

## **TUGAS AKHIR**

# **PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SCC ( *SELF COMPACTING CONCRETE* ) ANTARA PASIR MUNTILAN, PASIR CEPU, DAN PASIR PADAS GILING**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Wiwit Wahyuningrum**

**NIM : 30202000206**

**Ova Hapsari Maharani**

**NIM : 30202000255**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SCC  
( *SELF COMPACTING CONCRETE* ) ANTARA PASIR  
MUNTILAN, PASIR CEPU, DAN PASIR PADAS GILING



**Wiwit Wahyuningrum**

NIM : 30202000206

**Ova Hapsari Mahrani**

NIM : 30202000255

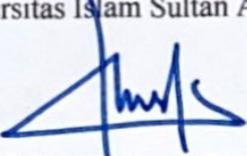
Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. H. Sumirin, MS**  
NIDN: 0004055302
2. **Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT**  
NIDN: 0623026901
3. **Lisa Fitriyana, ST., M.Eng**  
NIDN: 0631128901

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung

  
**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**

NIDN: 0625059102

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NO: 15/A2/SA-T/IX/2023

Pada hari ini tanggal ..... berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir. H. Sumirin, MS  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Wiwit Wahyuningrum  
NIM : 30202000206

Ova Hapsari Maharani  
NIM : 30202000255

Judul : Perbandingan Sifat-sifat Mekanis Beton SCC ( *Self Compacting Concrete* )  
Antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	21/09/2023	ACC
2	Seminar Proposal	08/11/2023	
3	Pengumpulan data	22/11/2023	
4	Analisis data	02/01/2024	
5	Penyusunan laporan	09/01/2024	
6	Selesai laporan	18/01/2024	

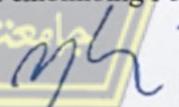
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

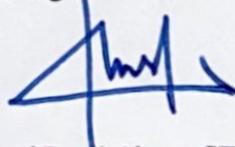


Dr. Ir. H. Sumirin, MS



Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Wiwit Wahyuningrum  
NIM : 30202000206
2. NAMA : Ova Hapsari Maharani  
NIM : 30202000255

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SCC ( *SELF COMPACTING CONCRETE* ) ANTARA PASIR MUNTILAN, PASIR CEPU, DAN PASIR PADAS GILING**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 2024

Yang membuat pernyataan 1

Yang membuat pernyataan 2

Wiwit Wahyuningrum  
NIM : 30202000206

Ova Hapsari Maharani  
NIM : 30202000255

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Wiwit Wahyuningrum  
NIM : 30202000206
2. NAMA : Ova Hapsari Maharani  
NIM : 30202000255

JUDUL TUGAS AKHIR :

PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SCC ( *SELF COMPACTING CONCRETE* ) ANTARA PASIR MUNTILAN, PASIR CEPU, DAN PASIR PADAS GILING

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang,

2024

Yang membuat pernyataan 1

Yang membuat pernyataan 2

Wiwit Wahyuningrum

NIM : 30202000206



Ova Hapsari Maharani

NIM : 30202000255

## MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang – orang fasik”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 110)

“Dan janganlah kamu membunuh dirimu. Sungguh, Allah Maha Penyayang kepadamu”

( An-Nisa : 29)

“Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah”

(QS. Ghafir : 44)

“Jangan takut gagal, Karena yang tidak yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah”

(Buya Hamka)



Wiwit Wahyuningrum

NIM : 30202000206

## MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang – orang fasik”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 110)

“ Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakan”

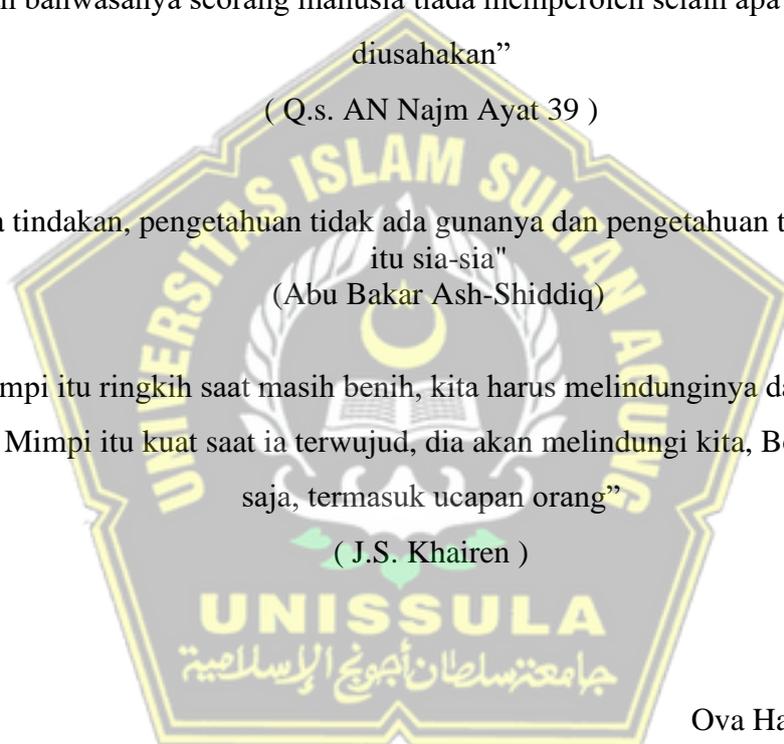
( Q.s. AN Najm Ayat 39 )

"Tanpa tindakan, pengetahuan tidak ada gunanya dan pengetahuan tanpa tindakan itu sia-sia"

(Abu Bakar Ash-Shiddiq)

“Mimpi itu ringkih saat masih benih, kita harus melindunginya dari ucapan orang. Mimpi itu kuat saat ia terwujud, dia akan melindungi kita, Boleh jadi apa saja, termasuk ucapan orang”

( J.S. Khairen )



Ova Hapsari Mahani

30202000255

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kepada alasanku ada di dunia, Bapak Kusananto pria hebat yang kusebut bapak dan Ibu Wahyuni Surga yang selalu kebersamai. Terima kasih atas segala usaha dan doa yang telah diusahakan untuk anakmu satu-satunya yang tersayang ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin, MS dan Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. Dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Rekan tugas akhir saya sekaligus teman yang selau menemani saya dari awal masa perkuliahan, Ova Hapsari Maharani, terima kasih telah bekerja sama dengan baik untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman kontrakan shopee umi rosya, Carlen, Sari, dan Opaaa yang selalu mendukung dan mendengarkan keluh kesah saya.
5. Sahabatku, Novita Setianingrum terima kasih selalu kebersamai dari SD sampai sekarang, yang tidak pernah bosan dengan segala cerita, memberi semangat, menemani ketika bosan dan tidak lupa juga mendoakan.
6. Kepada seorang yang tak kalah penting kehadirannya pemilik NIM 30202000207 bernama Yafie Tsani, Terima kasih atas waktu, kesabaran, moodbooster, serta menjadi tempat keluh kesah dan selalu ada dalam suka maupun duka selama waktu yang cukup panjang ini.
7. Teman-teman Laboratorium Fakultas Teknik yang telah membantu saya dalam melakukan praktikum dan menyelesaikan tugas akhir
8. Teman-teman semua dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil angkatan 2020 dan seluruh keluarga besar Fakultas Teknik.
9. Terakhir, untuk diri saya Wiwit Wahyuningrum terima kasih untuk tetap hidup.

Wiwit Wahyuningrum

NIM : 30202000206

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Ibu, Ibu, Ibu, dan Ayah saya, Ibu Tri Handayani dan Alm. Bapak Marjono, kakak saya Agung Setyawan dan Wahyu Candra Ulhaq, adik saya Singgih Aji Saputra yang selalu mendukung saya dalam kondisi dan keadaan apaapun. Yang selalu mendo'akan saya setiap waktu . Yang memberi kasih sayangnya setiap hari. Yang memberi arahan ketika saya tersesat.
2. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin, MS dan Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. Dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Rekan tugas akhir saya sekaligus teman yang selalu menemani saya dari awal masa perkuliahan, Wiwit Wahyuningrum, terima kasih telah bekerja sama dengan baik untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman kontrakan shopee Rosya, Carlen, Sari, dan Wiwit yang selalu mendukung dan mendengarkan keluh kesah saya.
5. Teman-teman dekat saya Cika, Pebby, Eli, Mbak Pia, Nisa dan Nopi yang selalu mendukung saya, memberi saya semangat, dan menemani ketika saya bosan.
6. Teman-teman Laboratorium Fakultas Teknik yang telah membantu saya dalam melakukan praktikum dan menyelesaikan tugas akhir.
7. Teman-teman semua dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil angkatan 2020 khususnya Sipil C dan seluruh keluarga besar Fakultas Teknik
8. Terakhir untuk diri saya sendiri Opaaa, terima kasih sudah bertahan melangkah sampai sejauh ini.

Ova Hapsari Maharani  
NIM : 30202000255

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perbandingan Sifat-sifat Mekanis Beton SCC ( *Self Compacting Concrete* ) Antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, St., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin, MS selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan tugas Akhir
6. Teman-teman angkatan 2020 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung;
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Pengaturan Utama .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pengertian Umum Beton.....	4
2.2. Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> ).....	5
2.3. Sifat-sifat Teknis Beton .....	6
2.3.1. Tahan Lama ( <i>Durability</i> ).....	6
2.3.2. Kuat Tekan.....	7
2.3.3. Modulus Elastitas.....	10
2.3.4. Rangkak ( <i>Creep</i> ).....	10
2.3.5. Susut ( <i>Shrinkage</i> ).....	11
2.3.6. <i>Workability</i> .....	12
2.4. Material Beton.....	12
2.4.1. Agregat.....	12
2.4.2. Semen ( <i>Portland Cement</i> ).....	19
2.4.3. Air .....	20
2.4.4. Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ).....	21
2.5. <i>Test Angularity</i> Agregat .....	22
2.5. Peneliti Terdahulu .....	23
BAB III METODOLOGI.....	29
3.1. Persiapan .....	29
3.2. Bahan .....	29
3.3. Peralatan.....	30
3.4. Pelaksanaan .....	30
3.4.1. Pemeriksaan Bahan .....	31
3.4.2. Perencanaan Campuran Beton ( <i>Job Mix Design</i> ) SNI 03-2834-2000 ..	33

3.4.3. Pembuatan Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> ) .....	39
3.4.4. Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	41
3.4.5. Pengukuran Berat Volume .....	41
3.4.6. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	41
3.5. Bagan Alir .....	42
3.6. Jadwal Pelaksanaan .....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat .....	45
4.1.1. Agregat Halus .....	45
4.1.2. Agregat Kasar .....	56
4.2. <i>Mix Design</i> Beton .....	60
4.3. Pemeriksaan Uji <i>Slump</i> .....	61
4.4. Pemeriksaan Berat Volume .....	62
4.5. Uji Kuat Tekan Beton .....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	69
5.1. Kesimpulan .....	69
5.2. Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
LAMPIRAN .....	xvii



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya .....	5
Tabel 2.2. Tabel Penelitian Terdahulu .....	24
Tabel 3.1. Koefisien pengali untuk deviasi standar jika data pengujian tersedia kurang dari 30 .....	34
Tabel 3.2. Persyaratan jumlah minimum semen dan rasio air-semen maksimum untuk berbagai jenis pengecoran di lingkungan khusus.....	37
Tabel 3.3. Data sifat fisik agregat .....	37
Tabel 3.4. Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	43
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus .....	46
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus .....	47
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Uji SSD Agregat Halus .....	48
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Muntitan.....	50
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Cepu .....	52
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Padas Giling.....	55
Tabel 4.7. Hasil Modulus halus Butir .....	56
Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar .....	57
Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Uji SSD Agregat Kasar .....	58
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar .....	59
Tabel 4.11. Proporsi Campuran Beton Normal.....	61
Tabel 4.12. Proporsi Campuran Beton SCC .....	61
Tabel 4.13. Hasil Pemeriksaan Uji <i>Slump</i> Beton Normal .....	61
Tabel 4.14. Hasil Pemeriksaan Uji <i>Slump</i> Beton SCC.....	62
Tabel 4.15. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Normal .....	62
Tabel 4.16. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton SCC .....	62
Tabel 4.17. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal.....	64
Tabel 4.18. Faktor Umur Hasil Tes Kuat Tekan.....	65
Tabel 4.19. Hasil Uji Kuat Tekan Beton SCC .....	66
Tabel 4.20. Perbandingan Antara Kuat Tekan Beton Normal dan SCC.....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alat Uji Tekan Beton .....	9
Gambar 2.2. Gradasi Pasir Kasar .....	13
Gambar 2.3. Gradasi pasir Sedang .....	13
Gambar 2.4. Gradasi Pasir Agak Halus .....	14
Gambar 2.5. Gradasi Pasir Halus .....	14
Gambar 2.6. Gradasi Agregat Halus .....	15
Gambar 2.7. Pasir Muntilan .....	16
Gambar 2.8. Pasir Cepu .....	16
Gambar 2.9. Pasir Padas Giling .....	17
Gambar 2.10. Grafik Gradasi split Ukuran Maksimum 10 mm.....	18
Gambar 2.11. Grafik Gradasi split Ukuran Maksimum 20 mm.....	19
Gambar 2.12. Grafik Gradasi split Ukuran Maksimum 40 mm.....	19
Gambar 2.13. Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ) .....	22
Gambar 2.14. Lebih banyak agregat halus bersudut vs. lebih bulat .....	22
Gambar 3.1. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen 9 Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm ) .....	35
Gambar 3.2. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen 9 Benda Uji Berbentuk Kubus 150 x 150 x 150 mm ) .....	36
Gambar 3.3. Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat kemudahan Pengerjaan Adukan Beton) .....	36
Gambar 3.4. Bagan Alir .....	42
Gambar 4.1. Grafik Analisa saringan Pasir Muntilan .....	51
Gambar 4.2. Grafik Analisa saringan Pasir Cepu .....	53
Gambar 4.3. Grafik Analisa saringan Pasir Padas Giling .....	55
Gambar 4.4. Grafik Modulus Halus Butir.....	56
Gambar 4.5. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar.....	60
Gambar 4.6. Grafik Kuat Tekan beton Normal .....	65
Gambar 4.7. Grafik Kuat Tekan beton SCC .....	67
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan SCC.....	68

# PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON SCC ( *SELF COMPACTING CONCRETE* ) ANTARA PASIR MUNTILAN, PASIR CEPU, DAN PASIR PADAS GILING

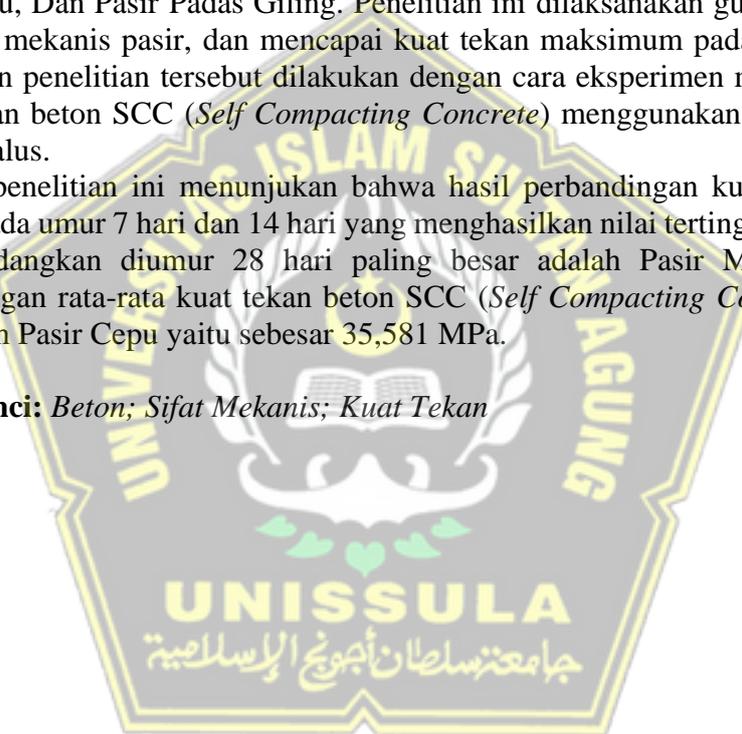
## Abstrak

Saat ini, pemanfaatan beton sebagai bahan konstruksi terus mengalami peningkatan. Dengan tingginya tingkat penggunaan beton, permintaan akan pasir sebagai komponen utama dalam pembuatannya juga mengalami peningkatan. Keanekaragaman jenis pasir yang tersedia dapat berdampak pada kualitas beton yang dihasilkan menyebabkan variasi kualitas produk akhir.

Salah satu pengaruh besarnya kuat tekan beton adalah jenis pasir yang dipakai. Hal ini menjadi salah satu alasan diadakannya penelitian tentang Perbandingan Sifat-Sifat Mekanis Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, Dan Pasir Padas Giling. Penelitian ini dilaksanakan guna mengetahui sifat-sifat mekanis pasir, dan mencapai kuat tekan maksimum pada beton. Untuk melakukan penelitian tersebut dilakukan dengan cara eksperimen membuat beton normal dan beton SCC (*Self Compacting Concrete*) menggunakan variasi 3 jenis agregat halus.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil perbandingan kuat tekan beton normal pada umur 7 hari dan 14 hari yang menghasilkan nilai tertinggi adalah Pasir Cepu, sedangkan di umur 28 hari paling besar adalah Pasir Muntilan. Hasil perbandingan rata-rata kuat tekan beton SCC (*Self Compacting Concrete*) paling besar ialah Pasir Cepu yaitu sebesar 35,581 MPa.

