

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS PENGARUH CAMPURAN ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR**



**Disusun Oleh:**

**Manaf Alif Putrawan**

**30.2021.00.117**

**Eros Maulana Mahendra**

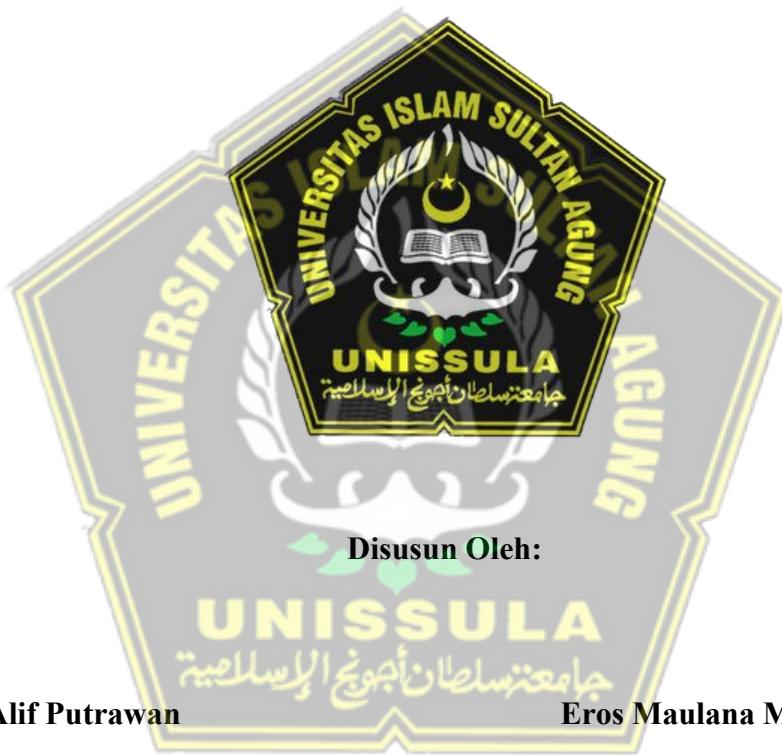
**30.2021.00.080**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2025**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGARUH CAMPURAN ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



# **Manaf Alif Putrawan**

30.2021.00.117

## **Eros Maulana Mahendra**

30.2021.00.080

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS PENGARUH CAMPURAN ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR



Manaf Alif Putrawan  
NIM: 30.2021.00.117



Eros Maulana Mahendra  
NIM: 30.2021.00.080

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, November 2025

Tim Pengaji

1. Prof.Dr.Ir.Antonius,MT

NIDN: 0605046703

Tanda Tangan

2. Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

NIDN: 0625059102

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

NIDN: 0625059102

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: .....

Pada hari ini tanggal, Mei 2025 berdasarkan surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Prof.Dr.Ir.Antonius,MT

Jabatan Akademik : Lektor

Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

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

Manaf Alif Putrawan

Eros Maulana Mahendra

NIM: 30202100117

NIM: 30202100080

Judul: Analisis pengaruh arang briket terhadap kuat tekan ,kuat Tarik belah dan kuat lentur beton

Dengan tahapan sebagai berikut:

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	01/05/2025	
2	Seminar Proposal	24/05/2025	ACC
3	Pengumpulan data	18/06/2025	
4	Analisis data	25/07/2025	
5	Penyusunan laporan	29/07/2025	
6	Selesai laporan	02/09/2025	ACC

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir/Skripsi ini disusun sebagai bukti pelaksanaan bimbingan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

Prof.Dr.Ir.Antonius,MT

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Alayyar, ST., M.Eng

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : MANAF ALIF PUTRAWAN

NIM : 30202100117

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

**"ANALISIS PENGARUH ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN  
KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON"**

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya bahwa karya ini bebas dari unsur plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti sebaliknya, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Semarang, November 2025  
Yang Membuat Pernyataan,

Manaf Alif Putrawan  
NIM: 30202100117

**UNISSUL**  
جامعة سلطان عبد العزiz الإسلامية

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : EROS MAULANA MAHENDRA

NIM : 3020210080

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISIS PENGARUH ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN  
KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON”

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya bahwa karya ini bebas dari unsur plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti sebaliknya, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Semarang, November 2025  
Yang Membuat Pernyataan,

METERAI  
TEMPEL

Eros Maulana Mahendra  
NIM: 30202100080

جامعة سلطان أبوجعيل الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : MANAF ALIF PUTRAWAN

NIM : 30202100117

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir ini sepenuhnya merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan penulisan saya sendiri. Dalam penulisan ini, saya tidak menggunakan atau mengutip karya yang telah diterbitkan maupun ditulis oleh pihak lain tanpa mencantumkan sumbernya, serta tidak mengambil bagian dari karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar atau ijazah di Universitas Islam Sultan Agung Semarang maupun di perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian terhadap pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, November 2025

Yang Membuat Pernyataan,

Manaf Alif Putrawan  
NIM: 30202100117

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : EROS MAULANA MAHENDRA

NIM : 30202100080

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH ARANG BRIKET TERHADAP KUAT TEKAN KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir ini sepenuhnya merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan penulisan saya sendiri. Dalam penulisan ini, saya tidak menggunakan atau mengutip karya yang telah diterbitkan maupun ditulis oleh pihak lain tanpa mencantumkan sumbernya, serta tidak mengambil bagian dari karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar atau ijazah di Universitas Islam Sultan Agung Semarang maupun di perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian terhadap pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, November 2025

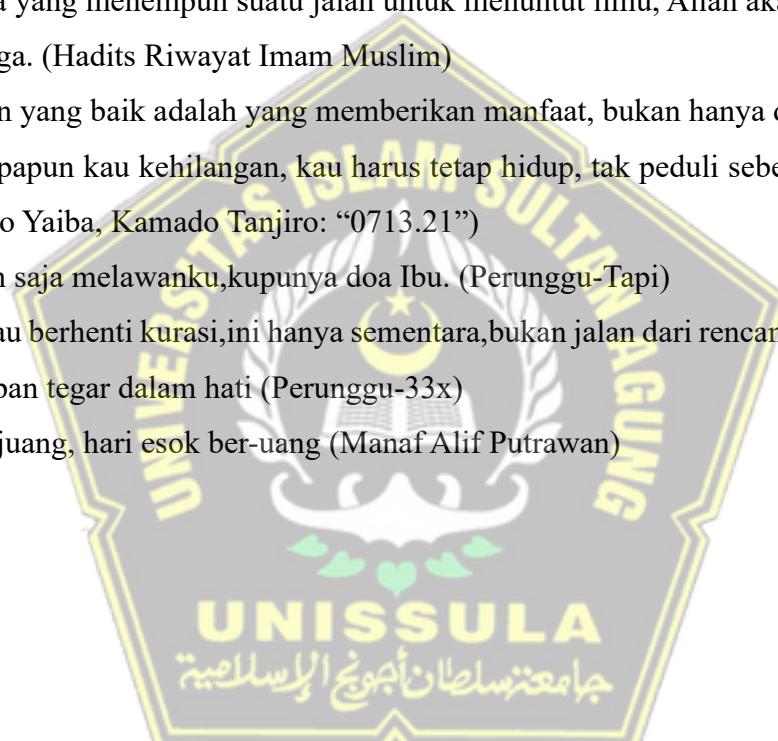
Yang Membuat Pernyataan,

Eros Maulana Mahendra  
NIM: 30202100080

## MOTTO

1. Allah berfirman dalam Al-Quran Surah Al-Imran ayat 110:

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”
2. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. (QS. Ar-Rad ayat 11)
3. Barangsiapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga. (Hadits Riwayat Imam Muslim)
4. Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat. (Imam Syafi'i)
5. Sebanyak apapun kau kehilangan, kau harus tetap hidup, tak peduli seberapa kejam kenyataanya (Kimetsu No Yaiba, Kamado Tanjiro: “0713.21”)
6. Dunia boleh saja melawanku,kupunya doa Ibu. (Perunggu-Tapi)
7. Tak perlu kau berhenti kurasi,ini hanya sementara,bukan jalan dari rencana,jalanmu kan sepanjang niatmu,simpan tegar dalam hati (Perunggu-33x)
8. Hari ini berjuang, hari esok ber-uang (Manaf Alif Putrawan)



## **PERSEMPAHAN**

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Keluarga Bapak Mochammad Imron yang sudah memberikan memberikan semangat, motivasi, nasihat, dukungan finansial, pendidikan mental, dan doa di setiap langkah yang saya lewati.
2. Adik saya yang selalu memberikan semangat dan perhatiannya.
3. Bapak Prof.Dr.Ir.Antonius.MT selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan ilmu serta arahan kepada saya.
5. Satrio Utomo selaku teman satu tim yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dalam suka maupun duka.
6. Teman istimewa saya Maslahatul Umah, terimakasih atas perhatian, dukungan, serta memberikan semangat dan hal-hal positif kepada saya.
7. Sahabat seperjuangan, saudara SSC Genk yang selama 4 tahun kita telah lakukan semua kewajiban di gedung tua ini tanpa menyenggol kanan kiri ataupun refund dan yang menerima keluh kesah saya dan selalu ada disaat susah dan senang, serta memberikan semangat, motivasi serta dukungannya. bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
9. Dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, baik secara moral maupun material dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini.

Manaf Alif Putrawan

NIM: 30202100117

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Keluarga Bapak Ali Mustofa yang sudah memberikan memberikan semangat, motivasi, nasihat, dukungan finansial, pendidikan mental, dan doa di setiap langkah yang saya lewati.
2. Adik saya yang selalu memberikan semangat dan perhatiannya.
3. Bapak Prof.Dr.Ir.Antonius.MT selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan ilmu serta arahan kepada saya.
5. Satrio Utomo selaku teman satu tim yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dalam suka maupun duka.
6. Teman istimewa saya Maslahatul Umah, terimakasih atas perhatian, dukungan, serta memberikan semangat dan hal-hal positif kepada saya.
7. Sahabat seperjuangan, saudara SSC Genk yang selama 4 tahun kita telah lakukan semua kewajiban di gedung tua ini tanpa menyenggol kanan kiri ataupun refund dan yang menerima keluh kesah saya dan selalu ada disaat susah dan senang, serta memberikan semangat, motivasi serta dukungannya. bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
9. Dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, baik secara moral maupun material dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini.

Eros Maulana Mahendra

NIM: 30202100080

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>viii</b>
<b>PERSEMAHAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan penelitian .....	2
1.4    Batasan Masalah .....	3
1.5    Sistematika penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1    Beton .....	5
2.2    Bahan bahan penyusun beton .....	6
2.2.1 <i>Semen portland</i> .....	6
2.2.2 <i>Agregat</i> .....	7
2.2.3 <i>Air</i> .....	8
2.3    Sifat sifat beton .....	9
2.3.1 <i>Beton segar</i> .....	9
2.3.2 <i>Beton keras</i> .....	10
2.4 <i>Super Plastiizer</i> .....	13
2.5    Arang Briket .....	14
2.6    Penelitian Terdahulu .....	14

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1    Persiapan .....	19
3.2    Bahan bahan .....	19
3.3    Peralatan Yang Digunakan .....	23
3.4    Pemeriksaan Bahan .....	27
3.4.1    Agregat Halus .....	27
3.4.2    Agregat Kasar .....	30
3.5    Rencana Campuran Beton (Job Mix Design).....	33
3.6    Pembuatan Benda Uji Silinder.....	36
3.7    Slump Test.....	37
3.8    Perawatan Beton (Curing) .....	38
3.9    Pengukuran Berat Volume.....	38
3.10    Uji Kuat Tekan Beton.....	39
3.11    Uji Kuat Tarik Belah Beton.....	39
3.12    Uji Kuat Lentur .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1    Berat Volume Agregat .....	41
4.2    Kadar Lumpur .....	54
4.3    Kadar Air .....	61
4.4    Analisa Saringan.....	64
4.5    Slump Test.....	70
4.6    Berat Volume Beton .....	72
4.7    Berat Volume Beton Keras setelah curing selama 7 hari,14 hari dan 28 hari .....	76
4.8    Kuat Tekan Beton .....	78
4.9    Kuat Tarik Belah.....	80
4.10    Kuat lentur.....	81
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>83</b>
5.1    Kesimpulan .....	83
5.2    Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR TABEL

3.1	Jumlah Sampel Benda Uji .....	19
3.2	Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 0% untuk 1 m <sup>3</sup> .....	35
3.3	Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 3% untuk 1 m <sup>3</sup> .....	35
3.4	Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 5% untuk 1 m <sup>3</sup> .....	35
4.1	Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat halus dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) .....	42
4.2	Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus dengan Cara Pemadatan.....	43
4.3	Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume agregat halus pada balok dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) .....	45
4.4	Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat halus pada balok dengan Cara Pemadatan	46
4.5	Hasil Perhitungan Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) .....	49
4.6	Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan .....	50
4.7	Hasil Perhitungan Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) .....	52
4.8	Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan .....	53
4.9	Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Endapan .....	56
4.10	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Pencucian .....	57
4.11	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar dengan Cara Pencucian .....	59
4.12	Nilai Kadar Air Agregat halus .....	62
4.13	Nilai Kadar Air Agregat kasar .....	63
4.14	Data Analisa Saringan agregat halus .....	65
4.15	Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat halus .....	66
4.16	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split) .....	67
4.17	Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split) .....	69
4.18	<i>Slump Test</i> .....	70
4.19	Berat Benda Uji Beton Segar .....	72
4.20	Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 7 hari .....	77
4.21	Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 14 hari .....	77
4.22	Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 28 hari .....	77

4.23 Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing balok.....	78
4.24 Hasil Kuat Tekan Beton.....	78
4.25 Hasil Kuat Tarik Belah .....	80
4.26 Hasil Kuat Lentur .....	81



## DAFTAR GAMBAR

3.1.	<i>Semen Portland</i> .....	20
3.2.	<i>Agregat halus</i> .....	20
3.3.	<i>Split</i> .....	21
3.4.	Air.....	21
3.5.	<i>Super Plastycizer</i> .....	22
3.6.	Serbuk arang briket .....	22
3.7.	Timbangan.....	23
3.8.	Saringan.....	23
3. 9.	Cawan .....	24
3.10.	Oven .....	24
3. 11.	Concrete Mixer.....	25
3.12.	Cetakan Silinder .....	25
3.13.	Bak Perendam Beton.....	26
3.14.	Compression Testing .....	26
3. 15.	Alat Uji Kuat Tarik Belah.....	27
3. 16.	Slump Test.....	37
3. 17.	Curing.....	38
4.1.	Berat Volume Agregat Halus .....	44
4.2.	Berat Volume Agregat balok .....	47
4.3	Grafik Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Halus .....	47
4.4.	Berat Volume Agregat Kasar (Split) .....	50
4.5.	Berat Volume Agregat Kasar (Split).....	54
4.6.	Grafik Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split) .....	54
4.7.	Kadar Lumpur Agregat Halus Cara Endapan.....	56
4.8.	Kadar Lumpur Agregat Halus Cara Pencucian .....	58
4.9.	Kadar Lumpur Agregat Kasar Cara Pencucian .....	60
4.10.	Grafik Nilai Kadar Lumpur Agregat .....	60
4.11.	Grafik Perhitungan Nilai Kadar Air Agregat.....	64
4.12.	Pemeriksaan Kadar Air Agregat .....	64
4.13.	Grafik Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus.....	67
4.14.	Grafik Hasil PerhitunganAnalisa Saringan Agregat Kasar (Split) .....	69

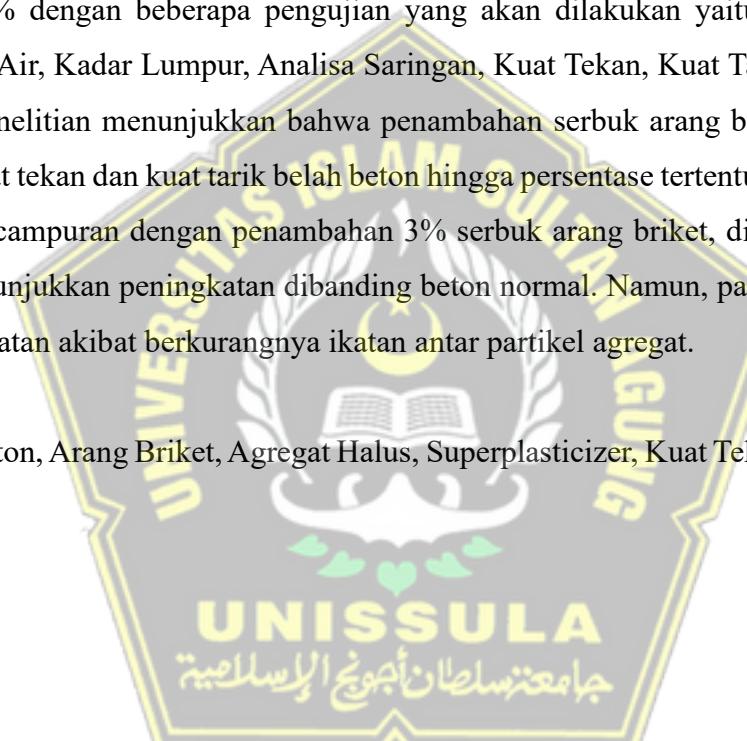
4.15.	Analisa Saringan Agregat .....	70
4.16.	Grafik <i>Slump Test</i> .....	71
4.17.	Slump Test.....	71
4.18.	Grafik Berat Volume Beton Segar .....	75
4.19.	Penimbangan Beton Segar Silinder.....	76
4.20.	Penimbangan Beton Segar balok.....	76
4.21.	Grafik Kuat Tekan Beton.....	79
4.22.	Grafik Kuat Tarik Belah.....	80
4.23.	Grafik Kuat lentur.....	82



## ABSTRAK

Di tengah gencarnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, beton adalah bahan utama yang digunakan dalam pembangunan Struktur Utama sebuah bangunan, khususnya dalam pembangunan gedung, jembatan dan jalan raya. Munculnya inovasi dalam material beton yang terus bermunculan diiringi dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur berbahan dasar beton yang memiliki kekuatan yang lebih dari Beton Normal pada umumnya. Dalam penelitian ini telah menganalisis Arang Briket sebagai campuran Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Beton. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi Campuran Arang Briket sebesar 0%, 3% dan 5% dengan beberapa pengujian yang akan dilakukan yaitu Pengujian Berat Volume Agregat, Kadar Air, Kadar Lumpur, Analisa Saringan, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk arang briket berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah beton hingga persentase tertentu. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada campuran dengan penambahan 3% serbuk arang briket, di mana kuat tekan dan kuat tarik belah menunjukkan peningkatan dibanding beton normal. Namun, pada penambahan 5%, terjadi penurunan kekuatan akibat berkurangnya ikatan antar partikel agregat.

**Kata kunci:** Beton, Arang Briket, Agregat Halus, Superplasticizer, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur.



