

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KADAR NATRIUM SULFAT TERHADAP KORELASI  
KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR PADA SUPER  
*SULFATED CEMENT MORTAR* BERBAHAN DASAR  
*FERRONICKEL SLAG HALUS***



**BIANCA ABIGAIL  
NPM : 6101901162**

**PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2023**

# **SKRIPSI**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI KADAR NATRIUM SULFAT TERHADAP KORELASI KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR PADA SUPER *SULFATED CEMENT MORTAR* BERBAHAN DASAR *FERRONICKEL SLAG* HALUS**



**BIANCA ABIGAIL  
NPM : 6101901162**

**BANDUNG, 10 AGUSTUS 2023  
PEMBIMBING:**



**Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2023**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KADAR NATRIUM SULFAT TERHADAP KORELASI  
KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR PADA SUPER  
*SULFATED CEMENT MORTAR* BERBAHAN DASAR  
*FERRONICKEL SLAG HALUS***



**NAMA: BIANCA ABIGAIL  
NPM: 6101901162**

**PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.**

**PENGUJI 1: Nenny Samudra, Ir., M.T.**

**PENGUJI 2: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : BIANCA ABIGAIL

Tempat, tanggal lahir : Pontianak, 27 Januari 2002

NPM : 6101901162

Judul skripsi : **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH  
VARIASI KADAR NATRIUM SULFAT  
TERHADAP KORELASI KEKUATAN TEKAN  
DAN LENTUR PADA SUPER *SULFATED*  
CEMENT MORTAR BERBAHAN DASAR  
*FERRONICKEL SLAG HALUS***

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bandung, 10 Agustus 2023



Bianca Abigail

# **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI KADAR NATRIUM SULFAT TERHADAP KORELASI KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR PADA SUPER *SULFATED CEMENT* MORTAR BERBAHAN DASAR *FERRONICKEL SLAG* HALUS**

**Bianca Abigail  
NPM: 6101901162**

**Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2023**

## **ABSTRAK**

Mortar merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran semen, agregat halus, dan air dalam proporsi tertentu yang banyak digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan konstruksi. Produksi semen *Portland* berkontribusi terhadap emisi CO<sub>2</sub> yang merugikan lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan *super sulfated cement* (SSC) dengan kandungan *slag* dari limbah peleburan bijih nikel dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif yang baik sebagai pengganti semen. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekuatan tekan dan lentur pada mortar SSC dengan menggunakan natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebagai *sulfate activator* dan kalsium oksida (CaO) sebagai *alkali activator*. Variasi kadar Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan adalah sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dengan kadar CaO sebesar 35%. Rasio air terhadap bahan pengikat ditetapkan sebesar 0,45. Dari penelitian yang dilakukan, secara berurutan untuk variasi kadar Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh nilai kekuatan lentur sebesar 3,96 MPa; 4,86 MPa; 4,58 MPa; 4,79 MPa; dan 4,45 MPa pada umur 28 hari dan nilai kekuatan tekan sebesar 11,31 MPa; 11,30 MPa; 13,62 MPa; 12,86 MPa; dan 10,96 MPa pada umur 28 hari. Pada variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> *super sulfated cement mortar*, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,910; 1,136; 1,144; 1,251; dan 1,248 dan nilai koefisien determinasi sebesar 0,978; 0,887; 0,997; 0,990; dan 0,981 secara berurutan.

**Kata Kunci:** Kekuatan Tekan, Kekuatan Lentur, Kalsium Oksida, Natrium Sulfat, *Super Sulfated Cement*.



# **EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF SODIUM SULFATE VARIATIONS ON COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH CORRELATION ON SUPER SULFATED CEMENT MORTAR WITH GROUND FERRONICKEL SLAG-BASED MATERIAL**