**Kata Kunci:** *Beton; Sifat Mekanis; Kuat Tekan*



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Pengaturan Utama

Beton dibentuk melalui campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dalam proporsi yang ditentukan. Sebagai bahan konstruksi umum dalam proyek struktural di Indonesia, beton menawarkan sejumlah keunggulan, termasuk ketersediaan bahan baku yang mudah, kemudahan penggunaan, daya dukung beban berat, ketahanan terhadap suhu tinggi, dan biaya pemeliharaan rendah dibandingkan dengan umur pakainya. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan penyusunnya, dengan gradasi agregat penyusun menjadi faktor penting. Penting untuk diingat bahwa kualitas beton sangat tergantung pada perencanaan komposisi campuran, yang secara signifikan memengaruhi kualitas keseluruhan struktur.

Guna memahami perilaku unsur-unsur penyusun beton, perlu diketahui sifat-sifat masing-masing komponennya, seperti: agregat halus, semen, agregat kasar, air. Kekuatan beton pada waktu-waktu tertentu ditentukan oleh perbandingan dari campuran berat air dengan berat semen. Dua sifat dasar yang dimiliki oleh beton adalah kuat terhadap tekanan dan kuat terhadap tarikan. Mutu beton dipengaruhi oleh jenis bahan pembuatnya. Bahan padat yang berkualitas tinggi akan mampu menghasilkan beton yang kuat tekan tinggi.

Jenis-jenis agregat halus yang diteliti dalam penelitian ini yaitu Pasir Muntlan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling. Pencampuran beton melibatkan perubahan pemilihan agregat yang berbeda dengan harapan menghasilkan variasi campuran terbaik yang dapat digunakan sebagai bahan untuk proyek beton lainnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang dikaji dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana sifat – sifat mekanis antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling dalam campuran Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)?
2. Bagaimana pengaruh Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling terhadap sifat mekanis beton SCC (*Self Compacting Concrete*) ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pendahuluan dan pembahasan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sifat – sifat mekanis antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling dalam campuran Beton SCC (*Self Compacting Concrete*);
2. Mengetahui pengaruh Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas giling terhadap sifat mekanis Beton SCC (*Self Compacting Concrete*).

## 1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini harus dibatasi agar selaras dengan tujuannya. Batasan-batasan penelitian ini meliputi :

1. Praktikum dilaksanakan di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula.
2. Beton SCC (*Self Compacting Concrete*);
3. Sifat - sifat mekanis yang diuji adalah pengujian kuat tekan dan berat volume beton;
4. Silinder dengan ukuran 150 x 300 mm merupakan benda uji yang digunakan;
5. Semen menggunakan *portland composite cement* tipe 1;
6. Menggunakan 3 variasi agregat halus yaitu Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling;
7. Air yang dipakai adalah air Fakultas Teknik Unissula;
8. Uji yang dilakukan merupakan uji kuat tekan dengan variasi waktu mulai dari 7, 14 dan 28 hari;
9. Beton dengan kekuatan rencana ( $f'c$ ) > 25 MPa;

10. Penelitian ini hanya dilakukan di laboratorium dan tidak dilakukan pelaksanaan di lapangan.

### **1.5. Sistematika Tugas Akhir**

Pembuatan tugas akhir ini terdiri dari hal-hal sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, kendala masalah, serta langkah-langkah persiapan tugas akhir.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan tentang teori yang berkaitan dengan judul tugas akhir serta menguraikan pengertian dan penelitian yang diperoleh dari sumber literatur dan studi kasus.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menjelaskan tentang metode pengumpulan dan pengolahan data serta merinci rancangan sistematika yang dilakukan dalam penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menjelaskan secara rinci hasil penelitian, menganalisis data, dan memberikan pembahasan mengenai temuan penelitian ini.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini menyajikan hasil dan kesimpulan dari analisis data serta memberikan rekomendasi terkait penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum Beton**

Beton didefinisikan sebagai campuran yang berasal dari semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, air, sesuai standar (SNI 03-2834-2000), dengan penambahan bahan lain sehingga membentuk suatu massa padat. Menurut ketentuan SNI 03-2847-2000, ukuran partikel agregat kasar adalah mulai dari 5,00 mm hingga 40 mm, sedangkan ukuran partikel agregat halus adalah 0,14 sampai 4,76 mm. Agregat kasar dan halus merupakan komponen terpenting dalam produksi beton.

Menurut PBI 1971, beton diklasifikasikan menjadi 3, yaitu:

1. Beton kelas I, digunakan pada pekerjaan nonstruktural. Untuk implementasinya keahlian khusus tidak diperlukan. Pemeriksaan kuat tekan tidak diperlukan, pengendalian mutu hanya sebatas pemeriksaan ringan terhadap mutu bahan;
2. Beton kelas II, pekerjaan struktur umum menggunakan beton jenis ini. Penerapannya perlu keterampilan tingkat tinggi dan harus diawasi oleh tenaga profesional. Beton kelas II diklasifikasikan berdasarkan standar kualitas yaitu B1, K125, K175, dan K225. Adapun pengendalian B1 hanya sebatas pengawasan ringan terhadap mutu material tanpa memerlukan pemeriksaan kuat tekan, sedangkan untuk K125, K175, dan K225 diperlukan pengendalian kualitas material yang seksama dan harus dilakukan pemeriksaan secara berkala terhadap mutu material. kuat tekan beton;
3. Beton kelas III, digunakan pada pekerjaan struktur dengan karakteristik kuat tekan lebih tinggi dari 225 kg/m<sup>2</sup>. Untuk pelaksanaannya diperlukan laboratorium beton yang peralatannya lengkap dan dilakukan oleh tenaga yang mempunyai keahlian khusus serta harus berada di bawah pengawasan tenaga profesional yang dapat melakukan pengendalian mutu secara berkala.

Menurut Tjokrodimuljo (2003), berdasarkan berat jenis dan kegunaannya, kelompok beton ada 4 dan ditunjukkan melalui tabel berikut:

**Tabel 2. 1** - Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktur
Beton ringan	1000 – 2000	Struktur ringan
Beton normal	2300 – 2500	Struktur
Beton berat	> 3000	Perisai sinar X

Sumber: Tjokrodimuljo, K (2003)

## 2.2. Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)

Beton SCC, atau yang dikenal sebagai Beton self-compacting merupakan jenis beton yang dapat mengalir secara alami tanpa perlu ditumbuk atau diratakan secara manual. Sifat beton SCC ini berbeda dengan beton konvensional dan menawarkan banyak keuntungan penting, termasuk penghematan waktu dan biaya dalam proses pengecoran. Penggunaan beton SCC memerlukan perhitungan desain campuran yang cermat dan pemilihan bahan aditif pengontrol kekentalan yang tepat untuk memastikan mutu dan kekuatan beton SCC mencapai tingkat optimal. Proses pengujian beton SCC sendiri juga menjadi aspek penting untuk menjamin kualitas dan ketahanan beton SCC yang dihasilkan.

Beton SCC memiliki kemampuan untuk memadat sendiri dengan tingkat *slump flow test* yang cukup tinggi. Ketika ditempatkan di bekisting dan proses pemadatan, Beton SCC penggetaran tidak diperlukan seperti yang umumnya diperlukan pada beton konvensional. Kelebihan Beton SCC terletak pada kemampuan alir yang tinggi, memungkinkannya untuk mengisi bekisting dengan sendirinya dan mencapai tingkat kepadatan tertingginya secara otomatis (EFNARC 2005).

Perbedaan mendasar dengan beton konvensional, beton SCC diuji dengan metode *slump flow test*. Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi hasil desain campuran dari beton dengan penekanan pada kapasitas pengisian dan kemampuan mengalir. Singkatnya, prosedur pengujian melibatkan penempatan beton segar SCC ke dalam corong pengujian *slump flow test*, mirip dengan

pengujian beton konvensional. Namun, perbedaannya terletak pada kemampuan Beton SCC untuk langsung mengalir dan membentuk lingkaran, yang kemudian diukur menggunakan meteran. Diameter lingkaran yang terbentuk harus mencapai ukuran minimal 650 mm dan maksimal 800 mm.

### **2.3. Sifat-sifat Teknis Beton**

Secara umum, sifat teknis beton cenderung dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kualitas bahan, metode pengerjaan, dan proses perawatan. Kualitas bahan yang optimal tergantung pada pemilihan bahan dasar yang berkualitas tinggi dan komposisi yang tepat antara komponen penyusun beton. Proses pengerjaan beton juga memiliki peran krusial dalam menentukan apakah campuran beton sesuai dengan kebutuhan dan standar yang ditetapkan. Pemeliharaan beton setelah tahap perawatan diperlukan untuk mencegah hilangnya kelembaban secara cepat dan menjaga kelembaban dan suhu beton untuk mencapai kualitas yang diinginkan.

Karakteristik semen juga memiliki dampak terhadap kecepatan pengerasan dan kualitas beton secara keseluruhan. Agregat kasar dapat mempengaruhi kekuatan beton, sedangkan agregat halus dapat mempengaruhi alur kerja. Kualitas dan kuantitas air yang digunakan dapat memberikan dampak terhadap pengerasan dan kekuatan beton (Murdoch dan Brook, 2003). Saat merencanakan dan melaksanakan struktur beton, pengetahuan mendalam tentang sifat-sifat beton setelah pengerasan sangatlah penting. Beberapa sifat beton antara lain:

#### **2.3.1 Tahan Lama (*Durability*)**

Daya tahan jangka panjang mengacu pada kemampuan beton untuk tetap tahan terhadap kondisi tertentu tanpa mengalami korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam keadaan demikian, batasan nilai faktor udara maksimum semen dan takaran minimum semen perlu diterapkan sesuai dengan karakteristik lingkungan yang ada. Sifat ketahanan beton dalam jangka panjang dapat dikelompokkan menjadi beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

- a. Kemampuan menahan kondisi cuaca jangka panjang melibatkan pengaruh unsur alam seperti hujan, pembekuan selama musim dingin, serta kontraksi dan pemuaian akibat pergantian kondisi basah dan kering akibat paparan sinar matahari.

- b. Ketahanan terhadap berbagai zat kimia, termasuk dampak korosif yang disebabkan oleh air rawa, air hujan, limbah, bahan kimia industri, dan air limbah kota, merupakan faktor penting dalam menjaga keawetan beton.
- c. Ketahanan terhadap erosi merupakan hal yang penting, dimana beton harus mampu menahan abrasi yang mungkin terjadi akibat pasang surut air laut, Butiran yang dibawa air laut, dan pengaruh angin laut.

### 2.3.2 Kuat Tekan

Pemeriksaan sampel benda uji merupakan salah satu cara pengelolaan mutu beton. Kuat tekan suatu sampel beton mengacu pada kemampuan suatu benda uji beton dalam menahan tekanan minimal 95%. Menurut ketentuan Standar Perhitungan Nasional Indonesia (SNI) T-15-1991, dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm berbentuk silinder kuat tekan suatu benda uji akan tercermin dalam nilai  $f_c'$ . Metode konstruksi struktur beton arsitektural. Prosedur pengujian dilaksanakan saat mencapai umur 28 hari dan didasarkan baku mutu beton.

Kekuatan tekan menjadi parameter kunci yang merefleksikan kinerja beton. Kekuatan tekan menggambarkan kapasitas beton dalam menahan tekanan per satuan luas. Definisi kuat tekan dalam kerangka Standar Nasional Indonesia (SNI) mengindikasikan beban per satuan luas yang mampu menginduksi retakan atau kerusakan pada benda uji beton apabila terpapar tekanan tertentu dari mesin pengepres. Berdasarkan SNI 03-1974-1990, rumus kekuatan benda uji beton yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$f_c'$  = kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)

P = kuat tekan maksimum pada sampel beton

A = luas penampang (permukaan sampel beton)

Ketahanan tekan beton mengacu pada kemampuan beton keras menahan tekanan per satuan luas permukaan. Dalam kerangka teori, faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan dinding beton antara lain: agregat, pasta semen, volume

pori dan keterkaitan agregat dengan pasta semen. Jika diterapkan dalam konteks praktis, beberapa faktor yang berdampak pada kekuatan beton antara lain:

- a. Nilai faktor air semen. Untuk menjamin kelancaran proses pekerjaan beton, nilai faktor ini minimal harus mampu mencapai 0,35. Dampak buruk terhadap kualitas beton biasanya dapat disebabkan oleh penggunaan air yang berlebihan. Apabila nilai faktor air semen melebihi batas 0,60 hal ini dapat menyebabkan mutu beton tidak mencapai tingkat ideal.
- b. Rasio agregat-semen memainkan peran penting dalam konstruksi karena mempengaruhi kualitas beton. Perbandingan antara agregat dan semen sangat signifikan karena pasta semen berfungsi sebagai pengikat butiran agregat. Semakin tinggi perbandingan agregat dan semen maka mutu beton cenderung menurun karena jumlah lapisan pasta semen pada agregat semakin berkurang.
- c. Derajat kepadatan. Tingkat kepadatan beton segar mempunyai pengaruh yang cukup besar. Semakin efektif pemadatan beton di lokasi dengan demikian, mutu beton yang dihasilkan pun akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan tersebut. Umumnya proses pemadatan dilakukan dengan cara menumpuk potongan baja tulangan  $\varnothing 16$  atau menggunakan vibrator sebagai alat bantu.
- d. Umur. Seiring berjalannya waktu, kekuatan tekan beton cenderung meningkat. Setelah 14 hari dalam sebuah proyek umumnya bekisting dapat dicopot dan dianggap telah meraih kekuatan tekan 100% setelah 28 hari.
- e. Metode perawatan bervariasi tergantung pada lokasi; di lingkungan laboratorium, beton diawetkan melalui metode perendaman, sementara di lokasi konstruksi, perawatan dilakukan dengan menjaga kelembapan (menggunakan karung basah) selama 7 hingga 14 hari.
- f. Reaksi cepat beton tergantung pada jenis semen yang digunakan. Selama periode 28 hari semen tipe I umumnya mampu mencapai kekuatan 100%, sementara semen PPC memerlukan waktu 90 hari untuk mencapai kekuatan 100%.
- g. Peningkatan jumlah semen dapat meningkatkan mutu beton karena jumlah semen yang memadai berperan sebagai matriks pengikat yang sesuai untuk melapisi permukaan agregat.

- h. Mutu agregat mencakup distribusi ukuran, tekstur permukaan, bentuk, kekuatan, kekakuan, dan dimensi agregat maksimum, yang semuanya berpengaruh pada kekuatan keseluruhan beton.

Proses pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat disesuaikan dengan ketentuan yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI): 03-1974-1990. Beberapa faktor yang memengaruhi hasil uji kekuatan beton melibatkan sejumlah variabel:

- a. Keadaan ujung sampel uji,
- b. Ukuran sampel,
- c. Hubungan antara diameter benda uji dan ukuran maksimum agregat,
- d. Hubungan antara panjang dan diameter sampel uji,
- e. Kondisi kelembaban pada benda uji,
- f. Temperatur sampel,
- g. Orientasi beban relatif terhadap arah pengecoran,
- h. Laju penambahan beban pada mesin uji kompresi, dan
- i. Bentuk geometris sampel.



**Gambar 2.1** Alat Uji Tekan Beton

### 2.3.3 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas Mengacu pada rasio antara tekanan yang diberikan dan persentase perubahan panjang beton sehubungan dengan kuat tekan beton, yang biasanya diukur dalam kisaran 25% - 50% dari kuat tekan beton (Murdock & Brook , 1991). Untuk menghitung Modulus Elastisitas beton dapat digunakan rumus yang dijelaskan melalui ASTM C 469-02 sebagai berikut :

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$E_c$  = Modulus Elastisitas beton ( $\text{kg/m}^2$ )

$\sigma_2$  = Tegangan pada 40% tegangan runtuh ( $\text{kg/m}^2$ )

$\sigma_1$  = Tegangan pada saat nilai kurva regangan  $\varepsilon_1$  ( $\text{kg/m}^2$ )

$\varepsilon_2$  = nilai kurva regangan yang terjadi pada saat  $\sigma_2$  ( $\text{kg/m}^2$ )

$\varepsilon_1$  = regangan sebesar 0.00005 ( $\text{m}^3$ )

Menurut peraturan teknis SK-SNI T-15-1991-03, Perhitungan Modulus Elastisitas beton dilakukan dengan mempertimbangkan faktor berat beton, dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(2.3)$$

Sedangkan untuk Wc diantara 1500 dan 2500  $\text{kg/m}^3$  ialah:

$$E_c = (Wc)1,5 \times 0,043 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dalam ACI 363-92 "Laporan teknis terbaru tentang beton mutu tinggi" adalah sebagai berikut:

$$E_c = 4320 \sqrt{f'_c} + 6900\dots\dots\dots(2.5)$$

### 2.3.4 Rangkak (*Creep*)

Rangkak beton merujuk pada nilai regangan tambahan yang terjadi pada beton setelah mengalami tegangan tetap, diukur dari munculnya tegangan elastik hingga regangan pada suatu periode tertentu.

Nilai rangkak dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Faktor yang dapat mempengaruhi deformasi rangkak antara lain:

- a. Pemilihan bahan, termasuk jenis semen, persentase agregat kasar, dan

- agregat halus;
- b. Jumlah kadar air yang digunakan serta *water content / cement ratio*;
  - c. Tingkat kelembaban relatif;
  - d. Suhu beton selama proses pengeringan;
  - e. Dimensi struktur, Cepuerti ketebalan dan perbandingan volume terhadap permukaan;
  - f. Umur saat waktu pembebanan;
  - g. Nilai *slump*.

### 2.3.5 Susut (*Shrinkage*)

Penyusutan adalah sifat beton yang menyebabkan berkurangnya volume beton selama proses pengerasan karena kelembaban serta kadar air yang berkurang. Pada dasarnya penyusutan pada beton dibagi menjadi 2 yaitu: susut pengeringan dan susut plastis.