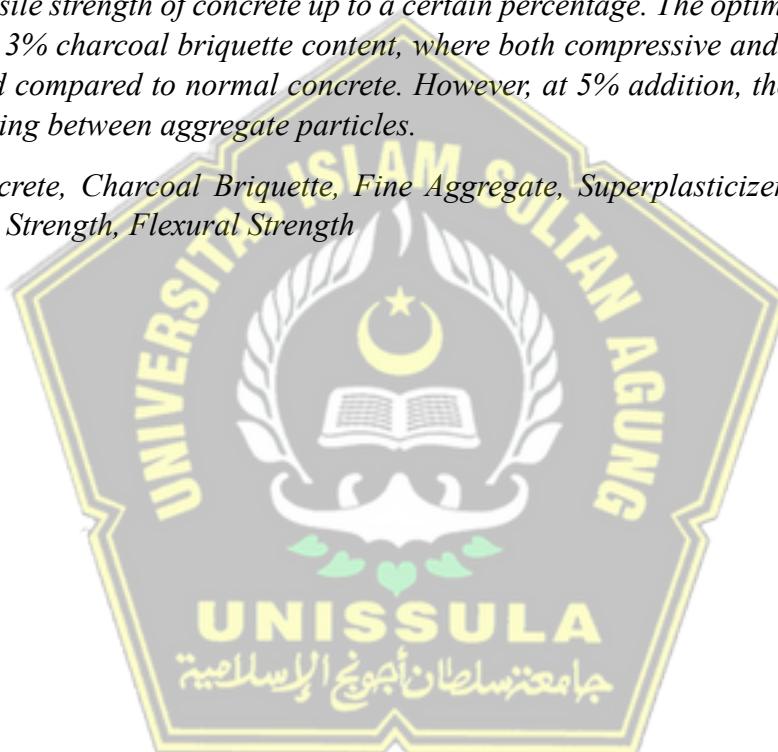
## **ABSTRACT**

*Amid the rapid infrastructure development in Indonesia, concrete has become the main material used in structural construction, particularly in buildings, bridges, and highways. Along with the growing demand for high-strength concrete materials, innovations in concrete composition continue to emerge. This study analyzes the effect of charcoal briquette powder as a fine aggregate replacement on the compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength of concrete.*

*The research method used is an experimental approach with variations of charcoal briquette content of 0%, 3%, and 5%. Several tests were conducted, including aggregate bulk density, water content, silt content, sieve analysis, compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength tests.*

*The results show that the addition of charcoal briquette powder influences the increase in compressive and splitting tensile strength of concrete up to a certain percentage. The optimum compressive strength was obtained at 3% charcoal briquette content, where both compressive and splitting tensile strength values increased compared to normal concrete. However, at 5% addition, the strength decreased due to reduced bonding between aggregate particles.*

**Keywords:** Concrete, Charcoal Briquette, Fine Aggregate, Superplasticizer, Compressive Strength, Splitting Tensile Strength, Flexural Strength





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Di tengah gencarnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, beton menjadi bahan utama dalam struktur bangunan, khususnya pada gedung, jembatan, dan jalan raya. Di setiap bangunan yang menggunakan Bahan Utama Beton memiliki kebutuhan mutu yang berbeda-beda. Contohnya pada pembangunan gedung memiliki perbedaan Mutu Beton yang tergantung pada kebutuhannya masingmasing, begitu juga pada bangunan lainnya.

Mutu Beton yang tinggi berpengaruh pada Kuat Tekan Beton yang dibuat. Berdasarkan SNI 03-1974-1990, Kuat Tekan Beton merupakan besarnya beban per satuan luas yang dapat membuat Benda Uji Beton retak apabila diberikan Gaya Tekan tertentu yang berasal dari *Compression Machine*. Menurut Dipohusodo (1996), Nilai Kuat Tekan Beton didapatkan melalui Pengujian Benda Uji yang berbentuk Silinder. Dimensi dari Benda Uji pada umumnya menggunakan ukuran dengan Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm. Prosedur yang dipakai sesuai dengan kriteria yang tertera pada ASTM C39-86. Kuat Tekan dari setiap Benda Uji ditentukan dengan Tegangan Tekan Tertinggi ( $f'c$ ) yang dicapai Benda Uji pada Umur 28 hari. Untuk memperoleh Kuat Tekan Beton yang maksimal, ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap Kuat Tekan Beton antara lain Sifat dan Proporsi Campuran Beton, kualitas bahan baku, teknik pengecoran, perawatan beton dan penggunaan Bahan Aditif Kimia.

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dapat dilakukan dengan memposisikan Benda Uji secara Horizontal dan diberi Gaya Tekan. Nilai Kuat Tarik Belah yang didapatkan relatif lebih rendah yang berkisar 9% - 15% dari Nilai Kuat Tekan untuk Beton Normal (Istimawan Dipohusodo, 1996). Benda Uji yang digunakan untuk Pengujian Kuat Tarik Belah beton sama dengan Pengujian Kuat Tekan dengan Alat Bantu Batang atau Pelat Beban Tambahan yang bertujuan untuk menyalurkan keseluruhan Permukaan Benda Uji yang diberikan Gaya Tekan.

Komponen utama dari Beton adalah Semen *Portland*, Air, Agregat Halus dan Agregat Kasar. Semua komponen itu dicampur dan diaduk dengan takaran masingmasing. Untuk mempermudah dan mempersingkat pembuatan beton,

bisa ditambahkan Zat Aditif yaitu *Superplasticizer*. *Superplasticizer* memiliki beberapa fungsi dalam proses pembuatan beton, diantaranya menjadikan campuran beton lebih mudah dikerjakan, mempercepat *setting time*, membuat beton menjadi Kedap Air. Meskipun *Superplasticizer* dapat mempermudah pembuatan beton, akan tetapi *Superplasticizer* tetap memiliki batasan atau dosis dalam penggunaannya. Penambahan *Superplasticizer* yang berlebihan maka dapat menyebabkan penurunan ketahanan dan tidak memiliki efek pada Kuat Tekan Beton.

Munculnya inovasi dalam material beton yang terus bermunculan diiringi dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur berbahan dasar beton yang memiliki kekuatan yang lebih daripada Beton Normal. Saat ini, penggunaan Arang Briket sebagai Bahan Campuran Beton telah menjadi subjek penelitian yang terus dilakukan. Arang Briket adalah Serbuk bahan bakar dan bahan pengikat yang di proses menggunakan alat modern. Dalam Eksperimen pembuatan Beton ini diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan dan daya Tarik Beton.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai Berikut:

1. Berapa Nilai Kuat Tekan dan Nilai Kuat Tarik Belah pada Beton Normal ?
2. Bagaimana pengaruh Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus pada Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton dengan tambahan *Superplasticizer*?
3. Berapa presentase optimal Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus yang menghasilkan Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton Tertinggi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui Nilai Kuat Tekan, Nilai Kuat Tarik dan Nilai Kuat Lentur pada Beton Normal.
2. Mengetahui Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Beton dan Kuat Lentur dari Arang Briket sebagai campuran Agregat Halus dengan tambahan *Superplasticizer* pada beton.

3. Mengetahui presentase optimal Arang Briket sebagai campuran Agregat Halus yang menghasilkan Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Beton dan Kuat Lentur Beton maksimal.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini untuk menghindari penyimpangan atau pelebaran pokok permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Arang Briket yang digunakan Ukuran *Blasting* (0,15 mm sampai 0,18 mm).
2. Presentase Arang Briket sebagai Pengganti sebanyak 0%, 3% dan 5% terhadap Agregat Halus.
3. Uji Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Belah Beton dan Kuat Lentur Beton dilakukan pada Umur 28 hari.
4. Semen *Portland* Tipe I.
5. *Superplasticizer* yang digunakan *SikaCim Concrete 1003*.

#### **1.5. Sistematika Laporan**

Sistematika untuk menulis Laporan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika laporan.

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

Menjabarkan tentang teknis yang berhubungan langsung dengan analisis dalam penelitian ini. Penguraian teori yang bisa digunakan pada penelitian ini sebagai unsur untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemui dalam penelitian.

##### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam Penelitian Tugas Akhir dan pengumpulan data yang dimulai dengan Tahapan Penelitian, Materi Penelitian dan Proses Pengumpulan Data.

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

Menjelaskan hasil dan analisis data dari penelitian.

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

Memuat tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk menunjang penelitian yang dilakukan selanjutnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Beton**

Beton berperan penting dalam dunia konstruksi, dikarenakan beton memiliki Kekuatan, Daya Tahan, serta kemampuannya dalam menahan Air. Beton merupakan material Komposit (campuran) dari perpaduan material yang terdiri dari Semen *Portland*, Agregat Halus, Agregat Kasar dan Air yang dicampur dengan proporsi tertentu.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971, Beton diartikan sebagai material yang terbentuk melalui pencampuran Semen *Portland*, Air, Agregat Halus, Agregat Kasar dan tanpa atau dengan Bahan Tambah lain. Gabungan dari Semen *Portland*, Pasir dan Air saja disebut dengan Mortar.

Menurut Mulyono (2004), beton mempunyai Sifat Kuat Tekan yang cukup tinggi akan tetapi mempunyai Kuat Tarik yang lemah. Kuat Tekan Beton merupakan kemampuan yang dimiliki beton untuk menerima Gaya Tekan per satuan luas. Kuat Tekan Beton menentukan mutu dari sebuah struktur. Apabila semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi juga Mutu Beton yang disyaratkan.

Menurut PBI 1971, beton diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

1. Beton Kelas I, merupakan beton yang digunakan dalam Pekerjaan-Pekerjaan Non Struktural. Untuk pengrajananya sendiri tidak dibutuhkan keahlian yang khusus. Pada Beton kelas ini pemeriksaan hanya mutu hanya dibagian bahan, pemeriksaan terhadap Kuat Tekan Beton tidak perlu dilakukan.
2. Beton Kelas II, merupakan beton yang difungsikan untuk Pekerjaan Struktural secara umum. Pengrajananya diperlukan keterampilan tingkat tinggi serta harus diawasi oleh Tenaga Profesional. Dalam kelas ini beton terbagi dalam mutu Standar: B1, K-125, K-175 dan K-225. Pembatasan *Quality Control* B1 hanya pada pengawasan ringan terhadap Mutu Bahan tanpa adanya syarat pemeriksaan pada Kekuatan Tekan, sementara untuk Mutu K-125, K-175 dan K-225 kualitas material yang digunakan harus

diawasi dengan ketat dan pengujian Kuat Tekan Beton secara berkala harus dilakukan.

3. Beton Kelas III, merupakan beton yang diterapkan pada Pekerjaan Struktural dengan Sifat Kuat Tekan yang lebih dari  $225 \text{ kg/m}^2$ . Untuk pekerjaannya sendiri perlu adanya peralatan yang komplit di dalam Laboratorium dan dikerjakan oleh Tenaga yang memiliki keterampilan khusus dan tetap berada dalam lingkup pengontrolan Staf Ahli untuk melakukan *Quality Control* secara berkala.

## 2.2. Bahan-Bahan Penyusun Beton

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 Beton merupakan gabungan antara Semen *Portland* atau Semen Hidraulik lainnya, Air, Agregat Halus, Agregat Kasar, dengan atau tanpa Bahan Tambah membentuk Massa Padat.

### 2.2.1. Semen *Portland*

Semen Hidrolis yang didapatkan dari penggilingan sampai halus Klinker, dengan Agregat halus sebagai Bahan Baku Utama dan Bahan Tambah menggunakan Gips biasa disebut dengan Semen *Portland*. Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (PUBI 1982), Semen *Portland* memiliki 5 jenis yang berbeda dengan tujuan penggunaannya adalah sebagai berikut

1. Semen *Portland* Tipe I untuk pembangunan sebuah konstruksi yang umum, dimana tidak ada syarat tertentu yang disyaratkan pada Semen *Portland* yang digunakan.
2. Semen *Portland* Tipe II untuk pembangunan sebuah konstruksi dengan persyaratan yang sedikit Ketahanan Terhadap Sulfat dan Persyaratan Panas Hidrasi Sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III untuk pembangunan sebuah konstruksi yang memberikan persyaratan dengan Kekuatan Awal yang cukup tinggi.
4. Semen *Portland* Tipe IV untuk pembangunan sebuah konstruksi yang memberikan kewajiban persyaratan Panas Hidrasi yang tinggi.
5. Semen *Portland* Tipe V untuk pembangunan sebuah konstruksi yang memberikan persyaratan yang sangat Tahan terhadap Sulfat.

### **2.2.2. Agregat**

Agregat merupakan material multifase yang tersusun dari sekumpulan partikel padat yang berdekatan seperti Pasir, Split, Batu Belah yang digunakan secara bersama dengan media perekat untuk menjadi adukan beton (SNI 1737-1989-F). Agregat memiliki dua jenis yaitu Agregat Halus (Pasir) dan Agregat Kasar (Split).

Agregat yang bagus yaitu agregat yang tidak merespon Zat Kimia dari Semen.

#### **2.2.2.1. Agregat Kasar**

Batuhan sungai atau dari batu pegunungan atau pecahan batu industri merupakan tempat didapatkannya Agregat Kasar. Agregat Kasar ini memiliki ukuran yang tidak melebihi 40 mm dan minimal 5 mm. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F tentang syarat Agregat Kasar yang dipakai dalam Campuran Beton, maka syarat-syarat Agregar Kasar sebagai berikut:

1. Split harus bersih dari Lumpur dengan toleransi 1%, jika Kadar Lumpur > 1% maka wajib dicuci sampai bersih.
2. Bersifat Kekal, Split tidak mudah pecah jika terjadi perubahan cuaca yang tidak menentu.
3. Split harus tidak berpori atau berongga kecil dan harus keras.
4. Tidak boleh terdapat zat yang menyebabkan terjadinya Alkali.
5. Modulus Halus Butir (MHB) antara 6 sampai dengan 7,1 yang sesuai Standar Gradasi.

#### **2.2.2.2. Agregat Halus**

Berdasarkan SNI 03-6829-2002 (2002:171) Agregat Halus merupakan Pasir Alam yang terjadi penguraian secara alamiah atau Pasir Buatan yang didapatkan dari Pecahan Batuan dengan menggunakan bantuan alat. Agregat Halus memiliki Ukuran dari 0,15 mm sampai dengan 5 mm. Rongga yang terjadi karena Agregat Kasar dapat diisi oleh Agregat Halus, sehingga Beton akan padat dan menambah Kuat Tekan Beton.

Berdasarkan SK SNI S -04-1989-F, Agregat Halus harus memenuhi persyaratan yang ditentukan yaitu sebagai berikut:

1. Pasir yang digunakan tidak terdapat Kandungan Lumpur < 5%, jika > 5% maka Pasir harus dicuci sampai bersih.
2. Butiran Pasir bersifat Kekal, kuat terhadap Perubahan Cuaca.

3. Pasir harus tajam dan keras.
4. Tidak terdapat Kandungan Bahan Organik karena dapat mengurangi kualitas beton yang dihasilkan yang disebabkan adanya reaksi dari Senyawa Semen.
5. Modulus Kehalusan Butiran Pasir 1,5 sampai 3,8.

### **2.2.3. Air**

Air digunakan untuk Adukan Beton yang bereaksi dengan Semen *Portland*, dan sebagai pelumas antara butiran agregat agar pengerajan dan pemasakan lebih mudah. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan Semen *Portland* kurang lebih

30% dari Jumlah Semen *Portland* yang digunakan. (Tjokrodimuljo, 1992)

Proses Hidrasi pada Beton Segar dibutuhkan Air kurang lebih 25% dari berat Semen *Portland* yang digunakan dalam Campuran Beton, tetapi pada faktanya jika Faktor Air Semen (FAS) tidak lebih dari 35%, Beton Segar tidak dapat diselesaikan dengan hasil yang terbaik sehingga setelah beton keras yang didapatkan menjadi berpori dan mendapatkan Kuat Tekan Beton yang rendah. Kebanyakan Air dari Proses Hidrasi dibutuhkan untuk syarat kepadatan supaya dapat dicapai suatu Kelecanan (*Workability*) yang bagus. Kebanyakan Air ini akan menguap atau tersisa di dalam beton sehingga munculnya Rongga Udara (*capillary porous*) di dalam beton yang telah mengeras. (Slamet, 2008)

Air Minum bisa digunakan untuk Campuran Beton, namun Air Campuran Beton tidak harus bisa untuk diminum. Adapun persyaratan Air yang bisa digunakan untuk Adukan Beton berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982) adalah sebagai berikut:

1. Air wajib bersih.
2. Tidak terdapat Lumpur, Minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata secara langsung.
3. Tidak ada Campuran Benda yang tersuspensi maksimal 2 g/liter.
4. Tidak memiliki kandungan Garam yang dapat terlarut dan dapat membuat rusak beton yang lebih dari 15 g/liter, kandungan Klorida (C1) dan kandungan Senyawa Sulfat yang tidak terlalu banyak.

## 2.3. Sifat-Sifat Beton

### 2.3.1. Beton Segar

Beton Segar merupakan Adukan Beton yang sudah diaduk dalam jangka waktu tertentu, memiliki karakteristik yang belum berubah atau masih plastis dan belum mengalami pengerasan (Yahya, dkk, 2019). Berikut merupakan beberapa sifat yang dimiliki oleh Beton Segar:

#### 1. FAS (Faktor Air Semen)

Faktor Air Semen (FAS) atau *Water to Cementious Ratio (W/C)* merupakan rasio dari jumlah Air terhadap jumlah Semen pada Campuran Beton (Rosie, dkk, 2015). Semakin kecil nilai FAS yang digunakan maka Kekuatan Beton yang dihasilkan akan semakin baik. Campuran Beton yang menggunakan nilai FAS yang besar membutuhkan sedikit Semen sehingga Beton Segar mudah untuk diaduk, sedangkan Campuran Beton yang menggunakan nilai FAS yang rendah membutuhkan Semen yang lebih banyak sehingga Beton Segar lebih sulit untuk diaduk.

#### 2. Berat Volume

Berat Volume pada beton umumnya berada pada rentang 2.200 hingga 2.500 kg/m<sup>3</sup>. Komposisi Bahan Campuran serta jenis agregat yang akan digunakan dapat mempengaruhi perubahan variasi nilai tersebut.

#### 3. *Slump*

*Slump Test* dijadikan rujukan untuk melihat tingkat keenceran suatu Adukan Beton, jika nilai *Slump* tinggi maka keenceran pada adukan juga tinggi dan semakin mudah untuk dikerjakan (nilai *Workability* tinggi).

#### 4. *Workability* (Kemampuan Kerja)

*Workability* adalah kemudahan penggeraan saat beton belum mengeras.

Secara umum *Workability* dibagi menjadi empat karakteristik antara lain sebagai berikut:

##### a. *Mobility*

Merupakan kemudahan pada Adukan Beton untuk mengalir ke dalam cetakan.

