

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *WATER TO BINDER RATIO* TERHADAP KEKUATAN LEKAT TULANGAN YANG TERTANAM DALAM BETON BERBAHAN DASAR SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DAN *SLAG* DENGAN KALSIMUM OKSIDA SEBAGAI AKTIVATOR



**JOSE ANDREAS MADOLEN
NPM : 6101901163**

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
JANUARI 2023**

THESIS

**EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF WATER
TO BINDER RATIO VARIATIONS ON
REINFORCEMENT BOND STRENGTH IN CEMENT-
BASED CONCRETE AND SLAG-BASED CONCRETE
ACTIVATED BY CALCIUM OXIDE**



**JOSE ANDREAS MADOLEN
NPM : 6101901163**

ADVISOR: Herry Suryadi, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JANUARY 2023**

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *WATER TO BINDER RATIO* TERHADAP KEKUATAN LEKAT TULANGAN YANG TERTANAM DALAM BETON BERBAHAN DASAR SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DAN *SLAG* DENGAN KALSIMUM OKSIDA SEBAGAI AKTIVATOR



JOSE ANDREAS MADOLEN
NPM : 6101901163

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

PENGUJI 1: Wisena Perceka, Ph.D.

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
JANUARI 2023

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Jose Andreas Madolen

NPM : 6101901163

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi *tesis/disertasi* dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *WATER TO BINDER RATIO*
TERHADAP KEKUATAN LEKAT TULANGAN YANG TERTANAM DALAM BETON
BERBAHAN DASAR SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DAN *SLAG* DENGAN
KALSIUM OKSIDA SEBAGAI AKTIVATOR

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan perjiplakan 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: 3 Januari 2023

The image shows an official stamp of Universitas Katolik Parahyangan. The stamp is rectangular and contains the university's logo, the name 'UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN', and the text 'METERA PENERIMA' and '01/2023/2017/30'. A handwritten signature is written over the stamp.

Jose Andreas Madolen

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *WATER TO BINDER RATIO* TERHADAP KEKUATAN LEKAT TULANGAN YANG TERTANAM DALAM BETON BERBAHAN DASAR SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DAN *SLAG* DENGAN KALSIMUM OKSIDA SEBAGAI AKTIVATOR

**Jose Andreas Madolen
NPM: 6101901163**

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
JANUARI 2023**

ABSTRAK

Semen merupakan bahan pengikat yang paling umum digunakan dalam proses pembuatan beton. Namun sayangnya, semen adalah material yang tidak ramah lingkungan karena dalam proses produksi semen, menghasilkan emisi gas karbon dioksida yang menyebabkan pemanasan global. Dengan demikian, peneliti terus berinovasi dalam upaya mencari alternatif pengganti semen sebagai bahan pengikat. Salah satu material alternatif pengganti semen adalah *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS). Fokus penelitian ini adalah membandingkan kuat lekatan tulangan yang tertanam dalam beton semen dengan beton *slag* yang terbuat dari GGBFS dan CaO sebagai aktivator. Perbandingan GGBFS dan CaO ditetapkan sebesar 85% dan 15% dan variasi *water-to-binder* (w/b) *ratio* ditetapkan sebesar 0,3; 0,4; dan 0,5. Tulangan yang digunakan dalam pengujian kuat lekatan berdiameter 13 mm dan akan diuji pada umur ke 28 hari beton. Perencanaan campuran dilakukan dengan menggunakan metode volume absolut. Hasil pengujian menunjukkan nilai kuat lekatan beton semen dengan variasi rasio w/b 0,3; 0,4; dan 0,5 adalah 20,14 MPa, 18,96 MPa, dan 12,34 MPa berturut turut. Nilai kuat lekatan beton *slag* dengan variasi rasio w/b 0,3; 0,4; dan 0,5 adalah 14,45 MPa, 11,85 MPa, dan 11,84 MPa berturut turut. Performa kuat lekatan tulangan terhadap beton semen dan beton *slag* jika dikorelasikan dengan nilai kekuatan tekannya masih tergolong baik dan memuaskan. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa beton *slag* dengan GGBFS dan CaO sebagai aktivator memiliki potensi sebagai alternatif pengganti semen yang dapat digunakan dalam konstruksi.

