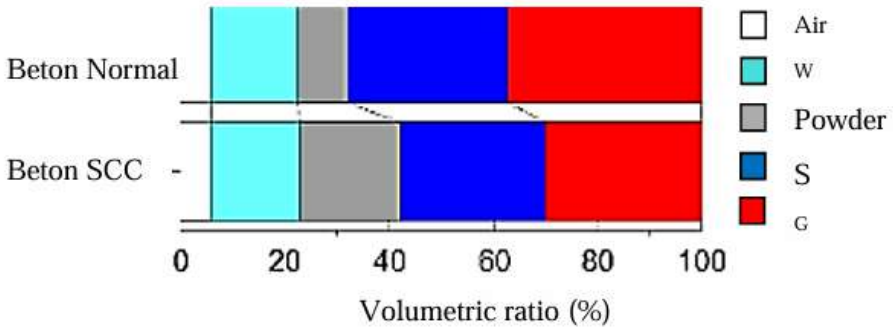
   Dikarenakan campuran beton segar memiliki rasio air dan semen yang rendah, beton yang memadat sendiri memiliki tingkat permeabilitas dan penyerapan yang rendah. Beton menjadi semakin kedap air saat mengeras karena ruang untuk air menguap semakin sedikit.

   d. Porositas

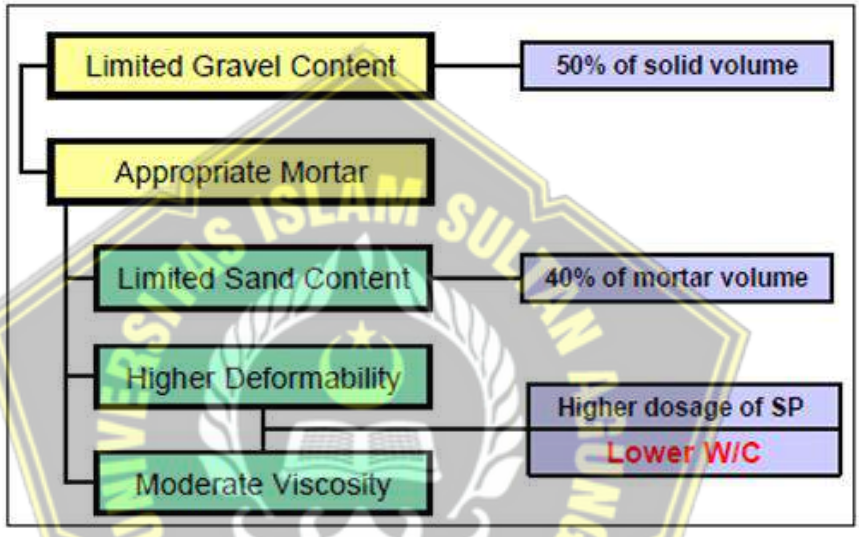
   Pada *Self compacting concrete*memilikiporositas yang rendah karena faktor air-semen yang rendah pada adukan segar. Ruang penguapan air menjadi lebih kecil saat beton mengeras, menurunkan porositas

2.4 Material Penyusun Beton *Self Compacting Concrete*

Semen *portland*, agregat kasar, agregat halus, dan air adalah bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat *Self-Compacting Concrete* (SCC). Bahan-bahan tambahan dapat ditambahkan tanpa menurunkan kualitas beton. Biasanya, 70 hingga 75% dari total volume beton terdiri dari agregat kasar. Menurut penelitian Okamura dan Ouchi (2003), mereka membandingkan persentase beton yang dapat memadat sendiri dengan campuran beton standar.



Gambar 2. 2 Rasio antara material campuran pada SCC dan beton konvensional (Okamura dan Ouchi, 2003).



Gambar 2. 3 Material*concrete mix* SCC (Okamura dan Ouchi, 2003)

1. Agregat

Mutu agregat sangat memengaruhi mutu beton, karena agregat mengisi sekitar 70% hingga 75% volume beton. Beton yang menggunakan agregat berkualitas baik akan memiliki kemampuan untuk dikerjakan dengan mudah, kekuatan yang tinggi, ketahanan yang baik, serta lebih ekonomis.

a. Agregat Kasar

Beton yang dapat memadat sendiri menggunakan material kasar dengan ukuran antara 10 hingga 20 milimeter. Bentuk agregat kasar dan distribusi ukuran partikel berdampak pada kemampuan mengalir beton, kapasitasnya untuk menembus tulangan, dan jumlah pasta yang

dibutuhkan. Agregat dengan bentuk lebih bulat cenderung menghasilkan gesekan internal yang lebih rendah, yang memungkinkan aliran beton lebih lancar dan mencegah terjadinya *blocking*. Berikut ini adalah spesifikasi umum untuk agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton, sesuai dengan PBI (1971).

1) Kerikil yang terbuat dari batuan yang dihancurkan atau batuan alami berfungsi sebagai agregat kasar.
2) Butiran keras dan tidak berpori yang membentuk agregat kasar. Daya tahan butiran agregat kasar sangat penting, yaitu harus tahan terhadap faktor cuaca seperti hujan dan matahari.
3) Kandungan lumpur yang melebihi 1% (berdasarkan berat kering) harus dihilangkan dari agregat kasar.
4) Material yang bisa menimbulkan kerusakan pada beton, seperti yang bereaksi dengan alkali, tidak boleh ada dalam agregat kasar.

Sejumlah pengetesan yang ditentukan harus dilakukan sebelum membuat benda uji untuk campuran beton. Pengetesan ini mengukur *specific gravity* dari agregat, berat volume, kadar air, dan kebersihan agregat berbasis lumpur. Batu pecah dipakai sebagai agregat kasar dalam penyelidikan ini. Agregat kasar yang digunakan dalam beton SCC lebih sedikit, sekitar 50% dari total volume beton, sehingga beton dapat mengalir dan dipadatkan tanpa memerlukan alat pemadat. Di sisi lain, sekitar 70-75% volume beton terdiri dari agregat kasar. Ukuran fraksi agregat kasar dibatasi hingga 20 mm untuk meningkatkan ketahanan terhadap pemisahan.

b. Agregat Halus

Agregat halus memiliki dampak yang lebih besar pada kualitas beton yang baru dipadatkan daripada agregat kasar. Meskipun distribusi ukuran butiran yang tepat masih sangat penting, volume pasta yang besar dalam campuran beton ini membantu mengurangi gesekan antar partikel pasir. Saat menghitung rasio air terhadap bubuk, partikel dengan ukuran butir < 0,125 mm harus dihitung dan dimasukkan ke dalam kandungan pasta. Campuran pasir sering digunakan dalam berbagai teknik

perencanaan untuk campuran beton yang dapat memadat sendiri untuk meminimalkan pasta dan memaksimalkan kurva gradasi agregat. Menurut PBI (1971), berikut ini adalah spesifikasi umum untuk partikel halus dalam campuran beton:

1) Agregat halus bisa berasal dari sungai atau hasil pecahan batu.
2) Butir – butiran harus keras sehingga tidak mudah hancur akibat pengaruh cuaca.
3) Kadar lumpur yang terkandung tidak melebihi 5% (dihitung berdasarkan berat kering).
4) Material organik tidak terkandung dalam jumlah yang berlebihan, yang dapat diuji menggunakan metode warna Abrams-Harder dengan larutan NaOH.

2. Semen

Semen bersifat kohesif dan perekat yang berfungsi sebagai pengikat antar agregat dalam beton, semen menjadi material utama dalam pembuatan beton hidrolik. Semen adalah komponen penting yang digunakan untuk pembangunan fisik dan sebagai bahan pengikat utama dalam industri konstruksi sipil. Jenis semen yang paling banyak digunakan dalam konstruksi adalah semen Portland. Semen portland, sebagaimana didefinisikan oleh ASTM C-150, 1985, adalah semen hidrolik yang terdiri dari klinker yang mengandung silikat kalsium hidrolik dan komponen lain yang biasanya terdiri dari setidaknya satu jenis kalsium sulfat yang dihaluskan bersama dengan bahan utama. Agar penggunaannya lebih terarah dan sesuai untuk penggunaan tertentu, semen portland dibagi menjadi lima kategori umum.

Tabel 2. 1 Jenis Semen Portland menurut ASTM C.150

Jenis Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Panas Hidrasi 7 Hari(J/g)
		C3S	C2S	C3A	C4Ar	
I	Normal	50	24	11	8	330
II, III	Modifikasi kekuatan awal	42	33	5	13	250
		60	13	9	8	500
IV	Tinggi Panas Hidrasi	60	13	9	8	210
V	Rendah Tahan Sulfat	40	40	9	9	250

Sumber :(ASTM C.150)

a. Tipe I : Digunakan pada konstruksi umum, tanpa persyaratan khusus dan cocok digunakan pada bangunan yang tidak terpapar perubahan cuaca ekstrem atau lingkungan *corrosive*.
b. Tipe II : Mengyebabkan panas yang lebih sedikit dan laju ikat lebih lambat, serta tahan terhadap sulfat. Cocok untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat
c. Tipe III : Memiliki laju kekuatan awal yang tinggi, dengan kekuatan 7 hari setara dengan kekuatan 28 hari semen Tipe I. Cocok untuk proyek yang memerlukan waktu cepat.
d. Tipe IV : Dibuat untuk mengurangi panas hidrasi, cocok untuk konstruksi beton masif. Batasan: C3S maksimum 35%, C3A 7% dan C2S minimum 40%.
e. Tipe V :Memiliki ketahanan tinggi terhadap sulfat, mencegah kerusakan akibat reaksi antara C3A dan gips.

3. Air

Air adalah suatu material yang sangat terjangkau, tetapi memiliki peran yang sangat penting dalam pembuatan beton. Dalam*concrete mix*, air dipakai untuk mengaktifkan reaksi kimia yang mendukung proses pembentukan ikatan dan pengompakan beton. Selain itu, air juga dapat digunakan sebagai pelumas antara butiran agregat, sehingga memudahkan pengolahan *concrete mix*.Hanya 25% hingga 30% berat semen yang

diperlukan untuk bereaksi dengan semen. Menurut Tjokrodimuljo (2007), beton juga dibersihkan dengan air melalui pembasahan di cor setelahnya. Persyaratan air yang digunakan untuk pengadukan beton harus dipenuhi.

4. Beton segar dan beton yang sudah mengeras sangat dipengaruhi oleh air semen. Namun, beton yang memadat sendiri (SCC) menggunakan lebih sedikit air daripada beton biasa, dengan FAS berkisar antara 0,28 dan 0,50, atau dibatasi pada ± 200 liter/m3. Segregasi dapat dihentikan dengan pengurangan penggunaan air ini.
5. Material Tambahan *(Adimixture) Superplasticizer*

   Material tambah ditambahkan ke dalam adukan cairan beton dengan bubuk atau cairan untuk memodifikasi sifat adukan atau beton, digunakan material tambah sesuai dengan Spesifikasi *admixture* untuk Beton, standar SK SNI S -18 – 1990 - 03). Superplasticizer adalah material kimia yang secara efektif dapat mengurangi kandungan air hingga ≥ 12% (ASTM C494-82).

   Bahan kimia sebagai penambah adalah material yang ditambahkan ke dalam campuran beton untuk memodifikasi atau meningkatkan sifat tertentu dari adukan beton tersebut (Spesifikasi Material Bangunan, material bangunan non-logam, SK SNI S-04-1989-F).

   Dalam pembentukan Self Compacting Concrete (SCC), dipergunakan superplasticizer dengan label produk Consol SS-8, yang merupakan bahan kimia tambahan yang berfungsi untuk melarutkan gumpalan dan melapisi pasta semen. Ini memungkinkan semen tersebar rata pada seluruh *concrete mix* dan membantu meningkatkan *workability* beton. Karena material ini sangat mudah menyebabkan terjadinya bleeding maka , hanya digunakan dalam jumlah yang relative kecil. Untuk menghasilkan beton berkekuatan tinggi, superplasticizer dibutuhkan untuk menjaga nilai *slump* tetap tinggi karena dapat mengurangi kadar air hingga 40% dari campuran awal. Ada beberapa keuntungan menggunakan superplasticizer dalam campuran pasta semen dan *concrete mix* yaitu sebagai berikut.

   a. Campuran beton dengan workability tinggi yang mencegah segregasi dan *bleeding* yang sering terjadi pada beton dengan kandungan air yang

berlebihan dihasilkan dengan mempertahankan kandungan air dan semen yang konsisten.

b. Campuran beton segar mengandung partikel semen yang terdistribusi secara merata, sehingga meningkatkan kekokohan dan ketahanan beton terhadap air.

c. Kemampuan campuran dapat ditingkatkan dengan mempertahankan faktor air-semen dan kandungan air-semen yang stabil. Hal ini memungkinkan beton menggunakan lebih sedikit semen namun dengan kekuatan yang hampir sama.

d. Kekuatan rata-rata beton dapat diturunkan sebesar 6% bila ditambahkan 1% udara. Beton harus memiliki kelembaban sesedikit mungkin agar kuat. Jumlah udara yang terperangkap di dalam beton dapat dikurangi dengan menggunakan Superplasticizer. Superplasticizer juga berfungsi untuk memecah partikel semen yang menggumpal dan mencegahnya saling menempel, sehingga tulangan tidak mudah berkarat. Partikel semen dalam air biasanya menggumpal dan menempel satu sama lain, tetapi ketika Superplasticizer ditambahkan, partikel-partikel tersebut akan menyebar secara merata.