##### b. *Stability*

Merupakan kapasitas pada Adukan Beton agar selalu homogen, selalu terikat dan tidak terjadi pemisahan butiran atau disebut Segregasi.

##### c. *Compactibility*

Merupakan kemudahan Adukan Beton untuk dipadatkan sehingga rongga udara dalam beton berkurang sedikit mungkin.

d. *Finishibility*

Merupakan kemudahan Adukan Beton untuk mengeras dengan kondisi yang baik.

### 2.3.2. Beton Keras

Beton Keras merupakan Campuran Beton yang sudah mengalami pengerasan dalam kurun waktu tertentu. Beberapa sifat utama dari Beton Keras antara lain sebagai berikut:

1. Tahan Lama (*Durability*)

Tahan Lama merupakan kemampuan pada beton dalam mencapai keadaan tetap baik tanpa menimbulkan korosi selama jangka waktu yang telah direncanakan. Nilai FAS (Faktor Air Semen) maksimal dan jumlah Semen minimal harus disesuaikan dengan kondisi sekitar. Beton dapat dikatakan semakin baik apabila nilai FAS semakin rendah dan Dosis Semen semakin tinggi. Untuk menilai *Durability* memerlukan waktu penyidikan yang lama, karena apabila pengujian dalam waktu yang cepat hasilnya tidak maksimal dan tidak dapat diandalkan.

Sifat *Durability* pada beton dibedakan dalam beberapa kondisi yaitu sebagai berikut:

a. Ketahanan terhadap erosi

Beton juga bisa mengalami pengikisan yang disebabkan oleh Air Laut atau Partikel yang terbawa bersama dengan Air Laut.

b. Ketahanan lama terhadap cuaca

Merupakan pengaruh langsung dari kondisi alam berupa Panas karena terik matahari yang mengakibatkan keringnya permukaan beton, Hujan yang menjadikan permukaan Beton Basah serta pembekuan yang terjadi saat musim dingin.

c. Ketahanan terhadap Zat Kimia

Sama seperti bahan material lain, beton juga dapat rusak apabila terus menerus terkena Zat Kimia seperti Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida (Garam). Contohnya bangunan yang berada di sekitar pantai akan mudah keropos karena terpapar Zat Kimia berupa Garam yang berasal dari Air Laut.

## 2. Kuat Tekan

Kuat Tekan Beton yaitu besarnya beban per satuan luas, yang mengakibatkan Benda Uji Beton retak jika diberi Gaya Tekan tertentu yang dihasilkan oleh *Compression Testing*. Salah satu cara untuk mengetahui Nilai Kuat Tekan Beton yaitu dengan menguji beton tersebut. Pengujian menggunakan standar *American Society for Testing and Material*.

## 3. Kuat Tarik

Perambatan dan ukuran keretakan dari sebuah struktur beton dipengaruhi oleh suatu sifat yang disebut dengan Kuat Tarik. Penentuan Kekuatan Tarik Beton pada umumnya dilakukan dengan Uji Pembebanan Silinder, di mana Silinder yang memiliki ukuran sama dengan Benda Uji dalam percobaan Kuat Tekan diletakkan secara horizontal di atas Mesin Uji. Beban Tekan diberikan secara merata sepanjang Benda Uji.

## 4. Modulus Elastisitas

Menurut Murdock & Brook(1991), Modulus Elastisitas mengarah pada Rasio Tekanan yang diberikan dan persentase perubahan Panjang Beton sehubungan dengan Kuat Tekan Beton, yang pada umumnya diukur dalam Kisaran 25% - 50% dari Kuat Tekan Beton. Nilai Modulus Elastisitas pada beton berbeda-beda pada rentang 18527 MPa hingga 31119 MPa dengan Berat Volume Beton direntang 1993 Kg/m<sup>3</sup> hingga 2092 Kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan ASTM C 469-02 Modulus Elastisitas Beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)} \quad (2.1)$$

Dengan:

$E$  = Modulus Elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)

$S_2$  = Tegangan pada 40% Tegangan Runtuh (kg/cm<sup>2</sup>)

$S_1$  = Tegangan pada saat Nilai Kurva Regangan  $\epsilon_1 = 0,000050$  (kg/cm<sup>2</sup>)

$\epsilon_2$  = Nilai Kurva Regangan yang terjadi pada saat  $S_2$

## 5. Rangkak (*Creep*)

Sifat Rangkak pada beton ialah Perubahan Bentuk pada beton akibat Beban yang konsisten dalam jangka waktu yang lama. Sifat ini akan keluar dengan kekuatan yang semakin menurun dalam seiring waktu dan akan berakhir selama beberapa tahun.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi Deformasi Rangkak pada beton yaitu:

- a. Jenis Semen yang digunakan.
- b. Kadar Air.
- c. Nilai *Slump*.
- d. Kelembaban relatif.
- e. Suhu Beton ketika dikeringkan.
- f. Umur Beton saat pembebanan.
- g. Dimensi Struktur.

#### 6. Susut (*Shrinkage*)

Sifat Beton pada saat Volume Beton mengecil akibat berkurangnya Kadar Air dalam beton disebut dengan Susut. Penggunaan Kadar Air yang dicampur dengan Semen harus dalam rasio yang tepat agar tidak terjadi kelebihan Air yang memberikan dampak berupa rongga pada Mortar dan menyebabkan keretakan pada beton.

Pada dasarnya Penyusutan Beton terbagi menjadi 2 yaitu Penyusutan Plastis dan Penyusutan Pengeringan. Penyusutan Plastis adalah penyusutan yang terjadi sesaat setelah adukan beton segar dicetak. Sedangkan Susut Pengeringan adalah Susut yang terjadi setelah beton sudah mengeras dan Proses Hidrasi selesai.

Nilai Susut pada beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Kadar Air agregat.
- b. FAS (Faktor Air Semen).
- c. Dimensi Struktur.
- d. Kondisi lingkungan.

#### 7. Permeabilitas

Kemudahan beton untuk dilalui Air disebut dengan Permeabilitas. Beton dikatakan *Permeabel* jika dapat dilalui Air, beton dikatakan *Impermeabel* jika tidak dapat dilalui Air maka, maka permeabilitas yang terpenting pada beton ialah Permeabilitas terhadap Air (Nurchasanah, 2010).

Permeabilitas Beton dapat dihitung berdasarkan hukum *Darcy* sebagai berikut:

$$\frac{1}{A} \frac{dq}{dt} = K \frac{dH}{L} \quad (2.2)$$

Dengan:

$\frac{dq}{dt}$  : Kecepatan Aliran Air

A : Luas Penampang Sampel Beton

dH : Tinggi Air Jatuh

L : Ketebalan Sampel Beton

K : Koefisien Permeabilitas

## 8. Ketahanan Benturan

Ketahanan Benturan adalah keahlian beton untuk dapat menopang daya dari benturan atau beban yang ada secara tiba-tiba dengan tidak meninggalkan kerusakan yang signifikan. Hal tersebut sangatlah penting dalam dunia konstruksi karena beton akan sering terkena benturan atau gaya implusif seperti pada jembatan yang kerap dilewati oleh kendaraan berat.

*Impact Test* merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana beton dapat menahan benturan tanpa ada retak atau rusak. Adanya sifat ketahanan benturan yang baik dalam Perancangan Beton dapat berdampak pada keselamatan serta keandalan struktur, terlebih pada kondisi dimana beban dinamis serta tingkat risiko struktur tersebut tinggi

## 2.4. *Super Plasticizer*

*Super Plasticizer* dapat meningkatkan Nilai *Slump* sehingga beton menjadi mudah untuk dikerjakan tanpa menambah Air yang dapat menyebabkan *Bleeding* atau Segregasi. Penggunaan *Superplasticizer* yang diizinkan yaitu berkisar 1-2% dari Total Berat Semen dari Bahan Campuran.

Cara kerja *Superplasticizer* yaitu dengan mengurangi Gaya Tarik antara Partikel-Partikel Semen di dalam Campuran Beton, sehingga partikel yang terkandung pada beton lebih mudah terpisah dan mengalir dengan lebih leluasa.

Maka dari itu penggunaan *Superplasticizer* sangat membantu meningkatkan kemudahan dalam Pengolahan Beton, memungkinkan reduksi FAS (Faktor Air Semen) yang pada akhirnya mendapatkan beton yang lebih kuat dan tahan lama.

Beberapa keunggulan dalam menggunakan *Superplasticizer* antara lain:

- a. Meningkatkan Daya Rekat antar Beton Baru dan Beton Lama.
- b. Mengurangi *Slump Loss*.
- c. Dapat meningkatkan Kemampuan Kerja Campuran Beton (*Workability*).
- d. Dapat mempercepat proses pengerasan.

## 2.5. Arang Briket

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arang briket sebagai bahan tambah campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penambahan serbuk arang briket dalam beton dapat meningkatkan kekuatan tekan, misalnya, penambahan 5% serbuk arang briket menghasilkan kuat tekan beton tertinggi sebesar 38,58 MPa. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penambahan 5% serbuk arang briket dan 0,6% bestmittel dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 50,84% dibandingkan dengan beton normal. Arang Briket mempunyai banyak manfaat dalam Bidang Konstruksi.

antara lain :

- a. Peningkatan Kuat Tekan

Serbuk arang briket dapat meningkatkan kuat tekan beton, bahkan hingga lebih dari 50% dibandingkan beton normal.

- b. Perubahan fisik

Penggunaan arang briket, terutama dalam bentuk agregat, dapat mengurangi berat beton

- c. Mempercepat pengerasan

Serbuk arang briket, Bersama dengan bahan tambah lain seperti bestmittel, dapat mempercepat proses pengerasan beton. Ini berarti beton akan mencapai kekuatannya lebih cepat, yang dapat mempercepat proses konstruksi

- d. Pengurangan Polusi

Arang briket dapat mengurangi polusi udara karena memiliki kandungan air yang rendah dan tidak menghasilkan banyak asap

## 2.6. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hijriah, Syahrul Sariman, Melkior Lapu Rura dengan judul Pengaruh Serbuk Arang Briket Terhadap Kuat Tekan

Beton Dengan Bahan Tambah Larutan Gula Pasir pada tahun 2021 Pengujian dilakukan Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa, hasil yang didapat dari penelitian tersebut yaitu Peningkatan nilai kuat tekan paling optimum terdapat pada penambahan serbuk arang briket 17% dan larutan gula 0,2 % dari 27,40 Mpa menjadi 31,84 Mpa. Peningkatan kuat tekan beton variasi berturut-turut sebesar 28,03 MPa, 29,44 MPa, 31,42 MPa, 28,50 MPa, dan 26,14 MPa [11].

2. Penelitian yang berjudul Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Campuran Beton Dengan Penambahan Serbuk Arang Tempurung Kelapa, yang diteliti oleh Wartini, Indra Syahrul Fuad pada tahun 2023. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di PT. Graha Tekindo Utama Palembang. Penelitian ini dilakukan guna Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan penambahan serbuk arang tempurung kelapa hasil yang didapat dari penelitian ini adalah Umur 3 hari mengalami peningkatan dari beton normal 0,77 Mpa pada campuran 5%, 3,08 Mpa pada campuran 8%, dan 0,29 Mpa pada campuran 11%. Pada umur 7 hari mengalami peningkatan dari beton normal dengan angka 2,21 Mpa pada campuran 5%, 2,98 Mpa pada campuran 8%, 0,58 Mpa pada campuran 11%. Pada umur 14 hari mengalami peningkatan dari beton normal dengan angka 0,19 Mpa pada campuran 5%, 2,79 Mpa pada campuran 8%, untuk 11% tidak mengalami peningkat dan penurunan, Pada umur 21 hari mengalami peningkatan dari beton normal dengan angka 0,1 Mpa pada campuran 5%, 2,31 pada campuran 8%, 0,29 pada campuran 11%. Pada umur 28 hari mengalami peningkatan dari beton normal dengan angka 1,19 Mpa pada campuran 5%, 1,77 Mpa pada campuran 8%, 0,62 Mpa pada campuran 11% [12]
3. Penelitian Analisis Pengaruh Komposisi Arang Kayu pada Pembuatan Beton terhadap Densitas, Daya Serap Air, dan Uji Tekan. Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Akbar, Fifit Astuti, Djuhana pada tahun 2019 dilakukan di 7 Laboratorium Bahan Universitas Pamulang. Dari Penelitian ini menghasilkan Beton normal ditambah arang kayu dengan masa pengeringan 10 hari ditambah serbuk arang kayu memiliki kuat tekan 15 kg/cm<sup>2</sup>. Beton normal ditambah arang kayu dengan masa pengeringan 20 hari ditambah serbuk arang kayu memiliki kuat tekan 20

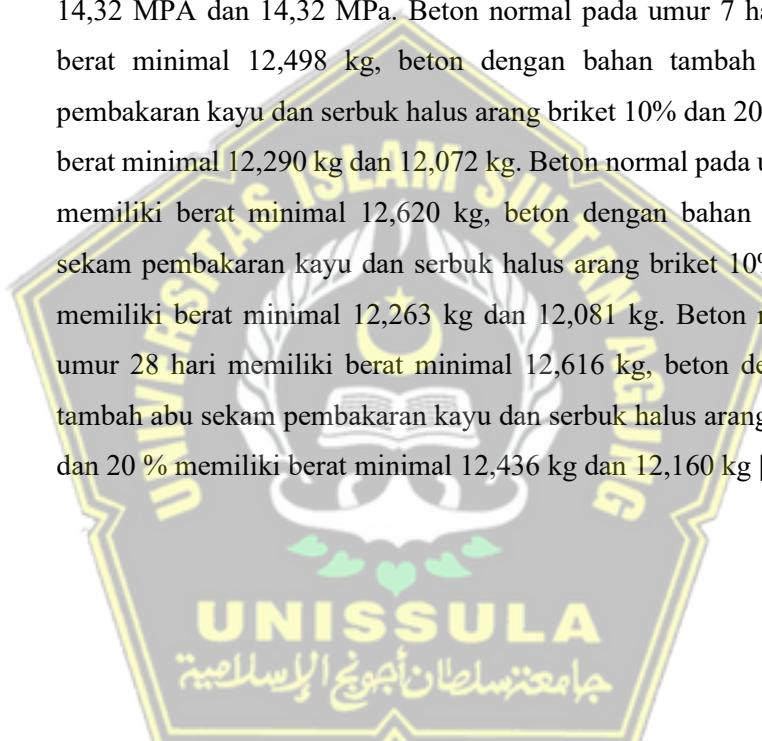
arang kayu memiliki kuat tekan 20 kg/cm<sup>2</sup>. Beton normal ditambah arang kayu dengan masa pengeringan 20 hari ditambah serbuk arang kayu memiliki kuat tekan 20 kg/cm<sup>2</sup>. Beton normal ditambah arang kayu dengan masa pengeringan 50 hari ditambah serbuk arang kayu memiliki kuat tekan 40 kg/cm<sup>2</sup>. Beton normal ditambah arang kayu dengan masa pengeringan 60 hari ditambah serbuk arang kayu memiliki kuat tekan 45 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk penyerapan air terjadi kenaikan 4,63% pada hari ke 10. Disimpulkan bahwa penggunaan arang kayu tidak menambah kuat tekan beton karena kuat beton kemungkinan arang kayu justru mengalami penurunan. Namun densitas dan daya serap airnya justru mengalami peningkatan [13]

4. Penelitian yang berjudul Pengaruh Penggunaan Citric Acid Sebagai Retarder Pada Beton Terhadap Waktu Pengikatan Semen, Kelecahan Beton Segar Dan Kuat Tekan Beton, penelitian ini dilakukan oleh Joko Purnomo, Ida Nugroho & Saputro, Sri Sumarni, (2018). Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Sebelas Maret. Hasil dari penelitian ini adalah kuat tekan maksimal terjadi pada variasi penambahan 0,15% yaitu sebesar 48,46 MPa atau meningkat sebesar 63,72% dari beton normal (beton kontrol) [15]. elastisitas 6323,38 N/mm<sup>2</sup>, perendaman air sumur pada regangan 0,838% dengan modulus elastisitas 6088,62 N/mm<sup>2</sup>, perendaman air kapur pada regangan 0,567% dengan modulus elastisitas 5847,29 N/mm<sup>2</sup> dan perendaman air laut pada regangan 0,65% dengan modulus elastisitas 5515,73 N/mm<sup>2</sup> [14]
5. Penelitian yang berjudul Pengaruh Penggunaan Citric Acid Sebagai Retarder Pada Beton Terhadap Waktu Pengikatan Semen, Kelecahan Beton Segar Dan Kuat Tekan Beton, penelitian ini dilakukan oleh Joko Purnomo, Ida Nugroho & Saputro, Sri Sumarni, (2018). Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Sebelas Maret. Hasil dari penelitian ini adalah kuat tekan maksimal terjadi pada variasi penambahan 0,15% yaitu sebesar 48,46 MPa atau meningkat sebesar 63,72% dari beton normal (beton kontrol) [15].
6. Penelitian dengan judul Pengaruh Filler Abu Besi Dan Zat Retarder Terhadap Penyerapan Air Dan Kuat Tekan Beton, diteliti oleh Yuwinda Arthika pada tahun 2018. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik UNIB, Bengkulu. Hasil yang didapat yaitu Nilai kuat

tekan mortar normal adukan 1Pc : 3Ps sebesar 25,09 MPa, nilai kuat tekan mortar variasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% berturut-turut adalah 25,89 MPa, 26,93 MPa, 27,84 MPa, 25,58 MPa, 20,68 MPa dan 17,24 MPa. Nilai kuat tekan mortar normal adukan 1Pc : 5Ps sebesar 15,48 MPa, nilai kuat tekan mortar variasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% berturut-turut adalah 15,83 MPa, 16,24 MPa, 17,01 MPa, 15,59 MPa, 14,45 MPa dan 12,26 MPa. Persentase peningkatan kuat tekan mortar tertinggi pada adukan 1Pc : 3Ps terjadi pada variasi 7,5% sebesar 10,94% dan pada adukan 1Pc : 5Ps terjadi pada variasi 7,5% sebesar 9,90% dari mortar normal [16].

7. Penelitian yang berjudul Analisis Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Arang Briket Dan Bestmittel Pada Kuat Tekan Beton yang diteliti oleh Suhendro Trinugroho pada tahun 2021. Dengan lokasi penelitian Laboratorium Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hasil yang diperoleh Untuk beton umur 28 hari dengan bahan tambah serbuk halus arang briket, nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 38,59 MPa dengan penambahan serbuk halus arang briket sebesar 5% terhadap berat semen. Peningkatan kuat tekan sebesar 30,40% bila dibandingkan dengan beton normal dengan kuat tekan sebesar 29,60 MPa. Setelah dianalisis pada grafik, kadar optimum penambahan serbuk halus arang briket di fas 0,5 umur 28 hari didapatkan kadar penambahan serbuk halus arang briket yang paling optimum sebesar 3% terhadap berat semen dengan kuat tekan maksimum sebesar 38,30 MPa [17].
8. Penelitian yang dilakukan oleh Mulyati, Eko Hermansyah Putra pada tahun 2021 yang berjudul Pengaruh Penggunaan Limbah Keramik, Serbuk Arang Briket Dan Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Dengan lokasi 9 penelitian Laboratorium UIN Padang. Dengan hasil Beton normal sebesar 292 kg/cm<sup>2</sup>, untuk penggunaan 10% limbah keramik, 5% serbuk arang briket, 0,7% sikacim concrete additive sebesar 273,39 kg/cm<sup>2</sup>. Penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% sikacim concrete additive sebesar 307,76 kg/cm<sup>2</sup>. Penggunaan 30% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% sikacim concrete additive sebesar 274 kg/cm<sup>2</sup> [18].