Susut pengeringan ialah penyusutan yang terjadi setelah beton mencapai titik pengerasan saat proses hidrasi selesai. Sedangkan susut plastis ialah penyusutan yang terjadi secara cepat sesaat setelah beton dicor. Beberapa faktor yang dapat menentukan nilai susut ialah:

- a. Kadar agregat yang terkandung dalam beton. Beton dengan kandungan agregat tinggi akan menyebabkan penyusutan volume semakin kecil, semakin tinggi kadar agregat juga akan mempengaruhi Modulus Elastisitas beton yang dapat menyebabkan beton lebih tahan terhadap penyusutan;
- b. Semakin tinggi kadar Faktor Air Semen akan menyebabkan penyusutan semakin besar;
- c. Dimensi struktur. Nilai penyusutan akan semakin kecil apabila volume struktur semakin besar. Untuk struktur yang lebih besar, proses penyusutan akan semakin lama karena dibutuhkannya banyak waktu agar proses pengeringan merata.
- d. Faktor lingkungan. Kelembaban relatif di sekitar beton juga mempengaruhi nilai penyusutan. Nilai susut tersebut akan semakin kecil apabila kelembaban relatif di lingkungan tersebut tinggi.

### 2.3.6 Workability

Kemampuan Kerja (*Workability*) mengacu pada kemudahan pencampuran, pencampuran, pengecoran dan pemadatan beton tanpa mengalami kehilangan homogenitas atau pemisahan (*bleeding*) yang terlalu banyak untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

Secara umum, kemampuan kerja (*Workability*) diklasifikasikan sebagai tiga karakteristik independen yang sering digunakan, yaitu:

- a. *Consistency* atau kelecakan adalah suatu komposisi dan persentase penyusun beton segar (*mortar*);
- b. *Mobility* adalah peralatan yang digunakan dalam proses pencampuran, pemindahan dan pemadatan beton, serta menyangkut aspek ukuran dan jarak perkerasan beton.
- c. *Compactibility* mengacu pada bentuk dan dimensi struktur yang menerima beban. Untuk mencapai kinerja yang optimal, diperlukan campuran semen dalam jumlah besar, bahan berkualitas dalam jumlah besar, penggunaan agregat berkualitas, dan jumlah air yang cukup.

## 2.4. Material Beton

Beton merupakan hasil gabungan aspek mekanik dan kimia dari berbagai komponen pembentuknya (Nawy, 1985). Bahan-bahan beton terdiri dari kombinasi antara agregat kasar dan agregat halus, serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

### 2.4.1 Agregat

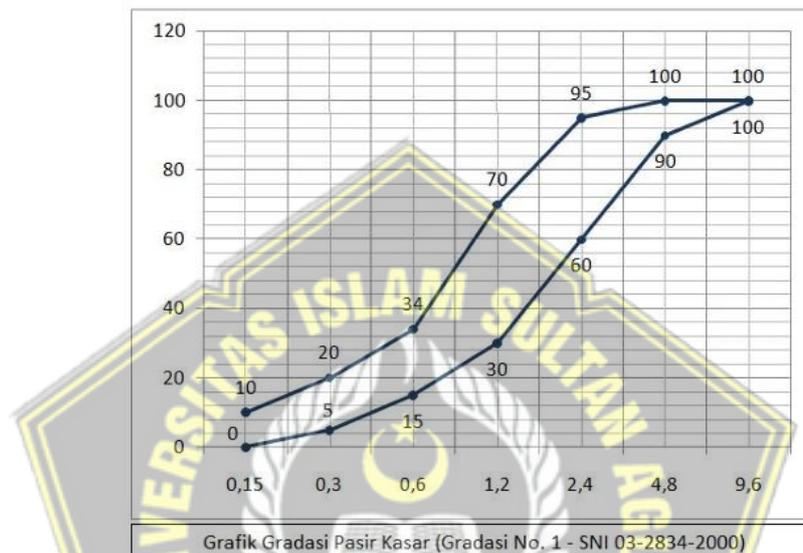
Secara umum, sekitar 70% hingga 80% dari volume total beton diisi oleh agregat, sehingga peran agregat menjadi sangat penting terhadap karakteristik beton (Mindess, 2013). Pentingnya distribusi gradasi agregat dapat diamati dari kebutuhan untuk mencapai integritas, homogenitas, kepadatan, dan konsistensi dalam perilaku keseluruhan massa beton (Nawy, 1998). Dalam konteks ini, terdapat dua jenis agregat:

- a. Agregat Halus

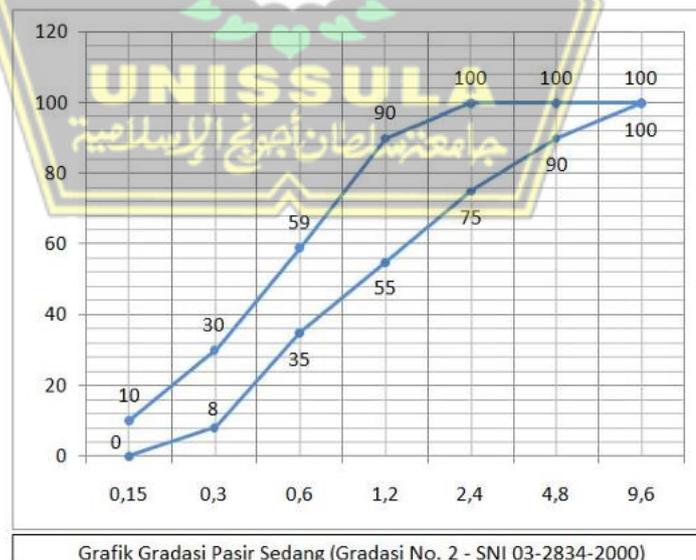
Agregat halus diperoleh dari sumber alami Cepuerti sungai, tanah galian, atau pecahan batuan. Menurut standar ASTM C 125-06, agregat halus memiliki ukuran partikel  $> 4,75$  mm. Pasir halus didefinisikan sebagai agregat dengan ukuran

partikel kurang dari 1,2 mm, debu dengan ukuran partikel  $> 0,075$  mm, dan tanah liat dengan ukuran partikel  $> 0,002$  mm menurut ketentuan SK SNI T-15-1991-03. Persyaratan proporsi agregat ukuran partikel yang ideal diatur dalam ASTM C 33/03, "Spesifikasi Standar Agregat Beton".

Gambar 2.1 di bawah ini menunjukkan grafik persyaratan gradasi agregat halus (split) berdasarkan SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal):



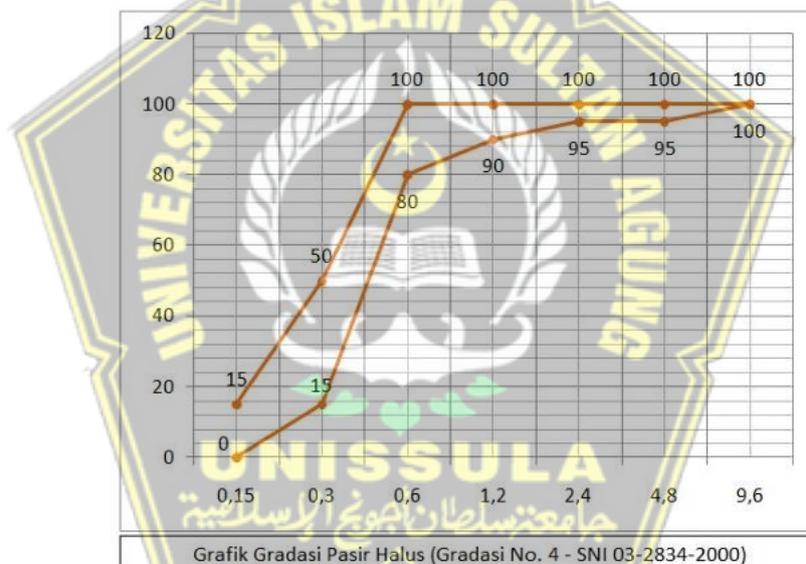
**Gambar 2. 2 – Grafik dari Gradasi Pasir Kasar**



**Gambar 2. 3 – Grafik dari Gradasi Pasir Sedang**



**Gambar 2. 4** - Grafik dari Gradasi Pasir Agak Halus



**Gambar 2. 5** - Grafik dari Gradasi Pasir Halus



**Gambar 2. 6 - Grafik dari Gradasi Agregat Halus**

Jenis-jenis agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Pasir Muntilan

Pasir Muntilan adalah sejenis pasir yang berasal dari Sungai Bergen, diproduksi di Kabupaten Muntilan, Jawa Tengah, Indonesia. Pasir ini mempunyai kualitas yang sangat unggul dibandingkan dengan pasir lainnya. Lokasi penambangan terletak di provinsi Muntilan, pasirnya memiliki kekerasan yang tinggi dan kandungan lumpur yang sangat rendah. Pasir Muntilan terkenal dengan kandungan silikanya yang tinggi, disebut juga pasir vulkanik Merapi, dan dianggap sebagai pasir terbaik di dunia. Pasir di Muntilan bentuknya agak bulat dan berwarna hitam pekat.

Berdasarkan Sudaryo dan Sutjipto yang menyelidiki kandungan logam pada tanah vulkanik di sekitar kawasan Merapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir Merapi, termasuk pasir Muntilan, mengandung kandungan logam yang cukup besar, antara lain 1,8–5,9% Al, 1–2,4% Mg, 2,6–28% Si, dan 1,4–9,3% Fe. Penelitian ini membuktikan bahwa pasir Merapi, termasuk pasir Muntilan, dapat dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras. Uji laboratorium menunjukkan beton yang mengandung pasir Merapi Cepuerti pasir Muntilan mempunyai mutu unggul yang memenuhi baku mutu beton yang tinggi. Pasir Muntilan berasal dari sisa-sisa letusan gunung berapi. Guguran dari sisa letusan selanjutnya jatuh di

sungai-sungai Cepuerti Kali Krasak , Kali Beven, Kali Bronken, Kali Puti, Kali Gendol, dan Kaliuolo.



**Gambar 2. 7 – Pasir Muntilan**

## 2. Pasir Cepu

Pasir Cepu merupakan partikel yang terbentuk dari mineral dan batuan dengan ukuran yang halus. Pasir Cepu berbentuk bulat, warnanya cenderung gelap, dan memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan pasir hasil proses pemecahan batu. Pasir Cepu dapat berfungsi sebagai komponen dalam konstruksi jalan maupun dalam proses pengecoran bangunan.

Pada penelitian ini pasir Cepu yang digunakan diperoleh dari Blora, Jawa Tengah. Secara fisik Pasir Cepu memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan clereg. Kadar lumpur pada Pasir Cepu juga lebih rendah dibandingkan agregat halus clereg.



**Gambar 2. 8 – Pasir Cepu**

#### d. Pasir Padas Giling

Batu padas, yang seringkali digunakan dalam pengelolaan limbah, dapat ditemukan secara melimpah di alam dan sering dimanfaatkan dalam pembuatan patung dan konstruksi sipil. Batu ini terbuat dari campuran silika dan besi oksida yang berfungsi sebagai perekat pada batuan sedimen. Komposisi dasarnya terdiri dari sekitar 70-90% silikon oksida, 2-10% aluminium oksida, dan sejumlah kecil kalium, besi, dan magnesium oksida. Secara khusus, batuan padat memiliki porositas sekitar 30% volumenya. (IN. Simpen., dkk, 2011).

Di Kabupaten Pati, terutama di Kecamatan Sukolilo, merupakan wilayah yang menghasilkan padas yang telah digiling. Proses produksi padas giling di Kecamatan Sukolilo melibatkan penggunaan mesin penggiling batu padas yang digunakan untuk menggilingkan kerikil batu padas. Pasir Padas Giling yang dihasilkan memiliki tekstur yang halus seperti tanah, sangat lembut, dan berwarna kuning cerah. Dengan demikian, pasir ini mengandung lumpur yang cukup besar.



**Gambar 2. 9 – Pasir Padas Giling**

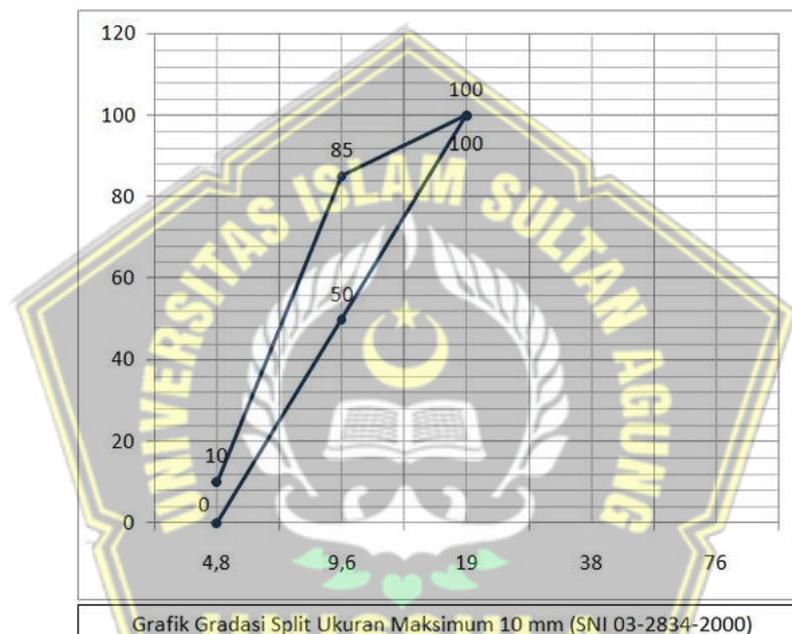
#### a. Agregat Kasar

Menurut standar ASTM C 33-03 dan ASTM C 125-06, agregat kasar didefinisikan sebagai agregat dengan ukuran partikel lebih besar dari 4,75 mm. Persyaratan tentang agregat kasar adalah:

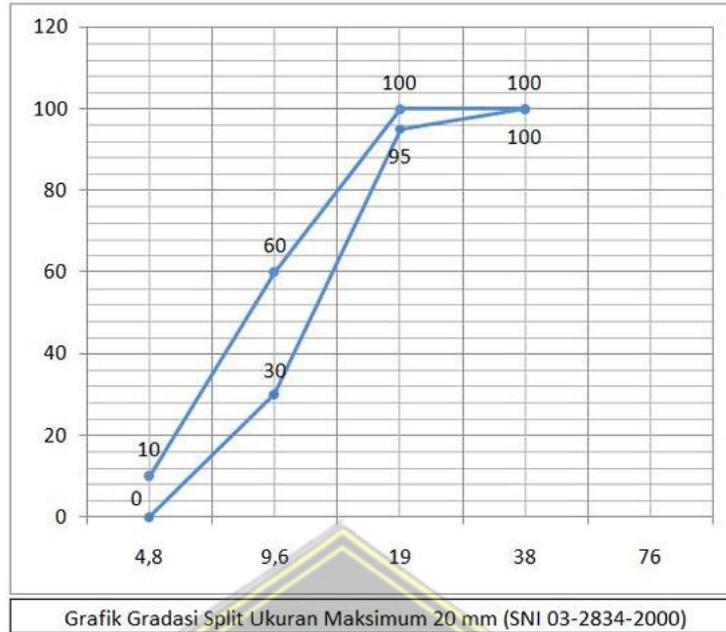
- Agregat kasar harus terdiri dari partikel padat dan bebas pori-pori.

- Agregat kasar harus tahan lama. Artinya agregat tidak mudah rusak atau pecah karena kondisi cuaca
- Agregat kasar harus bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak beton, misalnya bahan alkali.
- Kandungan lumpur dalam butiran kasar tidak boleh melebihi 1%. Jika jumlah lumpur melebihi batas, agregat kasar harus dicuci.

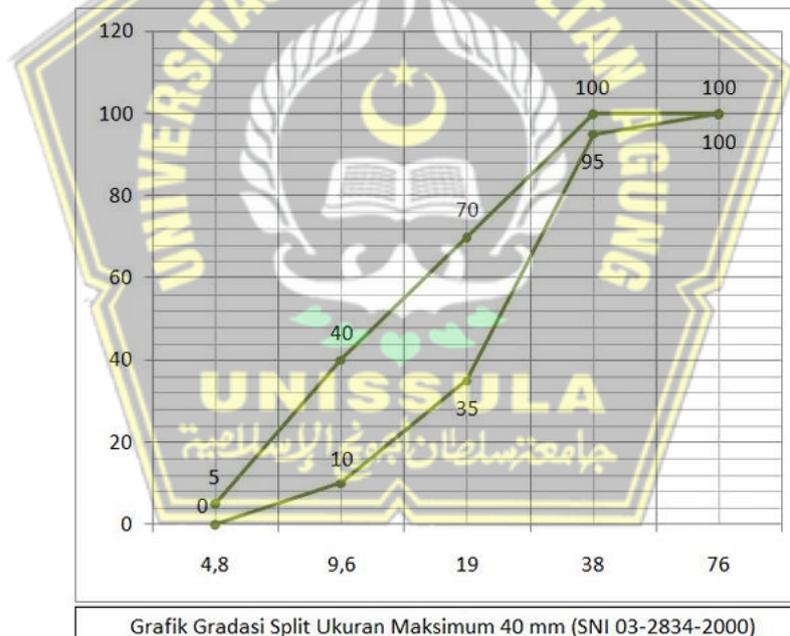
Tabel dan grafik yang menunjukkan ketentuan gradasi agregat kasar (split) berdasarkan SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) yang tertera pada grafik berikut.



**Gambar 2. 10** - Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm



**Gambar 2.11** – Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 20 mm



**Gambar 2.12** - Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 40 mm

#### 2.4.2 Semen (*Portland Cement*)

Semen *Portland* bertindak sebagai pengikat utama dalam campuran beton, mengikat batuan untuk membentuk struktur yang kuat. Pemilihan jenis semen mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, sehingga

pengetahuan tentang berbagai jenis semen yang terstandarisasi di Indonesia sangatlah penting. Menurut ASTM C150, semen *Portland* diklasifikasikan berdasarkan dari lima jenis:

Tipe I: Semen Portland biasa (CPO)

Digunakan secara universal tanpa persyaratan khusus Cepuerti panas hidrasi, ketahanan sulfat, atau kekuatan awal spesifik.

