

**PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS
TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**



TESIS

**ANDRYADI
STRUKTUR DAN BAHAN
212710009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2026**

**PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS
TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**



**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar**

MAGISTER TEKNIK

**ANDRYADI
STRUKTUR DAN BAHAN
212710009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2026**

Halaman Pengesahan Pembimbing Tesis

Judul Tesis: **PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS
TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**

Oleh ANDRYADI, NIM 212710009, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR DAN BAHAN Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 12 FEBRUARI 2026 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 12 FEBRUARI 2026
Mengetahui,
Program Studi Teknik Sipil – S2
Universitas Bina Darma
Ketua,


Universitas Bina Darma
Magister Teknik Sipil

Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.

Pembimbing,

Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis: **PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS
TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**

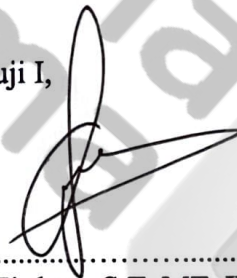
Oleh ANDRYADI, NIM 212710009, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR DAN BAHAN, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 12 FEBRUARI 2026 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 12 FEBRUARI 2026
Mengetahui,
Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma
Direktur,


PROGRAM PASCASARJANA

.....
Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Penguji I,



.....
Dr. Ir. Firdaus, S.T., MT., IPM., ASEAN Eng.

Penguji II,



.....
Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji III,



.....
Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANDRYADI

NIM : 212710009

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis Saya (Tesis, Skripsi, Tugas Akhir) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik (Magister, Sarjana, dan Ahli Madya) di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis/Skripsi/Tugas Akhir, yang Saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 12 FEBRUARI 2026

Yang Membuat Pernyataan,



ANDRYADI
NIM: 212710009

ABSTRAK

Salah satu jenis beton yang kini semakin populer adalah Self Compacting Concrete (SCC). SCC adalah beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dengan sendirinya, mengisi cetakan secara penuh tanpa perlu getaran mekanik. Agregat halus dalam beton memiliki peran penting dalam pencapaian mutu beton SCC. Kehalusan modulus agregat halus, yang mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat, berpotensi mempengaruhi kinerja campuran beton tersebut. Agregat dengan kehalusan modulus rendah memiliki partikel yang lebih kasar dan lebih besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi modulus kehalusan agregat halus terhadap mutu beton Self-Compacting Concrete (SCC). Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu Modulus kehalusan agregat halus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas beton SCC mutu tinggi. Nilai optimum diperoleh pada FM 2,21, dengan hasil rata-rata: Kuat tekan: 67,4 MPa, Kuat tarik belah: 5,19 MPa, Modulus elastisitas: 44,13 GPa. Pengaruh FM yang lebih kecil (agregat halus lebih "halus"), sehingga menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat tekan lebih tinggi.

Kata kunci: *SCC; Kehalusan modulus; Modulus Elastisitas; Kuat Tarik; Kuat Tekan*

ABSTRACT

One type of concrete that is now increasingly popular is Self Compacting Concrete (SCC). SCC is concrete that has the ability to flow on its own, filling the mold completely without the need for mechanical vibration. Fine aggregates in concrete play an important role in achieving the quality of SCC concrete. The fineness modulus of fine aggregates, which refers to the size and distribution of aggregate particles, has the potential to affect the performance of the concrete mix. Aggregates with a low fineness modulus have coarser and larger particles. The purpose of this study was to analyze the effect of variations in the fineness modulus of fine aggregates on the quality of Self-Compacting Concrete (SCC). The results of the study show that the fineness modulus of fine aggregate has a significant effect on the compressive strength, tensile strength, and elastic modulus of high-quality SCC concrete. The optimum value was obtained at FM 2.21, with the following average results: Compressive strength: 67.4 MPa, Split tensile strength: 5.19 MPa, Modulus of elasticity: 44.13 GPa. The effect of a smaller FM (finer fine aggregate) resulted in a denser concrete mixture and higher compressive strength.

Keywords: SCC; Modulus smoothness; Modulus of elasticity; Tensile strength
Compressive strength

MOTTO DAN PERSEMBAHAN



“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang”

Motto :

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.”

(Hadits Riwayat ath-Thabrani, Al-Mu’jam al-Ausath)

“Siapa yang bersungguh-sungguh, dia pasti akan berhasil”

Persembahan :

“ Tiada lembar paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan ddengan mengucapkan syukur atass rahmat Allah SWT. Skripsi ini saya persembahkan sebagai bukti kepada kedua Orang Tua tercinta, keluarga besar, dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tesis ini “

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul **PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar **Magister Teknik Sipil** pada **Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Bina Darma Palembang**

Dalam penyusunan tesis ini, penulis menyadari bahwa proses penelitian hingga penulisan tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Firdaus, S.T.,MT.,IPM., ASEAN Eng selaku **Dosen Pembimbing**, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan tesis ini.
2. **Bapak** Ir. Alfrendo Satyansaga. S.T.. Msc. 'Ph.D **dan Ibu Dr. Ir.** Rosidawani, S.T., M.T selaku **Dosen Penguji**, atas saran dan masukan yang sangat berharga.
3. **Bapak/Ibu Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil** beserta seluruh dosen Program Studi atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi.
4. **Pimpinan dan staf Fakultas Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang.** atas fasilitas dan dukungan administrasi selama penulis menempuh pendidikan.
5. **Kedua orang tua dan keluarga**, atas doa, dukungan moral, serta motivasi yang tiada henti.
6. **Istri dan Anak-Anak tercinta** yang turut mendoakan dan memotivasi selama masa studi

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi

pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang **Beton SCC**

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua.

Palembang, Februari 2026

Andryadi, ST



DAFTAR ISI

	HALAMAN
COVER DEPAN.....	
COVER DALAM.....	
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	
SURAT PERNYATAAN.....	
ABSTRAK.....	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah dan Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 BETON SCC (SELF COMPACTING CONCRETE).....	6
2.1.1 Karakteristik Beton SCC.....	6
2.1.2 Keunggulan Beton SCC.....	7
2.1.3 Komponen Penyusun Beton SCC.....	7
2.2 KEHALUSAN AGREGAT HALUS.....	8
2.2.1 Definisi dan Pengukuran Kehalusan Agregat Halus.....	9
2.2.2 Pengaruh Kehalusan Agregat Halus terhadap Beton SCC.....	9
2.2.3 Modulus Kehalusan dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Beton.....	10
2.2.4 Pengaruh Agregat Halus pada Durabilitas Beton SCC.....	11
2.3 Abu Sekam Padi Atau Rice Husk Ash (RHA).....	12

2.4 Penelitian-penelitian Terdahulu.....	13
2.4.1 Penelitian oleh Okamura dan Ouchi (2003).....	14
2.4.2 Penelitian oleh De Larrard (1999).....	14
2.4.3 Penelitian oleh Sonebi et al. (2004)	15
2.4.4 Penelitian oleh Shima et al. (1994)	16
2.4.5 Penelitian oleh Ma et al. (2007)	16
2.4.6 Penelitian oleh Felekoglu et al. (2007)	17
2.4.7 Penelitian oleh Ghanem et al. (2011).....	18
2.4.8 Penelitian oleh Tazawa dan Igarashi (1999)	18
2.4.9 Penelitian Oleh Ahmed Sultan Ali (2017)	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Mementukan Kehalusan Modulus Agregat Halus.....	21
3.3 Persiapan Bahan-Bahan Beton SCC.....	23
3.4 Tahapan Penelitian	27
3.4.1 Tahap Pertama	27
3.4.2 Tahap Kedua.....	28
3.4.3 Tahap Ketiga.....	28
3.4.4 Tahap Keempat.....	29
3.4.5 Tahap Kelima	29
3.5 Waktu Penelitian.....	32
3.6 Hasil yang diharapkan dari Penelitian	32
3.7 Dokumentasi Kegiatan	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Penelitian	36
4.2 Penelitian	38
4.2.1 Uji Slump Beton untuk SCC (Slump Flow Test).....	38
4.2.2 Uji kuat tekan	39
4.2.3 Uji kuat Tarik belah	42
4.2.4 Uji kuat Modulus Elastisitas	44
4.3 Perbandingan Rha Dengan Fly Ash Pada Beton Scc Fc 60 Mpa	46

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	53
---------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

LEMBAR PERBAIKAN TESIS



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Persentase variasi komposisi Rencana Campuran Material Beton SCC untuk kuat tekan 60 Mpa	28
Tabel 3. 2 Variasi Rencana variabel FM Material Campuran Beton untuk kuat tekan 60 Mpa dan jumlah benda uji	29
Tabel 3. 3 Waktu Penelitian	32
Tabel 4. 1 Komposisi Variasi Material tertahan Untuk FM 2,21	36
Tabel 4.2 Komposisi Variasi Material tertahan Untuk FM 2,77	36
Tabel 4. 3 Komposisi Variasi Material tertahan Untuk FM 3,48	37
Tabel 4. 4 Komposisi campuran untuk setiap m ³ beton dapat ditampilkan pada	38
Tabel 4. 5 Bahan yang di gunakan untuk campuran Beton SCC	38
Tabel 4. 6 Bahan yang di gunakan untuk campuran Beton SCC	39
Tabel 4. 7 Hasil uji kuat tekan beton.....	40
Tabel 4. 8 Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari	40
Tabel 4. 9 Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 56 hari	41
Tabel 4. 10 Hasil uji Tarik belah	42
Tabel 4. 11 Kurva hasil Tarik Belah Umur beton 28 Hari	43
Tabel 4. 12 Kurva hasil Tarik Belah Umur beton 56 Hari	43
Tabel 4. 13 Hasil uji Modulus Elastisitas	45
Tabel 4. 14 Kurva hasil Modulus Elastisitas umur 56 hari	45
Tabel 4. 15 hasil uji Modulus Elastisitas	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 alat cetak beton.....	33
Gambar 3. 3 Ayakan (Sieve Shaker).....	33
Gambar 3. 4 mesin uji Compression Testing Machine (CTM).....	33
Gambar 3. 5 Alat Pengaduk Beton.....	33
Gambar 3. 6 Pengolahan data FM dengan timbangan digital.....	34
Gambar 3. 7 kegiatan Slump Flow Test.....	34
Gambar 3. 8 Pengujian Kuat Tekan beton	34
Gambar 3. 9 Pengujian Tarik Belah Beton	35
Gambar 3. 10 Pengujian Modulus Elastisitas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Mesin Pengayak Agregat Halus dan Kasar	37
Gambar 4. 2 Silinder beton	37
Gambar 4. 3 kegiatan Flow Test	39
Gambar 4. 4 alat kuat tekan beton.....	41
Gambar 4. 5 Kuat Tarik Belah	44
Gambar 4. 6 Alat Uji Elastisitas Beton	46s

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Salah satu jenis beton yang kini semakin populer adalah Self Compacting Concrete (SCC). SCC adalah beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dengan sendirinya, mengisi cetakan secara penuh tanpa perlu getaran mekanik. Keunggulan utama dari beton SCC adalah kemudahan dalam pengerjaan, pengurangan waktu konstruksi, dan peningkatan kualitas struktur, terutama dalam konstruksi dengan bentuk geometris yang kompleks atau ruang yang terbatas.

Agregat halus dalam beton memiliki peran penting dalam pencapaian mutu beton SCC. Kehalusan modulus agregat halus, yang mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat, berpotensi mempengaruhi kinerja campuran beton tersebut. Modulus kehalusan agregat halus adalah ukuran yang menggambarkan distribusi ukuran partikel agregat halus. Agregat dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi cenderung memiliki partikel yang lebih kecil dan lebih halus, sementara agregat dengan kehalusan modulus rendah memiliki partikel yang lebih kasar dan lebih besar. Modulus kehalusan agregat halus ini berpengaruh terhadap banyak aspek beton, termasuk kinerja rheologi (aliran) dari SCC. Semakin halus agregat halus yang digunakan, semakin mudah beton tersebut untuk mengalir dan mengisi ruang cetakan tanpa memerlukan getaran tambahan. Namun, penggunaan

agregat yang terlalu halus juga dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan air dalam campuran, yang dapat memengaruhi kekuatan beton akhir.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Modulus kehalusan agregat halus dapat mempengaruhi workability, kekuatan tekan, dan durabilitas beton, namun dampak pastinya terhadap beton SCC masih perlu dikaji lebih dalam. Oleh karena itu, penting untuk meneliti PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC, agar dapat diperoleh campuran beton yang optimal sesuai dengan kebutuhan proyek konstruksi yang berbeda-beda.

Dengan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS terhadap sifat-sifat penting beton SCC, khususnya dalam hal kekuatan tekan beton. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan campuran beton SCC yang lebih efisien dan berkualitas, serta menjadi referensi bagi para praktisi konstruksi dalam memilih agregat halus yang tepat untuk mendapatkan hasil beton yang optimal.

1.2. RUMUSAN MASALAH DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN

Dalam penelitian ini, fokus utama adalah untuk menganalisis pengaruh variasi modulus kehalusan agregat halus terhadap mutu beton Self-Compacting Concrete (SCC). Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah penelitian ini berfokus Untuk menganalisis hubungan antara Modulus kehalusan agregat halus dengan kekuatan tekan beton SCC.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah variasi modulus kehalusan agregat mempengaruhi kekuatan tekan beton pada umur tertentu, seperti 28 dan 56 hari.

1.4. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Penelitian ini terbatas pada analisis PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS terhadap mutu beton Self Compacting Concrete (SCC), dengan fokus pada kekuatan tekan, Ruang lingkup penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Variasi Kehalusan Modulus Agregat Halus

- Penelitian ini akan menggunakan agregat halus dengan variasi modulus kehalusan yang berbeda yaitu 2-2,4, 2,5-2,9 dan diatas 3. Kehalusan modulus diukur menggunakan metode analisis ayakan (sieve analysis) untuk menentukan distribusi ukuran partikel agregat halus.
- Variasi kehalusan modulus akan mencakup rentang ukuran yang dapat mempengaruhi komposisi campuran beton SCC, mulai dari agregat halus dengan ukuran partikel lebih kasar hingga lebih halus.

