

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK BESI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TARIK BETON**

*(Studi Penelitian)*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**LUSIA JUWITA**

**2107210128**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

### LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lusia Juwita

NPM : 2107210128

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti  
Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tarik Beton

Bidang Ilmu : Struktur

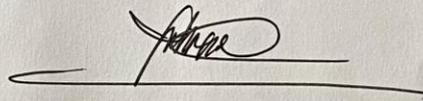
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada

Panitia Ujian Skripsi :

Medan, 11 September 2025

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., IPM

## LEMBAR PENGESAHAN

### LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lusia Juwita

NPM : 2107210128

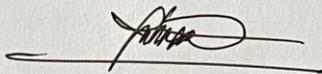
Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti  
Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tarik Beton

Bidang Ilmu : Struktur

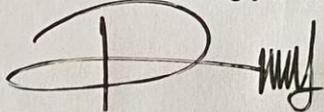
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Agustus 2025  
Mengetahui Dan Menyetujui  
Dosen Pembimbing



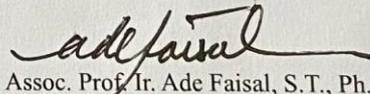
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., IPM

Dosen Penguji I



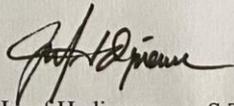
Dr. Fetra Veny Riza, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., Ph.D

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lusia Juwita

NPM : 2107210128

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tarik Beton”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat dan ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2025

Saya yang menyatakan

  
Lusia Juwita

## ABSTRAK

### PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK BESI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TARIK BETON

Lusia Juwita  
2107210128

Dr. Fahrizal Zulkarnain PhD, IPM

Di zaman sekarang ini kebutuhan infrastruktur semakin meningkat, salah satunya yaitu kebutuhan bangunan gedung, Terutama di bidang teknologi beton, karena tingginya kebutuhan beton di bidang konstruksi sehingga diperlukan ide dan inovasi untuk menciptakan beton mutu tinggi dengan bahan baku yang melimpah, salah satu bahan pengganti yang dapat digunakan yaitu serbuk besi. Besi memiliki struktur yang lebih keras dan kuat dari pada pasir. Selain itu, besi juga memiliki kuat tarik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir pada beton terhadap kuat tarik beton dan juga untuk mengetahui kuat tarik optimum beton setelah penambahan serbuk pada variasi takaran 5%; 10% dan 15% dari agregat halusnya. Metode perhitungan campuran beton yang digunakan mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan mutu beton rencana sebesar 20 MPa. Beton yang diuji berumur 14 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tarik beton normal sebesar 2,476 MPa, sedangkan pada variasi takaran penambahan serbuk besi 5%; 10% dan 15% dari agregat halusnya masing-masing sebesar 2,689 MPa, 2,524 MPa dan 2,264 MPa. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa nilai kuat tarik beton pada variasi 5% dan 10% meningkat sebesar 0,75% dan 0,17% dari kuat Tarik beton normal, sedangkan 15% mengalami penurunan sebesar 0,7% dari kuat Tarik beton normalnya. Maka trendline nilai kuat tarik beton tertinggi pada variasi 5% yaitu 2,689 MPa sehingga titik optimumnya pada variasi 5%.

**Kata Kunci :** Beton, Serbuk Besi, Kuat Tarik Beton.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF USING IRON POWDER WASTE AS A PARTIAL REPLACEMENT FOR SAND ON THE TENSILE STRENGTH OF CONCRETE**

*Lusia Juwita*  
2107210128

*Dr. Fahrizal Zulkarnain PhD, IPM*

*In today's era, the demand for infrastructure is increasingly rising, including the need for building construction. This is especially true in the field of concrete technology, where the high demand for concrete in construction requires new ideas and innovations to produce high-quality concrete using abundant raw materials. One of the alternative materials that can be used is iron powder. Iron has a harder and stronger structure than sand, and it also possesses high tensile strength. This research aims to determine the influence of using iron powder as a partial replacement for sand in concrete on its tensile strength, and to identify the optimum tensile strength after adding iron powder in variations of 5%, 10%, and 15% of fine aggregate. The concrete mix design refers to SNI 03-2834-2000 with a planned concrete strength of 20 MPa. The concrete was tested at the age of 14 days and 28 days. The tensile strength result of normal concrete was 2.476 MPa, while the tensile strength for the 5%, 10%, and 15% iron powder variations were 2.689 MPa, 2.524 MPa, and 2.264 MPa respectively. Based on these results, it is concluded that the tensile strength of concrete increased by 0.75% and 0.17% at 5% and 10% variations, respectively, while it decreased by 0.7% at 15% variation compared to normal concrete. Therefore, the trendline shows that the highest tensile strength was achieved at the 5% variation, which was 2.689 MPa, making it the optimum point.*

**Keywords:** *Concrete, Iron Powder, Tensile Strength of Concrete.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tarik Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, ST, M.Sc, Ph.D, selaku dosen penguji 1.
3. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., Ph.D. selaku dosen penguji 2, sekaligus sebagai wakil dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Sekretaris program studi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
7. Seluruh Bapak/Ibu dosen di program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu staf administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Ahmad Zukri dan Ibunda tercinta Rahmiyati yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Saudari penulis Miyarnis M.P, Rifaatul Mahmudah M.Pd, Deslia Amanda M.Pd dan Aina Syuhada yang selalu memberi semangat dan membantu penulis.
11. Rekan-rekan seperjuangan PK IMM FATEK UMSU dan lainnya yang tidak bisa namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI	II
ABSTRAK	IV
<i>ABSTRACT</i>	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR LAMPIRAN	XIII
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	XIV
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Serbuk Besi sebagai Bahan Tambah Beton	6
2.2 Kuat Tarik Beton	8
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Bagan Alir Penelitian	11
3.1.1 Data primer	12
3.1.2 Data sekunder	13
3.2 Tahapan Penelitian	13
3.3 Lokasi dan waktu Penelitian	14
3.4 Alat Dan Bahan	14
3.4.1 Alat	14

3.4.2	Bahan	15
3.5	Pemeriksaan Alat Dan Bahan	15
3.5.1	Bahan-Bahan Dasar	15
3.5.2	Analisa Saringan Agregat	16
3.5.3	Kadar Air	16
3.5.4	Berat Jenis dan Penyerapan	17
3.5.5	Kadar Lumpur	17
3.5.6	Berat Isi	17
3.6	Benda Uji Beton	18
3.7	Pelaksanaan Penelitian	19
3.7.1	<i>Mix design</i>	19
3.7.2	Slump Test	20
3.7.3	Pembuatan Benda Uji	20
3.7.4	Uji Kuat Tarik Beton	21
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>23</b>
4.1	Hasil dan Analisa Pemeriksaan Material	23
4.1.1	Agregat Halus	23
4.1.2	Agregat Kasar	28
4.1.3	Serbuk Besi	34
4.2	Komposisi Campuran	38
4.3	Uji Beton	45
4.3.1	Slump Test	45
4.3.2	Uji Kuat Tarik Beton	46
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>51</b>
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>53</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>55</b>
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kandungan kimia pada serbuk besi (Bahri dan Irawan, 2010)	8
Tabel 3.1: Jumlah Sampel Benda Uji.	18
Tabel 3. 2 Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (SNI 03-1972-2008)	20
Tabel 4.1: Hasil Perhitungan MHB Agregat Halus	23
Tabel 4.2: Daerah Gradasi Agregat Halus	24
Tabel 4.3: Hasil Perhitungan Berat Jenis Agregat Halus	25
Tabel 4.4: Hasil pengujian berat volume agregat halus	26
Tabel 4.5: Rekapitulasi hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.	27
Tabel 4.6: Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	27
Tabel 4.7: Rekapitulasi hasil perhitungan MHB sampel 1 agregat kasar	28
Tabel 4.8: Rekapitulasi hasil perhitungan MHB sampel 2 agregat kasar	29
Tabel 4.9: Daerah Gradasi Agregat Kasar	29
Tabel 4.10: Rekapitulasi Perhitungan Berat Jenis Agregat Halus	31
Tabel 4.11: Hasil pengujian berat volume sampel 1 agregat kasar	32
Tabel 4.12: Hasil pengujian berat volume sampel 2 agregat kasar	32
Tabel 4.13: Data hasil pengujian kadar air agregat kasar	33
Tabel 4.14: Data hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	33
Tabel 4.15: Hasil perhitungan gradasi serbuk besi	34
Tabel 4.16: Daerah gradasi pasir	35
Tabel 4.17: Rekapitulasi hasil perhitungan berat jenis serbuk besi	36
Tabel 4.18: Rekapitulasi data hasil pengujian berat volume serbuk besi	37
Tabel 4.19: Rekapitulasi hasil pengujian kadar lumpur serbuk besi	38
Tabel 4.20: Perkiraan kekuatan tekan beton (MPa) dengan fas 0,5 (SNI 03-2834-2000)	39
Tabel 4.21: Perkiraan kebutuhan air per-meter kubik beton (SNI 2834-2000)	39
Tabel 4.22: Persyaratan fas dan jumlah semen minimum (SNI 2834-2000)	40
Tabel 4.23: Rekapitulasi mix design dan proporsi campuran beton	44
Tabel 4.24: Proporsi campuran benda uji dengan penambahan serbuk besi	45
Tabel 4.25: Hasil pengujian slump	45

Tabel 4.26: Pengujian kuat tarik beton normal dan kuat tarik beton dengan penambahan serbuk besi 5%	47
Tabel 4.27: Pengujian kuat tarik beton dengan penambahan serbuk besi 10 % dan 15%	47
Tabel 4.28: Persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.6: Sketsa Alat Penanda Garis Tengah Pada Spesimen (ResearchGate)	10
Gambar 2.7: Penempatan Spesimen Pada Mesin Uji Untuk Penentuan Kekuatan Tarik (ResearchGate)	10
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian.	11
Gambar 4.1: Grafik Gradasi Agregat Halus	24
Gambar 4.2: Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 1	30
Gambar 4.3: Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 2	30
Gambar 4.4: Grafik Gradasi Serbuk Besi	35
Gambar 4.5: Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan FAS	41
Gambar 4.6: Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	41
Gambar 4.7: Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah Selesai Dipadatkan	42
Gambar 4.8: Grafik hasil pengujian slump	46
Gambar 4.9: Grafik Hubungan Kuat Tarik Beton dengan Variasi Serbuk Besi	48
Gambar 4.10: Grafik Persentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan Beton	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat yang Digunakan	55
Lampiran 2. Gambar Bahan yang Digunakan	58
Lampiran 3. Gambar Hasil Pengujian Beton	59

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas tampang, mm <sup>2</sup>
BN	= Beton normal
BSB	= Beton dengan serbuk besi
$f'c$	= Kuat desak beton, MPa
L	= Panjang benda uji, mm
P	= Beban maksimum, N
D	= Diameter benda uji, mm
k	= Faktor pengali deviasi standar
M	= Nilai tambah
$f'cr$	= Kuat tekan rata-rata yang direncanakan, MPa
$f'ct$	= Kuat tarik beton, MPa
Sr	= Deviasi standar rencana
Wair	= Kadar air bebas
Wh	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus
Wk	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar
Fas	= Faktor air semen
Bjag-gab	= Berat jenis agregat gabungan
Bjag-halus	= Berat jenis agregat halus
Bjag-kasar	= Berat jenis agregat kasar
P	= Persentase agregat halus (%)
K	= Persentase agregat kasar (%)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di zaman sekarang ini kebutuhan infrastruktur semakin meningkat, salah satunya yaitu kebutuhan bangunan gedung. Pembangunan gedung terus meningkat dan berkembang dari tahun ke tahun, pesatnya kegiatan pembangunan dalam bidang konstruksi saat ini sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan. Terutama di bidang teknologi beton, karena tingginya kebutuhan beton di bidang konstruksi sehingga dilakukan usaha-usaha untuk menciptakan beton mutu tinggi dengan bahan baku yang melimpah, mudah didapat dengan biaya yang murah, sehingga diperlukan inovasi pada elemen struktural maupun arsitektural (Pangloly dkk., 2018). Elemen struktural merupakan elemen bangunan yang berfungsi untuk mendistribusikan beban yang diterima dan beban sendiri sampai ke bagian tanah, sehingga beban dapat ditahan dan tidak terjadi keruntuhan atau kerusakan bangunan. Salah satu komponen penyusun gedung yang juga merupakan elemen struktural yaitu beton. Sedangkan elemen arsitektural merupakan komponen-komponen penyusun bangunan yang memiliki fungsi struktural, fungsional, dan estetika. Elemen-elemen ini mencakup berbagai bagian bangunan seperti atap, dinding, lantai, pintu, jendela, kolom, serta ornamen-ornamen yang memperkaya tampilan dan identitas arsitektur suatu bangunan (Roosandriantini dan Yulistya, 2022).

Dengan berkembangnya teknologi pada beton, maka semakin banyak ide dan inovasi yang digunakan untuk meningkatkan mutu beton, salah satu inovasinya yaitu dengan menambahkan bahan tambah atau bahan pengganti pada beton. Fungsi bahan pengganti ini yaitu untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton itu seperti untuk memudahkan pengerjaan, kekuatan beton, ketahanan, penghematan biaya dan waktu pengerasan. Salah satu bahan pengganti yang dapat digunakan yaitu serbuk besi. Seperti yang kita ketahui bahwa, kebutuhan manusia semakin meningkat yang salah satunya yaitu kebutuhan akan peralatan, peralatan ini dibutuhkan manusia untuk memudahkan aktivitas dan pekerjaan. Kebanyakan peralatan yang digunakan terbuat dari besi seperti pisau, parang, kapak, panci dan

lain sebagainya. Di setiap bengkel las bubut sering kita jumpai sisa bubut besi yang merupakan limbah dari hasil bubut besi. Sampai saat ini sisa limbah bubut belum dapat dimaksimalkan secara optimal (Bahri dan Irawan, 2010). Menurut Daryus A Sisa dari pengolahan alat-alat itu yaitu serbuk besi. Serbuk besi adalah hasil dari sisa potongan atau sisa pembubutan besi tuang yang merupakan hasil pemakaian di industri (Bahri, 2019). Besi memiliki sifat yang sangat kuat dan keras. Selain itu besi juga memiliki kekuatan tarik yang tinggi sehingga dapat ditarik tanpa membuatnya putus. Oleh karena itu, untuk memanfaatkan serbuk besi tersebut maka muncul gagasan untuk menambahkan serbuk besi pada beton.

Penggunaan Limbah serbuk besi sebagai pengganti pasir pada beton masih memiliki beberapa kekhawatiran, seperti pengaruhnya terhadap kuat tarik beton. Terdapat pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya penambahan serbuk besi, namun penambahan serbuk besi yang terlalu berlebihan juga dapat mengurangi kekuatan beton itu sendiri, Penggunaan serbuk besi yang baik adalah pada variasi 10% - 30% (Atik dan Julistyana Tistogondo, 2021). Kemudian, peneliti menemukan penelitian terdahulu dengan topik yang sama, dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian tersebut menggunakan serbuk besi pada variasi takaran 1,5% mengalami penurunan kuat tarik, sedangkan pada variasi 3% dan 4,5% mengalami kenaikan (Syaihu, 2022). Oleh karena itu, peneliti merasa perlu melakukan penelitian lanjutan dengan variasi takaran diatas 5% untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir pada beton terhadap kuat tarik beton.

Penelitian ini membandingkan sebuah silinder beton polos dengan silinder beton yang diberi tambahan bahan pengganti yaitu serbuk besi dengan variasi takaran serbuk besinya sebanyak 0%; 5%; 10% dan 15% dari berat agregat halus. Dimensi silinder beton yang dibandingkan sama serta takaran bahan penyusun betonnya sama hanya saja salah satunya ditambah dengan bahan tambah serbuk besi. Kedua model beton tersebut diuji dan dianalisis hingga akan diperoleh hasilnya.

Dalam penelitian ini, pengujian yang dilakukan yakni uji kuat tarik pada beton, dengan beton yang telah berumur 14 hari dan 28 hari. Pengujian perbandingan ini

untuk mengetahui tingkat kuat tarik kedua jenis beton tersebut dan untuk mengetahui kuat tarik optimum beton setelah ditambah dengan limbah serbuk besi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, maka dapat dirumuskan menjadi sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir pada beton terhadap kuat tarik beton ?
2. Berapa kuat tarik beton optimum setelah penambahan serbuk besi sebagai pengganti sebagian agregat halus pada variasi takaran 0%; 5%; 10% dan 15% dari berat pasir ?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Serbuk besi yang digunakan diperoleh dari toko online Rian Ido Grosir dan kondisi serbuk besi dalam keadaan tidak terkontrol.
2. Serbuk besi yang digunakan merupakan hasil dari pembubutan besi cor atau besi tuang.
3. Serbuk besi yang digunakan pada variasi takaran 0%; 5%; 10% dan 15% dari berat agregat halus.
4. Agregat kasar dan halus berasal dari Pinang Lombang.
5. Air yang digunakan adalah air di Laboratorium BBPJNSU yang berasal dari PDAM Tirtanadi.
6. Semen yang digunakan adalah PC (Portland Cement) tipe 1 yang diperoleh di Laboratorium BBPJNSU.
7. Mix design menggunakan metode SNI 03-2834-2000.
8. Mutu beton yang digunakan yakni mutu 20 MPa, dengan slump 60 – 180 mm dan umur beton 28 hari dan pengaruh luar berupa suhu, kelembaban udara, dan faktor-faktor lain diabaikan.