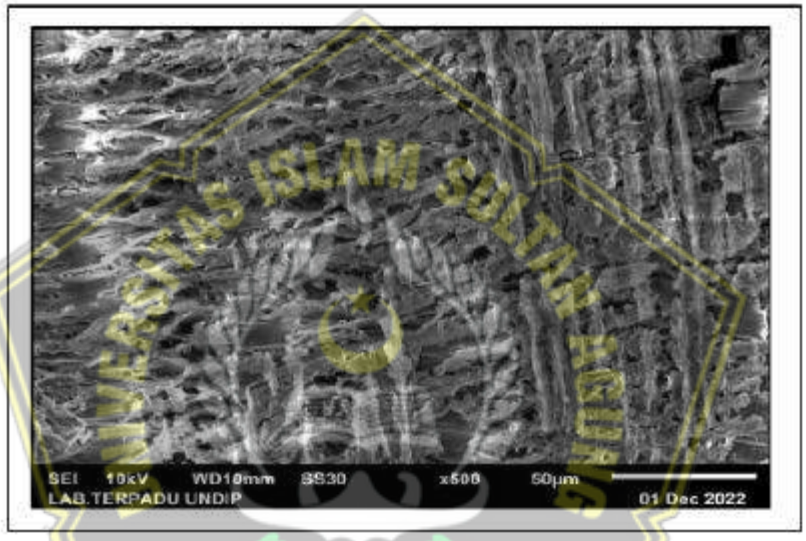
6. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah materialtambahan mineral yang meningkatkan performa beton dan mengurangi jumlah semen dalam komposisinya. Pada penelitian ini Abu sekam padi, yang diperoleh yaitu abu sekam padi dari limbah pembakaran batu bata. Hasil pengetesan abu sekam padi di laboratorium menunjukkan kandungan senyawa kimia sebagai berikut: SiO_2 : 89,64%; Fe_2O_3 : 0,06%; Al_2O_3 : 0,73%; dan CaO : 3,56%. Karena senyawa yang terkandung terdiri atas $SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3$ lebih dari 70%, maka hal tersebut menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai pozzollan sesuai dengan mutu pozzollan yang disyaratkan. Tabel berikut menunjukkan komponen kimia abu sekam padi.

Tabel 2 . 2 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (%)

Oksida	Kandungan
$Si0_2$	72,28
AI_2O_3	0,37
Fe_2O_3	0,32
CaO	0,65
Hilar Pijar	31,43

Sumber: Anam dan Trianto, 2013



Gambar 2. 4 Struktur Permukaan Abu Sekam Padi

(Sumber: Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, 2022

Farhan (2023) Berdasarkan peneliatan yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro pada sampel abu sekam padi menunjukkan bahwa senyawa kimia yang dominan dalam sampel adalah SiO2 (Silica) sebesar 91,13%. Dengan demikian berdasarkan standar ACI 234R-96, abu sekam padi dikategorikan sebagai material tambahan jenis silica fume dengan senyawa Kimia (SiO2) lebih dari 85% dan dapat digunakan dalam *concrete mix*.

2.5 Metode Pemeriksaan *Self compacting concrete*

a. Slump flow test

Dalam *slump flow test* (pengujian slump), alatdigunakan dengan

posisi terbalik, dengan diameter kecil berada pada posisi bawah dan diameter besar beradapada posisiatas. Slump flow digunakan untuk mengukur kemampuan *concrete mix* dalam mengisi ruang (filling ability), yang terlihat dari diameter lingkaran yang terbentuk oleh *concrete mix*. Metode pengujian menggunakan slump cone ini sederhana, mudah, dan efisien dilakukan di lapangan. Namun, metode ini tidak dapat mengukur kemampuan beton dalam menahan segregasi. Pengujian slump cone sangat berguna untuk memantau konsistensi *concrete mix* yang telah direncanakan. Dalam pengujian menggunakan slump cone, ada batasan-batasan tertentu yang menunjukkan bahwa *concrete mix* dapat dikategorikan sebagai SCC dengan filling ability yang baik, yaitu ketika diameter yang tercapai minimal 50 cm. (Risdianto, 2010).

b. L-Box Test

Pengujian*L-Box* mengukur kapasitas pengisian (aliran) dan kapasitas lewatnya beton yang memadat sendiri untuk mengalir melalui celah-celah yang rapat, termasuk celah antara batang tulangan dan penghalang lainnya tanpa terbelah atau terhalang. Ada dua perbedaan; Uji dua batang dan uji tiga batang. Uji tiga batang mensimulasikan tulangan dengan kepadatan tinggi. Beton baru awalnya ditempatkan pada sisi vertikal kotak. Pintu geser dibuka di antara bagian vertikal atau horizontal kotak, yang memungkinkan beton mengalir ke area horizontal kotak melalui celah atau celah antara tulangan vertikal dan lunak. Titik 200 mm (T200) dan 400 mm (T400) ditulis pada saat mencapai beton di bagian horizontal kotak. Setelah beton diletakkan di atas mesin, tinggi beton di ujung penampang horizontal, H2, dan di awal penampang horizontal, H1 diukur. Kapasitas pengisian atau aliran beton yang memadat sendiri dijelaskan dalam bentuk laju alir, H2 / H1.

c. *V-FunnelTest*

V-Funnel dipergunakan dalam pengujian ini untuk menilai ukuran viskositas pada beton SCC serta agar mengetahui "*segregation resistance*". Pada pengujian ini, beton segar mampu mengalir melalui mulut ujung bawah alat ukur v-funnel dalam rentang waktu 6 hingga 12 detik. Metode

pengujian ini berfungsi untuk menevaluasi ketahanan segregasi pada materian beton SCC. Dibawah ini merupakan cara kerja alat V-Funnel dengan bagian dasar ditutup.

1. Adonan beton segara dimasukkan ke dalam*V-Funnel*hingga jenuh.
2. Buka tutup bagian bawah agar adonan beton segar tersebut dapat mengalir.
3. Tulis awaktu yang dibutuhkan beton untuk mengalir hingga *V-Funnel* kosong.

2.6 Pola Keruntuhan Pada Beton

Pada SNI – 1974 2011 membahas tentang standar tbeton dari berbaga iaspek seperti material, desain dan pola keruntuhan beton. Hal yang paling umum pada pembahasan adalah standart pola keruntuhan beton yang bervariasi, namun memiliki toleransi keruntuhan yang diperbolehkan pada strukturbeton.

Beberapa jenis pola keruntuhan beton:

1. Keruntuhankerucut

   Pola keruntuhan beton yang terdiri dari kerucut atau tumpul dikenal sebagai bentuk kehancuran kerucut. Keruntuhan ini terjadi ketika beton mengalami tekanan yang kuat dan mengurangi kapasitasnya. Retak-retak akan terdiri dari kerucut dengan ujung yang lebih lebar pada permukaan beton yang terkena dengan tekanannya.
2. KeruntuhanKerucut Belah

   Pola keruntuhan beton yang membelah dikenal sebagai keruntuhan kerucut belah. Kerruntuhan ini terjadi ketika banyak tekanan pada beton dan retakan sehingga permukaan beton mengalami tekanan.
3. KeruntuhanKerucut Geser

   Keruntuhan ini terjadi karena beton mengalami geser dan tekanan yang lebih besar dari kapasitasnya, sehingga terjadi keruntuhan kerucut geser. Keruntuhan jenis ini biasanya terjadi secara diagonal atau melintang pada permukaan beton yang mengalami geser.

4. Keruntuhan Geser

   Keruntuhan terjadi ketika beton mengalami tegangan geser yang melebihi kapasitas gesernya, pola keruntuhan ini biasanya membentuk pola diagonal atau melintang pada permukaannya.

5. Keruntuhan Kolumnar

   Keruntuhan kolumnar ini terjadi apabila beton mengalami tekanan vertical yang besar pada beton sehingga pada keruntuhan ini berbentuk sejajar dengan sumbu tegak struktur.

2.7 Hasil Penggunaan Agregat Halus Untuk Beton

Berdasarkan hasil penelitian oleh A. Reginia (2019) dengan menggunakan agregat halus (pasir Merapi), diperoleh nilai berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,6543, yang menunjukkan bahwa berat jenis agregat halus (pasir Merapi) yang digunakan dalam penelitian tersebut tergolong dalam rentang nilai yang memenuhi standar berat jenis agregat normal pada *concrete mix*, yaitu 2,5 hingga 2,7. Selain itu, diperoleh persentase penyerapan air sebesar 2,5747%.

Azkia (2013) : Setelah melakukan pengujian yang juga menggunakan pasir halus merapi, kami menemukan bahwa agregat halus ini memiliki berat satuan 1,694 gr/cm3 , kadar air 2,06%, berat jenis kering muka 2,358, yang tergolong sebagai agregat normal karena mendekati 2,5, dan kadar lumpur 7,6%, yang lebih besar dari 5%. Oleh sebab itu, pasir perlu dicuci terlebih dahulu sebelum dipakai. Hasil pengujian gradasi menunjukkan bahwa pasir merapi tergolong pada daerah no. 2 agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,049 %.

2.8 Hasil Penggunan Agregat Kasar Untuk Beton

GN Aditya (2020) melakukan penelitian agregat kasar gringsing batang denngan diperoleh berdasarkan hasil Berat Jenis (Bulk) sebesar 8,98 gr/cm3, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 9,06 gr/cm3, berat jenis semu (*Apparent*) sebesar 9,68 gr/cm3, dan penyerapan (Absorbtion) sebesar 0,8%.

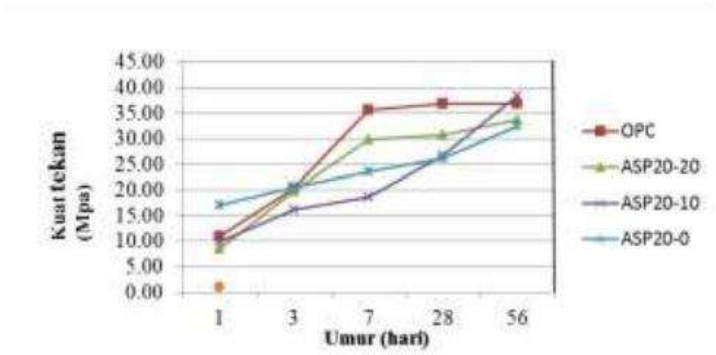
J Mahbub (2021) uga melakukan penelitian material susun agregat

kasar gringsing batang dengan mendapatkan hasil pengujian berat jenis sebesar 2,67 penyerapan air sebesar 2,49%, dan kadar air agregatsebesar 2,15% Sedangkan hasil pengujian berat isi 1,26, kadar lumpur 0,36%, dan keausan agregat 7,77%

2.9 Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Beton

Syamsul Bahri (2018) : Pada usia beton 1 hari, kuat tekan beton ASP20-20 menunjukkan nilai paling tinggi yaitu 17,09 MPa, sementara kuat tekan paling rendah tertulis pada beton ASP20-0 dengan nilai 8,53 MPa. Pada umur 3 hari, beton ASP20-20 tetap menunjukkan kuat tekan tertinggi sebesar 20,56 MPa, sedangkan beton ASP20-10 memiliki kuat tekan terendah sebesar 16,25 MPa. Pada umur 7 hari, beton normal (OPC) menghasilkan kuat tekan sebesar 37,81 MPa, yang merupakan nilai tertinggi, sementara itu beton yang mengguakan campuran abu sekam padi mengalami penurunan kekuatan tekan, dengan beton ASP20-10 mencatatkan nilai terendah yaitu 18,68 MPa. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton normal (OPC) tertulis 36,81 MPa, yang merupakan nilai tertinggi, sementara *concrete mix* dengan abu sekam padi mengalami penurunan, dengan beton ASP20-20 menunjukkan kuat tekan terendah sebesar 26,22 MPa. Pada umur 56 hari, beton OPC memiliki kuat tekan 36,89 MPa, dan untuk variasi *concrete mix*, kuat tekan paling tinggi tertulis pada beton ASP20-10 dengan nilai 38,44 MPa, sedangkan kuat tekan paling rendah terdapat pada beton ASP20-20 dengan nilai 32,42 MPa. Beton normal (OPC) memiliki kuat tekan 36,89 MPa, yang selisihnya 1,55 MPa lebih tinggi dibandingkan dengan beton campuran ASP20-10.