9. Penelitian yang dilakukan oleh Timbul Catur Suwiono pada tahun 2018 dengan judul Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Pasir Dari Boyolali Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Pembakaran Kayu Dan Serbuk Halus Arang Briket. Dengan lokasi penelitian Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Semarang. Menghasilkan Penambahan abu sekam pembakaran kayu dan serbuk halus arang briket 10 % dan 20 % pada umur beton 7 hari yang memberikan kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 15,59 MPa dan 13,97 MPa. pada umur beton 14 hari memberikan kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 15,76 MPa dan 13,18 MPa. pada umur beton 28 hari memberikan kuat tekan ratarata maksimum sebesar 14,32 MPa dan 14,32 MPa. Beton normal pada umur 7 hari memiliki berat minimal 12,498 kg, beton dengan bahan tambah abu sekam pembakaran kayu dan serbuk halus arang briket 10% dan 20 % memiliki berat minimal 12,290 kg dan 12,072 kg. Beton normal pada umur 14 hari memiliki berat minimal 12,620 kg, beton dengan bahan tambah abu sekam pembakaran kayu dan serbuk halus arang briket 10% dan 20 % memiliki berat minimal 12,263 kg dan 12,081 kg. Beton normal pada umur 28 hari memiliki berat minimal 12,616 kg, beton dengan bahan tambah abu sekam pembakaran kayu dan serbuk halus arang briket 10% dan 20 % memiliki berat minimal 12,436 kg dan 12,160 kg [19].



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Persiapan**

**Tabel.3.1 Jumlah Sampel Benda Uji**

No	Presentase campuran	Jumlah Sampel Benda Uji (buah)		
		Kuat Tekan	Kuat Lentur	Kuat Tarik
1.	0%	3	2	3
2.	3%	3	2	3
3.	5%	3	2	3
	Jumlah	9	6	9

Sebelum melakukan Pelaksanaan Penelitian diperlukan persiapan, berikut persiapan yang harus dilakukan:

1. Menyiapkan Alat Tulis, Skema Kerja dan *Logbook* untuk mencatat data-data yang didapatkan selama penelitian.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan saat penelitian sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan memastikan alat-alatnya bersih.
3. Memastikan Cetakan Beton sudah bersih dan siap digunakan.
4. Memastikan Timbangan Digital yang akan digunakan dengan ketelitiannya 1 gram.
5. Memastikan seluruh peralatan dapat digunakan dan sesuai dengan standar.

#### **3.2. Bahan-Bahan**

Berikut ini merupakan bahan-bahan yang digunakan pada pelaksanaan Tugas Akhir:

1. Semen *Portland*

Pada Penelitian ini menggunakan Semen *Portland* Tipe I. Merk yang digunakan adalah Semen Gresik berat 40 Kg dengan kondisi yang masih baik.



**Gambar 3.1.** Semen *Portland*

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### 2. Agregat Halus

Agregat Halus menggunakan Pasir Alam yang berasal dari Merapi, yaitu Agregat halus yang berfungsi sebagai pengisi pada Campuran. Syarat yang digunakan harus tertahan pada Nomor 200 dan lolos pada saringan Nomor 4.



**Gambar 3.2.** Agregat halus

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### 3. Agregat Kasar

Menggunakan Agregat Kasar (Split) dengan Ukuran yang tertahan pada saringan No. 4. Agregat Kasar memiliki fungsi

sebagai pengisi yang akan meningkatkan kekuatan, Stabilitas dan Daya Tahan Beton.



**Gambar 3.3. Split**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

4. Air

Air yang digunakan pada campuran harus Air yang bersih dan tidak memiliki kandungan Lumpur, Minyak, atau Bahan Kimia lainnya. Air untuk Bahan Campuran Beton ini didapatkan dari Saluran Fakultas Teknik.



**Gambar 3.4. Air**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

5. *Superplasticizer*

*Superplasticizer* ini sebagai tambahan untuk Adonan Beton. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Bestmittel.

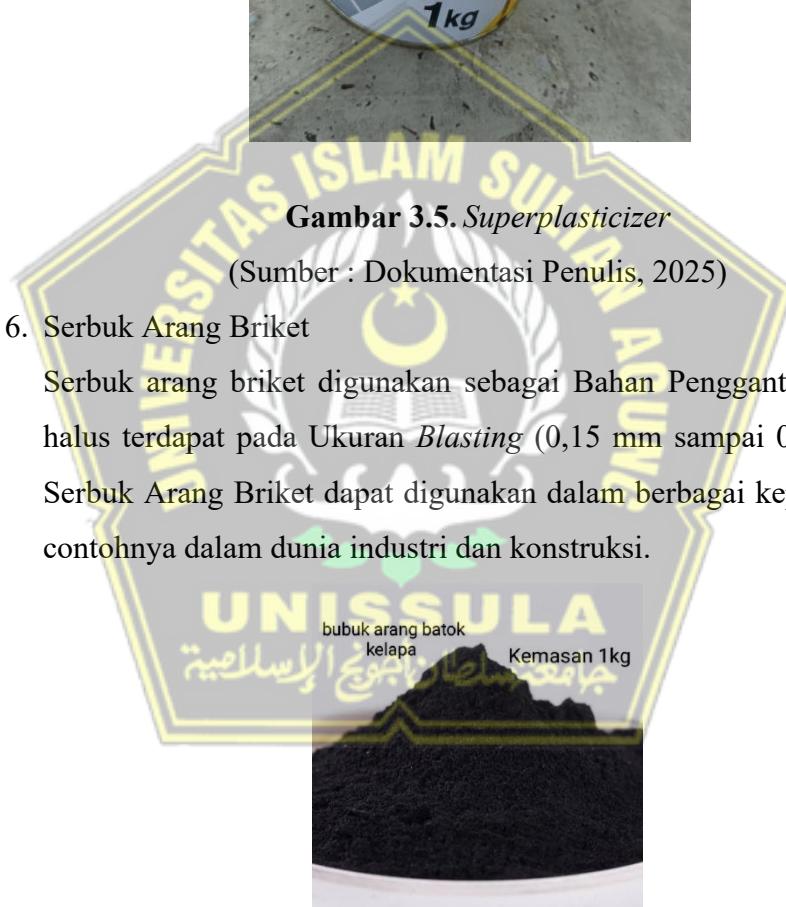


**Gambar 3.5. Superplasticizer**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

6. Serbuk Arang Briket

Serbuk arang briket digunakan sebagai Bahan Pengganti Agregat halus terdapat pada Ukuran Blasting (0,15 mm sampai 0,18 mm). Serbuk Arang Briket dapat digunakan dalam berbagai kepentingan contohnya dalam dunia industri dan konstruksi.



**Gambar 3.6. Serbuk arang briket**

(Sumber : Google, 2025)

### **3.3. Peralatan Yang Digunakan**

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam pelaksanaan Tugas Akhir:

- 1. Timbangan**

Fungsi Timbangan ini adalah untuk menimbang Material Campuran Beton, Cetakan Beton dan lain-lain.



**Gambar 3. 7. Timbangan**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

- 2. Saringan**

Saringan digunakan dengan cara diayak untuk mendapatkan Ukuran Agregat yang ditentukan dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Saringan yang digunakan mulai dari ukuran 1 inch sampai dengan No. 200.



**Gambar 3. 8. Saringan**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### 3. Cawan

Cawan digunakan untuk Tempat atau Wadah Campuran Beton.

Cawan juga digunakan pada saat melakukan timbangan atau saat dilakukan pengovenan.



**Gambar 3. 9. Cawan**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### 4. Oven

Oven digunakan untuk mengetahui Nilai Kadar Air pada agregat atau digunakan untuk keperluan lainnya.



**Gambar 3. 10. Oven**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

##### 5. *Concrete Mixer* (Molen)

*Concrete Mixer* digunakan untuk mencampurkan Bahan Penyusun Beton dan Bahan Tambah (*Superplasticizer*).



**Gambar 3.11. *Concrete Mixer***

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

##### 6. Cetakan Beton Berbentuk Silinder

Digunakan untuk mencetak Beton Segar berbentuk Silinder dengan Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm. Selain Silinder cetakan beton untuk pengujian ada juga yang berbentuk balok yang digunakan untuk Pengujian Kuat tarik belah Beton.



**Gambar 3.12. Cetakan Silinder**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

7. Bak Perendam Beton (untuk *Curing* Beton)

Bak Perendam Beton ini digunakan untuk merendam hasil Cetakan Beton sebagai upaya perawatan (*Curing*) beton Selama 28 hari. Dengan Cara mengisi Air hingga Benda Uji terendam sepenuhnya oleh Air.



**Gambar 3.13. Bak Perendam Beton**

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

8. *Compression Testing*

*Compression Testing* digunakan untuk menguji Kuat Tekan Beton yang telah direncanakan setelah dilakukan *Curing*.



**Gambar 3.14. *Compression Testing***

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

## 9. Alat Uji Kuat Tarik Belah

Alat ini berfungsi untuk meletakkan Beton yang telah direncanakan setelah dilakukan *Curing*.



**Gambar 3. 15.** Alat Uji Kuat Tarik Belah

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

## 10. Alat Pendukung lainnya

Alat pendukung berupa Ember, Sekop, Gelas Ukur, Alat Tumbuk, Piknometer, Selang Air, Alat *Slump Test* dan lain-lain.

### 3.4. Pemeriksaan Bahan

Sebelum melakukan pencampuran Bahan Penyusun Beton harus melakukan pemeriksaan bahan terlebih dahulu, bahan yang dilakukan pemeriksaan adalah Agregat Halus dan Agregat Kasar dengan pemeriksaan Nilai Kadar Air, Nilai Kadar Lumpur dan Analisa Saringan.

#### 3.4.1. Agregat Halus

Agregat Halus dilakukan 3 pemeriksaan yaitu Pemeriksaan nilai kadar lumpur, Nilai kadar air dan analisa saringan.

##### 1. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Berdasarkan SNI S-04-1989-F, Agregat Halus tidak boleh terdapat kandungan Lumpur lebih dari 5%, maka dari itu harus

dilakukan pengecekan Nilai Kadar Lumpur yang ada di dalam Agregat Halus sebelum digunakan untuk Bahan Penyusun Beton.

Ada 2 cara untuk mengetahui Nilai Kadar Lumpur yang ada di dalam Agregat Halus yaitu dengan menggunakan Cara Endapan dan Cara Pencucian.

a. Cara Endapan

Tahapan dalam pengecekan kadar lumpur dengan cara endapan sebagai berikut:

1. Masukkan Agregat halus 500 ml ke dalam gelas ukur,
2. Tambahkan air bersih untuk melarutkan Lumpur yang terdapat pada Pasir,
3. Setelah itu dikocok-kocok hingga Pasir tercampur Air dengan merata,
4. Simpan Gelas Ukur yang telah dikocok hingga merata ditempat yang datar dan endapkan hingga 24 jam.
5. Setelah 24 jam dilakukan Pengukuran Volume Pasir dan Volume Lumpur.

b. Cara Pencucian

Tahapan Pencucian Pasir untuk mengetahui Kadar Lumpur yang terkandung didalamnya sebagai berikut:

1. Timbang Cawan,
2. Timbang Berat Cawan dan Pasir dalam keadaan kering (500 gram),
3. Masukan ke tempat yang lebih besar untuk dicuci hingga Pasir bersih,
4. Timbang Berat Cawan dan Berat Pasir yang telah dicuci hingga bersih,
5. Kemudian dilakukan pengeringan dioven Selama 24 jam,
6. Keluarkan dan Timbang.

Untuk menghitung Kadar Lumpur dalam Agregat Halus menggunakan rumus :

$$\text{Nilai Kadar Lumpur} = \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dengan :

$V_1$  = Volume Pasir (ml)

$V_2$  = Volume Lumpur (ml)

## 2. Pemeriksaan Nilai Kadar Air

Pemeriksaan berfungsi ini untuk mengetahui presentase dari Kandungan Air didalam agregat. Berdasarkan ASTM C70 Kandungan Kadar Air di dalam Agregat antara 0,2% sampai 4%. Di dalam Bahan Penyusun Campuran Beton Kadar Air berguna untuk membantu Reaksi Kimia dalam berlangsungnya pengerasan dan untuk pelumas Campuran Semen, Split, Pasir agar dapat dimasukkan kedalam cetakan dengan kelecanan yang sesuai rencana. Berikut cara mengetahui jumlah Kadar Air yang terkandung di dalam agregat:

1. Timbang Cawan dan catat Berat Cawannya,
2. Masukkan Benda Uji (Agregat halus) pada Cawan, lalu timbang Cawan beserta Benda Ujinya,
3. Setelah dilakukan penimbangan, masukkan Benda Uji ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan hingga 24 jam,
4. Keluarkan Benda Uji setelah 24 jam dan diamkan hingga sesuai suhu ruangan,
5. Timbang Benda Uji dan hitung Kadar Airnya.

Untuk menghitung Kadar Air dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Nilai Kadar Air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dengan:

$a$  = Berat Wadah (gram)

$b$  = Berat Wadah + Agregat sebelum dioven (gram)

$c$  = Berat Wadah + Agregat setelah dioven (gram)

### 3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Berdasarkan ASTM C136:2012 tujuan pemeriksaan Analisa Saringan ini untuk memastikan Gradasi Agregat Halus dan untuk mengetahui presentase Ukuran Butir Agregat. Benda Uji yang lolos dari Saringan Nomor 4 (4,76 mm) sampai Saringan 200 (0,075 mm) adalah Agregat Halus.

Berikut Cara Kerja Pemeriksaan Analisa Saringan sebagai berikut:

1. Siapkan Benda Uji dengan keadaan kering,
2. Susun Saringan dari yang terbesar hingga Saringan Terkecil dengan posisi Saringan Terbesar berada dipaling atas.
3. Masukkan Benda Uji ke saringan yang paling besar, lalu tutup saringan dan guncangkan satu set saringan Selama 15 menit,
4. Setelah 15 menit, timbang setiap agregat yang tertahan oleh saringan,
5. Hitung presentase Berat Benda Uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap Berat Keseluruhan Benda Uji. Perhitungan Analisa Saringan Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Berat Kehilangan : } \frac{b_1 - b_2}{b_1} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dengan:

$b_1$  = Berat Agregat Semula (gram)

$b_2$  = Berat Agregat setelah disaring (gram)

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

Dimana:

MHB = Modulus Halus Butir

#### 3.4.2. Agregat Kasar (Split)

Seperti halnya Agregat Halus, Agregat Kasar juga dilakukan 3 pemeriksaan yaitu:

1. Pemeriksaan Nilai Kadar Lumpur

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F, Agregat Kasar (Split) tidak boleh terdapat kandungan Lumpur lebih dari 1%, maka dari itu harus dilakukan pengecekan Nilai Kadar Lumpur yang ada di dalam Agregat Kasar sebelum digunakan untuk Bahan Penyusun Beton.

Cara mengecek Nilai Kadar Lumpur pada Agregat Kasar (Split) sebagai berikut:

1. Timbang Cawan tanpa Split,
2. Timbang Split hingga 500 gram,
3. Cuci Split dengan Air bersih sampai Split benar-benar bersih tanpa ada Lumpur yang menempel di Split,
4. Setelah bersih dilakukan pengovenan Selama 24 jam,
5. Keluarkan dan diamkan hingga tidak panas,
6. Timbang Sampel dan Hitung Presentase Lumpurnya.

Untuk menghitung Nilai Kadar Lumpur dalam Agregat Kasar (Split) menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan :

$V_1$  = Volume Split (gram)

$V_2$  = Volume Lumpur (gram)

## 2. Pemeriksaan Nilai Kadar Air

Nilai Kadar Air merupakan perbandingan antara Berat Air yang terkandung didalam agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Berdasarkan *American Society For Testing and Materials* (ASTM C70) kandungan Kadar Air di dalam Agregat antara 0,2% sampai 4%.

Berikut cara mengetahui jumlah Kadar Air yang terkandung didalam agregat:

1. Timbang Wadah dan catat Berat Wadahnya,
2. Masukkan Benda Uji (Split) ke dalam Wadah, lalu timbang Wadah beserta Benda Ujinya,

3. Setelah dilakukan penimbangan, masukkan Benda Uji ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan hingga 24 jam,
4. Jika sudah 24 jam keluarkan Benda Uji dan diamkan hingga sesuai dengan suhu ruangan,
5. Timbang Benda Uji dan hitung Kadar Airnya.

Nilai Kadar Air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kadar Air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dengan:

$a$  = Berat Wadah (gram)

$b$  = Berat Wadah + Agregat sebelum dioven (gram)

$c$  = Berat Wadah + Agregat setelah dioven (gram)

### 3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Berdasarkan SNI ASTM C136:2012 tujuan pemeriksaan Analisa Saringan ini untuk memastikan Gradasi Agregat Halus dan untuk mengetahui presentase Ukuran Butir Agregat. Benda Uji yang tertahan pada Saringan Nomor 4 (4,74 mm) dan 40 mm (1,5 inci) adalah Agregat Kasar.

Berikut Cara Kerja Pemeriksaan Analisa Saringan sebagai berikut:

1. Siapkan Benda Uji dengan keadaan kering,
2. Susun saringan dari yang terbesar hingga Saringan Terkecil dengan posisi Saringan Terbesar berada dipaling atas,
3. Masukkan Benda Uji ke saringan yang paling besar, lalu tutup saringan dan guncangkan satu set saringan Selama 15 menit,
4. Setelah 15 menit, timbang masing-masing agregat yang tertahan oleh saringan,
5. Hitung presentase Berat Benda Uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap Berat Total Benda Uji.