9. Benda uji untuk uji kuat tarik beton berupa 6 buah silinder untuk tiap parameter persennya yaitu 0%; 5%; 10% dan 15% yang mana jumlah untuk uji kuat tarik beton sebanyak 3 buah untuk benda uji umur 28 hari untuk tiap parameternya dengan dimensi silindernya yaitu tinggi 15 cm dan diameter 30 cm. Sehingga total dari benda uji yaitu sebanyak 24 buah.
10. Benda uji dirawat dengan cara direndam dengan air hingga 1 hari sebelum dilakukan pengujian.
11. Pengujian dilaksanakan di laboratorium Pengujian Bahan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Utara dan untuk pengujian kuat tariknya di laboratorium Teknik sipil Universitas Sumatera Utara.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan seberapa besar pengaruh penambahan serbuk besi sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton terhadap kuat tarik beton.
2. Memperoleh kuat tarik beton optimum setelah dilakukan penambahan serbuk besi sebagai pengganti sebagian agregat halus pada variasi takaran 0%; 5%; 10% dan 15%.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua orang baik itu bagi penulis maupun pembaca. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan apakah limbah serbuk besi dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton.
2. Mengetahui perbandingan kuat tekan beton dan kuat tarik beton antara beton dengan bahan tambah limbah serbuk besi dengan beton biasa.
3. Mengetahui takaran jumlah serbuk besi yang digunakan dalam beton yang dapat menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik beton yang optimum.
4. Menjadi bahan pertimbangan untuk penggunaan limbah serbuk besi sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton.

5. Menjadi referensi penggunaan limbah serbuk besi sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton.
6. Dapat mengurangi limbah serbuk besi yang ada.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Didalam Bab ini akan menguraikan penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas secara singkat mengenai teori penelitian sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada..

### **BAB 3 PEMODELAN STRUKTUR**

Bagian bab ini membahas tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan, teknik pengumpulan data, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta teknik analisis data.

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan masalah dari hasil yang didapatkan.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan menyajikan penjelasan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penulisan Tugas Akhir ini dan saran-saran yang dapat diterima penulis agar lebih baik lagi kedepannya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Serbuk Besi sebagai Bahan Tambah Beton**

Serbuk besi merupakan hasil dari sisa potongan atau sisa pembubutan besi tuang/besi cor yang merupakan hasil pemakaian di industri. Besi cor merupakan perpaduan antara unsur besi yang mengandung carbon (C), silikon (S), mangan (Mn), posfor (P) dan sulfur (S). Pada besi cor biasanya memiliki kandungan karbon sebesar 2 – 6,67% sedangkan pada baja memiliki kandungan karbon hanya sampai 2%. Semakin tinggi kadar karbon yang ada pada besi cor akan mengakibatkan besi cor menjadi rapuh dan getas. Terdapat 3 jenis besi tuang yang banyak digunakan yaitu besi tuang kelabu (grey cast iron), besi tuang ulet atau besi tuang nodular (nodular cast iron) dan besi tuang putih (white cast iron). Komposisi kimia yang dimiliki ketiga jenis besi tuang tersebut hampir sama (Bahri dan Irawan, 2010).

Menurut Olutoge FA dalam penelitiannya ada kemungkinan untuk penggantian pasir (agregat halus) dengan serbuk besi dalam produksi beton. Penggunaan serbuk besi dalam produksi beton akan mengarah pada pengelolaan limbah lingkungan yang lebih baik dan pemanfaatan limbah industri yang menguntungkan. Serbuk besi dapat digunakan untuk produksi beton berat. Dibandingkan dengan campuran kontrol, kuat tekan beton meningkat untuk tingkat penggantian pasir dengan serbuk besi sebesar 10% dan 20% masing-masing sebesar 3,5% dan 13,5% sementara terjadi penurunan sebesar 8% untuk tingkat penggantian 30%. Dengan demikian, penggantian optimum 10% dan 20% berat pasir (agregat halus) dengan serbuk besi dalam campuran beton direkomendasikan untuk produksi beton tergantung pada sifat kekuatan yang diinginkan yang dibutuhkan dalam beton (Olutoge dkk., 2016).

Penelitian oleh Fakhri Rahmadillah syaihu menunjukkan bahwa penambahan serbuk besi sebesar 1,5% dari agregat halusnya mengalami penurunan kuat tarik sebesar 0,962% dari kuat tarik beton normal. Akan tetapi, untuk kuat tarik beton setelah penambahan serbuk besi pada variasi takaran 3% dan 4,5% dari agregat halusnya mengalami kenaikan masing-masing sebesar 1,219% dan 4,259% dari kuat tarik betonnya (Syaihu, 2022).

Serbuk besi, yang didapatkan dari proses pemrosesan besi dan limbah industri, sudah terbukti memiliki potensi untuk dimanfaatkan untuk bahan tambahan campuran pada beton. Penambahan serbuk besi diyakini dapat mempengaruhi sifat mekanis beton, baik secara positif maupun negatif, tergantung pada proporsi dan cara penggunaannya. Serbuk besi dapat berfungsi sebagai agregat halus tambahan yang memperkuat beton, namun juga dapat memengaruhi densitas dan kestabilan struktur beton tersebut (Maram dkk, 2025). Menurut Fansuri di dalam penelitiannya menyatakan diketahui bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya penambahan serbuk besi, namun penambahan serbuk besi yang terlalu berlebihan juga dapat mengurangi kekuatan beton itu sendiri. Penggunaan serbuk besi yang baik adalah pada variasi 10% - 30% dengan kuat tekan beton karakteristik optimum 21,42 N/mm<sup>2</sup> dan pengaruh sebesar 26% - 60% (Purwanto dan Wardani, 2020).

Hasil penelitian oleh Purwanto dan Wardani bahwa uji kuat tekan beton dengan penambahan serbuk besi dari Desa Limbang Jaya yaitu kuat tekan beton normal pada umur 28 hari sebesar 241,17 kg/cm<sup>2</sup> dan melebihi mutu beton rencana sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup>, Kuat tekan beton setelah penambahan serbuk besi 5%, 10% dan 15% adalah sebesar 218,5 kg/cm<sup>2</sup>, 217,59 kg/cm<sup>2</sup> dan 21623 kg/cm<sup>2</sup>, Dari hasil uji kuat tekan beton tersebut terjadi penurunan di setiap penambahan campuran limbah serbuk besi terhadap beton normal, sehingga mutu beton semakin menurun dari mutu beton rencana K225, Perlu penelitian lebih lanjut dengan penambahan serbuk besi dibawah 5% (Purwanto dan Wardani, 2020).

Pengaruh Serbuk besi berbeda dengan pasir besi. Pasir besi merupakan pasir berwarna abu hingga kehitaman yang terdapat di pantai yang mengandung mineral magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) dan hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang disertai dengan mineral pengotor seperti kuarsa, piroksen, biotit, rutil, dan lain-lain. Sedangkan serbuk besi mengandung carbon (C), silikon (S), mangan (Mn), posfor (P) dan sulfur (S) yang jarang dimanfaatkan sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan sebagai bahan tambah pada pasir dalam campuran beton adalah kesamaan karakteristik antara pasir dan serbuk besi, baik ukuran maupun gradasinaya.

Secara umum serbuk besi mengandung unsur kimia (Bahri dan Irawan, 2010) seperti tertera pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 2.1: Kandungan kimia pada serbuk besi (Bahri dan Irawan, 2010)

Kandungan Kimia	Persentase (%)
Silikon (Si)	1-3
Carbon (C)	2-4
Mangan (Mn)	0,8
Fospor (P)	0,1
Sulfur (S)	0,05
Besi (Fe)	Sisa

## 2.2 Kuat Tarik Beton

Pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakkan dengan kecepatan pembebanan konstan yang berkisar antara 0,7 hingga 1,4 MPa per menit sampai benda uji hancur. Kecepatan pembebanan untuk benda uji berbentuk silinder dengan ukuran panjang 300 mm dan diameter 150 mm berkisar antara 50 sampai 100 kN per menit. Mesin uji tekan yang digunakan untuk pengujian kuat tarik belah beton harus memenuhi ketentuan yang berlaku pada pengujian kuat tekan untuk benda uji beton, selain itu juga harus memenuhi persyaratan kecepatan pembebanan yang diatur dalam sub pasal 6 (kecepatan pembebanan) metoda ini (Bigatti dan Cronan, 2002). Pengujian kuat tarik beton dilaksanakan sama seperti pengujian berat volume, yaitu sewaktu benda uji berusia 28 hari. Pengukuran berat volume dilaksanakan dengan tidak merusak benda uji. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik beton, pengujiannya dilaksanakan dengan cara dimasukkan ke dalam mesin Compressive Loading Machine 200 tf. Benda uji diletakkan tegak lurus dengan pembebanan, dengan alasnya adalah tinggi benda uji. Pembebanan benda uji dilakukan secara bertahap, dengan kenaikan beban yang konstan hingga menghasilkan beban maksimum sampai benda uji terbelah (Pramanda dkk., 2024).

Beton memiliki kuat tarik yang rendah sehingga penggunaannya pada struktur harus dibantu dengan menggunakan material baja pada daerah yang mengalami kuat tarik, kuat tarik beton yaitu berkisar 8% -15% dari kuat tekannya.. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya pun berbeda-beda dari satu

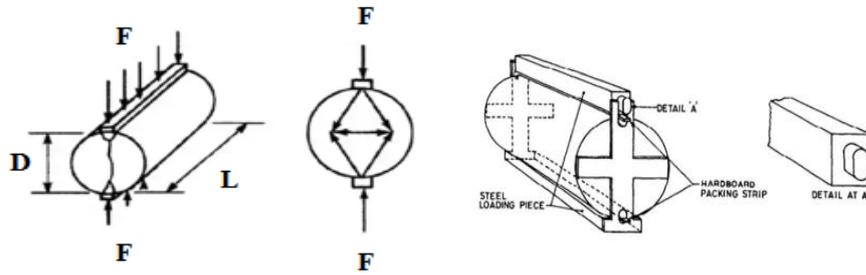
bahan percobaan ke bahan percobaan lainnya dibandingkan untuk silinder-silinder tekan beton (Zulkarnain, 2016). Kuat tarik beton untuk tingkat penggantian 10% dan 20% masing-masing meningkat sebesar 12,7% dan 1% dan menurun sedikit sebesar 1,7% untuk tingkat penggantian 30% jika dibandingkan dengan campuran kontrol, maka penggantian optimum 10% dan 20% berat pasir (agregat halus) dengan serbuk besi dalam campuran beton direkomendasikan untuk produksi beton tergantung pada sifat kekuatan yang diinginkan yang dibutuhkan dalam beton (Olutoge dkk., 2016) . Berdasarkan SNI 2491-2014 Kekuatan Tarik belah adalah ukuran tidak langsung dari kekuatan tarik objek uji yang berbentuk silinder. Ukuran ini diperoleh melalui pengujian beban pada silinder yang diletakkan secara mendatar di atas meja pada alat uji tekan. Kekuatan tarik belah ini dipakai dalam desain elemen struktur beton untuk menilai ketahanan terhadap gesekan beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari baja tulangan (Maram dkk., 2025). Untuk menghitung nilai kuat tarik belah beton digunakan Persamaan 3.2 berikut ini.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi DL} \quad (2.1)$$

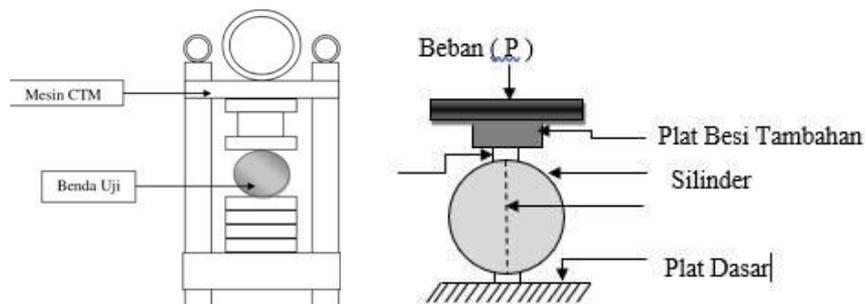
Dimana :

- $f_{ct}$  = kuat tarik belah (Mpa),
- P = beban pada waktu belah (N),
- D = diameter benda uji silinder (mm),
- L = panjang benda uji silinder (mm), dan
- $\pi$  = phi.

Pengujian kuat tarik beton, pengujiannya dilaksanakandengan cara dimasukkan ke dalam mesin Compressive Loading Machine 200 tf. Benda uji diletakkan tegak lurus dengan pembebanan, dengan alasnya adalah tinggi benda uji. Pembebanan benda uji dilakukan secara bertahap, dengan kenaikan beban yang konstan hinggamenghasilkan beban maksimum sampai benda uji terbelah (Pramanda et al., 2024b). Sketsa pengujian kuat tarik beserta benda uji silinder dan penempatan pada alat uji dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.1: Sketsa alat penanda garis tengah pada spesimen (*ResearchGate*)



Gambar 2.2: Penempatan spesimen pada mesin uji untuk penentuan kekuatan tarik (*ResearchGate*)

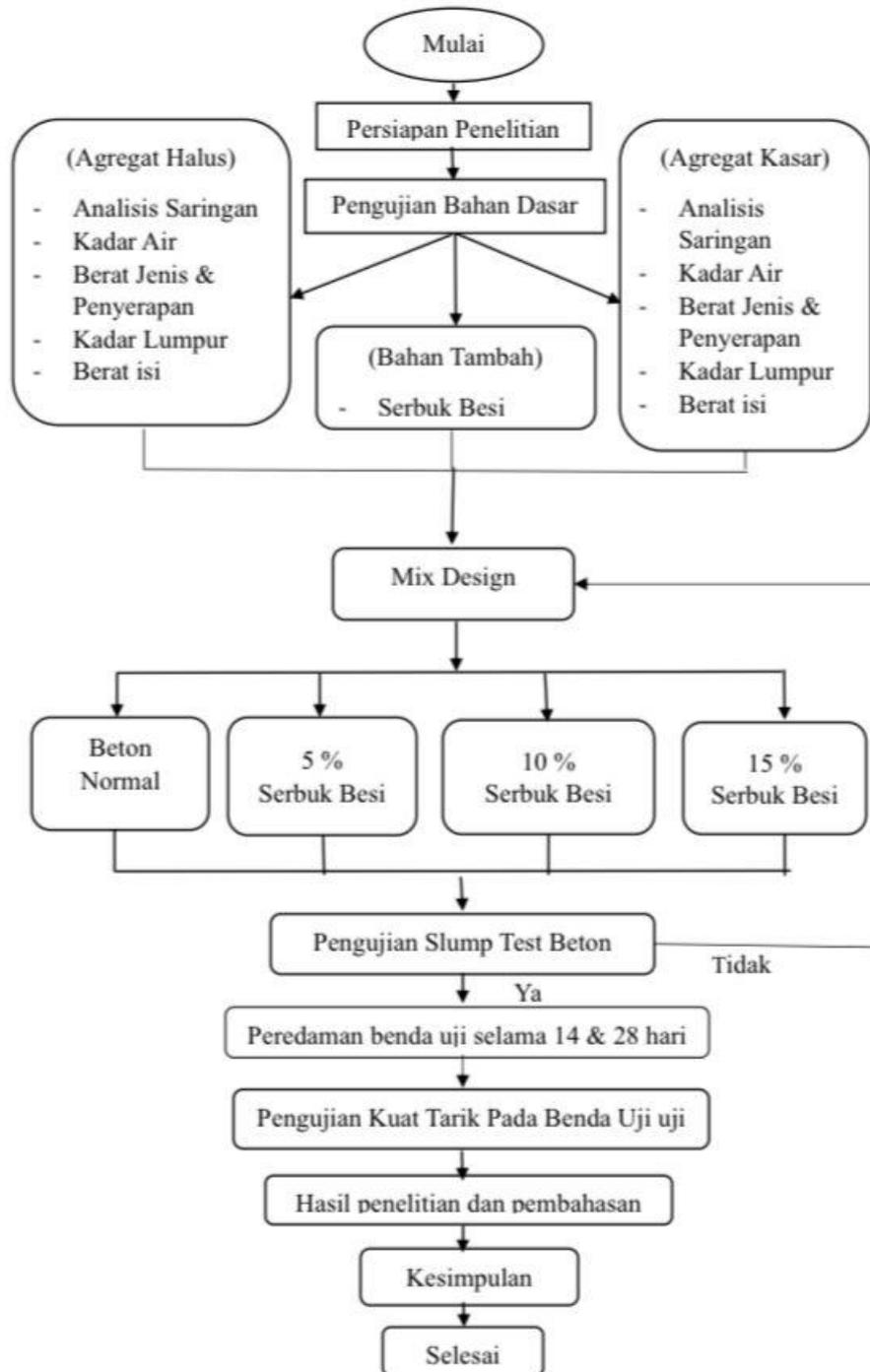
Keterangan : Gambar 2.1 dan 2.2 menunjukkan detail peralatan bantu penandaan garis tengah kedua sisi spesimen pada mesin uji menggunakan perangkat yang sesuai yang akan memastikan bahwa kedua garis tengah tersebut berada pada bidang aksial yang sama dan perangkat yang cocok untuk menggambar garis diameter pada setiap ujung dari silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm.