Tipe II: Semen sulfat sedang (*Moderate Sulphate Cement*)

Digunakan untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.

Tipe III: Semen berkekuatan awal tinggi (*High Early Strength Cement*)

Dikembangkan khusus untuk beton yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi dan dapat dicapai dengan cepat.

Tipe IV: Semen hidrasi dengan panas rendah (*Low Heat of Hydration Cement*)

Digunakan untuk beton yang memerlukan panas produksi hidrasi rendah dan mempunyai kekuatan awal rendah.

### 2.4.3 Air

Fungsi air dalam konteks ini mencakup perannya sebagai bahan pencampur dan pengikat antara semen dan agregat. Umumnya, air yang digunakan dalam proses pencampuran beton seharusnya memenuhi standar untuk air minum. Air tersebut diharapkan tidak mengandung jumlah padatan tersuspensi atau terlarut yang berlebihan, dan harus bebas dari bahan organik (Mindess et al., 2003).

Kebutuhan air sebagai elemen struktural suatu bangunan sudah menjadi ketentuan, sesuai dengan penggunaannya, diatur sesuai dengan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982). Persyaratan ini mencakup kriteria berikut:

1. Air harus bersih.
2. Kandungan lumpur, minyak, atau zat terapung lain yang dapat terlihat secara visual tidak diizinkan.
3. Di dalam air tidak boleh ada kandungan padatan tersuspensi melebihi 2 gram per liter.

4. Air harus bebas dari garam-garam larut yang merusak beton, Ceuerti asam dan zat organik, tetapi mengandung paling banyak 15 gram per liter. Kandungan klorida (Cl) dilarang  $> 500$  ppm dan senyawa sulfat berupa  $SO_3$  dilarang  $> 1000$  ppm.
5. Air yang memiliki kualitas yang dipertanyakan harus mengikuti pengujian dan evaluasi kimia.

#### **2.4.4 Bahan Tambah (*Admixture*)**

Penambahan bahan selanjutnya pada campuran beton atau mortar sebelum atau selama tahap pencampuran tidak mengakibatkan perubahan yang berarti terhadap komposisi bahan utama lainnya. Penggunaan bahan tambahan tersebut cenderung sebagai pengganti atau pengubah campuran beton itu sendiri. Hal ini dikarenakan tujuan utama penambahan bahan tambahan adalah untuk memperbaiki atau mengubah sifat atau karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perubahan komposisi berat - volume dibandingkan komposisi awal beton tanpa tambahan bahan tambahan tidak dapat dikenali secara langsung.

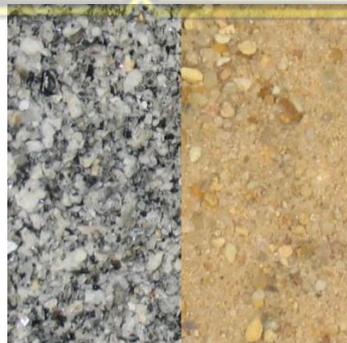
Berdasarkan SK SNI S-18-1990-03, bahan aditif didefinisikan sebagai bahan berbentuk bubuk atau cair yang ditambahkan dalam jumlah tertentu ke dalam campuran beton selama proses pencampuran. Tujuan penambahan bahan aditif ini adalah untuk mengubah sifat beton. Aditif dapat ditambahkan ke dalam campuran beton untuk berbagai tujuan, antara lain: Mengurangi waktu pengawetan, mempercepat pengawetan, meningkatkan kelenturan campuran, meningkatkan keuletan (mengurangi kerapuhan), mengurangi retak pengawetan, mengurangi panas hidrasi, meningkatkan ketahanan air, meningkatkan daya tahan, dll. (Tjokrodimuljo, 2007).



**Gambar 2.13** – Bahan Tambah (*Admixture*)

### 2.5. *Test Angularity* Agregat

Tes FAA secara tidak langsung mengukur sudut agregat halus menggunakan konten kosong agregat yang tidak dipadatkan. *Angularity* adalah deskripsi tingkat kekasaran, penyimpangan permukaan atau sudut tajam partikel agregat. Partikel sudut tidak kompak semudah partikel bulat karena permukaan sudut mereka cenderung saling mengunci dan menahan pemadatan, sementara permukaan yang lebih halus dan lebih bulat cenderung melewati satu sama lain memungkinkan pemadatan yang lebih mudah. Oleh karena itu, semakin tinggi konten kekosongan yang tidak dipadatkan yang diukur, semakin sudut materinya.



**Gambar 2.14-** Lebih banyak agregat halus bersudut vs. lebih bulat

Bahan sudut diinginkan dalam campuran *paving* karena mereka cenderung saling mengunci dan menahan deformasi setelah pemadatan awal, sedangkan bahan

bulat mungkin tidak menghasilkan gesekan antar-partikel yang cukup untuk mencegah rutting. Rongga tidak padat yang diukur dipengaruhi oleh bentuk, sudut, dan tekstur agregat halus, penilaian agregat, dan gravitasi spesifik.

FAA dapat menunjukkan efek dari bagian agregat halus dari campuran pada sifat keseluruhan campuran. Secara umum diyakini bahwa nilai FAA yang rendah akan menghasilkan campuran HMA yang tidak stabil (misalnya, potensi untuk rutting dan mendorong) dan nilai FAA yang tinggi akan menghasilkan campuran HMA yang stabil jika semua sifat campuran lainnya memuaskan.

*National Aggregates Association* (NAA) mengembangkan tes asli yang menjadi dasar tes FAA. Tes FAA telah diadopsi sebagai persyaratan agregat *konsensus Superpave*.

## **2.6. Peneliti Terdahulu**

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk tujuan perbandingan dan referensi. Bertujuan juga untuk menghindari kesamaan dengan penelitian saat ini, maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti menyajikan hasil penelitian sebelumnya sebagai berikut:



**Tabel 2.2-** Tabel Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang penggantian agregat halus dengan padas giling					
1	Studi Analisis Penggantian Agregat Halus Dengan Padas Giling Terhadap Kuat Tekan Mortar (2018)	M. Miftahul Rohman N. A, Wysmo Suryo W, Marsudi, Sutarno	Tujuan dari penelitian ini adalah menggantikan penggunaan pasir dengan menggunakan padas giling dalam campuran beton dengan perbandingan tertentu.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental, dengan data dan temuan yang diperoleh melalui serangkaian uji laboratorium dan investigasi.	Beras giling dapat digunakan sebagai pengganti pasir dengan perbandingan pencampuran tertentu. Kami menguji kuat tekan mortar setelah 28 hari dan menemukan bahwa kuat tekan tertinggi dapat dicapai dengan mencampurkan batu pecah pecah dengan komposisi 1 bagian semen Portland (PC): 3 bagian semen pasir (PS). 1 bagian Beras Giling (PG). Untuk memperoleh campuran mortar yang murah namun mempunyai kuat tekan yang baik dapat digunakan campuran mortar dengan komposisi 1 PC : 1 PS : 3 PG. Campuran ini mempunyai kuat tekan tertinggi kedua. Oleh karena itu berdasarkan hasil pengujian mortar ini menurut standar SNI 03 – 6882 – 2002 dapat

					digolongkan sebagai mortar tipe S yang mempunyai kuat tekan lebih dari 124 kg/cm <sup>2</sup> atau 12,4 MPa. Mortar ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain dinding penahan beban, dinding tanpa beban, dan partisi tanpa beban.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
2.	Metode Selft Compacting Concrete(SCC) Terhadap Sifat Mekanis Beton (2021)	Abd. Karim Hadi, Sudarman Supardi, Mukti Maruddin, A. Alal Azhari Yusuf, Rahmat Hidayat Samsuddin	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan aditif terhadap sifat mekanik beton.	Dua jenis sumber data yang digunakan dalam penelitian ini: data primer yang diperoleh dari observasi laboratorium dan data sekunder yang diperoleh dari literatur tentang beton self-compacting.	Dari pembahasan pengaruh penerapan metode konstruksi self-compacting Concrete (SCC) terhadap sifat mekanik beton, dapat disimpulkan bahwa penggunaan water Reducer sebagai bahan aditif dapat meningkatkan kinerja campuran beton segar SCC. Hal ini juga terlihat dari hasil pengujian slump cone dengan metode slump flow. Kuat tekan normal beton mencapai 25,096 MPa, lebih tinggi sekitar 0,384 persen dari nilai kuat tekan minimum yang direncanakan. Sedangkan kuat tekan beton SCC

					meningkat dari nilai desain 25 MPa menjadi 30,264 MPa, meningkat sekitar 21,056 persen pada saat pelaksanaan. Data ini diperoleh dari pengujian khusus pada umur 28 hari. Nilai kuat tarik beton umur 28 hari beton SCC sebesar 3,358 MPa atau 11,09% dari nilai kuat tekan rata-rata, sedangkan beton normal mencapai 2,343 MPa atau 9,34% dari nilai kuat tekan rata-rata.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Pengaruh Pemakaian Agregat Halus (Muntilan, Kali Bodri, Singorojo) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Variasi Geometri Silinder(2022)	Ali Nur Abidin, Yog Bagus Panolas, Slamet Budirahardjo, ST., M.T. Agung Kristiawan, ST., M.T	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hasil pengujian kuat tekan beton dengan mempertimbangkan perubahan geometri silinder.	Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif di Institut Teknik Sipil Universitas PGRI Kampus 3 Semarang. Kegiatan ini melibatkan pembuatan benda uji (sampel) dengan memberikan faktor pengali. Contoh beton dibuat dari agregat halus berbagai bentuk silinder Cepuerti Muthiran, Kalibodri, dan Singorojo. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 14 dan 21 hari.	Pada penelitian ini nilai kuat tekan beton ditentukan dengan menggunakan perbandingan campuran 1PC : 2PS : 3KR. Diketahui kuat tekan silinder berukuran 15 x 30 cm yang diisi agregat halus Muntilan mencapai 8,96 MPa setelah 14 hari dan 10,66 MPa setelah 21 hari. Dengan menggunakan agregat halus Kali Bodri diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 7,83 MPa setelah

				<p>umur 14 hari dan 9,25 MPa setelah umur 21 hari. Sedangkan jika menggunakan pasir Singorojo, nilai kuat tekan beton standarnya adalah 7,83 MPa setelah 14 hari dan 8,87 MPa setelah 21 hari. Sedangkan kuat tekan beton dalam silinder berukuran 10×20 cm berisi agregat halus Muntilan adalah 8,53 MPa setelah 14 hari dan 10,2 MPa setelah 21 hari. Agregat halus Kali Bodri menunjukkan kuat tekan beton sebesar 8,11 MPa setelah 14 hari dan 9,15 MPa setelah 21 hari. Dengan menggunakan pasir Singorojo, nilai kuat tekan beton standar adalah 7,91 MPa setelah 14 hari dan 8,95 MPa setelah 21 hari. Dalam silinder berukuran 10 x 18 cm, penggunaan agregat halus Muntilan memberikan kuat tekan beton sebesar 9,78 MPa setelah 14 hari dan 11,03 MPa setelah 21 hari. Agregat halus Kali Bodri</p>
--	--	--	--	---



				<p>menunjukkan nilai kuat tekan beton sebesar 8,32 MPa setelah umur 14 hari dan 9,57 MPa setelah umur 21 hari. Dengan menggunakan pasir Singorojo, nilai kuat tekan beton standar adalah 8,11 MPa setelah 14 hari dan 9,36 MPa setelah 21 hari. Terakhir kuat tekan beton silinder 10 x 15 cm dengan menggunakan agregat halus Muntilan adalah 10,39 MPa setelah 14 hari dan 11,41 MPa setelah 21 hari. Agregat halus Kali Bodri menunjukkan nilai kuat tekan beton sebesar 9,17 MPa setelah umur 14 hari dan 10,19 MPa setelah umur 21 hari. Dengan menggunakan pasir Singorojo, nilai kuat tekan beton standar adalah 8,97 MPa setelah 14 hari dan 9,58 MPa setelah 21 hari.</p>
--	--	--	---	--

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Persiapan

Skala laboratorium digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode eksperimen laboratorium dan dengan membuat benda uji berupa silinder beton berukuran 150 x 300 mm. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula. Berikut langkah-langkah persiapan sebelum melakukan survei:

1. Mempersiapkan alat tulis, skema kerja serta logbook untuk melakukan pencatatan rutin terhadap data yang diperoleh selama kegiatan penelitian;
2. Mempersiapkan semua peralatan yang sudah bersih dari segala kotoran saat akan digunakan;
3. Mempersiapkan semua bahan yang akan digunakan dan menakarnya sesuai kebutuhan;
4. Memastikan ruang cetakan yang akan diisi beton sudah terbebas dari kotoran.
5. Memastikan timbangan digital yang akan digunakan sudah sesuai ketelitian 1 gram;
6. Mengecek semua peralatan apakah sudah sesuai standard dan dapat digunakan.

### 3.2 Bahan

Bahan material yang digunakan antara lain :

1. Semen

Semen Gresik yang digunakan seberat 40 kg.

2. Agregat Halus

Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling berperan sebagai agregat halus.

3. Agregat Kasar

Menggunakan batu pecah dengan ukuran 20 – 30 mm sebagai agregat kasar.

4. Air

Air berasal dari air laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

5. Bahan Tambah (*Admixture*)

Menggunakan *Super Plasticizer – concrete admixture* dengan proporsi sebanyak 2% dari kadar semen.

### 3.3 Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

1. Timbangan

Digunakan untuk mengukur berat agregat dan beton.

2. Saringan

Ayakan agregat dengan variasi ukuran lubang saringan 12,5 mm; 9,50 mm; 4,80 mm; 2,36 mm; 2,00 mm; 1,20 mm; 0,85 mm; 0,6 mm; 0,3 mm, dan 0,015 mm. Saringan dilengkapi dengan tutup dan digetarkan menggunakan mesin penggetar saringan.

3. Gelas Ukur

Berfungsi untuk mengukur volume udara yang dibutuhkan dalam proses pembuatan silinder beton.

4. Piknometer

Digunakan untuk menentukan persentase kandungan lumpur dalam agregat.

5. Oven

Berfungsi untuk mengeringkan agregat agar memenuhi persyaratan agregat yang diperlukan.

6. Cetakan Beton Silinder

Berperan sebagai cetakan setelah campuran beton membentuk beton silinder.

7. Mesin Uji Tekan

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai tekan beton yang sedang diuji.

8. Alat Pendukung

Melibatkan beberapa peralatan pendukung Ceuerti ember, sekop, selang air, dan sebagainya.

### 3.4 Pelaksanaan

Sebelum proses pembuatan benda uji, diperlukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan yang akan digunakan. Langkah ini diambil untuk memverifikasi bahwa beton yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang tinggi.

### 3.4.1 Pemeriksaan Bahan

#### 1. Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan menggunakan tiga metode pemeriksaan yang berbeda, yaitu:

##### a. Kadar Air

Pengujian kadar air bisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

- Dimana:
- a : Berat cawan (gram)
  - b : Berat cawan + agregat sebelum di oven (gram)
  - c : Berat cawan + agregat setelah di oven (gram)

Prosedur pengujian kadar air pada agregat melibatkan beberapa langkah sebagai berikut:

- Timbang benda uji hingga mencapai 0,1% dari massa terdekat (W1) : (Massa benda uji adalah hasil dari mengurangkan massa wadah dari total massa wadah dan benda uji).
- Keringkan benda uji langsung di dalam wadah menggunakan pemanas dengan suhu yang sesuai untuk memastikan tidak ada partikel yang hilang selama proses pengeringan.
- Setelah benda uji dingin, dan untuk mencegah kerusakan atau pengaruh pada timbangan, timbang benda uji yang telah kering hingga mencapai 0,1% dari massa terdekat (W2). Benda uji dianggap kering jika pemanasan berikutnya hanya menyebabkan penurunan massa kurang dari 0,1%.

##### b. Kadar Lumpur

Kandungan lumpur dalam agregat halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

- Dimana:
- $v_1$  = Volume pasir
  - $v_2$  = Volume lumpur (mm<sup>3</sup>)

c. Analisa saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b_1 - b_2}{b_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:  $b_1$  : Berat agregat semula (gram)

$b_2$  : Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

MHB : Modulus Halus Butir (%)

Metode pengujian analisis saringan agregat dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  hingga tercapai berat konstan.
- Mengayak benda uji melalui alat pengayak yang dilengkapi dengan ayakan ukuran terbesar. Selama proses penyaringan, kocok filter dengan tangan atau shaker selama 15 menit.

2. Agregat Kasar

a. Kadar Air

Kadar air pada pengujian dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b - c}{c - a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:  $a$  : Berat cawan (gram)

$b$  : Berat cawan + agregat sebelum di oven (gram)

$c$  : Berat cawan + agregat setelah di oven (gram)

b. Kadar Lumpur

Kandungan lumpur pada agregat halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v_2}{v_1 + v_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana:  $v_1$  = Volume pasir

$v_2$  = Volume lumpur

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b_1 - b_2}{b_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana:  $b_1$  : Berat agregat semula (gram)

$b_2$  : Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana: MHB : Modulus Halus Butir (%)

3.4.2 Perancangan Campuran Beton (*Job Mix Design*) SNI 03-2834-2000

1. Menentukan nilai target kuat tekan  $f_c$  yang dibutuhkan untuk periode umur beton tertentu. Penelitian ini terutama berfokus pada beton dengan kuat rencana ( $f_c$ ) > 25 MPa dan umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
2. Hitung simpangan baku sebagaimana ditentukan dalam pasal SNI 03-2834-2000 sub bagian 4.2.3.1.