2. Kualitas Beton SCC

- Kekuatan Tekan: Beton yang diuji akan diperiksa untuk mengetahui kekuatan tekan mutu 60 mega pascal pada umur 28 dan 56 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui

PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS terhadap kekuatan mekanis beton yang dihasilkan.

3. Bahan Penyusun Beton

- Agregat Halus: Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini akan dipilih berdasarkan variasi modulus kehalusan yang telah ditentukan yaitu 2-2,4, 2,5-2,9 dan diatas 3. Agregat halus akan diambil dari (sumber pengambilan sampel pasir Aliran Sungai BATang Hari Jambi, Pasir umum yang di gunakan masyarakat kota Palembang)
- Semen: Semen Sika, fosroc atau Portland akan digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran beton SCC.
- Air dan Bahan Tambahan: Air yang digunakan dalam campuran beton akan memenuhi standar kebersihan,

4. Metode Campuran Beton SCC

- Komposisi campuran beton SCC akan disesuaikan untuk memastikan beton memiliki sifat flowability yang baik. Rasio antara semen, air, agregat halus akan dijaga konsisten pada setiap sampel beton yang diuji, sementara variasi hanya akan dilakukan pada modulus kehalusan agregat halus.

5. Pembatasan Waktu Pengujian

- Beton akan diuji pada umur tertentu, yaitu pada umur 28 dan 56 hari untuk mengukur kekuatan tekan dan ketahanan durabilitasnya. Pengujian ini akan memberikan gambaran tentang PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS terhadap perkembangan kualitas beton dari waktu ke waktu.

6. Lokasi dan Kondisi Pengujian

- Pengujian akan dilakukan di laboratorium teknik sipil universitas bina darma Palembang

Dengan ruang lingkup penelitian diatas, diharapkan dapat diperoleh informasi yang komprehensif mengenai PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC, yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan campuran beton pada berbagai jenis proyek konstruksi.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kontribusi pada Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Beton

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam memahami PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC. Dengan mengidentifikasi hubungan yang jelas antara kehalusan agregat halus dan kualitas beton, serta memperkaya literatur ilmiah mengenai campuran beton yang lebih efisien.

2. Panduan dalam Mendesain Campuran Beton SCC yang Optimal

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi para praktisi konstruksi dalam merancang campuran beton SCC.

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi praktisi bidang konstruksi, akademisi, dalam merancang dan menggunakan beton SCC yang lebih efektif.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Beton Scc (Self Compacting Concrete)

Self Compacting Concrete (SCC), atau beton yang dapat memadatkan diri sendiri, adalah jenis beton yang dirancang untuk mengalir dengan lancar dan mengisi cetakan dengan sempurna tanpa memerlukan getaran atau pemadatan mekanik. Beton ini memiliki kemampuan untuk mengalir dengan mudah, mengisi ruang-ruang sempit, dan memastikan distribusi agregat yang merata dalam cetakan, bahkan di area yang sulit dijangkau. Keunggulan utama dari SCC adalah kemampuan untuk mengisi cetakan dengan baik dan menghasilkan permukaan yang halus tanpa menimbulkan masalah segregasi atau pengendapan agregat.

2.1.1 Karakteristik Beton SCC

Beton SCC memiliki beberapa karakteristik yang membedakannya dari beton konvensional. Karakteristik utama beton SCC antara lain:

- **Flowability:** Kemampuan beton untuk mengalir dengan lancar, mengisi cetakan tanpa pemadatan mekanik, dan mencapai kemudahan dalam pengecoran.
- **Segregation Resistance:** Beton SCC harus memiliki kemampuan untuk tetap homogen dan tidak terpisah antara semen, air, dan agregat selama pengangkutan dan pengecoran.

- **Passing Ability:** Kemampuan beton untuk mengalir melalui penghalang atau celah sempit, seperti tulangan atau bentuk cetakan yang kompleks, tanpa terhambat.

2.1.2 Keunggulan Beton SCC

Beton SCC menawarkan berbagai keuntungan dibandingkan beton konvensional, antara lain:

- **Efisiensi Waktu:** Tanpa perlu menggunakan getaran mekanik, waktu pengerjaan dan pengecoran dapat lebih efisien, sehingga mengurangi biaya tenaga kerja dan waktu konstruksi.
- **Kualitas Permukaan yang Baik:** Karena sifatnya yang mengalir dengan mudah, beton SCC menghasilkan permukaan beton yang lebih halus dan minim cacat.
- **Pengurangan Pengaruh Kebisingan dan Getaran:** Penggunaan SCC mengurangi tingkat kebisingan dan getaran yang seringkali terjadi selama pemadatan beton konvensional.
- **Penggunaan pada Bentuk Geometris yang Kompleks:** SCC sangat ideal untuk digunakan pada konstruksi dengan bentuk yang rumit atau area yang sulit dijangkau oleh getaran.

2.1.3 Komponen Penyusun Beton SCC

Beton SCC terdiri dari bahan-bahan yang serupa dengan beton konvensional, yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan seperti aditif dan superplasticizer. Meskipun bahan penyusun SCC mirip dengan beton biasa,

perbedaan terletak pada proporsi dan jenis bahan yang digunakan untuk mencapai flowability yang tinggi.

- **Semen:** Sebagai bahan pengikat utama dalam campuran beton SCC, kualitas dan jenis semen berpengaruh terhadap kekuatan dan daya tahan beton.
- **Agregat Kasar:** Agregat kasar memberikan volume dan massa pada beton. Ukuran dan jenis agregat kasar mempengaruhi kekuatan dan kepadatan beton SCC.
- **Agregat Halus:** Agregat halus, seperti pasir, berfungsi untuk mengisi celah antar agregat kasar dan memberikan stabilitas pada campuran beton. Modulus kehalusan agregat halus menjadi faktor penting dalam menentukan kemampuan alir beton SCC.
- **Bahan Tambahan:** Superplasticizer digunakan untuk meningkatkan workability dan flowability tanpa menambah jumlah air dalam campuran. Aditif lainnya dapat digunakan untuk mengatur waktu pengerasan atau meningkatkan ketahanan terhadap serangan kimia.
- **Air:** Air diperlukan untuk mereaksikan semen dan membentuk pasta semen yang mengikat agregat.

2.2 KEHALUSAN AGREGAT HALUS

Kehalusan agregat halus merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi sifat-sifat beton, terutama pada beton dengan sifat aliran tinggi seperti Self Compacting Concrete (SCC). Agregat halus terdiri dari butiran-butiran material seperti pasir, yang memiliki ukuran partikel lebih kecil

dibandingkan agregat kasar. Kehalusan agregat halus mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat tersebut, yang dapat diukur melalui modulus kehalusan. Modulus kehalusan ini memberi indikasi seberapa halus atau kasar suatu agregat halus berdasarkan hasil pengayakan agregat menggunakan serangkaian ayakan dengan ukuran tertentu.

2.2.1 Definisi dan Pengukuran Kehalusan Agregat Halus

Kehalusan agregat halus diukur dengan menggunakan indeks yang disebut modulus kehalusan. Modulus kehalusan adalah angka yang menggambarkan distribusi ukuran partikel agregat halus berdasarkan hasil pengayakan. Pengukuran ini dilakukan dengan mengayak sampel agregat halus melalui serangkaian ayakan yang memiliki ukuran lubang tertentu, kemudian menghitung jumlah agregat yang lolos pada setiap ayakan. Hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk menentukan modulus kehalusan agregat.

Modulus kehalusan dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{(P_4 + P_8 + P_{16} + P_{30} + P_{50})}{P_{100}}$$

Dimana:

- P_4 , P_8 , P_{16} , P_{30} , dan P_{50} adalah persentase agregat yang tertahan pada ayakan dengan ukuran mesh yang sesuai (misalnya, 4, 8, 16, 30, 50 mesh),
- P_{100} adalah persentase agregat yang tertahan pada ayakan 100 mesh.

Nilai modulus kehalusan yang lebih tinggi menunjukkan agregat halus yang lebih halus, sementara nilai modulus yang lebih rendah menunjukkan agregat yang lebih kasar.

2.2.2 Pengaruh Kehalusan Agregat Halus terhadap Beton SCC

Kehalusan agregat halus berpengaruh langsung terhadap berbagai sifat beton, terutama dalam beton SCC. Berikut adalah beberapa dampak yang timbul akibat perubahan kehalusan agregat halus:

- **Workability:** Kehalusan agregat halus meningkatkan workability atau kemudahan alir dari campuran beton SCC. Agregat halus yang lebih halus akan lebih mudah melapisi agregat kasar dan partikel semen, yang membantu beton untuk mengalir dengan lancar tanpa segregasi. Sebaliknya, agregat halus yang lebih kasar memerlukan lebih banyak air dan plasticizer untuk mencapai tingkat kelancaran yang sama.
- **Segregasi:** Agregat halus yang terlalu halus dapat meningkatkan risiko segregasi beton. Ketika terlalu banyak agregat halus yang terlalu kecil digunakan, beton menjadi lebih rentan terhadap pemisahan antara semen, air, dan agregat, yang dapat memengaruhi kualitas dan kekuatan beton.
- **Kekuatan Tekan Beton:** Kehalusan agregat halus dapat memengaruhi kekuatan tekan beton. Penggunaan agregat halus dengan ukuran yang terlalu kecil dapat meningkatkan kebutuhan air dalam campuran, yang jika tidak dikontrol dengan baik, dapat mengurangi kepadatan dan kekuatan beton akhir. Sebaliknya, agregat halus dengan kehalusan modulus yang

tepat dapat meningkatkan ikatan antara partikel beton, menghasilkan kekuatan yang lebih baik.

- **Kepadatan dan Durabilitas:** Agregat halus yang halus berperan dalam meningkatkan kepadatan beton, karena partikel yang lebih kecil lebih mudah untuk mengisi celah-celah antara partikel yang lebih besar. Beton yang lebih padat umumnya lebih tahan terhadap penetrasi air dan zat kimia, yang meningkatkan ketahanan dan durabilitas beton dalam jangka panjang.

2.2.3 Modulus Kehalusan dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Beton

Modulus kehalusan agregat halus yang tepat berperan penting dalam mencapai keseimbangan yang ideal antara flowability (kemampuan alir) dan strength (kekuatan) pada beton SCC. Penggunaan agregat dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi dapat meningkatkan kemampuan alir beton dan memudahkan pengecoran, tetapi harus diimbangi dengan penggunaan bahan tambahan seperti superplasticizer untuk mengontrol kandungan air dalam campuran.

- **Kehalusan Modulus Tinggi:** Penggunaan agregat halus dengan kehalusan modulus tinggi (lebih halus) akan meningkatkan fluida beton, membuatnya lebih mudah mengalir dan memenuhi cetakan dengan lebih baik. Namun, jika kadar air tidak dikelola dengan hati-hati, hal ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton karena kadar air yang tinggi dapat memperlemah ikatan antar partikel semen.

- **Kehalusan Modulus Rendah:** Agregat halus dengan kehalusan modulus yang lebih rendah (lebih kasar) dapat mengurangi workability beton, tetapi cenderung meningkatkan kekuatan tekan beton karena mengurangi kebutuhan air dalam campuran. Penggunaan agregat halus yang lebih kasar dapat menghasilkan beton yang lebih kuat dan lebih padat, namun membutuhkan teknik pengecoran yang lebih hati-hati untuk menghindari segregasi.

2.2.4 Pengaruh Agregat Halus pada Durabilitas Beton SCC

Durabilitas beton SCC sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kehalusan agregat halus. Beton dengan agregat halus yang halus lebih tahan terhadap penetrasi air dan substansi kimia agresif karena kepadatan yang lebih tinggi. Selain itu, kehalusan agregat halus juga berperan dalam mengurangi porositas beton, yang secara langsung meningkatkan ketahanan beton terhadap proses oksidasi, pembekuan-pencairan, dan serangan sulfat.

Namun, perlu dicatat bahwa pemilihan agregat halus yang terlalu halus dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam campuran, meningkatkan risiko segregasi dan menurunkan kualitas beton. Oleh karena itu, penting untuk memilih agregat halus dengan kehalusan modulus yang sesuai agar dapat mencapai keseimbangan antara workability dan kekuatan beton.

2.3 Abu Sekam Padi Atau Rice Husk Ash (RHA)

Rice Husk Ash (RHA) adalah hasil pembakaran sekam padi yang kaya silika amorf. Karena kandungan silika reaktifnya, RHA banyak diteliti sebagai bahan pozzolan pengganti sebagian semen. Dalam konteks **High-Strength Self-**

Compacting Concrete (HS-SCC), RHA berpotensi meningkatkan kekuatan dan daya tahan sekaligus menurunkan panas hidrasi bila digunakan dengan benar — tetapi juga memengaruhi kerja balik (workability) SCC yang sensitif.

- **Karakteristik RHA penting untuk HS-SCC**

- **Kandungan kimia:** dominan SiO_2 (umumnya tinggi bila pembakaran dan pengolahan tepat), plus sedikit Al_2O_3 , Fe_2O_3 .
- **Bentuk partikel & luas permukaan:** butiran halus, jagged/porous; penggilingan meningkatkan reaktivitas pozzolanik.
- **Kondisi pembakaran:** suhu & durasi pembakaran menentukan kadar silika amorf (ideal: pembakaran terkontrol — tidak overburn sehingga jadi kristalin).
- **Kadar kehilangan berat / karbon sisa:** mempengaruhi warna, reaktivitas, dan workability. Karbon tinggi → adsorpsi admixture superplasticizer.

- **Pengaruh terhadap sifat segar (fresh properties)**

- **Workability / flowability:** cenderung menurun (slump flow turun) bila penggantian RHA meningkat — karena luas permukaan dan penyerapan air/admixture. Solusi: peningkatan superplasticizer, penyesuaian rasio air/bahan halus, atau kombinasi RHA dengan fly ash/slag.
- **Segregation & passing ability:** bila ukuran partikel homogen dan RHA digiling halus, passing ability dapat tetap baik; tapi kontrol V-funnel dan L-box penting dalam pengujian.