Kata Kunci: Beton semen, beton *slag*, CaO, GGBFS, kuat lekatan.

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF WATER TO BINDER RATIO VARIATIONS ON REINFORCEMENT BOND STRENGTH IN CEMENT-BASED CONCRETE AND SLAG-BASED CONCRETE ACTIVATED BY CALCIUM OXIDE

Jose Andreas Madolen
NPM: 6101901163

Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG
JANUARY 2023

ABSTRACT

Cement is a very commonly used material in making concrete. Unfortunately, cement is not environmentally friendly because the carbon dioxide emitted in the production process is proven to cause global warming. Researchers keep innovating to find an alternative material to replace cement as a binder. One of the alternative materials is ground-granulated blast furnace slag (GGBFS). The focus of this research is comparing the reinforcement bond strength in cement-based concrete and slag-based concrete, which is made with GGBFS and CaO as an activator. The ratio between GGBFS and CaO is set at 85% and 15%, respectively, and the variation of the water to binder ratio is set at 0,3; 0,4; and 0,5. The reinforcement used in the test is 13 mm in diameter, and the test will be conducted after 28 days of curing. The mix design is done using the volume absolute method. The results of the test showed that the bond strengths of cement-based concrete with a w/b ratio of 0,3; 0,4; and 0,5 are 20,14 MPa, 18,96 MPa, and 12,34 MPa, respectively. The bond strengths of slag-based concrete with a w/b ratio of 0,3; 0,4; and 0,5 are 14,45 MPa, 11,85 MPa, and 11,84 MPa, respectively. The bond performance between the two types of concrete is quite satisfactory and is assessed as being of good quality. In conclusion, slag-based concrete using GGBFS and CaO as activators has the potential to be used as an alternative material to cement in construction.

Keywords: Bond strength, CaO, cement-based concrete, GGBFS, slag-based concrete.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *WATER TO BINDER RATIO* TERHADAP KEKUATAN LEKAT TULANGAN YANG TERTANAM DALAM BETON BERBAHAN DASAR SEMEN PORTLAND KOMPOSIT DAN *SLAG* DENGAN KALSIMUM OKSIDA SEBAGAI AKTIVATOR” dengan tepat waktu dan baik.

Skripsi merupakan salah satu syarat kelulusan dalam studi tingkat S-1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Proses penyusunan skripsi tidak terlepas dari rintangan dan tantangan, akan tetapi, berkat bimbingan, masukan, dan bantuan maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan amat baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang banyak kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah menolong, memberi masukan, pengetahuan dan mencurahkan waktunya dalam membantu penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah hadir dan memberi masukan serta saran dalam seminar judul, seminar isi, serta sidang.
3. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah menolong, memberi masukan dan menghibur selama seluruh proses persiapan benda uji hingga kepada tahap pengambilan data dari pengujian benda uji.
4. Ir. Yosyan Madolen dan Lily yang selalu mendoakan dan memberi motivasi dalam rangkaian proses penyusunan skripsi.
5. Styvean Haley dan Vico Christian selaku teman seperjuangan dalam membuat beton semen dan *alkali-activated slag concrete* yang telah menghibur, menguatkan, dan menolong selama proses penyusunan skripsi.
6. Novilya, Maria Margaretha Wirasetya, Jean Jessica Aliusius, Jerrica Pangestu, dan Tiffany Chandra selaku teman seperjuangan dan satu