Standar deviasi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Dengan : S = deviasi standar

$x_1$  = kuat beton yang diperoleh dari setiap sampel

$\bar{x}$  = Rata-rata kekuatan tekan beton berdasarkan perhitungan:

Dengan : N = Jumlah nilai pengujian yang harus diambil minimal sebanyak 30 unit (satu hasil uji merujuk pada nilai rata-rata dari dua benda uji).

Kedua hasil pengujian yang akan digunakan untuk menghitung deviasi standar perlu memenuhi syarat-syarat berikut:

- a. Menyajikan informasi mengenai bahan, prosedur pengendalian mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diajukan;
- b. Merupakan kuat tekan beton yang dibutuhkan ( $f_c$ ) dengan nilai dalam rentang Mpa dari nilai  $f_{cr}$  yang telah ditetapkan;

- c. Melibatkan minimal 30 hasil uji secara berurutan atau dua set hasil uji yang diambil selama proses produksi dalam rentang waktu tidak kurang dari 45 hari;
- d. Jika sebuah produksi beton tidak memiliki dua hasil pengujian yang memenuhi kriteria pada poin 1), namun hanya memiliki 15 hingga 29 hasil pengujian berturut-turut, maka nilai deviasi standar dihitung dengan mengalikan deviasi standar data hasil pengujian menggunakan koefisien perkalian yang tertera pada tabel berikut.

**Tabel 3.1** -Koefisien pengali untuk deviasi standar jika data pengujian tersedia kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Menentukan nilai tambah sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2000 pada bagian 4.2.3.1.2

Di mana nilai tambah dihitung menggunakan rumus berikut:

$$M = 1,64 \times S_r \dots\dots\dots(3.10)$$

- Dengan :
- M = nilai tambah
  - 1,64 = Konstanta statistik yang nilainya bergantung pada persentase kegagalan hasil uji yang tidak melebihi 5%.
  - Sr = deviasi standar rencan

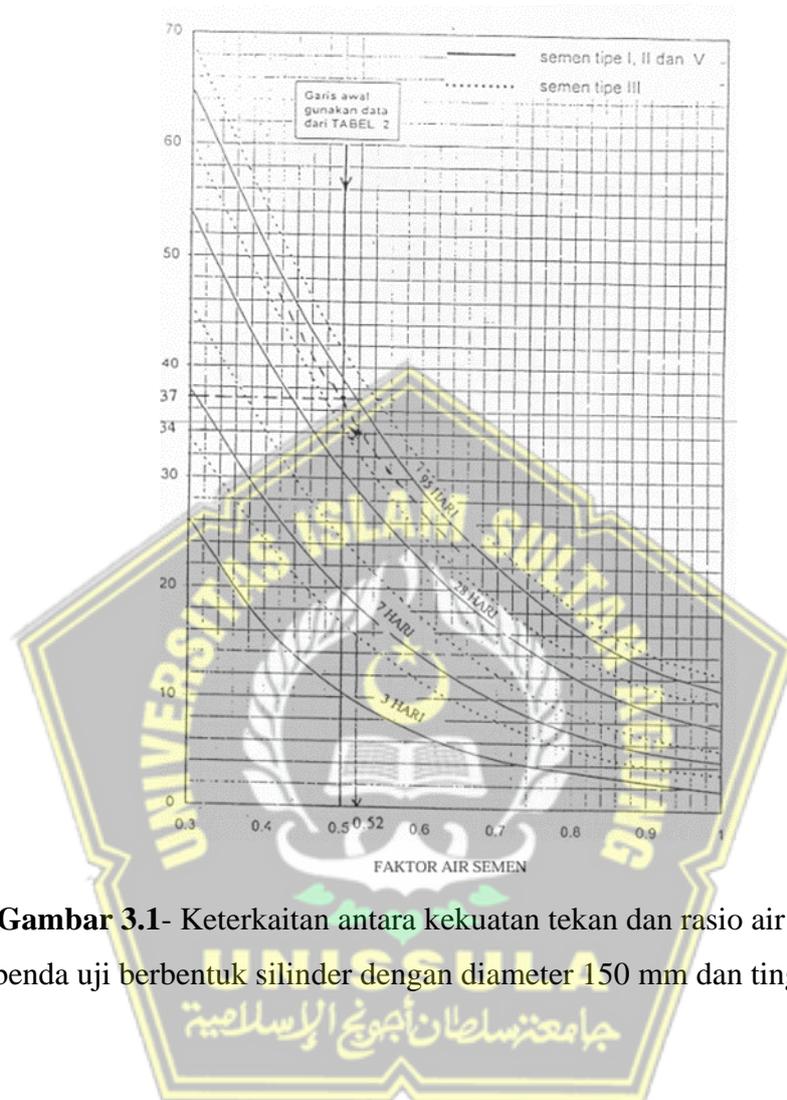
4. Menghitung nilai target rata-rata kuat tekan beton  $f_{cr}$  sesuai dengan ketentuan pada butir 4.2.3.1 3; dari SNI 03-2834-2000

Hitung kuat tekan rata-rata yang diinginkan sebesar dengan menggunakan rumus berikut:

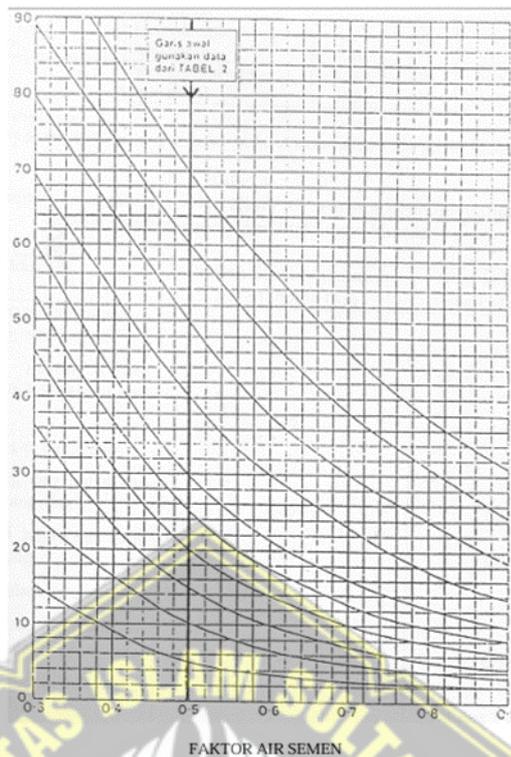
$$\begin{aligned} M f_{cr} &= f'_c + M \\ f_{cr} &= f'_c + 1,64 S_r \end{aligned} \dots\dots\dots(3.11)$$

- 5. Menentukan jenis semen  
Semen yang digunakan adalah semen tipe I.
- 6. Menetapkan jenis agregat kasar dan agregat halus, yang berupa bahan tidak terpecahkan (pasir atau koral) atau bahan yang telah dipecahkan;

7. Menentukan faktor air semen sesuai dengan butir 4.2.3.2, dan jika menggunakan Grafik 1 atau 2,



**Gambar 3.1-** Keterkaitan antara kekuatan tekan dan rasio air semen pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



**Gambar 3.2** - Keterkaitan antara kekuatan tekan dan rasio air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)

8. Menentukan nilai maksimum rasio air-semen sesuai dengan ketentuan pada sub bagian 4.2.3.2, apakah telah ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai rasio air-semen yang dihasilkan dari langkah 7 di atas lebih rendah daripada yang diinginkan, maka menggunakan nilai terendah.
9. Menetapkan nilai slump beton;
10. Mengidentifikasi dimensi maksimum agregat jika belum ditetapkan, lihat pada bagian 4.2.3.4;
11. Mengidentifikasi nilai kadar air bebas sesuai dengan panduan pada butir 4.2.3.5 dari Tabel 3;

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :  
Untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m<sup>2</sup> adukan beton.

**Gambar 3.3** -Perkiraan jumlah air bebas (Kg/m<sup>3</sup>) yang diperlukan untuk

beberapa tingkat kemudahan dalam proses pencampuran beton

12. Kalkulasikan jumlah semen dengan menghitung kadar semen, yang didapat dengan membagi kadar air bebas oleh rasio air semen;
13. Jumlah semen maksimum dapat diabaikan jika tidak ada penetapan;
14. Identifikasi jumlah semen seminimum mungkin, jika tidak ada informasi lebih, terdapat pada tabel 4.5.6 untuk mrndapatkan perkiraan jumlah semen yang dihitung dan lakukan penyesuaian jika diperlukan

**Tabel 3.2** Persyaratan jumlah minimum semen dan rasio air-semen maksimum untuk berbagai jenis pengecoran di lingkungan khusus.

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar b. air laut		Lihat Tabel 6

15. Perbarui faktor air semen yang disesuaikan ketika jumlah semen berubah, terlepas dari apakah jumlah semen kurang dari jumlah minimum yang ditentukan atau lebih besar dari jumlah maksimum semen yang dibutuhkan.
16. Spesifikasikan distribusi ukuran butir agregat halus (pasir). Apabila telah dilakukan analisa butiran halus dan hasilnya sesuai dengan spesifikasi, maka kurva distribusi ukuran butiran pasir dapat dibandingkan dengan kurva pada grafik 3-6. Sebagai alternatif, pasir dapat digabungkan sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 8

**Tabel 3.3** - Data sifat fisik agregat

Agregat Sifat	Pasir (Halus Tak Di Pecah) IV	Pasir (Kasar Tak Di Pecah) V	Kerikil (Batu Pecah) VII
- Berat jenis (kering permukaan)	2,50	2,44	2,66
- Penyerapan air %	3,10	4,20	1,63
- Kadar air %	6,50	8,80	1,06

17. Tentukan gradasi agregat kasar sesuai dengan grafik 7, 8, atau 9. Jika terdapat lebih dari satu jenis agregat kasar, kombinasikan sesuai dengan informasi yang diberikan dalam tabel 9.
18. Hitung persentase pasir dengan menggunakan metode perhitungan atau mengacu pada grafik 13 hingga 15.
19. Lakukan perhitungan berat jenis relatif agregat sesuai dengan ketentuan pada bagian 4.2.3.6. Penentuan kepadatan relatif agregat dapat dilakukan dengan menggunakan metode berikut:
  - a. Diperoleh dari data hasil pengujian yang tersedia atau, jika informasi tersebut tidak tersedia, Cepuerti yang tercantum di bawah ini, Anda dapat menggunakan nilai berikut:
    - agregat tak terputus : 2.5
    - agregat pecah: 2.6 atau 2.7
  - a. Berat jenis gabungan agregat dihitung sebagai berikut: Berat jenis gabungan = Persen agregat halus  $\times$  Berat jenis agregat halus + Persen agregat kasar  $\times$  Berat jenis agregat kasar.
20. Tentukan berat jenis beton menggunakan grafik 16 dan kadar air bebas ditentukan dari Tabel 3 dan berat jenis agregat terikat Cepuerti dijelaskan pada butir 18.
21. Hitung persentase agregat gabungan, yang nilainya diperoleh dengan mengurangkan berat jenis beton dari jumlah persentase kadar semen dan kadar air bebas.
22. Hitung persentase agregat halus, yang nilainya didapatkan dengan mengalikan persentase pasir dari butir 18 dengan persentase agregat gabungan dari butir 18.
23. Hitung persentase agregat kasar. Nilainya diperoleh dengan mengurangkan persentase agregat halus pada titik 22 dengan persentase agregat terikat pada titik 21. Langkah-langkah dari poin 1 hingga 23 dapat Anda gunakan untuk menentukan komposisi campuran bahan untuk 1 meter kubik beton.
24. Rasio pencampuran harus diperhatikan agar agregat memiliki kondisi permukaan yang benar-benar kering. Proporsi campuran beton (semen, air,

agregat halus, agregat kasar) harus dihitung dalam kilogram per meter kubik campuran.

25. Penyesuaian perbandingan campuran, dengan mempertimbangkan perhitungan yang dijelaskan pada bagian 4.2.3.8. Apabila agregat tidak berada dalam kondisi permukaan yang kering Cepenuhnya, perbandingan campuran halus perlu diadaptasi sesuai dengan kelembapan agregat.

Penyesuaian perbandingan campuran harus dilakukan berdasarkan kadar air dalam agregat setidaknya satu kali sehari, dan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{array}{ll} 1) \text{ air} & = B - (C_k - C_n) \times C/100 - (D_k - D_n) \times D/100; \\ 2) \text{ agregat halus} & = C + (C_k - C_n) \times C/100; \\ 3) \text{ agregat kasar} & = D + (D_k - D_n) \times D/100 \end{array}$$

Dengan: B = kadar air

C = berat agregat halus

D = berat agregat kasar

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = absorpsi agregat kasar (%)

Ck = kadar air di agregat halus (%)

Dk = kadar air di agregat kasar (%)

**3.5** Siapkan campuran uji dan ukur serta catat kemerosotan dan kuat tekan aktual dengan mempertimbangkan:

- Apabila hasil yang dicapai sesuai dengan yang dikehendaki, maka komposisi campuran beton dianggap cukup. Namun jika kurang pas maka perlu dilakukan penyesuaian campuran.
- Jika tingkat deformasi subsidensi terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka kadar air harus dikurangi atau ditambah (begitu juga dengan kadar semen) karena rasio air-semen perlu dijaga agar tetap stabil.
- Jika kekuatan beton dari komposisi ini terlalu tinggi atau rendah, rasio air semen bisa atau perlu diubah sesuai dengan grafik 1 atau 2.

### 3.4.3 Pembuatan Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)

- Penakaran

Penimbangan digunakan untuk mengukur takaran dari komposisi campuran beton SCC (*Self Compacting Concrete*).

b. Pencampuran

Material dengan proporsi yang telah diukur dimasukkan ke dalam *mixer* beton. Air ditambahkan secara bertahap ketika mesin beroperasi atau berputar.

c. Uji *Slump flow Test*

*Uji Slump Flow Test* dilaksanakan setelah beton diaduk secara homogen menggunakan kerucut Abrams dan alat pemadat. Pengukuran nilai slump diambil saat terjadi penurunan permukaan beton setelah kerucut Abrams ditarik. Besarnya penurunan permukaan ini dikenal sebagai nilai Slump. Proses pengujian *Slump Flow* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sebuah kerucut berbentuk terpancung dengan diameter bagian atas sebesar 10 cm, diameter bagian bawah sebesar 20 cm, dan tinggi 30 cm (dikenal sebagai Abrams) ditempatkan di atas permukaan datar yang tidak menyerap air.
2. Kerucut tersebut diisi dengan campuran Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) sambil ditekan ke bawah pada penyangga-penyangganya.
3. Beton segar diisi dalam tiga lapis dengan ketebalan yang hampir seragam, dan setiap lapisan ditusuk Cepuuluh kali menggunakan tongkat baja berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm dengan ujung berbentuk bulat.
4. Setelah permukaan atasnya diratakan, adukan Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) dibiarkan selama 30 detik. Dalam waktu tersebut, material beton yang jatuh di sekitar kerucut dibersihkan. Setelah itu, kerucut ditarik dengan hati-hati secara vertikal.
5. Diameter campuran Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) diukur segera setelah itu.
6. Hasil pengukuran ini dikenal sebagai uji *slump flow* indikator kekentalan campuran beton tersebut.

d. Pengecoran dan Pematatan

Pada pengecoran, campuran beton disusun dalam tiga lapis di dalam cetakan silinder berukuran 150 x 300 mm. Setiap lapisan dari beton silinder yang dicor ditusuk secara merata sebanyak 25 kali, dan setelah proses pengecoran selesai, cetakan yang memuat beton segar didiamkan selama 24 jam. Metode

pemadatan yang diterapkan dalam penelitian ini melibatkan tindakan menumbuk-numbuk campuran beton selama proses pengecoran.

#### 3.4.4 Perawatan ( *Curing* )

Merawat beton dilakukan dengan cara merendamnya setelah dua hari dari proses pelepasan cetakan, dan selanjutnya dilakukan perawatan bertahap pada hari ketujuh dan hari keempat belas.