- ***Pengaruh terhadap kekuatan mekanik (mechanical properties)***
 - ***Kekuatan tekan (compressive strength)***: RHA sering menurunkan kekuatan awal (7 hari) jika penggantian tinggi, tetapi pada 28–90 hari kekuatan dapat menyamai atau melebihi beton kontrol karena reaksi pozzolanik. Untuk HS-SCC, penggantian moderat (biasanya 5–15% secara berat semen — tergantung studi) sering menunjukkan peningkatan kekuatan jangka panjang.
 - ***Kekuatan tarik/ modulus elastisitas***: hasil bervariasi; umumnya peningkatan kepadatan menambah modulus dan tahan retak mikro.
 - ***Pengaruh pada kepadatan & porositas***: porositas menurun → kekuatan dan durability meningkat.
- ***Pengaruh terhadap durabilitas***
 - ***Permeabilitas & tahan klorida***: RHA menurunkan permeabilitas dan memperlambat penetrasi ion Cl^- → meningkatkan ketahanan terhadap korosi tulangan.
 - ***Tahanan sulfat & alkali-silica reaction (ASR)***: reaktivitas pozzolan RHA dapat mengurangi risiko ASR. RHA juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat.
 - ***Ketahanan abrasi & alkali***: umumnya membaik sejalan dengan peningkatan kepadatan matriks

2.4 Penelitian-penelitian Terdahulu

PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC

Penelitian mengenai PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS terhadap mutu beton Self Compacting Concrete (SCC) telah dilakukan oleh berbagai peneliti, baik dari segi workability, kekuatan tekan, maupun durabilitas beton. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan mengenai pengaruh kehalusan agregat halus terhadap sifat-sifat beton SCC:

2.4.1 Penelitian oleh Okamura dan Ouchi (2003)

Okamura dan Ouchi (2003) dalam penelitian mereka yang berjudul "Self-Compacting Concrete" menjelaskan bahwa untuk menghasilkan beton SCC yang optimal, penting untuk memperhatikan rasio antara agregat kasar dan halus serta distribusi ukuran partikel agregat. Mereka menemukan bahwa agregat halus yang lebih halus dapat meningkatkan flowability beton SCC, namun harus diimbangi dengan penggunaan aditif seperti superplasticizer untuk menghindari kekurangan air dalam campuran yang dapat mempengaruhi kekuatan beton.

Mereka juga menyatakan bahwa kehalusan agregat halus yang lebih tinggi berperan dalam meningkatkan kepadatan dan homogenitas beton, namun juga dapat berisiko menurunkan kekuatan tekan jika tidak dikelola dengan tepat.

Menurut Okamura dan Ouchi (2003) yang dikutip oleh Neville dan Brooks (2010), beton self-compacting concrete (SCC). mampu mengalir dan

memadat secara mandiri tanpa bantuan pemadatan mekanis serta tanpa mengalami segregasi.

Okamura dan Ouchi (2003) dalam Neville dan Brooks (2010) menjelaskan bahwa self-compacting concrete dirancang agar dapat mengalir melalui tulangan yang rapat hanya dengan berat sendiri tanpa terjadi bleeding dan segregasi.

Konsep beton self-compacting pertama kali dikembangkan oleh Okamura dan Ouchi pada tahun 2003, yang menekankan kemampuan beton untuk mengalir sendiri dan mengisi cetakan secara sempurna tanpa getaran (dalam Neville & Brooks, 2010).

2.4.2 Penelitian oleh De Larrard (1999)

De Larrard (1999) dalam penelitiannya yang berjudul "Optimization of Concrete Mixtures for Self-Compacting Concrete" menyelidiki pengaruh berbagai faktor, termasuk kehalusan agregat halus, terhadap workability dan kekuatan beton SCC. Penelitiannya menunjukkan bahwa pengaruh kehalusan agregat halus terhadap sifat aliran beton SCC sangat signifikan. Agregat halus dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi memungkinkan beton untuk lebih mudah mengalir, namun ia juga mencatat bahwa hal ini dapat meningkatkan kebutuhan air dalam campuran, yang pada akhirnya berisiko menurunkan kekuatan beton. De Larrard menekankan pentingnya penggunaan superplasticizer untuk mengontrol viskositas beton agar dapat menjaga keseimbangan antara workability dan kekuatan beton.

De Larrard (1999) menjelaskan pendekatan ilmiah untuk perancangan campuran beton yang rasional melalui Concrete Mixture Proportioning, yang membantu mengoptimalkan proporsi bahan beton berdasarkan prinsip empacakan partikel untuk menghasilkan beton dengan sifat kerja dan kekuatan yang baik.

2.4.3 Penelitian oleh Sonebi et al. (2004)

Sonebi et al. (2004) dalam studi mereka yang berjudul "Mix Design and Performance of Self-Compacting Concrete" menganalisis pengaruh kehalusan agregat halus terhadap berbagai sifat beton SCC. Mereka menemukan bahwa penggunaan agregat halus dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi dapat meningkatkan kemampuan alir beton, namun hal ini meningkatkan risiko segregasi jika tidak dikontrol dengan baik. Agregat halus yang lebih halus berkontribusi pada distribusi ukuran partikel yang lebih merata, tetapi juga meningkatkan kebutuhan terhadap air, yang dapat berisiko mengurangi kekuatan tekan beton jika tidak diimbangi dengan bahan tambahan yang tepat.

Sonebi (2004) mengembangkan model statistik untuk proporsi medium-strength self-consolidating concrete, menunjukkan bagaimana variasi komposisi campuran seperti rasio air-bahan (water/powder), kandungan semen, fly ash, dan dosis *high-range water-reducing admixture* mempengaruhi karakteristik segar dan kuat tekan beton SCC

Penelitian oleh Sonebi (2004) dalam kajian beton SCC menunjukkan bahwa desain proporsi beton dengan menggunakan model statistik dapat membantu memilih parameter campuran untuk mencapai workability dan kuat tekan yang diinginkan.

2.4.4 Penelitian oleh Shima et al. (1994)

Shima et al. (1994) melakukan penelitian awal mengenai beton SCC dan menemukan bahwa penggunaan agregat halus yang lebih halus meningkatkan flowability beton, namun sangat bergantung pada rasio air-semen yang digunakan. Mereka juga mengamati bahwa kehalusan agregat halus dapat mempengaruhi distribusi ukuran partikel dalam campuran beton, yang pada gilirannya berpengaruh terhadap sifat pemadatan beton. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengendalian rasio air-semen dan penggunaan aditif untuk mencapai keseimbangan antara workability dan kekuatan beton.

2.4.5 Penelitian oleh Ma et al. (2007)

Ma et al. (2007) dalam penelitian mereka yang berjudul "Effect of Fine Aggregate Gradation on the Workability and Strength of Self-Compacting Concrete" melakukan eksperimen untuk mengamati pengaruh gradasi agregat halus TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat halus yang lebih halus cenderung meningkatkan flowability beton SCC, tetapi dengan penambahan air yang lebih banyak, yang dapat mengurangi kekuatan tekan beton. Peneliti ini juga mencatat bahwa penggunaan superplasticizer sangat penting untuk mempertahankan workability yang tinggi tanpa meningkatkan kadar air berlebihan.

Penelitian numerik oleh Ye et al. (2007) menunjukkan bahwa proses hidrasi dan perkembangan mikrostruktur pada pasta SCC dengan filler kapur mempengaruhi porositas dan struktur padatnya beton.

2.4.6 Penelitian oleh Felekoglu et al. (2007)

Felekoglu et al. (2007) melakukan penelitian mengenai pengaruh kehalusan agregat halus terhadap kekuatan dan durabilitas beton SCC. Mereka menemukan bahwa agregat halus yang lebih halus dapat meningkatkan kekuatan tekan beton pada umur muda (awal pengerasan), namun dapat berisiko menurunkan ketahanan terhadap penetrasi air dan serangan kimia. Kehalusan agregat halus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan durabilitas beton karena meningkatnya porositas akibat penurunan kepadatan beton.

Felekoğlu, Türkel, dan Baradan (2007) meneliti pengaruh rasio air-semen terhadap sifat segar dan keras beton self-compacting, dan menemukan bahwa variasi rasio tersebut berpengaruh signifikan terhadap workability dan kekuatan beton SCC. Sifat segar dan keras SCC sangat dipengaruhi oleh rasio air-semen (Felekoğlu et al., 2007).

2.4.7 Penelitian oleh Ghanem et al. (2011)

Ghanem et al. (2011) dalam penelitian mereka yang berjudul "Influence of Fine Aggregate Gradation on the Properties of Self-Compacting Concrete" menganalisis pengaruh gradasi agregat halus terhadap sifat-sifat beton SCC. Mereka menemukan bahwa menggunakan agregat halus dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi dapat meningkatkan kemampuan alir beton SCC, tetapi harus disertai dengan kontrol yang ketat terhadap rasio air-semen untuk menghindari masalah segregasi. Selain itu, mereka mencatat bahwa pemilihan agregat halus dengan gradasi yang sesuai dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap proses pembekuan-pencairan dan penetrasi air.

Ghanem et al. (2011) menunjukkan bahwa penambahan serat baja pada beton self-compacting meningkatkan perilaku mekanis beton tetapi dapat mempengaruhi rheologi campuran secara signifikan. Penelitian sebelumnya menemukan bahwa penggunaan serat baja memengaruhi sifat segar dan keras beton SCC (Ghanem et al., 2011).

2.4.8 Penelitian oleh Tazawa dan Igarashi (1999)

Tazawa dan Igarashi (1999) melakukan penelitian mengenai pengaruh agregat halus terhadap kualitas beton SCC dalam konteks kekuatan dan daya tahan. Mereka mengamati bahwa pengaruh kehalusan agregat halus lebih kuat pada beton dengan komposisi campuran yang lebih padat dan kadar air yang rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kehalusan agregat halus berhubungan langsung dengan kepadatan beton yang dihasilkan, yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk serangan sulfat dan pembekuan-pencairan.

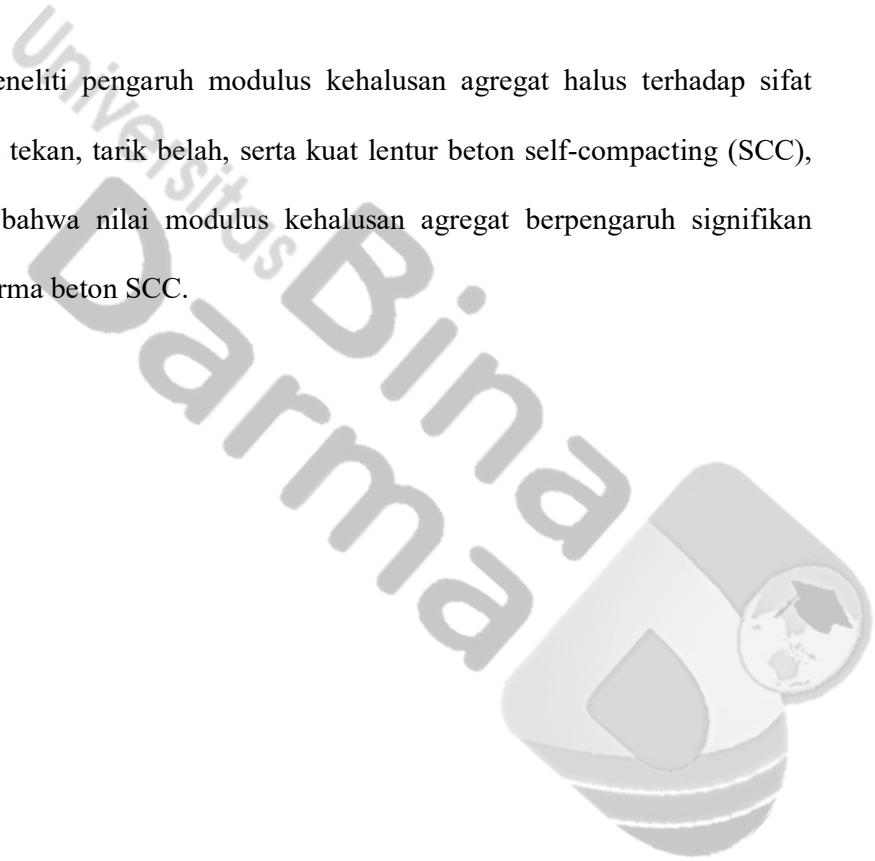
Dalam kajian sifat beton, Tazawa (1999) menjelaskan fenomena *autogenous shrinkage* sebagai bagian penting dari perilaku material beton selama hidrasi awal. *Autogenous shrinkage* pada beton merupakan fenomena penting yang mempengaruhi performa beton saat curing awal (Tazawa, 1999).

2.4.9 Penelitian Oleh Ahmed Sultan Ali (2017)

Behavior of Self-Compacting Concrete with Different Fineness Moduli
 Penelitian ini membandingkan SCC dengan FM 2.3, 2.5, 2.7, dan 3.1. Ditemukan bahwa flowability, passing ability, dan resistensi segregasi menurun saat FM

meningkat, baik pada SCC normal maupun high-strength — efeknya lebih kuat pada SCC mutu tinggi. Dari segi kekuatan (compressive, split tensile, flexural), SCC dengan FM 2.5 menunjukkan peningkatan yang paling signifikan. Namun kenaikan FM ke 2.7 dan 3.1 tidak meningkatkan kekuatan lebih lanjut.

Ali (2017) meneliti pengaruh modulus kehalusan agregat halus terhadap sifat segar dan kuat tekan, tarik belah, serta kuat lentur beton self-compacting (SCC), menunjukkan bahwa nilai modulus kehalusan agregat berpengaruh signifikan terhadap performa beton SCC.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Halus Terhadap Mutu Beton Self-Compacting Concrete (SCC), jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menguji pengaruh variabel bebas (kehalusan modulus agregat halus) terhadap variabel terikat (mutu beton SCC) dalam kondisi yang terkendali dan terukur.

Penjelasan Jenis Penelitian:

➤ **Penelitian Eksperimen:**

Eksperimen adalah jenis penelitian yang melibatkan manipulasi variabel bebas untuk mengamati perubahan atau efeknya terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang dimanipulasi adalah kehalusan modulus agregat halus, sementara variabel terikatnya adalah mutu beton SCC yang diukur melalui kekuatan tekan,

➤ **Desain Eksperimen:**

Penelitian eksperimen ini menggunakan desain percobaan laboratorium yang melibatkan pembuatan sampel beton dengan variasi kehalusan agregat halus yang berbeda. Beton yang dihasilkan dari variasi kehalusan ini akan diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat-sifat beton SCC.