Berdasarkan hasil dari lima penelitian terdahulu diatas disimpulkan bahwa empat dari lima penelitian terdahulu menunjukkan hasil bahwa penelitian tersebut hanya membahas tentang kuat tarik beton, sedangkan satu dari lima penelitian sebelumnya membahas tentang topik yang sama yaitu pengaruh penggunaan limbah serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kuat tarik beton dengan variasi dibawah 5% yang belum diketahui titik optimumnya. Dengan minimnya penelitian ini maka peneliti merasa memiliki kesempatan untuk melanjutkan penelitian tersebut lebih dalam dengan variasi 5%, 10%, dan 15%.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian di bawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.

Bagan alir dari penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu eksperimen murni (true experiment) dengan desain penelitian faktorial. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang dilakukan dengan percobaan, yang merupakan metode kuantitatif untuk mengetahui pengaruh independent (treatment/perlakuan) terhadap variable dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2021). Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode eksperimen karena adanya perlakuan (treatment) yaitu mengatur persentase jumlah serbuk besi, variabel independen dalam penelitian ini adalah proporsi limbah serbuk besi sebagai pengganti pasir, sedangkan variabel dependen adalah kuat tarik beton.

Penelitian yang akan dilaksanakan ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium adalah sebagai berikut :

### **3.1.1 Data primer**

Dalam penelitian ini peneliti akan memperoleh data melalui data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama, baik melalui observasi maupun wawancara kepada informan (Samsu, 2017). Data primer yang diperoleh dari hasil perhitungan dilaboratorium meliputi:

1. Analisa saringan agregat ( SNI ASTM C 136: 2012)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat Kasar (SNI 1969-2016)
3. Berat jenis dan penyerapan agregat Halus (ASTM C 128: 2004)
4. Pemeriksaan berat isi agregat (ASTM C 29: 2009)
5. Pemeriksaan kadar air agregat ( SNI 1971-2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur ( ASTM C177: 2013)
7. Perencanaan campuran beton (Mix design) (SNI 03-2834-2000)
8. Uji Slump Test ( SNI 1972-2008)
9. Uji kuat tarik belah beton (SNI 2491-2014)

### **3.1.2 Data sekunder**

Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung dimana memberi data untuk peneliti, data tersebut didapatkan dari sumber yang bisa memberikan dukungan penelitian seperti dari literatur dan dokumentasi. Peneliti mendapatkan data sekunder dari penelitian terdahulu, artikel, jurnal dan buku, situs internet, serta informasi lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Data sekunder yang akan peneliti ambil sebagai referensi pembuatan beton dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. SNI (Standart Nasional Indonesia) 03-2834-2000 tentang cara pembuatan beton normal.
2. Jurnal-jurnal ilmiah serta buku-buku sebagai acuan yang mendukung jalannya penelitian ini.
3. Laporan praktikum beton, sebagai referensi untuk penunjang dalam penelitian ini. Sebuah permasalahan yang telah diuraikan akan terjawab dengan dilakukannya penelitian secara bertahap yang sebelumnya sudah dirangai dalam sebuah metode penelitian.

### **3.2 Tahapan Penelitian**

Adapun langkah-langkah yang akan diambil untuk penelitian ini sebagai berikut :

1. Persiapan material Kegiatan ini dilakukan dengan mempersiapkan material-material yang dibutuhkan sebelum dilakukannya persiapan material.
2. Pemeriksaan material Pemeriksaan yang dilakukan seperti kadar lumpur, kadar air, berat jenis, berat isi, dan analisa saringan.
3. Mix design Dalam tahap ini diperlukan adanya bimbingan oleh dosen pembimbing untuk meminimalisir terjadinya kesalahan perhitungan dalam menganalisa dan merencanakan kebutuhan campuran beton.
4. Pembuatan benda uji Setelah mempersiapkan proporsi campuran, maka benda uji siap untuk dibuat melalui pencampuran beton dengan mixer.
5. Pencetakan benda uji Sebelum pencetakan benda uji, dilakukan uji slump terlebih dahulu, kemudian beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder untu pengujian kuat tarik belah beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

6. Perawatan benda uji Setelah benda uji dicetak dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian beton direndam didalam bak perendam yang berisikan air selama 28 hari.
7. Pengujian kuat tarik belah Setelah beton direndam lalu diangkat dan dibiarkan 24 jam, kemudian dilakukan pengujian kuat tarik belah beton.

### **3.3 Lokasi dan waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan uji laboratorium di laboratorium Pekerjaan Umum (Kantor BBPJN SUMUT), Jl. Sakti Lubis no. 1 Medan. Dimulai pada tanggal 16 Juni 2025 sampai dengan 17 Juli 2025, dan pengujiannya dilakukan di laboratorium teknik sipil Univeritas Sumatera Utara.

### **3.4 Alat Dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat.**

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka dalam penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang akan digunakan meliputi:

1. Satu set saringan dengan nomor ayakan berturut-turut No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, dan No.100 untuk agregat halus, dan 1½”, 3/4”, 3/8” dan No.4 untuk agregat kasar.
2. Timbangan digital.
3. Pan
4. Skop tangan
5. Tabung ukur
6. Sarung tangan
7. Skrap
8. Mesin pengaduk beton (molen/mixer).
9. Cetakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
10. Satu set alat Slump Flow
11. Bak perendam.
12. Mesin kompres (compression testing machine).

### **3.4.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen yang dipakai pada penelitian ini ialah semen PC tipe 1 (Portland Cement).

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari Pinang Lembang.

3. Agregat Halus

Agregat halus yang akan dipakai pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Pinang Lembang.

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PDAM Tirtanadi.

5. Serbuk Besi

Serbuk besi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Toko Online Rian Indo Grosir, Bekasi.

Diperoleh dengan cara :

1. Pengumpulan dan penyortiran
2. Pembersihan dan pengeringan
3. Penghalusan dan pengayakan
4. Selesai

### **3.5 Pemeriksaan Alat Dan Bahan**

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan beberapa tahap pengujian terhadap material dan bahan maupun sampel dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan ini sebagaimana dijelaskan berikut ini.

#### **3.5.1 Bahan-Bahan Dasar**

Pengujian akan diawali dengan membersihkan bahan-bahan dasar seperti agregat halus, agregat kasar dari kotoran seperti lumpur sehingga terhindar dari

unsur-unsur organik yang mengurangi kualitas beton, dan dilakukan penjemuran pada material yang basah.

### 3.5.2 Analisa Saringan Agregat

Analisa saringan agregat menggunakan alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI ASTM C 136:2012, 2012). Standar ini akan menjadi acuan dan pegangan dalam pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar, adapun tujuannya adalah untuk mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan agregat kasar termasuk agregat campuran.

Pengujian akan dilakukan dengan cara penyiapan contoh uji, penimbangan, pengeringan, dan penyaringan. Dimana satu set saringan yang digunakan meliputi; 76,2 mm (3"); 37,5 mm(1½"); 19,1 mm (¾"); 9,5 mm (3/8"); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm). Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase material yang tertahan pada setiap saringan, persentase total dari material yang lolos setiap saringan, dan persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, serta indeks modulus kehalusan.

### 3.5.3 Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan agregat setelah dikeringkan maka semakin banyak kandungan air didalam agregat atau sebaliknya. Agregat yang basah akan membuat adonan beton juga menjadi basah.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM-C566-2004, 2004). Dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \quad (3.1)$$

Keterangan :

W : Kadar air total agregat (gr)

W1 : Berat agregat kondisi SSD (gr)

W2 : Berat agregat kering oven (gr)

### 3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air pada agregat yang akan digunakan dalam menghitung volume beton. Pengujian ini mengacu kepada (ASTM-C127-2013, 2013) untuk agregat kasar dan (ASTM-C128-2001, 2004) untuk agregat halus, dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_w = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (3.2)$$

dengan:

$S_w$  = Persentase penyerapan air (%)

$B_j$  = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

$B_k$  = berat benda uji kering oven (gr)

### 3.5.5 Kadar Lumpur

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan pengujian kadar lumpur, pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada (ASTM C177-2013, 2013). Perhitungan Kandungan lumpur berdasarkan Pers. 3.3

$$L = \frac{A - C}{A} \times 100 \% \quad (3.3)$$

Keterangan :

$L$  : Persentase lumpur dalam agregat (%)

$A$  : Berat agregat sebelum dicuci (gr)

$C$  : Berat agregat setelah dicuci dan kering oven (gr)

Persentase kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%, jika didapat kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% maka pasir harus di cuci dahulu.

### 3.5.6 Berat Isi

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan pengujian berat isi, pengujian berat isi agregat dilakukan untuk mengetahui volume produksi campuran beton, kadar semen yang digunakan dan kadar udara dalam beton dalam suatu campuran beton

segar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan panduan (ASTM C29-2009, 2009) berdasarkan Persamaan. 3.10 berikut:

$$M = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.4)$$

dengan:

$M$  = Berat isi agregat kering oven ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$M_c$  = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)

$M_m$  = berat wadah ukur (kg)

$V_m$  = volume wadah ukur ( $\text{m}^3$ )

### 3.6 Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini akan dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variable - variabel yang ditetapkan. Benda uji yang digunakan untuk diteliti kuat tariknya yaitu sebagai berikut:

1. Beton murni mutu K-300 ( $f'c = 24 \text{ MPa}$ )
2. Beton + 5% serbuk besi,
3. Beton + 10% serbuk besi, dan
4. Beton + 15% serbuk besi.

Pengujian yang akan dilakukan yaitu uji kuat tarik beton. Untuk jumlah sampel yang dibutuhkan dalam pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.1: Jumlah Sampel Benda Uji.

Jenis Pengujian	Kode benda uji	Limbah serbuk besi(%)	Semen (%)	Agregat halus(%)	Agregat kasar(%)	Umur beton (Hari)	Jumlah Sampel (Buah)	
Uji Kuat Tarik beton	BN	0%	100%	100%	100%	14	3	
						28	3	
	BSB 1	5%	100%	95%	100%	14	3	
						28	3	
	BSB 2	10%	100%	90%	100%	14	3	
						28	3	
	BSB 3	15%	100%	85%	100%	14	3	
						28	3	
	Jumlah							24

### 3.7 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.7.1 *Mix design*

Dalam penelitian ini peneliti akan melakukan *mix design*, *mix design* ini dilakukan untuk menentukan pemilihan bahan pada campuran dengan mempertimbangkan perbandingan dari setiap material beton agar mencapai syarat dengan kualitas sesuai dengan yang diharapkan. Metode *mix design* yang digunakan yaitu berdasarkan metode (SNI-03-2834-2000). Berikut ini perhitungan *mix design*.

- a. Menentukan data-data, antara lain meliputi :
  1. Kuat tekan yang disyaratkan  $f'c$ .
  2. Tipe semen yang digunakan.
  3. Tinggi slump yang disyaratkan.
  4. Ukuran butiran agregat maksimum yang digunakan.
  5. Jenis susunan agregat kasar.
  6. Gradasi susunan butiran agregat halus.
  7. Kondisi beton terlindungi atau tidak dari hujan dan terik matahari langsung
- b. Langkah-langkah perhitungan :
  1. Menentukan nilai deviasi standar
  2. Menentukan nilai tambah
  3. Menentukan kuat beton rata-rata ( $F'cr$ )
  4. Menentukan jenis semen yang digunakan
  5. Menentukan jenis agregat yang digunakan, meliputi:
    - a) Agregat halus (pasir)
    - b) Agregat kasar (kerikil)
  6. Menentukan Faktor Air Semen (fas)
  7. Menentukan kadar air bebas
  8. Menentukan kadar semen minimum
  9. Mencari persentase dari agregat halus/pasir
  10. Menghitung berat jenis agregat gabungan
  11. menghitung berat isi beton
  12. Menghitung kadar agregat gabungan
  13. Menghitung kadar masing-masing agregat

14. Menghitung proporsi campuran (setiap m<sup>3</sup>)
15. Menghitung proporsi campuran uji

### 3.7.2 Slump Test

Dalam penelitian ini peneliti akan melakukan uji slump, slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan dan workability suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat. Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI-1972-2008). Penetapan nilai slump adukan beton melalui Tabel 3.3

Tabel 3. 2 Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (SNI 03-1972-2008)

Uraian	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

### 3.7.3 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji pada penelitian ini akan dilakukan dengan pemeriksaan/pengujian pada tiap bahan dan juga akan dilakukan mix design sehingga mendapatkan proporsi campuran sesuai dengan rencana, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan mixing beton (SNI 2493:2011). Adapun langkah-langkah dalam mixing beton yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan penimbangan setiap bahan yang digunakan sesuai dengan perhitungan, serta tambahkan 10-20% pada tiap bahan untuk mengantisipasi ada kekurangan akibat bahan yang menempel pada dinding mixer dan lainnya.
2. Menimbang cetakan silinder sebelum diisi dengan beton segar/basah

3. Memasukkan semua material penyusun beton ke dalam mixer secara kering sedikit-sedikit atau secukupnya, kemudian tambahkan air dan seterusnya.
4. Sebaiknya sisakan sedikit air pada saat pencampuran bahan penyusun beton sebagai koreksi
5. Setelah semua bahan tercampur rata dan homogen, tuangkan adonan beton ke talam dan segera lakukan pengujian slump.
6. Apabila nilai slump telah sesuai dan memenuhi persyaratan, masukkan campuran beton ke dalam cetakan beton yang telah disiapkan dengan cara memasukkan adonan beton ke dalam cetakan setiap 1/3 bagian tinggi cetakan, kemudian ditusuk-tusuk menggunakan baja penumbuk sebanyak 25 kali secara merata. Pematatan juga dapat dilakukan dengan menggunakan vibrator/meja getar dan bisa juga dengan menggunakan palu karet yang dipukulkan pada dinding bagian luar cetakan. Pematatan ini bertujuan agar adonan beton tercampur rata dan padat, tanpa ada rongga baik di dalam maupun di permukaan beton.
7. Meratakan permukaan beton dengan menggunakan cetok atau alat perata lainnya agar permukaan rata sehingga pada saat pengujian desak seluruh permukaan menerima gaya desak yang sama besar.
8. Setelah 24 jam, cetakan beton dibuka dengan hati-hati dan diberi tanda agar tidak tertukar dengan benda uji yang lain.
9. Dilakukan perawatan benda uji (curing) dengan cara direndam dalam air atau ditutup dengan karung basah atau dengan cara disiram air selama umur perawatan.
10. Mengeringkan benda uji dengan cara mengeluarkan benda uji dari rendaman atau membuka tutup karung basah atau diberhentikan penyiraman 24 jam sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.

#### **3.7.4 Uji Kuat Tarik Beton**

Dalam penelitian ini peneliti melakukan pengujian kuat Tarik beton. Kekuatan tarik dalam arah sejajar dengan sumbu silinder sangat kecil dan berkisar antara 8% dan 15% dari AS. Secara umum, penentuan kekuatan tarik beton selalu sulit karena hasil yang diperoleh dapat bervariasi dengan bahan yang diuji dan juga sangat

bervariasi dibandingkan dengan hasil penentuan kekuatan tekan (Zulkarnain & Maulidza, 2024). Adapun langkah-langkah pengujian kuat Tarik beton (SNI 2491:2014, 2014) yaitu sebagai berikut :

1. Mengukur dan menimbang benda uji.
2. Memberi tanda pada benda uji berupa garis tengah pada tiap sisi ujung benda uji agar dapat memastikan kedua garis tengah tersebut berada dalam bidang aksial yang sama.
3. Meletakkan sebuah pelat atau batang penekan tambahan (bila digunakan) di atas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris.
4. Meletakkan sebuah dari dua buah bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis di atas meja tekan bagian bawah dari mesin uji tekan pada Tengah-tengahnya.
5. Letakkan benda uji di atas bantalan bantu sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji tegak lurus terhadap titik tengah bantalan bantu pembebanan tersebut.
6. Meletakkan bantalan bantu pembebanan kedua di atas benda uji dan kemudian meletakkan pelat atau batang penekan tambahan di atas bantalan tersebut bila digunakan.
7. Atur posisi pengujian agar mencapai kondisi yang sesuai.
8. Menjalankan mesin uji tekan dengan pembebanan dilakukan secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan pembebanan konstan yang berkisar antara 0,7 hingga 1,4 Mpa per detik sampai benda uji hancur/terbelah.
9. Mencatat waktu dan beban maksimum pengujian.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil dan Analisa Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus yang meliputi pengujian abrasi, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air dan kadar lumpur. Pemeriksa agregat dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Konstruksi Jalan dan Jembatan BBPJNSU, mengikuti panduan SNI, ASTM dan juga buku panduan praktikum beton UMSU.