#### 3.4.5 Pengukuran Berat Volume

Pengukuran volume berat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

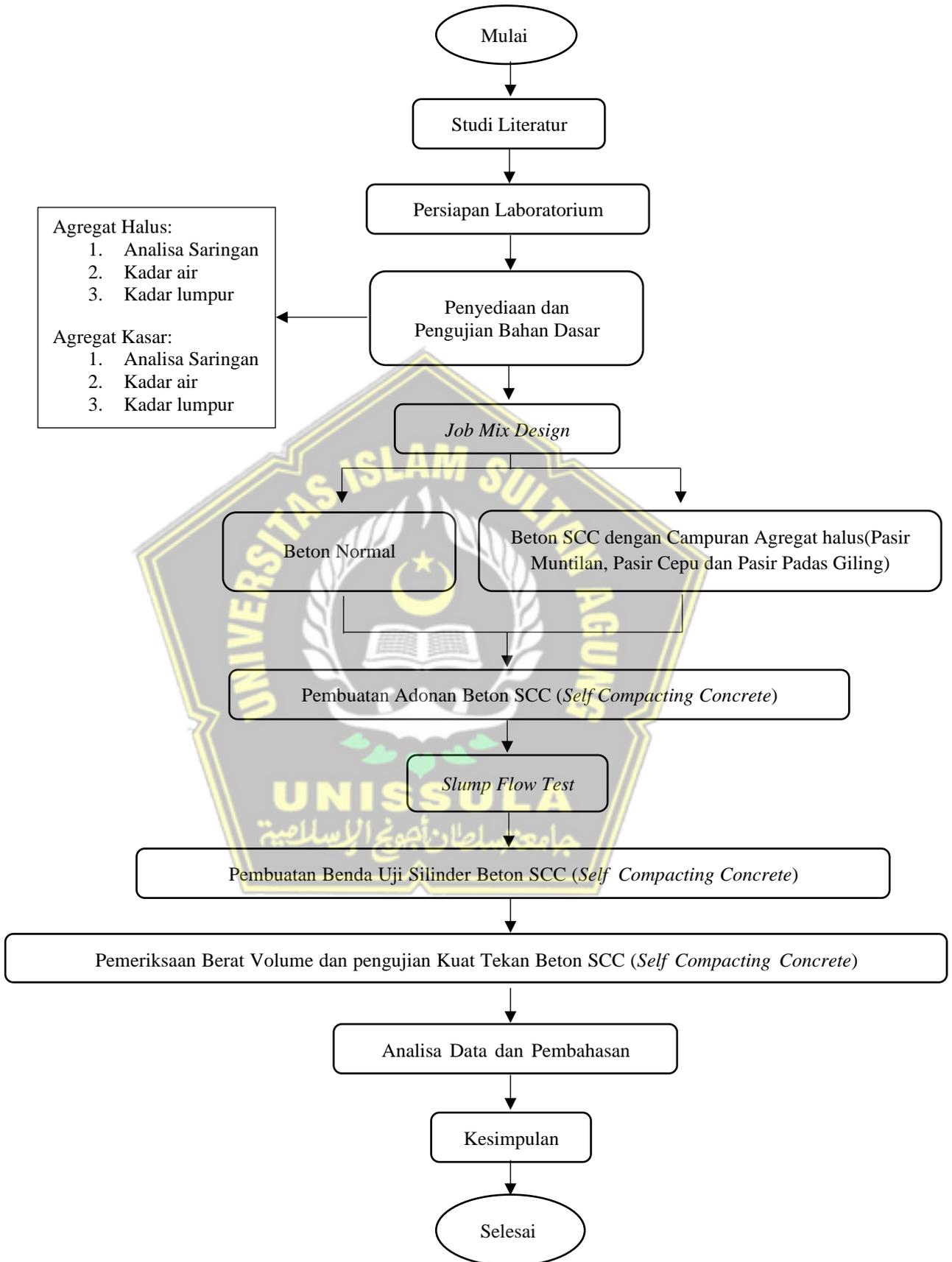
$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3.12)$$

#### 3.4.6 Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin cetak beton (*Concrete Pressure Machine*) pada umur beton 14 hari. Tata cara pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Uji tekan pada sampel perlu secepatnya dilaksanakan setelah dipindahkan dari tempat perendaman.
- b. Tempatkan landasan tekan datar dengan sisi yang keras menghadap ke atas, ditempatkan di atas meja atau permukaan datar mesin uji, sejajar dengan blok setengah bola.
- c. Lakukan proses pemberian beban secara terus-menerus dan tanpa disertai guncangan.
- d. Lanjutkan proses pemberian beban hingga benda uji mengalami kerusakan, dan rekam nilai beban maksimal yang diterima oleh benda uji selama proses pembebanan. Serta, catat jenis kerusakan dan kondisi visual benda uji beton.

### 3.6 Bagan Alir



**Gambar 3. 4 - Bagan Alir**

### 3.7 Jadwal Pelaksanaan

Uji kuat tekan beton dilakukan setelah Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) mencapai usia lebih dari 14 hari sejak saat pembentukan dalam bentuk silinder. Sebelum kuat tekan beton diuji, dihitung dulu dimensinya, baik panjang, lebar, tinggi, serta berat dari beton tersebut. Setelah dimensi dan beratnya diketahui, maka beton tersebut diuji dengan alat tekan secara simetris.

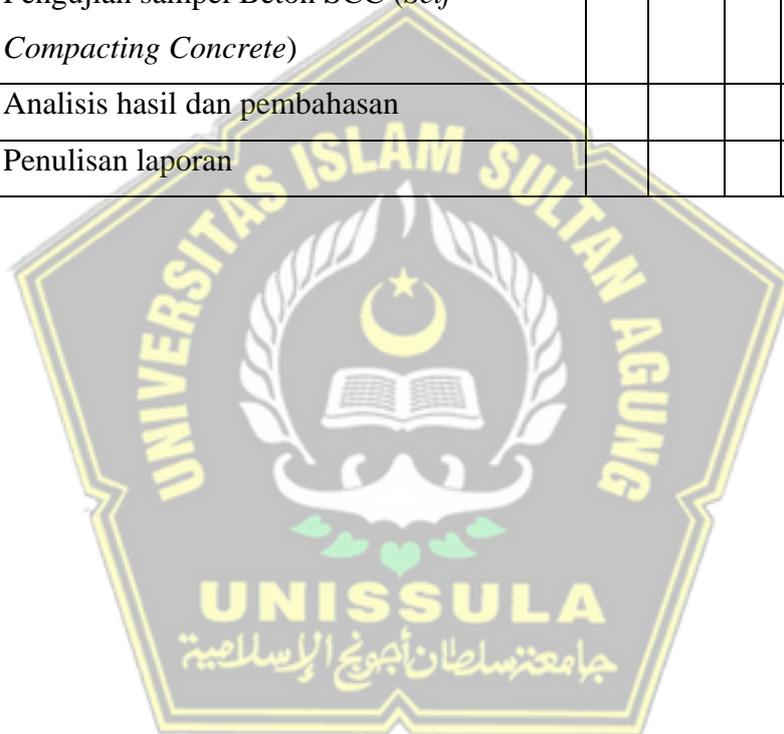
Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan peralatan uji tekan yang dikenal sebagai mesin uji tekan beton *Concrete Compression Machine*. Penekanan tersebut diberi penambahan beban sekitar 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian penekanan tersebut terus diberikan hingga beton tersebut hancur. Pada posisi ke hancuran pada Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) tersebut, *concrete compression* akan menunjukkan besarnya nilai tekan yang menimpa beton tersebut.

Gunakan simbol yang tepat dalam pembuatan bagan alir pelaksanaan Tugas Akhir. Usahakan bagan alir dibuat tidak terpotong di 2 halaman yang berbeda.

**Tabel 3.4 - Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

No.	Kegiatan Penelitian	November			Desember		
		2	3	4	1	2	3
1.	Penyediaan alat dan bahan di laboratorium						
2.	Pengujian kadar lumpur agregat halus (Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling) dan kasar						
3.	Pengujian kadar air agregat halus (Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling) dan kasar						
4.	Pengujian kadar air agregat halus (Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling) dan kasar						
5.	Penakaran komposisi campuran Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> )						
6.	Pengecoran dan pemadatan Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> )						

7.	<i>Slump Flow test</i>						
8.	Perawatan sampel beton Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> ) pada hari ke-7						
9.	Perawatan sampel Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> ) pada hari ke-14						
10.	Perawatan sampel Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> ) pada hari ke-28						
11.	Perhitungan berat volume Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> )						
12.	Pengujian sampel Beton SCC ( <i>Self Compacting Concrete</i> )						
13.	Analisis hasil dan pembahasan						
14.	Penulisan laporan						



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Setelah melewati serangkaian pemeriksaan dalam tahap uji bahan, diperoleh hasil pemeriksaan untuk agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan agregat melibatkan penentuan kadar air, analisis saringan, dan penentuan kadar lumpur. Rincian perhitungan dan hasil pengujian dapat ditemukan pada lampiran.

#### 4.1.1. Agregat Halus

##### a. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air dapat dijalankan dengan menerapkan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

Keterangan: a = Berat cawan  
b = Berat cawan + agregat sebelum dioven  
c = Berat cawan + agregat setelah dioven

##### 1. Pasir Muntilan

- Berat cawan (a) = 50 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 550 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 545 gr
- Kadar air (%) =  $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$   
=  $\frac{550-545}{545-50} \times 100\%$   
= 0,92 %

##### 2. Pasir Cepu

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 545 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 545 gr
- Kadar air (%) =  $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$   
=  $\frac{545-545}{545-45} \times 100\%$

$$= 0.00 \%$$

### 3. Pasir Padas Giling

- Berat cawan (a) = 35 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 535 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 520 gr
- Kadar air (%) =  $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$   
 $= \frac{535-520}{520-35} \times 100\%$   
 $= 2.88 \%$

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini:

**Tabel 4. 1-** Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat halus

No	Jenis Pasir	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar air (%)
1	Pasir Muntilan	50	550	545	0.92
2	Pasir Cepu	45	545	545	0.00
3	Pasir Padas Giling	35	535	420	2.88

*Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang*

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air agregat halus didapatkan pasir padas giling memiliki kadar tertinggi dengan persentase 2,88 % dan pasir cepu memiliki presentase kadar air terendah yaitu 0,00%.

### b. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat menggunakan Persamaan rumus di bawah ini:

Kadar Lumpur	$= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$
--------------	--------------------------------------

1. Pasir Muntilan

$$\begin{aligned}V_1 &= 500 \text{ ml} \\V_2 &= 25 \text{ ml} \\ \text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{25}{500+25} \times 100\% \\ &= 4.76 \%\end{aligned}$$

2. Pasir Cepu

$$\begin{aligned}V_1 &= 500 \text{ ml} \\V_2 &= 10 \text{ ml} \\ \text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{10}{500+10} \times 100\% \\ &= 1.96 \%\end{aligned}$$

3. Pasir Padas Giling

$$\begin{aligned}V_1 &= 500 \text{ ml} \\V_2 &= 30 \text{ ml} \\ \text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{30}{500+30} \times 100\% \\ &= 5.66 \%\end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini:

**Tabel 4. 2** - Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Jenis Pasir	Volume Pasir ( $V_1$ )	Volume Lumpur ( $V_2$ )	Kadar Lumpur (%)	Kadar air (%)
1	Pasir Muntilan	500 ml	25 ml	4.76	4,76
2	Pasir Cepu	500 ml	10 ml	1.96	1,96

3	Pasir Padas Giling	500 ml	30 ml	5.66	5,66
---	--------------------	--------	-------	------	------

Sumber: *Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang*

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar Lumpur agregat halus didapatkan pasir padas giling memiliki kadar tertinggi dengan persentase 5,66 % dan pasir cepu memiliki presentase kadar air terendah yaitu 1,69%.

c. Berat Uji SSD

Pemeriksaan berat jenis SSD agregat halus menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Berat Jenis SSD: } \frac{a}{c+a-d}$$

Keterangan:

A = Berat contoh SSD

B = Berat contoh kering oven

C = Berat piknometer + air

D = Berat piknometer + air + contoh

Hasil pemeriksaan uji SSD agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini:

**Tabel 4. 3-** Hasil Pemeriksaan uji SSD Agregat halus

No	Jenis Pasir	Berat contoh SSD (gram)	Berat contoh kering oven (gram)	Berat piknometer + air (gram)	Berat piknometer + air + contoh (gram)	Berat Jenis SSD (gram)
1.	Pasir Muntilan	500	487	669	967	2,475
2.	Pasir Cepu	500	491	669	967	2,439
3.	Pasir Padas Giling	500	454	669	967	2,252

Sumber: *Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang*

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji SSD agregat halus didapatkan Pair Muntilan dengan presentase 2,475%, Pasir Cepu dengan presentase 2,439% dan Pasir Padas Giling dengan persentase 2,252 %.

d. Pemeriksaan Analisa Saringan

1. Pasir Muntilan

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat semula (a)} &= 1000 \text{ g} \\ \text{Berat agregat setelah disaring (b)} &= 990 \text{ g} \\ \text{Berat kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000-990}{1000} \times 100\% \\ &= 0,01\% \end{aligned}$$

o Prosentase Agregat Tertinggal  $= \frac{c}{\sum c} \times 100\%$

- 1) Tertahan komulatif  $\phi$  2,36  $= \frac{135}{990} \times 100\% = 13,64\%$
- 2) Tertahan komulatif  $\phi$  2  $= \frac{15}{990} \times 100\% = 9,39\%$
- 3) Tertahan komulatif  $\phi$  1,19  $= \frac{95}{990} \times 100\% = 9,70\%$
- 4) Tertahan komulatif  $\phi$  0,85  $= \frac{70}{990} \times 100\% = 22,12\%$
- 5) Tertahan komulatif  $\phi$  0,6  $= \frac{460}{990} \times 100\% = 37,78\%$
- 6) Tertahan komulatif  $\phi$  0,3  $= \frac{280}{990} \times 100\% = 6,67\%$
- 7) Tertahan komulatif  $\phi$  0,15  $= \frac{35}{990} \times 100\% = 0,61\%$

o Komulatif Agregat Tertinggal

- 1) Lolos Saringan  $\phi$  2,36  $= (0 + 13,64) \% = 13,64\%$
- 2) Lolos Saringan  $\phi$  2  $= (13,64 + 9,39) \% = 23,03\%$
- 3) Lolos Saringan  $\phi$  1,19  $= (23,03 + 9,70) \% = 32,73\%$
- 4) Lolos Saringan  $\phi$  0,85  $= (32,73 + 22,12) \% = 54,85\%$
- 5) Lolos Saringan  $\phi$  0,6  $= (54,85 + 37,78) \% = 92,63\%$
- 6) Lolos Saringan  $\phi$  0,3  $= (92,63 + 6,67) \% = 99,29\%$
- 7) Lolos Saringan  $\phi$  0,15  $= (99,29 + 0,61) \% = 100\%$

- Present Finer ( $f$ ) = 100% - Komuatif Agregat Tertinggal
  - 1) Saringan  $\phi$  2,36 = 100% - 13,64% = 86,36%
  - 2) Saringan  $\phi$  2 = 100% - 23,03% = 79,97%
  - 3) Saringan  $\phi$  1,19 = 100% - 32,73% = 67,27%
  - 4) Saringan  $\phi$  0,85 = 100% - 54,85% = 45,15%
  - 5) Saringan  $\phi$  0,6 = 100% - 92,63% = 7,37%
  - 6) Saringan  $\phi$  0,3 = 100% - 99,29% = 0,71%
  - 7) Saringan  $\phi$  0,15 = 100% - 100% = 0%

Hasil perhitungan analisa saringan Pasir Muntlan dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini:

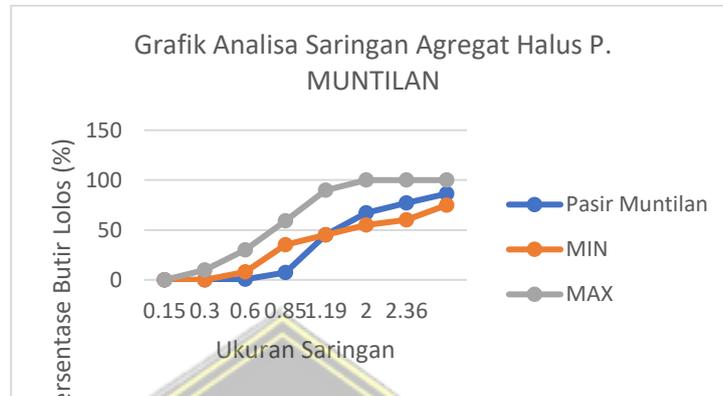
**Tabel 4.4 - Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Muntlan**

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (SNI 03-2834-2000) & ASTM C-33 (%)	
						Min	Max
1.	2.36	135	13.64	13.64	86,36	75	100
2.	2	93	9.39	23.03	76.97	60	100
3.	1.19	96	9.70	32.73	67.27	55	100
4.	0.85	219	22.12	54.85	45.15	45	90
5.	0.6	374	37.78	92.63	7.37	35	59
6.	0.3	66	6.67	99.29	0.71	8	30
7.	0.15	6	0.61	100	0	0	10
Jumlah		990	99,91	416,17	283,83	-	-

Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{416,17}{100} \\
 &= 4,16
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan Pasir Muntilan di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 4,16. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SNI ASTM C136:2012 "Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar".