Dalam penelitian ini, desain percobaan biasanya melibatkan pengujian campuran beton dengan tiga variasi Modulus kehalusan agregat halus (rendah, sedang, dan tinggi) untuk melihat perbedaan sifat-sifat beton SCC yang dihasilkan.

3.2 Mementukan Kehalusan Modulus Agregat Halus

Untuk menentukan kehalusan modulus agregat halus, biasanya digunakan alat saringan dan alat ukur yang sesuai dengan standar pengujian. Beberapa alat yang digunakan dalam pengujian Modulus kehalusan agregat halus adalah:

1. Alat Ukur Modulus Kehalusan (Saringan)

Modulus kehalusan agregat halus biasanya dihitung dengan menggunakan data distribusi ukuran butiran agregat halus yang diperoleh melalui pengujian menggunakan saringan standar.

a. Saringan (Sieves)

- Saringan standar yang digunakan dalam pengujian Modulus kehalusan agregat halus adalah serangkaian saringan dengan ukuran mesh yang berbeda, berdasarkan standar **ASTM C136** atau **SNI 03-3241-1994**. Saringan ini memiliki ukuran lubang yang bervariasi mulai dari yang besar (misalnya 4.75 mm) hingga yang lebih halus (misalnya 75 μ m).
- Agregat halus akan disaring melalui rangkaian saringan untuk mengetahui distribusi ukuran butirannya. Beberapa saringan yang sering digunakan:
 - Saringan 4.75 mm (untuk membedakan agregat halus dan kasar).
 - Saringan 2.36 mm.
 - Saringan 1.18 mm.
 - Saringan 0.6 mm.
 - Saringan 0.3 mm.

- Saringan 0.15 mm.
- Saringan 0.075 mm (saringan halus untuk agregat halus).

b. Alat Penggetar (Sieve Shaker)

- Sieve shaker adalah alat untuk menggoyang saringan agar partikel agregat dapat melewati saringan sesuai dengan ukurannya. Dengan menggunakan alat ini, waktu penyaringan bisa dipercepat dan hasilnya lebih konsisten.
- Sieve shaker digunakan untuk memastikan pengayakan yang merata dan mendapatkan hasil yang akurat dari distribusi ukuran agregat halus.

2. Metode Penghitungan Modulus Kehalusan

Setelah agregat halus dipisahkan menggunakan saringan standar, modulus kehalusan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan (Fineness Modulus)} = \frac{(\text{Jumlah kumulatif berat yang tertinggal di saringan})}{100}$$

Dimana jumlah kumulatif berat yang tertinggal dihitung berdasarkan akumulasi hasil saringan pada berbagai ukuran saringan.

3. Alat Pengukur Berat

- Timbangan digital atau timbangan analitik digunakan untuk menimbang agregat yang tertinggal pada setiap saringan, sehingga dapat dihitung distribusi ukuran agregat dan akhirnya mendapatkan modulus kehalusan.

4. Peralatan Pendukung Lainnya

- Alat pengering (oven) digunakan untuk mengeringkan agregat halus sebelum pengujian, untuk memastikan bahwa pengujian dilakukan dengan agregat yang tidak mengandung kelembaban berlebih.
- Ember atau wadah untuk menampung agregat setelah pengujian saringan dan penimbangan.

Prosedur Pengujian Kehalusan Modulus Agregat Halus:

1. Pengeringan Agregat: Agregat halus dikeringkan dalam oven pada suhu 105–110°C selama 24 jam untuk menghilangkan kelembaban.
2. Pengayakan Agregat: Agregat halus kemudian disaring melalui serangkaian saringan yang telah disebutkan di atas menggunakan sieve shaker.
3. Penimbangan: Berat agregat yang tertahan di masing-masing saringan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui distribusi ukuran partikel.
4. Perhitungan Modulus Kehalusan: Berdasarkan data penimbangan dan distribusi ukuran partikel, modulus kehalusan dihitung dengan rumus yang telah dijelaskan.

Dengan alat dan prosedur ini, dapat ditentukan kehalusan modulus agregat halus, yang merupakan parameter penting dalam menentukan performa beton, khususnya dalam beton Self-Compacting Concrete (SCC)

3.3 Persiapan Bahan-Bahan Beton SCC

Berikut adalah langkah-langkah prosedur pembuatan beton **SCC** dengan modulus kehalusan agregat halus dengan mutu 60 megapascal di laboratorium beton:

Prosedur Pembuatan Beton SCC dengan Modulus Kehalusan Agregat

1. Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum memulai pembuatan beton SCC, pastikan semua bahan dan peralatan yang dibutuhkan sudah tersedia dan siap digunakan.

Bahan yang diperlukan:

- Semen: Semen portland atau semen berkekuatan tinggi lainnya.
- Agregat Halus: Pasir dengan modulus kehalusan 2-2,4, 2,5-2,9 dan diatas 3 yang mengindikasikan pasir ini lebih halus dari pasir biasa (ukuran butir 0-5 mm). (sumber pengambilan sampel pasir Pasir Sungai Batang Kuranji, Padang)
- Agregat Kasar: Batu pecah atau kerikil dengan ukuran butir antara 5-20 mm.
- Air: Air bersih untuk campuran beton.
- Bahan Tambahan (Admixtures) bila diperlukan :
 - ✓ Silica adalah ering digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan berbagai sifat beton, termasuk kekuatan, durabilitas
 - ✓ Abu Sekam Padi berfungsi sebagai bahan pozzolan yang menggantikan sebagian semen dalam campuran beton yang

digunakan pada penelitian ini adalah limbah hasil pembakaran sekam padi

- ✓ Superplasticizer: Untuk meningkatkan kemampuan alir beton tanpa menambah air.

Alat yang diperlukan:

- Timbangan digital atau mekanik untuk menimbang bahan.
- Mixer beton (baik manual atau mekanik).
- Cetakan (silinder atau kubus) untuk uji kuat tekan.
- Slump cone untuk uji konsistensi (slump).
- Wadah atau ember untuk campuran beton.
- Sekop atau alat pengaduk untuk pencampuran manual.

2. Pengukuran dan Penimbangan Bahan

- Timbang bahan (semen, Abu sekam Padi agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambahan) sesuai dengan proporsi yang telah direncanakan. Pengukuran harus dilakukan dengan presisi tinggi untuk memastikan komposisi yang tepat (60 Mpa).
- ✓ Semen Portland: 450 kg/m³
- ✓ Abu Sekam Padi: 70-90 kg/m³ (sekitar 15-20% dari berat semen)
- ✓ Agregat Halus: 800 kg/m³
- ✓ Agregat Kasar: 750 kg/m³
- ✓ Air: 126-158 kg/m³ (rasio air-semen 0.28-0.35)
- ✓ Silica Fume: 5%-10%, misalnya sekitar 22,5–45 kg/m³ (dari berat semen).
- ✓ Superplasticizer: 4.5-9 kg/m³ (sekitar 1%-2% dari berat semen)

3. Pencampuran Bahan

1. Campurkan agregat halus dan agregat kasar terlebih dahulu di dalam mixer beton. Agregat harus tercampur merata.
2. Tambahkan semen dan Abu Sekam Padi ke dalam campuran agregat halus dan kasar. Aduk bahan tersebut hingga tercampur merata.
3. Tambahkan air secara bertahap sambil terus mengaduk. Jika menggunakan superplasticizer, tambahkan bahan ini bersama air untuk memaksimalkan keefektifannya dalam meningkatkan kelancaran beton.
4. Aduk campuran selama 3 hingga 5 menit (tergantung jenis mixer) sampai beton terlihat homogen dan tidak ada gumpalan atau agregat yang tidak tercampur dengan sempurna.

4. Pengujian Konsistensi Beton (Slump Test)

- Setelah beton tercampur rata, lakukan uji slump untuk mengukur workability (kemampuan alir) beton:
 1. Isi slump cone dengan beton segar hingga penuh. Gunakan sekop untuk meratakan permukaan beton.
 2. Angkat slump cone dengan hati-hati dan biarkan beton jatuh.
 3. Ukur penurunan slump (selisih antara tinggi cone dan tinggi beton setelah slump).
 4. Ukuran Flow dengan rentang 660 – 750 mm

5. Pencetakan Beton dan Pemadatan

- Setelah uji slump selesai, tuangkan beton ke dalam cetakan (silinder atau kubus) untuk uji kuat tekan atau uji lainnya.

1. Pastikan beton dituangkan dengan hati-hati untuk menghindari adanya rongga udara.
2. Gunakan pemadatan ringan atau getaran (jika diperlukan). Untuk SCC, biasanya beton sudah cukup self-compacting, sehingga pemadatan mekanis tidak diperlukan.
3. Ratakan permukaan beton pada cetakan dengan sekop untuk memastikan permukaan yang rata dan halus.

6. Perawatan Beton (Curing)

- Setelah beton dicetak, Beton harus disimpan dalam suhu yang terkontrol atau direndam dalam kolam yang disiapkan

7. Pengujian Kekuatan Beton

- Setelah umur beton mencapai waktu yang ditentukan, lakukan pengujian kuat tekan pada beton menggunakan mesin uji tekan.
 - Biasanya, uji dilakukan pada 28 dan 56 hari untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang diinginkan.

8. Pencatatan dan Evaluasi Hasil

- Catat semua data pengujian dan pengamatan seperti hasil uji slump, kekuatan tekan, dan kondisi campuran beton.
- Evaluasi hasil uji terhadap standar yang telah ditetapkan untuk memastikan beton memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan dalam hal aliran, kestabilan, dan kekuatan.

3.4. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang diharapkan antara lain:

3.4.1. Tahap Pertama

Hal yang harus dilakukan pada tahap Pertama yaitu menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini. Material yang harus disiapkan adalah agregat halus (sumber pengambilan sampel Pasir Sungai Batang Kuranji, Padan), agregat kasar, air, ada beberapa rencana pemilihan material semen yaitu Semen Semen Padang – Tipe I, Material yang harus disiapkan adalah agregat halus (sumber pengambilan sampel Pasir Sungai Batang Kuranji, Padan), agregat kasar, air, ada beberapa rencana pemilihan material, abu sekam padi, dan *superplasticizer*. Peralatan yang harus disiapkan adalah alat pengujian material, saringan, *mixer*, timbangan, *slump cone*, *L-shape box*, *V-funnel*, bekisting, dan alat UTM (*Universal Testing Machine*).

3.4.2. Tahap Ke dua

Hal yang harus dilakukan pada Tahap II adalah pemeriksaan karakteristik (*properties*) dari setiap material, pemeriksaan XRD (*X-Ray Diffractometer*) abu sekam padi untuk mengetahui ukuran butiran dari setiap zona hasil penyaringan.

3.4.3. Tahap Ke Tiga

Hal yang harus dilakukan pada Tahap III adalah menentukan komposisi campuran. Untuk mempermudah dalam menentukan Komposisi campuran *penulis mencoba* mengambil dan pengumpulan data rujukan dari

jurnal, artikel dan standar ACI. Terutama untuk Persentase yg menggunakan variasi abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton *self compacting concrete* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. 1 Persentase variasi komposisi Rencana Campuran Matrial Beton SCC untuk kuat tekan 60 Mpa



NO	BAHAN	DALAM M3		PERSENTASE BERDASARKAN
		JUMLAH	SATUAN	
1	Semen Portland	450	Kg	19,83
2	Abu Sekam Padi (RHA)	70	Kg	3,09
3	Agregat Halus	800	Kg	35,26
4	Agregat Kasar	750	Kg	33,05
5	Air	150	kg	6,61
6	Silica Fume	40	Kg	1,76
7	Superplasticizer	9	Kg	0,40

Tabel 3. 2 Variasi Rencana fariabel FM Matrial Campuran Beton untuk kuat tekan 60 Mpa dan jumlah benda uji

NO	VARIABEL	FM	SEMEN	ABU SEKAM PADI (RHA)	AGREGAT HALUS	AGREGAT KASAR	AIR	SILICA	SUPERPLASTICIZER	JUMLAH BENDA UJI				
										KUAT TEKAN		KUAT TARIK		MODULUS ELASTIS
										28 hr	56 hr	28 hr	56 hr	56 hr
1	BENDA UJI 1	2 - 2,4	450 Kg/m ³	70 Kg/m ³	800 Kg/m ³	750 Kg/m ³	150 Kg/m ³	40 Kg/m ³	9 Kg/m ³	3	3	3	3	3
2	BENDA UJI 2	2,5 - 2,9	450 Kg/m ³	70 Kg/m ³	800 Kg/m ³	750 Kg/m ³	150 Kg/m ³	40 Kg/m ³	9 Kg/m ³	3	3	3	3	3
3	BENDA UJI 3	> 3	450 Kg/m ³	70 Kg/m ³	800 Kg/m ³	750 Kg/m ³	150 Kg/m ³	40 Kg/m ³	9 Kg/m ³	3	3	3	3	3
JUMLAH BENDA UJI										9	9	9	9	9

Catatan :

Benda uji akan dilakukan pada hari 28 dan 56 (dimensi cetakan benda uji 10/20,

- Untuk kuat tekan, 15/30
- Untuk kuat tarik dan 30 untuk modulus elastisitas)

- Ukuran Flow dengan rentang 660.– 750 mm

3.4.4. Tahap Ke Empat

Hal yang harus dilakukan pada Tahap IV adalah pengecoran benda uji *self- compacting concrete* di Laboratorium Bina Darma Palembang. Proses pencampuran material dilakukan untuk mendapatkan beton segar yang kemudian dilakukan pengujian *slump flow*. Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui pengaruh kehalusan abu sekam padi sebagai substitusi terhadap semen pada perilaku *flowability* dan *workability* beton *self-compacting concrete*. Setelah dilakukan pengujian, benda uji di cetak dalam *bekisting* silinder ukuran 15 cm x 30 cm. Setelah *bekisting* dibuka, selanjutnya dilakukan *curing* pada benda uji. *Curing* dilakukan dengan cara merendamkan benda uji kedalam bak air.

