

SKRIPSI

PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA



ALBERT SUSANTO
NPM : 2017410082

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

PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA



ALBERT SUSANTO
NPM : 2017410082

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

PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA



ALBERT SUSANTO
NPM : 2017410082

PEMBIMBING : Herry Suryadi, Ph.D.
PENGUJI 1 : Buen Sian, 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 : ALBERT SUSANTO

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 4 Agustus 1999

NPM : 2017410082

Judul skripsi : **PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CaO ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA**

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. (Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 24 Juli 2023.



Albert Susanto

*) coret yang tidak perlu

PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA

Albert Susanto

NPM : 2017410082

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 yang sangat umum dipakai didalam dunia konstruksi. Mortar terdiri dari tiga komponen utama yaitu, agregat halus, air dan binder. Binder yang umum dipakai adalah semen. Dengan kenaikan pembangunan infrastruktur yang signifikan, maka produksi semen juga terjadi kenaikan. Produksi semen sendiri menghasilkan emisi karbon yang sangat tinggi yang menjadi salah satu penyebab efek rumah kaca, sehingga dikembangkan alternatif material konstruksi yang lebih ramah lingkungan yaitu CaO Activated Slag Mortar. Mortar ini memakai binder dengan bahan Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) dengan aktivator kalsium oksida (CaO). GGBFS ini merupakan pengganti semen yang lebih ramah lingkungan. Variasi water-to-binder ratio (w/b) yang dipakai pada eksperimen ini adalah 0,38; 0,44; 0,5; 0,56; dan 0,62. Tujuan dari eksperimen ini adalah membuat korelasi antara kekuatan tekan dengan water-to-binder pada dengan Abram's Law dan Bolomey's Formula. Selain itu, kekuatan tekan CaO Activated Slag Mortar dibandingkan dengan Cement Mortar dan korelasi antara kekuatan tekan dan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) dibuat. Kekuatan tekan CaO Activated Slag Mortar untuk variasi w/b 0,38; 0,44; 0,5; 0,56; dan 0,62 adalah 23,61 MPa; 22,06 MPa; 20,31 MPa; 19,53 MPa; dan 16,59 MPa secara berurutan. Korelasi antara kuat tekan dengan w/b mendapatkan R^2 dengan tingkat hubungan sangat kuat. Perbandingan hasil kuat tekan kedua jenis mortar sangatlah signifikan. Perbedaan kekuatan tekan pada variasi mortar 0,38; 0,44; 0,5; 0,56; dan 0,62 adalah 57,08%, 51,90%, 49,37%, 41,89%, dan 44,65%.

Kata Kunci: Ground Granulated Blast Furnace Slag, CaO Activated Slag Mortar, Ultrasonic Pulse Velocity, Abram's Law, Bolomey's Formula.

DETERMINATION OF CORRELATION BETWEEN WATER-TO-BINDER RATIO AND THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR WITH ABRAM'S LAW AND BOLOMEY' FORMULA

Albert Susanto

NPM: 2017410082

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 one of the most common materials used in construction. Mortar consists of three main components: fine aggregate, water, and binder. The most commonly used binder is cement. With the increase in infrastructure development, cement production has also risen. Cement production results in very high carbon emissions, contributing to greenhouse effects. Therefore, an alternative environmentally friendly construction material was developed with CaO-activated slag mortar. This mortar uses a binder with Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) and calcium oxide (CaO) as the activator. GGBFS serves as a more environmentally friendly cement replacement. The water-to-binder ratios (w/b) used in this experiment are 0.38, 0.44, 0.5, 0.56, and 0.62. The aim of this study is to establish a correlation between compressive strength and water-to-binder ratio in CaO-activated mortar using Abram's Law and Bolomey's Formula. Additionally, the compressive strength of CaO-activated slag mortar is compared with that of cement mortar, and a correlation between compressive strength and Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) is proposed. The compressive strengths of CaO-activated slag mortar for the w/b ratios 0.38, 0.44, 0.5, 0.56, and 0.62 are 23.61 MPa, 22.06 MPa, 20.31 MPa, 19.53 MPa, and 16.59 MPa, respectively. The correlation between compressive strength and w/b ratio yielded an R² value, indicating a very strong relationship. The comparison of compressive strength between the two types of mortar is significant. The compressive strength differences for the mortar variations 0.38, 0.44, 0.5, 0.56, and 0.62 are 57.08%, 51.91%, 49.37%, 41.89%, and 44.65%, respectively.