**Bianca Abigail  
NPM: 6101901162**

**Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
AUGUST 2023**

## **ABSTRACT**

Mortar is a construction material consisting of a mixture of cement, fine aggregate, and water in certain proportions which is widely used in construction works. Portland cement production contributes to CO<sub>2</sub> emissions which are harmful to the environment. Therefore, super sulfated cement (SSC) containing slag from nickel ore smelting waste can be used as a valuable alternative material as a cement replacement. In this study, the compressive and flexural strength of SSC mortar is tested by using sodium sulfate as sulfate activator and calcium oxide (CaO) as alkali activator. The variations of Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> used were 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% with the amount of CaO being 35%. The water to binder ratio is fixed by 0.45. From the results, sequentially for variations in Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> content of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%, a flexural strength value of 3.96 MPa, 4.86 MPa, 4.58 MPa, 4.79 MPa, and 4.45 MPa at 28 days of age, and a compressive strength value of 11.31 MPa, 11.30 MPa, 13.62 MPa, 12.86 MPa, and 10.96 MPa at 28 days of age. At variations of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> super sulfated cement mortar, a correlation coefficient value of 0.910 was obtained; 1.136, 1.144, 1.251, and 1.248 and the coefficient of determination is 0.978, 0.887, 0.997, 0.990, and 0.981, respectively.

**Keywords:** Calcium Oxide, Compressive Strength, Flexural Strength, Sodium Sulfate, Super Sulfated Cement.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, bantuan, perlindungan, dan penyertaan-Nya selama proses penulisan skripsi penulis yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI KADAR NATRIUM SULFAT TERHADAP KORELASI KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR PADA *SUPER SULFATED CEMENT MORTAR* BERBAHAN DASAR *FERRONICKEL SLAG* HALUS”. Penulisan skripsi ini merupakan syarat kelulusan pada program studi tingkat S-1 Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat dukungan, bimbingan, masukan, dan motivasi dari pihak-pihak yang terlibat dalam seluruh rangkaian kegiatan yang dilakukan selama proses penyusunannya. Sehingga, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu, bimbingan, pengalaman, dan waktu untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah meluangkan waktunya untuk menghadiri dan memberikan masukan dan saran selama seminar judul, seminar isi, dan sidang.
3. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T. dan Bapak Markus Didi G. yang telah memberikan bantuan selama proses persiapan bahan material dan pengujian benda uji di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
4. Orang tua, kedua adik, dan segenap keluarga penulis yang telah memberikan doa serta dukungan selama proses penyusunan skripsi.
5. Athaya Kautsara dan Nichika Dwigita selaku teman tim eksperimental dalam pembuatan benda uji *super sulfated mortar* berbahan dasar *ferronickel slag* halus.
6. Ira Desita, Lucky Manuel, Silvia, Jonathan Hadinata, Albert Susanto sebagai teman-teman komunitas bidang ilmu teknik struktur yang telah

bekerja bersama di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

7. Taylor Alison Swift, sebagai inspirasi penulis selama proses menyelesaikan penyusunan skripsi.

Bandung, 10 Agustus 2023



Bianca Abigail

6101901162





## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
1.7 Diagram Alir .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.3 Campuran <i>Super Sulfated Cement Mortar</i> .....	6
2.3.1 <i>Ferronickel Slag</i> .....	6
2.3.2 Air .....	7
2.3.3 Agregat Halus.....	7
2.3.4 Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).....	8
2.3.5 Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ).....	8
2.3.6 <i>Superplasticizer</i> .....	9
2.4 Pengujian Karakteristik Campuran <i>Super Sulfated Cement Mortar</i> .....	9
2.4.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (SG) .....	9
2.4.1.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (SG) Agregat Halus .....	10

2.4.1.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> (SG) <i>Binder</i> (Bahan Pengikat).....	10
2.4.2	Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	10
2.4.3	Pengujian Modulus Kehalusan ( <i>Fineness Modulus</i> ).....	11
2.5	Perawatan Mortar ( <i>Curing</i> ) .....	11
2.6	Pengujian <i>Flowability</i> .....	11
2.7	Pengujian Kekuatan Tekan .....	12
2.8	Pengujian Kekuatan Lentur.....	13
2.9	Korelasi Uji Kekuatan Tekan dan Lentur .....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		15
3.1	Material Campuran <i>Super Sulfated Cement Mortar</i> .....	15
3.1.1	Agregat Halus.....	15
3.1.2	<i>Ferronickel Slag</i> (FNS).....	15
3.1.3	Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).....	16
3.1.4	Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ).....	16
3.1.5	Air .....	16
3.1.6	<i>Superplasticizer</i> .....	16
3.2	Pengujian Material .....	17
3.2.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	17
3.2.3	Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	20
3.2.4	Pengujian Modulus Kehalusan ( <i>Fineness Modulus</i> ) Agregat Halus....	20
3.3	Proporsi Campuran ( <i>Mix Design</i> ) <i>Super Sulfated Cement Mortar</i> .....	22
3.4	Pembuatan Benda Uji.....	23
3.4.1	Proses Pengecoran ( <i>Mixing</i> ).....	23
3.5	Pengujian <i>Flowability</i> Mortar Segar .....	25
3.6	Perawatan Benda Uji.....	25
3.7	Pengujian Kekuatan Lentur.....	26