##### 4.1.1 Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus bertujuan untuk mengetahui apakah material penyusun beton telah memenuhi persyaratan dan data hasil pengujian dapat digunakan dalam perencanaan mix design. Hasil pengujian agregat halus yang dilakukan beserta hasil pengujiannya yaitu

##### a) Analisa Saringan Agregat Halus

Tabel 4.1: Hasil perhitungan MHB agregat halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
No	(mm)	(gr)	Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Zona 2
No. 3/8	9.6	0	0	0	100	100
No. 4	4.75	16	16	3.2	96.8	90-100
No. 8	2.36	36	52	10.4	89.6	75-100
No.16	1.19	67	119	23.8	76.2	55-90
No. 30	0.52	190	309	61.8	38.2	35-59
No. 50	0.3	149	458	91.6	8.4	8-30
No. 100	0.15	37	495	99	1	0-10
No.200	Pan	5	500	100	0	0
Jumlah		500		389.8	410.2	
Modulus Halus Butiran			2.898			

Nilai gradasi pasir untuk menentukan jenis agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

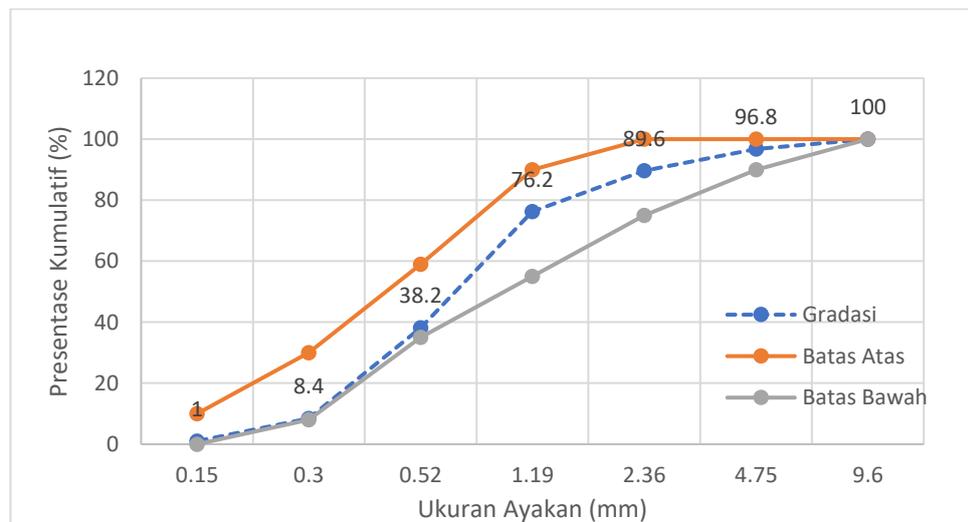
Tabel 4.2: Daerah gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
9.6	100	100	100	100
4.75	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36	60-95	75-100	85-100	95-100
1.19	30-70	55-90	75-100	90-100
0.52	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20.	8-30.	12-40.	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

- Daerah I : Pasir kasar
- Daerah II : Pasir agak kasar
- Daerah III : Pasir agak halus
- Daerah IV : Pasir halus

Berdasarkan dari data gradasi hasil pengujian pada tabel 4.1, tabel 4.2 dan tabel 4.3, agregat halus ini termasuk ke dalam agregat halus/pasir dengan gradasi pasir daerah II yaitu pasir agak kasar. Gradasi pasir daerah II untuk kedua sampel agregat halus dapat dilihat pada grafik pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1: Grafik gradasi agregat halus

Berdasarkan dari hasil pengujian ini, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) pada agregat halus ini sebesar 2,898. Nilai MHB masih memenuhi syarat MHB agregat halus yaitu 1,5-3,80 berdasarkan SK SNI S-04-1989.

b) Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian di lakukan sebanyak dua kali, data hasil pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3: Hasil perhitungan berat jenis agregat halus

<i>Fine Agregats (Agregat Halus) Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata-rata
			1	2	
<i>Wt of SSD sample in air (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)</i>	gr	Bj	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample (Berat contoh SSD kering oven)</i>	gr	Bk	489	490	489.5
<i>Wt of flask + water (Berat Piknometer penuh air)</i>	gr	B	842	842	842
<i>Wt of flask + water + sample (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)</i>	gr	Bt	1150	1152	1151
<i>Bulk sp. Grafity dry (Berat jenis contoh kering) (Sd)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bj-Bt)}$	2.55	2.57	2.56
<i>Bulk sp. Grafity SSD (Berat jenis contoh SSD) (Ss)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bj}{(B+Bj-Bt)}$	2.60	2.63	2.61
<i>Apparent sp. Grafity dry (Berat jenis contoh semu) (Sa)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bk-Bt)}$	2.70	2.72	2.71
<i>Absorption (Penyerapan) (Sw)</i>	%	$\frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$	2.25	2.04	2.14

Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian, didapatkan hasil yaitu kemampuan agregat halus dalam menyerap air sebesar 2,14 % sesuai dengan kriteria agregat halus normal yaitu maksimal sebesar 3%. Selain itu, didapat juga hasil berat jenis curah sebesar 2,56, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,61 dan berat jenis semu sebesar 2,71. Hal ini menunjukkan bahwa berat jenis masih masuk dalam kriteria berat jenis agregat normal yang ada pada SNI 03-1970-1990 yaitu 2,5-2,7.

c) Pengujian Berat Volume Agregat Halus

Pada pengujian berat volume agregat halus terdapat tiga acara yaitu cara lepas/gembur, rojok, goyang. Berikut ini merupakan data pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut

Tabel 4.4: Hasil pengujian berat volume agregat halus

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )	W1	gr	26750	28600	27950
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )	W2	gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	$W3=W1-W2$	gr	12100	14250	13600
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )	W4	cm <sup>3</sup>	10253	10253	10253
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> ) (Bi)	$W5=W3/W4$	gr/cm <sup>3</sup>	1.209	1.390	1.326
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1.299		
7	Berat Jenis Curah Agregat (Bulk Specific Geafity) Kondidi Kering (Sd)	$Bk/(B+Bj-Bt)$	gr/cm <sup>3</sup>	2.56		
8	Rongga Udara (%)		%	99.99		

Dari pengujian berat volume gembur, rojok, dan goyang agregat halus ini dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), didapatkan hasil berat volume gembur sebesar 1,209 gr/cm<sup>3</sup>, rojok sebesar 1,390 gr/cm<sup>3</sup>, goyang sebesar 1,326 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil ini telah memenuhi syarat berat volume pada SNI 03-4804-1998 yaitu 1,2-1,7 gr/cm<sup>3</sup>.

d) Lolos Saringan No. 200 (Uji Kandungan Lumpur)

Hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5: Rekapitulasi hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji	Satuan
Berat Wadah + Isi	W1		1128	gr
Berat Wadah	W2		628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1110	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	500	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	482	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	18	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100\%$	3.60	%

Berdasarkan pengujian kandungan lumpur yang telah dilakukan, didapatkan nilai kandungan lumpur dalam pasir yang digunakan sebesar 3,6 %. Hal ini menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan telah memenuhi kategori agregat halus normal karena memiliki nilai kandungan lumpur yang memenuhi persyaratan yang ada dalam PBI 1971 yaitu kandungan lumpur kurang dari 5%.

e) Pengukuran Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6: Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji
				I
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	1135
Massa Wadah	b		gr	628
Massa Benda Uji	W1	$a - b$	gr	507
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	1128
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	$c - b$	gr	500
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	0.62

Berdasarkan pengujian kandungan air yang telah dilakukan, didapatkan nilai kandungan air dalam pasir yang digunakan sebesar 0,62 %. Hal ini menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan telah memenuhi kategori agregat halus normal karena memiliki nilai kandungan air yang memenuhi persyaratan yang ada dalam ASTM C566-97 yaitu kandungan air kurang dari 5%.

#### 4.1.2 Agregat Kasar

Adapun pengujian agregat kasar yang dilakukan berupa analisa saringan atau garadasi, berat jenis agregat, kadar air agregat, kadar lumpur agregat, berat isi agregat dan uji keteguhan agregatnya dengan menggunakan metode ujinya masing-masing, hasil pengujiannya yaitu sebagai berikut.

##### a) Analisa Saringan Agregat Kasar

Hasil nilai modulus halus butir ini digunakan untuk mengetahui ukuran agregat kasar yang digunakan pada campuran beton. Rekapitulasi hasil perhitungan modulus halus butir (MHB) agregat kasar sampel 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8

Tabel 4.7: Rekapitulasi hasil perhitungan MHB sampel 1 agregat kasar

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
Batu 3/4			Tertahan (%)	% Tertahan	% Lolos	
ASTM	(mm)					Max 20 mm
3	75	0	0	0	100	
1 1/2	37	0	0	0	100	100-100
3/4	19	66	1.1	1.1	98.9	95-100
3/8.	9	4015	66.91	68.01	31.98	30-60
No. 4	4.75	1910	31.83	99.85	0.15	0-10
No. 8	2.4		0	99.85	0.15	
No. 16	1.2		0	99.85	0.15	
No. 30	0.6		0	99.85	0.15	
No. 50	0.3		0	99.85	0.15	
No.100	0.15		0	99.85	0.15	
No.200	Pan	9	0.15	100	0	0
Jumlah		6000		768,51		
Modulus Halus Butiran			6,685			

Tabel 4.8: Rekapitulasi hasil perhitungan MHB sampel 2 agregat kasar

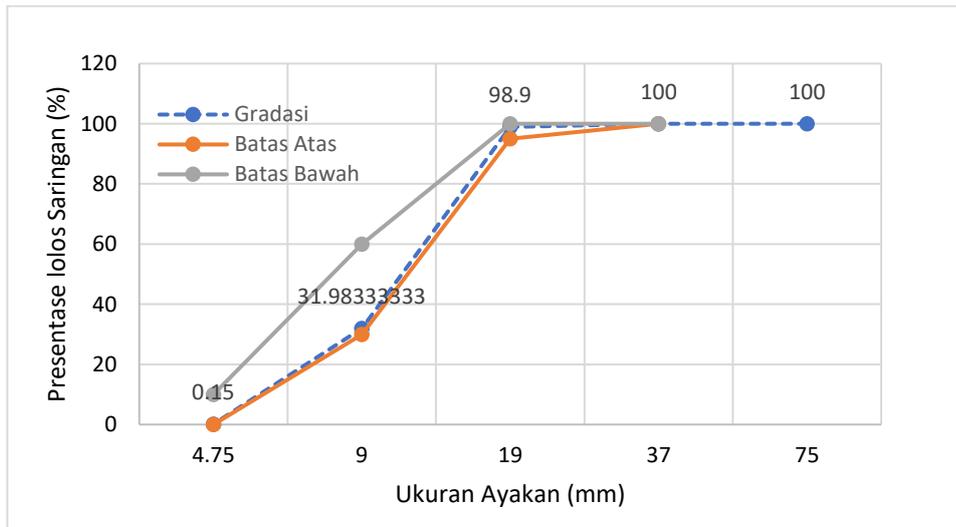
Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
Batu 1 1/2		(gr)	Tertahan (%)	%	%	Max 40 mm
ASTM	(mm)			Tertahan	Lolos	
3	75	0	0	0	100	100-100
1 1/2	37	58	0.32	0.32	99.67	95-100
3/4	19	9514	53.02	53.32	46.67	35-70
3/8.	9	3000	16.71	70.03	29.96	10-40.
No. 4	4.75	5363	29.87	99.91	0.08	0-5
No. 8	2.4		0	99.91	0.08	
No. 16	1.2		0	99.91	0.08	
No. 30	0.6		0	99.91	0.08	
No.50	0.3		0	99.91	0.08	
No.100	0.15		0	99.91	0.08	
No.200	Pan	15	0.083	100	0	0
Jumlah		17950		823,15		
Modulus Halus Butiran			7,231			

Berdasarkan dari hasil pengujian ini, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) pada sampel 1 dan sampel 2 yaitu sebesar 6,685 dan pada sampel 2 didapatkan nilai MHB sebesar 7,231. Berdasarkan persyaratan yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-f nilai MHB masih memenuhi syarat MHB agregat kasar yaitu 5,0 – 8,0. Berikut ini merupakan tabel gradasi agregat kasar untuk menentukan jenis gradasi aregat kasar yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 4.13 di halaman selanjutnya.

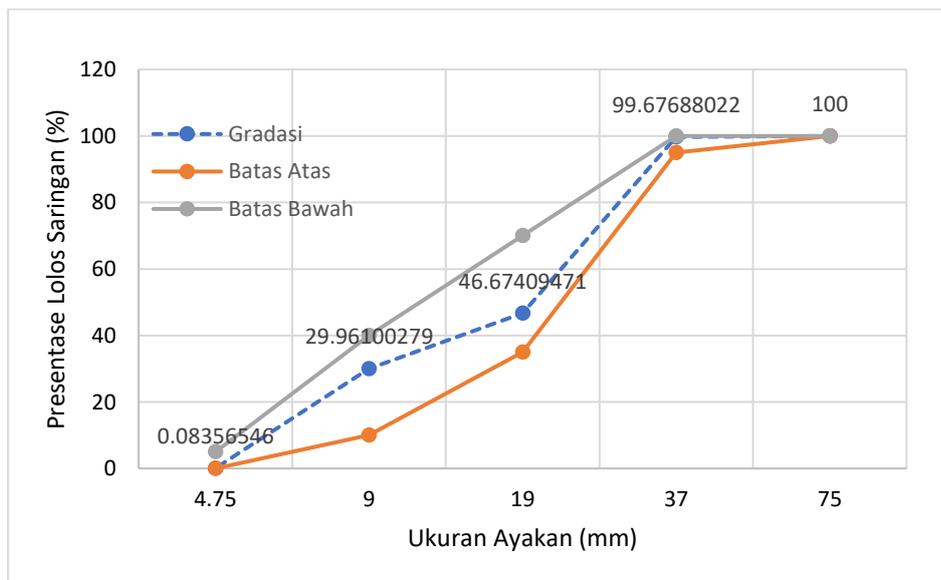
Tabel 4.9: Daerah Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan/Ayakan Sesuai Standar				Presentase lolos saringan		
				Ukuran Maksimal buturan		
SNI	mm	ASTM	Inchi	10	20	40
76	75	3	3			100-100
38	37	1 1/2	1,5		100-100	95-100
19	19	3/4*	0,75	100-100	95-100	35-70
9.6	9	3/8*	0,37	50-85	30-60	10-40.
4.8	4.75	No.4	0,18	0-10	0-10	0-5

Berdasarkan dari data gradasi hasil pengujian pada tabel 4.7, tabel 4.8 dan tabel 4.9, kedua sampel dari agregat kasar ini termasuk ke dalam gradasi ukuran maksimum 20 mm dan 40 mm. Berikut merupakan grafik analisa saringan agregat kasar sampel 1 dan 2 yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar sampel 1



Gambar 4.3: Grafik gradasi agregat kasar sampel 2

b) Berat Jenis Agregat Kasar

Pada pengujian berat jenis agregat kasar ini, digunakan 2 sampel uji. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4.10: Rekapitulasi perhitungan berat jenis agregat halus

<i>Fine Agregats (Agregat Halus)</i> <i>Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Benda Uji		Rata - rata
	I (1 1/2")	II (3/4")	
<i>Wt of SSD sample in air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh) (gr)	5000	5000	5000
<i>Wt of oven dry sample</i> (Berat contoh SSD kering oven) (gr)	4985	4980	4982.5
<i>Wt of Sample in water</i> (Berat contoh dalam air) (gr)	3007	3203	3105
<i>Bulk sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh kering) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.50	2.77	2.64
<i>Bulk sp. Grafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.51	2.78	2.65
<i>Apparent sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh semu) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.52	2.80	2.66
<i>Absorption</i> (Penyerapan)	0.30	0.40	0.35

Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian, didapatkan hasil yaitu kemampuan agregat kasar dalam menyerap air sebesar 0,35 % sesuai dengan kriteria agregat kasar normal yaitu maksimal sebesar 3%. Selain itu didapat juga hasil rata-rata berat jenis curah sebesar 2,64, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,65 dan berat jenis semu sebesar 2,66. Berat jenis agregat kasar ini telah memenuhi syarat berat jenis agregat normal yang ada pada SNI 03-1970-1990 yaitu 2,5-2,7.

c) Berat Volume Agregat Kasar

Pada pengujian berat volume agregat kasar ini digunakan 2 sampel uji dengan cara bebas/gembur, rojok, dan goyang. Hasil pengujian berat volume cara gembur/lepas, cara rojok dan cara goyang agregat kasar pada sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan tabel 4.12

Tabel 4.11: Hasil pengujian berat volume sampel 1 agregat kasar

No	Keterangan	Pers.	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )	W2	gr	27550	29500	28950
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )	W1	gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	W3	gr	13200	15150	14600
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )	W4	cm <sup>3</sup>	10253	10253	10253
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> )	W5	gr/cm <sup>3</sup>	1.29	1.48	1.42
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1,40		

Tabel 4.12: Hasil pengujian berat volume sampel 2 agregat kasar

No	Keterangan	Pers.	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )		gr	27900	29350	29500
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )		gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	1 - 2	gr	13550	15000	15150
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )		cm <sup>3</sup>	10162	10162	10162
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> )	3 ÷ 4	gr/cm <sup>3</sup>	1.33	1.48	1.49
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1,43		

Dari pengujian berat volume gembur agregat kasar ini yang menggunakan 2 buah sampel uji dari agregat kasar dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), didapatkan hasil rata-rata berat volume untuk sampel 1 sebesar 1,40 gr/cm<sup>3</sup> dan sampel 2 sebesar 1,43 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil ini telah memenuhi syarat berat volume yang ada pada SNI 03-4804-1998 yaitu 1,2-1,7 gr/cm<sup>3</sup>.

d) Pengukuran Kadar Air

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13: Data hasil pengujian kadar air agregat kasar

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji	
				I (1 1/2")	II (3/4")
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	6628	5628
Massa Wadah	b		gr	628	628
Massa Benda Uji	W1	a - b	gr	6000	5000
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	6616	5618
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c - b	gr	5988	4990
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	0.20	0.20

Berdasarkan pengujian kandungan air yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata kandungan air dalam agregat kasar sebesar 0,20 %. Hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan telah memenuhi kategori agregat kasar normal karena memiliki nilai kandungan lumpur yang memenuhi persyaratan yang ada dalam ASTM C566-97 yaitu kandungan lumpur kurang dari 5%.

e) Lolos Saringan No. 200 (Uji Kandungan Lumpur)

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14: Data hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

Keterangan	Notasi	Benda Uji		Satuan
		I (1 1/2")	II (3/4")	
Berat Wadah + Isi	W1	1628	1628	gr
Berat Wadah	W2	628	628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3	1619	1620	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	1000	1000	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	991	992	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	9	8	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	0.9	0.8	%
Rata - Rata		0.85		%

Berdasarkan pengujian kandungan lumpur yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata kandungan lumpur dalam agregat kasar sebesar 0,85 %. Hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan telah memenuhi kategori agregat kasar normal karena memiliki nilai kandungan lumpur yang memenuhi persyaratan yang ada dalam PBI 1971 yaitu kandungan lumpur kurang dari 5%.