3.4.5. Tahap Ke Lima

Hal yang harus dilakukan pada Tahap V adalah pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas pada benda uji. Pembuatan *caping* pada setiap benda uji dilakukan sebelum pengujian. Beton yang sudah berumur 28 dan 56 hari siap diuji kuat tekan dan kuat tarik serta modulus elastisitas. Selanjutnya dilakukan analisa, pembahasan, dan penarikan kesimpulan dari hasil pengujian. Flow Chart Penelitian Yang Menggambarkan Hubungan Antara Modulus Kehalusan Agregat Halus (Fm) dan Mutu Beton Scc (Self-Compacting Concrete)



Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian

Penjelasan Alur Penelitian:

1. Mulai Penelitian: Penelitian dimulai dengan menentukan variabel yang ingin diteliti, yaitu hubungan antara Modulus Kehalusan Agregat Halus (FM) dan Mutu Beton SCC.

2. Persiapan Sampel Agregat Halus: Persiapkan sampel agregat halus dengan variasi FM. Kemudian, siapkan campuran beton SCC yang akan digunakan dalam penelitian.
3. Pengujian Kehalusan Modulus: Lakukan pengujian untuk menentukan Fineness Modulus (FM) agregat halus menggunakan ayakan standar dan menghitung nilai FM yang ada pada setiap jenis agregat.
4. Pengujian Kualitas Beton SCC: Uji kualitas beton SCC menggunakan beberapa parameter:
 - Kekuatan Beton: Uji kompresi untuk mengetahui seberapa kuat beton yang dihasilkan.
5. Analisis Data Pengujian: Bandingkan hasil pengujian FM dengan hasil mutu beton SCC (seperti workability, kekuatan, dan durabilitas). Lakukan analisis untuk melihat pengaruh FM terhadap kualitas beton.
6. Evaluasi Hasil dan Temukan Hubungan: Evaluasi apakah agregat dengan FM rendah lebih baik untuk mutu beton SCC, atau jika ada faktor lain yang berpengaruh. Temukan hubungan antara FM dan mutu SCC, apakah FM rendah meningkatkan mutu beton dalam hal kekuatan dan alir.
7. Kesimpulan Penelitian: Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi, buat kesimpulan terkait hubungan antara Modulus Kehalusan Agregat Halus dan Mutu Beton SCC.
8. Selesai: Penelitian selesai dan laporan hasil penelitian dapat disusun.

3.5. Waktu Penelitian

Waktu pengujian pada penelitian ini mencakup seluruh tahapan mulai dari persiapan bahan hingga pengumpulan data. Penentuan jadwal dilakukan agar setiap tahap penelitian dapat berjalan teratur dan sesuai rencana,

Penelitian ini dilaksanakan pada:

- **Periode** : Agustus 2025 – Oktober 2025
- **Durasi** : $\pm 2,5$ bulan
- **Tempat** : direncanakan di laboratorium teknik sipil universitas bina darma Palembang, Kegiatan penelitian meliputi:

Tabel 3. 3 Waktu Penelitian

TAHAP KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN	DURASI WAKTU	KETERANGAN
Persiapan bahan dan peralatan	20 -23 Agustus 2025	3 Hari	Pemesanan material, pengecekan alat, kalibrasi.
Perancangan <i>mix design</i>	24 Agustus 2025	1 Hari	Menentukan proporsi campuran SCC 60 Mpa
Pembuatan benda uji	25 -26 Agustus 2025	2 hari	Pencampuran, pengujian <i>slump flow</i> , pengujian segar lainnya.
Perawatan benda uji (<i>curing</i>)	29 Agustus - 23 Oktober 2025	58 Hari (sejak Benda uji selesai sampai Pengujian)	Perendaman sesuai umur uji.
Pengujian kuat tekan	Umur 28 hari (25 Sept 2-25) dan 56 Hari 24 Okt 2025)	2 Hari	Mengukur kuat tekan, Kuat Tarik dan elastisitas untuk semua variasi campuran.
Analisis data dan penyusunan laporan	26 - 27 Oktober 2025	2 hari	Mengolah data hasil pengujian dan menyusun laporan akhir

3.6. Hasil yang Diharapkan Dari Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman dan menambah wawasan mengenai bagaimana hubungan variasi Modulus kehalusan

agregat halus mempengaruhi Mutu Beton SCC (Tekan beton, Tarik beton dan Modulus elastisitas) terutama pada usia tertentu

3.7. Dokumentasi Kegiatan

A. KEGIATAN PERSIAPAN BAHAN



Gambar 3. 2 alat cetak beton



Gambar 3. 3 Ayakan (Sieve Shaker)



Gambar 3. 4 mesin uji Compression Testing Machine (CTM)



Gambar 3. 5 Alat Pengaduk Beton

A. KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 3. 6 Pengolahan data FM dengan timbangan digital



Gambar 3. 7 kegiatan Slump Flow Test



Gambar 3. 8 Pengujian Kuat Tekan beton



Gambar 3. 9 Pengujian Tarik Belah Beton



Gambar 3. 10 Pengujian Modulus Elastisitas

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Pada penelitian saat ini penulis akan menggunakan campuran beton *Self Compacting Concrete (SCC)* dengan rencana kuat tekan rencana 60 MPa. Serta direncanakan Pada penelitian ini modulus kehalusan (FM) akan menggunakan agregat halus, yang di bagi menhadi 3 variasi yaitu:

- Variasi A: FM = 2,0 – 2,4 (Agregat sangat halus)

Tabel 4. 1 Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 2,21

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	2%	2	2
2	2,36 mm (No.8)	6%	8	8
3	1,18 mm (No.16)	11%	19	19
4	0,60 mm (No.30)	17%	36	36
5	0,30 mm (No.50)	30%	66	66
6	0,15 mm (No.100)	24%	90	90
7	Pan (<0,15 mm)	10%	100	
				221
				100
				2,21

FM = 2,21 (Agregat sangat halus)

- Variasi B: FM = 2,5 – 2,9 (Agregat sedang)

Tabel 4. 2 Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 2,77

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	5%	5	5
2	2,36 mm (No.8)	8%	13	13
3	1,18 mm (No.16)	17%	30	30
4	0,60 mm (No.30)	25%	55	55
5	0,30 mm (No.50)	25%	80	80
6	0,15 mm (No.100)	14%	94	94
7	Pan (<0,15 mm)	6%	100	
				277
				100
				2,77

$FM = 2,77$ (Agregat sangat Sedang)

- Variasi C: $FM \geq 3,0$ (Agregat kasar)

Tabel 4. 3 Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 3,48

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	15%	15	15
2	2,36 mm (No.8)	18%	33	33
3	1,18 mm (No.16)	20%	53	53
4	0,60 mm (No.30)	18%	71	71
5	0,30 mm (No.50)	12%	83	83
6	0,15 mm (No.100)	10%	93	93
7	Pan (<0,15 mm)	7%	100	
				348
				100
				3,48

$FM = 3,48$ (Agregat Kasar)



ment Co., Ltd. · 14 thn · CN



Gambar 4. 1 Mesin Pengayak Agregat Halus dan Kasar

Setiap modulus kehalusan akan diuji menggunakan 3 benda uji dengan menggunakan silinder $\varnothing 150 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$

January 10, 2026



Gambar 4. 2 Silinder beton

Pengujian akan berfokus pada kuat tekan, kuat tarik belah, serta modulus elastisitas. Dengan umur pengujian 28 hari dan 56 hari.

Dimana untuk penggunaan campuran beton SCC akan didesain dengan komposisi rencana campuran seperti table berikut.

Tabel 4. 4 Komposisi campuran untuk setiap m³ beton dapat


NO	BAHAN	DALAM M3	
		JUMLAH	SATUAN
1	Semen Portland	450	Kg
2	Abu Sekam Padi (RHA)	70	Kg
3	Agregat Halus	800	Kg
4	Agregat Kasar	750	Kg
5	Air	150	kg
6	Silica Fume	40	Kg
7	Superplasticizer	9	Kg

Tabel 4. 5 Bahan yang di gunakan untuk canpuran Beton SCC



NO	BAHAN	SUMBER	KETERANGAN
1	Semen Portland	Semen Padang Tipe I	Diproduksi oleh PT Semen Padang, Sumatera Barat. Berat jenis $\approx 3,15$.
2	Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash / RHA)	RHA hasil pembakaran sekam padi daerah Solok, Sumbar	Dihaluskan ($45 \mu\text{m}$). Berat jenis $2,10 \text{ g/cm}^3$. Sebagai bahan pozzolan tambahan sebanyak 70 kg/m^3 .
3	Agregat Halus (Pasir)	Pasir Sungai Batang Kuranji, Padang	Pasir alami tidak mengandung kadar lumpur. Jumlah pemakaian 700 kg/m^3 .
4	Agregat Kasar	Batu Pecah Bukit Tambun Tulang – Padang	Ukuran maksimum 19 mm , Berat jenis $2,65 \text{ g/cm}^3$, Digunakan 750 kg/m^3 .
5	Air	Air sumur bor Lokal	Bersih, jernih, bebas minyak dan bahan organik, jumlah takaran 150 kg/m^3
6	Silica Fume	SikaFume® HR atau sejenis (produksi PT Sika Indonesia)	Serbuk amorf SiO_2 murni. Berat jenis $2,20 \text{ g/cm}^3$. Menambah densitas dan kekuatan beton. Dipakai 40 kg/m^3 .
7	Superplasticizer (High Range Water Reducer)	Sika® ViscoCrete-1003 atau Glenium ACE 30 (BASF)	Tipe Polycarboxylate Ether (PCE), Dosis 9 kg/m^3

4.2. Penelitian

4.2.1. Uji Slump Beton untuk SCC (Slump Flow Test)

Dimana pada penelitian ini pada beton SCC (Self Compacting Concrete), kami tidak melakukan uji slump biasa. Kami melakukan Slump Flow Test, diharapkan beton SCC dapat mengalir sendiri tanpa pemadatan. Tujuan Slump Flow Test untuk menilai kemampuan mengalir beton SCC (flowability), kemudian dengan test ini akan dapat melihat Workability tanpa pemadatan.

Tabel 4. 6 Bahan yang di gunakan untuk campuran Beton SCC



No	Sampel !	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump Flow Rata-rata (mm)	Keterangan
1	Sampel !	675	678	676,5	Memenuhi
2	Sampel !	725	730	727,5	Memenuhi

Perbedaan Sampel 1 dan 2 Hanya Pada Jumlah Air kerja yang diberikan. Sampel 2 jumlah air ditambahkan 10% dari

Kriteria SCC

< 650 mm	Kurang mengalir
650–750 mm	Memenuhi
> 750 mm	Terlalu cair



Gambar 4. 3 kegiatan Flow Test

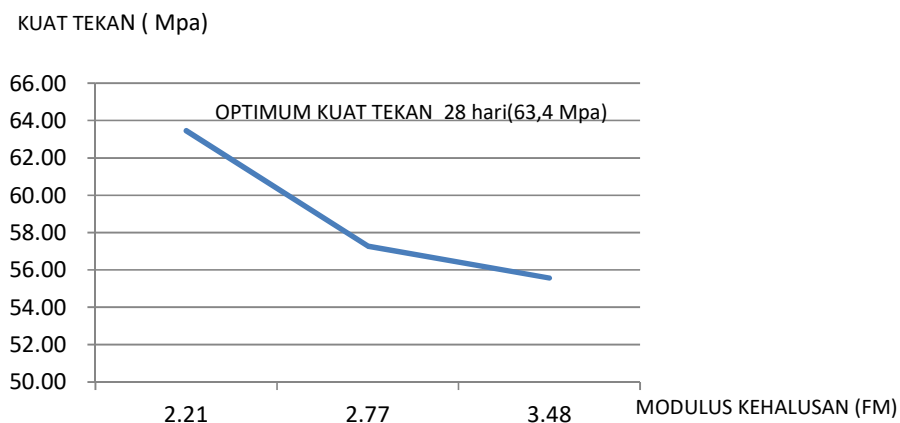
4.2.1. Uji kuat tekan

Tujuan pengujian ini untuk Mengetahui kemampuan beton menahan beban tekan. Beton dirancang terutama untuk menahan gaya tekan, sehingga pengujian ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar beban maksimum (tekanan) yang dapat diterima beton sebelum hancur. Pengujian ini menggunakan mesin uji Compression Testing Machine (CTM) dengan kapasitas tekanan 2000 kN.

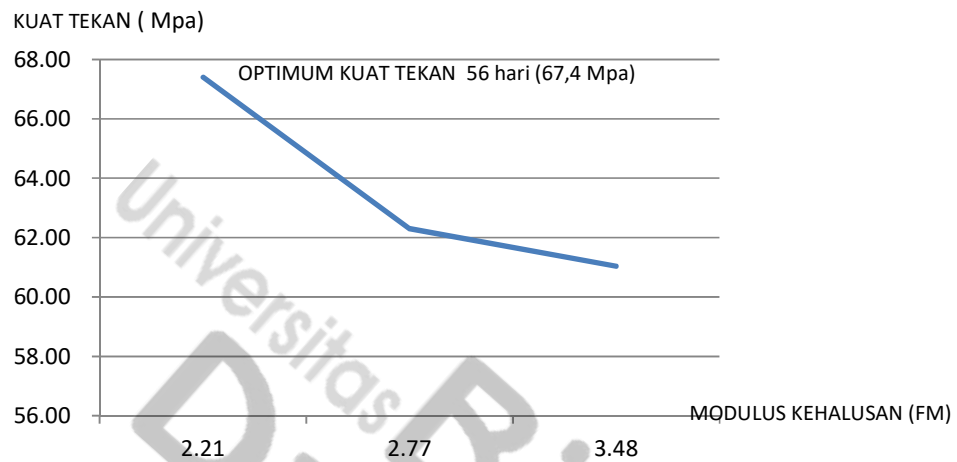
Tabel 4. 7 hasil uji kuat tekan beton

Variasi FM	UMUR 28 HARI			UMUR 56 HARI		
	Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)	Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	SCC-1.1 / 2,21	63,2	63,47	SCC-1.2 / 2-2,4	66,8	67,40
	SCC-2.1 / 2,21	64,1		SCC-2.2 / 2-2,4	68,3	
	SCC-3.1 / 2,21	63,1		SCC-3.2 / 2-2,4	67,1	
2,77	SCC-1.1 / 2,77	57,2	57,27	SCC-1.2 / 25-2,9	62,2	62,30
	SCC-2.1 / 2,77	57,4		SCC-2.2 / 25-2,9	62,6	
	SCC-3.1 / 2,77	57,2		SCC-3.2 / 25-2,9	62,1	
3,48	SCC-1.1 / 3,48	55,7	55,57	SCC-1.2 / 3	61,3	61,03
	SCC-2.1 / 3,48	55,7		SCC-2.2 / 3	61,1	
	SCC-3.1 / 3,48	55,3		SCC-3.2 / 3	60,7	

Tabel 4. 8 Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari



Tabel 4. 9 Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 56 hari



Grafik diatas dipilih untuk mempermudah melihat perbedaan perbandingan kenaikan kuat tekan berdasarkan variabel modulus kehalusan.