3.8 Pengujian Kekuatan Tekan .....	27
BAB 4 ANALISIS DATA .....	28
4.1 Analisis <i>Flowability</i> Campuran Segar .....	28
4.2 Analisis Pengujian Kekuatan Lentur.....	29
4.2.1 Analisis Uji Kekuatan Lentur Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	29
4.2.2 Analisis Uji Kekuatan Lentur Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	30
4.2.3 Analisis Uji Kekuatan Lentur Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	31
4.2.4 Analisis Uji Kekuatan Lentur Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	32
4.2.5 Analisis Uji Kekuatan Lentur Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	33
4.2.6 Perbandingan Uji Kekuatan Lentur Antar Variasi .....	34
4.3 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan .....	35
4.3.1 Analisis Uji Kekuatan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	35
4.3.2 Analisis Uji Kekuatan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	37
4.3.3 Analisis Uji Kekuatan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	38
4.3.4 Analisis Uji Kekuatan Tekan Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	39
4.3.5 Analisis Uji Kekuatan Tekan Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	40
4.3.6 Perbandingan Uji Kekuatan Tekan Antar Variasi.....	41
4.4 Analisis Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan .....	42
4.4.1 Analisis Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	42
4.4.2 Analisis Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	43
4.4.3 Analisis Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	44
4.4.4 Analisis Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	45
4.5 Analisis Perbandingan Hasil Kekuatan Tekan dengan Data Sekunder.....	47

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50



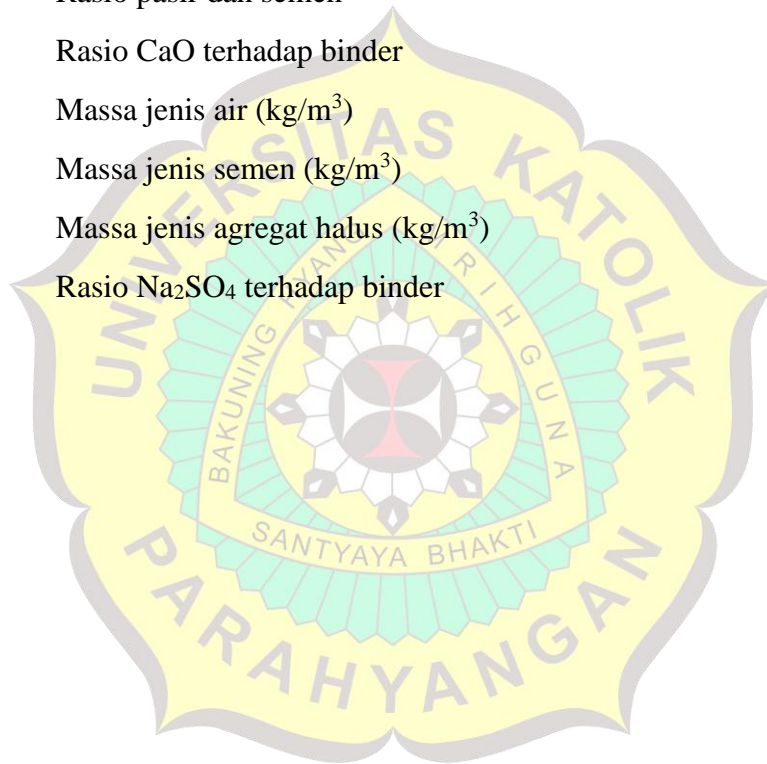
## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