Hasil kekuatan tekan yang diperoleh didasarkan pada pengujian benda uji. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan untuk beton normal (OPC), ASP20-0, ASP20-10 dan ASP20-20.



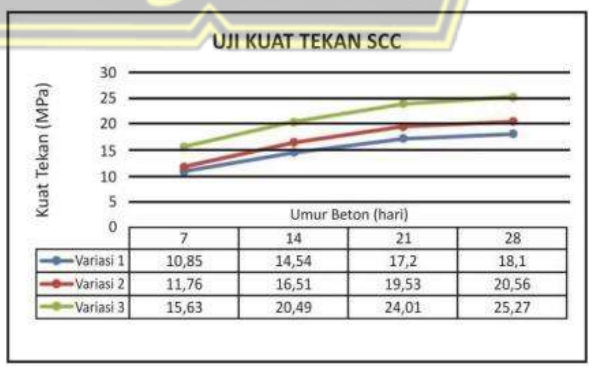
Gambar 2. 5 Kuat Tekan masing masing variasi *concrete mix*

Robi(2022) : Pengujian kekuatan tekan SCC dilakukan berdasarkan usia yang telah ditentukan, sehingga hasilnya dapat dolihat pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Hasil Kuat Tekan (robi, 2022)

Hasil Pengujian		Variasi 1 (MPa)	Variasi 2 (MPa)	Variasi 3 (MPa)
Kuat tekan Slinder (hari)	7	10,85	11,76	15,63
	14	14,54	16,51	20,49
	21	17,2	19,53	24,01
	28	18,1	20,56	25,27

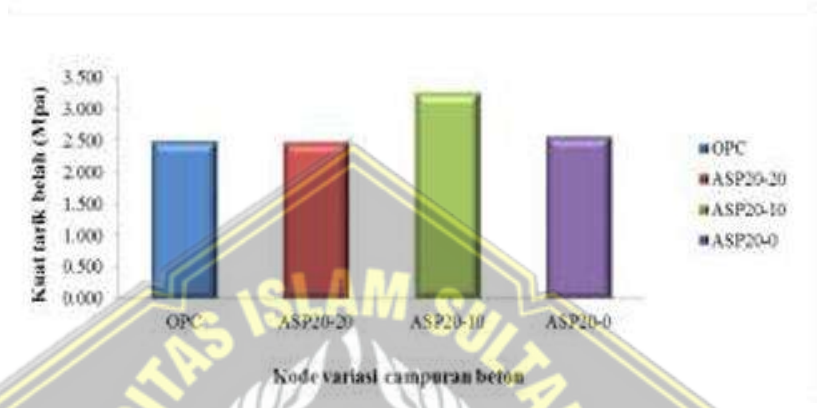
Hasil uji tekan pada usia ke 7, 14, 21 dan 28 hari menunjukan nilai yang linier di antara semua variasi. Daya dukung tekan paling tinggi diperoleh dari variasi 3, sementara nilai terendah diperoleh dari variasi1. Grafik kuat tekan SCC dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 Kuat Tekan masing masing variasi *concrete mix*

2.10 Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tarik Beton

Syamsul Bahri (2018) : Kuat Tarik Beton OPC memiliki kekuatan tarik belah sebesar 2,49 MPa. Pada *concrete mix* ASP20-10 memiliki kekuatan tarik belah tertinggi, dengan 3,26 MPa, sementara campuran ASP20-0, dengan penambahan ASP 20%, memiliki kekuatan tarik belah terendah, dengan 2,49 MPa.



Gambar 2. 7 menunjukan kuat tarik belah beton umur darimasing-masing campuran pada 28 hari.

Dari gambar dapat disimpulkan bahwa ketika abu sekam padi digunakan sebagai pengganti semen sebesar 20%, kekuatan tarik belah beton sangat berpengaruh. Dari gambar, dapat dilihat bahwa beton ASP20-10 memiliki kekuatan tarik belah tertinggi dari semua campuran abu sekam padi, dengan 3,26 MPa, lebih tinggi dari beton biasa 0,77 MPa.

2.11 Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Elastis

Dalam Sri Raharja (2013), Uji coba dengan *elasticity modulus* pada beton kapabilitas tinggi dilaksanakan bersamaan dengan uji kekuatan tekan. Pengujian ini melibatkan penggunaan extensometer dengan dial gauge untuk mengukur nilai regangan. Karena kelangsungan hidrasi semen, modulus elastisitas beton akan meningkat seiring waktu. Kekuatan beton meningkat dan porositas berkurang jika digunakan dengan material pengganti semen. Hasil uji modulus elastisitas pada beton kinerja tinggi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa beton dengan kekuatan yang lebih tinggi biasanya memiliki harga

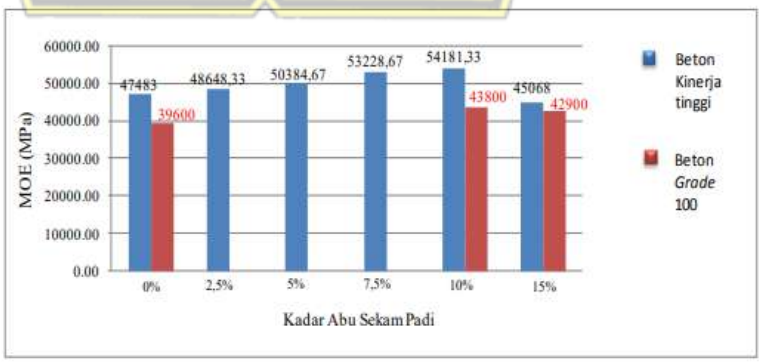
modulus elastisitas (Ec) yang lebih tinggi. Hasil dari pengujian penelitian ini ditunjukkan dalam tabel.

Tabel 2. 4 Hasil Modulus Elastisitas (Sri Raharja, 2013)

No.	Kode Benda Uji	Ec Perhitungan (Mpa)	Ec Perhitungan Rata-rata (MPa)
1	BKTN A	49943	
2	BKTN B	50371	47483,00
3	BKTN C	42135	
4	BKT1 A	45622	
5	BKT1 B	54001	48648,33
6	BKT1 C	46322	
7	BKT2 A	55731	
8	BKT2 B	38514	50384,00
9	BKT2 C	56907	
10	BKT3 A	58569	
11	BKT3 B	54028	53228,67
12	BKT3 C	47089	
13	BKT4 A	53417	
14	BKT4 B	55100	54181,33
15	BKT4 C	54027	
16	BKT5 A	52401	
17	BKT5 B	41416	45068,00
18	BKT5 C	41387	

Dari Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi meningkatkan nilai modulus elastisitas beton kinerja tinggi sebesar 2,45% hingga 14,11%.

Berdasarkan penelitian Mahmud H.B. dan Bahri S (2011), nilai modulus elastisitas rata-rata beton grade 100 dengan variasi abu sekam padi 0%, 10%, dan 15% sebagai pengganti semen pada umur 28 hari adalah 39.600 MPa, 43.800 MPa, dan 42.900 MPa. Rasio hasil modulus elastisitas antara beton kinerja tinggi dan beton grade 100 dengan penambahan variasi abu sekam padi dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 2. 8 Hasil Modulus Elastisitas

(Mahmud H.B., Bahri S. (2011)

2.12 Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Lentur

Pratika (2021) : *Sample* pengujian yang dipakai berupa balok, dengan ukuran 15x15x60 cm. Menurut tabel 4, dapat diketahui bahwa rata – rata nilai kuat lentur setiap benda uji pada usia beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari menunjukan bahwa beton normal atau ASP 1 memiliki nilai tertinggi, sementara terjadi penurunan pada setiap nilai rata-rata kekuatan lentur sampel uji campuran abu sekam padi ASP 2, ASP 3, dan ASP 4. Data hasil pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 5 Hasil Kuat Lentur (Pratika, 2021)

Kode Benda Uji	Campuran Abu Sekam Padi	Kuat Lentur Beton								
		7 Hari			14 Hari			28 Hari		
		Load (kN)	σ_l (MPa)	Rata-rata (MPa)	Load (kN)	σ_l (MPa)	Rata-rata (MPa)	Load (kN)	σ_l (MPa)	Rata-rata (Mpa)
ASP 1	0%	29,02	3,87	4,45	30,00	4,00	4,46	35,20	4,69	4,69
		34,06	4,54		36,60	4,88		33,90	4,52	
		37,03	4,94		33,80	4,51		36,50	4,87	
ASP 2	25%	15,07	2,01	2,10	23,07	3,08	2,98	25,40	3,39	3,02
		18,07	2,41		23,00	3,07		22,90	3,05	
		14,06	1,87		21,02	2,80		19,70	2,63	
ASP 3	50%	3,07	0,41	0,54	9,02	1,20	1,03	10,40	1,39	1,52
		5,04	0,67		6,07	0,81		12,10	1,61	
		4,02	0,54		8,05	1,07		11,60	1,55	
ASP 4	75%	2,03	0,27	0,18	3,01	0,40	0,31	2,30	0,31	0,34
		1,05	0,14		1,07	0,14		2,70	0,36	
		1,05	0,14		3,00	0,40		2,60	0,35	

Pengaruh abu sekam dalam *concrete mix* sangat mempengaruhi nilai kuat lentur. Hal ini terlihat pada benda uji ASP 4 dengan kadar abu sekam sebagai pengganti semen sebesar 75%, dimana penurunan kuat lentur sebesar 92.8% pada beton setelah umur perawatan 28 hari.

Melinda (2021) : Pengujian kekuatan lentur beton dalam penelitian ini dilaksanakan setelah *sample* uji berusia 28 hari, dengan memakai *hydraulic jack* dan *proving ring* yang dipasang pada *loading frame*. Dalam pengujian ini, balok diletakkan di atas dua tumpuan yang berjauhan 30cm, kemudian diberi beban terpusat setengah P pada balok sepanjang bentang, sesuai dengan prosedur ASTM C78-94 dalam persamaan (3).

Tabel 2. 6 Hasil Perhitungan Kuat Lentur Pada Usia 28 Hari (Melinda, 2021)

FAS	*PP** (%)	Beban (KN)	Kuat Lentur (Mpa)	Kenaikan Kuat Lentur (%)
0,38	0	7,484	2,25	0,00
	0,05	22,078	6,62	194,99
	0,10	19,455	5,84	159,94
	0,15	7,979	2,39	6,60
0,5	0	5,366	1,61	0,00
	0,05	18,982	5,69	253,75
	0,10	13,133	3,94	144,74
	0,15	8,120	2,44	51,32

Berdasarkan analisis perhitungan dengan uji dixon criteria menunjukkan jika seluruh data hasil pengujian kekuatan tarik belah sampel beton SCC untuk seluruh variasi serat polypropylene pada FAS 0,38 dan 0,5 dapat diterapkan. Hasil pengujian menunjukan kekuatan lentur beton SCC dengan menambahkan serat polypropylene pada beton SCC pada FAS 0,38 dan 0,5 dapat meningkatkan nilai kuat lentur secara signifikan dalam jumlah tertentu, dan nilai lentur maksimumnya tetap sama dengan penambahan serat polypropylene sebesar 0,05%. Namun pada penelitian ini, peneliti hanya fokus pada pengetesan kuat tekan beton *Self compacting concrete*sebagai parameter utama.

