

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH METODE
PERAWATAN PADA KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS
ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN
SODIUM METASILICATE SEBAGAI AKTIVATOR**



**Richard Faren Sutanto
NPM: 6101801063**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

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

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH METODE PERAWATAN PADA KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN SODIUM METASILICATE SEBAGAI AKTIVATOR



Richard Faren Sutanto
NPM: 6101801063

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 SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

CONTOH (UNTUK DIKETIK SENDIRI)

PERNYATAAN

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

Nama Richard Faren Sutanto
NPM 6101801063
Program Studi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi dengan judul

Studi Eksperimental Pengaruh Metode Perawatan pada Kekuatan Tekan dan Porositas One-Part Alkali Activated Slag Mortar dengan Sodium Metasilicate sebagai Aktivator

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, 18 Juli 2022


C7867A/JX823319860
(Richard Faren Sutanto)

* coret yang tidak perlu

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH METODE
PERAWATAN PADA KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS
ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN
SODIUM METASILICATE SEBAGAI AKTIVATOR**

**Richard Faren Sutanto
NPM: 6101801063**

Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.

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

**BANDUNG
JULI 2022**

ABSTRAK

Pembuatan beton berkontribusi atas 8% emisi gas karbon dioksida (CO_2) global yang dilepaskan ke atmosfer. Maka dari itu, dikembangkan *alkali-activated slag mortar* yang menggunakan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* sebagai salah satu alternatif pengganti semen sebagai bahan dasar. Umumnya pengembangan *alkali-activated slag* sejauh ini adalah pengembangan menggunakan *liquid alkali activator* atau disebut metode *two-part*. Namun karena sifatnya yang korosif maka mulai dikembangkan penggunaan *solid alkali activator* atau biasa disebut metode *one-part*. Pada penelitian *one part alkali-activated slag mortar* ini akan menggunakan sodium *metasilicate* (Na_2SiO_3) sebagai *solid alkali activator* nya. Variasi sodium metasilicate (Na_2SiO_3) yang digunakan sebesar 8%, 10%, dan 12% dengan *liquid to solid ratio* (*l/s*) sebesar 0,4. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan metode perawatan *air curing* dan *water curing* terhadap kekuatan tekan dan porositas dari *alkali-activated slag* tersebut. Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan nilai kekuatan tekan tertinggi *one-part alkali activated slag mortar* dengan menggunakan variasi 12% sodium *metasilicate* (Na_2SiO_3), yakni yang menggunakan *solid alkali activator* lebih banyak, baik untuk *air curing* maupun *water curing* dan didapatkan bahwa hasil kekuatan tekan dengan metode *air curing* akan lebih tinggi daripada *water curing*. Selain itu, dari hasil pengujian porositas didapatkan perawatan dengan *air curing* menghasilkan porositas yang lebih rendah daripada *water curing* untuk semua variasi sehingga bisa dikatakan lebih baik.

Kata Kunci: *One-part Alkali-activated slag*, Na_2SiO_3 , *water curing*, *air curing*, *Ground Granulated Blast Furnace Slag*, kekuatan tekan, porositas.

**EXPERIMENTAL STUDY OF CURING TREATMENT
METHOD ON COMPRESSIVE STRENGTH AND POROSITY
OF ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR WITH
SODIUM METASILICATE AS ACTIVATOR**

**Richard Faren Sutanto
NPM: 6101801063**

Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.

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

(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2022**

ABSTRACT

Concrete manufacturing contributes to 8% of global carbon dioxide (CO₂) gas emissions released into the atmosphere. Therefore, alkali-activated mortar that uses Granulated Blast Furnace Slag soil as one alternative to replaces cement has been developed. Common alkali-activated slag that developed are using liquid alkali activator which called two-part method. However, due to its corrosive nature, solid alkali activators begin to developed, which called one-part method. In this study of one part alkali-activated slag mortar will use sodium methasilicate (Na₂SiO₃) as a solid alkali activator. The variation of sodium methasilicate (Na₂SiO₃) used are 8%, 10%, and 12% with a liquid-to-solid ratio (l/s) of 0.4. The purpose of this study is comparing the air curing method and water curing method against the compressive strength and porosity of alkali. Based on the results, the highest compressive strength of one part of the activated mortar is by using a 12% variation of sodium metasilicate (Na₂SiO₃), which uses more alkaline solid activation, for both *air curing* and water curing, also *air curing* method resulting higher compressive strength results than water curing method. In addition, the results of porosity testing is *air curing* resulting lower porosity percentage than water curing for all variatons which means *air curing* is better.

Keywords: One-part Alkali-activated slag, Na₂SiO₃, water curing, air curing, Ground Granulated Blast Furnace Slag, compressive strength, porosity.

PRAKATA

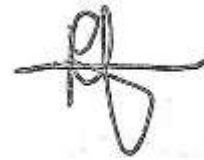
Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena oleh rahmat dan kuasa-Nya skripsi berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH METODE PERAWATAN PADA KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS ONE-PART ALKALI ACTIVATED SLAG MORTAR DENGAN SODIUM METASILICATE SEBAGAI AKTIVATOR” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu prasyarat akademik kelulusan untuk Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak pihak yang memotivasi, membimbing, dan membantu agar skripsi ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu dan baik. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selama proses penyusunan banyak memberikan ilmu, masukan, motivasi dan waktunya.
2. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah hadir dan memberikan masukan 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 banyak membantu selama proses penyusunan skripsi ini termasuk persiapan benda uji.
4. Seluruh anggota keluarga yang memberikan semangat, doa, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi.
5. Teman-teman seperjuangan skripsi di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katholik Parahyangan, Carel Delvine, Sophie Nathania, Felicia Gabrielle, William Delbert, Lie Vernando, Michael, Yohanes Erick Prajitno, dan Josia Budi Laksono yang berjuang bersama menyelesaikan skripsi.
6. Teman-teman Angkatan 2018 yang selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini telah bersama-sama berjuang dan saling memotivasi untuk sampai tahap ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis yang juga telah turut memberikan masukan, semangat, dukungan moral, serta doa selama rangkaian penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala saran dan masukan yang membangun dari seluruh pihak pada studi eksperimental ini, serta penulis berharap bahawa kelak penelitian ini dapat membelikan daya guna bagi peneliti-peneliti yang akan datang dan berguna bagi para pembaca.