Gambar 4. 4 alat kuat tekan beton

Analisis Nilai kuat tekan :

Kuat tekan: FM 2,21 menunjukkan rata-rata tertinggi 67,40 MPa, mengikuti FM 2,77 dengan nilai 62,3 MPa, dan FM besar dari 3,48 dengan nilai 61,03 MPa.

Untuk umur 56 hari

Interpretasi: semakin halus FM lebih kecil, dalam rentang percobaan agregat halus cenderung meningkatkan kekuatan tekan hingga titik optimum - dalam percobaan ini FM 2,0-2,4 memberikan hasil lebih baik dari FM diatas 2,5.

4.2.2. Uji kuat Tarik belah

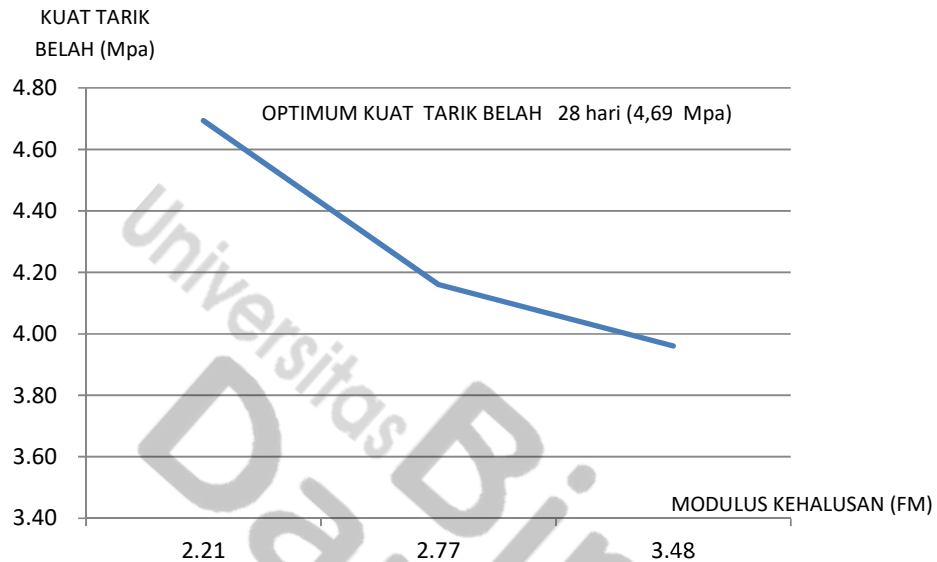
Tujuan penujian ini untuk Mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya tarik. Beton sangat kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Uji ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar gaya tarik yang dapat diterima beton sebelum retak atau patah. Uji Kuat Tarik Belah Beton (Splitting Tensile Strength Test) menggunakan alat Mesin Uji Tekan Beton (Compression Testing Machine / CTM).

Tabel 4. 10 hasil uji Tarik belah

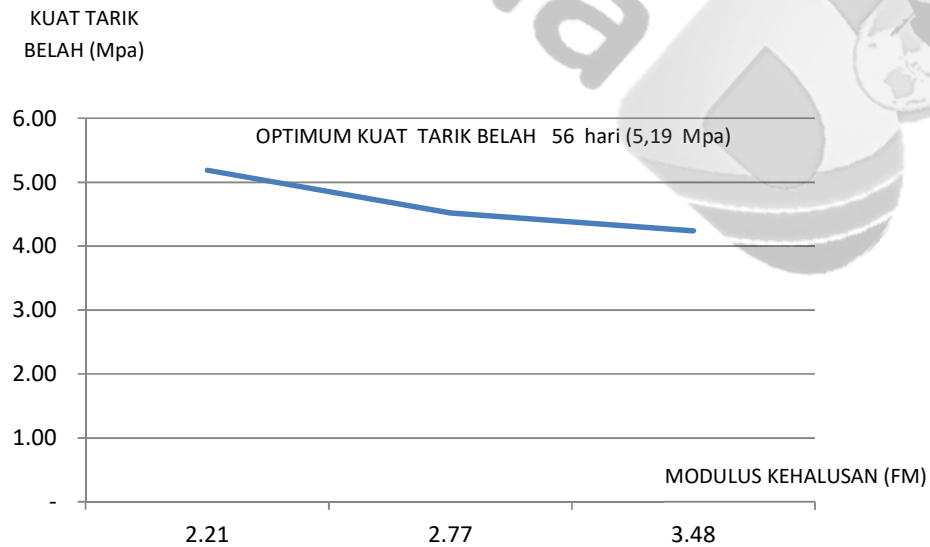


Variasi FM	UMUR 28 HARI			UMUR 56 HARI		
	Sampel	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)	Sampel	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	TB-1.1 / 2,21	4,64	4,69	TB-1.2 / 2,21	5,11	5,19
	TB-2.1 / 2,21	4,73		TB-2.2 / 2,21	5,24	
	TB-3.1 / 2,21	4,71		TB-3.2 / 2,21	5,22	
2,77	TB-1.1 / 2,77	4,11	4,16	TB-1.2 / 2,77	4,51	4,52
	TB-2.1 / 2,77	4,25		TB-2.2 / 2,77	4,54	
	TB-3.1 / 2,77	4,12		TB-3.2 / 2,77	4,51	
3,48	TB-1.1 / 3,48	3,92	3,96	TB-1.2 / 3,48	4,23	4,24
	TB-2.1 / 3,48	3,97		TB-2.2 / 3,48	4,24	
	TB-3.1 / 3,48	3,99		TB-3.2 / 3,48	4,26	

Tabel 4. 11 Kurva hasil Tarik Belah Umur beton 28 Hari



Tabel 4. 12 Kurva hasil Tarik Belah Umur beton 56 Hari



Grafik diatas dipilih untuk mempermudah melihat perbedaan perbandingan kenaikan kuat Tarik belah berdasarkan variabel modulus kehalusan.



Gambar 4. 5 Kuat Tarik Belah

Analisis Nilai kuat Tarik Belah :

Kuat tarik belah: mengikuti pola kuat tekan FM 2,21 memberikan nilai Kuat Tarik Belah rata-rata tertinggi 5,19 MPa. Perbandingan Kuat Tarik Belah antar Variasi FM berbanding lurus dengan Kuat Tekan rata-rata secara konsisten.

Kuat Tarik belah setelah umur 56 hari mengalami kenaikan 10% dari umur 28 hari.

4.2.3. Uji kuat Modulus Elastisitas

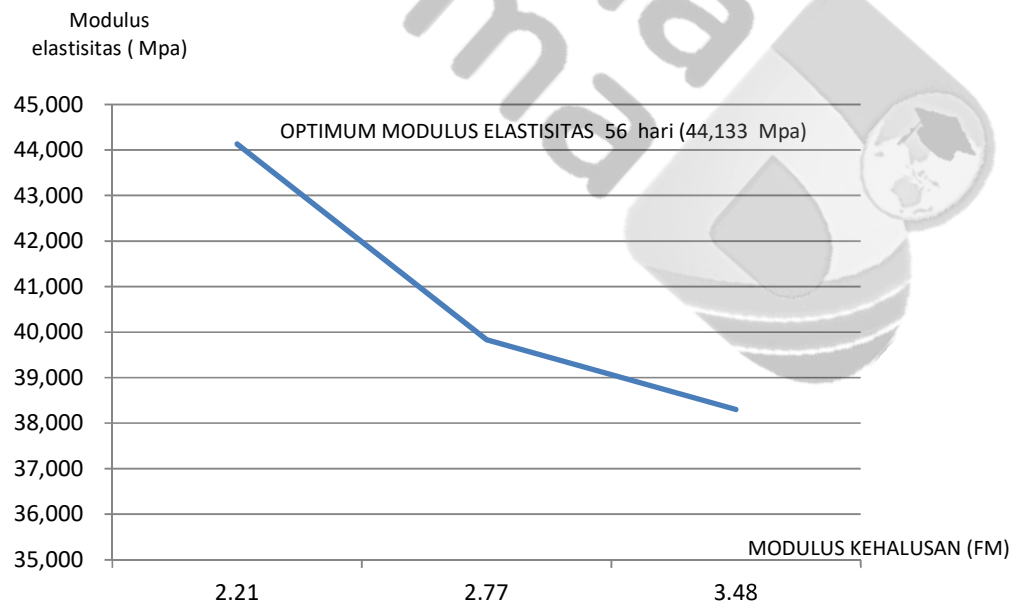
Tujuan pengujian ini untuk Menentukan hubungan antara tegangan (stress) dan regangan (strain) pada beton saat diberi beban tekan, untuk mengetahui kemampuan beton menahan deformasi elastis.

Tabel 4. 13 hasil uji Modulus Elastisitas

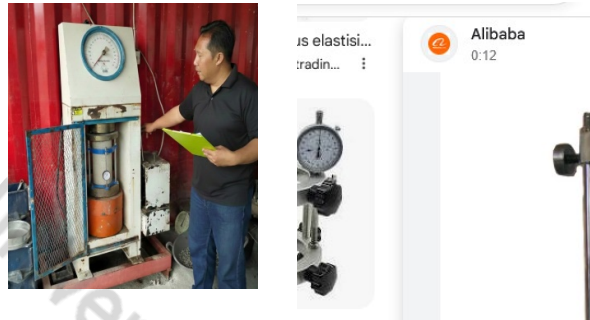
Universitas Bina Dharma

Variasi FM	UMUR 56 HARI		
	Sampe1	Modulus Elastisitas (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	ME-1.2 / 2,21	43.400	44.133
	ME-2.2 / 2,21	44.700	
	ME-3.2 / 2,21	44.300	
2,77	ME-1.2 / 2,77	39.500	39.833
	ME-2.2 / 2,77	40.200	
	ME-3.2 / 2,77	39.800	
3,48	ME-1.2 / 3,48	38.100	38.300
	ME-2.2 / 3,48	38.300	
	ME-3.2 / 3,48	38.500	

Tabel 4. 14 Kurva hasil Modulus Elastisitas umur 56 hari



Grafik diatas dipilih untuk mempermudah melihat perbedaan perbandingan kenaikan Modulus Elastisitas berdasarkan variabel modulus kehalusan.



Gambar 4. 6 Alat Uji Elastisitas Beton

Analisis Nilai Modulus Elastisitas :

Modulus elastisitas: FM 2,21 memiliki nilai Modulus rata-rata 44,13 MPa, lebih tinggi dari FM 2,77 dengan nilai 39.83MPa FM diatas 3,48 dengan nilai 38.30 MPa Ini konsisten karena Modulus Elastisitas diasumsikan meningkat dengan meningkatnya kuat tekan.

4.3. Perbandingan Rha Dengan Fly Ash Pada Beton Scc Fc 60 Mpa

Untuk perbandingan RHA terhadap Fly Ash untuk beton Fc 60 Mpa , penulis tidak melakukan penelitian secara khusus dan mendalam, hanya berupa perbandingan sederhana yang di ambil dari beberapa sumber sebagai bahan rujukan dan menambah wawasan singkat, RHA dan Fly Ash kedua bahan ini sama-sama berfungsi sebagai bahan yang membantu semen untuk menjadi sedikit lebih kuat atau Pozzolan, secara ringkas dapat saya rangkumkan sebagai berikut :

Tabel 4. 15 hasil uji Modulus Elastisitas

No	Aspek	Fly Ash	RHA (Rice Husk Ash)
1	Ukuran partikel	Halus & bulat	Sangat halus & berpori
2	Bentuk partikel	Sferis (bola)	Tidak beraturan
3	Reaktivitas pozzolan	Sedang	Sangat tinggi
4	Kebutuhan air	Rendah	Tinggi
5	Pengaruh flow SCC	Sangat baik	Menurunkan flow
6	Risiko segregasi	Rendah	Sangat rendah
7	Kuat tekan awal (7 hari)	Sedang	Tinggi
8	Kuat tekan akhir (28 hari)	Tinggi	Sangat tinggi
9	Workability	Sangat baik	Lebih kental

BAB V

KESIMPULAN

1. Rancangan Camuran Beton Mutu Tinggi (SCC) untuk kekuatan 60 Mega pascal dapat menggunakan Rancangan Sebagai Berikut :



NO	BAHAN	DALAM M3	
		JUMLAH	SATUAN
1	Semen Portland	450	Kg
2	Abu Sekam Padi (RHA)	70	Kg
3	Agregat Halus	800	Kg
4	Agregat Kasar	750	Kg
5	Air	150	kg
6	Silica Fume	40	Kg
7	Superplasticizer	9	Kg