Tabel 2. 7 penelitian pendahuluan

NO	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan Komposisi Yang Dipakai Pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1.	Pengaruh penggunaan limbah abu sekam padi dan viscocrete 1003 terhadap kualitas beton normal dengan upv test (Syamsul Bahri)	2018	Uji Lab	Penambahan Abu Sekam Padi (ASP) sebagai materialtambahan beton scc terhadap variasi umur dari umur 1 hari, 3hari, 7hari dan 28hari. Hasil penelitian kuat tekan terbesar yaitu 38,44 MPa padavariasi ASP 20-10, dan daya dukung tekan terendah yaitu pada *concrete mix* ASP 20-20 dengan hasil kuat tekan 32,42 MPa	Membuat variasi penambahan abu sekam padi (ASP) dengan kadar campuran 5%,10% dan 15% dan *superplaticizer*1% . Pada umur beton 28 harimenghasilkan nilai kuat tekan terbesar saat kadar 5% dengan hasil 48,08 MPa,dan kuat tekan terendah saat kadar 15% dengan hasil kuattekan 21,21 MPa
2.	Perilaku SCC terhadap variasi material subtitusi semen menggunakan abu sekam padi dan kapur (Robi)	2022	Uji Lab	Hasil tes tekan pada umur 7,14,21 dan 28 hari, terlihat nilai yang linier antar semua variasi, nilai daya dukung tekan paling tinggi diperoleh dari	Membuat variasi penambahan abu sekam padi (ASP) dengan kadar campuran 5%,10% dan 15% dan *superplaticizer*1% .

				variasi 3 yaitu 25,27 MPa, sedangkan yang paling rendah diperoleh dari variasi1 yaitu 15,63.	Pada umur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan terbesar pada kadar 5% dengan hasil 48,08 MPa,dan kuat tekan terendah pada kadar 15% dengan hasil kuat tekan 21,21 MPa

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Laboratorium PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya yang berlokasi di Jalan Raya Demak-Kudus, Mijen, Trengguli, Kec Wonosalam, Demak.

3.2. Material dan Peralatan Penelitian

1. MaterialPenelitian

Material yang dipakai dalam pengujian ini adalahsebagai berikut:

a) Agregat Halus berasaldari pasir Merapi
b) Agregar Kasar berasaldari Gringsing, Batang
c) Semen Portland tipe 1yaitu*ordinary portland cement*
d) Air bersih yang memenuhi standar untuk *concrete mix*
e) Abu sekam padi yang diperoleh dari limbah pembakaran batu bata
f) *Superplasticizer* yang digunakan adalah Consol SS-8, produk dari PT. Consolindonesia

Gambar 3. 1 Agregatti Halus

Gambar 3. 2 Agregati Kasar

Gambar 3. 3 Semeni Portland

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA

Gambar 3. 4 Abu Sekam Padi

Gambar 3. 5 Air

Gambar 3. 6 Consol SS-8

2. Peralatan Penelitian

Alat yang dibutuhkan untuk memeriksa material penelitian dan objek uji dijelaskan sebagai berikut:

a. Neraca guna mengetahui berat komponen penyusun beton
b. Ayakan berfungsi memisahkan agregat yang dapat melewati saringan
c. Gelasukuruntuk menentukan volume air
d. Kerucut abrams untuk mengukur tingkatslump
e. Oven untuk mengeringkan dan memeriksa komponen*concrete mix*
f. Sendok pengaduk untuk mencampur material secara merata
g. Cetakan silinder yang memiliki tinggi 300mm serta diamater 15mm
h. Penggaris dan jangka sorong yang digunakan untuk mengukur dimensi alat dan objek uji

i. *Stop Watch*guna menghitungdurasiselama pengujian

j. Mesin uji tekan beton dengan kapasitas maksimum 2000KN, dilengkapi dengan CPU digunakan untuk menguji kekuatan tekan beton.

k. Mesin *Los Angeles* dipakai untuk mengetes ketahanan agregat terhadap keausan.

l. *Concrete mixer* yang berguna dalam mengkombinasikan seluruh material penyusunbeton.

m. Alat Uji beton seperti Slump cone, V-funnel, dan L-Box digunakan untuk menguji sifat-sifat beton segar.

Gambar 3. 7 Mesin *Losi Angeles*

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Gambar 3. 8 mesin oven

Gambar 3. 9 alat kuat tekan (gauge force)

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Gambar 3. 10 alas pengujian *Slump flow*

Gambar 3. 11 Alat pengujian L-Box

Gambar 3. 12 Alat uji *V-Funnel*

Gambar 3. 13 Silinder beton

3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian inidilakasanakan secara 5 tahapan penelitian seperti pada bentuk bagan alir pada gambar 3.14 yang dapat dijelaska seperti berikut :

1. **Tahap I : Persiapan alatdan penyediaan material**

   Pada tahap ini, dilakukan persiapan di laboratorium, yang meliputi penyediaan alat-alat dan pembuatan cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selain itu, material untuk pembuatan beton, seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan abu sekam padi juga disiapkan. Semua kegiatan ini dilakukan di Laboratorium PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya yang berlokasi di Jalan Raya Demak-Kudus, Mijen, Trengguli, Kec. Wonosalam, Demak.

2. **Tahap II : Pemeriksaan material dasar**

   Pada tahapan kali ini, material-material dasar untuk beton, seperti pasir dan batu pecah, diuji terlebih dahulu sebelum digunakan dalam pembuatan *concrete mix*. Pengujian ini mencakup pemeriksaan kadar material alami dalam pasir, lumpur yang terkandung dalam pasir dan batu pecah, serta pengujian terhadap specific of gravity dan absorpsi untuk pasir maupun batu pecah. Selain itu, dilakukan pemeriksaan SSD pada batu pecah, kombinasi ukuran batuan pecah, berat satuan volume, dan kadar keausan. Uji visual juga dilakukan pada semen dan air yang akan digunakan. Setelah material-material tersebut memenuhi standar yang ditentukan, rasio pasir terhadap agregat total diperiksa.

3. **Tahap III : Penyediaan benda uji**

   Pada fase ini, rancangan *mix* beton, pengujian beton segar, dan pembentukan *sample* uji telah selesai. Hal ini dilakukan karena campuran percobaan digunakan sebelum campuran beton SCC digunakan dalam uji coba karena belum memenuhi standar yang disyaratkan. Campuran percobaan dapat dipakai untuk membentuk *sample* uji beton SCC setelah hasil uji workability memenuhi standar beton SCC. Setelah uji workability selesai, pendekatan desain campuran digunakan untuk menetapkan proporsi material untuk campuran beton, dengan mengacu pada pengujian beton segar dan Standar India (IS-10262-1982) untuk Self-Compacting Concrete M30.

4. **Tahap IV : Pemeriksaan beton kondisi segar**

   Pada tahap ini kapasitas pengisian, dan ketahanan segregasi beton

segar dinilai dengan menggunakan uji Slump Flow, L-Box, dan V-Funnel. Untuk menentukan apakah beton yang dipadatkan sendiri memenuhi persyaratan IS 10262 2019 (Standar India), campuran beton dibuat menggunakan proporsi material yang ditentukan dan kemudian dibiarkan mengeras. Benda uji dibuat dalam cetakan silinder, dikeluarkan dari cetakan, dan direndam dalam air selama 28 hari.

5. **Tahap V : Pengambilan data**

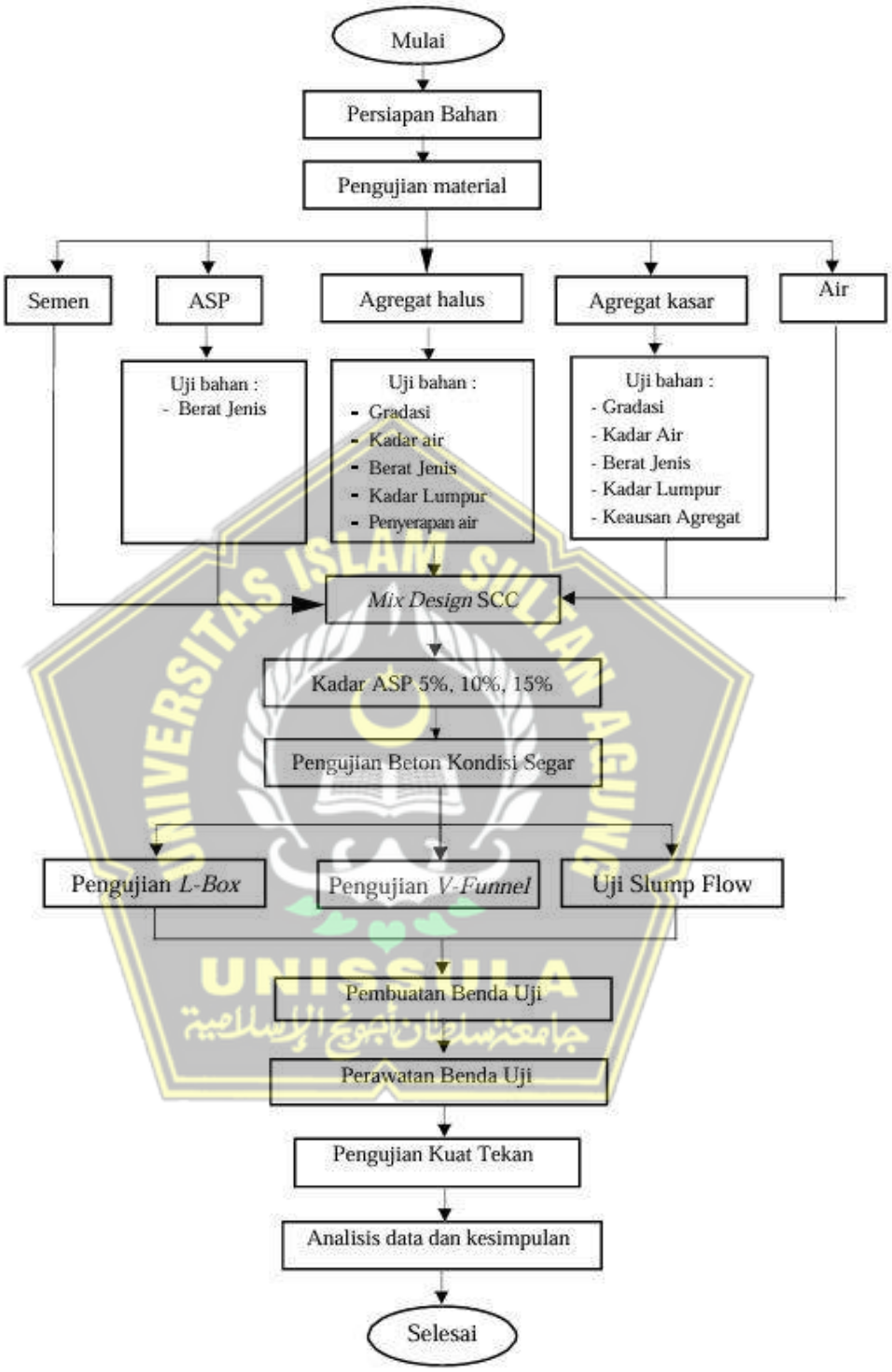
Setelah 28 hari, kekuatan tekan beton dievaluasi pada titik ini. Pengujian dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah berikut, mengikuti panduan yang ditentukan dalam standar ASTM C 39-86:

a. Mengukur dimensi benda uji bentuk silinder
b. Menimbang berat *sample* uji sebelum diberi beban
c. Menempatkan *sample* uji pada alat ukur dengan posisi yang tepat
d. Pembebanan dilakukan menggunakan mesin hidrolik hingga benda uji mengalami kerusakan atau retakan
e. Mencatat beban maksimum yang tercatat pada alat ukur.

6. **Tahap VI : Analisis data dan kesimpulan**

Untuk membuat kesimpulan dari temuan penelitian, analisis data dilakukan setelah perolehan hasil pengujian pada tahap IV dan V.

3.4 Bagan Alur



Gambar 3. 14 Bagan alir penelitian

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dillakukan sesuai dengan tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian tersebut ialah sebagai berikut.

1. Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Material

Beberapa material yang perlu diperiksa, seperti pasir, batu pecah, dan agregat campuran, bertujuan untuk memastikan apakah material-material tersebut layak digunakan dalam *concrete mix*. Jenis pemeriksaan material sebelum pemakaian meliputi hal-hal berikut.

a. Pengecekan agregat halus

1) Pengecekan gradasi agregat halus (pasir)

a) Tentukan berat *sample* uji

b) Mengeringkan *sample* uji dengan memasukkannya pada oven dengan pengaturan suhu tertentu.

c) Dengan menggunakan satu set ayakan, urutkan benda uji dari yang terbesar ke terkecil di bagian atas dan bawah.

d) Ayak benda uji selama lima belas menit.

e) Tentukan persentase berat benda uji yang tertinggal di setiap ayakan.

2) Analisis berat jenis dan penyerapan air agregat halus

a) Mengeringkan satu kilogram agregat halus hingga mencapai berat tertentu pada suhu 110°C ± 5°C

b) Merendam agregat dalam air selama satu hari penuh

c) Menguras kelebihan air secara bertahap dan mengeringkan hingga mencapai kondisi kering jenuh (SSD)

d) Mengisi piknometer dengan 90% air setelah menambahkan pasir, dan kemudian menghilangkan gelembung udara yang terbentuk di antara pasir

e) Tuangkan air ke dalam piknometer hingga terisi penuh, lalu menimbangnya kembali dengan tingkat keakuratan 0,1 gram (100% penuh).

f) Lepas agregat halus dari piknometer, mengeringkannya pada suhu 110°C ± 5°C hingga mencapai berat yang ditetapkan,

membiarkannya dingin pada suhu kamar selama setengah jam hingga satu jam, lalu menimbangnya.

g) Menimbang berat piknometer yang hanya berisi air pada suhu 23°C ± 2°C.

3) Pengecekan kosentrasi lumpur agregat halus (pasir)

a) Sampel didapat dari benda uji dan dihilangkan kadar airnya dengan mengeringkan dalam oven dengan temperatur (110±5)°C hingga mencapai berat yang stabil. Setelah itu, sampel ditimbang dan sekitar ±1000 gram (B1) diambil untuk analisis.

b) Setelah itu, sampel dibersihkan secara teratur hingga air cucian tampak jernih, yang menandakan bahwa sampel telah bersih. Untuk memastikan tidak ada komponen yang terlewatkan, spesimen uji kemudian dengan hati-hati dikeluarkan dari wadah pencucian.

c) *Sample* uji dikeringkan kembali menggunakan oven dengan temperatur (110±5) °C hingga beratnya stabil, lalu cek beratnya untuk mendapatkan berat akhir.

d) Rumus menghitung kadar lumpur adalah sebagai berikut.

$$=\frac{b1-b2}{b1} x\ 100\% \quad \text{.....(4.3)}$$

4) Pengecekan kadar air agregat halus (pasir)

a) Menimbang dan menctulis berattalam (W1).

b) Masukkan benda uji ke dalam talam, kemudian timbang dan tulis beratnya (W2).

c) Menghitung berat benda uji (W3=W2–W1).

d) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C hingga beratnya stabil.

e) Setelah benda uji kering, timbang bersama talam dan tulis beratnya (W4).

f) Hitungberat bendauji yang telahkering(W5=W4–W1).

5) Pengecekan berat satuan agregat halus(pasir)

Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir) dilakukan dengan cara tusukan dengan langkah-langkah berikut:

a) Ratakan permukaan silinder setelah diisi hingga sepertiga dari kapasitasnya.
b) Dengan menggunakan batang penusuk dengan diameter 16 mm dan panjang 610 mm, tusuk lapisan agregat sebanyak 25 kali.
c) Seperti pada tahap sebelumnya, isi silinder sebanyak dua pertiga bagian, ratakan, dan tusuk sekali lagi.
d) Lakukan tusukan lagi, ratakan permukaannya, dan isi silinder sampai penuh.
e) Tentukan berat agregat dan isi rongga udara dengan cara menimbang silinder dan isinya serta mencatat berat silinder kosong
f) Catat hasil pengukuran dengan ketelitian 0,05 kg., kemudian hitung berat agregat serta kandungan rongga udara.

b. Pengujianagregatkasar(kerikil/split)

1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agreat kasar*(kerikil/split)*

a) Cuci benda uji dengan berat sekitar 5Kg untuk menghilangkan debu atau kotoran lain yang menempel pada permukaannya.
b) Keringkan benda uji dengan oven dengan pengaturan temperatur (110±5)^{o}C hingga berat stabil. Apabila penyerapan dan berat jenis yang digunakan merujuk pada keadaan air asli, pengeringan dengan oven tidak diperlukan.
c) Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu dilakukanpenimbangandenganketelitian 0,5gram (Bk).
d) Letakan benda uji dalam air agar terendam padasuhukamarselama 24± 4 jam.
a) Angkat benda uji dari air, kemudian usap dengan kain hingga Selaput air yang melapisi permukaan agregat menghilang, sedangkan untuk butiran yang lebih besar, proses pengeringan harus dilakukan secara satu per satu.
b) Letakkan benda uji dalam keranjang, kemudian goncangkan batunya agar udara yang berada di dalamnya keluar dan hitung beratnya di dalam air (Ba).

2) Uji keausan kerikil/split

a) Masukkan *sample* uji bersama bola baja ke dalam mesin abrasi *Los Angeles.*

b) Total dilakukan pemutaran berbeda – beda sesuai gradasi agregat. Dimana putaran 500 kali dilakukan untuk Gradasi A,gradasi B,gradasi C dan gradasi D sedangkan untuk gradasi E, garadasiF ,dan gradasi G jumlah putaran adalah 1000 kali.

c) Setelah rotasi selesai, keluarkan selisih uji dan saring dengan menggunakan ayakan No. 12 (1,70 mm). Butir-butir yang terperangkap pada ayakan selanjutnya harus dibersihkan dan timpaskan di oven dengan suhu 110 ± 5 °C hingga beratnya stabil.

d) Penyaringan dan pengayakan dengan ayakan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian dilakukan apabila contoh material benda uji homogen dan pengujian selesai dengan 100 kali putaran.

e) Agregat yang tertahan pada ayakan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20, menurut rasio hasil pengujian antara 100 dan 500 putaran.

3) Analisis lumpur agregat kasar (split/kerikil)

a) Sampel sekitar ± 1000 gram sampel (B1) diperoleh dari sampel yang ditampiskan dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C hingga beratnya stabil.

b) cuci beberapa kali hingga bersih dan air cucian tampak jernih. Kemudian, lepaskan spesimen uji dengan hati-hati dari gelas ukur.

c) Selanjutnya sebagai tambahan, benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 110 ± 5 ° C sekali lagi sebelum ditimbang sampai beratnya stabil.

d) Dilakukan perhitungan nilai kadar lumpur berdasarkan persamaan berikut

$$= \frac{b2-b1}{b1} x100\% \quad (4.4)$$

4) Pengecekan kadar air agregat kasar*(kerikil/split)*

a) Dilakukan penimbangan berat talam (W1) lalu tulis.

b) Masukkan benda uji ke dalam talam, kemudian timbang dan tulis

beratnya (W2).

c) Ukur berat benda uji (W3=W2–W1).

d) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu (110±5)°C hingga memiliki berat stabil.

e) Setelah kering, lakukan penimbangan terhadap sampel serta talam dan tulis beratnya.

f) Lakukan perhitungan berat benda uji kering(W5=W4–W1).

5) Pengecekan berat satuan agregat kasar*(kerikil/split)*

a) Ratakan permukaan setelah mengisi sepertiga volume silinder.

b) Buatlah 25 lubang pada lapisan agregat yang telah diisi dengan batang penusuk baja berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.

c) Seperti sebelumnya, isi silinder hingga dua pertiga kapasitasnya, ratakan bagian atas, dan tusuk.

d) Isi silinder hingga penuh, ratakan permukaannya, dan tusuk seperti langkah sebelumnya..

e) Tentukan berat silinder kosong serta berat silinder dan isinya.

f) Hitung berat agregat dan ruang udara setelah mencatat hasil penimbangan dengan ketelitian 0,05 kg.

2. Perancangan Campuran (*Mix Design*) S*elf Compacting Concrete*

Dalam penelitian ini, rancangan *mix* beton memakai nilai rasio air-semen (fas) 0,33. Kadar yang direncanakan disesuaikan dengan jumlah abu sekam padi (ASP) yang ditambahkan ke dalam adukan beton. Variasi kadar ASP yang ditambahkan adalah 5%, 10%, dan 15%, yang diuji menggunakan slump flow dan V-Funnel. Menganalisis karakteristik campuran adalah tujuan dari pengujian ini, terutama yang berkaitan dengan nilai slump loss (diameter penyebaran yang berkurang akibat seringnya pengadukan). Pengujian ini bertujuan untuk memahami bagaimana pasta mempengaruhi kemampuan campuran dalam mengalir.

Untuk setiap variasi, digunakan tiga benda uji silinder yang terdiri dari agregat berkualitas tinggi berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Agar campuran beton akhir memiliki kemampuan mengalir dan pengerjaan

terbaik, partikel halus dan kasar dicampur dengan hati-hati. Campuran percobaan dibuat untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Tujuan dari uji coba campuran adalah untuk memastikan proporsi agregat kasar dan halus dan untuk merampingkan variasi komposisi campuran yang akan digunakan dalam uji coba selanjutnya. Menemukan campuran beton yang sesuai untuk pengujian flowability dan passing ability adalah tujuan utama dari uji coba campuran.

Metode perancangan beton yang digunakan mengacu pada standar India (IS-10262-1982) untuk M30 Self Compacting Concrete yang berhubungan dengan pengujian beton segar.

Tabel 3. 1 Kebutuhan untuk adukan 1m3 adukan beton normal

Kebutuhan Material Dasar Beton Normal				
ASP (Kg/m^3)	Air(Liter)	Semen(Kg/m^3)	Agregat Halus(Kg/m^3)	Agregat Kasar(Kg/m^3)
-	160	485	1016	770

Tabel 3. 2 Kebutuhan material Beton SCC dengan variasi penambahan abu sekam padi dan consol S-88

Kebutuhan Material Dasar Beton SCC						
Presentase Sekam Padi (ASP)	*Consol S-88* 1%, (L)	Air(Liter)	Semen(Kg)	AgregatHalus(Kg)	AgregatKasar(Kg)	ASP(Kg)
5%	0.28	11,38	34,51	72,30	54,78	1,73
10%	0.28	11,38	34,51	72,30	54,78	3,45
15%	0.28	11,38	34,51	72,30	54,78	5,18

3. Pemantauan Sifat *Segar Self Compacting Concrete*

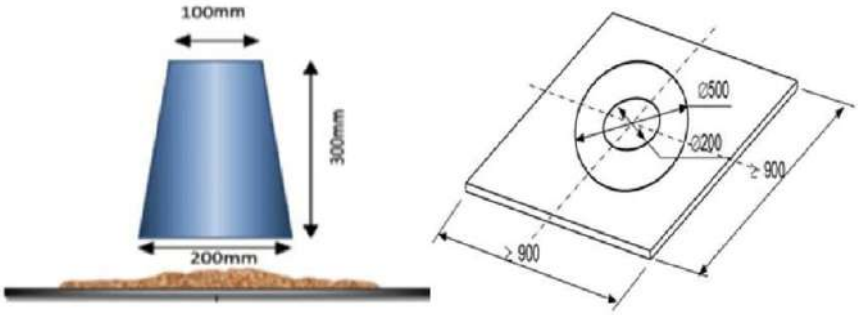
Pengujian Sifat *Segar Self compacting concrete* diperlukan untukmendapatkan *concrete mix* dengan flowability dan workability yang diinginkan, maka perlu adanya pengujian sifat segar self compacting concrete. Berikut adalah Langkah-Langkah pengujian sifat segar Self

Compacting Concrete

a. Penumbuk dan cetakan berbentuk kerucut berdiameter 3,8 cm di bagian atas, 8,9 cm di bagian bawah, dan tinggi 7,6 cm digunakan untuk mencampur kerikil 10 mm dan pasir dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
b. Siapkan Cetakan siinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm
c. Kerikil dengan ukuran 10mm ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam alat
d. Semen dan ASP ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam alat pengadukan
e. Air disiapkan dalam gelas ukur, kemudian superplasticizer Consol SS-8 ditimbang dan dicampur dengan air tersebut. Sebelum memasukkan campuran air dan Consol SS-8 ke dalam alat pengadukan, agregat kasar, agregat halus, ASP, dan semen dicampurkan terlebih dahulu dalam pengaduk hingga merata. Setelah pencampuran bahan kering selesai, air yang telah dicampur dengan Consol SS-8 ditambahkan secara bertahap ke dalam pengaduk hingga adonan beton tercampur dengan baik.
f. Pengujian slump flow dilakukan untuk memeriksa *flowability* dan *passingability* dari hasil adukan beton tersebut.

Cara pengujian *flowability* dengan *slump flow test*.