#### 4.1.3 Serbuk Besi

Pengujian serbuk besi yang dilakukan beserta hasil pengujiannya yaitu sebagai berikut.

##### a) Analisa Saringan Serbuk Besi

Pengujian ini menggunakan 1 sampel yang diambil dari serbuk besi yang akan digunakan. Hasil perhitungan modulus halus butir (MHB) serbuk besi dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15: Hasil perhitungan gradasi serbuk besi

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi Zona 4
No	(mm)		Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	
No. 3/8	9.6	0	0	0	100	100
No. 4	4.75	0	0	0	100	95-100
No. 8	2.36	0	0	0	100	95-100
No.16	1.19	3	3	0.6	99.4	90-100
No. 30	0.52	30	33	6.6	93.4	80-100
No. 50	0.3	227	260	52	48	15-50
No. 100	0.15	194	454	90.8	9.2	0-15
No.200	Pan	46	500	100	0	0
Jumlah		500		250		
Modulus Halus Butiran			1.5			

Berikut ini merupakan nilai gradasi pasir untuk menentukan jenis agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.16

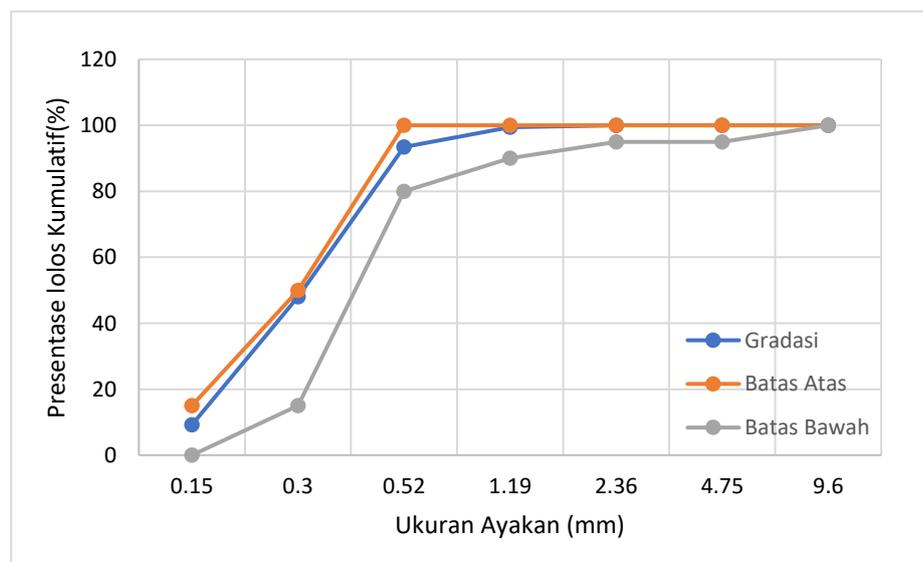
Tabel 4.16: Daerah gradasi pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9.6	100	100	100	100
4.75	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36	60-95	75-100	85-100	95-100
1.19	30-70	55-90	75-100	90-100
0.52	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20.	8-30.	12-40.	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

- a) Daerah I : Pasir kasar
- b) Daerah II : Pasir agak kasar
- c) Daerah III : Pasir agak halus
- d) Daerah IV : Pasir halus

Berdasarkan dari data gradasi hasil pengujian pada tabel 4.15 dan tabel 4.16 kedua sampel dari serbuk besi ini termasuk ke dalam agregat halus/serbuk besi dengan gradasi pasir daerah IV yaitu pasir halus. Gradasi pasir daerah IV untuk kedua sampel serbuk besi dapat dilihat pada grafik pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4: Grafik Gradasi Serbuk Besi

Berdasarkan dari hasil pengujian ini, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) pada serbuk besi ini sebesar 1,5. Nilai MHB masih memenuhi syarat MHB agregat halus yaitu 1,5-3,80 berdasarkan SK SNI S-04-1989.

b) Berat Jenis Serbuk Besi

Pada pengujian berat jenis serbuk besi ini digunakan 2 sampel uji. Data hasil pengujian berat jenis serbuk besi dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17: Rekapitulasi hasil perhitungan berat jenis serbuk besi

<i>Fine Agregats (Agregat Halus)</i> <i>Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Benda Uji		Rata-rata
	1	2	
<i>Wt of SSD sample in air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (Berat contoh SSD kering oven)	493	495	494
<i>Wt of flask + water</i> (Berat Piknometer penuh air)	842	842	842
<i>Wt of flask + water + sample</i> (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)	1229	1234	1231.5
<i>Bulk sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh kering) ( <i>Sd</i> ) gr/cm <sup>3</sup>	4.36	4.58	4.47
<i>Bulk sp. Grafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) ( <i>Ss</i> ) gr/cm <sup>3</sup>	4.42	4.62	4.52
<i>Apparent sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh semu) ( <i>Sa</i> ) gr/cm <sup>3</sup>	4.65	4.80	4.72
<i>Absorption</i> (Penyerapan) ( <i>Sw</i> ) gr/cm <sup>3</sup>	1.42	1.01	1.21

Pengujian ini dilakukan pada 2 sampel serbuk besi dengan kondisi yang berbeda. Benda uji sampel 1 berupa serbuk besi dalam keadaan jenuh kering muka (SSD) dan sampel 2 berupa serbuk besi dalam keadaan murni tanpa diberi perlakuan. Berdasarkan hasil pengujian berat jenis ini didapatkan perbedaan berat jenis yang signifikan. Selain itu, angka penyerapan air sampel 1 sangat tinggi yaitu 1,42%. Hal ini terjadi karena serbuk besi sampel 1 direndam dalam air agar mencapai kondisi jenuh kering muka (SSD) sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada butir serbuk besi. Sedangkan pada sampel 2 penyerapan airnya sebesar 1,01 %. Hal ini mengakibatkan butir serbuk besi kehilangan kekuatannya dan menjadi rapuh sehingga pada saat pengujian menggunakan piknometer, butir

serbuk besi yang mengalami korosi menjadi hancur, larut dalam air dan ikut terbangun bersama air.

c) Berat Volume Serbuk Besi

Berikut ini merupakan data pengujian berat volume serbuk besi dengan cara lepas, cara rojok, dan cara goyang. Hasil dan pembahasan pengujian berat volume gembur, rojok, dan goyang serbuk besi dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4.18: Rekapitulasi data hasil pengujian berat volume serbuk besi

No	Keterangan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )	gr	7755	7795	7772
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )	gr	5170	5170	5170
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	gr	2585	2625	2602
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )	cm <sup>3</sup>	1570	1570	1570
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> ) (Bi)	gr/cm <sup>3</sup>	1.646	1.672	1.657
7	Rata-rata berat isi	gr/cm <sup>3</sup>	1,658		
8	Berat Jenis Curah Agregat (Bulk Specific Gravity) Kondisi Kering (Sd)	gr/cm <sup>3</sup>	4.47		
9	Rongga Udara (%)	%	99,99		

Dari pengujian berat volume serbuk besi ini didapatkan hasil rata-rata berat volume sebesar 1,658 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil ini telah memenuhi syarat berat volume pada SNI 03-4804-1998 yaitu 1,2 - 1,7 gr/cm<sup>3</sup>.

d) Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Uji Kandungan Lumpur)

Hasil pengujian Kadar lumpur dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19: Rekapitulasi hasil pengujian kadar lumpur serbuk besi

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji	Satuan
Berat Wadah + Isi	W1		1128	gr
Berat Wadah	W2		628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1107	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	500	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	479	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	21	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100$	4.20	%

Berdasarkan pengujian kandungan lumpur didapatkan nilai kandungan lumpur dalam serbuk besi yang digunakan sebesar 4,20 %. Lumpur pada serbuk besi ini dapat berupa sisa oli dan minyak yang menempel pada besi sebelum dilakukan pembubutan atau ukuran butiran yang terlalu halus. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk besi yang digunakan telah memenuhi kategori agregat halus normal karena memiliki nilai kandungan lumpur yang memenuhi persyaratan yang ada dalam PBI 1971 yaitu kandungan lumpur kurang dari 5%.

#### 4.2 Komposisi Campuran

Komposisi campuran benda uji beton didapat berdasarkan perhitungan mix design dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000.

##### 1. *Mix Design*

##### a. Data yang digunakan

- 1) Kuat tekan beton rencana ( $f'c$ ) = 20 MPa
- 2) Jenis semen = tipe 1
- 3) Jenis agregat halus = alami
- 4) Jenis agregat kasar = batu pecah
- 5) Maksimum ukuran agregat = 40 mm
- 6) Nilai slump = 60 - 180 cm

- 7) Berat jenis agregat halus = 2,61
- 8) Berat jenis agregat kasar = 3,11
- 9) Jumlah benda uji 1 varian = 6 buah
- 10) Volume silinder beton 1 varian = 0,0053 m<sup>3</sup>

b. Analisa Perhitungan Mix Design

1) Nilai Tambah (M)

$$M = 8,2 \text{ Mpa (jumlah benda uji 1 varian kurang dari 15 buah)}$$

2) Kuat Tekan Rata-Rata ( $f_{cr}$ )

$$\begin{aligned} f_{cr} &= f'c + M \\ &= 20 + 8,2 \\ &= 28,2 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3) Perkiraan kuat tekan beton dengan fas = 0,5 menggunakan Tabel 4.20

Tabel 4.20: Perkiraan kekuatan tekan beton (MPa) dengan fas 0,5 (SNI 03-2834-2000)

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		

Berdasarkan tabel di atas, perkiraan kuat tekan beton dengan fas = 0,5 sebesar 37 MPa.

4) Perkiraan kebutuhan air per m<sup>3</sup> beton menggunakan Tabel 4.21

Tabel 4.21: Perkiraan kebutuhan air per-meter kubik beton (SNI 2834-2000)

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

Ukuran maksimum agregat yang digunakan yaitu 40 mm, sehingga diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk :

- a. Agregat halus ( $W_h$ ) = 175 kg/m<sup>3</sup>
- b. Agregat kasar ( $W_k$ ) = 205 kg/m<sup>3</sup>

Pada penelitian ini menggunakan agregat campuran (tak pecah dan dipecah), sehingga untuk menentukan perkiraan jumlah air agregat dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air/m}^3 \text{ beton} &= \frac{2}{3} W_h \times \frac{1}{3} W_k && (2.3) \\
 &= \frac{2}{3} 175 \times \frac{1}{3} 205 \\
 &= 185 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

5) Menentukan nilai air semen dan kadar semen minimum

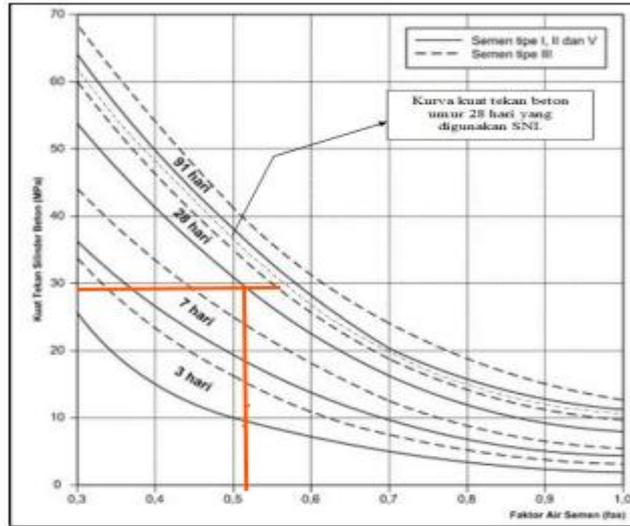
Tabel 4.22: Persyaratan fas dan jumlah semen minimum (SNI 2834-2000)

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

Berdasarkan tabel di atas karena jenis pembetonan yang digunakan yaitu beton di dalam ruang bangunan dalam keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif, maka jumlah semen minimum per m<sup>3</sup> beton sebesar 325 kg dan nilai fas maksimum sebesar 0,52.

6) Menentukan fas yang digunakan

Nilai fas yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan pada grafik di bawah ini.



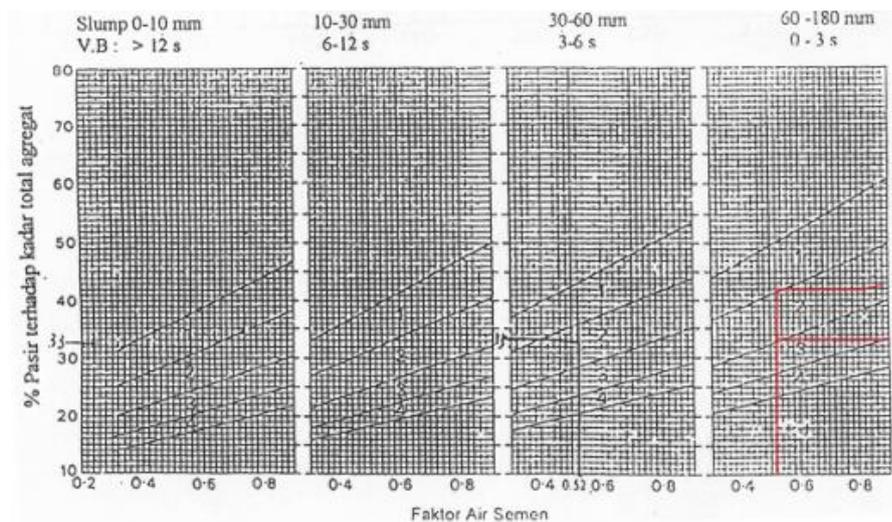
Gambar 4.5: Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen

Berdasarkan grafik di atas, didapatkan nilai fas yang digunakan sebesar 0,52.