2. Modulus kehalusan agregat halus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas beton SCC mutu tinggi.
3. pada saat Umur beton Mencapai 28 Hari, Nilai optimum diperoleh berada pada FM 2,21, dengan hasil rata-rata:
 - o Kuat tekan: 63,47 MPa.
 - o Kuat tarik belah: 4,69 MPa.
4. pada saat Umur beton Mencapai 56 Hari, Nilai optimum diperoleh berada pada FM 2,21, dengan hasil rata-rata:
 - o Kuat tekan: 67,4 MPa.
 - o Kuat tarik belah: 5,19 MPa.
 - o Modulus elastisitas: 44,333 MPa.
5. Pengaruh FM yang lebih kecil (agregat halus lebih "halus") meningkatkan kepadatan butiran dan kemampuan padat partikel, sehingga menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat tekan lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). "Self-compacting concrete." *Concrete International*, 25(6), 50-54.
- Olivier, F., & Tanguy, B. (2011). "Influence of the fine aggregate characteristics on the rheology and the durability of SCC." *Cement and Concrete Composites*, 33(7), 799-809.
- Zhang, M. H., & Malhotra, V. M. (2003). "Superplasticizer and its effects on SCC." *Cement and Concrete Research*, 33(3), 423-431.
- Neville, A. M. (2012). "Properties of Concrete" (5th ed.). *Prentice Hall, New York*.
- Liu, J., & Zhang, L. (2008). "Effects of aggregate gradation on the properties of self-compacting concrete." *Construction and Building Materials*, 22(3), 251-258.
- Kearsley, E. P., & Wainwright, P. J. (2001). "The influence of the type and amount of fine aggregate on the properties of self-compacting concrete." *Cement and Concrete Research*, 31(1), 1-5.
- Molinero, S. E., & Vega, E. A. (2012). "Characterization of fine aggregates used in SCC and its effect on the mix design and rheology." *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(7), 1012-1018.
- Berg, S. S. (2003). "SCC Mix Design and Applications." *American Concrete Institute (ACI)*, SP-225.
- Jia, X., & Du, J. (2016). "Influence of fine aggregate fineness on the properties of self-compacting concrete." *Construction and Building Materials*, 122, 550-558.
- Ahmed Sultan Ali (2017) “ Self-Compacting Concrete, Fineness Modulus, Flexural Strength, UPV “

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : ANDRYADI, ST
NIM : 212710009
Tmpt/tgl lahir : Palembang, 15 November 1975
Alamat : Jl. Serma Murad Alwi, Perum Graha Purnama Blok A no
3 Kel. Suka Karya Kec Kota Baru Prov Jambi
Agama : Islam
E-mail : andryadist75@gmail.com

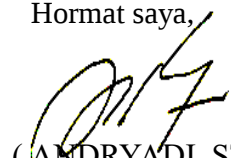
2. Pendidikan Formal

- SDN 9 Kota Jambi 1987
- SMPN 7 Kota Jambi 1990
- SMAN 4 Kota Jambi 1993
- Strata 1 : Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang 1998

3. Pengalaman Pekerjaan

- Project Manager PT Andica Parsaktian Abadi Kegiatan Rehabilitasi Madrasah PHTC Sumbar 1 dan sumbar 2. Thn 2025
- Project Manager PT Andica Parsaktian Abadi Kegiatan Pembangunan Gedung Teknik Industri dan Teknik Lingkungan Universitas Andalas Thn 2024
- Project Manager PT Andica Parsaktian Abadi Kegiatan Rehabilitasi Gedung PKM Politeknik Padang Thn 2022
- Project Manager PT Andica Parsaktian Abadi Kegiatan Pembagunan Rumah Susun 5 lantai kab Merangin Thn 2016
- Tenaga Ahli Perumahan PT. Sat Windu Kegiatan Dana Alokasi Khusus Perumahan Thn 2018-2021
- Fasilitaor Kabupaten Teknik Kementrian Dalam Negri Program Mandiri Perdesaan thn 2003-2014

Hormat saya,



(ANDRYADI, ST)

PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC

ANDRYADI¹, FIRDAUS²

Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma Palembang

Email: andryadist75@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.vXiX.XXXX>

Abstrak

Salah satu jenis beton yang kini semakin populer adalah Self Compacting Concrete (SCC). SCC adalah beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dengan sendirinya, mengisi cetakan secara penuh tanpa perlu getaran mekanik. Agregat halus dalam beton memiliki peran penting dalam pencapaian mutu beton SCC. Kehalusan modulus agregat halus, yang mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat, berpotensi mempengaruhi kinerja campuran beton tersebut. Agregat dengan kehalusan modulus rendah memiliki partikel yang lebih kasar dan lebih besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi modulus kehalusan agregat halus terhadap mutu beton Self-Compacting Concrete (SCC). Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu Modulus kehalusan agregat halus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas beton SCC mutu tinggi. Nilai optimum diperoleh pada FM 2,21, dengan hasil rata-rata: Kuat tekan: 67,4 MPa, Kuat tarik belah: 5,19 MPa, Modulus elastisitas: 44,13 GPa. Pengaruh FM yang lebih kecil (agregat halus lebih "halus"), sehingga menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat tekan lebih tinggi.

Kata Kunci: SCC; Kehalusan modulus; Modulus Elastisitas; Kuat Tarik; Kuat Tekan

Abstract

One type of concrete that is now increasingly popular is Self Compacting Concrete (SCC). SCC is concrete that has the ability to flow on its own, filling the mold completely without the need for mechanical vibration. Fine aggregates in concrete play an important role in achieving the quality of SCC concrete. The fineness modulus of fine aggregates, which refers to the size and distribution of aggregate particles, has the potential to affect the performance of the concrete mix. Aggregates with a low fineness modulus have coarser and larger particles. The purpose of this study was to analyze the effect of variations in the fineness modulus of fine aggregates on the quality of Self-Compacting Concrete (SCC). The results of the study show that the fineness modulus of fine aggregate has a significant effect on the compressive strength, tensile strength, and elastic modulus of high-quality SCC concrete. The optimum value was obtained at FM 2.21, with the following average results: Compressive strength: 67.4 MPa, Split tensile strength: 5.19 MPa, Modulus of elasticity: 44.13 GPa. The effect of a smaller FM (finer fine aggregate) resulted in a denser concrete mixture and higher compressive strength.

Keywords: SCC; Modulus smoothness; Modulus of elasticity; Tensile strength; Compressive strength

A. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Salah satu jenis beton yang kini semakin populer adalah Self Compacting Concrete (SCC). SCC adalah beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dengan sendirinya, mengisi cetakan secara penuh tanpa perlu getaran mekanik. Keunggulan utama dari beton SCC adalah kemudahan dalam pengerjaan, pengurangan waktu konstruksi, dan peningkatan kualitas struktur, terutama dalam konstruksi dengan bentuk geometris yang kompleks atau ruang yang terbatas.

Agregat halus dalam beton memiliki peran penting dalam pencapaian mutu beton SCC. Kehalusan modulus agregat halus, yang mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat, berpotensi mempengaruhi kinerja campuran beton tersebut.

Modulus kehalusan agregat halus adalah ukuran yang menggambarkan distribusi ukuran partikel agregat halus. Agregat dengan kehalusan modulus yang lebih tinggi cenderung memiliki partikel yang lebih kecil dan lebih halus, sementara agregat dengan kehalusan modulus rendah memiliki partikel yang lebih kasar dan lebih besar. Modulus kehalusan agregat halus ini berpengaruh terhadap banyak aspek beton, termasuk kinerja rheologi (aliran) dari SCC. Semakin halus agregat halus yang digunakan, semakin mudah beton tersebut untuk mengalir dan mengisi ruang cetakan tanpa memerlukan getaran tambahan. Namun, penggunaan agregat yang terlalu halus juga dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan air dalam campuran, yang dapat memengaruhi kekuatan beton akhir.

Kehalusan agregat halus diukur dengan menggunakan indeks yang disebut modulus kehalusan. Modulus kehalusan adalah angka yang menggambarkan distribusi ukuran partikel agregat halus berdasarkan hasil pengayakan. Pengukuran ini dilakukan dengan mengayak sampel

agregat halus melalui serangkaian ayakan yang memiliki ukuran lubang tertentu, kemudian menghitung jumlah agregat yang lolos pada setiap ayakan.

Beton SCC terdiri dari bahan-bahan yang serupa dengan beton konvensional, yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan seperti aditif dan superplasticizer.

Superplasticizer digunakan untuk meningkatkan workability dan flowability tanpa menambah jumlah air dalam campuran. Aditif lainnya dapat digunakan untuk mengatur waktu pengerasan atau meningkatkan ketahanan terhadap serangan kimia.

Agregat halus terdiri dari butiran-butiran material seperti pasir, yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dibandingkan agregat kasar. Kehalusan agregat halus mengacu pada ukuran dan distribusi partikel agregat tersebut, yang dapat diukur melalui modulus kehalusan.

Rice Husk Ash (RHA) adalah hasil pembakaran sekam padi yang kaya silika amorf. Karena kandungan silika reaktifnya, RHA banyak diteliti sebagai bahan pozzolan pengganti sebagian semen. Dalam konteks High-Strength Self-Compacting Concrete (HS-SCC), RHA berpotensi meningkatkan kekuatan dan daya tahan sekaligus menurunkan panas hidrasi bila digunakan dengan benar — tetapi juga memengaruhi kerja balik (workability) SCC yang sensitive.

Sehingga tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah variasi modulus kehalusan agregat mempengaruhi kekuatan tekan beton pada umur tertentu, seperti 28 dan 56 hari

B. METODELOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini Mutu Beton Self-Compacting Concrete (SCC), jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menguji pengaruh variabel bebas (kehalusan modulus agregat halus) terhadap variabel

terikat (mutu beton SCC) dalam kondisi yang terkendali dan terukur.

Untuk menentukan kehalusan modulus agregat halus, biasanya digunakan alat saringan dan alat ukur yang sesuai dengan standar pengujian.

Adapun tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang diharapkan antara lain:

1. Tahap Pertama, Material yang harus disiapkan adalah agregat halus (sumber pengambilan sampel Pasir Sungai Batang Kuranji, Padan), agregat kasar, air, ada beberapa rencana pemilihan material.
2. Tahap Kedua, pemeriksaan karakteristik (*properties*) dari setiap material, pemeriksaan XRD (*X-Ray Diffractometer*) abu sekam padi untuk mengetahui ukuran butiran dari setiap zona hasil penyaringan.
3. Tahap Ketiga, Hal yang harus dilakukan pada Tahap III adalah menentukan komposisi campuran *self compacting concrete*. Komposisi campuran *self compacting concrete* dilakukan dengan pengumpulan data dari jurnal dan standar ACI. Persentase variasi abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton *self compacting concrete* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi Beton

NO	BAHAN	KUALITAS (kg/m ³)	PERSENTASE TERHADAP TOTAL BERAT CAMPURAN (%)
1	Semen Portland	450	18,75
2	Abu Sekam Padi (RHA)	70	2,92
3	Agregat Halus (Pasir)	700	29,17
4	Agregat Kasar (Kerikil)	1000	41,67
5	Air	126	5,25
6	Silica Fume	45	1,88
7	Superplasticizer (SP)	9	0,38

4. Tahap keempat, pengecoran benda uji *self- compacting concrete* di Laboratorium. Proses pencampuran material dilakukan untuk mendapatkan beton segar yang kemudian dilakukan pengujian *slump flow*. Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui pengaruh kehalusan abu sekam padi sebagai substitusi

terhadap semen pada perilaku *flowability* dan *workability* beton *self-compacting concrete*.

5. pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas pada benda uji. Pembuatan *capping* pada setiap benda uji dilakukan sebelum pengujian. Beton yang sudah berumur 28 dan 56 hari siap diuji kuat tekan dan kuat tarik serta modulus elastisitas. Selanjutnya dilakukan analisa, pembahasan, dan penarikan kesimpulan dari hasil pengujian.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

C. PEMBAHASAN DAN ANALISA

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan maka berikut ini terdapat hasil sebagai berikut.

1. Desain Penelitian

Campuran beton *Self Compacting Concrete (SCC)* dengan rencana kuat tekan rencana 60 MPa. Serta direncanakan Pada penelitian ini **modulus kehalusan (FM)** akan menggunakan agregat halus, yang di bagi menhadi 3 variasi yaitu:

1. Variasi A : FM = 2,0 – 2,4 (Agregat sangat halus)

Tabel 2. Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 2,21

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	2%	2	2
2	2,36 mm (No.8)	6%	8	8
3	1,18 mm (No.16)	11%	19	19
4	0,60 mm (No.30)	17%	36	36
5	0,30 mm (No.50)	30%	66	66
6	0,15 mm (No.100)	24%	90	90
7	Pan (<0,15 mm)	10%	100	
			221	2,21
			100	

2. Variasi B : FM $\geq 3,0$ (Agregat kasar)

Tabel 3. Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 2,77

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	5%	5	5
2	2,36 mm (No.8)	8%	13	13
3	1,18 mm (No.16)	17%	30	30
4	0,60 mm (No.30)	25%	55	55
5	0,30 mm (No.50)	25%	80	80
6	0,15 mm (No.100)	14%	94	94
7	Pan (<0,15 mm)	6%	100	
			277	2,77
			100	

3. Variasi C : FM = 2,0 – 2,4 (5 – 2,9 (Agregat sedang)

Tabel 4. Komposisi Variasi Matrial tertahan Untuk FM 3,48

No	Ukuran Ayakan	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	Perhitungan FM
1	4,75 mm (No.4)	15%	15	15
2	2,36 mm (No.8)	18%	33	33
3	1,18 mm (No.16)	20%	53	53
4	0,60 mm (No.30)	18%	71	71
5	0,30 mm (No.50)	12%	83	83
6	0,15 mm (No.100)	10%	93	93
7	Pan (<0,15 mm)	7%	100	
			348	3,48
			100	

2. Slump Flow Test

Pada penelitian ini pada beton SCC (Self Compacting Concrete), kami tidak melakukan uji slump biasa. Kami melakukan Slump Flow Test, diharapkan beton SCC dapat mengalir sendiri tanpa pemadatan. Tujuan Slump Flow Test untuk menilai kemampuan mengalir beton SCC (flowability), kemudian dengan test

ini akan dapat melihat Workability tanpa pemadatan.