Keywords: Ground Granulated Blast Furnace Slag, CaO Activated Slag Mortar, UPV (Ultrasonic Pulse Velocity), Abram's Law, Bolomey's Formula.

PRAKATA

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat-Nya skripsi yang berjudul “PENENTUAN HUBUNGAN ANTARA WATER-TO-BINDER RATIO DENGAN KEKUATAN TEKAN PADA CAO-ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN ABRAM'S LAW DAN BOLOMEY'S FORMULA” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan ini disusun sebagai salah satu kelengkapan untuk menyelesaikan program Pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Sipil di Universitas Katolik Parahyangan.

Dari awal perkuliahan hingga tahap ini, Penulis telah mendapatkan bantuan dan pembelajaran dari berbagai pihak, sehingga Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu Penulis selama ini. Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada:

1. Tuhan YME, atas segala berkat dan rahmay-Nya, Penulis selalu diberikan kesehatan, kesempatan dan kemampuan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ferry Susanto dan Lim Fui Yin selaku orang tua dari Penulis yang selalu mendoakan, mendukung, dan mengingatkan Penulis dalam segala tahap perkuliahan.
3. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pembelajaran, pengalaman, masukan, wawasan dan waktunya selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah memberikan bantuan, wawasan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan yang telah meluangkan waktu untuk hadir dan memberikan saran pada seminar judul, seminar isi, dan sidang akhir.
6. Garry David, Kurniawan Handaya, Timothy Mario, Aditama Yonathan dan Matthew Brian selaku sahabat-sahabat Penulis yang selalu menghibur dan memberikan semangat.

7. Team teman Thigh Land yang selalu menghibur, memberikan semangat, dan motivasi.
8. Angsa 17 yang seelau memberikan semangat dan dorongan dalam penyusunan skripsi.
9. Hermawan, selaku teman yang telah membantu mengajari saya selama proses perkuliahan di Universitas Katolik Parahyangan.
10. Andre, Athaya, Bian, Billy, David, Feli, Ira, Jonathan, Lucky, Mario, Nichika, Erick, Silvia, Steph, dan There selaku teman teman eksperimental di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
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. Penulis mengharapkan masukan dari segala pihak untuk membangun terhadap studi eksperimental ini. Ahkhir kata, Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Bandung, 7 Juli 2023



Albert Susanto

2017410082

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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 Metode Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
1.7 Diagram Alir.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Mortar.....	8
2.2 Material Penyusun Mortar.....	8
2.2.1 Agregat Halus	8
2.2.2 Semen.....	9
2.2.3 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (GGBFS).....	10

2.2.4 Kalsium Oksida.....	11
2.2.5 Air	11
2.3 Perencanaan Campuran Mortar	12
2.3.1 Perencanaan <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	12
2.3.2 Perencanaan <i>Cement Mortar</i>	14
2.4 Pengujian Mortar Segar	15
2.4.1 Uji <i>Flowability</i>	15
2.4.2 Uji <i>Fresh Density</i>	15
2.5 Pengujian Mortar	15
2.5.1 Uji Kekuatan Tekan	15
2.5.2 Hubungan Kekuatan Tekan Terhadap w/b	16
2.5.3 Uji <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	16
2.5.4 Hubungan Kekuatan Tekan dan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	18
2.5.5 Uji Kuat Lentur	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Persiapan Bahan Uji	20
3.1.1 Agregat Halus	20
3.1.2 GGBFS (<i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>).....	20
3.1.3 CaO (Kalsium Oksida).....	21
3.1.4 Semen OPC (<i>Ordinary Portland Cement</i>).....	21
3.1.5 Air	22
3.2 Pengujian Material Campuran Mortar	22
3.2.1 Densitas <i>Ordinary Portland Cement</i>	23
3.2.2 Densitas <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i>	24
3.2.3 Densitas Kalsium Oksida (CaO).....	24
3.2.4 Specific Gravity Agregat Halus	25

3.2.5	Absorpsi Agregat Halus.....	26
3.2.6	Analisa Saringan.....	27
3.3	Perencanaan Campuran.....	29
3.3.1	Proporsi Campuran <i>Cement Mortar</i>	29
3.3.2	Proporsi Campuran <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	30
3.4	Pembuatan Benda Uji Mortar.....	30
3.4.1	<i>Cement Mortar</i>	30
3.4.1	<i>CaO Activated Slag Mortar</i>	31
3.5	Pengujian <i>Flowability</i> Mortar.....	32
3.6	Pengujian Berat Isi Mortar Segar.....	33
3.7	Perawatan Benda Uji Mortar.....	34
3.8	Pengujian Kuat Tekan.....	35
3.9	Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV).....	35
3.10	Pengujian Kekuatan Lentur.....	36
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Analisis <i>Flowability</i> Mortar.....	38
4.2	Analisis Berat Isi Segar.....	39
4.3	Analisis Kuat Tekan Mortar.....	40
4.2.1	Analisis Uji Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	40
4.2.1	Analisis Uji Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i>	43
4.4	Hubungan Antara Kekuatan Tekan dan variasi w/b mortar.....	47
4.4.1	<i>CaO Activated Slag Mortar</i>	47
4.4.2	<i>Cement Mortar</i>	50
4.5	Analisis Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV).....	51
4.5.1	<i>CaO Activated Slag Mortar</i>	52
4.5.2	<i>Cement Mortar</i>	54

4.6	Analisis Hubungan Kuat Tekan dan UPV.....	57
4.6.1	<i>CaO Activated Slag Mortar</i>	57
4.6.2	<i>Cement Mortar</i>	61
4.7	Analisis Perbandingan Kuat Tekan Mortar	66
4.8	Analisis Pengujian Kuat Lentur	69
4.8.1	<i>CaO Activated Slag Mortar</i>	69
4.8.2	<i>Cement Mortar</i>	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN		78



DAFTAR NOTASI

A	: Luas bidang tekan (mm^2)
A_{bs}	: Penyerapan air (%)
ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
$ASTM$: <i>American Society for Testing and Materials</i>
B	: Lebar (mm)
CaCO_3	: Kalsium Karbonat
CaO	: Kalsium Oksida
CO_2	: Karbon Dioksida
CTM	: <i>Compression Testing Machine</i>
F	: Flowability (%)
f_m	: Kuat Tekan Mortar (MPa)
f_r	: Kuat Lentur Mortar (MPa)
FM	: Modulus Kehalusan Butir
$GGBFS$: <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
H	: Panjang (mm)
k	: faktor koreksi (%)
M_a	: Massa labu dengan minyak tanah (g)
M_t	: Massa labu dengan minyak tanah ditambah semen/GGBFS/CaO (g)
n	: Jumlah benda uji
OD	: <i>Oven Dry</i>
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>
SG	: <i>Specific Gravity</i>
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
UPV	: <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>
V	: Volume (cm^3)
w/b	: <i>water-to-binder ratio</i>

W_{OD}	: Massa benda uji kondisi <i>oven dry</i> (g)
W_{pw}	: Massa air + piknometer (g)
W_{pwf}	: Massa air + agregat halus + piknometer (g)
W_{SSD}	: Massa benda uji kondisi SSD (g)
α	: Rasio GGBFS terhadap bahan binder
β	: Rasio CaO terhadap bahan binder
δ	: Rasio agregat halus terhadap bahan binder.
ρ	: Massa Jenis (g/cm ³)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir.....	7
Gambar 2. 1 Proses Produksi GGBFS.....	10
Gambar 2. 2 Alat Portable <i>Ultrasonic Non-destructive Digital Indicating Tester</i> (PUNDIT)	17
Gambar 2. 3 Metode <i>Direct</i> Uji UPV.....	17
Gambar 2. 4 Metode <i>Semi Direct</i> Uji UPV	18
Gambar 2. 5 Metode <i>Indirect</i> Uji UPV	18
Gambar 2. 6 Skema Pengujian Kekuatan Lentur	19
Gambar 3. 1 Pasir Gunung Galunggung.....	20
Gambar 3. 2 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	21
Gambar 3. 3 Kalsium Oksida	21
Gambar 3. 4 Semen OPC.....	22
Gambar 3. 5 Air.....	22
Gambar 3. 6 Kurva Gradasi Agregat Halus.....	28
Gambar 3. 7 Pengujian <i>Flow Test</i>	32
Gambar 3. 8 Penimbangan Silinder dengan Mortar Segar	34
Gambar 3. 9 <i>Sealed Curing</i>	34
Gambar 3. 10 Proses Kalibrasi Alat PUNDIT.....	36
Gambar 3. 11 Pengujian Kekuatan Lentur	37
Gambar 4. 1 Grafik Berat Isi <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	39
Gambar 4. 2 Grafik Berat Isi <i>Cement Mortar</i>	40
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	43
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i>	46
Gambar 4. 5 Hubungan antara Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> dan w/b Hari ke 3.....	48
Gambar 4. 6 Hubungan antara Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> dan w/b Hari ke 7.....	48
Gambar 4. 7 Hubungan Antara Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> dan w/b Hari ke14.....	49

Gambar 4. 8 Hubungan antara Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> dan w/b Hari ke 28.....	49
Gambar 4. 9 Hubungan antara Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> dengan w/b pada umur 3 hari	50
Gambar 4. 10 Hubungan antara Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> dengan w/b pada umur 7 hari	50
Gambar 4. 11 Hubungan antara Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> dengan w/b pada umur 7 hari	51
Gambar 4. 12 Hubungan antara Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> dengan w/b pada umur 14 hari	51
Gambar 4. 13 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,38	57
Gambar 4. 14 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,44	58
Gambar 4. 15 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,5	59
Gambar 4. 16 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,56	60
Gambar 4. 17 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,62	61
Gambar 4. 18 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,38	62
Gambar 4. 19 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,44	63
Gambar 4. 20 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,5	64
Gambar 4. 21 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,56	65
Gambar 4. 22 Hubungan kuat Tekan dengan UPV variasi 0,62	66
Gambar 4. 23 Perbandingan Kuat Tekan pada umur 3 hari	67
Gambar 4. 24 Perbandingan Kuat Tekan pada umur 7 Hari	67
Gambar 4. 25 Perbandingan Kuat Tekan pada umur 14 hari	68
Gambar 4. 26 Perbandingan Kuat Tekan pada umur 28 hari	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Benda Uji Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	3
Tabel 1. 2 Tabel Benda Uji Tekan <i>Cement Mortar</i>	4
Tabel 1. 3 Tabel Benda Uji UPV <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	4
Tabel 1. 4 Tabel Benda Uji UPV <i>Cement Mortar</i>	4
Tabel 1. 5 Tabel Bahan Uji Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	5
Tabel 1. 6 Tabel Benda Uji Lentur <i>Cement Mortar</i>	5
Tabel 2. 1 Persen Lolos Agregat Halus (ASTM C33).....	9
Tabel 2. 2 Batasan Kimiawi Untuk Air Pencampur Kombinasi (SNI 7974:2013)	12
Tabel 2. 3 Nilai Kecepatan UPV Untuk Menilai Kualitas Mortar	17
Tabel 3. 1 Densitas Semen	24
Tabel 3. 2 Densitas <i>Ground Granulated Blast Furnace</i>	24
Tabel 3. 3 Density Kalsium Oksida.....	24
Tabel 3. 4 <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	26
Tabel 3. 5 Absorpsi Agregat Halus	27
Tabel 3. 6 Analisa Saringan Agregat Halus	28
Tabel 3. 7 Proporsi Campuran Mortar Semen.....	29
Tabel 3. 8 Proporsi Campuran Campuran <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	30
Tabel 4. 1 Flowability <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	38
Tabel 4. 2 Flowability <i>Cement Mortar</i>	38
Tabel 4. 3 Berat Isi Segar <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	39
Tabel 4. 4 Berat Isi Segar <i>Cement Mortar</i>	39
Tabel 4. 5 Analisis Kuat <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Tekan Variasi w/b 0,38 ...	41
Tabel 4. 6 Analisis Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,44 ...	41
Tabel 4. 7 Analisis Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,5	42
Tabel 4. 8 Analisis Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,56 ...	42
Tabel 4. 9 Analisis Kuat Tekan <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,62 ...	43
Tabel 4. 10 Analisis Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,38.....	44
Tabel 4. 11 Analisis Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,44	44
Tabel 4. 12 Analisis Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> Variasi 0,5.....	45
Tabel 4. 13 Analisis Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> Variasi 0,56.....	45

Tabel 4. 14	Analisis Kuat Tekan <i>Cement Mortar</i> Variasi 0,62.....	46
Tabel 4. 15	Nilai Kuat Tekan Rata Rata <i>CaO Activated Slag Mortar</i>	47
Tabel 4. 16	Nilai Kuat Tekan Rata Rata <i>Cement Mortar</i>.....	47
Tabel 4. 17	Hasil UPV <i>Test CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,38.....	52
Tabel 4. 18	Hasil UPV <i>Test CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,44.....	52
Tabel 4. 19	Hasil UPV <i>Test CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,5.....	53
Tabel 4. 20	Hasil UPV <i>Test CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,56.....	53
Tabel 4. 21	Hasil UPV <i>Test CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi 0,62.....	53
Tabel 4. 22	Hasil UPV <i>Test Cement Mortar</i> Variasi 0,38	54
Tabel 4. 23	Hasil UPV <i>Test Cement Mortar</i> Variasi 0,44	55
Tabel 4. 24	Hasil UPV <i>Test Cement Mortar</i> Variasi 0,5	55
Tabel 4. 25	Hasil UPV <i>Test Cement Mortar</i> Variasi 0,56	55
Tabel 4. 26	Hasil UPV <i>Test Cement Mortar</i> Variasi 0,62	56
Tabel 4. 27	Perbandingan Kuat Tekan Mortar Umur.....	66
Tabel 4. 28	Tabel Perbandingan Kuat Tekan Mortar (%).....	69
Tabel 4. 29	Kuat Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,38.....	69
Tabel 4. 30	Kuat Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,44.....	69
Tabel 4. 31	Kuat Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,5.....	70
Tabel 4. 32	Kuat Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,56.....	70
Tabel 4. 33	Kuat Lentur <i>CaO Activated Slag Mortar</i> Variasi w/b 0,62.....	70
Tabel 4. 34	Kuat Lentur <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,38	70
Tabel 4. 35	Kuat Lentur <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,44	71
Tabel 4. 36	Kuat Lentur <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,5	71
Tabel 4. 37	Kuat Lentur <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,56	71
Tabel 4. 38	Kuat Lentur <i>Cement Mortar</i> Variasi w/b 0,62	71

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	79
LAMPIRAN 2.....	80
LAMPIRAN 3.....	81
LAMPIRAN 4.....	82
LAMPIRAN 5.....	83
LAMPIRAN 6.....	84
LAMPIRAN 7.....	85
LAMPIRAN 8.....	87
LAMPIRAN 9.....	89
LAMPIRAN 10.....	91
LAMPIRAN 11.....	93
LAMPIRAN 12.....	95
LAMPIRAN 13.....	97
LAMPIRAN 14.....	99
LAMPIRAN 15.....	101
LAMPIRAN 16.....	103



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ibukota negara Indonesia masih dalam proses pemindahan ke daerah baru di Pulau Kalimantan. Pembangunan yang terpicu kejadian ini semakin meningkat dalam skala besar. Pembangunan yang terjadi meliputi gedung, jalan, jembatan, bandara, sekolah, rumah sakit, dan daerah pemukiman. Akibat dari peristiwa penting ini, kebutuhan material untuk pembangunan meningkat, sehingga diperlukan penggunaan dari mortar maupun beton.

Mortar merupakan suatu campuran antara beberapa bahan, yang berbahan dasarnya air dan semen sebagai bahan pengikat dan agregat halus. Mortar mempunyai perbedaan dengan beton yang sangat signifikan, ini dikarenakan bahan dasar seperti agregat kasar, tidak digunakan pada pembuatan mortar. Fungsi mortar terbagi menjadi dua dalam penggunaannya, secara struktural dan non - struktural. Fungsi struktural mortar digunakan untuk menahan gaya tekan dan beban pada struktur yang dibangun, yang menyebabkan perlunya mutu yang besar untuk memenuhinya. Sedangkan, pada penggunaan non - struktural, mortar dapat digunakan untuk acian dinding dan pelapis keramik.

Peningkatan pembangunan di Indonesia semakin meningkat, sehingga permintaan bahan baku semen juga meningkat secara bersamaan. Tahun 1950-an merupakan waktu peningkatan secara global yang paling pesat perkembangannya di industri semen. Peningkatan ini dapat dibuktikan dari penambahan produksi semen yang mencapai lebih dari tiga puluh kali lipat. Semen membawa banyak manfaat dari penggunaannya, tapi perlu kita ketahui bahwa semen meninggalkan jejak karbon yang cukup besar. Sebuah lembaga penelitian, Chatman House, menyatakan bahwa semen merupakan penyumbang emisi karbon dunia dengan nilai 8% yang dapat dikalkulasikan sebanyak 2.2 miliar ton karbon dioksida.

Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) adalah produk sampingan dari proses produksi besi yang diperoleh dengan menghentikan pendinginan

(quenching) slag besi yang cair dari sebuah tungku peleburan dengan air atau uap. Selanjutnya, slag tersebut diproses lebih lanjut dengan dikeringkan dan digiling menjadi bubuk halus.

GGBFS umumnya digunakan sebagai bahan tambahan semen dalam campuran beton dan produk berbasis semen. GGBFS memiliki sifat hidraulis dan dapat menggantikan sebagian semen Portland dalam campuran beton. Ketika GGBFS digunakan dalam beton, ia meningkatkan berbagai sifat seperti kelunakan, ketahanan terhadap serangan sulfat, dan daya tahan.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari uji eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *water-to-binder ratio* (w/b) terhadap kekuatan tekan, lentur, dan durabilitas mortar. Durabilitas mortar ini ditentukan dari nilai UPV.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat korelasi antara kekuatan tekan dan *water-to-binder ratio* (w/b) pada *CaO-activated slag mortar* dengan Abram's Law & Bolomey Formula.
2. Mengetahui nilai *Ultrasonic Pulse Velocity* pada *CaO Activated Slag Mortar* dengan variasi kadar *water-to-binder* (w/b) yang berbeda.
3. Membuat korelasi nilai *Ultrasonic Pulse Velocity* dengan nilai tekan *CaO Activated Slag Mortar* dengan variasi kadar *water-to-binder* (w/b).

1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, pembatasan masalah yang ada ditentukan sebagai berikut:

1. Agregat halus yang dipakai berasal dari Gunung Galunggung.
2. Slag yang dipakai adalah *Ground Granulated Blast Furnace Slag* dari PT. KRNG Indonesia.
3. OPC yang dipakai berasal dari PT Semen Indonesia
4. Kalsium Oksida yang dipakai berasal dari CV. Pratama Cipta Mandiri.
5. Perencanaan *Mix Design* memakai metode Volume Absolut.

6. *Water-to-Binder ratio* yang dipakai adalah 0,38 ; 0,44 ; 0,5 ; 0,56 ;dan 0,62 dengan perbandingan CaO dan GGBFS (Perbandingan CaO 15% dan GGBFS 85%)
7. Rasio pasir dengan *binder* ditetapkan sebesar 2,5.
8. *Workability* mortar segar ditentukan dengan ASTM C109.
9. Kekuatan tekan mortar diuji dengan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm yang di uji pada umur 3, 7, 14, 28 hari dengan mengambil nilai rata rata dari minimal 3 benda uji .
10. *Ultrasonic Pulse Velocity* diuji dengan benda uji berbentuk prisma segiempat dengan ukuran 40 x 40 x 160 mm yang diuji pada umur 3, 7, 14, 28 hari.
11. Kekuatan lentur diuji dengan benda uji berbentuk prisma segiempat dengan ukuran 40 x 40 x 160 mm yang di uji pada umur 28 hari .
12. Metode Perawatan menggunakan *Sealed Curing*.
13. Jumlah benda uji untuk eksperimen ini adalah 190 buah , 160 berbentuk kubus dan 30 berbentuk prisma segiempat .Terlihat pada Tabel 1.1 sampai Tabel 1.6.

Tabel 1. 1 Tabel Benda Uji Tekan *CaO Activated Slag Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	Slag-CaO w/b 0,38	Kubus 50 × 50 × 50 mm	3, 7, 14, dan 28	16
0,44	Slag-CaO w/b 0,44	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,5	Slag-CaO w/b 0,5	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,56	Slag-CaO w/b 0,56	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,62	Slag-CaO w/b 0,62	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
Total Benda Uji				80

Tabel 1. 2 Tabel Benda Uji Tekan *Cement Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	OPC w/b 0,38	Kubus 50 × 50 × 50 mm	3, 7, 14, dan 28	16
0,44	OPC w/b 0,44	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,5	OPC w/b 0,5	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,56	OPC w/b 0,56	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
0,62	OPC w/b 0,62	Kubus 50 × 50 × 50 mm		16
Total Benda Uji				80

Tabel 1. 3 Tabel Benda Uji UPV *CaO Activated Slag Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	Slag-CaO w/b 0,38	Balok 40 × 40 × 160 mm	3, 7, 14, dan 28	3
0,44	Slag-CaO w/b 0,44	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,5	Slag-CaO w/b 0,5	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,56	Slag-CaO w/b 0,56	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,62	Slag-CaO w/b 0,62	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
Total Benda Uji				15

Tabel 1. 4 Tabel Benda Uji UPV *Cement Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	OPC w/b 0,38	Balok 40 × 40 × 160 mm	3, 7, 14, dan 28	3
0,44	OPC w/b 0,44	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,5	OPC w/b 0,5	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,56	OPC w/b 0,56	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,62	OPC w/b 0,62	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
Total Benda Uji				15

Tabel 1. 5 Tabel Bahan Uji Lentur *CaO Activated Slag Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	Slag-CaO w/b 0,38	Balok 40 × 40 × 160 mm	3, 7, 14, dan 28	3
0,44	Slag-CaO w/b 0,44	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,5	Slag-CaO w/b 0,5	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,56	Slag-CaO w/b 0,56	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,62	Slag-CaO w/b 0,62	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
Total Benda Uji				15

Tabel 1. 6 Tabel Benda Uji Lentur *Cement Mortar*

Variasi w/b	Kode	Bentuk Benda Uji	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
%			hari	buah
0,38	OPC w/b 0,38	Balok 40 × 40 × 160 mm	3, 7, 14, dan 28	3
0,44	OPC w/b 0,44	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,5	OPC w/b 0,5	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,56	OPC w/b 0,56	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
0,62	OPC w/b 0,62	Balok 40 × 40 × 160 mm		3
Total Benda Uji				15

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada studi eksperimental ini adalah

1. Studi Literatur

Metode Studi Literatur dilakukan dengan melakukan kajian dengan sumber seperti jurnal, buku , skripsi pembandingan .

2. Studi Eksperimental

Metode Studi Eksperimental dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan . Studi ini dibagi menjadi persiapan bahan, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji.

3. Analisis Data

Analisis data dilakukan pada semua hasil data yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian benda uji, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian .

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

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

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang dipakai sebagai referensi dalam penelitian ini.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah langkah percobaan penelitian berupa persiapan , pelaksanaan , dan pengujian .

BAB 4 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai pengolahan dan penguraian data hasil eksperimental.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang didapat dari hasil analisis data. Selain itu berisi saran agar penelitian berikutnya dapat dilakukan lebih baik.

1.7 Diagram Alir

Penelitian Studi Eksperimental Mortar dilakukan sesuai prosedur pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Diagram Alir