bimbingan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

7. Styvean Haley, Yeremia Grant Setiawan, Jason Natanael, Efnus Sinuhaji, Nicholas Tjandra, Alvin Tjahyadi, Melvin Darren Ferdinand, Calvin Hindarto selaku keluarga besar “Menimba Qilmuan” yang telah berjuang bersama, bekerja keras, banting tulang, memberi gelak tawa selama menjalani studi di UNPAR.
8. Rayna Vidhya Gracia Praharto sebagai teman yang menghibur dan memotivasi dalam masa penyusunan skripsi.
9. Jovansen Hiustar, Raymond Susanto, dan Vannes Pinadi Lo sebagai teman makan sate dalam masa sulit penyusunan skripsi.
10. Segenap keluarga besar Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2019 yang telah bersama sama bekerja keras dalam menyelesaikan studi di UNPAR
11. Pihak pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya yang telah turut memberi masukan, saran, motivasi dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsinya masih jauh dari sempurna. Dengan demikian, penulis dengan sangat terbuka menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun pada studi eksperimental ini. Sebagai penutup, penulis berharap skripsi ini berguna bagi pembaca dan peneliti di masa yang akan datang serta bagi dunia pendidikan terkhusus di bidang Teknik Sipil

Bandung, 10 Desember 2022



Jose Andreas Madolen

6101901163

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metodologi Penelitian.....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-5
1.7 Diagram Alir.....	1-6
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Beton.....	2-1
2.2 Alkali-activated Slag Concrete.....	2-2
2.3 Semen Hidrolis.....	2-3
2.4 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i>	2-3
2.5 Aktivator Alkali.....	2-5
2.6 Agregat.....	2-6
2.6.1 Agregat Kasar.....	2-6
2.6.2 Agregat Halus.....	2-6
2.7 Air.....	2-7
2.8 <i>Superplasticizer</i>	2-7
2.9 Tulangan.....	2-8
2.10 <i>Uji Bond Strength</i>	2-10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	3-1


3.1	Benda Uji.....	3-1
3.1.1	Semen.....	3-1
3.1.2	Ground Granulated Blast Furnace Slag.....	3-2
3.1.3	Agregat Kasar.....	3-2
3.1.4	Agregat Halus.....	3-3
3.1.5	Aktivator Alkali	3-3
3.1.6	Air	3-4
3.1.7	Superplasticizer	3-4
3.1.8	Tulangan.....	3-4
3.2	Pengujian Material	3-5
3.2.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Bahan Pengikat.....	3-5
3.2.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	3-7
3.2.3	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....	3-9
3.2.4	Pengujian Absorpsi Agregat Halus	3-10
3.2.5	Pengujian Absorpsi Agregat Kasar	3-11
3.2.6	Uji Analisa Saringan	3-12
3.2.7	Pengujian Berat Isi Campuran Agregat.....	3-14
3.2.8	Pengujian Kuat Tarik Tulangan	3-17
3.3	Perencanaan Campuran	3-18
3.3.1	Perencanaan Campuran Beton Semen	3-19
3.3.2	Perencanaan Campuran Beton <i>Slag</i>	3-19
3.4	Pembuatan Benda Uji.....	3-20
3.4.1	Beton Semen	3-20
3.4.2	Beton <i>Slag</i>	3-21
3.5	<i>Slump Test</i>	3-23
3.6	Perawatan Benda Uji	3-24
3.7	Pengujian <i>Bond Strength</i>	3-25
BAB IV ANALISIS DATA		4-1
4.1	Analisis <i>Slump Test</i>	4-1
4.2	Pengujian <i>Bond Strength</i>	4-5
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran	5-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR NOTASI



A	: Berat agregat di udara (g)
Abs	: Absorpsi air (%)
Abs_{fa}	: Absorpsi agregat halus (%)
Abs_{ca}	: Absorpsi agregat kasar (%)
Al_2O_2	: Alumina
ASTM	: <i>American Society of Testing and Materials</i>
ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
B	: Berat agregat dalam air (g)
BSN	: Badan Standardisasi Nasional
$CaCO_3$: Kalsium Karbonat
CEB-FIP	: <i>Euro-International Committee for Concrete and International Federation for Pre-stressing</i>
CO_2	: Karbon Dioksida
d_b	: Diameter tulangan (mm)
f'_c	: Kekuatan tekan (MPa)
Fe_2O_3	: Besi Oksida
FM	: Modulus kehalusan butir
GGBFS	: <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
l	: Panjang tulangan tertanam (mm)
LVDT	: <i>Linear Variable Differential Transformer</i>
MgO	: Magnesium Oksida
M_t	: Massa labu + Massa minyak tanah + Massa material (g)

M_o	: Massa labu + Massa minyak tanah (g)
NaOH	: Sodium Hidroksida
Na ₂ SiO ₃	: Sodium Silikat
Na ₂ O	: Natrium Oksida
P_{max}	: Beban Maksimum (N)
PUPR	: Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
SG	: <i>Specific gravity</i>
SiO ₂	: Silikon Dioksida
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SP	: <i>Superplasticizer</i>
UTM	: <i>Universal Testing Machine</i>
V	: Volume kontainer (m ³)
v	: Kecepatan pembebanan (N/sec)
$V_{agregat}$: Volume agregat (m ³)
V_{CaO}	: Volume kalsium oksida (m ³)
V_{GGBFS}	: Volume bahan pengikat dan air (m ³)
V_o	: Volume awal (cm ³)
V_{pasta}	: Volume bahan pengikat dan air (m ³)
V_{semen}	: Volume semen (m ³)
V_t	: Volume akhir (cm ³)
V_{udara}	: Volume udara (m ³)
w	: Berat isi (kg/m ³)
W_c	: Berat kontainer (kg)

W_L	: Massa Loyang (g)
W_{OD}	: Massa benda uji kondisi <i>oven dry</i> (g)
W_{ODL}	: Massa benda uji kondisi <i>oven dry</i> dan loyang (g)
W_{pik}	: Massa air + massa piknometer (g)
W'_{pik}	: Massa air + massa piknometer + massa agregat halus (g)
W_{SSD}	: Massa agregat halus dalam kondisi SSD (g)
W_t	: Berat kontainer + berat campuran agregat (kg)
w/c	: <i>Water-to-Cement</i>
w/b	: <i>Water-to-Binder</i>
x	: Persentase agregat halus (%)
y	: Berat isi (Kg/m^3)
α	: Persentase agregat halus optimum (%)
λ	: <i>Water to binder</i>
τ_{Bond}	: <i>Bond strength</i> / Kuat lekatan (MPa)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-6
Gambar 2.1 Kekuatan Tekan Beton <i>Slag</i> (Nguyen <i>et al.</i> 2020)	2-2
Gambar 2.2 Proses Pembuatan GGBFS (Ahmad <i>et al.</i> , 2022)	2-4
Gambar 2.3 <i>Ternary Diagram of Cementious Material</i> (Ahmad <i>et al.</i> 2022)	2-5
Gambar 2.4 Baja tulangan beton polos (SNI 2052:2017).....	2-9
Gambar 2.5 Baja tulangan beton sirip/ulir bambu (SNI 2052:2017).....	2-9
Gambar 2.6 Baja tulangan beton sirip/ulir curam (SNI 2052:2017).....	2-9
Gambar 2.7 Baja tulangan beton sirip/ulir tulang ikan (SNI 2052:2017).....	2-10
Gambar 2.8 Skema pengujian	2-10
Gambar 3.1 Semen Tiga Roda.....	3-1
Gambar 3.2 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	3-2
Gambar 3.3 Agregat Kasar	3-2
Gambar 3.4 Agregat Halus	3-3
Gambar 3.5 Kalsium Oksida.....	3-3
Gambar 3.6 <i>Superplaticizer</i>	3-4
Gambar 3.7 Tulangan D13 PAS	3-5
Gambar 3.8 Gradasi Agregat Halus	3-14
Gambar 3.9 Grafik Hubungan Berat Isi Terhadap Persentase Agregat Halus..	3-16
Gambar 3.10 Grafik <i>Stress</i> terhadap <i>Displacement</i>	3-18
Gambar 3.11 Cetakan Beton Semen	3-21
Gambar 3.12 Cetakan Beton <i>Slag</i>	3-22
Gambar 3.13 Kerucut <i>Abrams</i>	3-23
Gambar 3.14 <i>Slump Test</i> Beton Segar	3-24
Gambar 3.15 Perawatan Benda Uji.....	3-24
Gambar 3.16 LVDT dan <i>Magnetic Base</i>	3-25
Gambar 3.17 Pengujian <i>Bond Strength</i>	3-26
Gambar 4.1 <i>Slump Test</i> Beton Semen w/b 0,3.....	4-2
Gambar 4.2 <i>Slump Test</i> Beton Semen w/b 0,4.....	4-2
Gambar 4.3 <i>Slump Test</i> Beton Semen w/b 0,5.....	4-3
Gambar 4.4 <i>Slump Test</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,3	4-3
Gambar 4.5 <i>Slump Test</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,4	4-4

Gambar 4.6 <i>Slump Test</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,5	4-4
Gambar 4.7 Perbandingan <i>Bond Strength</i>	4-6
Gambar 4.8 Perbandingan <i>Bond Strength</i> dan <i>Compressive Strength</i> Beton Semen	4-7
Gambar 4.9 Perbandingan <i>Bond Strength</i> dan <i>Compressive Strength</i> Beton <i>Slag</i>	4-7
Gambar 4.10 Analisa Kualitas Kuat Lekatan	4-8
Gambar 4.11 Analisa Kualitas Kuat Lekatan Beton.....	4-9
Gambar 4.12 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton Semen w/b 0,3	4-10
Gambar 4.13 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton Semen w/b 0,4	4-11
Gambar 4.14 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton Semen w/b 0,5	4-11
Gambar 4.15 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,3	4-12
Gambar 4.16 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,4	4-12
Gambar 4.17 Grafik Kuat Lekatan Terhadap <i>Slip</i> Beton <i>Slag</i> w/b 0,5	4-13

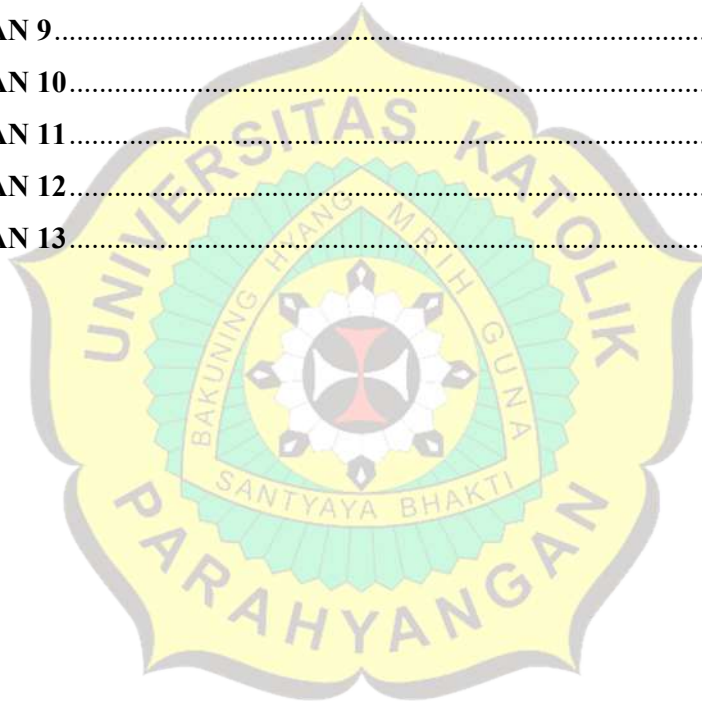


DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji	1-4
Tabel 2.1 Mutu Beton (Spesifikasi Umum Departemen PUPR 2018)	2-1
Tabel 2.2 Komposisi GGBFS (Topçu dan Bog˘ a. 2010).....	2-4
Tabel 2.3 Ketentuan Gradasi Agregat Halus Menurut ASTM C33	2-7
Tabel 3.1 <i>Specific Gravity</i> Semen.....	3-6
Tabel 3.2 <i>Specific Gravity</i> GGBFS	3-7
Tabel 3.3 <i>Specific Gravity</i> CaO	3-7
Tabel 3.4 <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	3-9
Tabel 3.5 <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar	3-10
Tabel 3.6 Absorpsi Agregat Halus.....	3-11
Tabel 3.7 Absorpsi Agregat Kasar.....	3-12
Tabel 3.8 Analisa Saringan Pengujian 1	3-13
Tabel 3.9 Analisa Saringan Pengujian 2	3-13
Tabel 3.10 Data Kontainer dan Massa Agregat Kasar.....	3-16
Tabel 3.11 Persentase Agregat Halus	3-16
Tabel 3.12 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan	3-17
Tabel 3.13 Proporsi Material Beton Semen.....	3-19
Tabel 3.14 Proporsi Material Beton <i>Slag</i>	3-20
Tabel 4.1 <i>Slump Test</i>	4-1
Tabel 4.2 <i>Peak Load</i> Benda Uji.....	4-5
Tabel 4.3 <i>Bond Strength</i> Benda Uji.....	4-6
Tabel 4.4 Kekuatan Tekan.....	4-9

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	L1-1
LAMPIRAN 2.....	L2-1
LAMPIRAN 3.....	L3-1
LAMPIRAN 4.....	L4-1
LAMPIRAN 5.....	L5-1
LAMPIRAN 6.....	L6-1
LAMPIRAN 7.....	L7-1
LAMPIRAN 8.....	L8-1
LAMPIRAN 9.....	L9-1
LAMPIRAN 10.....	L10-1
LAMPIRAN 11.....	L11-1
LAMPIRAN 12.....	L12-1
LAMPIRAN 13.....	L13-1



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton merupakan bahan yang umum digunakan untuk struktur. Mulai dari rumah sederhana, ruko, gedung serbaguna hingga gedung bertingkat, beton sering kali dipilih sebagai bahan utama untuk struktur.

Beton adalah campuran antara semen hidrolis, agregat dan air, dengan atau tanpa campuran kimia, *fiber*, atau material bersifat semen (ACI CT-21). Beton memiliki keunggulan dapat memikul beban tekan yang besar namun tidak kuat menahan gaya tarik. Beton sering kali ditambahkan dengan tulangan dalamnya sebagai material perkuatan dalam menahan gaya tarik.

Tulangan merupakan material yang tertanam dalam beton yang dimaksudkan untuk bekerja bersama dengan beton menahan gaya. Tulangan terbuat dari baja yang biasa berbentuk kawat, untaian kawat, batang dan lain sebagainya (ACI 116R-00, 2000).

Dalam beton, semen hidrolis dibutuhkan bahan pengikat antara agregat kasar dan halus agar bisa bekerja menahan beban. Salah satu macam semen hidrolis ialah semen Portland. Semen Portland adalah semen hidrolis yang dibuat dengan cara menghancurkan klinker semen Portland dan biasanya mengandung kalsium sulfat didalamnya (ASTM C219-03).

Seiring kemajuan teknologi serta pemanasan global yang terus menjadi topik perbincangan, material konstruksi seperti semen juga turut menyumbang emisi gas karbon dioksida (CO₂). Produksi semen Portland tidak disangka menghasilkan gas CO₂ yang cukup besar karena membutuhkan 120 kg batubara untuk menghasilkan 1 ton semen dimana proses ini menghasilkan hampir 0,5 ton CO₂ / ton semen (Feng *dalam* Asthana, 2006). Dengan demikian, inovasi mulai bermunculan untuk menggantikan semen sebagai bahan pengikat dalam beton. Salah satu alternatif yang bisa digunakan adalah dengan memanfaatkan limbah produksi baja yaitu *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS). Namun, GGBFS ini tidak bisa

bekerja sebagai pengikat jika dicampur air begitu saja, diperlukan adanya aktivator alkali berupa kalsium oksida (CaO). CaO yang dicampurkan bersifat reaktif dan berfungsi untuk mempercepat proses hidrasi air dalam beton. Berdasarkan penelitian Djayaprabha dan Hermawan (2022) komposisi kadar GGBFS dan CaO yang menghasilkan kekuatan tekan terbesar adalah 85% dan 15%.

Namun, kekuatan lekat tulangan dengan beton yang terbuat dari material hasil limbah industri ini masih belum diketahui. Dengan demikian, perlu diteliti rasio campuran air dengan pengikat yang optimum untuk menghasilkan kualitas beton yang baik. Selain itu, hubungan antara kekuatan tekan dan kekuatan lekat beton berbahan semen dan beton tanpa pengikat semen akan diteliti.

1.2 Inti Permasalahan

Mengetahui pengaruh variasi rasio air dan *binder* terhadap kekuatan lekat tulangan yang tertanam dalam beton berbahan dasar semen Portland komposit dan slag dengan kalsium oksida sebagai aktivator.

1.3 Tujuan Penelitian

Studi eksperimental ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Mengetahui kekuatan lekat tulangan pada beton semen portland komposit dan slag dengan kalsium oksida sebagai aktivator dengan variasi rasio *water-to-binder*.
2. Mengetahui hubungan antara kekuatan lekat tulangan dan kekuatan tekan yang didapatkan dari data sekunder dan analisa kualitas lekatan berdasarkan “*Euro-International Committee for Concrete and International Federation for Pre-stressing*” (CEB-FIP 90).
3. Mengetahui hubungan antara kekuatan lekat tulangan dan variasi rasio *water-to-binder*.

1.4 Pembatasan Masalah

Pada studi eksperimental ini, pembatasan masalah ditentukan sebagai berikut:

1. Perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut.
2. Beton berbahan dasar semen dibuat dengan Semen *Portland* Komposit dengan *water-to-cement (w/c) ratio* ditetapkan sebesar 0,3; 0,4; dan 0,5.
3. Beton berbahan dasar slag dibuat dengan komposisi kadar GGBFS dan CaO sebagai aktivator ditentukan sebesar 85% dan 15% berdasarkan penelitian Djayaprabha dan Hermawan (2022) dengan *water-to-binder (w/b) ratio* ditetapkan sebesar 0,3; 0,4; dan 0,5.
4. Agregat halus alami yang digunakan dari penambangan pasir di kaki Gunung Galunggung.
5. Agregat kasar alami yang digunakan berasal dari Gunung Lagadar.
6. *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) yang digunakan dari PT. KRNG Indonesia (*Korean Resources Recycling & Green*).
7. Prosedur pengujian kekuatan lekat mengacu pada “*Bond Test for Reinforcement steel: 2. Pull-out test*” (RILEM 1983)
8. Kekuatan lekat tulangan pada beton diuji pada benda uji kubus dengan ukuran $150 \times 150 \times 150$ mm dengan tulangan ulir 13 mm yang diuji pada umur 28 hari. Pemeliharaan benda uji menggunakan metode *sealed curing*.
9. Korelasi antara kekuatan tekan dan kekuatan lekat pada hari ke-28 dan analisis kualitas lekatan dibuat berdasarkan CEB-FIP 90 dengan mengambil data kekuatan tekan dari data sekunder.
10. Jumlah total benda uji: 18 buah benda uji kubus dengan ukuran $150 \times 150 \times 150$ mm.

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji

Bahan Pengikat Beton	w/b	Jenis Pengujian	Umur Pengujian (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)
Semen	0,3	Kekuatan Lekat	28	3
	0,4			3
	0,5			3
Slag + CaO	0,3	Kekuatan Lekat	28	3
	0,4			3
	0,5			3
Total Benda Uji				18

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Mengumpulkan dan melakukan kajian dari jurnal, buku literasi, *paper*, dan karya tulis ilmiah yang diperlukan sebagai referensi dan untuk melaksanakan eksperimen.

2. Studi Eksperimental

Melakukan eksperimen di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan. Eksperimen dilakukan mulai dari persiapan material, pengujian karakteristik material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

3. Analisis Data

Mengolah dan melakukan analisis data yang didapat dari hasil eksperimen untuk mencapai tujuan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

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

BAB 2: DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam melakukan eksperimen serta penyusunan skripsi.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

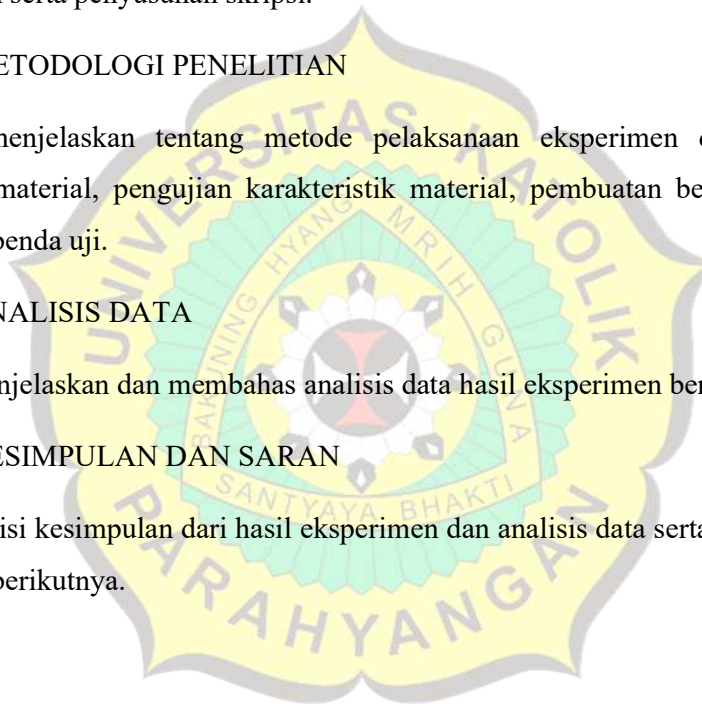
Bab ini menjelaskan tentang metode pelaksanaan eksperimen dimulai dari persiapan material, pengujian karakteristik material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4: ANALISIS DATA

Bab ini menjelaskan dan membahas analisis data hasil eksperimen benda uji.

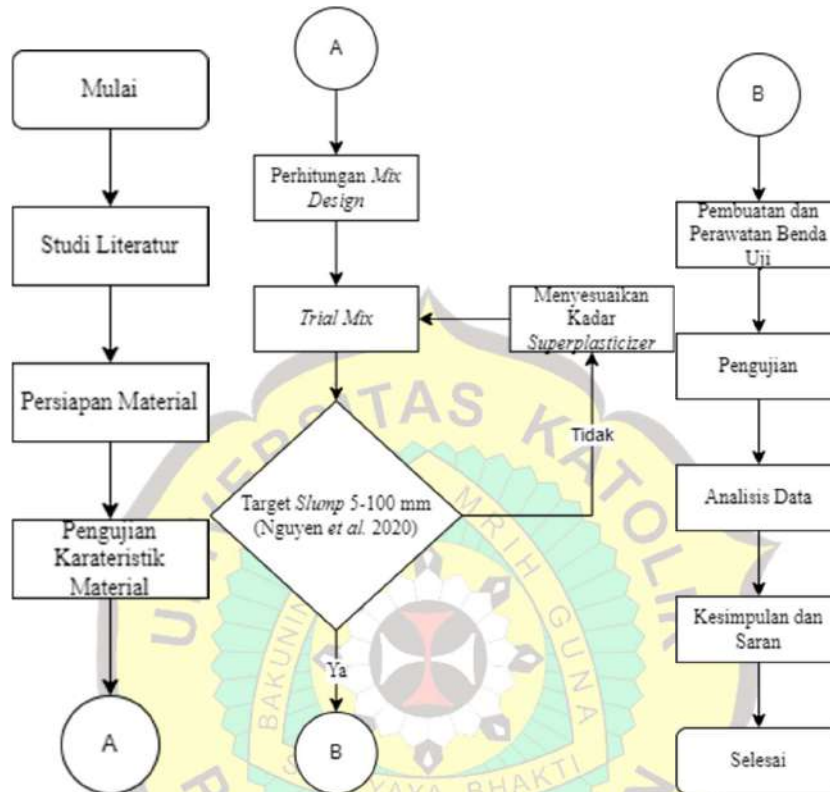
BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil eksperimen dan analisis data serta saran untuk pengujian berikutnya.



1.7 Diagram Alir

Studi eksperimental ini dilakukan sesuai dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1.1 Diagram Alir