Tabel 5. Hasil Slump Flow Test

No	Sampel !	Diameter 1 (mm)	Diameter 2 (mm)	Slump Flow Rata-rata (mm)	Keterangan
1	Sampel !	675	678	676,5	Memenuhi
2	Sampel !	725	730	727,5	Memenuhi

Perbedaan Sampel 1 dan 2 Hanya Pada Jumlah Air kerja yang diberikan. Sampel 2 jumlah air ditambahkan 10% dari

Kriteria SCC

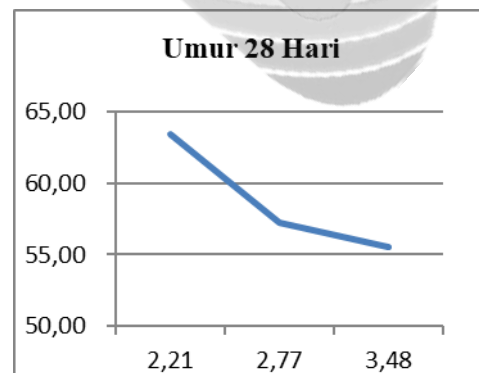
< 650 mm	Kurang mengalir
650–750 mm	Memenuhi
> 750 mm	Terlalu cair

3. Uji Kuat Tekan

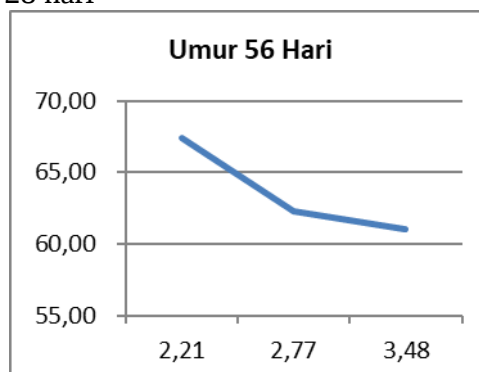
Pengujian ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar beban maksimum (tekanan) yang dapat diterima beton sebelum hancur. Pengujian ini menggunakan mesin uji Compression Testing Machine (CTM) dengan kapasitas tekanan 2000 kN.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Variasi FM	UMUR 28 HARI			UMUR 56 HARI		
	Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)	Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	SCC-1.1 / 2,21	63,2	63,47	SCC-1.2 / 2-2,4	66,8	67,40
	SCC-2.1 / 2,21	64,1		SCC-2.2 / 2-2,4	68,3	
	SCC-3.1 / 2,21	63,1		SCC-3.2 / 2-2,4	67,1	
2,77	SCC-1.1 / 2,77	57,2	57,27	SCC-1.2 / 25-2,9	62,2	62,30
	SCC-2.1 / 2,77	57,4		SCC-2.2 / 25-2,9	62,6	
	SCC-3.1 / 2,77	57,2		SCC-3.2 / 25-2,9	62,1	
3,48	SCC-1.1 / 3,48	55,7	55,57	SCC-1.2 / 3	61,3	61,03
	SCC-2.1 / 3,48	55,7		SCC-2.2 / 3	61,1	
	SCC-3.1 / 3,48	55,3		SCC-3.2 / 3	60,7	



1. Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari



2. Kurva hasil uji kuat tekan beton umur 56 hari

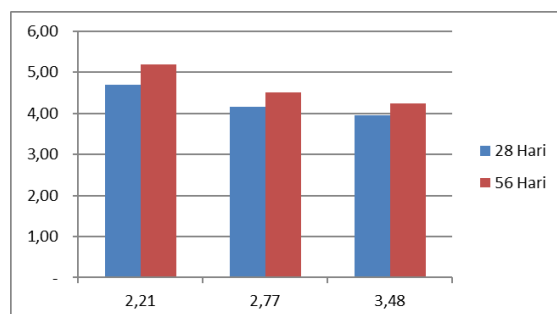
Kuat tekan: FM 2,0-2,4 menunjukkan rata-rata tertinggi 67,40 MPa, mengikuti FM 2,5 – 2,9 62,3 MPa, dan FM besar dari 3 61,03 MPa. Untuk umur 56 hari. Interpretasi: semakin halus FM lebih kecil, dalam rentang percobaan agregat halus cenderung meningkatkan kekuatan tekan hingga titik optimum - dalam percobaan ini FM 2,0-2,4 memberikan hasil lebih baik dari FM diatas 2,5.

4. Uji Kuat Tarik

Uji ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar gaya tarik yang dapat diterima beton sebelum retak atau patah. Uji Kuat Tarik Belah Beton (Splitting Tensile Strength Test) menggunakan alat Mesin Uji Tekan Beton (Compression Testing Machine / CTM).

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Variasi FM	UMUR 28 HARI			UMUR 56 HARI		
	Sampel	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)	Sampel	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	TB-1.1 / 2,21	4,64	4,69	TB-1.2 / 2,21	5,11	5,19
	TB-2.1 / 2,21	4,73		TB-2.2 / 2,21	5,24	
	TB-3.1 / 2,21	4,71		TB-3.2 / 2,21	5,22	
2,77	TB-1.1 / 2,77	4,11	4,16	TB-1.2 / 2,77	4,51	4,52
	TB-2.1 / 2,77	4,25		TB-2.2 / 2,77	4,54	
	TB-3.1 / 2,77	4,12		TB-3.2 / 2,77	4,51	
3,48	TB-1.1 / 3,48	3,92	3,96	TB-1.2 / 3,48	4,23	4,24
	TB-2.1 / 3,48	3,97		TB-2.2 / 3,48	4,24	
	TB-3.1 / 3,48	3,99		TB-3.2 / 3,48	4,26	



Kurva 3. Kurva Hasil Tarik Belah

Kuat tarik belah: mengikuti pola kuat tekan FM 2,0-2,4 memberikan nilai Kuat Tarik Belah rata-rata tertinggi 5,19 MPa. Perbandingan Kuat Tarik Belah antar Variasi FM berbanding lurus dengan Kuat Tekan rata-rata secara konsisten Kuat

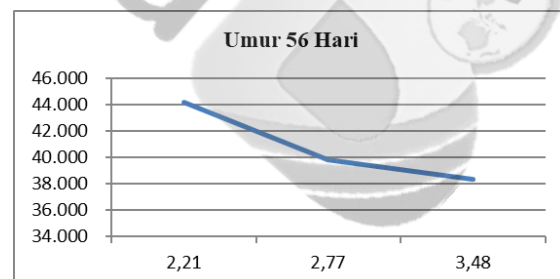
Tarik belah setelah umur 56 hari mengalami kenaikan 10% dari umur 28 hari.

5. Uji Modulus Elastisitas

Pengujian ini untuk Menentukan hubungan antara tegangan (stress) dan regangan (strain) pada beton saat diberi beban tekan, untuk mengetahui kemampuan beton menahan deformasi elastis.

Tabel 8. Hasil Uji Modulus Elastisitas

Variasi FM	UMUR 56 HARI		
	Sampel	Modulus Elastisitas (MPa)	Rata-rata (MPa)
2,21	ME-1.2 / 2,21	43.400	44.133
	ME-2.2 / 2,21	44.700	
	ME-3.2 / 2,21	44.300	
2,77	ME-1.2 / 2,77	39.500	39.833
	ME-2.2 / 2,77	40.200	
	ME-3.2 / 2,77	39.800	
3,48	ME-1.2 / 3,48	38.100	38.300
	ME-2.2 / 3,48	38.300	
	ME-3.2 / 3,48	38.500	



4. Kurva Hasil Tarik Belah

Modulus elastisitas: FM 2,0-2,4 memiliki nilai Modulus rata-rata 44,13 MPa, lebih tinggi dari FM 2,5-2,9 39,83MPa FM diatas 3 38,30 MPa Ini konsisten karena Modulus Elastisitas diasumsikan meningkat dengan meningkatnya kuat tekan.

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, sehingga dapat disimpulkan sebagai hal berikut ini:

1. Modulus kehalusan agregat halus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan

modulus elastisitas beton SCC mutu tinggi.

2. Nilai optimum diperoleh pada FM 2,21, dengan hasil rata-rata: Kuat tekan: 67,4 MPa, Kuat tarik belah: 5,19 MPa, Modulus elastisitas: 44,13 GPa.
3. Pengaruh FM yang lebih kecil (agregat halus lebih "halus") meningkatkan kepadatan butiran dan kemampuan padat partikel, sehingga menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat tekan lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). "Self-compacting concrete." *Concrete International*, 25(6), 50-54.

Olivier, F., & Tanguy, B. (2011). "Influence of the fine aggregate characteristics on the rheology and the durability of SCC." *Cement and Concrete Composites*, 33(7), 799-809.

Zhang, M. H., & Malhotra, V. M. (2003). "Superplasticizer and its effects on SCC." *Cement and Concrete Research*, 33(3), 423-431.

Neville, A. M. (2012). "Properties of Concrete" (5th ed.). *Prentice Hall, New York*.

Liu, J., & Zhang, L. (2008). "Effects of aggregate gradation on the properties of self-compacting concrete." *Construction and Building Materials*, 22(3), 251-258.

Kearsley, E. P., & Wainwright, P. J. (2001). "The influence of the type and amount of fine aggregate on the properties of self-compacting concrete." *Cement and Concrete Research*, 31(1), 1-5.

Molinero, S. E., & Vega, E. A. (2012). "Characterization of fine aggregates used in SCC and its effect on the mix design and rheology." *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(7), 1012-1018.

Berg, S. S. (2003). "SCC Mix Design and Applications." *American Concrete Institute (ACI), SP-225*.

Jia, X., & Du, J. (2016). "Influence of fine aggregate fineness on the properties of self-compacting concrete." *Construction and Building Materials*, 122, 550-558.

Ahmed Sultan Ali (2017) “ Self-Compacting Concrete, Fineness Modulus, Flexural Strength, UPV “.

SURAT KEPUTUSAN
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
NOMOR: 342/SK/PPs-UBD/MT/VII/2025

TENTANG
PEMBIMBING MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL JENJANG STUDI STRATA DUA (S2)
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS BINA DARMA
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA

- Menimbang : a. Bahwa mahasiswa semester akhir diharuskan membuat Tesis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Pascasarjana Program Studi TEKNIK SIPIL – S2;
b. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan dimaksud, dipandang perlu untuk menunjuk Pembimbing bagi setiap mahasiswa;
c. Bahwa untuk memenuhi butir-butir di atas, perlu diterbitkan Surat Keputusan sebagai landasan hukumnya.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003;
2. Undang-undang Nomor 12 tahun 2012;
3. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 15 tahun 2005;
4. Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas;
5. Akte Pendirian Yayasan Nomor 95 tanggal 28 Desember 2003;
6. Statuta Universitas Bina Darma;
7. Surat Keputusan Rektor Universitas Bina Darma Nomor: 078/SK/Univ-BD/VI/2009 tanggal 1 Juni 2009.
8. Surat Keputusan Rektor Universitas Bina Darma Nomor: 0001/SK/Univ-BD/I/2019 tanggal 10 Januari 2019.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan saudara:

Dr. Ir. Firdaus, S.T.,MT.,IPM., ASEAN Eng

sebagai Pembimbing dalam penyusunan Tesis bagi mahasiswa dibawah ini:

Nama : ANDRYADI
NIM : 212710009
Konsentrasi : STRUKTUR DAN BAHAN
Judul Tesis : PENGARUH KEHALUSAN MODULUS AGREGAT HALUS TERHADAP MUTU BETON SCC

- KEDUA : Surat Keputusan ini berlaku 6 (enam) bulan sejak tanggal ditetapkan dan apabila dalam waktu tersebut mahasiswa belum menyelesaikan, maka akan diterbitkan Surat Keputusan Pembimbing yang baru, dengan ketentuan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini, akan diperbaiki sebagaimana mestinya;
- KETIGA : Surat Keputusan asli ini diberikan kepada mahasiswa yang bersangkutan untuk dilaksanakan dan diindahkan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di: Palembang
Pada Tanggal: 31 Juli 2025
Direktur,

Universitas **Bina
Darma**
PROGRAM PASCASARJANA

Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

- Tembusan:
1. Pembimbing
2. Arsip

LEMBAR KONSULTASI PENELITIAN TESIS

Nama : ANDRYADI
Nim : 212710009
Konsentrasi : Struktur dan Bahan
Judul : PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC
Pembimbing : Dr. Firdaus, M.T.

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Paraf
		- dan modulus - pengaruh of gbr^{II} - perbaikan - perbaikan uji analisis - uji - uji tarik	dp dp dp
	12/1/2026	- Buat paper submit ke guru 5 - ACC draft uraian proposal	dp dp

LEMBAR KONSULTASI PENELITIAN TESIS

Nama : ANDRYADI
Nim : 212710009
Konsentrasi : Struktur dan Bahan
Judul : PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC
Pembimbing : Dr. Firdaus, M.T.

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Paraf
	11/2025	- perbaiki lembar belah ketupat - perbaiki rumus modul - Rung lingkup penelitian - kesimpulan	dp dp dp dp
	11/2025	- Perbaiki bab II, terutama sitasi penelitian, jumlah penelitian paling kurang ± 5 tahun - Daftar pustaka yg sitasi harus ada citrasi dan penelitian atau sebaliknya. - kesimpulan	dp dp dp
	11/2025	- Perbaiki grafik hasil tes, tarik belah ketupat	dp

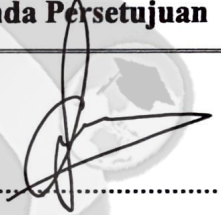
 ISO 9001 : 2000	Formulir Perbaikan Tesis	Nomor Dok : _____
		Nomor Revisi : _____
		Tgl. Berlaku : _____
		Klausa ISO : _____

Nama : ANDRYADI
 NIM : 212710009
 Konsentrasi : STRUKTUR DAN BAHAN
 Judul Tesis : **PENGARUH MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS TERHADAP BETON MUTU TINGGI SCC**

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Firdaus, S.T.,MT.,IPM., ASEAN Eng.

Tanggal Ujian : 12 FEBRUARI 2026

Telah diperbaiki dan dikonsultasikan dengan Pembimbing/Penguji Tesis.

No.	Nama Dosen Penguji	Tanggal	Tanda Persetujuan
1.	Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.	24 Feb 26	1. 
2.	Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D		2. 
3.	Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.		3. 

*Nb.
 Pembimbing harap memeriksa kembali format dari tesis yang telah diperbaiki dan keabsahan tanda tangan penguji

Palembang, 12 Februari 2026
 Program Studi Teknik Sipil – S2
 Ketua,


 Magister Teknik Sipil
Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.