A	:	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
Abs	:	Absorpsi (%)
ASTM	:	<i>American Society for Testing and Material</i>
CaO	:	Kalsium Oksida
D <sub>0</sub>	:	Diameter awal campuran uji <i>flowability</i> (mm)
D <sub>avg</sub>	:	Diameter rata-rata campuran uji <i>flowability</i> (mm)
F	:	<i>Flow</i> (%)
FM	:	<i>Fineness Modulus</i>
FNS	:	<i>Ferronickel Slag</i>
f <sub>m</sub>	:	Kekuatan tekan mortar (MPa)
f <sub>r</sub>	:	Kekuatan lentur mortar (MPa)
f <sub>r exp</sub>	:	Kekuatan lentur mortar <i>experimental</i> (MPa)
f <sub>r eq</sub>	:	Kekuatan lentur mortal <i>equation</i> (MPa)
k	:	Koefisien korelasi
M <sub>b</sub>	:	Massa labu + minyak tanah + bahan pengikat (g)
M <sub>o</sub>	:	Massa labu + minyak tanah (g)
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	:	Natrium Sulfat
NS	:	Natrium Sulfat
OD	:	<i>Oven-Dry</i>
R <sup>2</sup>	:	Koefisien determinasi
SSC	:	<i>Super Sulfated Cement</i>
SG	:	<i>Specific Gravity</i>
SSD	:	<i>Saturated Surface Dry</i>
SSD	:	<i>Sum of squared deviation</i>
w/b	:	<i>Water-to-Binder Ratio</i>
w/c	:	<i>Water-to-Cement Ratio</i>
V <sub>a</sub>	:	Volume udara (m <sup>3</sup> )
V <sub>b</sub>	:	Volume binder (m <sup>3</sup> )
V <sub>fa</sub>	:	Volume agregat halus (m <sup>3</sup> )
V <sub>w</sub>	:	Volume air (m <sup>3</sup> )



$W_b$	:	Massa <i>binder</i> (g)
$W_{OD}$	:	Massa agregat halus dalam kondisi OD (g)
$W_{fa}$	:	Massa agregat halus (g)
$W_{SSD}$	:	Massa agregat halus dalam kondisi SSD (g)
$W_{pyc}$	:	Berat <i>pycnometer</i> + air hingga garis kalibrasi (g)
$W^*_{pyc}$	:	Berat <i>pycnometer</i> + air + agg halus SSD hingga garis kalibrasi (g)
$\beta$	:	Rasio FNS terhadap binder
$\lambda$	:	Rasio air dan binder
$\gamma$	:	Rasio pasir dan semen
$\alpha$	:	Rasio CaO terhadap binder
$\rho_w$	:	Massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )
$\rho_c$	:	Massa jenis semen ( $\text{kg/m}^3$ )
$\rho_{fa}$	:	Massa jenis agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )
$\xi$	:	Rasio $\text{Na}_2\text{SO}_4$ terhadap binder



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir .....	5
Gambar 2.1 <i>Electric Flow Table</i> .....	12
Gambar 3.1 Agregat Halus.....	15
Gambar 3.2 <i>Ferronickel Slag</i> (FNS).....	15
Gambar 3.3 Natrium Sulfat .....	16
Gambar 3.4 Kalsium Oksida .....	16
Gambar 3.5 Air.....	16
Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i> .....	17
Gambar 3.7 Gradasi Agregat Halus .....	22
Gambar 3.8 Alat <i>Mixer</i> .....	24
Gambar 3.9 Cetakan (40×40×160 mm) .....	25
Gambar 3.10 <i>Sealed Curing</i> .....	26
Gambar 3.11 Pengujian Kekuatan Lentur.....	27
Gambar 3.12 Pengujian Kekuatan Tekan.....	27
Gambar 4.1 Grafik <i>Flowability</i> Campuran Segar .....	28
Gambar 4.2 Nilai Kekuatan Lentur Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	30
Gambar 4.3 Nilai Kekuatan Lentur Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	31
Gambar 4.4 Nilai Kekuatan Lentur Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	32
Gambar 4.5 Nilai Kekuatan Lentur Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	33
Gambar 4.6 Nilai Kekuatan Lentur Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	34
Gambar 4.7 Nilai Kekuatan Lentur Setiap Variasi .....	35
Gambar 4.8 Nilai Kekuatan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	36
Gambar 4.9 Nilai Kekuatan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	37
Gambar 4.10 Nilai Kekuatan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	38
Gambar 4.11 Nilai Kekuatan Tekan Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	39
Gambar 4.12 Nilai Kekuatan Tekan Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	40
Gambar 4.13 Nilai Kekuatan Tekan Setiap Variasi .....	41
Gambar 4.14 Kurva Korelasi Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..	42
Gambar 4.15 Kurva Korelasi Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..	43
Gambar 4.16 Kurva Korelasi Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..	44

Gambar 4.17 Kurva Korelasi Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 7,5% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 45

Gambar 4.18 Kurva Korelasi Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 10% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 46



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kekuatan Tekan dan Lentur .....	3
Tabel 2.1 Spesifikasi Saringan Agregat Halus.....	8
Tabel 3.1 Hasil Pengujian SG Agregat Halus.....	18
Tabel 3.2 Hasil Pengujian SG FNS.....	19
Tabel 3.3 Hasil Pengujian SG CaO.....	19
Tabel 3.4 Hasil Pengujian SG Natrium Sulfat .....	19
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	20
Tabel 3.6 Hasil Pengujian FM Agregat Halus (Sampel 1).....	21
Tabel 3.7 Hasil Pengujian FM Agregat Halus (Sampel 2).....	22
Tabel 3.8 Proporsi Campuran SSC Mortar per m <sup>3</sup> .....	23
Tabel 4.1 <i>Flowability</i> Campuran Segar .....	28
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	29
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	30
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	31
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	32
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	33
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Setiap Variasi.....	34
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	36
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	37
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	38
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	39
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	40
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Setiap Variasi .....	41
Tabel 4.14 Hasil Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 0% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	42
Tabel 4.15 Hasil Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 2,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	43
Tabel 4.16 Hasil Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	44
Tabel 4.17 Hasil Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 7,5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	45
Tabel 4.18 Hasil Korelasi Uji Kekuatan Lentur dan Tekan Variasi 10% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	46
Tabel 4.19 Hasil Perbandingan Data Kekuatan Tekan Mortar Potongan Benda Uji 40×40×160 mm dan Benda Uji 50×50×50 mm.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN PENGUJIAN MATERIAL **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN *MIX DESIGN* **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN KORELASI KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR.....**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 4 LAPORAN HASIL PENGUJIAN KUALITAS AIR LABORATORIUM

UNPAR.....**Error! Bookmark not defined.**





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pekerjaan konstruksi berjalan seiring dengan perkembangan pembangunan infrastruktur negara yang terjadi. Indonesia adalah negara berkembang yang terus melakukan pembangunan terutama dalam bidang konstruksi. Mortar merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran semen, agregat halus, dan air dalam proporsi tertentu yang banyak digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan konstruksi.

Semen pada campuran mortar berperan sebagai bahan pengikat (*binder*) yang mengikat material pasir. Dalam produksi semen, terdapat proses pembakaran dalam rotary kiln. Proses pembakaran dalam pembuatan semen ini menghasilkan gas kalsium dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang berdampak buruk bagi lingkungan, yaitu terjadinya kenaikan suhu pada atmosfer yang dapat memicu pemanasan global. Dalam upaya mengurangi emisi  $\text{CO}_2$  dalam pembuatan campuran semen mortar, dapat digunakan *super sulfated cement* (SSC) sebagai semen dan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sebagai *sulfate activator* yang berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan SSC pada umur awal (Lam, 2020).

Pembuatan SSC memerlukan energi yang rendah dan juga memproduksi lebih sedikit  $\text{CO}_2$  dibandingkan produksi *ordinary portland cement* (OPC), karena pada SSC terdapat kandungan lebih dari 70% *blast furnace slag* sehingga tidak memerlukan pembakaran pada suhu yang tinggi (Phelipot-Mardelé et al., 2015).

Terak atau slag merupakan produk sampingan atau ampas dari limbah industri yang bijih logam yang dilebur. Jika ditimbun atau dibuang, terak dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Terak termasuk sebagai limbah B3 karena mengandung fosfor dari proses yang menggunakan teknologi electric furnace. Untuk mengatasi permasalahan dampak buruk terak terhadap lingkungan, limbah ini dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai kebutuhan bahan baku sekunder yang digunakan dalam bidang konstruksi, yaitu sebagai bahan dasar dari SSC. Salah satu slag yang dapat digunakan adalah *ferronickel slag*, yang merupakan terak dari

limbah hasil peleburan bijih nikel. *Ferronickel slag* dapat digunakan untuk bahan alternatif dari semen karena kemiripan sifat fisiknya.

Penelitian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tekan dan lentur pada SSC mortar dengan bahan dasar *ferronickel slag* terhadap variasi dari natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sebagai *sulfate activator*.

## 1.2 Inti Permasalahan

Mengkaji kolerasi antara kekuatan tekan dan lentur pada *super sulfated cement mortar* dengan bahan dasar *ferronickel slag* halus terhadap variasi kadar natrium sulfat sebesar 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% dari *slag*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Studi eksperimental ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara nilai kekuatan tekan dan lentur pada super sulfated cement mortar berbahan dasar ferronickel slag halus dan CaO dengan variasi kadar  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  sebagai sulfate activator.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Perencanaan campuran menggunakan Metode Volume Absolut.
2. Jenis slag yang digunakan adalah Ferronickel Slag dari PT. Growth Java Industry.
3. Agregat halus yang digunakan adalah Pasir Garut.
4. Pemakaian natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sebagai sulfate activator dengan kadar sebesar 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% dari *slag* by mass.
5.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang digunakan dari PT. Brataco (Bratachem).
6. Kalsium oksida (CaO) sebagai alkali activator dalam campuran semen dari CV. Pratama Cipta Mandiri.
7. Rasio air terhadap binder (w/b) pada mortar slag ditetapkan sebesar 0,45.
8. Kekuatan tekan mortar diuji pada benda uji berbentuk prisma segiempat yang dimodifikasi dari potongan benda uji prisma segiempat dengan ukuran

40×40×160 mm yang diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan mengambil nilai rata-rata dari minimum 3 buah benda uji (sesuai ASTM C349).

9. Kekuatan lentur mortar diuji pada benda uji berbentuk prisma segiempat dengan ukuran 40×40×160 mm yang yang diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan mengambil nilai rata-rata dari minimum 3 buah benda uji (sesuai ASTM C348).
10. Metode perawatan menggunakan metode sealed curing.
11. Jumlah total benda uji: 60 buah benda uji prisma dengan dimensi 40×40×160 mm.

**Tabel 1.1** Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kekuatan Tekan dan Lentur

<b>Kode</b>	<b>Variasi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (%)</b>	<b>Bentuk Benda Uji</b>	<b>Umur Pengujian (hari)</b>	<b>Jumlah Benda Uji (buah)</b>
NS-0	0	Prisma 40×40×160 mm		12
NS-2,5	2,5	Prisma 40×40×160 mm	3, 7, 14, dan 28	12
NS-5	5	Prisma 40×40×160 mm		12
NS-7,5	7,5	Prisma 40×40×160 mm		12
NS-10	10	Prisma 40×40×160 mm		12
<b>Total Benda Uji (buah)</b>				<b>57</b>

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian yang digunakan dalam studi eksperimental ini adalah:

1. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data pustaka dan informasi yang berkaitan dengan studi eksperimental yang dilakukan sebagai sumber referensi.
2. Studi Eksperimental  
Studi eksperimental dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai dari percobaan yang dilakukan.
3. Analisis Data  
Analisis data dilakukan dengan mengolah data dari hasil percobaan yang dilakukan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dari penelitian ditulis secara berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

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

Bab ini berisi tentang landasan teori sebagai sumber dan referensi dari penelitian yang dilakukan.

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

Bab ini berisi tentang proses dari penelitian yang meliputi persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

### **BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang proses analisis dan pembahasan dari hasil pengujian yang dilakukan.

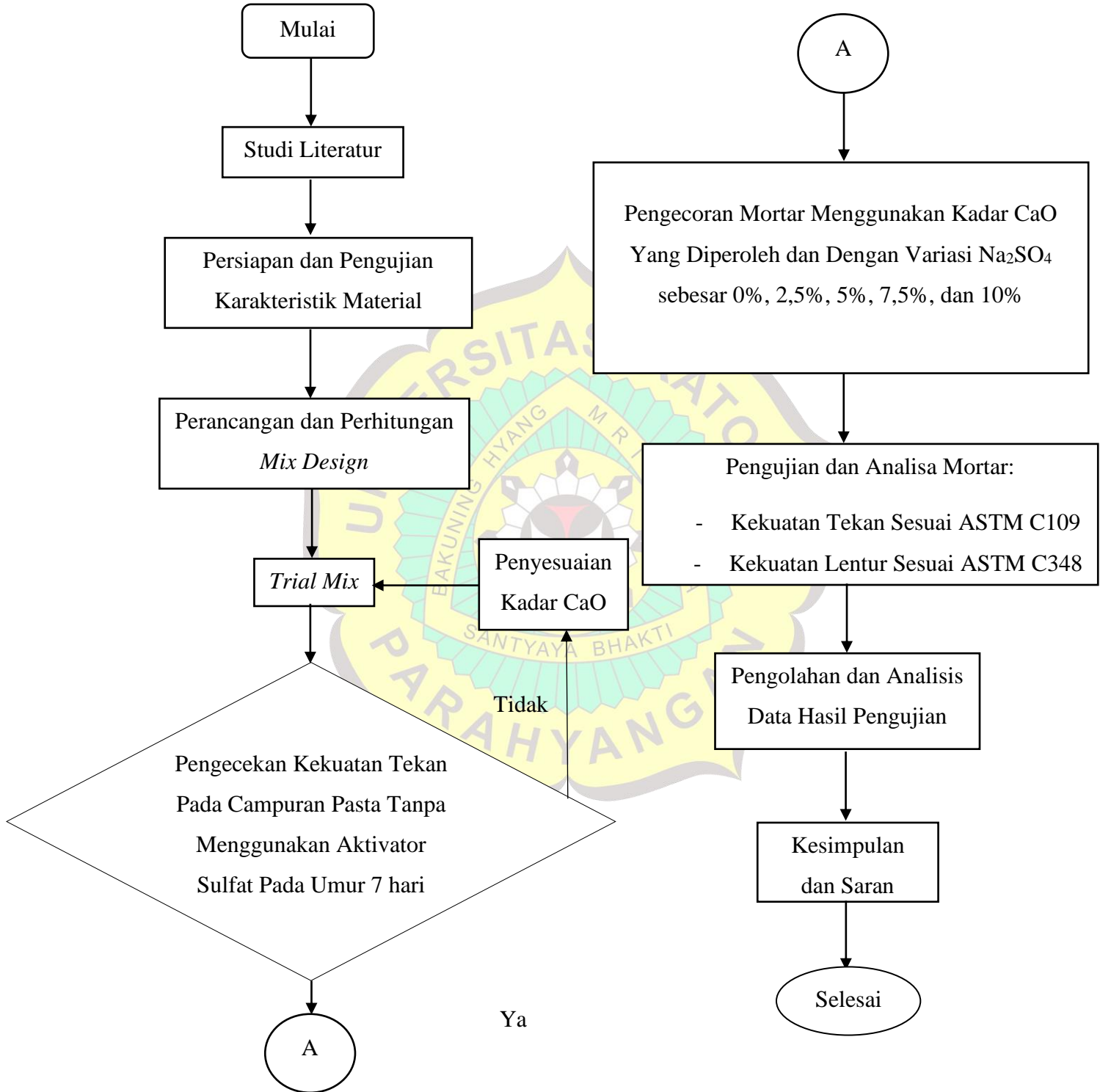
### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penelitian dan juga saran untuk penelitian yang selanjutnya.

### 1.7 Diagram Alir

Penelitian ini dilakukan dengan prosedur sesuai dengan diagram alir pada Gambar

1.1 sebagai berikut:



Gambar 1.1 Diagram Alir