Perhitungan Analisa Saringan Dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan:

$b_1$  = Berat Agregat Semula (gram)

$b_2$  = Berat Agregat setelah disaring (gram)

$$MHB = \frac{\sum \% \text{ komulatif Agregat Tertahan}}{\text{jumlah berat tertahan}} \quad (3.8)$$

Dengan:

MHB = Modulus Halus Butir

### 3.5. Rencana Campuran Beton (*Job Mix Design*)

Berdasarkan SNI 7394-2008 jumlah bahan yang digunakan untuk mendapatkan Mutu Beton dengan Rencana Kuat Tekan K-300 ( $f'c$  25 MPa) per-meter kubik ( $m^3$ ) adalah sebagai berikut:

$F_c' = 25$  MPa (K300)

Tabel Bahan Campuran Beton K-300 per  $m^3$  berdasarkan SNI 7394-2008

Nama Bahan	Jumlah Bahan
Semen	413 Kg
Pasir	681 Kg
Split	1021 Kg
Air	215 Liter

(Sumber : SNI 7394-2008)

Pada Penelitian ini menggunakan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus dengan Variasi 0%, 3%, 5%, dari Berat Agregat halus yang digunakan dengan tambahan *Superplasticizer* sebanyak 1% dari Volume Air yang digunakan dengan Rencana Kuat Tekan K-300 ( $f'c$  25 MPa) dan *Curing* selama 28 hari.

a. Jumlah kebutuhan volume Per Benda Uji Silinder Rumus Volume Silinder sebagai berikut:

$$V = \pi r^2 h \quad (3.9)$$

Dengan :

$V$  = Volume Silinder ( $\text{mm}^3$ )

$\pi$  = Phi (3,14)

$r$  = Jari-Jari Silinder (mm)

$h$  = Tinggi Silinder (mm)

Maka Volume Per Silinder dapat dihitung menggunakan Persamaan

3.9. sebagai berikut: Diketahui:

$h$  = 300 mm

$d$  = 150 mm

$$r = \frac{1}{2} \times d$$

$$= \frac{1}{2} \times 150 = 75 \text{ mm}$$

Maka :

$$V = \pi r^2 h$$

$$= 3,14 \times (75)^2 \times 300$$

$$= 5298750 \text{ mm}^3$$

Dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* 1% dari Volume Air yang digunakan

$$\text{Superplasticizer} = \frac{1}{100} \times \text{Volume Air yang digunakan} \quad (3.10)$$

Tabel 3.2 sampai Tabel 3.5 adalah tabel yang menunjukan Bahan Penyusun Beton dengan Presentase Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus sebanyak 0%,3% dan 5% dan Bahan Tambah *Superplasticizer* sebanyak 1% dari Volume Air untuk 1  $\text{m}^3$ .

**Tabel 3.2.** Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 0% untuk 1 m<sup>3</sup>

<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah Bahan</b>
Semen	413 Kg
Pasir	681 Kg
Serbuk Arang briket	0,00 Kg
Split	1021 Kg
Air	215 Liter
<i>Superplasticizer</i>	2,15 Liter

**Tabel 3.3.** Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 3% untuk 1 m<sup>3</sup>

<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah Bahan</b>
Semen	413 Kg
Pasir	681 Kg
Serbuk Arang briket	20,43 Kg
Split	1021 Kg
Air	215 Liter
<i>Superplasticizer</i>	2,15 Liter

**Tabel 3.4.** Bahan Penyusun Beton dengan Serbuk Arang Briket sebagai Pengganti Agregat Halus Sebanyak 5% untuk 1 m<sup>3</sup>

<b>Nama Bahan</b>	<b>Jumlah Bahan</b>
Semen	413 Kg
Pasir	681 Kg
Serbuk Arang briket	34,05 Kg
Split	1021 Kg
Air	215 Liter
<i>Superplasticizer</i>	2,15 Liter

### **3.6. Pembuatan Benda Uji Silinder**

Pembuatan Benda Uji Silinder dalam penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Pastikan semua peralatan siap digunakan,
2. Gunakan berat yang telah direncanakan untuk acuan timbangan Bahan Penyusun Beton,
3. Hidupkan Mesin *Concrete Mixer* dan masukkan Bahan Penyusun Beton satu per satu dimulai dari Split, Pasir, Semen dan Air dimasukkan secara bertahap,
4. Serbuk Arang Briket dimasukkan beriringan dengan Pasir sesuai rencana awal,
5. Tunggu beberapa saat sampai semua Bahan Penyusun Beton tercampur rata,
6. Campurkan *Superplasticizer* dengan Air yang akan digunakan dan masukkan secara bertahap,
7. Matikan Mesin *Concrete Mixer* setelah Bahan Penyusun Beton tercampur rata, 8. Lakukan *Slump Test*,
9. Berikan olesan Oli pada Cetakan Silinder agar pada saat pelepasan cetakan mudah dilakukan,
10. Setelah itu masukkan Adonan Beton kedalam Cetakan Silinder lapis demi lapis sebanyak 3 lapis dan setiap lapisan dilakukan pemasakan menggunakan Batang Pemadat sebanyak 25 tumbukan per lapis,
11. Setelah dilakukan Pemasakan pada Lapisan Terakhir, ratakan permukaan Benda Uji,
12. Diamkan Cetakan Silinder sampai kering hingga 24 jam,
13. Setelah Benda Uji kering, lepaskan Benda Uji dari Cetakan Silinder,
14. Sebelum dilakukan *Curing*, lakukan Penimbangan Berat Volume Benda Uji,
15. Lakukan Perendaman Selama 28 hari.

### **3.7. *Slump Test***

Berdasarkan SNI 03-1972-2008 tujuan *Slump Test* adalah untuk mengetahui tingkat kekentalan Campuran Beton. *Slump* diartikan sebagai banyaknya penurunan beton segar dari permukaan atas yang diukur secepat mungkin setelah dilakukan pematatan. *Slump Test* dilakukan menggunakan Kerucut Abrams.

Langkah-langkah untuk melakukan *Slump Test* adalah sebagai berikut:

- a. Basahi Kerucut Abrams dan letakkan di permukaan yang kaku dan tidak menyerap Air,
- b. Masukkan Campuran Beton ke dalam Kerucut Abrams sebanyak 3 lapisan,
- c. Padatkan setiap lapisan menggunakan Batang Pematat sebanyak 25 tumbukan, lakukan sampai Lapisan ke 3 dengan banyak tumbukan yang sama,
- d. Setelah Lapisan ke 3 selesai, segera lepaskan Kerucut Abrams secara vertikal,
- e. Setelah dilakukan pelepasan Kerucut Abrams dan beton mengalami penurunan permukaan, ukurlah beda tinggi antara Titik Tertinggi Permukaan Atas Beton dengan Titik Tertinggi Kerucut Abrams.



**Gambar 3. 16. *Slump Test***

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### **3.8. Perawatan Beton (*Curing*)**

*Curing* akan dilakukan Setelah Benda Uji dilepas dari Silinder ketika Umur 24 jam Benda Uji direndam dalam Bak Perendam yang akan berlangsung Selama 28 hari. Tujuan dari *Curing* ini untuk menjaga Benda Uji pada kelembaban dan suhu yang baik.

Perawatan Benda Uji dilakukan berdasarkan ASTM C31-91 atau SNI 24932011 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lepaskan Benda Uji dari Cetakan Silinder Setelah 24 jam,
2. Isi Bak Perendam Beton dengan Air Bersih,
3. Masukkan Benda Uji ke dalam Bak Perendam Beton dan pastikan seluruh permukaan terendam Air,
4. Lakukan perendaman Benda Uji Selama 28 hari .



**Gambar 3. 17. *Curing***

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

### **3.9. Pengukuran Berat Volume**

Berat Volume dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.11)$$

Dengan :

$\gamma$  = Berta Jenis Beton (gram/cm<sup>3</sup>)

$W$  = Berat Beton (gram)

$V$  = Volume Silinder Beton (cm<sup>3</sup>)

### 3.10.Uji Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan Beton dapat melebihi 80 MPa, tergantung dari Perbandingan antara Jumlah Semen dan Jumlah Air (Faktor Air Semen /FAS) yang digunakan dan tingkat kepadatan betonnya. Selain itu, Kuat Tekan Beton juga dapat dipengaruhi oleh Kualitas Agregat, Jenis Semen, Bahan Tambah dan Umur Beton (Murdock dan K.M.Brook, 1991).

Berdasarkan SNI 1974:2011 Rumus Kuat Tekan Beton adalah sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.12)$$

Dengan :

$f'c$  = Kuat Tekan Beton ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = Gaya (Kg)

$A$  = Luas Penampang Benda Uji ( $\text{cm}^2$ )

❖ Contoh Perhitungan Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.

- Beban Maksimum ( $P$ ) = 400 kN  
= 40000 Kg

- Luas Benda Uji Silinder ( $A$ ) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$   
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2$   
 $= 176,625 \text{ cm}^2$

• Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder

$$\begin{aligned} f'c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{40000}{176,625} \\ &= 226,469 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 22,647 \text{ MPa} \end{aligned}$$

### 3.11. Uji Kuat Tarik Belah Beton

Umumnya Nilai Kuat Tarik Belah Beton berkisar antara 8% sampai 15% dari hasil Nilai Kuat Tekan. Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Beton menggunakan Benda Uji dengan ukuran Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm.

Berdasarkan SNI 2491:2014 Rumus Kuat Tarik Belah Beton adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{2P}{\pi l d} \quad (3.13)$$

Dengan :

$T$  = Kekuatan Tarik Beton (Mpa)

$P$  = Beban Maksimum (N)

$l$  = Panjang (mm)

$d$  = Diameter (mm)

### 3.12. Uji Kuat Lentur

Uji kuat lentur (flexural strength test) adalah pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu material menahan beban lentur atau momen sebelum mengalami patah. Ini umum dilakukan pada beton, kayu, logam, dan bahan komposit.

Berdasarkan SNI 4431:2011 Rumus Kuat Lentur Beton

sebagai berikut :

$$\sigma_l = \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \quad (3.14)$$

Dengan:

$\sigma_l$  = kuat lentur (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = panjang bentang (mm)

$B$  = lebar tampang lintang (mm)

$h$  = tinggi tampang lintang (mm)

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Berat Volume Agregat**

Berat Volume Agregat adalah berat dari agregat (baik halus maupun kasar) per satuan volume. Berat volume ini penting dalam perencanaan campuran beton karena berpengaruh pada proporsi material.

##### a. Agregat Halus

Agregat Halus Adalah salah satu komponen utama dalam campuran beton

###### 1. Agregat halus

###### ➤ Cara Lepas

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

###### • Kode Wadah Sil. A

$$W_1 = 10,78 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 18,68 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 18,68 - 10,78$$

$$= 7,9 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{7,9 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3}$$

$$= 1490,56 \text{ Kg/m}^3$$

###### • Kode Wadah Sil. B

$$W_1 = 10,51 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 17,32 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 17,32 - 10,51$$

$$= 6,81 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{6,81 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3}$$

$$= 1285,21 \text{ Kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{1490,56 + 1285,21}{2} \\ &= 1387,9 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

Pada Tabel 4.1 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume agregat halus dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan)

**Tabel 4.1.** Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat halus dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan)

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V_{\text{Wadah}}$	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Sil. A	10,78	18,68	7,9	1490,56	1387,9
2	Sil. B	10,51	17,32	6,81	1285,21	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan, mendapatkan Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat halus dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) sebesar 1387,6 Kg/m<sup>3</sup>.

➤ Cara Pemadatan

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus dengan Cara Pemadatan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah Sil. A

$$W_1 = 10,78 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 19,97 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 19,97 - 10,78$$

$$= 9,19 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{9,19 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3} \\ &= 1733,96 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Kode Wadah Sil. B

$$W_1 = 10,51 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 19,65 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 19,65 - 10,51$$

$$= 9,14 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{9,14 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3} \\ &= 1724,94 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{1733,96 + 1724,94}{2} \\ &= 1729,45 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.2 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus dengan Cara Pemadatan.

**Tabel 4.2.** Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus dengan Cara Pemadatan

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V$ Wadah	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Sil. A	10,78	19,97	9,19	1733,96	1729,45
2	Sil. B	10,51	19,65	9,14	1724,94	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, diperoleh Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat halus pada balok dengan Cara Pemadatan sebesar 1729,45 Kg/m<sup>3</sup>.



**Gambar 4.1** Berat Volume Agregat Halus  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

2. Agregat halus balok

➤ Cara Lepas

Perhitungan Nilai Berat Volume balok dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah Balok . A

$$W_1 = 7,05 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 28,44 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 28,44 - 7,05$$

$$= 21,39 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{21,39 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3}$$

$$= 1584,44 \text{ Kg/m}^3$$

- Kode Wadah Balok B

$$W_1 = 7,05 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 27,64 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 27,64 - 7,05$$

$$= 20,59 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{20,59 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3}$$

$$= 1525,18 \text{ Kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{1584,44 + 1525,18}{2} \\
 &= 1554,81 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.3 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat halus pada balok dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan).

**Tabel 4.3.** Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume agregat halus pada balok dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan)

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V_{\text{Wadah}}$	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Sil. A	7,05	28,44	21,39	1584,44	1554,81
2	Sil. B	7,05	27,64	20,59	1525,18	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Nilai Berat Volume Rata-Rata Agregat halus pada balok dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) berdasarkan Tabel 4.3 di atas sebesar 3960,37 Kg/m<sup>3</sup>.

#### ➤ Cara Pemadatan

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Halus pada balok dengan Cara Pemadatan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah balok A

$$W_1 = 7,05 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 30,26 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 30,26 - 7,05$$

$$= 23,21 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{23,21 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3} \\
 &= 1719,25 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- Kode Wadah balok B

$$W_1 = 7,05 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 28,47 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 28,47 - 7,05$$

$$= 21,42 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{21,42 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3}$$

$$= 1586,66 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{1719,25 + 1586,66}{2}$$

$$= 1652,95 \text{ Kg/m}^3$$

Pada Tabel 4.4 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume dengan Cara Pemadatan.

**Tabel 4.4.** Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat halus pada balok dengan Cara Pemadatan

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V_{\text{Wadah}}$	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	balok. A	7,05	30,26	23,21	1719,25	1652,95
2	balok. B	7,05	28,47	21,42	1586,66	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan, didapatkan Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat Halus pada balok dengan Cara Pemadatan sebesar 4210,37 Kg/m<sup>3</sup>.



**Gambar 4.2.** Berat Volume Agregat balok

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Dari Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat

Halus dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



**Gambar 4.3.** Grafik Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Halus

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Hasil Penelitian menunjukkan pemanatan secara signifikan meningkatkan berat volume agregat halus pada kedua bentuk benda uji. Data pada Grafik ini menegaskan pentingnya pemanatan agregat untuk mendapatkan hasil beton yang konsisten.

### 3. Agregat Kasar (Split) silinder

#### ➤ Cara Lepas

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah Sil. A

$$W_1 = 10,77 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 18,27 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 18,27 - 10,77$$

$$= 7,5 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat}$$

$$= \frac{7,5 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3}$$

$$= 1415,09 \text{ Kg/m}^3$$

- Kode Wadah Sil. B

$$W_1 = 10,51 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 17,59 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 17,59 - 10,51$$

$$= 7,08 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat}$$

$$= \frac{7,08 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3}$$

$$= 1336,16 \text{ Kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{1415,09 + 1336,16}{2} \\ &= 1336,16 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.5 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan).

**Tabel 4.5.** Hasil Perhitungan Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan)

No	Kode Wadah	Berat Wadah (kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (kg) $W_2$	Berat Agregat (kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V$ Wadah	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Sil. A	10,77	18,27	7,5	1415,09	1375,62
2	Sil. B	10,51	17,59	7,08	1336,16	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Dari Hasil Perhitungan diatas, didapatkan Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) sebesar 1375,62Kg/m<sup>3</sup>.

➤ Cara Pemadatan

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah Sil. A

$$W_1 = 10,77 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 18,70 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 18,70 - 10,77$$

$$= 7,9 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{7,9 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3}$$

$$= 1490,56 \text{ Kg/m}^3$$

- Kode Wadah Sil. B

$$W_1 = 10,51 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 18,76 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 18,76 - 10,51$$

$$= 8,25 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{8,25 \text{ Kg}}{0,00530 \text{ m}^3} \\ &= 1556,97 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} &= \frac{1566,41 + 1556,97}{2} \\ &= 1523,77 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.6 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan.

**Tabel 4.6.** Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V_{\text{Wadah}}$	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Sil. A	10,77	18,70	7,9	1490,56	1523,77
2	Sil. B	10,51	18,76	8,25	1556,97	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan mendapatkan Nilai Berat Volume Rata-Rata Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan sebesar 1523,77 Kg/m<sup>3</sup>



**Gambar 4.4.** Berat Volume Agregat Kasar (Split)  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

#### 4. Agregat Kasar (Split) balok

##### ➤ Cara Lepas

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah Balok A

$$W_1 = 6,63 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 24,26 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 24,46 - 6,63$$

$$= 17,83 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{17,83 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3} \\ = 1320,74 \text{ Kg/m}^3$$

- Kode Wadah Balok B

$$W_1 = 7,05 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 22,53 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 22,53 - 7,05$$

$$= 15,48 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{15,48 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3} \\ = 1146,66 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{1320,74 + 1146,66}{2} \\ = 1233,70 \text{ Kg/m}$$

Pada Tabel 4.7 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan).

**Tabel 4.7.** Hasil Perhitungan Berat Volume Split dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan)

No	Kode Wadah	Berat Wadah (kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (kg) $W_2$	Berat Agregat (kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V$ Wadah	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	balok. A	6,63	24,46	17,83	1320,74	1233,70
2	balok. B	7,05	22,53	15,48	1146,66	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Dari Hasil Perhitungan diatas, didapatkan Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Lepas (Tanpa Pemadatan) sebesar 3142,45 Kg/m<sup>3</sup>.

➤ Cara Pemadatan

Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{W_3}{\text{Volume Wadah}}$$

- Kode Wadah balok . A

$$W_1 = 6,63 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 27,11 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 27,11 - 6,63$$

$$= 20,48 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{20,48 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3}$$

$$= 1517,03 \text{ Kg/m}^3$$

- Kode Wadah balok B

$$W_1 = 6,63 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 25,37 \text{ Kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 25,37 - 6,63$$

$$= 18,74 \text{ Kg}$$

$$\text{Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{18,74 \text{ Kg}}{0,0135 \text{ m}^3}$$

$$= 1388,14 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Rata-Rata Nilai Berat Volume Agregat} = \frac{1517,03 + 1388,14}{2}$$

$$= 1452,58 \text{ Kg/m}^3$$

Pada Tabel 4.8 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan.

**Tabel 4.8.** Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan

No	Kode Wadah	Berat Wadah (Kg) $W_1$	Berat Wadah + Agregat (Kg) $W_2$	Berat Agregat (Kg) $W_3 = W_2 - W_1$	Nilai Berat Volume Agregat (Kg/m <sup>3</sup> ) $W_3 / V_{\text{Wadah}}$	Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	balok. A	6,63	27,11	20,48	1517,03	1452,58
2	Balok B	6,63	25,37	18,74	1388,14	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan mendapatkan Nilai Berat Volume Rata-Rata Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemadatan sebesar 3671 Kg/m<sup>3</sup>.



**Gambar 4.5.** Berat Volume Agregat Kasar (Split)  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Grafik Hasil Perhitungan Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



**Gambar 4.6.** Grafik Hasil Perhitungan Berat Volume Agregat Kasar (Split)  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.6 Nilai Berat Volume Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pemanatan lebih besar dibandingkan dengan Cara Lepas karena dengan Cara Pemanatan, tekanan yang dihasilkan mendorong agregat mengisi Rongga-Rongga Udara yang belum terisi.

#### 4.2 Kadar Lumpur

Pengujian Kadar Lumpur ini terdapat 2 cara yaitu dengan Cara Endapan dan Cara pencucian.

##### 1. Agregat Halus

- Cara Endapan

Perhitungan Nilai Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Endapan

menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Lumpur (\%)} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$$

- Percobaan ke I

$$V_1 = 300 \text{ ml}$$

$$V_2 = 15 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kadar Lumpur I} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{15}{300+15} \times 100\% \\ &= 4,76\%\end{aligned}$$

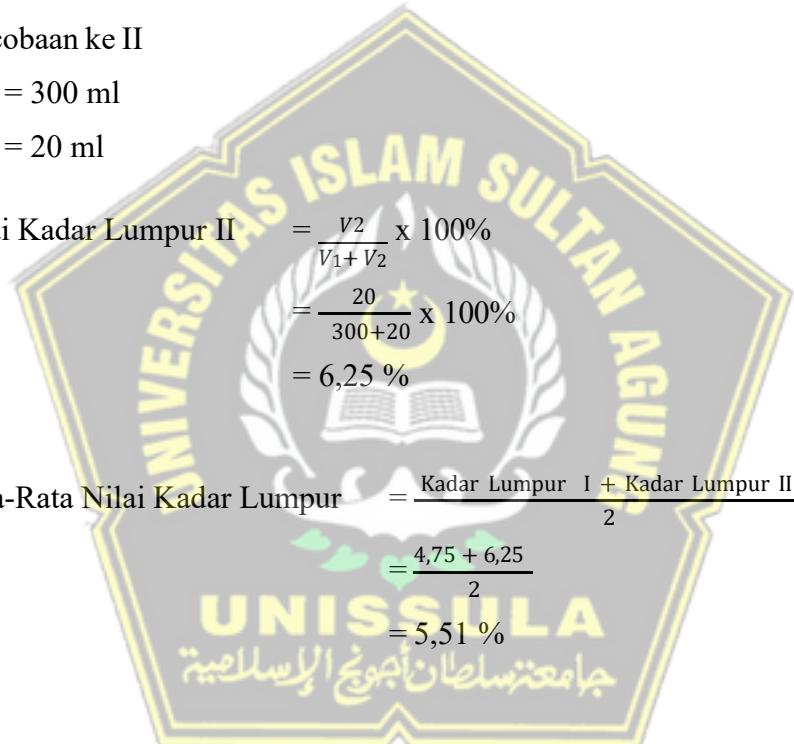
- Percobaan ke II

$$V_1 = 300 \text{ ml}$$

$$V_2 = 20 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kadar Lumpur II} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{20}{300+20} \times 100\% \\ &= 6,25\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur} &= \frac{\text{Kadar Lumpur I} + \text{Kadar Lumpur II}}{2} \\ &= \frac{4,75 + 6,25}{2} \\ &= 5,51\%\end{aligned}$$



Pada Tabel 4.9 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Endapan.

**Tabel 4.9.** Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Endapan

Percobaan	Volume Agregat halus	Volu me Lum pur	Nilai Kadar Lumpur	Rata-Rata
	(ml) $V_1$	(ml) $V_2$	% $\frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\%$	
I	300	15	4,76	
II	300	20	6,25	5,51

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan, didapatkan Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur pada Agregat halus dengan Cara Endapan sebesar 5,5 %.



**Gambar 4.7.** Kadar Lumpur Agregat Halus Cara Endapan  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

#### ➤ Cara Pencucian

Perhitungan Nilai Kadar Lumpur Agregat Halus dengan Cara Pencucian menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Lumpur (\%)} = \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$$

- Percobaan ke I

$$a = 53 \text{ gram}$$

$$b = 516 \text{ gram}$$

$$c = 503 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kadar Lumpur I (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\
 &= \frac{(516-503)}{(503-53)} \times 100\% \\
 &= \frac{13}{461} \times 100\% \\
 &= 2,81\%
 \end{aligned}$$

- Percobaan ke II

$$\begin{aligned}
 a &= 42 \text{ gram} \\
 b &= 484 \text{ gram} \\
 c &= 462 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kadar Lumpur II (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\
 &= \frac{(484-462)}{(462-42)} \times 100\% \\
 &= \frac{22}{420} \times 100\% \\
 &= 5,24\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur (\%)} &= \frac{\text{Kadar Lumpur I} + \text{Kadar Lumpur II}}{2} \\
 &= \frac{2,8 + 5,23}{2} \\
 &= \frac{8,04}{2} \\
 &= 4,06\%
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.10 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Kadar Lumpur dengan Cara Pencucian.

**Tabel 4.10.** Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat halus dengan Cara Pencucian

Percobaan	Berat Wadah	Berat Wadah + Agregat Sebelum Dicuci	Berat Wadah + Agregat Setelah Dicuci	Berat Wadah + Agregat Setelah Dioven	Nilai Kadar Lumpur	Rata-Rata
	Gram	Gram	Gram	Gram	%	%
	a	b		c	$\frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$	
I	53	516	604	503	2,8	4,06
II	42	484	568	462	5,24	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan, didapatkan Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur dengan Cara Pencucian sebesar 4,02 %.



**Gambar 4.8.** Kadar Lumpur Agregat Halus Cara Pencucian  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

## 2. Agregat Kasar (Split)

### ➤ Cara Pencucian

Perhitungan Nilai Kadar Lumpur Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pencucian menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Lumpur (\%)} = \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$$

#### • Percobaan ke I

$$a = 44 \text{ gram}$$

$$b = 478 \text{ gram}$$

$$c = 471 \text{ gram}$$

$$\text{Nilai Kadar Lumpur I (\%)} = \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$$

$$= \frac{(478-471)}{(471-44)} \times 100\%$$

$$= 1,64\%$$

#### • Percobaan ke II

$$a = 55 \text{ gram}$$

$$b = 645 \text{ gram}$$

$$c = 638 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kadar Lumpur II (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\
 &= \frac{(645-638)}{(638-55)} \times 100\% \\
 &= 1,2\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur (\%)} &= \frac{\text{Kadar Lumpur I} + \text{Kadar Lumpur II}}{2} \\
 &= \frac{1,6+1,2}{2} \\
 &= \frac{2,8}{2} \\
 &= 1,42\%
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.11 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Kadar Lumpur Split dengan Cara Pencucian.

**Tabel 4.11.** Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar dengan Cara Pencucian

Percobaan	Berat Wadah	Berat Wadah + Agregat Belum Dicuci	Berat Wadah + Agregat Telah Dicuci	Berat Wadah + Agregat Setelah Dioven	Nilai Kadar Lumpur	Rata-Rata Kadar Lumpur
	Gram	Gram	Gram	Gram	%	%
	a	b		c	$\frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$	
I	44	478	488	471	1,64	1,42
II	55	664	664	638	1,2	

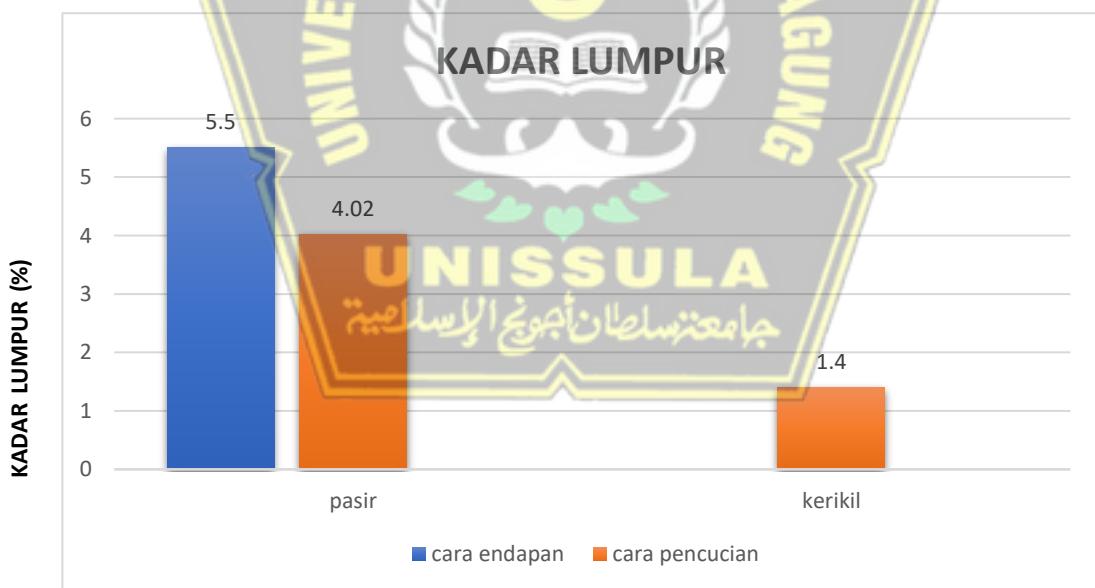
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Hasil Perhitungan diperoleh Nilai Kadar Lumpur Rata-Rata Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pencucian sebesar 1,42 %.



**Gambar 4.9.** Kadar Lumpur Agregat Kasar Cara Pencucian  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Pada Gambar 4.10 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Perhitungan Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur antara Agregat Halus dan Agregat Kasar



**Gambar 4.10.** Grafik Nilai Kadar Lumpur Agregat  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Perhitungan, didapatkan Nilai Kadar Lumpur Agregat sebagai berikut:

- Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur pada Agregat halus dengan Cara Endapan adalah 5,51%.
- Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur pada Agregat halus dengan Cara Pencucian adalah 4,06%.
- Rata-Rata Nilai Kadar Lumpur pada Agregat Kasar (Split) dengan Cara Pencucian adalah 1,42%.

### 4.3 Kadar Air

#### 1. Agregat halus

Perhitungan Nilai Kadar Air agregat halus dengan Cara Dioven menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Air (\%)} = \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$$

Percobaan ke I

$$a = 35 \text{ gram}$$

$$b = 240 \text{ gram}$$

$$c = 229 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kadar Air I (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\ &= \frac{(240-229)}{(229-35)} \times 100\% \\ &= \frac{11}{194} \times 100\% \\ &= 5,67\% \end{aligned}$$

#### • Percobaan ke II

$$a = 34 \text{ gram}$$

$$b = 192 \text{ gram}$$

$$c = 187 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kadar Air II (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\ &= \frac{(192-187)}{(187-34)} \times 100\% \\ &= \frac{5}{153} \times 100\% \\ &= 3,27\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata Nilai Kadar Air (\%)} &= \frac{\text{Kadar Air I} + \text{Kadar Air II}}{2} \\
 &= \frac{5,67 + 3,26}{2} \\
 &= \frac{8,93}{2} \\
 &= 4,47 \%
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.12 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Kadar Air agregat halus dengan Cara Dioven.

**Tabel 4.12.** Nilai Kadar Air Agregat halus

Percobaan	Berat Wadah h + Agregat Sebelum Dioven	Berat Wada	Berat Wadah + Agregat Setelah Dioven	Nilai Kadar Air	Rata-Rata
		Gram	Gram		
		a	b		
I	35	240	229	5,67	4,47
II	34	192	187	3,27	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Dari Hasil Perhitungan di atas Nilai Kadar Air Rata-Rata pada Agregat Halus dengan Cara Dioven sebesar 4,46%.

## 2. Agregat Kasar (Split)

Perhitungan Nilai Kadar Air Split dengan Cara Dioven menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kadar Air (\%)} = \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$$

- Percobaan ke I

$$a = 44 \text{ gram}$$

$$b = 463 \text{ gram}$$

$$c = 459 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kadar Air I (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\
 &= \frac{(463-459)}{(459-44)} \times 100\% \\
 &= \frac{4}{415} \times 100\%
 \end{aligned}$$

## Percobaan ke II

$$a = 45 \text{ gram}$$

$$b = 543 \text{ gram}$$

$$c = 531 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kadar Air II (\%)} &= \frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\% \\ &= \frac{(543-531)}{(531-45)} \times 100\% \\ &= 2,46 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Nilai Kadar Air (\%)} &= \frac{\text{Kadar Air I} + \text{Kadar Air II}}{2} \\ &= \frac{0,96 + 2,47}{2} \\ &= \frac{3,43}{2} \\ &= 1,7 \%\end{aligned}$$

Pada Tabel 4.13 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Nilai Kadar Air Agregat kasar dengan Cara Dioven.

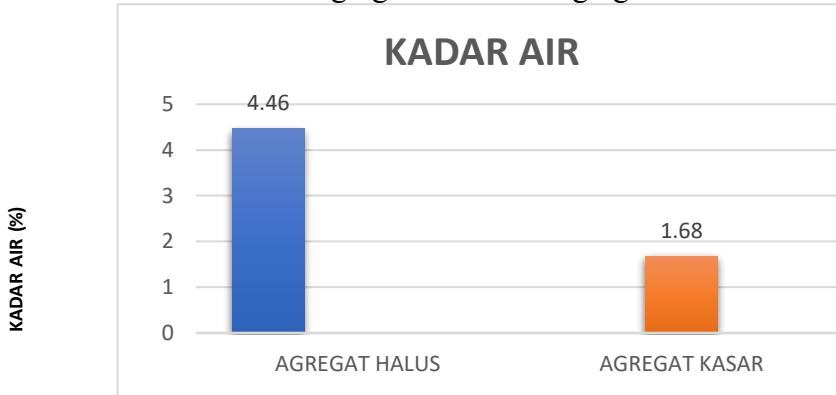
**Tabel 4.13.** Nilai Kadar Air Agregat kasar

Percobaan	Berat Wadah		Berat Wadah + Agregat Sebelum Dioven	Berat Wadah + Agregat Setelah Dioven	Nilai Kadar Air	Rata-Rata
	Gram	Gram	Gram	%		
	$a$	$b$	$c$	$\frac{(b-c)}{(c-a)} \times 100\%$		
I	44	463	459	0,96	2,47	1,72
II	45	543	531	2,47		

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Dari Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai Kadar Air pada agregat kasar dengan Cara Dioven sebesar 1,72%.

Pada Gambar 4.11 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Perhitungan Rata-Rata Nilai Kadar Air antara agregat halus dan Agregat kasar



**Gambar 4.11.** Grafik Perhitungan Nilai Kadar Air Agregat  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Perhitungan Kadar Air di atas dapat disimpulkan bahwa:

- Rata-Rata Nilai Kadar Air pada Agregat halus dengan Cara Dioven adalah 4,44%.
- Rata-Rata Nilai Kadar Air pada Agregat Kasar dengan Cara Dioven adalah 1,72%.



**Gambar 4.12.** Pemeriksaan Kadar Air Agregat  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

#### 4.4 Analisa Saringan

##### 1. Agrergat Halus

Data yang didapatkan dari Penelitian Analisa Saringan Agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini.

**Tabel 4. 14.** Data Analisa Saringan agregat halus

No	Ukuran Saringan		Berat Wadah	Berat Wadah + Agregat	Berat Agregat
	Standar (mm)	Alternatif	Gram	Gram	Gram
1	9,5	3/8 in	62	62	0
2	4,7	No.4	62	76	14
3	2,36	No.8	62	114	52
4	1,18	No.16	62	124	62
5	0,59	No.30	62	324	262
6	0,27	No.50	62	307	245
7	0,15	No.100	62	339	227
8	PAN	-	62	88	0
Jumlah					912

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

➤ Perhitungan Analisa Saringan Agregat halus

$$\text{Berat Agregat Awal } (a) = 1000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Agregat Setelah Disaring } (b) = 912 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000-912}{1000} \times 100\% \\ &= \frac{88}{1000} \times 100\% \\ &= 8,8\% \end{aligned}$$

a. Perhitungan Prosentase Agregat Tertinggal menggunakan rumus:

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

$$1. \text{ Tertahan Komulatif } \phi 9,5 = \frac{0}{912} \times 100\% = 0\%$$

$$2. \text{ Tertahan Komulatif } \phi 4,7 = \frac{14}{912} \times 100\% = 1,53\%$$

$$3. \text{ Tertahan Komulatif } \phi 2,36 = \frac{52}{939} \times 100\% = 5,70\%$$

b. Perhitungan Komulatif Agregat Tertinggal

1. Lelos Saringan  $\phi 9,5$  =  $(0 + 0) \%$  = 0 %
2. Lelos Saringan  $\phi 4,7$  =  $(0 + 1,53) \%$  = 1,53 %
3. Lelos Saringan  $\phi 2,36$  =  $(1,53 + 5,70) \%$  = 7,24 %

c. Perhitungan *Present Finer (f)* menggunakan rumus:

$$f = 100 \% - \text{Komulatif Agregat Tertinggal}$$

1. Saringan  $\phi 9,5$  =  $100 \% - 0 \%$  = 100 %
2. Saringan  $\phi 4,7$  =  $100 \% - 1,53 \%$  = 98,47 %
3. Saringan  $\phi 2,36$  =  $100 \% - 7,24 \%$  = 92,76 %

Pada Tabel 4.15 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Analisa Saringan agregat halus.

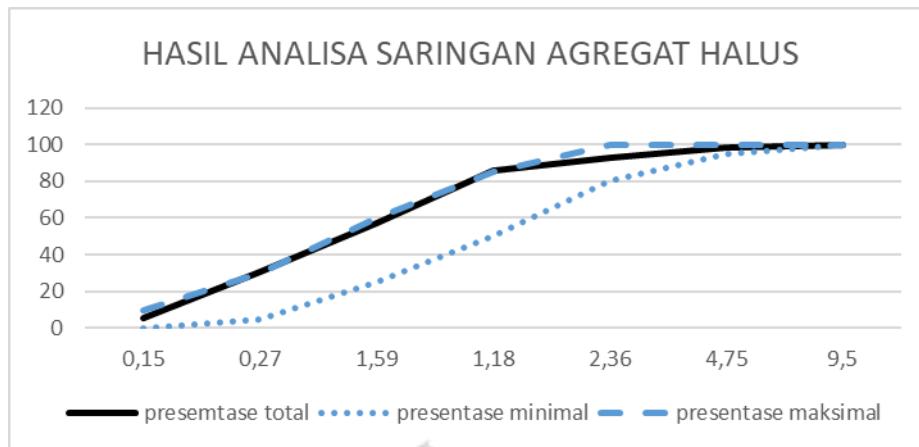
**Tabel 4.15.** Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat halus

No	Ukuran Saringan mm	Berat Wadah Gram	Berat Wadah + Agregat Gram	Berat Agregat Gram	Prosentase Agregat Tertinggal $\frac{c}{\sum c} \times 100\%$	Komulatif Agregat Tertinggal %	<i>Present Finer</i> %	Spesifikasi ASTM C 33	
								Min	Max
								%	%
1	9,5	62	62	0	0	0	100	100	100
2	4,75	62	76	14	1,53	1,53	98,47	95	100
3	2,36	62	114	52	5,70	7,24	92,76	80	100
4	1,18	62	124	62	6,79	14,04	85,96	50	85
5	0,59	62	324	262	28,72	42,77	57,23	25	60
6	0,27	62	307	245	26,86	69,63	30,37	5	30
7	0,15	62	339	277	30,37	94,52	5,48	0	10
Jumlah				912	100	229,73	470,27	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100 \%} \\ &= \frac{229,73 \%}{100 \%} \\ &= 2,30 \end{aligned}$$

Pada Gambar 4.13 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Perhitungan Analisa Saringan agregat halus.