**Gambar 4.1 - Grafik Analisa Saringan Pasir Muntilan**

2. Pasir cepu

Berat agregat semula (a) = 1000 g

Berat agregat setelah disaring (b) = 992 g

Berat kehilangan =  $\frac{a-b}{a} \times 100\%$   
 $= \frac{1000 - 992}{1000} \times 100\%$   
 $= 0,008\%$

o Prosentase Agregat Tertinggal =  $\frac{c}{\sum c} \times 100\%$

1) Tertahan komulatif  $\phi$  2,36 =  $\frac{71}{992} \times 100\%$  = 7,16%

2) Tertahan komulatif  $\phi$  2 =  $\frac{25}{992} \times 100\%$  = 2,52%

3) Tertahan komulatif  $\phi$  1,19 =  $\frac{9}{992} \times 100\%$  = 0,91%

4) Tertahan komulatif  $\phi$  0,85 =  $\frac{164}{992} \times 100\%$  = 16,53%

5) Tertahan komulatif  $\phi$  0,6 =  $\frac{112}{992} \times 100\%$  = 11,29%

6) Tertahan komulatif  $\phi$  0,3 =  $\frac{299}{992} \times 100\%$  = 30,14%

7) Tertahan komulatif  $\phi$  0,15 =  $\frac{136}{992} \times 100\%$  = 13,71%

o Komulatif Agregat Tertinggal

- 1) Lolos Saringan  $\phi$  2,36 =  $(0 + 7,16) \% = 7,16\%$
- 2) Lolos Saringan  $\phi$  2 =  $(7,16 + 2,52) \% = 9,68\%$
- 3) Lolos Saringan  $\phi$  1,19 =  $(9,68 + 0,91) \% = 10,58\%$
- 4) Lolos Saringan  $\phi$  0,85 =  $(10,58 + 16,53) \% = 27,12\%$
- 5) Lolos Saringan  $\phi$  0,6 =  $(27,12 + 11,29) \% = 38,41\%$
- 6) Lolos Saringan  $\phi$  0,3 =  $(38,41 + 30,14) \% = 68,55\%$
- 7) Lolos Saringan  $\phi$  0,15 =  $(68,55 + 13,71) \% = 82\%$

o Present Finer ( $f$ ) = 100% - Komulatif Agregat Tertinggal

- 1) Saringan  $\phi$  2,36 =  $100\% - 7,16\% = 92,84\%$
- 2) Saringan  $\phi$  2 =  $100\% - 9,68\% = 90,32\%$
- 3) Saringan  $\phi$  1,19 =  $100\% - 10,58\% = 89,42\%$
- 4) Saringan  $\phi$  0,85 =  $100\% - 27,12\% = 72,88\%$
- 5) Saringan  $\phi$  0,6 =  $100\% - 38,41\% = 61,59\%$
- 6) Saringan  $\phi$  0,3 =  $100\% - 68,55\% = 31,45\%$
- 7) Saringan  $\phi$  0,15 =  $100\% - 82\% = 18\%$

Hasil perhitungan analisa saringan Pasir Cepu dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

**Tabel 4.5-** Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Cepu

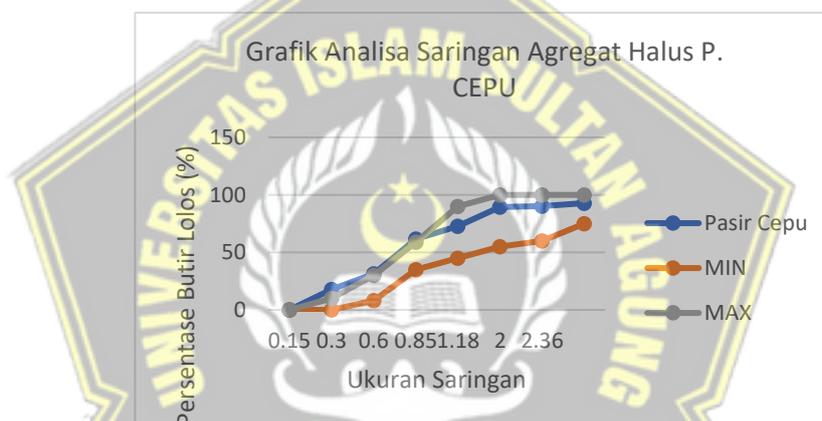
No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (SNI 03-2834-2000) & ASTM C-33 (%)	
						Min	Max
1.	2.36	71	7.16	7.16	92,84	7	93
2.	2	25	2.52	9.68	90.32	9.68	90.32
3.	1.19	9	0.91	10.58	89.42	10.58	89.42
4.	0.85	164	16.53	27.12	72.88	27.12	72.88
5.	0.6	112	11.29	38.41	61.59	38.41	61.59
6.	0.3	299	30.14	68.55	31.45	68.55	31.45
7.	0.15	136	13.71	82	18	82	18

Jumlah	992	82,26	243,5	456,5	-	-
--------	-----	-------	-------	-------	---	---

Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{243,5}{100} \\
 &= 2,43
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan Pasir Cepu di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 2,43. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SNI ASTM C136:2012 "Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar".



Gambar 4. 2 - Grafik Analisa Saringan Pasir Cepu

### 3. Pasir Padas Giling

$$\text{Berat agregat semula (a)} = 1000 \text{ g}$$

$$\text{Berat agregat setelah disaring (b)} = 985 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat kehilangan} &= \frac{a - b}{a} \times 100\% \\
 &= \frac{1000 - 985}{1000} \times 100\% \\
 &= 0,015\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Prosentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\sum c} \times 100\%$$

$$1) \text{ Tertahan komulatif } \phi \text{ 2,36} = \frac{0}{990} \times 100\% = 0\%$$

$$\begin{aligned}
2) \text{ Tertahan komulatif } \phi 2 &= \frac{61}{955} \times 100\% = 6,19\% \\
3) \text{ Tertahan komulatif } \phi 1,19 &= \frac{233}{955} \times 100\% = 23,65\% \\
4) \text{ Tertahan komulatif } \phi 0,85 &= \frac{198}{955} \times 100\% = 20,10\% \\
5) \text{ Tertahan komulatif } \phi 0,6 &= \frac{267}{955} \times 100\% = 27,11\% \\
6) \text{ Tertahan komulatif } \phi 0,3 &= \frac{162}{955} \times 100\% = 16,45\% \\
7) \text{ Tertahan komulatif } \phi 0,15 &= \frac{38}{955} \times 100\% = 3,86\%
\end{aligned}$$

o Komulatif Agregat Tertinggal

$$\begin{aligned}
1) \text{ Lolos Saringan } \phi 2,36 &= (0 + 0) \% = 0 \% \\
2) \text{ Lolos Saringan } \phi 2 &= (0 + 619) \% = 6,19\% \\
3) \text{ Lolos Saringan } \phi 1,19 &= (6,19 + 23,65) \% = 29,85\% \\
4) \text{ Lolos Saringan } \phi 0,85 &= (29,85 + 20,10) \% = 49,95\% \\
5) \text{ Lolos Saringan } \phi 0,6 &= (49,95 + 27,11) \% = 77,06\% \\
6) \text{ Lolos Saringan } \phi 0,3 &= (77,06 + 16,45) \% = 93,50\% \\
7) \text{ Lolos Saringan } \phi 0,15 &= (93,50 + 3,86) \% = 97\%
\end{aligned}$$

o Present Finer (f) = 100% - Komulatif Agregat Tertinggal

$$\begin{aligned}
1) \text{ Saringan } \phi 2,36 &= 100\% - 0\% = 100\% \\
2) \text{ Saringan } \phi 2 &= 100\% - 6,19\% = 93,81\% \\
3) \text{ Saringan } \phi 1,19 &= 100\% - 29,85\% = 70,15\% \\
4) \text{ Saringan } \phi 0,85 &= 100\% - 49,95\% = 50,05\% \\
5) \text{ Saringan } \phi 0,6 &= 100\% - 77,06\% = 22,94\% \\
6) \text{ Saringan } \phi 0,3 &= 100\% - 93,50\% = 6,50\% \\
7) \text{ Saringan } \phi 0,15 &= 100\% - 97\% = 3\%
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisa saringan Pasir Padas Giling dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

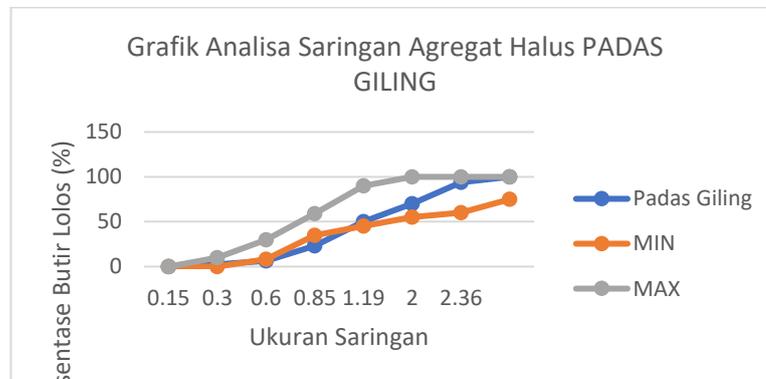
**Tabel 4.6-** Hasil Perhitungan Analisa Saringan Pasir Padas Giling

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (SNI 03-2834-2000) & ASTM C-33 (%)	
						Min	Max
1.	2.36	0	0	0	100	75	100
2.	2	61	6.19	6.19	93.81	60	100
3.	1.19	233	23.65	29.85	70.15	55	100
4.	0.85	198	20.10	49.95	50.05	45	90
5.	0.6	267	27.11	77.06	22.94	35	59
6.	0.3	162	16.45	93.50	6.50	8	30
7.	0.15	38	3.86	97	3	0	10
Jumlah		985	97,36	353,91	346	-	-

Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{353,91}{100} \\
 &= 3,53
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan Pasir Padas Giling di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 3,53. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SNI ASTM C136:2012 "Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar".



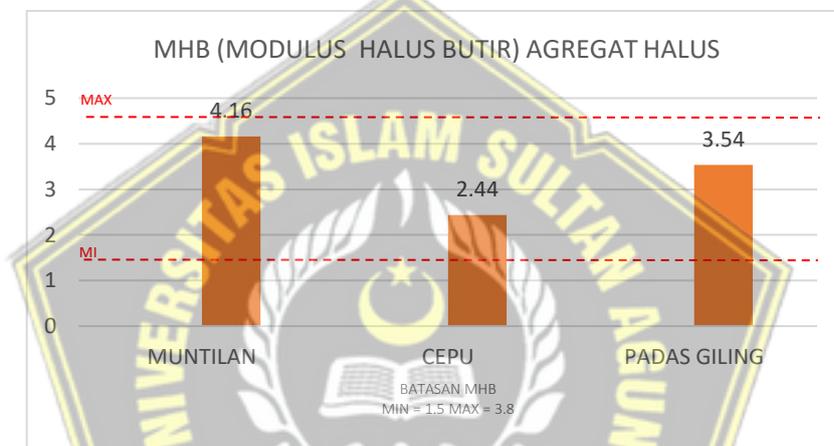
**Gambar 4.3 -** Grafik Analisa Saringan Pasir Padas Giling

Hasil perhitungan MHB (Modulus Halus Butir) dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

**Tabel 4.7-** Hasil Modulus Halus Butir

No	Jenis Pasir	Modulus Halus Butir
1.	Pasir Muntilan	4,16
2.	Pasir Cepu	2,43
3.	Pasir Padas Giling	3,53

Perbandingan MHB (Modulus Halus Pasir) antara Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Paadas Giling dapat dilihat pada grafik dibdwah ini:



**Gambar 4. 4 -** Grafik Modulus Halus Butir

Pasir Muntilan memiliki gradasi yang cukup kasar dengan MHB sebesar 4,16. Pasir Cepu memiliki MHB paling rendah sebesar 2,44. Dan Pasir Padas Giling memiliki MHB sebesar 3,64.

#### 4.1.2. Agregat Kasar

##### a. Pemeriksaan Kadar Air

Perhitungan kadar air agregat kasar menggunakan Persamaan rumus di bawah ini:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

Keterangan: a = Berat cawan

b = Berat agregat sebelum dioven

c = Berat agregat setelah dioven

1. Saringan 1/2

- Berat cawan (a) = 95 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 1095 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 1075 gr
- Kadar air (%) =  $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$   
=  $\frac{1095-1075}{1075-95} \times 100\%$   
= 1.86%

2. Saringan 3/4

- Berat cawan (a) = 80 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 1080 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 1063 gr
- Kadar air (%) =  $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$   
=  $\frac{1080-1063}{1063-80} \times 100\%$   
= 1.60 %

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini.

**Tabel 4.8 - Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar**

No	Ukuran Saringan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar air (%)
1	½	95	1095	1075	1.86
2	¾	80	1080	1063	1.60

*Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang*

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar diperoleh hasil agregat kasar dengan ukuran  $\frac{1}{2}$  dengan presentase 1,86% dan agregat kasar dengan ukuran  $\frac{3}{4}$  dengan presentase 1,60%.

b. Berat Uji SSD

Perhitungan SSD agregat halus menggunakan Persamaan rumus di bawah ini:

$$\text{Berat Jenis SSD} : \frac{BJ}{BJ+BA}$$

Keterangan: BK = Berat contoh uji kering oven

BJ = Berat contoh uji kering permukaan jenuh

BA = Berat contoh uji dalam air

Hasil pemeriksaan uji SSD agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

**Tabel 4.9-** Hasil Pemeriksaan uji SSD Agregat Kasar

No	Ukuran Saringan	Berat agregat (gram)	Berat contoh uji kering oven (gram)	Berat contoh uji kering permukaan jenuh (gram)	Berat Berat contoh uji dalam air (gram)	Berat jenis agregat kasar
1	$\frac{1}{2}$	500	460	516	400	4.448
2	$\frac{3}{4}$	500	499	502	392	4.546

Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji SSD agregat kasar diperoleh hasil agregat kasar dengan ukuran  $\frac{1}{2}$  dengan hasil 4,448 dan agregat kasar dengan ukuran  $\frac{3}{4}$  dengan hasil 4,546.

c. Pemeriksaan Analisa Saringan

Berat agregat semula (a) = 1000 g

Berat agregat setelah disaring (b) = 989 g

$$\begin{aligned} \text{Berat kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000 - 989}{1000} \times 100\% \\ &= 0,011\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Prosentase Agregat Tertinggal} &= \frac{c}{\sum c} \times 100\% \\ 1) \text{ Tertahan komulatif } \phi 25 &= \frac{632}{989} \times 100\% = 63,90\% \\ 2) \text{ Tertahan komulatif } \phi 19 &= \frac{352}{989} \times 100\% = 35,59\% \\ 3) \text{ Tertahan komulatif } \phi 12,5 &= \frac{5}{989} \times 100\% = 0,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Komulatif Agregat Tertinggal} \\ 1) \text{ Lolos Saringan } \phi 25 &= (0 + 63,90) \% = 63,90\% \\ 2) \text{ Lolos Saringan } \phi 19 &= (63,90 + 35,59) \% = 99,49\% \\ 3) \text{ Lolos Saringan } \phi 12,5 &= (99,49 + 0,51) \% = 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Present Finer (f) = 100\% - Komulatif agregat tertinggal} \\ 1) \text{ Saringan } \phi 25 &= 100\% - 63,90\% = 36,10\% \\ 2) \text{ Saringan } \phi 19 &= 100\% - 99,49\% = 0,51\% \\ 3) \text{ Saringan } \phi 12,5 &= 100\% - 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini.

**Tabel 4. 10 - Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar**

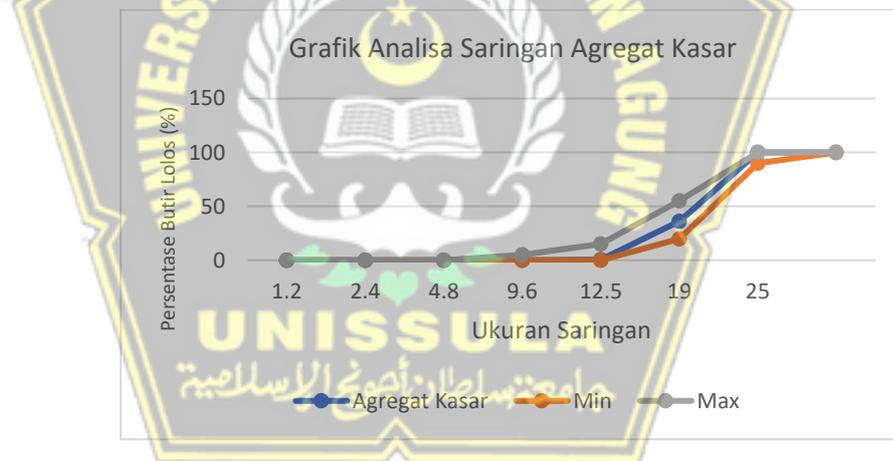
No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (SNI 03-2834-2000) & ASTM C-33 (%)	
						Min	Max
1.	25	0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2.	19	0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3.	12.5	632	63.90	63.90	36.10	20.00	55.00

4.	9.6	352	35.59	99.49	0.51	0.00	15.00
5.	4.8	5	0.51	100.00	0.00	0.00	5.00
6.	2.4	0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
7.	1.2	0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
8.	pan	0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Jumlah		989	100	563,40	236,61	-	-

Sumber: Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{563,40}{100} \\
 &= 5,63
 \end{aligned}$$

Perhitungan analisis saringan agregat kasar di atas menghasilkan koefisien halus sebesar 5,63. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan SNI ASTM C136: 2012 “Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar”.



Gambar 4.5 - Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

#### 4.2. Mix Design Beton

Mutu beton normal yang digunakan sebagai acuan adalah beton K-350 atau  $F_c' 31$  MPa dengan perancangan bahan penyusun beton mengacu SNI 03-2834-2000. Beton uji yang dibuat ada 3 jenis pasir berbeda yaitu: Pasir Muntilan, Pasir Cepu, dan Pasir Padas Giling. Alat cetak yang dipergunakan merupakan cetakan silinder berukuran 150 mm x 300 mm. Rasio proporsi campuran beton yang diproduksi tercantum dalam tabel berikut.

**Tabel 4.11 – Proporsi Campuran Beton Normal**

No	Nama	Proporsi campuran	Proporsi campuran 1 silinder
1.	Air	273,37 liter	1,593 liter
2.	Semen	456,99 Kg	2,664 Kg
3.	Agregat Halus	605,30 Kg	3,528 Kg
4.	Agregat Kasar	936,34 Kg	5,458 Kg
Jumlah		2.272 Kg	13,243 Kg

**Tabel 4.12 – Proporsi Campuran Beton SCC**

No	Nama	Proporsi campuran	Proporsi campuran 1 silinder
1.	Air	246,03 liter	1,424 liter
2.	Semen	447,85 kg	2,610 Kg
3.	Agregat Halus	605,30 kg	3,528 Kg
4.	Agregat Kasar	936,34 kg	5,458 Kg
5.	<i>Superplastizer 2%</i>	8,957 kg	0,053 Kg
Jumlah		2.235,52 kg	13,030 Kg

### 4.3. Pemeriksaan Uji *Slump*

Penurunan beton mempengaruhi jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran beton. Kuantifikasi jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran beton ditentukan berdasarkan *slump*. Nilai *slump* rencana yang diambil pada beton normal adalah 80 - 120 mm yang menghasilkan kebutuhan air 273,37 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan rencana nilai *slump* yang diambil pada beton SCC adalah 650 - 700 mm yang menghasilkan kebutuhan air 246,03 kg/m<sup>3</sup>. Pemeriksaan *slump* beton pada benda uji ditunjukkan pada Tabel 4.20 di bawah ini

**Tabel 4. 13 - Hasil Pemeriksaan Uji *Slump* Beton Normal**

No.	Nama	Nilai <i>Slump test</i> Beton (cm)
1.	Pasir Muntilan	10 cm
2.	Pasir Cepu	10 cm

3.	Pasir Padas Giling	11 cm
----	--------------------	-------

**Tabel 4. 14** - Hasil Pemeriksaan Uji *Slump* Beton SCC

No.	Nama	Nilai <i>Slump flow test</i> Beton (cm)
1.	Pasir Muntilan	70 cm
2.	Pasir Cepu	70 cm
3.	Pasir Padas Giling	75 cm

#### 4.4. Pemeriksaan Berat Volume

Pengukuran berat volume beton dilakukan sebanyak tiga kali setelah beton mencapai tingkat kekerasan tertentu. Beton dalam keadaan keras tersebut merujuk pada saat beton telah dikeluarkan dari silinder mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari.