7) Menentukan kadar semen

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Semen}}{\text{fas}} \\
 &= \frac{185}{0,52} \\
 &= 356 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

8) Menentukan persentase agregat halus



45

35

Gambar 4. 6 Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

Jenis agregat halus yang digunakan masuk ke dalam kategori daerah 2 dan fas yang digunakan sebesar 0,52 sehingga berdasarkan grafik di atas didapatkan nilai batas atas dan bawah sebesar 43 dan 33. Persentase agregat halus merupakan nilai rata-rata dari nilai batas atas dan batas bawah.

$$\begin{aligned} \text{Persentase agregat halus} &= \frac{45+35}{2} \\ &= 40\% \end{aligned}$$

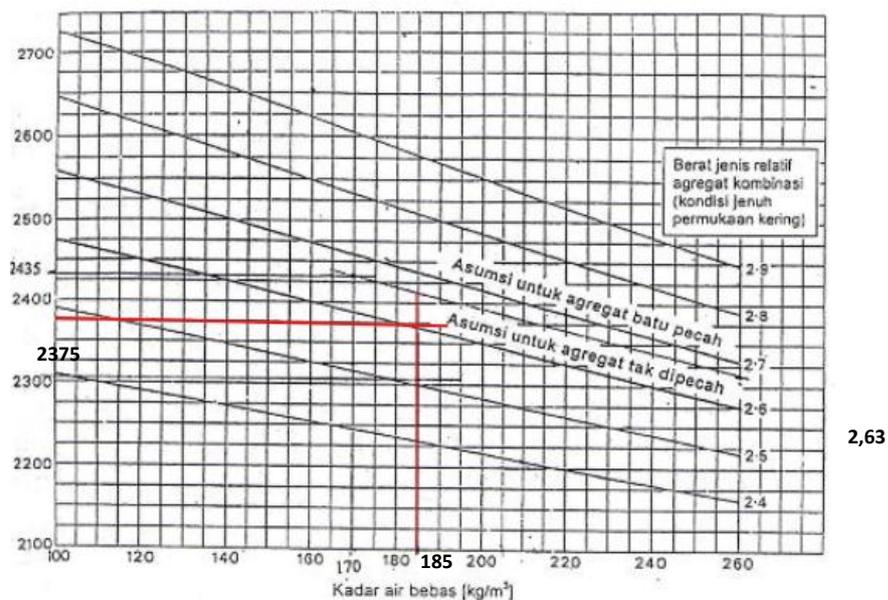
9) Persentase agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Persentase agregat kasar} &= 100\% - \text{persentase agregat halus} \\ &= 100\% - 40\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

10) Berat jenis agregat gabungan

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat gabungan} &= \frac{P}{100} \times B_j \text{ Ag halus} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ Ag kasar} \\ &= \frac{40}{100} \times 2,62 + \frac{60}{100} \times 2,65 \\ &= 2,63 \end{aligned}$$

11) Berat isi beton basah



Gambar 4. 7 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah Selesai Dipadatkan

Berdasarkan gambar di atas didapatkan berat isi beton basah sebesar 2375 kg/m<sup>3</sup>

c. Hasil

Berdasarkan hasil mix design, maka didapatkan proporsi campuran untuk 1 m<sup>3</sup> beton.

- 1) Semen = 362 kg
- 2) Air = 186 kg
- 3) Agregat Halus = 701 kg
- 4) Agregat Kasar = 1052 kg

Proporsi campuran ditambahkan dengan angka penyusutan yang digunakan sebesar 25 %. Hal ini untuk mengantisipasi kekurangan campuran akibat adanya campuran yang terbuang ataupun menempel pada mixer.

- 1) Semen = 452,50 kg
- 2) Air = 228,26 kg
- 3) Agregat Halus = 876,25 kg
- 4) Agregat Kasar = 1315 kg

Maka proporsi campuran beton untuk 1 varian benda uji (sebanyak 6 buah silinder) yaitu sebagai berikut.

- 1) Semen = 13,811 kg
- 2) Air = 7,058 kg
- 3) Agregat Halus = 26,744 kg
- 4) Agregat Kasar = 40,140 kg

Rekapitulasi dari mix design dan proporsi campuran beton dapat dilihat pada Tabel 4.35 di halaman selanjutnya.

Tabel 4.23: Rekapitulasi mix design dan proporsi campuran beton

No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	20	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	5	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	8,2	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	28,2	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
7	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
8	Faktor Air Semen Bebas	0.52		Tabel 2.10	
9	Faktor Air Semen Maksimum	0.55		Tabel 2.10	
10	Faktor Air Semen Digunakan	0.52		Tabel 2.10	
11	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
12	Ukuran Agregat Maksimum	40	mm	ditetapkan	
13	Kadar Air Bebas	185		Tabel 2.9	
14	Kadar Semen	356	kg/m <sup>3</sup>	(13):(10)	
15	Kadar Semen Maksimum	-			
16	Kadar Semen Minimum	325		Tabel 2.9	
17	Kadar Semen Digunakan	362	kg/m <sup>3</sup>		
18	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
19	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
20	Berat Jenis Agregat Halus	2.61			
21	Berat Jenis Agregat Kasar	2.65			
22	Persen Agregat Halus	40	%	Gambar 5.8	
23	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2.63			
24	Berat Isi Beton	2375	kg/m <sup>3</sup>	Gambar 5.9	
No	Uraian	Semen (Kg)	Air (Kg)	Agregat	
				Halus (Kg)	Kasar (Kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	Setiap m <sup>3</sup>	362	186	701	1052
	Setiap Campuran Uji (6 Benda Uji) 0,0053 m <sup>3</sup>	11,511	5,914	22,291	33,453
26	Proporsi dengan angka penyusutan (25%)				
	Setiap m <sup>3</sup>	452,50	228,26	876,25	1315,00
	Setiap Campuran Uji (6 Benda Uji) 0,0053 m <sup>3</sup>	13,811	7,058	26,744	40,140
	Perbandingan	1	0,5	1,715	2,407

## 2. Proporsi Campuran Benda Uji

Proporsi campuran benda uji dengan penambahan serbuk besi sebanyak 5%; 10 %; dan 15 % dari agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.36 berikut ini.

Tabel 4.24: Proporsi campuran benda uji dengan penambahan serbuk besi

Sampel Silinder	Volume	Variasi Serbuk Besi	Agregat Halus	Agregat Kasar	Semen	Air	Serbuk Besi
(buah)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
6	0,0053	0	26,744	40,140	13,811	7,058	0
6	0,0053	5%	25,407	40,140	13,811	7,058	1,337
6	0,0053	10%	24,070	40,140	13,811	7,058	2,674
6	0,0053	15%	22,733	40,140	13,811	7,058	4,011
Jumlah			98,954	160,560	55,244	28,232	8,022

## 4.3 Uji Beton

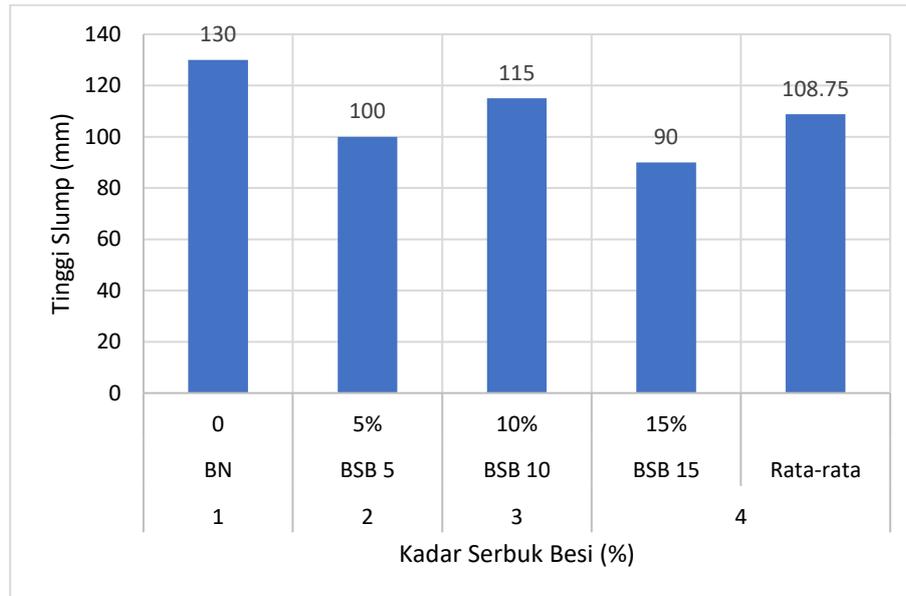
Uji beton yang dilakukan pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu pengujian pada beton segar dan pengujian pada beton keras. Pengujian yang dilakukan pada beton segar adalah pengujian slump. Pengujian yang dilakukan pada beton keras pada penelitian ini yaitu pengujian kuat tarik beton.

### 4.3.1 Slump Test

Pengujian slump yang dilakukan pada beton segar ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelecakan atau kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Adukan beton segar yang kental menunjukkan bahwa adukan beton memiliki nilai slump yang rendah, begitu pula sebaliknya. Pada penelitian ini, nilai slump yang digunakan yaitu sebesar 60-180 mm. Adapun hasil pengujian slump dapat dilihat pada tabel 4.37 di halaman selanjutnya.

Tabel 4.25: Hasil pengujian slump

No	Benda Uji	Kadar Serbuk besi (%)	Tinggi Slump (mm)	Keterangan
1	BN	0	130	Memenuhi
2	BSB 5	5%	100	Memenuhi
3	BSB 10	10%	115	Memenuhi
4	BSB 15	15%	90	Memenuhi
	Rata-rata		108.75	Memenuhi



Gambar 4.8: Grafik hasil pengujian slump

Berdasarkan hasil pengujian slump pada penelitian ini, didapatkan nilai slump rata-rata sebesar 108,75 mm. Nilai slump yang ditetapkan pada penelitian ini sebesar 60-180 mm sehingga nilai slump rata-rata telah memenuhi nilai slump yang ditetapkan.

#### 4.3.2 Uji Kuat Tarik Beton

Uji kuat tarik beton juga merupakan salah satu cara untuk mengetahui mutu dari suatu beton. Untuk menghitung kuat tarik beton dapat menggunakan rumus pada Persamaan 3.2. Perhitungan kuat tarik beton dengan sampel perhitungan pada benda uji BN-1 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 f_{ct} &= \frac{2P}{\pi D l} \\
 &= \frac{2 \times 170000}{3,14 \times 150 \times 300} \\
 &= 2,406 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi data hasil pengujian kuat tarik beton pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 4.26, Tabel 4.27.

Tabel 4.26: Pengujian kuat tarik beton normal dan kuat tarik beton dengan penambahan serbuk besi 5%

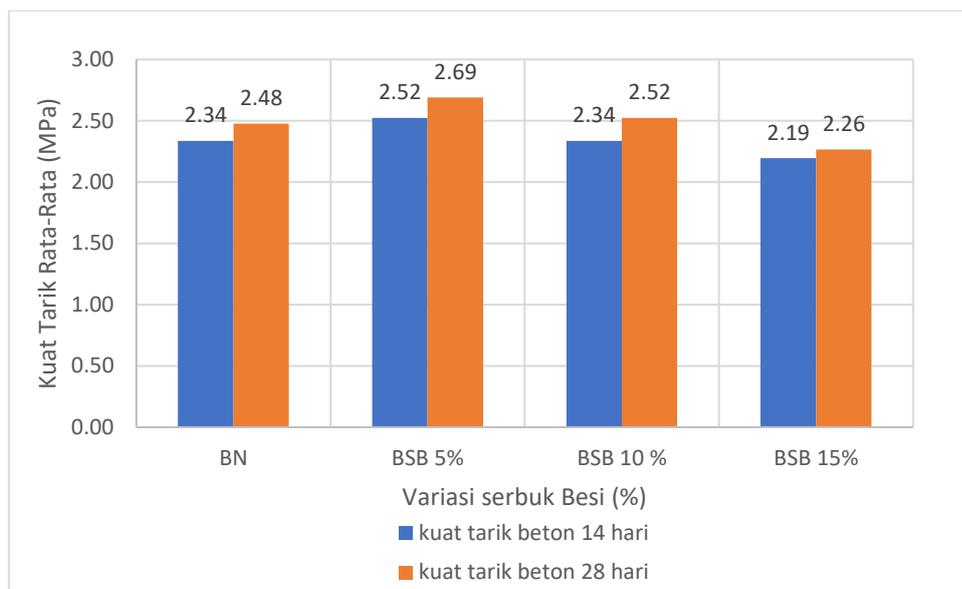
Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (Kg)	Umur Beton (Hari)	Beban (kN)	Beban (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BN (1)	300	150	17662.5	12.64	14	170	170000	2.406	2.335
BN (2)	300	150	17662.5	12.72	14	160	160000	2.264	
BN (3)	300	150	17662.5	12.69	14	165	165000	2.335	
BN (4)	300	150	17662.5	12.66	28	170	170000	2.406	2.476
BN (5)	300	150	17662.5	12.43	28	180	180000	2.547	
BN (6)	300	150	17662.5	12.55	28	175	175000	2.476	
BSB 5%	300	150	17662.5	12.68	14	180	180000	2.547	2.524
BSB 5%	300	150	17662.5	12.74	14	175	175000	2.476	
BSB 5%	300	150	17662.5	12.75	14	180	180000	2.547	
BSB 5%	300	150	17662.5	12.65	28	190	190000	2.689	2.689
BSB 5%	300	150	17662.5	12.67	28	185	185000	2.618	
BSB 5%	300	150	17662.5	12.77	28	195	195000	2.760	

Tabel 4.27: Pengujian kuat tarik beton dengan penambahan serbuk besi 10 % dan 15%

Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (Kg)	Umur Beton (Hari)	Beban (kN)	Beban (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.64	14	170	170000	2.406	2.335
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.42	14	160	160000	2.264	
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.73	14	165	165000	2.335	
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.65	28	170	170000	2.406	2.524
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.75	28	180	180000	2.547	
BSB 10 %	300	150	17662.5	12.79	28	185	185000	2.618	
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.76	14	140	140000	1.981	2.193
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.81	14	170	170000	2.406	
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.85	14	155	155000	2.193	
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.72	28	160	160000	2.264	2.264
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.83	28	150	150000	2.123	
BSB 5 %	300	150	17662.5	12.7	28	170	170000	2.406	

Berdasarkan dari Tabel 4.26 dan tabel 4.27 mengenai hasil pengujian kuat tarik beton di atas dapat dilihat bahwa kuat tarik beton mengalami kenaikan dan juga penurunan (tidak konstan). Pada beton normal diperoleh kuat tarik beton rata-rata pada umur 14 hari dan 28 hari sebesar 2,335 MPa dan 2,476 MPa. Pada campuran beton dengan penambahan serbuk besi sebesar 5% didapatkan nilai kuat tarik beton pada umur 14 hari 28 hari hari sebesar 2,524 MPa dan 2,689 MPa. Pada campuran beton dengan penambahan serbuk besi sebesar 10% didapatkan nilai kuat tarik beton pada umur 14 hari dan 28 hari sebesar 2,335MPa dan 2,524 MPa. Pada campuran beton dengan penambahan serbuk besi sebesar 15% didapatkan nilai kuat tarik beton pada umur 14 hari dan 28 hari sebesar 2,193 MPa dan 2,264 MPa.

Hasil pengujian kuat tarik beton ini ditampilkan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9: Grafik Hubungan Kuat Tarik Beton dengan Variasi Serbuk Besi

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa trendline kuat tarik beton tidak konstan. Pada penambahan serbuk besi sebesar 5% terjadi kenaikan kuat tarik beton. Pada penambahan serbuk besi sebesar 10% dan 15 % mengalami penurunan. Peningkatan kuat tarik ini dapat disebabkan karena adanya bahan tambah serbuk

besi yang salah satu sifat besi yaitu memiliki kuat tarik yang tinggi. Berdasarkan dari beberapa literatur menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan beton yaitu kuat tarik beton memiliki perbandingan 8%-15% dari kuat tekannya. Untuk mengetahui perbandingan antara kuat tarik terhadap kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan perhitungan seperti pada contoh perhitungan benda uji BSB 5% (1) umur 28 hari berikut ini.

$$\begin{aligned}
 f'c \times P &= fct \\
 28,2 \times P &= 2,689 \\
 P &= \frac{2,689}{28,2} \\
 &= 0,095 \\
 P (\%) &= 0,095 \times 100 \\
 &= 9,5 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

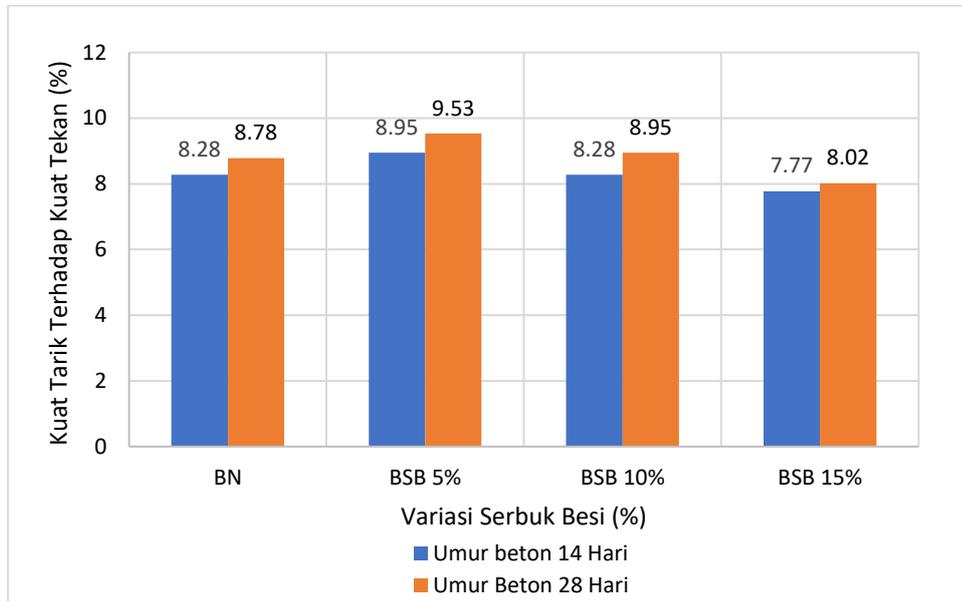
- P = persen kuat tarik terhadap kuat tekan beton (%),  
 $f'c$  = kuat tekan beton ditargetkan (MPa), dan  
 $fct$  = kuat tarik beton (MPa).

Rekapitulasi persen kuat tarik beton terhadap kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 4.40 berikut ini.