**Gambar 4.13.** Grafik Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.14 di atas Nilai *Present Finer* dari Agregat Halus memenuhi spesifikasi berdasarkan ASTM C 33 dan Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 2,29.

## 2. Agregat Kasar (Split)

Data yang didapatkan dari Penelitian Analisa Saringan Agregat Kasar (Split) dapat dilihat pada Tabel 4.16 di bawah ini.

**Tabel 4.16.** Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split)

No	Ukuran Saringan		Berat Wadah	Berat Wadah + Agregat	Berat Agregat
	Standar (mm)	Alternatif	Gram	Gram	Gram
1	25	1 in	62	62	0
2	19	3/4 in	62	146	84
3	12,5	1/2 in	62	423	361
4	9,5	3/8 in	62	440	378
5	4,7	No.4	62	187	125
6	2,36	No.8	62	62	0
7	1,18	No.16	62	62	0
8	0,59	No.30	62	62	0
Jumlah					948

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

➤ Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split)

$$\text{Berat Agregat Awal } (a) = 1000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Agregat Setelah Disaring } (b) = 948 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000-948}{1000} \times 100\% \\ &= \frac{52}{1000} \times 100\% \\ &= 5,2\%\end{aligned}$$

a. Perhitungan Prosentase Agregat Tertinggal menggunakan rumus:

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

$$1. \text{ Tertahan Komulatif } \varnothing 25 = \frac{0}{948} \times 100\% = 0\%$$

$$2. \text{ Tertahan Komulatif } \varnothing 19 = \frac{84}{948} \times 100\% = 8,86\%$$

$$3. \text{ Tertahan Komulatif } \varnothing 12,5 = \frac{361}{948} \times 100\% = 38,09\%$$

b. Perhitungan Komulatif Agregat Tertinggal

$$1. \text{ Lolos Saringan } \varnothing 25 = (0 + 0)\% = 0\%$$

$$2. \text{ Lolos Saringan } \varnothing 19 = (0 + 8,86)\% = 8,86\%$$

$$3. \text{ Lolos Saringan } \varnothing 12,5 = (8,86 + 38,09)\% = 46,94\%$$

c. Perhitungan *Present Finer* ( $f$ ) menggunakan rumus:

$$f = 100\% - \text{Komulatif Agregat Tertinggal}$$

$$1. \text{ Saringan } \varnothing 25 = 100\% - 0\% = 100\%$$

$$2. \text{ Saringan } \varnothing 19 = 100\% - 8,86\% = 91,14\%$$

$$3. \text{ Saringan } \varnothing 12,5 = 100\% - 46,95\% = 53,05\%$$

Pada Tabel 4.17 di bawah ini dapat dilihat Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split).

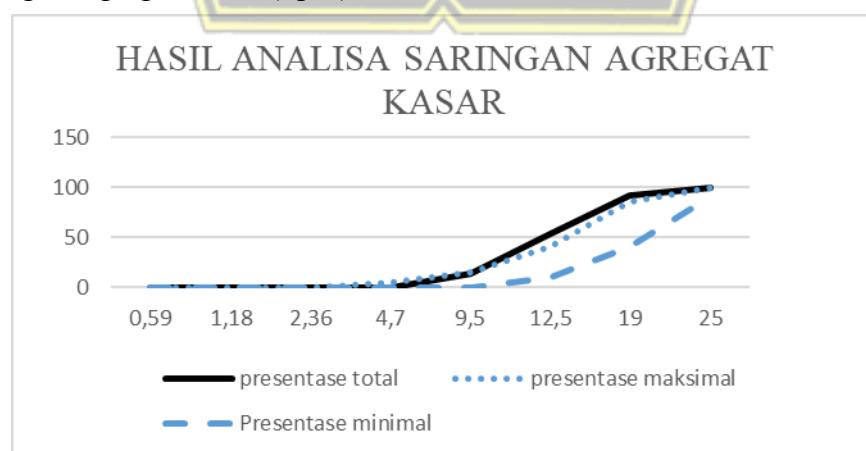
**Tabel 4.17.** Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split)

No	Ukuran Saringan	Berat Wadah	Berat Wadah + Agregat	Berat Agregat	Prosentase Agregat Tertinggal	Komulatif Agregat Tertinggal	Present Finer	Spesifikasi	
								%	%
	mm	Gram	Gram	Gram	%	%	%	Min	Max
					$\frac{c}{\sum c} \times 100\%$			%	%
1	25	62	62	0	0	0	100	90	100
2	19	62	146	84	8,86	8,86	91,14	40	85
3	12,5	62	423	361	38,08	46,94	53,06	10	40
4	9,5	62	440	378	39,87	86,81	13,19	0	15
5	4,7	62	187	125	13,19	100	0	0	5
6	2,36	62	62	0	0	100	0	0	0
7	1,18	62	62	0	0	100	0	0	0
8	0,59	62	62	0	0	100	0	0	0
Jumlah				948	100	542,61	257,398	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

$$\begin{aligned}
 MHB &= \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100 \%} \\
 &= \frac{542,61 \%}{100 \%} \\
 &= 5,43
 \end{aligned}$$

pada Gambar 4.14 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split).



**Gambar 4.14.** Grafik Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar (Split)  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.15 di atas Nilai *Present Finer* dari Agregat Kasar (Split) memenuhi spesifikasi berdasarkan ASTM C 33 dan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Kasar (Split) sebesar 5,42.



**Gambar 4.15.** Analisa Saringan Agregat  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

#### 4.5 *Slump Test*

Slump test merupakan salah satu metode pengujian beton segar yang paling umum digunakan di lapangan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat *workability* atau kelecanan adukan beton, yaitu seberapa mudah beton tersebut dicetak, dipadatkan, dan dikerjakan tanpa terjadi pemisahan agregat dan pasta semen.

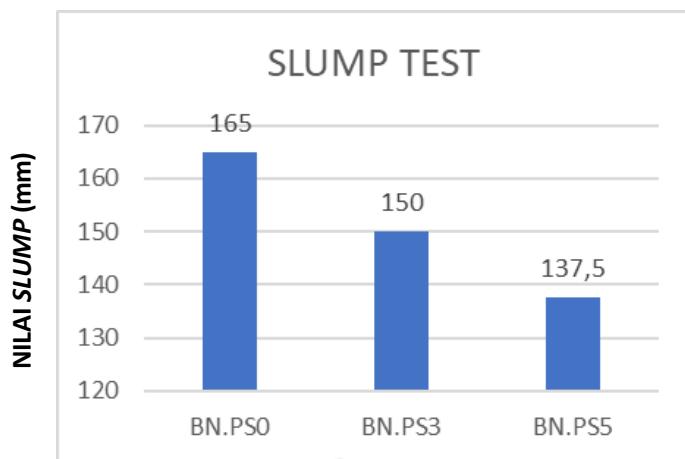
Hasil dari Pengukuran *Slump Test* pada Beton Segar dapat dilihat pada Tabel 4.18 di bawah ini.

**Tabel 4.18.** *Slump Test*

No	Nama Sampel	Nilai <i>Slump</i> (mm)	Rata-Rata (mm)
1	BN.PS0.1	170	165
2	BN.PS0.2	160	
3	BN.PS3.1	140	150
4	BN.PS3.2	160	
5	BN.PS5.1	135	137,5
6	BN.PS5.2	140	

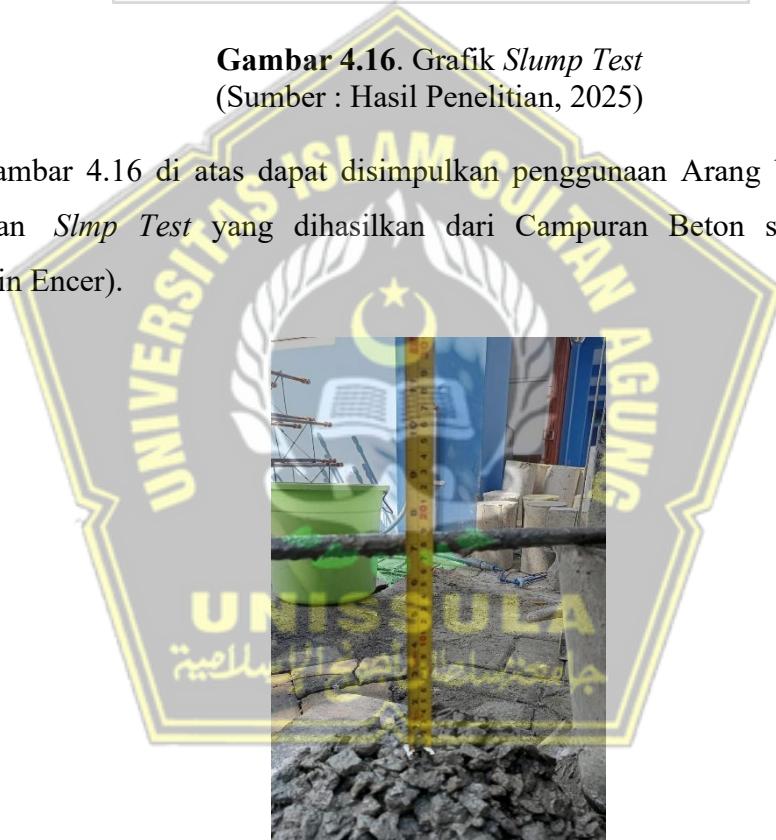
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Grafik dari *Slump Test* dapat dilihat pada Gambar 4.18 di bawah ini.



**Gambar 4.16.** Grafik *Slump Test*  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Dari Gambar 4.16 di atas dapat disimpulkan penggunaan Arang briket sebagai campuran *Slmp Test* yang dihasilkan dari Campuran Beton semakin besar (Semakin Encer).



**Gambar 4.17.** *Slump Test*  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

## 4.6 Berat Volume Beton

Penimbangan Berat Volume Beton dilakukan pada saat beton masih dalam keadaan segar (belum mengeras) dan dilakukan saat beton sudah dalam keadaan keras. Untuk Pemeriksaan Berat Volume Beton Keras dilakukan pada saat umur beton 24 Jam (sebelum *Curing*) dan pada saat umur beton 28 hari (setelah *Curing*).

### 4.6.1 Berat Volume Beton Segar

Pada Tabel 4.18 di bawah ini dapat dilihat Data Berat Benda Uji Beton Segar.

**Tabel 4.19** Berat Benda Uji Beton Segar

No	Kode Beton	Berat	Berat Cetakan + Benda Uji	Berat Benda Uji
		Cetakan	+ Benda Uji	
		Kg	Kg	Kg
1	BN.S1.PS0.1	10,37	23,63	13,76
2	BN.S2.PS0.2	10,26	23,81	13,55
3	BN.S3.PS0.3	11,37	24,37	13
4	BN.S4.PS0.4	10,34	23,13	12,79
5	BN.S5.PS0.5	10,77	23,73	12,96
6	BN.S6.PS0.6	10,78	23,6	12,82
7	BN.B1.PS0.1	6,68	39,7	33,14
8	BN.B2.PS0.2	7,05	36,55	29,5
9	BN.S1.PS3.1	10,78	23,74	12,96
10	BN.S2.PS3.2	10,77	23,20	12,71
11	BN.S3.PS3.3	10,50	23,48	12,81
12	BN.S4.PS3.6	10,70	23,36	12,66
13	BN.S5.PS3.1	10,94	23,62	12,68
14	BN.S6.PS3.2	10,84	23,51	12,67
15	BN.B1.PS3.3	6,63	38,73	32,10
16	BN.B2.PS3.4	7,05	38,75	31,70
17	BN.S1.PS5.5	10,34	23,11	12,77
18	BN.S2.PS5.6	10,96	23,78	12,82
19	BN.S3.PS5.1	10,37	23,01	12,64
20	BN.S4.PS5.2	10,52	23,05	12,53
21	BN.S5.PS5.3	11,52	24,32	12,80
22	BN.S6.PS5.4	10,78	23,53	12,75
23	BN.B1.PS5.5	6,63	39,09	32,46
24	BN.B1.PS5.6	7,05	39,25	32,20

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

- Rumus yang digunakan untuk menghitung Berat Volume Beton Segar:

$$\frac{w}{v} = \gamma$$

Sebagai contoh berikut adalah Perhitungan Berat Volume Beton sebesar 0 %.

1. BN.S1.PS0.1	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{13,76}{0,00530} = 2596,23 \text{ Kg/m}^3$
2. BN.S2.PS0.2	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{13,55}{0,00530} = 2556,6 \text{ Kg/m}^3$
3. BN.S3.PS0.3	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{13}{0,00530} = 2452,83 \text{ Kg/m}^3$
4. BN.S4.PS0.4	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,79}{0,00530} = 2413,2 \text{ Kg/m}^3$
5. BN.S5.PS0.5	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,96}{0,00530} = 2445,28 \text{ Kg/m}^3$
6. BN.S6.PS0.6	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,82}{0,00530} = 2418,86 \text{ Kg/m}^3$
7. BN.B1.PS0.1	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}}$	$= \frac{33,14}{13.500} = 0,0024 \text{ Kg/m}^3$
8. BN.B2.PS0.2	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}}$	$= \frac{29,50}{13.500} = 0,0021 \text{ Kg/m}^3$

- Perhitungan Berat Volume Beton Segar Rata-Rata

1. BN.S.PS0

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{BN.S1.PS0} + \text{BN.S2.PS0} + \text{BN.S3.PS0} + \text{BN.S4.PS0} + \text{BN.S5.PS0} + \text{BN.S6.PS0}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{2501,88 + 2556,6 + 2452,83 + 2413,20 + 2445,28 + 2418,86}{6} \\
 &= \frac{14778,65}{6} \\
 &= 2464,77 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

2. BN.B.PS0

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{BN.B1.PS0}}{\text{Jumlah Sampel}} + \text{BN.B2.PS0} \\
 &= \frac{0,0024 + 0,0021}{2} \\
 &= 0,0025 \\
 &= 0,0025 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berat Volume Beton sebesar 3 %.

$$1. \text{ BN.S1.PS3.1} = \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{12,96}{0,00530} = 2445,28 \text{ Kg/m}^3$$

2. BN.S2.PS3.2	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,71}{0,00530} = 2398,11 \text{ Kg/m}^3$
3. BN.S3.PS3.3	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,81}{0,00530} = 2416,98 \text{ Kg/m}^3$
4. BN.S4.PS3.4	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,66}{0,00530} = 2482,35 \text{ Kg/m}^3$
5. BN.S5.PS3.5	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,68}{0,00530} = 2392,45 \text{ Kg/m}^3$
6. BN.S6.PS3.6	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,67}{0,00530} = 2390,56 \text{ Kg/m}^3$
7. BN.B1.PS3.1	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}}$	$= \frac{32,10}{13.500} = 0,0023 \text{ Kg/m}^3$
8. BN.B2.PS3.2	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}}$	$= \frac{31,70}{13.500} = 0,0023 \text{ Kg/m}^3$

➤ Perhitungan Berat Volume Beton Segar Rata-Rata

$$\begin{aligned}
 1. \text{BN.S.PS3} &= \frac{\text{BN.S1.PS3} + \text{BN.S2.PS3} + \text{BN.S3.PS3} + \text{BN.S4.PS3} + \text{BN.S5.PS3} + \text{BN.S6.PS3}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{2445,28 + 2398,11 + 2416,98 + 2482,35 + 2392,45 + 2390,56}{6} \\
 &= \frac{14525,73}{6} \\
 &= 2420,95 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$
  

$$\begin{aligned}
 2. \text{BN.B.PS3} &= \frac{\text{BN.B1.PS3} + \text{BN.B2.PS3}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{0,0023 + 0,0023}{2} \\
 &= \frac{0,0046}{2} \\
 &= 0,0023 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berat Volume Beton sebesar 5 %.

1. BN.S1.PS0.1	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,77}{0,00530} = 2409,43 \text{ Kg/m}^3$
2. BN.S2.PS0.2	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,82}{0,00530} = 2418,86 \text{ Kg/m}^3$
3. BN.S3.PS0.3	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,64}{0,00530} = 2384,90 \text{ Kg/m}^3$
4. BN.S4.PS0.4	$= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}}$	$= \frac{12,53}{0,00530} = 2364,15 \text{ Kg/m}^3$

$$\begin{aligned}
 5. BN.S5.PS0.5 &= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{12,80}{0,00530} = 2415,09 \text{ Kg/m}^3 \\
 6. BN.S6.PS0.6 &= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{12,75}{0,00530} = 2405,66 \text{ Kg/m}^3 \\
 7. BN.B1.PS0.1 &= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}} = \frac{32,46}{13.500} = 0,0024 \text{ Kg/m}^3 \\
 8. BN.B2.PS0.2 &= \frac{\text{Berat Beton Segar}}{\text{Volume balok}} = \frac{32,20}{13.500} = 0,0023 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan Berat Volume Beton Segar Rata-Rata

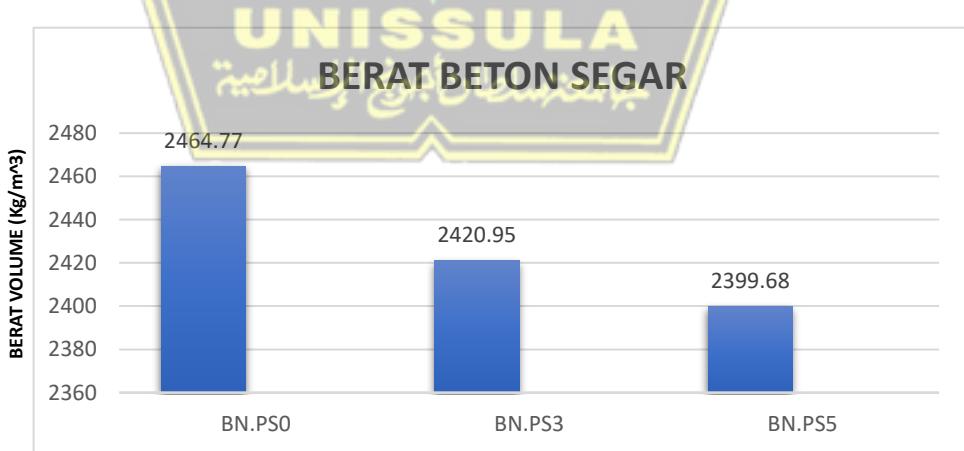
1. BN.S.PS5

$$\begin{aligned}
 &= \frac{BN.S1.PS5+BN.S2.PS5+BN.S3.PS5+BN.S4.PS5+BN.S5.PS5+BN.S6.PS5}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{2409,43+2418,86+2384,90+2364,15+2415,09+2405,66}{6} \\
 &= \frac{14398,09}{6} \\
 &= 2399,68 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

3. BN.B.PS5

$$\begin{aligned}
 &= \frac{BN.B1.PS5+BN.B2.PS5}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{0,0024+0,0023}{2} \\
 &= \frac{0,0047}{2} \\
 &= 0,0023 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Pada Gambar 4.18 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Perhitungan Nilai Berat Volume Beton Segar.



**Gambar 4.18.** Grafik Berat Volume Beton Segar  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Nilai Berat Volume Beton Segar Tertinggi didapatkan tanpa penggunaan campuran arang briket pada Agregat halus, semakin banyak campuran arang briket maka volume beton segar semakin menurun.



**Gambar 4.20.** Penimbangan Beton Segar Silinder  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)



**Gambar 4.21.** Penimbangan Beton Segar balok  
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

#### 4.7 Berat Volume Beton Keras setelah curing selama 7 hari,14 hari dan 28 hari

Berdasarkan hasil pengujian proses curing sangat berpengaruh terhadap perkembangan kuat tekan beton, curing yg baik dapat mengoptimalkan proses hidrasi semen sehingga beton dapat mencapai kekuatan yang maksimal dan memiliki ketahanan yang lebih baik.

Pada Tabel 4.21 di bawah ini dapat dilihat Data Berat Benda

Uji Beton Keras pada Umur 7 hari.

**Tabel 4.21.** Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 7 hari

N0	KODE BENDA UJI	BERAT (KG)
1	BN.S1,PS0	13,26
2	BN.S2.PS0	13,55
3	BN.S1,PS3	12,96
4	BN.S2.PS3	12,71
5	BN.S1.PS5	12,77
6	BN.S2.PS5	12,82

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Pada Tabel 4.22 di bawah ini dapat dilihat Data Berat Benda Uji Beton Keras pada Umur 14 hari

**Tabel 4.22.** Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 14 hari

N0	KODE BENDA UJI	BERAT (KG)
1	BN.S3,PS0	12,96
2	BN.S4.PS0	12,82
3	BN.S3,PS3	12,66
4	BN.S4.PS3	12,81
5	BN.S3.PS5	12,53
6	BN.S4.PS5	12,64

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Pada Tabel 4.23 di bawah ini dapat dilihat Data Berat Benda Uji Beton Keras pada Umur 28 hari.

**Tabel 4.23.** Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing 28 hari

N0	KODE BENDA UJI	BERAT (KG)
1	BN.S5,PS0	12,35
2	BN.S6.PS0	12,71
3	BN.S5,PS3	12,68
4	BN.S6.PS3	12,67
5	BN.S5.PS5	12,80
6	BN.S6.PS5	12,75

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Pada Tabel 4.24 di bawah ini dapat dilihat Data Berat Benda Uji Beton Keras balok.

**Tabel 4.24.** Berat Benda Uji Beton Keras dengan curing balok

N0	KODE BENDA UJI	UMUR	BERAT (KG)
1	BN.B1.PS0	14	32,14
2	BN.B2.PS0	28	33,53
3	BN.B3.PS3	14	32,10
4	BN.B1.PS3	28	31,70
5	BN.B2.PS5	14	32,46
6	BN.B3.PS5	28	32,20

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

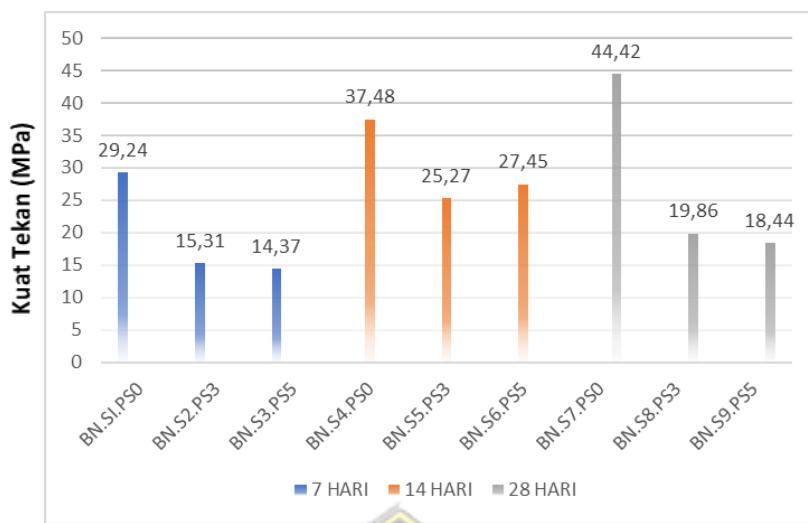
#### 4.8 Kuat Tekan Beton

Pada Tabel 4.25 di bawah ini dapat dilihat Data yang didapatkan dari Kuat Tekan Beton.

**Tabel 4.25.** Hasil Kuat Tekan Beton

No	Kode Beton	Umur Beton (Hari)	Beban Maximum $P$	Kuat Tekan $f'c = \frac{P}{A}$ (MPa)
			(kN)	
1	BN.S1.PS0	7	516,75	29,24
2	BN.S2.PS3	7	270,56	15,31
3	BN.S3.PS5	7	253,95	14,37
4	BN.S4.PS0	14	662,40	37,48
5	BN.S5.PS3	14	446,71	25,27
6	BN.S6.PS5	14	396,72	27,45
7	BN.S7.PS0	28	690,91	44,42
8	BN.S8.PS3	28	308,90	19,86
9	BN.S9.PS5	28	286,88	18,44

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)



**Gambar 4.22.** Grafik Kuat Tekan Beton  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.22, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton mengalami perkembangan yang signifikan seiring dengan pertambahan umur beton. Pada umur 7 hari, kuat tekan beton rata-rata sebesar 19,64 MPa, kemudian meningkat cukup tajam pada umur 14 hari menjadi 30,07 MPa. Setelah itu, pada umur 28 hari nilai kuat tekan sedikit menurun menjadi 27,57 MPa, namun nilainya masih lebih tinggi dibandingkan umur 7 hari.

Peningkatan kuat tekan beton dari umur 7 hari ke 14 hari mencapai sekitar  $\pm 53\%$ , yang menunjukkan bahwa proses hidrasi semen berlangsung dengan baik pada fase awal pengerasan beton. Sementara itu, meskipun terjadi sedikit penurunan pada umur 28 hari sebesar  $\pm 8,3\%$  dibandingkan umur 14 hari, hasil ini masih menunjukkan bahwa beton telah mencapai kekuatan yang cukup baik dan mendekati kondisi optimum.

Fenomena penurunan kekuatan pada umur 28 hari dapat disebabkan oleh adanya penambahan arang briket sebagai adisi yang memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan pasir, sehingga meningkatkan porositas beton. Dengan demikian, semakin tinggi persentase campuran arang briket, maka kekuatan beton cenderung menurun.

#### 4.9 Kuat Tarik Belah

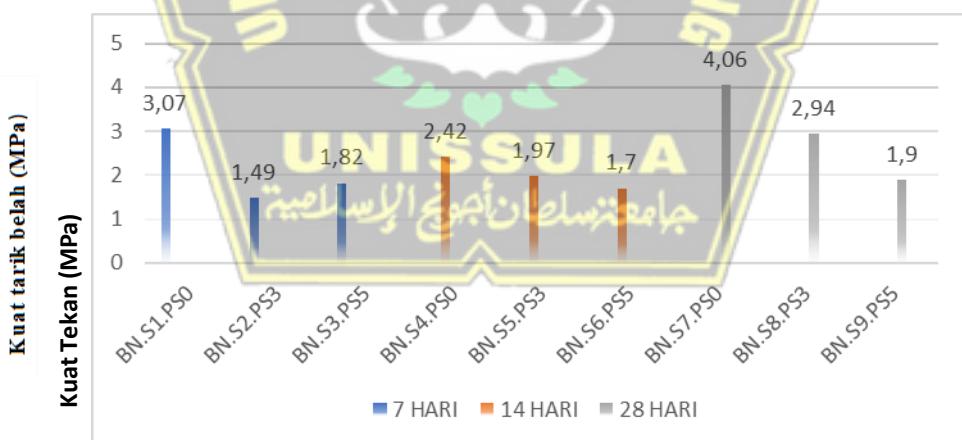
Pada Tabel 4.26 di bawah ini dapat dilihat Data yang didapatkan dari Kuat tarik belah Beton.

**Tabel 4.26.** Hasil Kuat Tarik Belah.

No	Kode Beton	Umu r Beto n	Beban Maximum $P$	Kuat Tekan $f'c = \frac{P}{A}$
		(Hari)	(kN)	(MPa)
1	BN.S1.PS0	7	217,57	3,07
2	BN.S2.PS3	7	105,63	1,49
3	BN.S3.PS5	7	128,85	1,82
4	BN.S4.PS0	14	171,50	2,42
5	BN.S5.PS3	14	139,28	1,97
6	BN.S6.PS5	14	120,82	1,70
7	BN.S7.PS0	28	253,09	4,06
8	BN.S8.PS3	28	183,49	2,94
9	BN.S9.PS5	28	118,81	1,9

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Pada Gambar 4.23 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Pengujian Kuat Tarik Belah



**Gambar 4.23.** Grafik Kuat Tarik Belah  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.23, diperoleh bahwa nilai kuat tarik belah beton mengalami perkembangan seiring dengan pertambahan umur beton. Pada umur 7 hari, kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 2,13 MPa, kemudian mengalami sedikit peningkatan pada umur 14 hari menjadi 2,03 MPa. Selanjutnya, pada umur 28 hari kuat tarik belah beton meningkat cukup signifikan menjadi 2,97 MPa.

Hasil ini menunjukkan bahwa beton terus mengalami perkembangan kekuatan tarik belah hingga umur 28 hari. Peningkatan dari umur 14 hari ke 28 hari mencapai sekitar  $\pm 46\%$ , yang menandakan proses hidrasi semen berlangsung dengan baik dan mampu memperbaiki ikatan antar butir agregat maupun pasta semen.

Meskipun pada umur 14 hari sempat terjadi sedikit penurunan dibandingkan umur 7 hari (sekitar  $\pm 4,7\%$ ), namun pada umur 28 hari nilai kuat tarik belah kembali meningkat dan bahkan melampaui nilai sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa beton telah mencapai kondisi optimum pada umur 28 hari, sesuai dengan karakteristik perkembangan kekuatan beton pada umumnya.

#### 4.10 Kuat lentur

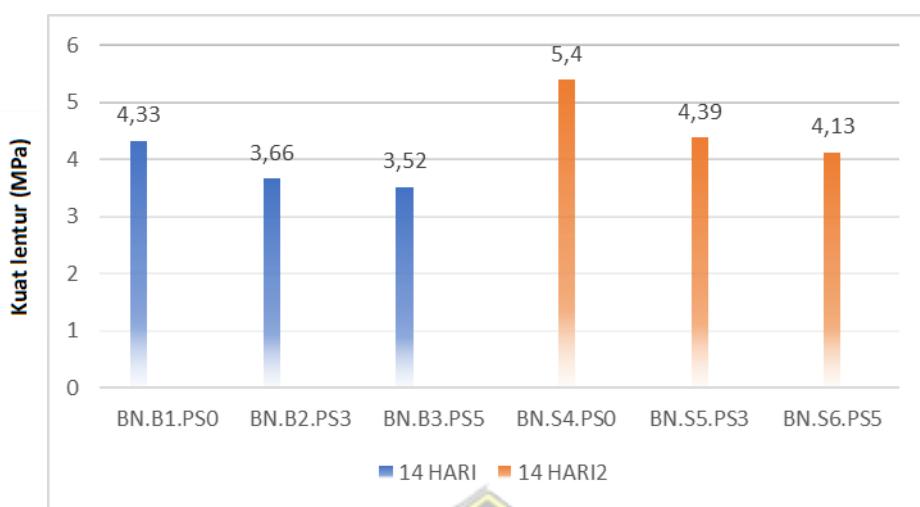
Pada Tabel 4.27 di bawah ini dapat dilihat Data yang didapatkan dari Kuat Lentur.

**Tabel 4.27. Hasil Kuat Lentur**

No	Kode Beton	Umur Beton (Hari)	Beban Maximum $P$	Kuat Tekan $f'c = \frac{P}{A}$
			(kN)	(MPa)
1	BN.B1.PS0	14	32,53	4,33
2	BN.B2.PS3	14	27,50	3,66
3	BN.B3.PS5	14	26,45	3,52
4	BN.B4.PS0	28	35,71	5,40
5	BN.B5.PS3	28	29,08	4,39
6	BN.B6.PS5	28	27,30	4,13

(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Pada Gambar 4.24 di bawah ini dapat dilihat Hasil dari Pengujian Kuat Lentur Beton pada Umur 14 dan 28 Hari.



**Gambar 4.24.** Grafik Kuat lentur  
(Sumber : Hasil Penelitian, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.24, diperoleh bahwa nilai kuat lentur beton pada umur 14 hari menunjukkan variasi yang cukup jelas antar campuran. Pada pengujian pertama (14 HARI), nilai kuat lentur tertinggi ditunjukkan oleh beton normal BN.B1.PS0 sebesar 4,33 MPa, sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh campuran BN.B3.PS5 sebesar 3,52 MPa.

Pada pengujian kedua (14 HARI2), terjadi peningkatan nilai kuat lentur beton. Beton normal BN.S4.PS0 mencapai nilai tertinggi sebesar 5,40 MPa, diikuti oleh campuran BN.S5.PS3 sebesar 4,39 MPa dan BN.S6.PS5 sebesar 4,13 MPa.

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan campuran arang briket masih mampu mempertahankan kuat lenturnya, meskipun nilainya cenderung turun dibanding beton normal. Peningkatan kekuatan pada pengujian kedua menandakan bahwa beton terus mengalami proses hidrasi dan pemanjangan mikrostruktur, sehingga ikatan antar pasta semen dan agregat menjadi lebih baik.

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

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

#### **1. Kuat Tekan Beton**

Nilai kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi campuran serbuk arang briket sebesar 0%, 3%, dan 5% menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh pada campuran 0%. Pada umur 7 hari kuat tekan maksimum sebesar 29,24 MPa, pada umur 14 hari sebesar 37,48 MPa, dan pada umur 28 hari sebesar 44,42 MPa.

#### **2. Kuat Tarik Belah Beton**

Nilai kuat tarik belah beton pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi campuran serbuk arang briket sebesar 0%, 3%, dan 5% juga menunjukkan hasil terbaik pada campuran 0%. Pada umur 7 hari diperoleh kuat tarik belah sebesar 3,07 MPa, pada umur 14 hari sebesar 2,42 MPa, dan pada umur 28 hari sebesar 4,06 MPa.

#### **3. Kuat Lentur Beton**

Nilai kuat lentur beton pada umur 14 dan 28 hari dengan variasi campuran serbuk arang briket sebesar 0%, 3%, dan 5% menunjukkan bahwa kuat lentur tertinggi diperoleh pada campuran 0%. Pada umur 14 hari kuat lentur maksimum sebesar 4,33 MPa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 5,40 MPa.

### **5.2 Saran**

1. Kualitas material penyusun beton harus diperhatikan dengan cermat dan dipastikan sesuai dengan standar yang berlaku (SNI) agar diperoleh hasil yang optimal.
2. Dalam perencanaan komposisi campuran beton, perhitungan harus dilakukan secara teliti agar mutu beton sesuai dengan rencana awal.
3. Pada saat pencampuran, semen, agregat halus, dan agregat kasar harus benar-benar tercampur merata sebelum ditambahkan air.
4. Penambahan air sebaiknya dilakukan secara bertahap, bukan sekaligus, untuk menghindari adukan terlalu encer dan agar nilai slump sesuai dengan yang direncanakan.

5. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton sebaiknya dilakukan pada beberapa umur beton yang berbeda sehingga dapat memberikan gambaran lebih lengkap mengenai perkembangan kekuatan beton seiring waktu.



## DAFTAR PUSTAKA

Andreо, Priyo, dkk. 2013. *Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Blok Beton Sandwich dengan Isian Styrofoam*. Jurnal Unika Soegijapranata.

Badan Standardisasi Nasional. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Normal*. SNI 03-4431-1997. Jakarta: BSN.  
Tersedia di: [https://kuliahtekbah.weebly.com/uploads/2/5/5/3/25539878/sni\\_03-4431-1997\\_uji\\_lentur.pdf](https://kuliahtekbah.weebly.com/uploads/2/5/5/3/25539878/sni_03-4431-1997_uji_lentur.pdf)

Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Jakarta: BSN.  
Tersedia di: <https://tekniksipil.usu.ac.id/images/PDF/2002-12-SNI-03-2847-2002-Beton.pdf>

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Slump Beton*. SNI 1972:2008. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. SNI 7394:2008. Jakarta: BSN.  
Tersedia di: <https://klinikkonstruksi.jogjaprov.go.id/storage/images/peraturan/SNI%207394-2008%20-%20Tata%20Cara%20Perhit%20Harga%20Sat%20Pek%20Beton%20utk%20konstruksi%20BG%20&%20Rmh.pdf>

Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. SNI 1974:2011. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. SNI 2493:2011. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. SNI ASTM C136:2012. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. SNI 2491:2014. Jakarta: BSN.

Luthfi, Hakim. 2023. *Pengaruh Pemakaian Serbuk Arang Kayu dan Zat Retarder sebagai Filler Semen terhadap Kuat Tekan*. Universitas Semarang. Tersedia di:  
<https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2019/C.131.19.0080/C.131.19.0080-15-File-Komplit-20230907024406.pdf>

Pane, Fanto Pardomuan, dkk. 2015. "Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kuat Tekan Beton." *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3, No. 5, hlm. 313–321.

Prasetya, Rizal Yoga. 2017. *Analisis Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton dengan Agregat Halus Campuran Pasir Merah Purwodadi dan Pasir Kaliworo Klaten*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tersedia di: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/48276>

Saputra, Muhamad Azri, Ahmad, dan Nuril Wafa. 2025. *Pengaruh Pasir Silika sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Sifat-Sifat Teknis Beton*.

Sari, Rosie Arizki Intan, dkk. 2015. "Pengaruh Jumlah Semen dan FAS terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat yang Berasal dari Sungai." *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3, No. 1, hlm. 68–76.

Yahya, Akhmad Tontowi, dan Aliem Sudjatmiko. 2019. *Perbandingan Kuat Lentur Sambungan Beton Keras dan Beton Segar Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton Styrobond sebagai Perekat dan Sambungan Tanpa Lem Beton*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tersedia di: <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/sipil/article/view/1542/1504>