**Tabel 4. 15** - Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Normal

No.	Nama	7 Hari (Kg)	14 Hari (Kg)	28 Hari (Kg)
1.	Pasir Muntilan	12,40	12,64	12,70
2.	Pasir Cepu	12,34	12,20	12,30
3.	Pasir Padas Giling	11,52	11,38	12,32

**Tabel 4. 16** - Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton SCC

No.	Nama	7 Hari (Kg)
1.	Pasir Muntilan	12,73
2.		12,88
3.		12,70
4.	Pasir Cepu	12,60
5.		12,69
6.		13,00
7.	Pasir Padas Giling	11,94
8.		12,38
9.		12,20

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Wadah Ukur (V)} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 150^2 \cdot 300 \\
 &= 5.298.750 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berat Volume Beton Keras

$$(D) = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

- Beton Normal K-350
  - Pasir Muntilan
    1. Pasir Muntilan 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,40}{0,0053} = 2339,62 \text{ kg/m}^3$
    2. Pasir Muntilan 14 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,64}{0,0053} = 2384,91 \text{ kg/m}^3$
    3. Pasir Muntilan 28 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,70}{0,0053} = 2396,23 \text{ kg/m}^3$
  - Pasir Cepu
    1. Pasir Cepu 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,34}{0,0053} = 2328,30 \text{ kg/m}^3$
    2. Pasir Cepu 14 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,20}{0,0053} = 2301,89 \text{ kg/m}^3$
    3. Pasir Cepu 28 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,30}{0,0053} = 2320,75 \text{ kg/m}^3$
  - Pasir Padas Giling
    1. Pasir Padas Giling 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,52}{0,0053} = 2173,58 \text{ kg/m}^3$
    2. Pasir Padas Giling 14 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,38}{0,0053} = 2147,17 \text{ kg/m}^3$
    3. Pasir Padas Giling 28 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,32}{0,0053} = 2324,53 \text{ kg/m}^3$
- Beton SCC K-350
  - Pasir Muntilan
    1. Pasir Muntilan 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,88}{0,0053} = 2430,19 \text{ kg/m}^3$
    2. Pasir Muntilan 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,73}{0,0053} = 2401,89 \text{ kg/m}^3$
    3. Pasir Muntilan 7 hari =  $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,70}{0,0053} = 2396,23 \text{ kg/m}^3$
  - Pasir Cepu

$$1. \text{ Pasir Cepu 7 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{13,00}{0,0053} = 2452,83 \text{ kg/m}^3$$

$$2. \text{ Pasir Cepu 7 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,69}{0,0053} = 2394,34 \text{ kg/m}^3$$

$$3. \text{ Pasir Cepu 7 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,60}{0,0053} = 2377,36 \text{ kg/m}^3$$

○ Pasir Padas Giling

$$1. \text{ Pasir Padas Giling 7 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,38}{0,0053} = 2335,85 \text{ kg/m}^3$$

$$2. \text{ Pasir Padas Giling 14 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,20}{0,0053} = 2301,87 \text{ kg/m}^3$$

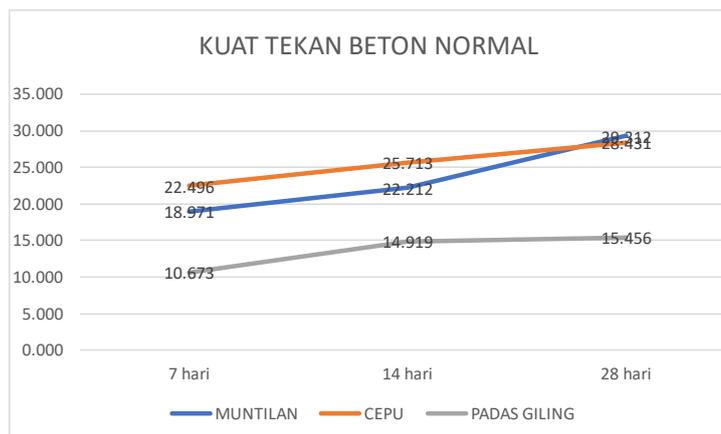
$$3. \text{ Pasir Padas Giling 28 hari} = \frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,94}{0,0053} = 22,52,83 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.5. Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dihitung menggunakan Persamaan 2.2 yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Uji kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan *pressure tester* beton CO-320. Hasil pengujian dari alat ini menunjukkan beban maksimum (P) dan kekuatan maksimum ( $f_c$ ). Pengolahan data hasil uji kuat tekan beton disajikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4. 17** - Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

No.	Sampel	Umur (Hari)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Konversi umur 28 Hari (MPa)
1.	Pasir Muntilan	7	176,78	18,971	27,10
2.	Pasir Cepu	7	176,78	22,496	32,13
3.	Pasir Padas Giling	7	176,78	10,73	15,24
4.	Pasir Muntilan	14	176,78	22,212	25,241
5.	Pasir Cepu	14	176,78	25,713	29,219
6.	Pasir Padas Giling	14	176,78	14,919	16,953
7.	Pasir Muntilan	28	176,78	29,312	29,312
8.	Pasir Cepu	28	176,78	28,431	28,431
9.	Pasir Padas Giling	28	176,78	15,456	15,456



**Gambar 4. 6 - Grafik Kuat Tekan Beton Normal**

Grafik tersebut menunjukkan bahwa Pasir Muntilan memiliki kuat tekan sebesar 27,10 MPa pada umur 7 hari dan 29,312 MPa pada umur 28 hari. Pasir Cepu menunjukkan kuat tekan sebesar 32,13 MPa pada umur 7 hari dan 28,431 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, Pasir Padas Giling memiliki kuat tekan sebesar 15,24 MPa pada umur 7 hari dan 15,456 MPa pada umur 28 hari. Oleh karena itu, benda uji yang menggunakan Pasir Muntilan memperoleh kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari dibandingkan dengan benda uji lainnya yang menggunakan jenis pasir yang berbeda.

**Tabel 4. 18 –Faktor Umur Hasil Tes Kuat Tekan**

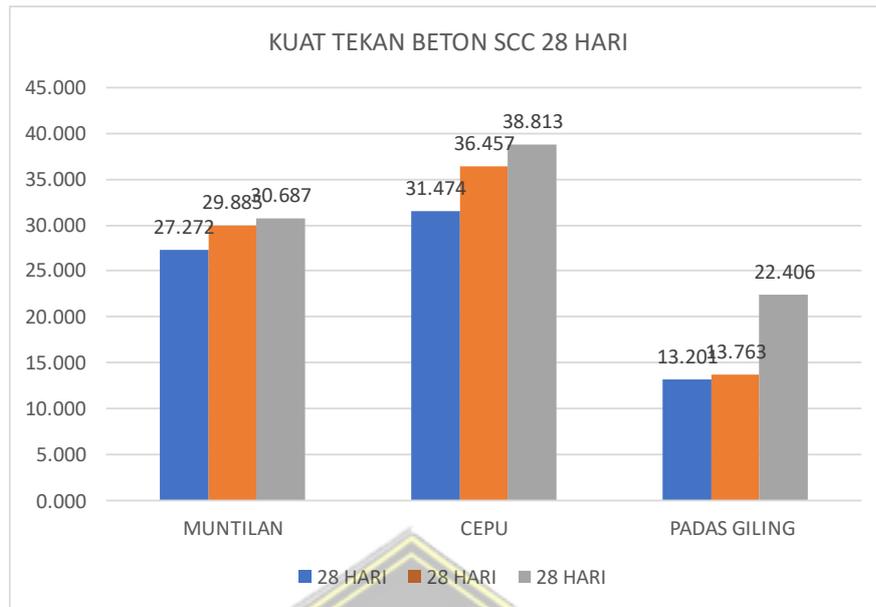
No.	Umur (Hari)	Pasir Muntilan (MPa)	Pasir Cepu (MPa)	Pasir Padas Giling (MPa)
1.	7	27,10	32,13	15,24
2.	14	25,241	29,219	16,953
3.	28	29,312	28,431	15,456

Pada umur 7 dan 14 hari, pasir cepu menunjukkan hasil uji kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasir Muntilan dan pasir Padas Gilling. Namun setelah 28 hari, pasir Muntilan menunjukkan pblai kuat tekan yang lebih unggul

dibandingkan kedua pasir lainnya. Hal ini dikarenakan pasir Muntilan yang digunakan berkualitas kurang baik dan memiliki ukuran partikel yang agak kasar.

**Tabel 4. 19 - Hasil Uji Kuat Tekan Beton SCC**

No.	Sampel	Umur (Hari)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Konversi umur 28 Hari (MPa)	Rata-rata
1.	Pasir Muntilan 1	7	176.78	19.089	27.272	29,281
2.	Pasir Muntilan 2	7	176.78	20,920	29,885	
3.	Pasir Muntilan 3	7	176.78	21.481	30.687	
4.	Pasir Cepu 1	7	176.78	22.032	31.474	35,581
5.	Pasir Cepu 2	7	176.78	25.520	36.457	
6.	Pasir Cepu 3	7	176.78	27,169	38,813	
7.	Pasir Padas Giling 1	7	176.78	9.241	13.201	16,457
8.	Pasir Padas Giling 2	7	176.78	9.634	13.763	
9.	Pasir Padas Giling 3	7	176.78	9,634	22,406	



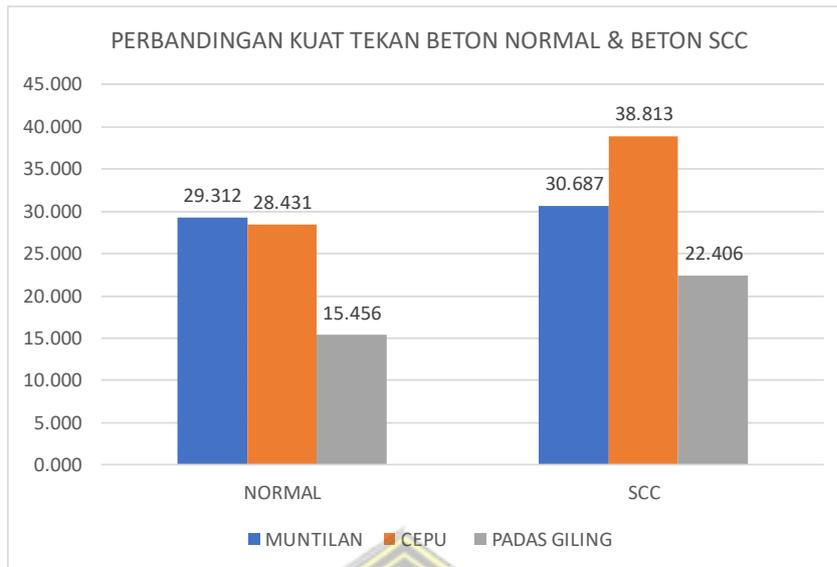
**Gambar 4. 7** - Grafik Kuat Tekan Beton SCC

Dari grafik tersebut terlihat Pasir Muntilan mempunyai kuat tekan minimum sebesar 27,272 MPa dan kuat tekan maksimum sebesar 30,687 MPa. Pasir Cepu mempunyai kuat tekan minimum sebesar 31,474 MPa dan kuat tekan maksimum sebesar 36,457 MPa. Dan kuat tekan minimum pasir Padas Giling sebesar 13,201 MPa dan kuat tekan maksimum sebesar 22,406 MPa. Beton SCC mencapai kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari pada benda uji yang menggunakan pasir Cepu.

Hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton SCC adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 20** – Perbandingan Antara Kuat Tekan Beton Normal dan SCC

No.	Nama	Beton Normal (Mpa)	Beton SCC (Mpa)	SCC/ Normal
1.	Pasir Muntilan	29.312	30.687	1.05
2.	Pasir Cepu	28.431	38.813	1.37
3.	Pasir Padas Giling	15.456	22.406	1.45



**Gambar 4.8** - Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton SCC



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melanjutkan analisis dan peninjauan lebih lanjut terhadap data, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

##### 1. Sifat-sifat mekanis agregat halus

- **Kadar Air**

Pasir Muntilan yang digunakan dalam penelitian memiliki kadar air sebesar 0,92%, sementara Pasir Cepu memiliki kadar air terendah, yakni 0,00%, dan Pasir Padas Giling, yang juga digunakan dalam penelitian, memiliki kadar air tertinggi sebesar 2,88%.

- **Kadar Lumpur**

Pada penelitian ini Pasir Muntilan yang digunakan kadar lumpur sebesar 4,76 %, kadar lumpur terendah pada Pasir cepu sebesar 1,96 % dan kadar lumpur tertinggi pada penelitian ini diperoleh Pasir Padas Giling sebesar 5,66 %.

- **Modulus Halus Butir (MHB)**

Pada penelitian ini Pasir Muntilan modulus halus butir (MHB) tertinggi sebesar 4,16, modulus halus butir (MHB) terendah pada penelitian ini Pasir cepu sebesar 2,43 dan MHB Pasir Padas Giling pada penelitian ini sebesar 3,53.

##### 2. Kekuatan Tekan

- **Beton Normal**

Kuat tekan beton normal Pasir Muntilan tertinggi sebesar 29,312 MPa, kuat tekan beton normal Pasir Cepu terendah sebesar 28,431 MPa, dan kuat tekan beton normal Pasir Padas Giling terendah sebesar 15,456 MPa.

- Beton SCC (*self compacting concrete*)

Kuat tekan beton SCC (*Self Compacting Concrete*) menggunakan Pasir Muntilan mencapai 30,687 MPa dengan nilai rata-rata 29,281 MPa. Beton SCC dengan Pasir Cepu menunjukkan kuat tekan tertinggi, yaitu 38,813 MPa, dengan nilai rata-rata 35,581 MPa. Sementara itu, kekuatan tekan beton SCC dengan Pasir Padas Giling mencapai 22,406 MPa, dengan nilai rata-rata sebesar 16,457 MPa.

3. Kuat tekan beton normal mencapai nilai tertinggi yaitu 29,312 MPa pada umur 28 hari pada Pasir Muntilan kemudian untuk beton SCC (*self compacting concrete*) kuat tekan tertinggi sebesar 38,813 MPa dicapai setelah 28 hari pada Pasir Cepu.
4. Pasir Cepu dapat digunakan untuk beton struktural dan Pasir Padas Giling tidak disarankan untuk beton struktural karena syarat beton struktural adalah memiliki hasil kuat tekan minimal 17 MPa.

## 5.2 Saran

1. Harapannya, penelitian selanjutnya dapat menginvestigasi ragam jenis agregat halus yang berasal dari berbagai wilayah, seperti Pasir Bodri, Pasir Slawi, Pasir Kalimantan, dan variasi pasir lainnya.
2. Untuk peneliti berikutnya yang berencana melanjutkan studi, disarankan untuk memperluas ruang lingkup obyek penelitian dan mengintegrasikan variabel tambahan, seperti memvariasikan kadar bahan tambahan (Admixture) pada kisaran 5%, 7%, 10%, atau variasi lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. N., Panolas, Y. B., Budirahardjo, S., & Kristiawan, A. (n.d.). *PENGARUH PEMAKAIAN AGREGAT HALUS (MUNTILAN, KALI BODRI, SINGOROJO) TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA VARIASI GEOMETRI SILINDER*.
- Adeputra, R., Marthin, P., Sumajouw, D. J., & Windah, R. S. (2015). KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI AGREGAT YANG BERASAL DARI BEBERAPA TEMPAT DI SULAWESI UTARA. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 206–211.
- Aulia Rofi, D., Arakhamia, B., Setiyawan, P., Dian Asfari, G., Sultan Agung Semarang, I., & Raya Kaligawe, J. K. (n.d.). ISBN : 978-623-7097-15-0 *Prosiding Seminar Nasional Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 2 (KIMU 2) Sifat-Sifat Teknis Beton Dengan Agregat Kasar Pecahan Genting Dibandingkan Dengan Agregat Normal*.
- Hadi, A. K., Supardi, S., Maruddin, M., Alal, A., Yusuf, A., Samsuddin, R. H., & Kunci, K. (2021). Metode Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Sifat Mekanis Beton. In *Maret* (Vol. 6, Issue 1). <https://ojs.unanda.ac.id/index.php/jiit/index>
- Hasanr, H., Tatong, B., & Tole, J. (n.d.). *PENGARUH PENAMBAHAN POLYPROPYLENE FIBER MESH TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON*.
- Penggunaan, P., Putih, P., Bahan, S., Beton, C., Meisye, M. T., Siranga, M., Rapang Tonapa, S., & Phengkarsa, F. (2021). *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT TARIK LENTUR BETON RINGAN BERAGREGAT KASAR (BATU APUNG) DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- Standardisasi, B., & Bsn, N. (n.d.). *Standar Nasional Indonesia Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ICS 93.020 Badan Standardisasi Nasional*. (2011). [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- sni-1970-2016-metode-uji-berat-jenis-dan-penyerapan-air-agregat-halus\_compress*. (n.d.).
- Standardisasi, B., & Bsn, N. (n.d.). *Standar Nasional Indonesia Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Standar Nasional Indonesia*. (2012). [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Standar Nasional Indonesia Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. (2016). [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- ASTM C 33-03. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States: Association of Standard Testing Materials.
- Nawy, Edward G.. 1985. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan oleh Ir. Bambang Suryoatmono, M. Sc.. PT. ERESKO. Bandung.
- S. Mindess, Francis Y, D. Darwin. 2003. *Concrete 2<sup>nd</sup> Edition*, New Jersey: Prentice Hall.
- SNI 03-4431-1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Titik Pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta