

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP  
KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE*  
PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR**



**DINDA AISYAH AULIA ZAHIRA  
NPM: 6102001149**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP  
KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE*  
PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR**



**DINDA AISYAH AULIA ZAHIRA  
NPM: 6102001149**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP  
KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE*  
PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR**



**DINDA AISYAH AULIA ZAHIRA  
NPM: 6102001149**

**BANDUNG, 12 JANUARI 2024**

**PEMBIMBING:**



**Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP  
KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE*  
PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR**



**DINDA AISYAH AULIA ZAHIRA  
NPM: 6102001149**

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

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

**PENGUJI 2 : Ir. Buen Sian, M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Dinda Aisyah Aulia Zahira  
NPM : 6102001149  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Konsentrasi Magnesium Oksida terhadap Kekuatan Tekan dan *Drying Shrinkage* pada *High Volume Slag* Mortar adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung,  
Tanggal: 05 Januari 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dinda'.

Dinda Aisyah Aulia Zahira  
6102001149

# STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE* PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR

Dinda Aisyah Aulia Zahira  
NPM: 6102001149

Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024

## ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur memegang peranan penting dalam berbagai aspek salah satunya pertumbuhan ekonomi nasional. Dalam pembangunan infrastruktur, mortar menjadi salah satu material umum di bidang konstruksi. Pada mortar, *Ordinary Portland Cement* (OPC) menjadi material utama karena memegang peranan penting dalam hal kekuatan mortar. Akan tetapi, penggunaan OPC dapat menyebabkan pemanasan global. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan *Ground Granulated Blast Furnace* (GGBFS) sebagai pengganti OPC. Kandungan *slag* yang dapat digunakan pada campuran mortar sebanyak 10 hingga 70 persen dan jika kandungannya melebihi 70 persen dikategorikan sebagai *High Volume Slag* (HVS) Mortar. GGBFS membutuhkan waktu yang lama untuk mengalami proses hidrasi sehingga digunakan magnesium oksida (MgO) sebagai aktivator alkali untuk mempercepat reaksi hidrasi. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi MgO terhadap kekuatan tekan dan *drying shrinkage* campuran HVS mortar. Variasi konsentrasi MgO yang digunakan sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; and 20% dengan rasio air terhadap *binder* sebesar 0,4 dan penggunaan OPC sebesar 5% untuk seluruh variasi. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kekuatan tekan untuk variasi konsentrasi MgO 0%; 5%; 10%; 15%; and 20% pada umur benda uji 28 hari secara berurutan sebesar 11,44 MPa; 13,19 MPa; 15,16 MPa; 17,04 MPa; and 19,69 MPa. Nilai perubahan panjang yang didapatkan dari hasil pengujian pada campuran dengan variasi konsentrasi MgO 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% pada umur benda uji 56 hari secara berurutan sebesar -0,000587; -0,00032; -0,000616; -0,000551; dan -0,000512.

**Kata Kunci:** GGBFS, MgO, OPC, *high volume slag*, kekuatan tekan, *drying shrinkage*.

# **EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF MAGNESIUM OXIDE CONCENTRATION ON COMPRESSIVE STRENGTH AND DRYING SHRINKAGE OF HIGH VOLUME SLAG MORTAR**

**Dinda Aisyah Aulia Zahira  
NPM: 6102001149**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM  
(Accredited by SK LAM Teknik Number: 0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARY 2024**

## **ABSTRACT**

The development of infrastructure plays a crucial role in various aspects, one of which is the national economic growth. In infrastructure development, mortar is one of the common materials in the construction field. In mortar, Ordinary Portland Cement (OPC) is the main material because it plays a significant role in the strength of the mortar. However, the use of OPC can contribute to global warming. To address this issue, Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBFS) is used as a substitute for OPC. The slag content that can be used in mortar mix ranges from 10 to 70 percent, and if exceeds 70 percent, it is categorized as High Volume Slag (HVS) Mortar. GGBFS takes a long time to undergo the hydration reaction process, so Magnesium Oxide (MgO) is used as an alkali activator to accelerate the hydration reaction. Research is conducted to determine the influence of varying MgO concentrations on the compressive strength and drying shrinkage of HVS mortar mixtures. The MgO concentration variations used are 0%; 5%; 10%; 15%; and 20% with water-to-binder ratio of 0,4 and the use of OPC at 5% for all variations. Based on the test results, the compressive strength values for MgO concentration variations of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% at a test age of 28 days are sequentially 11,44 MPa; 13,19 MPa; 15,16 MPa; 17,04 MPa; and 19,69 MPa. The change in length values obtained from the test results for mixtures with MgO concentration variations of 0%; 5%; 10%; 15%; and 20% at a test age of 56 days are sequentially -0,000587; -0,00032; -0,000616; -0,000551; and -0,000512.

**Keywords:** GGBFS, MgO, OPC, high volume slag, compressive strength, drying shrinkage.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat dan berkat-Nya skripsi dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI KONSENTRASI MAGNESIUM OKSIDA TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN *DRYING SHRINKAGE* PADA *HIGH VOLUME SLAG* MORTAR” dapat diselesaikan dengan baik serta selesai tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini menjadi salah satu syarat kelulusan akademik dari program sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi ini tidak lepas dari dukungan, masukan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan, masukan, wawasan, dukungan, bimbingan, dan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah meluangkan waktunya untuk menghadiri dan memberikan masukan pada saat seminar judul, seminar isi, dan sidang.
3. Bapak Teguh Farid Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang memberikan banyak bantuan dan masukan selama proses persiapan material hingga pengujian benda uji di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
4. Keluarga penulis yang telah memberikan semangat, motivasi, doa, bantuan, baik bantuan material maupun non material selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ayreen Tjandradinata selaku sahabat dan teman seperjuangan yang telah mengisi hari-hari, selalu mendengarkan keluh dan kesah, memberikan semangat, motivasi, serta dukungan tiada henti selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.



6. Vincent, Shidqi, Davaray, Gavyn, Ara, dan Steven selaku teman seperjuangan dan satu bimbingan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
7. Javier Ramadhan yang selalu hadir untuk menemani, menyemangati, serta mendengarkan keluh dan kesah selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Shindi, Salma, Khansa, Alvi, Syafira, Silviana, Sieva, Devita, Debby selaku teman dekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
9. Rekan-rekan (barudak baruduk) yang telah memberikan dukungan, semangat, dan hiburan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
10. Fadhlan H., Ravi L, serta teman-teman 2019 lainnya yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini
11. Pihak lain yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tidak dapat ditulis satu per satu selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun terhadap studi eksperimental ini sekaligus sebagai evaluasi untuk penulis ke depannya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 05 Januari 2024



Dinda Aisyah Aulia Zahira

6102001149

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Inti Permasalahan .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Pembatasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Metode Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>5</b>
<b>1.7 Diagram Alir.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Mortar .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 High Volume Slag (HVS) Mortar .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Material Campuran HVS Mortar .....</b>	<b>9</b>
2.3.1 Semen.....	9
2.3.2 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (GGBFS) .....	11
2.3.3 Agregat Halus .....	12

2.3.4	Magnesium Oksida .....	12
2.3.5	Air .....	13
2.3.6	<i>Superplasticizer</i> .....	14
<b>2.4</b>	<b>Pengujian Material Campuran HVS Mortar .....</b>	<b>15</b>
2.4.1	Pengujian SG Agregat Halus .....	15
2.4.2	Pengujian SG OPC .....	16
2.4.3	Pengujian SG GGBFS .....	16
2.4.4	Pengujian SG MgO .....	17
2.4.5	Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	17
2.4.6	Pengujian Analisa Saringan ( <i>Fineness Modulus</i> ) .....	18
<b>2.5</b>	<b>Pengujian <i>Flowability</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6</b>	<b>Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>) .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7</b>	<b>Pengujian Kuat Tekan .....</b>	<b>19</b>
<b>2.8</b>	<b>Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Material Campuran HVS Mortar .....</b>	<b>22</b>
3.1.1	Agregat Halus .....	22
3.1.2	<i>Ground Granulated Blast Furnace</i> (GGBFS) .....	22
3.1.3	<i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC) .....	23
3.1.4	Magnesium Oksida (MgO) .....	23
3.1.5	Air .....	24
3.1.6	<i>Superplasticizer</i> (SP) .....	24
<b>3.2</b>	<b>Pengujian Material .....</b>	<b>25</b>
3.2.1	Pengujian SG .....	25
3.2.2	Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	28
3.2.3	Pengujian FM Agregat Halus .....	29
<b>3.3</b>	<b>Perencanaan Campuran .....</b>	<b>32</b>
3.3.1	Metode Volume Absolut .....	32
3.3.2	Proporsi Campuran HVS Mortar .....	35

<b>3.4 Pembuatan Benda Uji.....</b>	<b>36</b>
3.4.1 Proses Pengecoran ( <i>Mixing</i> ).....	36
3.4.2 Proses <i>Flowability</i> Mortar.....	39
<b>3.5 Proses <i>Curing</i> Mortar .....</b>	<b>41</b>
<b>3.6 Pengujian Benda Uji .....</b>	<b>41</b>
3.6.1 Pengujian Kekuatan Tekan .....	41
3.6.2 Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> .....	44
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Analisis Pengujian <i>Flowability</i> Mortar .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran HVS Mortar .....</b>	<b>47</b>
4.2.1 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran Konsentrasi 0% MgO	48
4.2.2 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran Konsentrasi 5% MgO	49
4.2.3 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran Konsentrasi 10% MgO	50
4.2.4 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran Konsentrasi 15% MgO	52
4.2.5 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Campuran Konsentrasi 20% MgO	53
4.2.6 Analisis Pengujian Kekuatan Tekan Untuk Seluruh Variasi Konsentrasi MgO	55
<b>4.3 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran HVS Mortar.....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran Konsentrasi 0% MgO	56
4.3.2 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran Konsentrasi 5% MgO	58
4.3.3 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran Konsentrasi 10% MgO	59
4.3.4 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran Konsentrasi 15% MgO	61
4.3.5 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Campuran Konsentrasi 20% MgO	63

4.3.6 Analisis Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Untuk Seluruh Variasi Konsentrasi MgO .....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>68</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>68</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>69</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN PENGUJIAN MATERIAL .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN MIX DESIGN .....</b>	<b>81</b>



## DAFTAR NOTASI

A	: Luas permukaan benda [mm <sup>2</sup> ]
Abs	: Absorpsi [%]
CTM	: <i>Compression Testing Machine</i>
d <sub>avg</sub>	: Diameter rata-rata campuran HVS mortar [mm]
d <sub>o</sub>	: Diameter awal campuran HVS mortar [mm]
f <sub>m</sub>	: Kekuatan tekan HVS mortar [MPa]
FM	: <i>Fineness modulus</i>
G	: Panjang nominal gauge [mm]
GGBFS	: <i>Ground Granulated Blast-Furnace Slag</i>
HVS	: <i>High Volume Slag</i>
L	: Perubahan panjang pada umur x hari [%]
L <sub>i</sub>	: L <sub>spesimen initial</sub> – L <sub>reff</sub> [mm]
L <sub>reff</sub>	: Panjang <i>reference bar</i> [mm]
L <sub>x</sub>	: L <sub>spesimen umur x</sub> – L <sub>reff</sub> [mm]
M <sub>b</sub>	: Massa labu + minyak tanah + OPC [g]
MgO	: Magnesium Oksida
M <sub>o</sub>	: Massa labu + minyak tanah [g]
MO-0	: Magnesium Oksida dengan konsentrasi 0%
MO-5	: Magnesium Oksida dengan konsentrasi 5%
MO-10	: Magnesium Oksida dengan konsentrasi 10%
MO-15	: Magnesium Oksida dengan konsentrasi 15%
MO-20	: Magnesium Oksida dengan konsentrasi 20%
OD	: <i>Oven Dry</i>
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>
P	: Gaya tekan aksial maksimum [N]
ppm	: <i>parts per million</i>
SF	: <i>Safety Factor</i>
SG	: <i>Specific Gravity</i>
SG <sub>fa</sub>	: <i>Specific Gravity Agregat Halus</i>

$SG_{OPC}$	: <i>Specific Gravity</i> OPC
$SG_{GGBFS}$	: <i>Specific Gravity</i> GGBFS
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SP	: <i>Superplasticizer</i>
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
V	: Volume minyak tanah yang berpindah [m <sup>3</sup> ]
$V_b$	: Volume <i>binder</i> [m <sup>3</sup> ]
$V_{GGBFS}$	: Volume GGBFS [m <sup>3</sup> ]
$V_{fa}$	: Volume agregat halus [m <sup>3</sup> ]
$V_{OPC}$	: Volume OPC [m <sup>3</sup> ]
$V_w$	: Volume air [m <sup>3</sup> ]
W	: Massa [g atau kg]
$W_{fa}$	: Massa agregat halus [g]
$W_{fa.pa}$	: Massa piknometer + air + agregat halus pada kondisi SSD [g]
$W_{OD}$	: Massa agregat halus dalam kondisi OD [g]
$W_{pa}$	: Massa piknometer + air [g]
$W_{SSD}$	: Massa agregat halus dalam kondisi SSD [g]
w/b	: <i>Water-to-binder ratio</i>
$\alpha$	: Konsentrasi MgO [%]
$\rho$	: Massa jenis material [g/cm <sup>3</sup> ]

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	6
<b>Gambar 2.1</b> Cetakan benda uji <i>drying shrinkage</i> .....	21
<b>Gambar 3.1</b> Pasir Galunggung .....	22
<b>Gambar 3.2</b> <i>Ground Granulated Blast Furnace</i> (GGBFS).....	23
<b>Gambar 3.3</b> <i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC) .....	23
<b>Gambar 3.4</b> Magnesium Oksida (MgO).....	24
<b>Gambar 3.5</b> Air.....	24
<b>Gambar 3.6</b> <i>Superplasticizer</i> (SP) .....	25
<b>Gambar 3.7</b> <i>Sieve shaker</i> .....	31
<b>Gambar 3.8</b> Kurva Gradasi Agregat Halus.....	31
<b>Gambar 3.9</b> Cetakan pengujian kekuatan tekan .....	38
<b>Gambar 3.10</b> Cetakan pengujian <i>drying shrinkage</i> .....	38
<b>Gambar 3.11</b> <i>Mixer</i> .....	38
<b>Gambar 3.12</b> Sendok semen .....	39
<b>Gambar 3.13</b> <i>Hand tamping</i> .....	39
<b>Gambar 3.14</b> Alat perata.....	39
<b>Gambar 3.15</b> Palu .....	39
<b>Gambar 3.16</b> <i>Sealed curing</i> .....	39
<b>Gambar 3.17</b> <i>Electric flow table</i> .....	40
<b>Gambar 3.18</b> <i>Slump cone</i> .....	40
<b>Gambar 3.19</b> Pengukuran diameter <i>slump flow</i> .....	40
<b>Gambar 3.20</b> <i>Sealed curing</i> .....	41
<b>Gambar 3.21</b> <i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	42
<b>Gambar 3.22</b> Sisi yang tertekan alat CTM .....	42
<b>Gambar 3.23</b> Pengukuran dimensi benda uji dengan jangka sorong.....	43
<b>Gambar 3.24</b> Hasil pengujian kekuatan tekan .....	43
<b>Gambar 3.25</b> Keretakan pada mortar akibat pengujian kekuatan tekan .....	43
<b>Gambar 3.26</b> Contoh pembacaan panjang <i>reference bar</i> ( $L_{\text{reff}}$ ).....	45
<b>Gambar 3.27</b> Contoh pembacaan panjang benda uji ( $L$ ).....	45
<b>Gambar 4.1</b> Hasil pengujian <i>flowability</i> campuran HVS mortar.....	47



<b>Gambar 4.2</b> Grafik nilai kekuatan tekan MgO 0% .....	48
<b>Gambar 4.3</b> Grafik nilai kekuatan tekan MgO 5% .....	50
<b>Gambar 4.4</b> Grafik nilai kekuatan tekan MgO 10% .....	51
<b>Gambar 4.5</b> Grafik nilai kekuatan tekan MgO 15% .....	53
<b>Gambar 4.6</b> Grafik nilai kekuatan tekan MgO 20% .....	54
<b>Gambar 4.7</b> Grafik rekapitulasi pengujian kekuatan tekan .....	55
<b>Gambar 4.8</b> Grafik <i>drying shrinkage</i> MgO 0% .....	57
<b>Gambar 4.9</b> Grafik pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 5% .....	59
<b>Gambar 4.10</b> Grafik pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 10% .....	61
<b>Gambar 4.11</b> Grafik pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 15% .....	63
<b>Gambar 4.12</b> Grafik pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 20% .....	65
<b>Gambar 4.13</b> Rekapitulasi pengujian <i>drying shrinkage</i> .....	66



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	4
<b>Tabel 1.2</b> Rekapitulasi Benda Uji Pengujian <i>Drying Shrinkage</i> Mortar .....	4
<b>Tabel 2.1</b> Persentase Lolos Agregat Halus Berdasarkan ASTM C33-18.....	12
<b>Tabel 3.1</b> SG Agregat Halus.....	26
<b>Tabel 3.2</b> SG OPC .....	27
<b>Tabel 3.3</b> SG GGBFS .....	27
<b>Tabel 3.4</b> Absorpsi Agregat Halus .....	28
<b>Tabel 3.5</b> FM Agregat Halus Sampel Pertama.....	29
<b>Tabel 3.6</b> FM Agregat Halus Sampel Kedua .....	30
<b>Tabel 3.7</b> Kebutuhan campuran HVS mortar .....	36
<b>Tabel 4.1</b> Pengujian <i>flowability</i> .....	46
<b>Tabel 4.2</b> Hasil pengujian kekuatan tekan campuran konsentrasi MgO 0% .....	48
<b>Tabel 4.3</b> Hasil pengujian kekuatan tekan campuran konsentrasi 5% MgO.....	49
<b>Tabel 4.4</b> Hasil pengujian kekuatan tekan campuran konsentrasi 10% MgO.....	50
<b>Tabel 4.5</b> Hasil pengujian kekuatan tekan campuran konsentrasi 15% MgO.....	52
<b>Tabel 4.6</b> Hasil pengujian kekuatan tekan campuran konsentrasi 20% MgO.....	53
<b>Tabel 4.7</b> Rekapitulasi pengujian kekuatan tekan .....	55
<b>Tabel 4.8</b> Hasil pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 0% .....	56
<b>Tabel 4.9</b> Hasil pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 5% .....	58
<b>Tabel 4.10</b> Hasil pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 10%.....	59
<b>Tabel 4.11</b> Hasil pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 15% .....	61
<b>Tabel 4.12</b> Hasil pengujian <i>drying shrinkage</i> MgO 20% .....	63
<b>Tabel 4.13</b> Rekapitulasi pengujian <i>drying shrinkage</i> .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN PENGUJIAN MATERIAL.....	73
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN MIX DESIGN.....	81



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur memegang peranan penting dalam berbagai aspek salah satunya dalam hal pertumbuhan ekonomi nasional dikarenakan infrastruktur menyediakan fasilitas yang dapat membantu kegiatan mobilisasi manusia. Hal tersebut dapat dibuktikan berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan PDB sebesar 5,33% setiap tahunnya dikarenakan pembangunan infrastruktur. Oleh karena itu, guna menunjang pertumbuhan perekonomian di Indonesia, pemerintah terus menggalakkan pembangunan infrastruktur secara masif dan menyebar ke seluruh wilayah di Indonesia.

Dalam pembangunan infrastruktur, mortar menjadi salah satu material umum di bidang konstruksi. Menurut SNI-03-0685, mortar diartikan sebagai campuran antara agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, Semen Portland) dan air dengan komposisi tertentu yang memiliki fungsi untuk menahan gaya tekan pada struktur, sebagai perekat, serta sebagai pelapis dinding terluar. Semen Portland sebagai bahan dasar mortar memegang peranan penting sebagai zat pengikat yang akan memengaruhi kekuatan dari mortar. Semen Portland yang sering digunakan pada campuran mortar adalah jenis Semen Portland Tipe 1 atau *Ordinary Portland Cement* (OPC). Hal ini disebabkan karena harganya yang murah serta memiliki ketahanan yang tinggi terhadap retak dan penyusutan. Terlepas dari segala kelebihan yang dimiliki OPC, tak dapat dipungkiri bahwa nyatanya OPC memiliki dampak negatif khususnya pada lingkungan, yaitu menyebabkan terjadinya pemanasan global karena kontribusinya yang signifikan terhadap jumlah CO<sub>2</sub> selama proses produksi OPC. Secara umum, produksi 1 ton klinker OPC menghasilkan 1 ton CO<sub>2</sub> dan di Indonesia, produksi OPC menghasilkan 0,833 ton CO<sub>2</sub>/ton semen dari proses pembakaran yang mengakibatkan terjadinya reaksi kalsinasi, yaitu reaksi perubahan dari kalsium karbonat menjadi kalsium oksida dan karbon dioksida (Endah, 2016).

Melihat adanya dampak negatif dari produksi semen terhadap lingkungan, maka diperlukan alternatif campuran mortar sebagai upaya untuk mengurangi jumlah karbon dioksida, yaitu dengan mengganti sebagian besar OPC dengan *Ground Granulated Blast-Furnace Slag* (GGBFS) yang merupakan limbah dari hasil pembakaran pada tanur tinggi. GGBFS dikatakan mampu menjadi pengganti dari OPC dikarenakan pada GGBFS terdapat material yang juga terkandung pada OPC, yaitu oksida silika yang berperan dalam hal kekuatan dan keawetan pada mortar. Kandungan *slag* yang dapat digunakan pada campuran mortar sebanyak 10 hingga 70 persen dan jika kandungannya melebihi 70 persen dapat dikategorikan sebagai *High Volume Slag* (HVS) Mortar.

Meskipun GGBFS dapat menggantikan OPC dalam jumlah tertentu, GGBFS membutuhkan waktu yang lama untuk mengalami proses hidrasi. Dengan begitu, diperlukan adanya zat tambahan berupa aktivator yang dapat mempercepat proses hidrasi pada GGBFS. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan Magnesium Oksida (MgO) sebagai aktivator alkali untuk mempercepat proses hidrasi pada GGBFS.

*Drying shrinkage* didefinisikan sebagai kondisi dimana benda uji mengalami penyusutan karena hilangnya air pada benda uji. Hilangnya air pada benda uji dapat menyebabkan terjadinya tegangan tarik yang memaksa material untuk mengalami penyusutan sehingga terbentuknya retakan-retakan yang berdampak buruk pada kinerja struktur (Zhang *et.al*, 2013).

## **1.2 Inti Permasalahan**

Inti permasalahan dari studi eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi MgO yang berperan sebagai aktivator alkali terhadap kuat tekan serta *drying shrinkage* pada HVS mortar.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Mengetahui perkembangan nilai kuat tekan dari *high volume slag* (HVS) mortar dengan variasi konsentrasi MgO sebagai aktivator

2. Mengetahui nilai *drying shrinkage* dari *high volume slag* (HVS) mortar dengan variasi MgO sebagai aktivator.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, pembatasan masalah ditentukan sebagai berikut:

1. Agregat halus yang digunakan berasal dari kaki Gunung Galunggung yang lolos saringan ASTM No.4 (4.75 mm).
2. Semen yang digunakan adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC) berasal dari PT. Indocement.
3. *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) yang digunakan berasal dari PT. KRNG Indonesia.
4. MgO sebagai aktivator alkali yang diperoleh secara komersil dari Rofa Laboratorium Center.
5. Rasio air terhadap *binder* (w/b) pada mortar ditetapkan sebesar 0,4.
6. Rasio pasir terhadap bahan pengikat (*binder*) ditetapkan sebesar 2,5.
7. Kadar penggunaan Magnesium Oksida (MgO) sebagai aktivator alkali sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20% terhadap bahan pengikat (*binder*).
8. Penggunaan OPC ditetapkan sebesar 5% terhadap bahan pengikat (*binder*) yang bertujuan untuk mendapatkan campuran *high volume slag* mortar dengan kandungan OPC yang minimum.
9. *Superplasticizer* (SP) yang digunakan adalah Master Ease yang diperoleh dari PT. Master Builder Solution Indonesia dengan kadar yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 0,6%.
10. Kuat tekan mortar diuji pada benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 50 × 50 × 50 mm yang diuji pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari dengan mengambil nilai rata-rata dari 4 benda uji dengan mengacu pada ASTM C109-16.
11. *Drying shkrinkage* diuji pada benda uji berbentuk prisma dengan ukuran 25 × 25 × 285 mm yang diuji pada umur *initial*, 1, 3, 5, 7, 14, 28, dan 56 hari dengan mengambil nilai rata-rata dari 3 benda uji yang mengacu pada ASTM C596-18.

12. Jumlah total benda uji sebanyak 95 buah yang terdiri dari 80 buah benda uji kubus dengan ukuran  $50 \times 50 \times 50$  mm dan 15 buah benda uji prisma dengan ukuran  $25 \times 25 \times 285$  m.

13. Metode *curing* yang dilakukan adalah metode *sealed curing*.

**Tabel 1.1** Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kuat Tekan Mortar

Variasi MgO (%)	Kode	Bentuk dan Ukuran Benda Uji	Umur Pengujian (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)
0	MO-0			16
5	MO-5	Kubus $50 \times 50 \times 50$ mm	7, 14, 28, dan 56 hari	16
10	MO-10			16
15	MO-15			16
20	MO-20			16
<b>Total Benda Uji</b>				80

Kode MO-0 menunjukkan magnesium oksida dan angka menunjukkan jumlah konsentrasi yang digunakan pada benda uji.

**Tabel 1.2** Rekapitulasi Benda Uji Pengujian *Drying Shrinkage* Mortar

Variasi MgO (%)	Kode	Bentuk dan Ukuran Benda Uji	Umur Pengujian (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)
0	MO-0			3
5	MO-5	Prisma $25 \times 25 \times 285$ mm	<i>Initial</i> , 1, 3, 5, 7, 14, 28, dan 56 hari	3
10	MO-10			3
15	MO-15			3
20	MO-20			3
<b>Total Benda Uji</b>				15

Kode MO-0 menunjukkan magnesium oksida dan angka menunjukkan jumlah konsentrasi yang digunakan pada benda uji.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada studi eksperimental ini adalah :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan informasi yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber literatur, seperti karya tulis ilmiah, jurnal penelitian, buku, *paper*, dan lain-lain. Studi literatur berfungsi sebagai landasan serta acuan dalam melakukan studi eksperimental.

## 2. Studi Eksperimental

Studi eksperimental adalah salah satu metode penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan percobaan. Pada penelitian ini, studi eksperimental dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan yang dimulai dengan persiapan material, pengujian material, perencanaan *mix design*, pembuatan benda uji, hingga pengujian kuat tekan dan *drying shrinkage* pada mortar dengan variasi konsentrasi dari MgO.

## 3. Analisis Data

Analisis data merupakan metode pengolahan seluruh data yang diperoleh dari studi eksperimental di laboratorium sehingga tercapainya tujuan dari penelitian.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab, antara lain:

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

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

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

Bab ini berisi landasan teori yang digunakan sebagai landasan dan acuan dalam melakukan penelitian.

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

Bab ini berisi tentang prosedur penelitian yang meliputi persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan, dan pengujian *drying shrinkage* pada mortar.

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

Bab ini membahas mengenai proses pengolahan data hasil pengujian

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



Bab ini berisi kesimpulan dari studi eskperimental yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan bagi penelitian selanjutnya.

### 1.7 Diagram Alir

Penelitian kuat tekan dan *drying shrinkage* dilakukan secara berurutan, seperti pada Gambar 1.1



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian