

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI
SODIUM METASILIKAT TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN TARIK BELAH ONE-PART ALKALI
ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN BAHAN
DASAR GROUND GRANULATED BLAST FURNACE
SLAG (GGBFS)**



**CAREL DELVINE WINARDO
NPM : 6101801095**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

**EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF
VARIATIONS OF SODIUM METASILICATE ON
COMPRESSIVE STRENGTH AND SPLIT TENSILE
STRENGTH OF ONE-PART ALKALI ACTIVATED
SLAG MORTAR WITH GROUND GRANULATED
BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)**



**CAREL DELVINE WINARDO
NPM : 6101801095**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI
SODIUM METASILIKAT TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN TARIK BELAH ONE-PART ALKALI
ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN BAHAN
DASAR GROUND GRANULATED BLAST FURNACE
SLAG (GGBFS)**



**CAREL DELVINE WINARDO
NPM : 6101801095**

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 TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

PERNYATAAN

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

Nama : Carel Delvine Winardo

NPM : 6101801095

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi^{*)} dengan judul:

“STUDI EKPERIMENTAL PENGARUH VARIASI SODIUM METASILIKAT TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN TARIK BELAH *ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR* DENGAN BAHAN DASAR *GROUND GRANULATES BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)*”

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: 20 Juli 2022



Carel Delvine Winardo
6101801095

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI SODIUM METASILIKAT TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN TARIK BELAH ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN BAHAN DASAR GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)

CAREL DELVINE WINARDO
NPM : 6101801095

Pembimbing : Herry Suryadi, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

ABSTRAK

Beton merupakan material yang sering digunakan dalam konstruksi, karena memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi, berbiaya rendah, dan bahan campurannya mudah didapatkan. Beton sendiri merupakan campuran dari bahan pengikat yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air dan semen yang biasa digunakan adalah Semen Portland. Produksi semen ini merupakan suatu proses yang membutuhkan energi termal yang intensif dan masif. Selain itu, proses ini melepaskan sejumlah gas karbon dioksida (CO_2) yang berdampak pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Menyikapi hal tersebut, perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan alternatif material ramah lingkungan yang dapat menggantikan semen Portland. Salah satu alternatifnya adalah Beton Geopolimer. Beton Geopolimer merupakan beton yang disintesis dari reaksi aktivasi alkali dengan material yang mengandung silika dan alumina yang tinggi. Penelitian ini menggunakan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) sebagai alternatif pengganti semen dan Sodium Metasilikat (Na_2SiO_3) sebagai *alkali-activator*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kadar alkali-activator sebesar 8%, 10%, dan 12% dengan metode perawatan *air curing*. Pengujian yang dilaksanakan adalah pengujian kelecakan (*workability*), kuat tekan, dan kuat tarik belah. Pada pengujian kuat tekan menggunakan benda uji mortar kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$, dan pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji mortar silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 100 mm pada umur beton hari ke-7, 14, 28, dan 56. Hasil dari analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah pada mortar meningkat seiring dengan bertambahnya kadar alkali-activator. Kekuatan tekan paling tinggi terdapat pada variasi 12% yakni 53,43 MPa pada umur hari ke-28 dan kekuatan tarik belah paling tinggi terdapat pada variasi 10% yakni 3,41 Mpa pada umur hari ke-28.

Kata Kunci: Beton Geopolimer, One-part, kuat tekan, kuat tarik belah, GGBFS, Sodium Metasilikat (Na_2SiO_3)

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF VARIATIONS OF SODIUM METASILICATE ON COMPRESSIVE STRENGTH AND SPLIT TENSILE STRENGTH OF ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR WITH GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)

CAREL DELVINE WINARDO
NPM : 6101801095

Advisor : Herry Suryadi, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
(Accredited by Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG
JULY 2022

ABSTRACT

Concrete is a material that is often used in construction, because it has high compressive strength, resistance to high temperatures, low cost, and easy to obtain mixed materials. Concrete itself is a mixture of binders, namely cement, fine aggregate, coarse aggregate and water and the cement commonly used is Portland cement. Cement production is a process that requires intensive and massive thermal energy. In addition, this process releases a large amount of carbon dioxide gas (CO₂) which has an impact on increasing greenhouse gas emissions. In response to this, further research is needed regarding alternative environmentally friendly materials that can replace Portland cement. One alternative is Geopolymer Concrete. Geopolymer concrete is a concrete that is synthesized from an alkaline activation reaction with a material containing high silica and alumina. This research uses Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) as an alternative to cement and Sodium Metasilicate (Na₂SiO₃) as alkali-activator. This study aims to analyze the effect of variations in alkali-activator levels of 8%, 10%, and 12% with the air curing method. The tests carried out workability, compressive strength, and split tensile strength. In the compressive strength test using a cube mortar test object of 50 × 50 × 50 mm³, and the split tensile strength test using a cylindrical mortar test object with a diameter of 50 mm and a height of 100 mm at the age of concrete on the 7th, 14th, 28th, and 56th days. Results from the analysis, it was found that the compressive strength and split tensile strength of the mortar increased with increasing alkali-activator content. The highest compressive strength was found in the 12% variation, which is 53.43 MPa at the 28th day and the highest split tensile strength was found at the 10% variation, which is 3.41 MPa at the 28th day.

Keywords: Geopolymer Concrete, One-part, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Sodium Metasilicate (Na₂SiO₃)

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya karena skripsi yang berjudul “KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI SODIUM METASILIKAT TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN TARIK BELAH ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN BAHAN DASAR GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini dibuat sebagai syarat kelulusan program studi tingkat S-1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan. Pada Proses penyusunan skripsi ini disertai dengan berbagai tantangan dan rintangan, namun berkat dukungan, masukan, bimbingan dari berbagai pihak menjadikan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, pengalaman, wawasan, dan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dosen-dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah meluangkan waktunya untuk hadir dan memberikan masukan dan saran pada saat seminar judul, seminar isi, dan sidang.
3. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah membantu serta masukan kepada penulis dalam seluruh rangkaian proses penyusunan skripsi ini.
4. Keluarga yang selalu memberikan dorongan dan doa pada saat penyusunan skripsi.
5. Teman seperjuangan bimbingan skripsi Richard Faren yang memberi bantuan, dukungan, semangat, dan saran dalam proses penyusunan skripsi.

6. Teman seperjuangan Laboratorium Teknik Struktur UNPAR: Hermawan, Michael, Lie Vernando, Yohanes Erick, Sophie Natania, William Delbert, dan Felicia Gabriele yang memberi bantuan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini serta selama proses pembuatan benda uji.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu juga turut memberikan masukan, doa, serta dorongan selama penyusunan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, penulis menerima dengan tangan terbuka kepada seluruh pihak yang ingin memberikan saran dan masukan pada studi eksperimental ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.



Bandung, 20 Juli 2022

Carel Delvine Winardo

6101801095

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian.....	1-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-5
1.7 Diagram Alir.....	1-6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Mortar	2-1
2.2 Komposisi Mortar.....	2-2
2.3 Kadar Air	2-6
2.4 Pengujian Material	2-6
2.5 Metode Perawatan	2-9
2.6 Metode Pengujian Mortar.....	2-10
2.7 Hubungan Kekuatan Tekan dengan Kekuatan Tekan Mortar	2-12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1 Material	3-1
3.2 Karakteristik Material.....	3-3
3.3 Perhitungan Komposisi Material <i>Alkali-activated</i> Mortar	3-9
3.4 Komposisi Material <i>Alkali-activated</i> Mortar.....	3-10
3.5 Proses Pengecoran Benda Uji.....	3-11
3.6 Penjuan Flow Table	3-13
3.7 Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-14
3.8 Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	3-15
BAB 4 ANALISIS DATA	4-1
4.1 Perhitungan Pengujian <i>Flow Table</i>	4-1
4.2 Analisa Kekuatan Tekan Mortar <i>Alkali-activated</i>	4-2
4.3 Analisa Kekuatan Tarik Belah Mortar <i>Alkali-activated</i>	4-7
4.4 Analisa Hubungan Kekuatan Tekan Dengan Kekuatan Tarik Belah Mortar <i>Alkali-activated</i>	4-11

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-3

DAFTAR PUSTAKA

UCAPAN TERIMAKASIH

LAMPIRAN



DAFTAR NOTASI

%	: Persen
ρ	: Massa Jenis
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Standard Testing and Material
CTM	: Compression Testing Machine
Cm	: Sentimeter
f_m	: Kekuatan Tekan Mortar
f_{mt}	: Kekuatan Tarik Belah Mortar
FM	: <i>Fineness Modulus</i>
FR	: <i>Flow Rate</i>
g	: Gram
GGBFS	: Ground Granulated Blast-Furnace Slag
SG	: Specific Gravity
k	: Koefisien hubungan antara kekuatan tekan dan tarik belah
kg	: Kilogram
kN	: Kilonewton
L	: Liquid
m	: Meter
mm	: Milimeter
MPa	: Megapascal
OD	: Oven Dry atau kering oven
S	: Solid
SG	: Specific Gravity
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SM	: Sodium Metasilikat
SSD	: Saturated Surface Dry
W _c	: Water Content

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian	1-6
Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	1-7
Gambar 2. 1 Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	2-11
Gambar 3. 1 Agregat Halus.....	3-1
Gambar 3. 2 Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBFS).....	3-2
Gambar 3. 3 Sodium Metasilikat	3-3
Gambar 3. 4 Pengujian <i>Spesific Gravity</i> Agregat Halus	3-3
Gambar 3. 5 Pengujian Absropsi Agregat Halus	3-6
Gambar 3. 6 Pengujian <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus	3-7
Gambar 3. 7 Mixer Beton untuk Pengecoran.....	3-12
Gambar 3. 8 Proses (a) dan Hasil (b) Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-14
Gambar 3. 9 Proses (a) dan Hasil (b) Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	3-15
Gambar 4. 1 Sketsa Pengukuran Diameter	4-1
Gambar 4. 2 Grafik Batang Pengujian <i>Unit Weight</i>	4-4
Gambar 4. 3 Grafik Batang Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 8%	4-4
Gambar 4. 4 Grafik Batang Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 10%	4-6
Gambar 4. 5 Grafik Batang Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 12%	4-7
Gambar 4. 6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kekuatan Tekan.....	4-8
Gambar 4. 7 Grafik Batang Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 8%	4-10
Gambar 4. 8 Grafik Batang Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 10%	4-11
Gambar 4. 9 Grafik Batang Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 12%	4-13
Gambar 4. 10 Rekapitulasi Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	4-14
Gambar 4. 11 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 8%	4-16
Gambar 4. 12 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 10% ...	4-17
Gambar 4. 13 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 12% ...	4-18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tekan	1-4
Tabel 1. 2 Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tarik Belah	1-4
Tabel 2. 1 Komposisi Kimia dalam GGBFS.....	2-3
Tabel 2. 2 Persyaratan Gradasi Agregat Halus	2-3
Tabel 3. 1 Pengujian <i>Spesific Gravity</i> Agregat Halus.....	2-3
Tabel 3. 2 Pengujian <i>Spesific Gravity</i> GGBFS	2-3
Tabel 3. 3 Pengujian Absorpsi Agregat Halus	2-3
Tabel 3. 4 Pengujian <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus	2-3
Tabel 3. 5 Perhitungan <i>Mix Design</i> dengan Kadar Sodium Metasilikat 8%	2-3
Tabel 3. 6 Perhitungan <i>Mix Design</i> dengan Kadar Sodium Metasilikat 10%	2-3
Tabel 3. 7 Perhitungan <i>Mix Design</i> dengan Kadar Sodium Metasilikat 12%	2-3
Tabel 3. 8 Rekapitulasi Perhitungan <i>Mix Design</i>	2-3
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Pengujian <i>Flow Table</i>	2-3
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Pengujian <i>Unit Weight</i>	2-3
Tabel 4. 3 Pengujian Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 8%	2-3
Tabel 4. 4 Pengujian Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 10%	2-3
Tabel 4. 5 Pengujian Kekuatan Tekan dengan Kadar SM 12%	2-3
Tabel 4. 6 Pengujian Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 8%	2-3
Tabel 4. 7 Pengujian Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 10%	2-3
Tabel 4. 8 Pengujian Kekuatan Tarik Belah dengan Kadar SM 12%	2-3
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah	2-3
Tabel 4. 10 Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 8 %	2-3
Tabel 4. 11 Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 10 %	2-3
Tabel 4. 12 Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Kadar SM 12 %	2-3

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan populasi dunia meningkat cukup pesat pada abad ke 21 ini. Pada tahun 2000 jumlah populasi dunia telah mencapai 6,1 milyar jiwa sedangkan pada tahun 2021 jumlah populasi dunia meningkat mencapai sekitar 7,8 milyar jiwa, peningkatan ini mencapai 28% dalam kurun waktu 21 tahun (Population Reference Bureau, 2021). Pertumbuhan penduduk ini berbanding lurus dengan peningkatan pembangunan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Hingga saat ini, material yang paling sering digunakan dalam konstruksi adalah material beton. Material beton biasa digunakan untuk konstruksi jalan, bendungan, jembatan, dan bangunan. Material ini paling sering digunakan karena memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi, berbiaya rendah, dan bahan campurannya cukup mudah didapat (Pontikes dan Snellings, 2014).

Beton sendiri merupakan campuran dari bahan pengikat yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air (SNI 2847-2019) dan semen yang biasa digunakan adalah Semen Portland. Produksi semen ini merupakan suatu proses yang membutuhkan energi termal yang intensif dan masif. Selain itu, proses ini pula melepaskan sejumlah gas karbon dioksida (CO_2) (Michael Taylor et al, 2006) yang berdampak pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Menurut National Ready Mixed Concrete Association, dalam proses pembuatan semen, sebanyak 50% hingga 60% gas karbon dioksida (CO_2) dihasilkan pada proses kalsinasi sedangkan sisanya dihasilkan dari pembakaran batu bara. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa, dalam produksi 1 ton semen akan menghasilkan sekitar 0,55 ton CO_2 dari proses kalsinasi dan 0,44 ton CO_2 dari pembakaran batu bara sehingga dapat dikatakan bahwa produksi 1 ton semen menghasilkan 1 ton gas karbon dioksida (CO_2) (Davidovits, 2014). Tentunya hal ini tidak terjadi begitu saja, tingkat konsumsi semen dunia pada tahun 2018 pun telah mencapai 20 Gt per tahun (Scrivener et al., 2018). Efek dari emisi gas rumah kaca yang terjadi saat ini mulai dapat dirasakan, seperti diantaranya lapisan ozon di atmosfer yang sudah tidak sempurna lagi, meningkatnya temperatur bumi secara global

yang mengakibatkan meningkatnya muka air laut karena mencairnya es di kutub, tentunya dampak yang terjadi saat ini merupakan akumulasi dari produksi semen portland yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Tingginya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan industri semen membuat pemerintah mengeluarkan peraturan menteri perindustrian Nomor 12 Tahun 2012 yang mewajibkan industri semen untuk menurunkan emisi gas rumah kacanya sebesar 3% dari tahun 2016 hingga tahun 2020 (Nugraha, 2017). Akibat dari efek yang ditimbulkan dari penggunaan semen Portland, telah dilakukan banyak penelitian dan perkembangan teknologi beton terkait dengan penggantian semen Portland dengan material lain yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat antar agregat. Alternatif yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan ini adalah menggunakan binder yang dihasilkan dari produk sekunder yang mengandung bahan silikat dan dapat diaktifkan dengan alkali (Gjorv, 1989). Salah satu produk sekunder yang paling banyak dihasilkan dan mengandung bahan silikat adalah granulated blast furnace slag (GBFS) yang selanjutnya akan disebut sebagai slag. GBFS adalah bahan butiran dengan tekstur seperti kaca yang terbentuk pada saat terak bersuhu sangat tinggi dari tanur pembakaran baja didinginkan secara cepat, seperti dengan cara dicelupkan dalam air (ACI 233R-03, 2003). Namun GBFS perlu dihaluskan terlebih dahulu agar dapat dijadikan binder pada pembuatan beton. GBFS yang telah dihaluskan ini disebut ground granulated blast furnace slag (GGBFS). Komposisi dari material slag yang paling banyak adalah Silikon Dioksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), serta Kalsium Oksida (CaO) yaitu senyawa-senyawa yang berperan dalam memperkuat ikatan polimerisasi pada saat diaktifkan oleh aktivator.

Terdapat dua metode dalam pengaktifan slag menggunakan alkali yaitu metode *two-part* dan metode *one-part*. Perbedaannya terdapat pada proses pengaplikasiannya, pada metode *two-part* pengaplikasiannya menggunakan *liquid alkali activator*, sedangkan pada metode *one-part* menggunakan *solid alkali activator*. Beberapa perbandingan metode *one-part* dan *two-part* yakni *solid alkali activator* memiliki sifat molaritas yang lebih rendah dibanding *liquid alkali activator*, dari segi logistik untuk mengangkut aktivator berbentuk cair tentunya akan menggunakan biaya yang mahal dibanding mengangkut aktivator yang

berbentuk padat (Luukkonen et al., 2018), dan dari segi aplikasi dilapangan, metode *one-part* dapat meminimalisir inkonsistensi komposisi beton karena dapat dalam bentuk *dry mix*. *Alkali activator* yang sering digunakan adalah Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Metasilikat (Na_2SiO_3), bahan ini paling sering digunakan karena memiliki sifat alkalinitas yang tinggi yang berpengaruh terhadap waktu *setting*, kekuatan awal, dan tingkat permeabilitas yang rendah.

1.2 Inti Permasalahan

Mempelajari pengaruh variasi Sodium Metasilikat terhadap parameter kekuatan tekan dan tarik belah pada *one-part alkali-activated slag mortar*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi sodium metasilikat terhadap nilai parameter kekuatan tekan (f_m) terhadap *one-part* alkali slag mortar.
2. Mengetahui pengaruh variasi sodium metasilikat terhadap nilai parameter kekuatan tarik belah (f_{tm}) terhadap *one-part* alkali slag mortar.
3. Mengetahui korelasi antara nilai kekuatan tekan (f_m) dengan nilai kekuatan tarik belah (f_{tm}) dari data yang diperoleh selama pengujian.

1.4 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Metode perencanaan menggunakan metode volume absolut.
2. *Precursor* yang digunakan adalah Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) dari PT. KRNG Indonesia.
3. Aktivator yang digunakan adalah Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3) dari China.
4. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Galunggung yang lolos saringan ASTM #4 (4,75 mm).
5. Perbandingan liquid dengan solid (l/s) ditetapkan sebesar 0,40.
6. Perawatan menggunakan metode *sealed curing/air curing*.

7. Pengujian dilaksanakan dengan variasi kandungan Sodium Metasilicate (Na_2SiO_3) ditetapkan sebesar 6% ; 8% ; 10% berdasarkan massa.
8. Pengujian dilaksanakan pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari menggunakan benda uji kubus dan benda uji silinder dengan mengambil nilai rata-rata dari 3 buah benda uji.
9. Pengujian kekuatan tekan menggunakan benda uji kubus dengan panjang sebesar 50 mm, lebar sebesar 50 mm, dan tinggi sebesar 50 mm dengan variasi Sodium Metasilicate sebesar 6% ; 8% ; 10% berdasarkan massa yang diuji pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari.
10. Pengujian kekuatan tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter sebesar 50 mm dan tinggi sebesar 100 mm dengan variasi Sodium Metasilicate sebesar 6% ; 8% ; 10% berdasarkan massa yang diuji pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari.
11. Jumlah total benda uji adalah sebanyak 72 silinder buah terdiri dari 36 kubus dan 36 silinder seperti yang terlihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2

Tabel 1. 1 Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tekan

Variasi Sodium Metasilikat	Bentuk Benda Uji	Dimensi (mm) $p \times l \times t$	Umur pengujian	Jumlah Benda Uji (buah)
6%	Kubus	$50 \times 50 \times 50$	7, 14, 28 dan 56 hari	12
8%	Kubus	$50 \times 50 \times 50$		12
10%	Kubus	$50 \times 50 \times 50$		12
Total Benda Uji				36

Tabel 1. 2 Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tarik Belah

Variasi Sodium Metasilikat	Bentuk Benda Uji	Dimensi (mm) $d \times t$	Umur pengujian	Jumlah Benda Uji (buah)
6%	Silinder	50×100	28 hari	12
8%	Silinder	50×100		12
10%	Silinder	50×100		12
Total Benda Uji				36

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai proses penelitian terkait, studi ini dilakukan dengan menghipun informasi yang relevan terkait dengan topik atau permasalahan yang ditinjau, studi ini melakukan penelaahan terhadap buku-buku, literatur, catatan, laporan, dan skripsi pembandingan. Studi ini meliputi penggunaan slag sebagai bahan pengganti semen, penggunaan Sodium Metasilikat (Na_2SiO_3) sebagai aktivator, pemahaman mengenai konsep sifat material beton dengan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) serta metode pengujian yang digunakan.

2. Studi eksperimental.

Studi eksperimental dilakukan dari tahap uji karakteristik material, tahap pembuatan benda uji, tahap perawatan, sampai dengan tahap pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Studi ini dilakukan pada 72 benda uji dengan umur benda uji 7, 14, 28, dan 56 hari. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

3. Pengolahan dan analisis data

Seluruh data hasil pengujian laboratorium terhadap benda uji sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, kemudian diolah untuk mencapai tujuan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan dari penelitian ini:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

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

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang menjadi landasan dalam penyusunan skripsi berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan.

3. BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai persiapan yang dibutuhkan dan pelaksanaan pengujian di laboratorium, meliputi pemilihan material, perencanaan benda uji mortar, pembuatan benda uji mortar, serta pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah terhadap benda uji mortar.

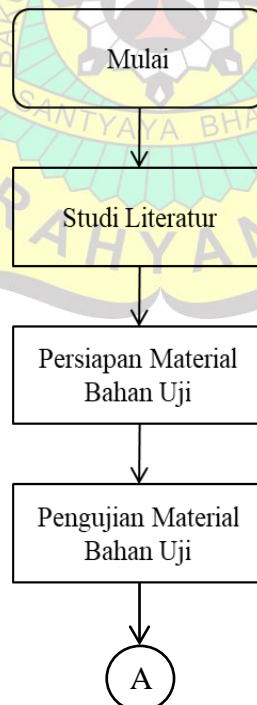
4. BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian yang telah dilakukan serta perbandingan antara hasil uji dengan teori.

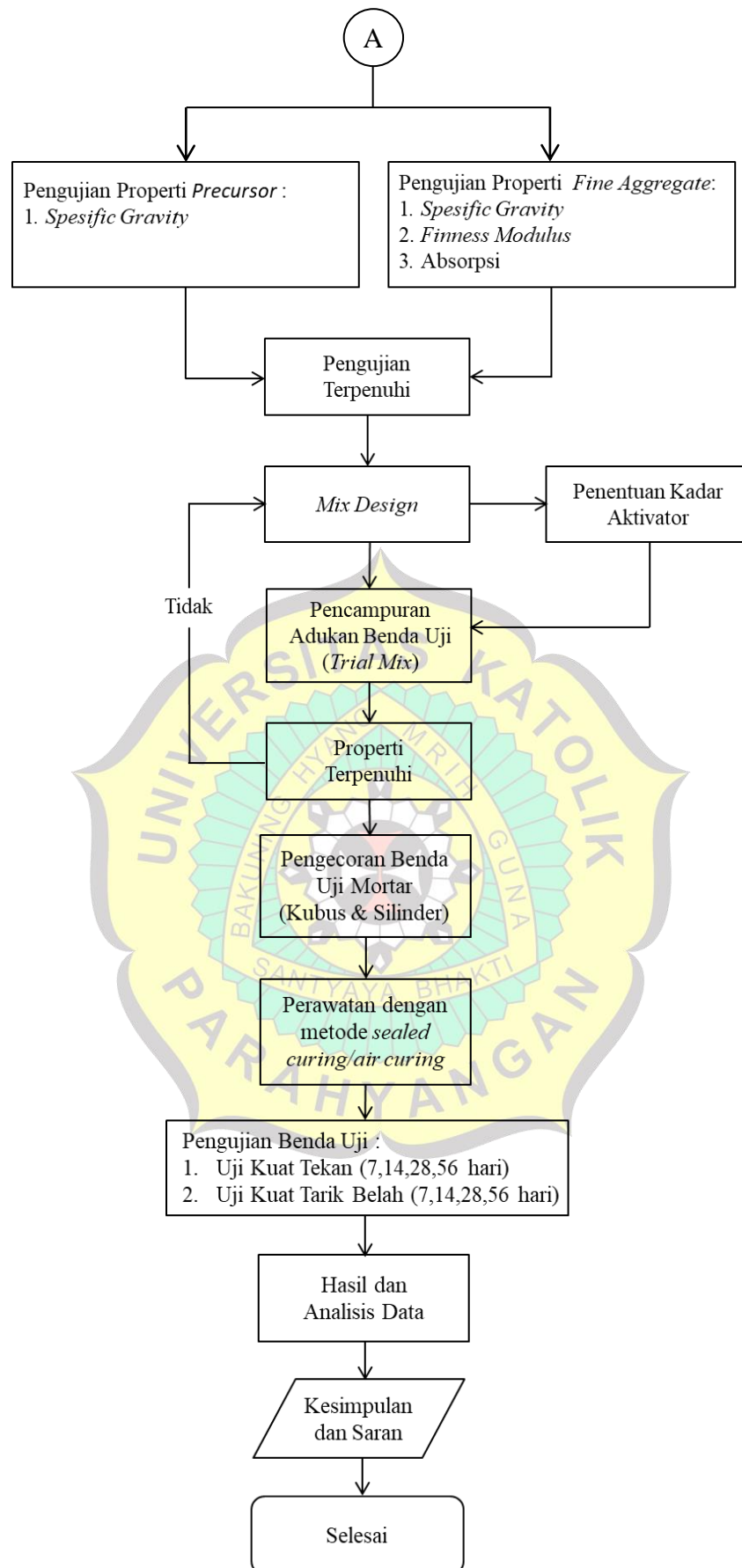
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan beserta saran untuk percobaan dimasa yang akan datang.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)