Tabel 4.28: Persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton

Benda Uji	Umur (Hari)	Kuat Tekan rencana (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)	% Kuat Tarik terhadap Kuat Tekan
BN	14	28.2	2.335	8.280
	28	28.2	2.476	8.780
BSB 5%	14	28.2	2.524	8.950
	28	28.2	2.689	9.535
BSB 10%	14	28.2	2.335	8.280
	28	28.2	2.524	8.950
BSB 15 %	14	28.2	2.193	7.776
	28	28.2	2.264	8.028

Hasil Persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton ini ditampilkan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10: Grafik persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa persen kuat tarik beton terhadap kuat tekan beton masuk dalam rentang 8%-15%. Akan tetapi pada benda uji BSB 15% umur 14 hari memiliki persentase kuat tarik sebesar 7,77% dari kuat tekan betonnya. Kuat tarik beton mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serbuk besi, akan tetapi persen kuat tarik terhadap kuat tekan beton semakin menurun seiring dengan penambahan serbuk besi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk besi pada persentase dibawah 5% dapat meningkatkan kuat tarik beton. Hal ini berdampak langsung terhadap persen kuat tarik beton semakin menurun akibat penggunaan serbuk besi diatas 5%.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir pada beton terhadap kuat tarik beton yaitu
  - a. setelah penambahan serbuk besi sebesar 5% dan 10% dari agregat halus pada umur 14 hari mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 0,67% dan 0% dari kuat tarik beton normal. Akan tetapi, untuk kuat tarik beton setelah penambahan serbuk besi pada variasi takaran 15% dari agregat halus mengalami penurunan 0,5% dari kuat tarik beton normal.
  - b. setelah penambahan serbuk besi sebesar 5% dan 10% dari agregat halus pada umur 28 hari mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 0,75% dan 0,17% dari kuat tarik beton normal. Akan tetapi, untuk kuat tarik beton setelah penambahan serbuk besi pada variasi takaran 15% dari agregat halus mengalami penurunan 0,75% dari kuat tarik beton normal. Semakin lama umur beton maka semakin tinggi nilai kuat tariknya.
2. Trendline kuat tarik beton tertinggi pada variasi 5% pada umur 28 hari sebesar 2,69 MPa yaitu 9,54%, sehingga titik optimumnya terdapat pada variasi 5%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan dari analisis, pembahasan serta kesimpulan dari penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan agar pada penelitian selanjutnya didapatkan hasil yang lebih baik. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya dari tahap persiapan, pembuatan, perawatan hingga pengujian beton dilakukan sebaik mungkin sesuai dengan SNI beton sehingga diperoleh hasil yang baik dan maksimal.

2. Untuk mencegah terjadinya korosi, serbuk besi harus diletakkan pada tempat yang aman, jangan diletakkan dalam keadaan terbuka (kontak langsung dengan udara luar) dan jangan sampai terkena air.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah penambahan takaran serbuk besi yang berbeda, dengan penggunaan serbuk besi dibawah 5%.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C29-2009. (2009). Standard Test Method for Bulk Density (“ Unit Weight ”) and Voids in Aggregate. *ASTM International*, *i(c)*, 1–5.
- ASTM C177-2013. (2013). Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus 1. *ASTM International*, 1–10.
- ASTM-C127-2013. (2013). Standard Test Method for Density , Relative Density ( Specific Gravity ), and Absorption of Coarse Aggregate. *ASTM Standard Book, C*, 1–6.
- ASTM-C128-2001. (2004). Standard Test Method for Density , Relative Density (Specific Gravity), and Absorption. *ASTM International*, 1–6.
- ASTM-C566-2004. (2004). Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. *Annual Book of ASTM Standards*, 97(Reapproved 2004), 5–7.
- Atik, M. I. P., & Julistyana Tistogondo, W. (2021). Fakultas teknik universitas wiraraja sumenep - madura. *Jurnal “MITSU” Media Informasi Teknik Sipil*, 9(1), 1–8.
- Bahri, S. (2019). Pemanfaatan Limbah Serbuk Besi Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 39–46. <https://doi.org/10.33369/ijts.9.2.39-46>
- Bahri, S., & Irawan, D. A. S. (2010). Pengaruh Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sejumlah Agregat Halus Terhadap Campuran Aspal. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 1(2), 25–32.
- Bigatti, S. M., & Cronan, T. A. (2002). A comparison of pain measures used with patients with fibromyalgia. *Journal of Nursing Measurement*, 10(1), 5–14. <https://doi.org/10.1891/jnum.10.1.5.52550>
- Maram, A. D., Kurnia, F., Sipil, S. T., Teknik, F., Pancasila, U., Indonesia, D., Tekan, K., Lentur, K., & Tarik, K. (2025a). *Beton ( effect of iron powder waste addition on mechanical properties of concrete )*. 5(1), 53–63.
- Maram, A. D., Kurnia, F., Sipil, S. T., Teknik, F., Pancasila, U., Indonesia, D., Tekan, K., Lentur, K., & Tarik, K. (2025b). *Beton ( effect of iron powder waste addition on mechanical properties of concrete )*. 5(1), 53–63.
- (Olutoge F.A., (2016). Strength Properties of Concrete Produced With Iron Filings as Sand Replacement. *British Journal of Applied Science & Technology*. 18(3): 1-6. Sciencedomain international.
- Pangloly, D. R., Marthin, D. J. S., & Dapas, S. O. (2018). ”Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolymer pada Perawatan Temperatur Ruangan”. *Jurnal Sipil Statik*, 6(10), 743–750.

- Pramanda, H., Hady, M., Kurniasari, F. D., & ... (2024a). Tinjauan Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram. *Serambi Engineering*, IX(2), 9064–9074. <https://jse.serambimekkah.id/index.php>.
- Pramanda, H., Hady, M., Kurniasari, F. D., & ... (2024b). Tinjauan Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram. ... *Serambi Engineering*, IX(2), 9064–9074.
- Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020a). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5039>
- Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020b). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5039>
- Roosandriantini, J., & Yulistya, Y. H. (2022). Kajian Elemen Arsitektur Modern berdasarkan teori Vitruvius. *Jurnal Lingkungan Karya Arsitektur*, 1(2), 84–91. <https://doi.org/10.37477/lkr.v1i2.253>
- SNI 2491:2014. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens (ASTM C496/C496M-04, IDT). *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–17.
- SNI 2493:2011. (2011). SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 23.
- SNI ASTM C 136:2012. (2012). Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–24.
- SNI-03-2834-2000. (2000). Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Sni*, 3, 2834.
- SNI-1972-2008. (2008). *Cara Uji Slump Beton*.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Syaihu, F. R. (2022). *Pengaruh Penggunaan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*.
- Zulkarnain, F. (2016). *Pengembangan Campuran Beton K-300 Untuk Infrastruktur Perumahan Tahan Gempa Di Indonesia* (Vol. 4, Issue 1).
- Zulkarnain, F., & Maulidza, L. (2024). Pengujian Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *DedikasiMU: Journal of Community Service*, 6(3), 337. <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v6i3.8287>
- Zulkarnain, F., dkk. (2021). *Memahami Teknologi Beton dengan Praktikum*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara: UMSU PRESS.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Gambar Alat yang Digunakan



Gambar L.1.1 Mesin Abrasi



Gambar L.1.2 Bola Baja



Gambar L.1.3 Kerucut Abrams



Gambar L.1.4 Alat Berat Jenis Kasar



Gambar L.1.5 Saringan



Gambar L.1.6 Oven



Gambar L.1.7 Cetakan Silinder



Gambar L.1.8 Sekop



Gambar L.1.9 Pan Besar



Gambar L.1.10 Pan Kecil



Gambar L.1.11 Satu Set Saringan



Gambar L.1.12 Cetop Tangan



Gambar L.1.13 Timbangan Digital



Gambar L.1.14 Timbangan Digital Besar



Gambar L.1.15 Mixer



Gambar L.1.16 Mesin Compression



Gambar L.1.17 Palu Karet



Gambar L.1.18 Mistar

## Lampiran 2. Gambar Bahan yang Digunakan



Gambar L.2. 1 Serbuk Besi



Gambar L.2.2 Pasir



Gambar L.2.3 Batu Pecah 20 mm



Gambar L.2.4 Batu Pecah 40 mm



Gambar L.2.5 Semen Tipe 1

### Lampiran 3. Gambar Hasil Pengujian Beton



Gambar L.3.1 Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



Gambar L.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Lusia Juwita  
Tempat, Tanggal Lahir : Batu Sondat, 01 Juni 2003  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Batu Sondat, Kec.Batahan, Kab.Mandailing Natal  
Nomor Hp : 0822 7433 5219  
Nama Ayah : Ahmad Zukri  
Nama Ibu : Rahmiyati  
E-mail : [lusiajuwita74@gmail.com](mailto:lusiajuwita74@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM : 2107210128  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

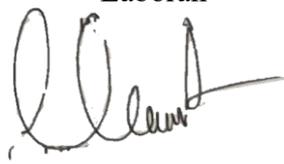
Sekolah Dasar : SD N 340 Batu Sondat  
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 4 Batahan Satu Atap  
Sekolah Menengah Atas : SMA N 1 Ranah Batahan

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
No	(mm)	(gr)	Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Zona 2
No. 3/8	9.6	0	0	0	100	100
No. 4	4.75	16	16	3.2	96.8	90-100
No. 8	2.36	36	52	10.4	89.6	75-100
No.16	1.19	67	119	23.8	76.2	55-90
No. 30	0.52	190	309	61.8	38.2	35-59
No. 50	0.3	149	458	91.6	8.4	8-30
No. 100	0.15	37	495	99	1	0-10
No.200	Pan	5	500	100	0	0
Jumlah		500		389.8	410.2	
Modulus Halus Butiran			2.898			

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



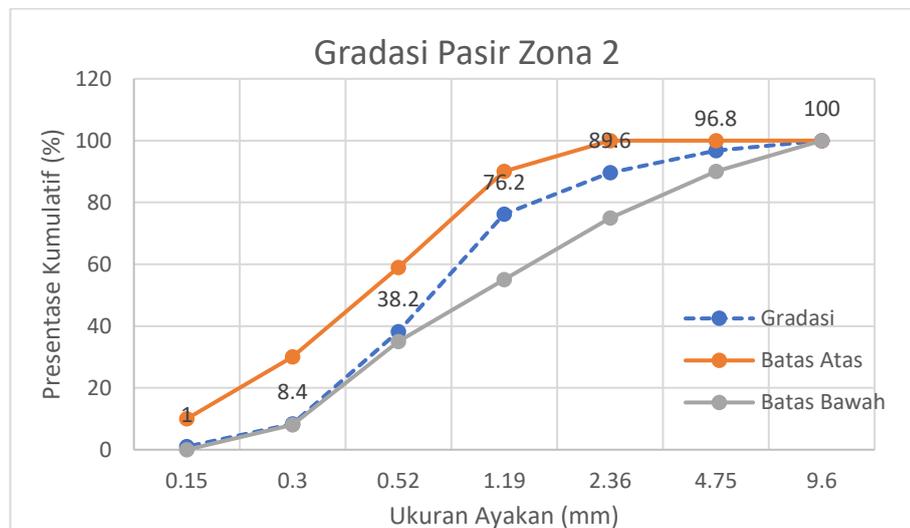
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

**Hasil Analisa Saringan Agregat Halus**

1. Agregat halus masuk daerah = II
2. Jenis pasir = Pasir Agak Kasar
3. Grafik gradasi



Diperiksa Oleh :  
Laboran

.....  
Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh

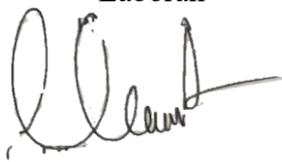
Lusia Juwita

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
(ASTM C128 : 2004)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat Jenis Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

<i>Fine Agregats (Agregat Halus) Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata-rata
			1	2	
<i>Wt of SSD sample in air (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)</i>	gr	Bj	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample (Berat contoh SSD kering oven)</i>	gr	Bk	489	490	489.5
<i>Wt of flask + water (Berat Piknometer penuh air)</i>	gr	B	842	842	842
<i>Wt of flask + water + sample (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)</i>	gr	Bt	1150	1152	1151
<i>Bulk sp. Grafity dry (Berat jenis contoh kering) (Sd)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bj-Bt)}$	2.55	2.57	2.56
<i>Bulk sp. Grafity SSD (Berat jenis contoh SSD) (Ss)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bj}{(B+Bj-Bt)}$	2.60	2.63	2.61
<i>Apparent sp. Grafity dry (Berat jenis contoh semu) (Sa)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bk-Bt)}$	2.70	2.72	2.71
<i>Absorption (Penyerapan) (Sw)</i>	%	$\frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$	2.25	2.04	2.14

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



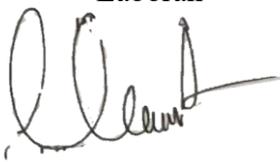
Lusia Juwita

**PENGUKURAN BERAT ISI DAN RONGGA AGREGAT HALUS  
(ASTM C29 : 2009)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat isi dan rongga agregat halus
Jumlah/Berat Sampel	-

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )	W1	gr	26750	28600	27950
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )	W2	gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	$W3=W1-W2$	gr	12400	14250	13600
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )	W4	cm <sup>3</sup>	10253	10253	10253
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> ) (Bi)	$W5=W3/W4$	gr/cm <sup>3</sup>	1.209	1.390	1.326
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1.309		
7	Berat Jenis Curah Agregat (Bulk Speific Geafity) Kondidi Kering (Sd)	$Bk/(B+Bj-Bt)$	gr/cm3	2.56		
8	Rongga Udara (%)		%	99.99		

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lembang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji	Satuan
Berat Wadah + Isi	W1		1128	gr
Berat Wadah	W2		628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1110	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	500	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	482	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	18	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100$	3.60	%

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR AIR AGREGAT HALUS  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Pasir
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lembang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Air Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji
				I
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	1128
Massa Wadah	b		gr	628
Massa Benda Uji	W1	a – b	gr	500
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	1121
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c – b	gr	493
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	0.62

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	6000 gr

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
Batu 3/4		(gr)	Tertahan (%)	%	%	Max 20 mm
ASTM	(mm)			Tertahan	Lolos	
3	75	0	0	0	100	
1 1/2	37	0	0	0	100	100-100
3/4	19	66	1.1	1.1	98.9	95-100
3/8.	9	4015	66.916	68.016	31.983	30-60
No. 4	4.75	1910	31.833	99.85	0.15	0-10
No.200	Pan	9	0.15	100	0	0
Jumlah		6000		768.516		
Modulus Halus Butiran			6.685			

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



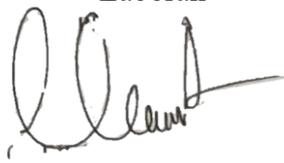
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	17000 gr

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
Batu 1 1/2		(gr)	Tertahan (%)	%	%	Max 40 mm
ASTM	(mm)			Tertahan	Lolos	
3	75	0	0	0	100	100-100
1 1/2	37	58	0.341	0.341	99.658	95-100
3/4	19	8514	50.082	50.423	49.576	35-70
3/8.	9	3050	17.941	68.364	31.635	10-40.
No. 4	4.75	5363	31.547	99.911	0.088	0-5
No.200	Pan	15	0.088	100	0	0
Jumlah		17000		818.591		
Modulus Halus Butiran			7.185			

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



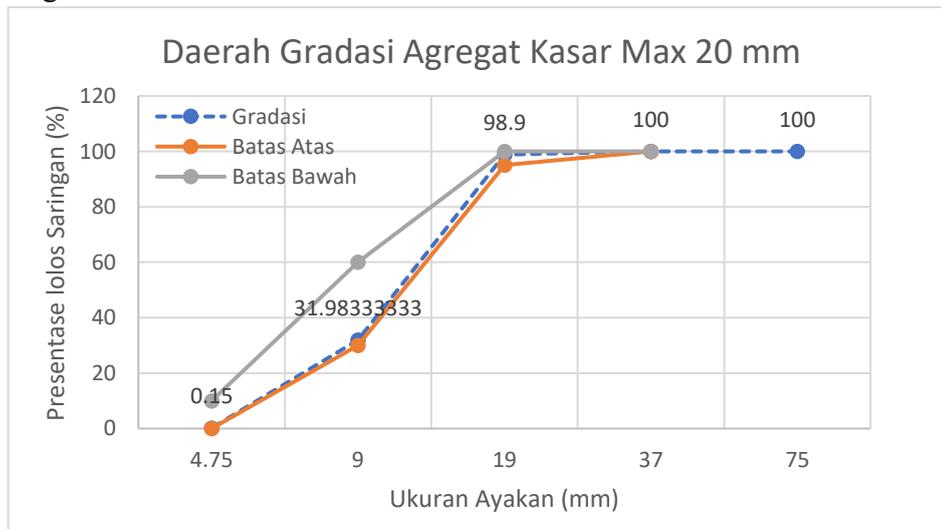
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

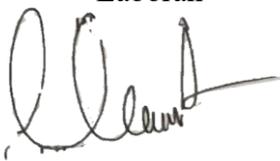
Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	17000 gr

**Hasil Analisa Saringan Agregat Halus**

1. Agregat kasar masuk daerah = II
2. Jenis batu pecah = sedang
3. Grafik gradasi



Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



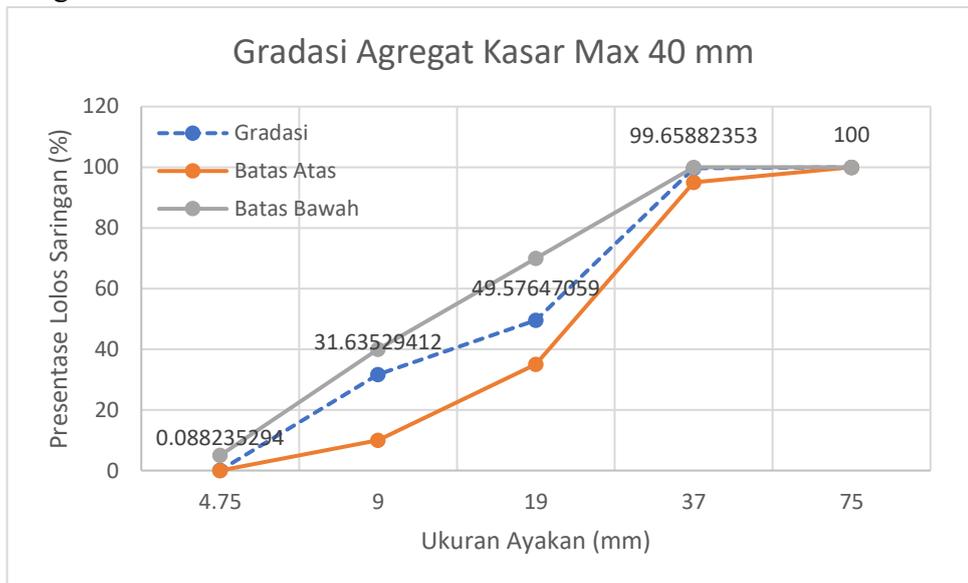
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

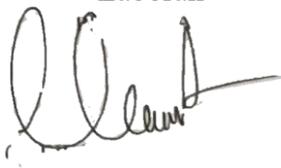
Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	17000 gr

**Hasil Analisa Saringan Agregat Halus**

1. Agregat kasar masuk daerah = II
2. Jenis batu pecah = sedang
3. Grafik gradasi



Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



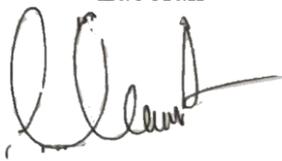
Lusia Juwita

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR  
(ASTM C127 : 2004)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat Jenis Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	5000 gr

<i>Fine Agregats (Agregat Halus) Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Satuan	Persamaan	Benda Uji		Rata - rata
			I (1 1/2")	II (3/4")	
<i>Wt of SSD sample in air (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)</i>	gr	Bj	5000	5000	5000
<i>Wt of oven dry sample (Berat contoh SSD kering oven)</i>	gr	Bk	4985	4980	4982.5
<i>Wt of Sample in water (Berat contoh dalam air)</i>	gr	Ba	3007	3203	3105
<i>Bulk sp. Grafity dry (Berat jenis contoh kering)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(Bj - Ba)}$	2.50	2.77	2.64
<i>Bulk sp. Grafity SSD (Berat jenis contoh SSD)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bj}{(Bj - Ba)}$	2.51	2.78	2.65
<i>Apparent sp. Grafity dry (Berat jenis contoh semu)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(Bk - Ba)}$	2.52	2.80	2.66
<i>Absorption (Penyerapan)</i>	%	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	0.30	0.40	0.35

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN BERAT ISI DAN RONGGA AGREGAT KASAR  
(ASTM C29 : 2009)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat isi dan rongga agregat halus
Jumlah/Berat Sampel	-

**Batu 20 mm**

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )		gr	27550	29500	28950
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )		gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	1 - 2	gr	13200	15150	14600
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )		cm <sup>3</sup>	10253	10253	10253
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> )	3 ÷ 4	gr/cm <sup>3</sup>	1.29	1.48	1.42
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1.40		

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

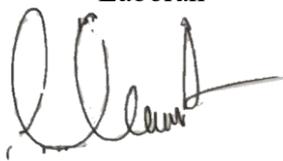
**PENGUKURAN BERAT ISI DAN RONGGA AGREGAT KASAR  
(ASTM C29 : 2009)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat isi dan rongga agregat halus
Jumlah/Berat Sampel	-

**Batu 40 mm**

No	Keterangan (1 1/2)	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )		gr	27900	29350	29500
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )		gr	14350	14350	14350
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	1 - 2	gr	13550	15000	15150
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )		cm <sup>3</sup>	10162	10162	10162
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> )	3 ÷ 4	gr/cm <sup>3</sup>	1.33	1.48	1.49
6	Rata - Rata ( <i>Average</i> )		gr/cm <sup>3</sup>	1.43		

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I (1 1/2")	II (3/4")	
Berat Wadah + Isi	W1		1628	1628	gr
Berat Wadah	W2		628	628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1619	1620	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	1000	1000	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	991	992	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	9	8	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W4 - W6) / W4 \times 100$	0.9	0.8	%
Rata - Rata			0.85		%

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR AIR AGREGAT KASAR  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Batu Pecah
Asal Sampel/Benda Uji	Pinang Lombang
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Air Agregat Kasar
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji
				I
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	1128
Massa Wadah	b		gr	628
Massa Benda Uji	W1	a – b	gr	500
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	1121
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c – b	gr	493
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	0.62

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



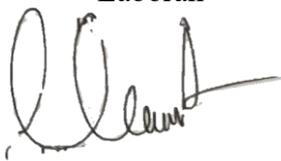
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS  
(SERBUK BESI)  
(SNI ASTM C136 : 2012)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Kumulatif (%)			Spesifikasi
No	(mm)	(gr)	Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Zona 4
No. 3/8	9.6	0	0	0	100	100
No. 4	4.75	0	0	0	100	95-100
No. 8	2.36	0	0	0	100	95-100
No.16	1.19	3	3	0.6	99.4	90-100
No. 30	0.52	30	33	6.6	93.4	80-100
No. 50	0.3	227	260	52	48	15-50
No. 100	0.15	194	454	90.8	9.2	0-15
No.200	Pan	46	500	100	0	0
Jumlah		500		250		
Modulus Halus Butiran			1.5			

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



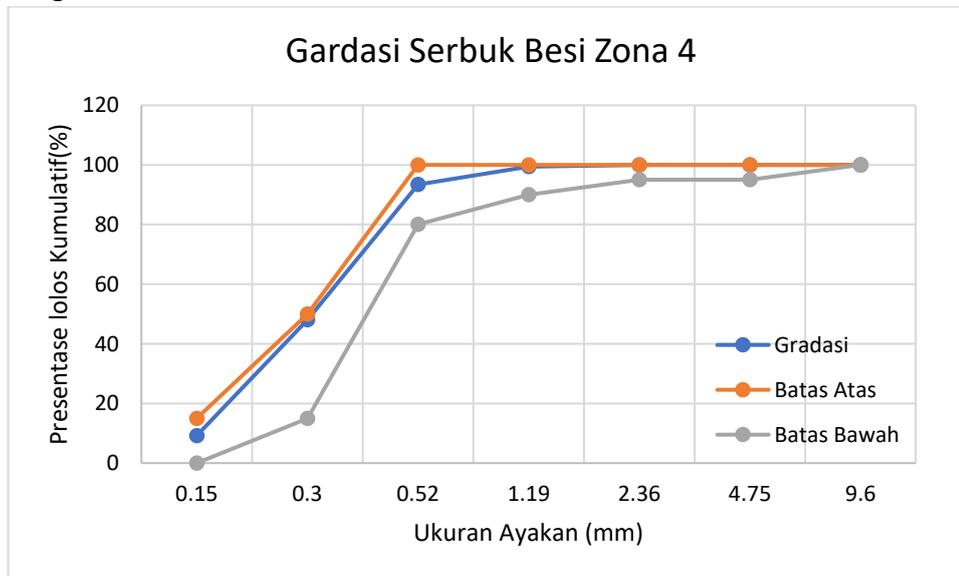
Lusia Juwita

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**  
**(SERBUK BESI)**  
**(SNI ASTM C136 : 2012)**

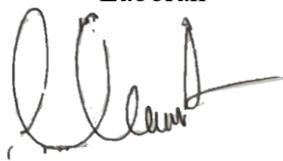
Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	17 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Jenis Gradasi dan Modulus Halus Butir
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

**Hasil Analisa Saringan Agregat Halus**

1. Agregat kasar masuk daerah = IV
2. Jenis batu pecah = Pasira agak halus
3. Grafik gradasi



Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
(ASTM C128 : 2004)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat Jenis Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

<i>Fine Agregats (Agregat Halus) Passing No. 4 (Lolos Ayakan No. 4)</i>	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata-rata
			1	2	
<i>Wt of SSD sample in air (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)</i>	gr	Bj	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample (Berat contoh SSD kering oven)</i>	gr	Bk	493	495	494
<i>Wt of flask + water (Berat Piknometer penuh air)</i>	gr	B	842	842	842
<i>Wt of flask + water + sample (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)</i>	gr	Bt	1229	1234	1231.5
<i>Bulk sp. Grafity dry (Berat jenis contoh kering) (Sd)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bj-Bt)}$	4.36	4.58	4.47
<i>Bulk sp. Grafity SSD (Berat jenis contoh SSD) (Ss)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bj}{(B+Bj-Bt)}$	4.42	4.62	4.52
<i>Apparent sp. Grafity dry (Berat jenis contoh semu) (Sa)</i>	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{Bk}{(B+Bk-Bt)}$	4.65	4.80	4.72
<i>Absorption (Penyerapan) (Sw)</i>	%	$\frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$	1.42	1.01	1.21

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



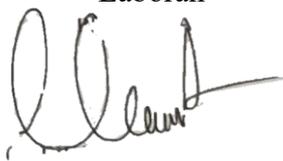
Lusia Juwita

**PENGUKURAN BERAT ISI DAN RONGGA AGREGAT HALUS  
(ASTM C29 : 2009)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Berat isi dan rongga agregat halus
Jumlah/Berat Sampel	-

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah ( <i>WT of Sample &amp; Mold</i> )	W1	gr	7755	7795	7772
2	Berat Wadah ( <i>WT of Mold</i> )	W2	gr	5170	5170	5170
3	Berat Contoh ( <i>WT of Sample</i> )	$W3=W1-W2$	gr	2585	2625	2602
4	Volume Wadah ( <i>Volume of Mold</i> )	W4	cm <sup>3</sup>	1570	1570	1570
5	Berat Isi ( <i>Unit Weight</i> ) (Bi)	$W5=W3/W4$	gr/cm <sup>3</sup>	1.646	1.672	1.657
7	Berat Jenis Curah Agregat (Bulk Specific Gravity) Kondisi Kering (Sd)	$Bk/(B+Bj-Bt)$	gr/cm <sup>3</sup>	4.47	4.470	4.470
8	Rongga Udara (%)		%	99,99	99,99	99,99

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS  
(SERBUK BESI)  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji	Satuan
Berat Wadah + Isi	W1		1128	gr
Berat Wadah	W2		628	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1107	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	500	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	479	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	21	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100$	4.20	%

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PENGUKURAN KADAR AIR AGREGAT HALUS  
(SNI 03-2461-2002)**

Pengirim	Lusia Juwita
NPM	2107210128
Tanggal pengujian	18 Juni 2025
Jenis Sampel/Benda Uji	Serbuk Besi
Asal Sampel/Benda Uji	Toko Online Rian Grosir
Tujuan Pengujian Sampel	Penentuan Kadar Air Agregat Halus
Jumlah/Berat Sampel	500 gr

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji
				I
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	1128
Massa Wadah	b		gr	628
Massa Benda Uji	W1	a - b	gr	500
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	1126
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c - b	gr	498
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	0.18

Diperiksa Oleh :  
Laboran



Meikson Sitorus, S.T

Medan, 21 Juli 2025  
Dikerjakan Oleh



Lusia Juwita

**PROPORSI CAMPURAN BETON (SNI 03-2834-2000)**

No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	20	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	5	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	8,2	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	28,2	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
7	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
8	Faktor Air Semen Bebas	0.52		Tabel 2.10	
9	Faktor Air Semen Maksimum	0.55		Tabel 2.10	
10	Faktor Air Semen Digunakan	0.52		Tabel 2.10	
11	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
12	Ukuran Agregat Maksimum	40	mm	ditetapkan	
13	Kadar Air Bebas	185		Tabel 2.9	
14	Kadar Semen	356	kg/m <sup>3</sup>	(13):(10)	
15	Kadar Semen Maksimum	-			
16	Kadar Semen Minimum	325		Tabel 2.9	
17	Kadar Semen Digunakan	362	kg/m <sup>3</sup>		
18	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
19	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
20	Berat Jenis Agregat Halus	2.61			
21	Berat Jenis Agregat Kasar	2.65			
22	Persen Agregat Halus	40	%	Gambar 5.8	
23	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2.63			
24	Berat Isi Beton	2375	kg/m <sup>3</sup>	Gambar 5.9	
No	Uraian	Semen (Kg)	Air (Kg)	Agregat	
				Halus (Kg)	Kasar (Kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	Setiap m <sup>3</sup>	362	186	701	1052
	Setiap Campuran Uji (6 Benda Uji) 0,0053 m <sup>3</sup>	11,511	5,914	22,291	33,453
26	Proporsi dengan angka penyusutan (25%)				
	Setiap m <sup>3</sup>	452,50	228,26	876,25	1315,00
	Setiap Campuran Uji (6 Benda Uji) 0,0053 m <sup>3</sup>	13,811	7,058	26,744	40,140
	Perbandingan	1	0,5	1,715	2,407

	<b>LABORATORIUM BETON</b>	<b>FORMULIR KERJA PENGUJIAN KUAT TARIK BETON SILINDER</b> SNI 03-2491 : 2002		
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK USU JL.PERPUSTAKAAN N0.19	Nomor Laporan	/LB/ / 2025	
		Pemohon Pengujian		
		Lokasi		

Jenis Benda Uji	Silinder, d = 15 cm ; t = 30 cm
Mutu Benda Uji	$f'c$ 20 MPa
Jumlah Benda Uji	24

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban (kN)	Beban (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
							Cetak	Uji					
1	BN (1)	300	150	2	17662.5	12.64	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	170	170000	2.406227884	2.335
2	BN (2)	300	150	2	17662.5	12.72	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	180	180000	2.547770701	
3	BN (3)	300	150	2	17662.5	12.69	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	160	160000	2.264685067	
4	BN (4)	300	150	2	17662.5	12.66	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	160	160000	2.264685067	
5	BN (5)	300	150	2	17662.5	12.43	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	170	170000	2.406227884	
6	BN (6)	300	150	2	17662.5	12.55	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	150	150000	2.123142251	
1	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.68	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	180	180000	2.547770701	2.476
2	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.74	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	175	175000	2.476999292	
3	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.75	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	190	190000	2.689313517	
4	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.65	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	160	160000	2.264685067	
5	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.67	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	175	175000	2.476999292	
6	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.77	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	170	170000	2.406227884	

Medan, 17 / 7 / 2025  
 Penyelia

Teknisi

( ) ( )



**LABORATORIUM  
BETON**

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK USU  
JL.PERPUSTAKAAN N0.19

**FORMULIR KERJA PENGUJIAN KUAT TARIK BETON SILINDER**  
SNI 03-2491 : 2002

Nomor Laporan /LB/ / 2025  
Pemohon Pengujian  
Lokasi

Jenis Benda Uji	Silinder, d = 15 cm ; t = 30 cm
Mutu Benda Uji	f'c 20 MPa
Jumlah Benda Uji	24

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm <sup>2</sup> )	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban (kN)	Beban (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
							Cetak	Uji					
1	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.64	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	180	180000	2.547770701	2.453
2	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.42	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	160	160000	2.264685067	
3	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.73	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	165	165000	2.335456476	
4	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.65	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	170	170000	2.406227884	
5	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.75	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	180	180000	2.547770701	
6	BSB 10 %	300	150	2	17662.5	12.79	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	185	185000	2.618542109	
1	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.76	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	150	150000	2.123142251	2.252
2	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.81	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	180	180000	2.547770701	
3	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.85	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	155	155000	2.193913659	
4	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.72	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	160	160000	2.264685067	
5	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.83	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	140	140000	1.981599434	
6	BSB 5 %	300	150	2	17662.5	12.7	20-Juni-2025	17-Juli-2025	28	170	170000	2.406227884	

Medan, 17 / 7 / 2025  
Penyelia

Teknisi

( ) ( )

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Lusia Juwita  
Tempat, Tanggal Lahir : Batu Sondat, 01 Juni 2003  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Batu Sondat, Kec.Batahan, Kab.Mandailing Natal  
Nomor Hp : 0822 7433 5219  
Nama Ayah : Ahmad Zukri  
Nama Ibu : Rahmiyati  
E-mail : [lusiajuwita74@gmail.com](mailto:lusiajuwita74@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM : 2107210128  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD N 340 Batu Sondat  
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 4 Batahan Satu Atap  
Sekolah Menengah Atas : SMA N 1 Ranah Batahan