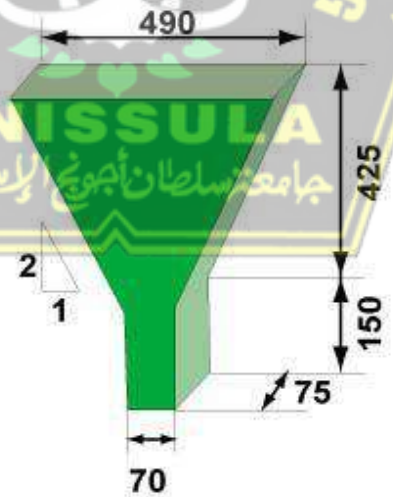
1) Letakkan kerucut Abrams di atas plat dengan bagian atas yang rata.
2) Kerucut Abrams diposisikan di tengah papan aliran dengan bagian bawah (diameter 10 cm) dan bagian atas (diameter 20 cm) terbalik.
3) Isi kerucut Abrams hingga penuh.
4) Gunakan papan alir untuk menaikkan alat uji slump cone secara perlahan dan tegak lurus ke atas, sehingga campuran beton SCC mengalir dan membentuk lingkaran.
5) Catat dan ukur diameter penyebaran maksimum beton segar. Uji aliran slump ditunjukkan pada Gambar 3.15 untuk lebih jelasnya.



Gambar 3. 15 Alat pengujian *Slump Flow*

Cara pengujian *flowability* menggunakan *V-Funneltest*.

1) Bersihkan rongga dan penutup alat uji V-Funnel..
2) Dengan penutup bawah tertutup, tuangkan beton baru ke dalam rongga alat uji V-Funnel.
3) Ratakan permukaan beton baru di seluruh alat uji V-Funnel.
4) Letakkan wadah di bawah alat uji V-Funnel.
5) Angkat penutup bawah alat uji.
6) Catat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk semua beton baru mengalir ke dalam wadah di bawahnya setelah penutup dibuka.



Gambar 3. 16 Alat pengujian *V-Funnel*

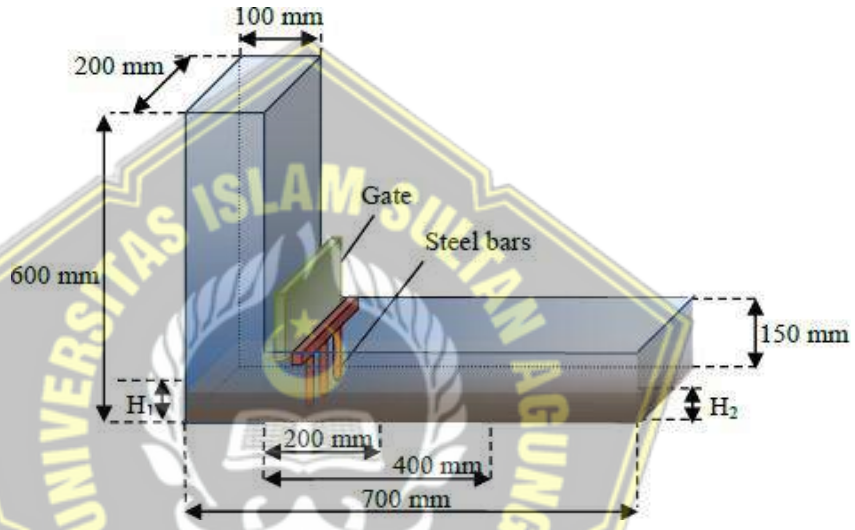
(EFNARC,2002)

Cara pengujian *passing ability* dengan *L-Box test*.

1) Letakkan alat uji L-Box di atas permukaan yang rata.
2) Dengan slide tertutup, tuangkan beton baru ke dalam rongga prisma

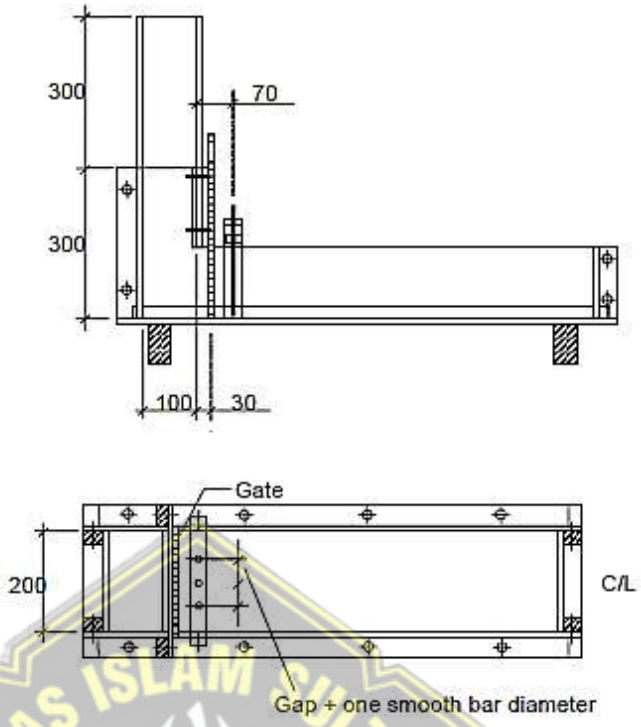
tegak.

3) Tutup lubang geser setelah rongga prisma tegak terisi penuh.
4) Tandai waktu aliran beton baru pada jarak 20 dan 40 cm dari pintu masuk slide.
5) Lakukan pengukuran dan catat tinggi beton segar di bagian luar alat penguji L-Box (h2) dan tinggi beton segar di dalam rongga prisma tegak (h1). Gambar 3.17 dan 3.18 di bawah ini memberikan konteks lebih lanjut untuk pengujian L-Box.



Gambar 3. 17 Alat pengujian *L-box*

(EFNARC,2002)



Gambar 3. 18 Alat pengujian L-Box

(EFNARC,2002)

Tabel 3. 3 Kriteria syarat *Self Compacting Concrete*

No.	Method	Unit	Typicalrangeofvalues	
			Minimum	Maximum
1.	*Slump flow* test	Mm	650	800
3.	*V-Funnel*test	Sec	6	12
5.	*L-Box* test	H2/H1	8	1.0

Sumber : (EFNARC,2002)

4. Pembuatan Benda Uji

Bergantung pada variasi campuran beton, silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm-sebanyak 28 buah-dan balok dengan dimensi 15x15x60 cm-sebanyak 8 buah-digunakan di laboratorium untuk membuat benda uji. Setelah persiapan dan pengukuran, bahan-bahan tersebut-yang dimulai dengan pasir dan kerikil-dimasukkan ke dalam mesin pengaduk (molen). Semen dan abu sekam padi ditambahkan setelah kerikil dan pasir

tercampur. Setelah semua bahan tercampur rata, air ditambahkan secara bertahap hingga mencapai jumlah yang diinginkan. Untuk mencapai homogenitas, campuran beton diaduk selama sekitar sepuluh menit.

5. Perawatan Benda Uji

Prosedur berikut ini digunakan untuk menangani beton untuk menjamin hidrasi semen dan kekuatan tekan yang terbaik.

a. Beton ditimbang setelah cetakan dibuka selama lebih dari dua puluh empat jam.
b. Beton direndam dalam kolam perendaman beton.
c. Setelah dikeluarkan dari air rendaman, beton didiamkan pada suhu kamar selama tujuh hari. Beton disiapkan untuk pengujian tekan setelah 28 hari.
d. Pengukuran dilakukan untuk memastikan tinggi dan diameter silinder sebelum pengujian.

6. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

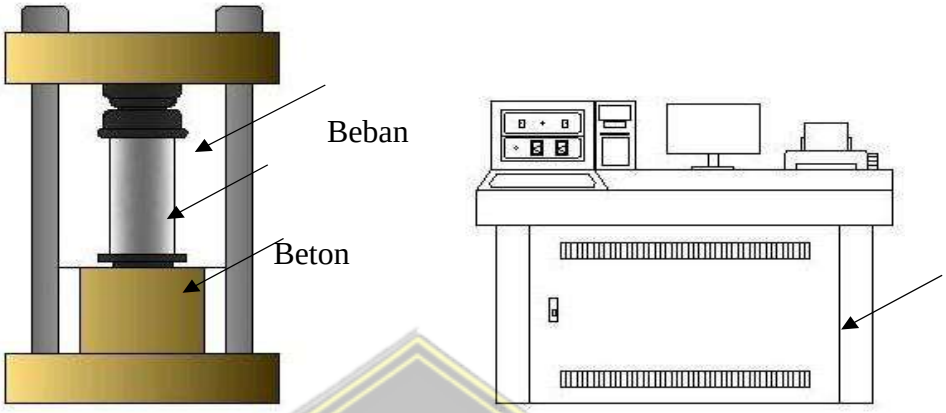
Pengujian kuattekan beton dilakukan dengan mesin uji tekan Force Gauge yang memiliki kapasitas beban hingga 2000 kN. Mesin ini dapat secara langsung menunjukkan kuat tekan beton pada benda uji dengan beban yang dapat dibaca pada skala pembebanan.Pengujian dilakukan di Laboratorium PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya yang berlokasi di Jalan Raya Demak-Kudus, Mijen, Trengguli, Kec Wonosalam, Demak. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Saat jarum penunjuk tekanan mencapai titik tertinggi, benda uji dapat menahan beban tertinggi. Setelah menahan beban tertinggi, benda uji akan hancur atau retak.

3.6. Analisis Hasil

Setelah penelitian selesai, makan sudah di perolehnya data yang dapat digunakan untuk menganalisa pembahasan dan kesimpulan dari penelitian yang sudah di laksanakan.

1. Data pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar.
2. Data hasil pengujian beton segar self compacting concrete

3. Data hasil uji kuat tekan beton self compacting concrete, yang selanjutnya dibuat grafik hubungan variasi abu sekam padi(ASP) terhadap kuat tekan beton.



Gambar 3. 19 Set Up pengujian kuat tekan beton SCC

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB IV
PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

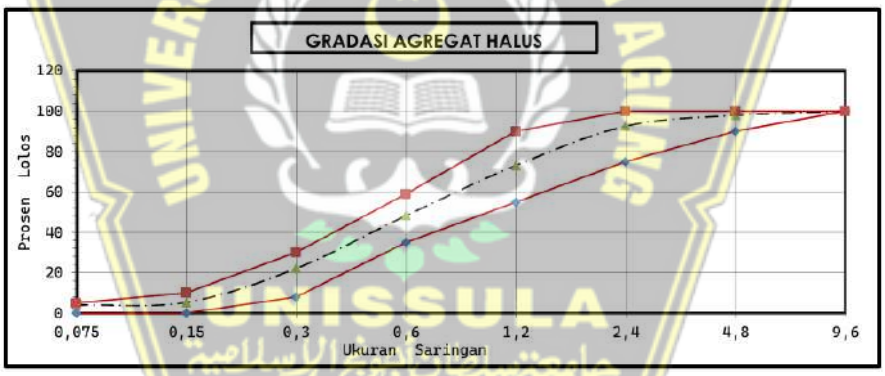
4.1. Hasil Pengujian Material Dasar Material

Pelaksanaan pengujian ini di laksanakan di Laboratortium PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya, Demak. Pada babini, akan dipaparkan hasil penelitian beserta analisis terhadapt emuan yang ada. Data hasil uji material dasar dan komponen beton dapat dilihat pada lampiran.

1. Hasil PemeriksaanAgregat Halus Merapi

a. Pemeriksaan gradasi agregat halus pasir Merapi

Berdasarkan pemeriksaan yang telah dilakukan, pasir Merapi termasuk dalam kategori pasir zona II, yaitu pasir yang agak kasar dengan Modulus Halus Buir (MHB) sebesar 2,61. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.1. Hasil gradasi agregat halus tersedia di lampiran.



Gambar 4. 1 Hubungan ukuran saringan denganpersen lolos saringan

b. Kadar air agregathalus

Rata-rata hasilpemeriksaankadar air yang diperolehadalahsebesar 3,072%. Data lengkaphasilpemeriksaandapatdilihat pada lampiran.

c. Berat jenis dan penyerapan air agregathalus

Berat jenis Hasil pengujian berat jenis permukaan jenuh mempunyai nilai sebesar 2,660, sementara penyerapan air tercatat sebesar 1,21%. Pengujian beratjenis dan penyerapan air pada agregatkasar ¾ menghasilkannilai rata-rata untuk masing-masing parameter. Nilai rata-rata untuk pengujian berat jenis adalah pengujian berat jenis (*Bulk*) nilai rata-rata

2,600 gram, berat jenis kering (SSD) nilai rata – rata berat jenis agregat halus (Apparent) adalah 2,654 gram. Sementara pada uji penyerapan air (*Absorption*), angka yang diperoleh sejumlah 2,091%. Maka dari itu, pengujian ini sesuai dengan regulasi pengujian yang disyaratkan oleh Spesifikasi Bina Marga, yaitu 3%, karena hasil pengujian ini kurang dari 3% (2,091% < 3%) (Unwira Repository). Data hasil pemeriksaan dapat diamati pada lampiran.

d. Berat isi agregat halus

Berat isi agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 1,508. Berat isi sendiri yaitu jumlah massa agregat yang dibutuhkan untuk mengisi volume kontainer agregat setelah semua agregat dikumpulkan berdasarkan volume. Hal ini bergantung pada cara pengemasan agregat, apakah agregat tersebut dalam keadaan lepas atau sudah dipadatkan. Namun, apabila berat jenis dari material tersebut telah diketahui, maka hal tersebut dilakukan berdasarkan ukuran serta bentuk partikel. Data hasil pemeriksaan dapat ditinjau pada lampiran.

e. Kadar lumpur agregat halus

Pemilihan agregat dengan kadar lumpur minimal sangat penting untuk memastikan kekuatan beton. *Output* analisis memperlihatkan kadar lumpur agregat halus sebesar 4,55%, yang masih memenuhi batas maksimum 5% menurut SK SNI S-04-1989-F. Oleh karena itu, pasir tersebut layak dipergunakan tanpa perlu pembersihan. Data hasil pemeriksaan dapat ditinjau pada lampiran.

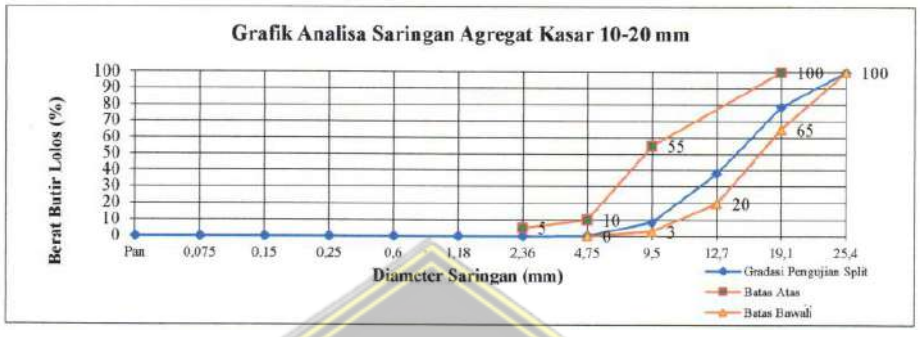
Tabel 4. 1 Hasil pengujian agregat halus

No.	Pengujian	Nilai
1.	Gradasi Agregat Halus	Zona II
2.	Kadar Air Agregat Halus	3,072%
3.	*Spesific of Gravity*	2,660
4.	Peresapan Air Agregat Halus	1,21%
5.	Berat Isi Agregat Halus	1,508
6.	Kadar Lumpur	4,55 %

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

a. Gradasi agregat kasar pasir gringsing

Pada pengujian gradasi agregat kasar di hasilkan modulus halus butir (MHB) sebesar 7,74 .Dapat dilihat pada gambar 4.2. Hasil gradasi agregat kasar dapat di lihat pada lampiran .



Gambar 4. 2 Hubungan ukuran saringan dan persentase yang lolos dari saringan

b. Kadar Air Agregat Kasar

Rata-rata hasil pengujian kadar air sebesar 2,03. Kosentrasi air yang terkandung pada agregat kasar diperoleh dari Gringsing, Batang. Data lengkap hasil pemeriksaan dapat ditinjau pada lampiran.

c. *Spesific of Gravity* dan peresapan air agregat kasar

Berat jenis permukaan jenuh (SSD) mendapatkan hasil sebesar 2.660 dan penyerapan air dengan hasil 1.39 % . (D Sabtuti PJ 2007) melakukan pengujian berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dengan di peroleh hasil 2,73 dan penyerapan air dengan hasil 1,83 %. Data hasil pemeriksaan dapat dilihat pada lampiran.

d. Berat isi agregat kasar

Berat isi agregat kasar rata-rata di dapatkan hasil sebesar 1.633 . Pengujian berat isi ini dilakukan dengan maksud dan tujuan untuk mendapati berat isi agregat dalam keadaan solid atau gembur serta rongga udara yang ada di dalamnya. Pengujian berat isi dan rongga udara agregat dapat dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi padat dan kondisi gembur.

e. Kadar lumpur agregat kasar

Pemilihan agregat dengan kadar lumpur minimal sangat penting untuk memastikan kekuatan beton. Hasil analisis menunjukkan kadar lumpur agregat halus sebesar 0,9%, yang masih memenuhi batas maksimum 1% menurut SK SNI S-04-1989-F. Oleh karena itu, pasir tersebut layak dipergunakan tanpa perlu pembersihan. Data hasil pemeriksaan dapat ditinjau pada lampiran

f. Pengujian keausan agregat kasar

Hasil pengujian menunjukkan keausan batu pecah sebesar 21,27%, masih di bawah batas maksimal 40% menurut SNI 03-2417-1991. Oleh karena itu, batu pecah ini layak dipergunakan untuk pembuatan beton dengan mutu minimal 20 MPa atau Kelas III. Data hasil pemeriksaan dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat kasar

No.	Pengujian	Nilai
1.	GradasiAgregat Kasar	7,74
2.	Kadar Air Agregat Kasar	2,63
3.	*Spesific of Gravity*	2,660
4.	Peresapan Air Agregat Kasar	1,39%
5.	Berat Isi Agregat Kasar	1,633
6.	Kadar Lumpur	0,9%
7.	PemeriksaanKeausanAgregat Kasar	21,27%

4.2. Output Uji Fresh Properties Self Compacting Concrete

Output dari uji sifat segar berdasarkan variasi. Beton yang memenuhi persyaratan untuk kemampuan mengisi, kemampuan lolos, dan ketahanan terhadap segregasi dapat disebut sebagai beton SCC, sesuai dengan tabel spesifikasi dari EFNARC (2002). Sebagaimana dinyatakan dalam tabel 4.3.3, pengujian *workability* diperlukan untuk memenuhi persyaratan tersebut.

Tabel 4. 3 *Output* uji *fresh properties* sesuai dengan variasi penambahan ASP dan Consol S-88

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Spesifikasi EFNARC 2002	Pengujian SCC			
				Mix 1	**Mix 2**	**Mix 3**	**Mix 4**
1.	Slump Flow	Mm	650-800 (± 10)	680	670	690	703
2.	*V-Funnel*	Detik	6-12	7.5	8,67	8,91	10,31
3.	L-Box	H2/H1	≥ 0,8	0,8	0,84	1,0	1,0

Keterangan :

Mix 1 : ASP 0% + Consol S-88 1%

Mix 2 : ASP 5% + Consol S-88 1%

Mix 3 : ASP 10% + Consol S-88 1%

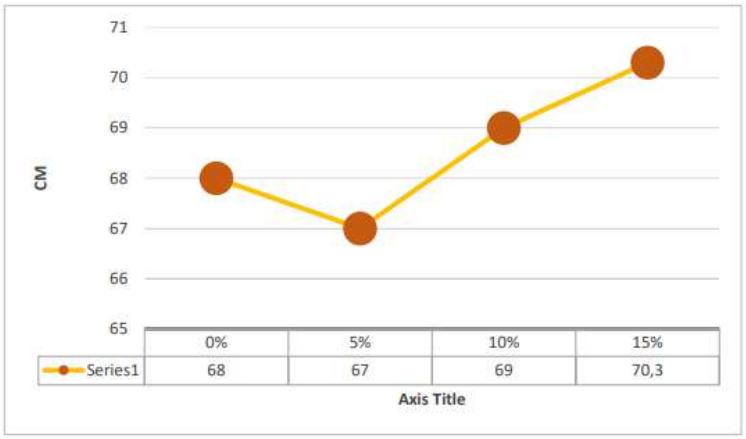
Mix 4 : ASP 15% + Consol S-88 1%

Dapat dilihat dari hasil pengujian tersebut bahwa nilai setiap parameter yang didapatkan dari ketiga campuran yang menggunakan abu sekam padi sebanyak 5%,10% dan 15% menghasilkan nilai yang berbeda. Hal ini mengindikasikan Bahwa workabilitas dari ketiga jenis campuran tersebut memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil pengujian slump flow dari ketiga campuran tersebut memiliki sifat passing ability yang baik, sehingga dapat memenuhi kriteria dan syarat beton SCC. Pada variasi kadar 10% dan 15% memiliki nilai keenceran lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kadar 5%.

Pada uji V-Funnel, bahwa concrete mix SCC dengan abu sekam padi kadar 5% memiliki nilai segregation resistance yang lebih baik karena pada kadar ini dapat mengalir lebih cepat keluar melalui alat V-Funnel ketimbang dengan kadar 10%-15%.

Begitu pula pada pengujian L-Box, ketiga concrete mix SCC dengan abu sekam padi pada kadar 5%, 10%, dan 15% telah memenuhi syarat. Hal ini dapat ditunjukkan dengan adanya hasil dari ketiga campuran tersebut ≥0,8. Sehingga pada concrete mix SCC ini memiliki sifat passing ability yang baik

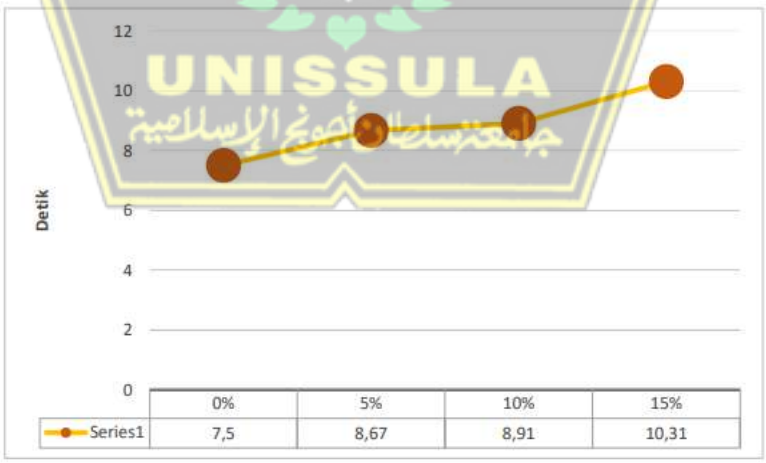
1. *Slump flowTest*



Gambar 4. 3 Presentase abu sekam padi dan nilai *slump flow* (mm) dengan dosis Consol S-88 1%

Pada gambar di atas menunjukan bahwa semakin besar presentase abu sekam padi maka semakin meningkatnya nilai slump flow. Penyebaran komposisi abu sekam padi pada beton segar SCC mencapai diameter maximum pada presentase ASP 15% .Dengan demikian komposisi ini memenuhi standar SCC menurut EFNARC (2002).

2. *V-Funnel* Test



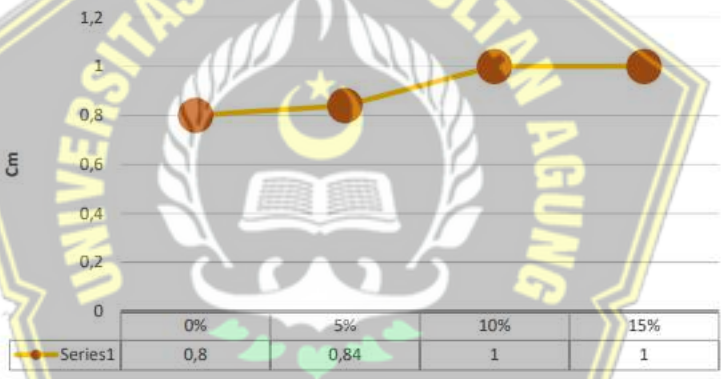
Gambar 4. 4 Presentase abu sekam padi dan nilai*V-Funnel* (sec) dengan dosis Consol S-88 1%

Berdasarkan gambar di atas, hasil yang diperoleh bervariasi antara 7,5 hingga 10,31 detik untuk persentase abu sekam padi antara 0% hingga 15%.

Nilai-nilai tersebut sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh (EFNARC, 2002). Pengujian V-Funnel pada beton segar Self Compacting Concrete (SCC) menunjukkan waktu alir yang paling optimal, yaitu 8,67 detik, yang tercapai dengan menggunakan kadar abu sekam padi sebesar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi pada kadar tersebut dapat meningkatkan karakteristik aliran beton SCC.

Pada gambar 4.5 memperlihatkan kenaikan yang signifikan antara peningkatan kadar abu sekam padi dan waktu V-Funnel pada beton Self Compacting Concrete (SCC). Partikel abu sekam padi yang kecil dengan ruang pori sehingga menyebabkan terdapat kemampuan penyerapan air bebas, hal ini dapat meningkatkan viskositas beton SCC. Viskositas yang tinggi dapat mencegah segregasi dan bleeding tanpa mengurangi workability.

3. *L-Box Test*



Gambar 4. 5 Presentase abu sekam padi dan nilai *L-Box* dengan dosis Consol S-88 1%

Berdasarkan pada gambar di atas, memperlihatkan hasil pengujian L-Box dengan nilai yang berbeda, yaitu 0,8 - 1,0 dengan persentase abu sekam padi 0% - 15%, dimana hasil pengujian tersebut sudah memenuhi kriteria <0,8 menurut (EFNARC, 2002) . Concrete mix SCC paling maksimum yaitu 10% dan 15% dengan nilai 1,0. Peningkatan kadar abu sekam padi membuat campuran beton SCC menjadi lebih konsisten, sehingga dapat memperkuat agregat kasar saat melalui besi tulangan di titik dasar L-Box. Hal ini menyebabkan passing ability beton SCC semakin bertambah seiring peningkatan abu sekam padi dalam campuran.

Peningkatan jumlah material Consol S-88 dalam ketiga uji coba, yaitu Slump Flow, V-Funnel, dan L-Box, dengan ragam kadar abu sekam padi, memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap flowability beton. Pengaruh ini disebabkan oleh reaksi superplasticizer yang meningkatkan sifat cair campuran, sehingga memperbaiki flowability. Semakin banyak Consol S-88 yang ditambahkan, semakin besar pengaruhnya terhadap flowability dan workability. Namun, karena abu sekam padi cenderung menyerap air, efek penggunaan Consol S-88 tidak tampak secara signifikan

4.3. Hubungan Pola Keruntuhan Beton

A. Pola keruntuhan dengan variasi ASP 5%

Gambar 4. 6 Pola keruntuhan beton geser

Gambar 4. 7 Pola keruntuhan beton kolumnar

Pada variasi ini, beton menunjukkan pola keruntuhan kolumnar dan geser. Pola retak ini disebabkan oleh distribusi kekuatan yang tidak merata dalam benda uji. Selain itu, pola ini juga menyebabkan terjadinya segregasi beton selama pembuatan benda uji, di mana material yang lebih berat terkumpul di bagian bawah, sementara yang lebih ringan berada di bagian atas, sehingga menyebabkan beton menjadi keropos. Variasi ini membuat beton mengalami pola keruntuhan kolumnar dan geser. Pola retak ini disebabkan oleh distribusi kekuatan dalam benda uji yang tidak merata. Selain itu, pola ini mengakibatkan terjadinya segregasi beton selama pembuatan benda uji, dimana material yang lebih berat terkumpul di bagian bawah, sementara material yang lebih ringan berada di bagian atas, hal ini menyebabkan beton menjadi keropos.

B. Pola keruntuhan dengan variasi ASP 10%

Gambar 4. 8 Pola keruntuhan beton geser

Gambar 4. 9 Pola keruntuhan beton Kolumnar

Pada variasiini, beton menunjukkan pola keruntuhan geser dan kolumnar. Pola retak ini terjadi karena distribusi kekuatan dalam benda uji tidak merata. Selain itu, pola tersebut juga menyebabkan segregasi beton selama pembuatan benda uji, di mana material yang lebih berat cenderung berada di bagian bawah, sementara yang lebih ringan berada di bagian atas, sehingga mengakibatkan beton menjadi keropos.

.

C. Pola keruntuhan dengan variasi ASP 15%

Gambar 4. 10 Pola keruntuhan beton Kolumnar

Gambar 4. 11 Pola keruntuhan beton

Pada variasi ini beton mengalami pola keruntuhan coulumner . Pola ini di sebabkan akibat tidak homogennya agregat kasar sehingga menyebabkan distribusi kekuatan dalam benda uji tidak merata.

4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengukur kekuatan beton dengan memberikan tekanan pada sampel beton menggunakan mesin uji

tekan. Uji ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa beton memiliki kekuatan yang sesuai. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton yang berumur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi penambahan abu sekam padi dapat dilihat pada tabel di bawah. Penelitian ini menguji penambahan abu sekam padi dengan ragam kadar 5%, 10%, dan 15%, juga penambahan bahan aditif superplasticizer jenis Consol S-88 dengan kadar 1%. Hasil rata-rata kuat tekan pada variasi kadar 5%, 10%, dan 15% serta penambahan superplasticizer Consol S-88 dengan kadar 1% berturut-turut menghasilkan nilai sebesar

Tabel 4. 4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ASP 0%

No	Kode Benda Uji	Kadar ASP	Kadar Consol S-88	Diameter	Luas Permukaan	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(%)	(%)	mm	Mm3	MPa	MPa
1.	BNSP-1	0	1	15	176,79	46,67	40,07
	BNSP-2			15	176,79	41,01	
	BNSP-3			15	179,79	32,53	

Berdasarkan tabel 4.4 Menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi abu sekam padi 0% dan tambahan Consol S-88 1%, diperoleh hasil kuat tekan maksimum sebesar 46,67 MPa dan kuat tekan rata-rata diperoleh hasil 40,07 MPa

Tabel 4. 5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 5%

No	Kode Benda Uji	Kadar ASP	Kadar Consol S-88	Diameter	Luas Permukaan	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(%)	(%)	mm	Mm3	MPa	MPa
1.	BNSP-1	5	1	15	176,79	33,66	42,23
	BNSP-2			15	176,79	48,08	
	BNSP-3			15	179,79	45,25	

Berdasarkan tabel 4.4, menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi abu sekam padi 5% dan tambahan Consol S-88 1%, didapat hasil kuat tekan maksimum sebesar 48,08 MPa dan kekuatan tekan rata-rata didapati hasil 42,23 MPa.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 10%

No	Kode Benda Uji	Kadar ASP	Kadar Consol S-88	Diameter	Luas Permukaan	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(%)	(%)	mm	Mm3	MPa	MPa
2.	BNSP-1	10	1	15	176,79	36,77	40,82
	BNSP-2			15	176,79	43,84	
	BNSP-3			15	179,79	41,86	

Dengan merujuk pada tabel 4.5, hasil pengujian kekuatan tekan beton pada usia 28 hari dengan ragam abu sekam padi 10% dan penambahan material Consol S-88 1% menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum yang diperoleh adalah 43,84 MPa, sementara kekuatan tekan rata-rata mencapai 40,82 MPa.

Tabel 4. *7* Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 15%

No	Kode Benda Uji	Kadar ASP	Kadar Consol S-88	Diameter	Luas Permukaan	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(%)	(%)	mm	Mm3	MPa	MPa
3.	BNSP-1	15	1	15	176,79	21,21	24,7
	BNSP-2			15	176,79	26,87	
	BNSP-3			15	179,79	26,02	

Berdasarkan tabel 4.6, menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi abu sekam padi 15% dan tambahan Consol S-88 1%, diperoleh hasil kuat tekan maksimum sebesar 26,87 MPa dan kekuatan tekan rata-rata didapati hasil 24,7 MPa

Tabel 4.8 Hasil kuat tekan beton Normal Konvesional

NO.	TANGGAL COR	TANGGAL TEST	UMUR (HARI)	BERAT (KG)	GAYA (KN)	KOKOH TEKAN (N/mm²)
1	09/06/2023	01/07/2023	22	12,620	530	29,98
2	09/06/2023	01/07/2023	22	12,560	550	31,11
3	09/06/2023	01/07/2023	22	12,800	540	30,55

Berdasarkan tabel 4.7, data sekunder mengenai beton konvensional yang diperoleh dari PT. Kembar Jaya Mandiri Mulyo menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada umur 22 hari mencapai nilai maksimum 31,11 MPa, dengan kuat tekan rata-rata sebesar 30,55 MPa.

KADAR ASP (%)

Gambar 4. 12 Rasio kuat tekan beton dengan variasi penambahan Abu Sekam Padi

Berdasarkan gambar di atas, hasil uji kuat tekan beton SCC dengan variasi penambahan abu sekam padi menunjukkan bahwa semakin rendah persentase abu sekam padi, semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi mempengaruhi kuat tekan beton dengan mutu yang lebih tinggi. Gambar tersebut menunjukkan bahwa beton pada umur 28 hari dengan variasi kadar abu sekam padi 5% menghasilkan daya dukung tekan paling tinggi, yaitu 48,08 MPa, sementara kuat tekan paling rendah terdapat pada variasi kadar abu sekam padi 15%, dengan nilai 21,21 MPa. Semakin tinggi persentase abu sekam padi, semakin berpengaruh terhadap penurunan kuat tekan beton, karena penambahan abu sekam padi yang berlebihan menyebabkan semen kesulitan mengikat material dalam benda uji secara maksimal.

Penambahan abu sekam padi memiliki dampak signifikan terhadap kuat tekan beton, di mana semakin tinggi kadar abu sekam padi, semakin menurun kuat tekan beton. Pada variasi 5%, 10%, dan 15%, kuat tekan rata-rata yang diperoleh masing-masing adalah 42,23 MPa, 40,82 MPa, dan 24,7 MPa. Dari

hasil ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi, semakin kecil nilai kuat tekan yang diperoleh. Penurunan daya dukung tekan terlihat jelas, yaitu 3,34% dari 5% ke 10%, dan 39,4% dari 10% ke 15%.

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi pada kadar 5%, 10%, dan 15% telah memenuhi syarat yang ditentukan dalam SNI 2847-2019 pasal 19.2.1, di mana batasan nilai Fc' yang dapat digunakan untuk standar tahan gempa adalah Fc' > 21 MPa.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil Analisa penelitian *Self compacting concrete* dengan pemanfaatan abu sekam padi dan *superplasticizer* jenis Consol S-88 dapat disimpulkan sebagai berikut.

a. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan material tambahan berupa abu sekam padi dengan variasi 5%, 10%, dan 15% pada concrete mix telah memenuhi standar EFNARC untuk sifat segar beton. Hal tersebut akibat sifat abu sekam padi yang berfungsi sebagai pengisi rongga dapat meningkatkan kepadatan dan mengurangi porositas beton. Pada pengujian slump flow dari ketiga variasi tersebut, memiliki sifat passing ability yang cukup baik, yaitu pada variasi kadar ASP 5% mencapai diameter 670 mm dan pada variasi ASP 10% dan 15% mencapai diameter 690 mm. Dalam uji dengan V-Funnel, campuran beton SCC menunjukkan hasil teroptimal dengan waktu 8,67 detik pada kandungan ASP 5%, yang mengindikasikan bahwa beton SCC dengan tambahan abu sekam padi memiliki kemampuan pengisian (filling ability) yang lebih baik. Sementara itu, pada pengujian L-Box, campuran beton SCC mencapai nilai maksimal pada kandungan ASP 10% dan 15%, dengan nilai hasil 1,0.

b. Hasil penelitian ini menunjukkan daya dukung tekan beton pada usia 28 hari dengan variasi penambahan abu sekam padi pada presentase 5% dan penambahan superplasticizer 1% mendapat nilai daya dukung tekan sebesar 42,23 MPa, sedangkan pada presentase variasi penambahan abu sekam padi 10% dan penambahan superplasticizer 1% mendapat nilai daya dukung tekan sebesar 40,82 MPa, dan pada variasi peningkatan jumlah abu sekam padi presentase 15% dan penambahan superplasticizer 1% mendapat nilai kuat tekan sebesar 24,7 MPa. Hal ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat tekan beton seiring penambahan presentase abu sekam padi.

c. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dengan variasi 5% - 10% mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari nilai

kuat tekan yang telah ditargetkan. Sedangkan pada variasi 15% mengalami penurunan nilai kuat tekan beton, dimana target nilai kuat tekan beton adalah 30 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, maka penambahan abu sekam padi pada beton dapat meningkatkan kuat tekan jika dilakukan dengan kadar yang tepat, namun penambahan yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kuat tekan.

d. Pada Hasil penelitian kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi pada kadar 5%, 10%, dan 15% yang dihasilkan telah memenuhi syarat SNI 2847-2019 pasal 19.2.1, dimana batasan nilai Fc' yang dapat digunakan untuk standar tahan gempa adalah Fc' > 21 MPa.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk dilakukan, yaitu sebagai berikut :

a. Perlu menghindari penambahan abu sekam padi secara berlebihan (> 15%).
b. Perlu menambah kuantitas sample uji agar mendapatkan data yang semakin akurat dan maksimal.
c. Pastikan melakukan pengujian dan analisis yang tepat sebelum menerapkan penambahan abu sekam padi pada beton SCC.
d. Pertimbangkan penggunaan material superplasticizer yang lebih tepat.
e. Perlu dilakukan langkah-langkah pencegahan untuk mengurangi potensi kesalahan yang timbul dari faktor manusia dan peralatan/material penelitian.