Bandung, 4 Juni 2022



Richard Faren Sutanto

6101801063



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1 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	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-5
1.6 Diagram Alir Penelitian.....	1-6
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Mortar.....	2-1
2.2 Semen	2-1
2.3 <i>Ground Granulated Blast Furnace (GGBFS)</i>	2-2
2.4 Alkali Aktivator.....	2-3
2.5 Air.....	2-4
2.6 Agregat Halus.....	2-5
2.7 Uji <i>Flowability</i>	2-6
2.8 Uji Kekuatan Tekan.....	2-6
2.9 Porositas	2-7
2.10 Metode Perawatan (<i>Curing</i>) Mortar	2-8
BAB 3 Metodologi penelitian	3-1
3.1 Material Campuran Mortar.....	3-1
3.1.1 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i>	3-1
3.1.2 Semen.....	3-1
3.1.3 <i>Sodium Metasilicate (Na₂SiO₃)</i>	3-2
3.1.4 Air	3-2
3.1.5 Agregat Halus.....	3-2
3.2 Pengujian Material Campuran Mortar.....	3-3

3.2.1	GGBFS dan Semen	3-3
3.2.2	Agregat Halus.....	3-5
3.3	Proporsi Campuran Mortar.....	3-9
3.3.1	Pengujian Absorpsi Agregat Halus	3-9
3.3.2	Proporsi Campuran <i>Alkali-Activated Slag Mortar</i>	3-10
3.4	Pembuatan Benda Uji.....	3-11
3.4.1	<i>Alkali Activated Slag Mortar</i>	3-12
3.4.2	Mortar Semen.....	3-12
3.5	Pengujian <i>Flowability</i> Mortar	3-13
3.6	Perawatan Benda Uji	3-15
3.6.1	<i>Air curing</i>	3-15
3.6.2	<i>Water Curing</i>	3-15
3.7	Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-16
3.8	Pengujian Porositas Mortar	3-17
BAB 4 ANALISIS DATA DAN Pembahasan		4-1
4.1	Analisis <i>Flowability</i> Mortar	4-1
4.2	Analisis Kekuatan Tekan Mortar Variasi 8% Na_2SiO_3	4-2
4.3	Analisis Kekuatan Tekan Mortar Variasi 10% Na_2SiO_3	4-4
4.4	Analisis Kekuatan Tekan Mortar Variasi 12% Na_2SiO_3	4-7
4.5	Analisis Kekuatan Tekan Mortar Semen Umur 28 Hari	4-9
4.6	Analisis Porositas	4-11
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-3
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>ASTM</i>	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>A</i>	= Luas penampang benda uji, mm ²
<i>B</i>	= Panjang benda uji, mm
<i>GGBFS</i>	= <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
<i>H</i>	= Lebar benda uji, mm
<i>B</i>	= Panjang benda uji, mm
<i>f_m</i>	= Kekuatan tekan mortar, MPa
<i>P</i>	= Beban hancur maksimum, N
<i>M_t</i>	= Berat labu + berat minyak tanah + berat sampel uji, g
<i>M_a</i>	= Berat labu + berat minyak tanah sampai pembacaan 0-0,1 mL, g
<i>SG</i>	= <i>Specific gravity</i>
<i>V_{GGBFS}</i>	= Volume GGBFS, m ³
<i>V_{air}</i>	= Volume air, m ³
<i>V_{udara}</i>	= Volume udara, m ³
<i>V_{pasir}</i>	= Volume agregat halus, m ³
<i>W_{SSD}</i>	= Berat sampel agregat dalam kondisi SSD, g
<i>W_{OD}</i>	= Berat sampel agregat dalam kondisi OD, g
<i>W_{binder}</i>	= Berat <i>binder</i> , kg/m ³
<i>W_{pw}</i>	= Berat semen + piknometer, g
<i>W_{pws}</i>	= Berat semen + piknometer + agregat halus, g
<i>W_{GGBFS}</i>	= Berat GGBFS, kg/m ³
<i>W_{air}</i>	= Berat air, kg/m ³
<i>W_{Susp}</i>	= Berat benda uji kondisi SSD di dalam air, g
<i>W_{Na₂SiO₃}</i>	= Berat sodium metasilicate, kg/m ³
<i>W_{pasir}</i>	= Berat agregat halus, kg/m ³
<i>γ_{GGBFS}</i>	= Berat jenis GGBFS, kg/m ³
<i>γ_{air}</i>	= Berat jenis air, kg/m ³
<i>γ_{pasir}</i>	= Berat jenis agregat halus, kg/m ³

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penelitian.....	1-6
Gambar 2.1 Ternary diagram of cementitious materials (Albitar et al., 2015) ...	2-2
Gambar 2.2 Schematic presentation of the two mixing methods, namely one-part and normal mixing procedures (two-part) for the AAS mortar specimens.	2-4
Gambar 2.3 flow table	2-6
Gambar 3.1 Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS).....	3-1
Gambar 3.2 Portland Composite Cement (PCC).....	3-1
Gambar 3.3 Sodium Metasilicate (Na_2SiO_3)	3-2
Gambar 3.4 Air.....	3-2
Gambar 3.5 Pasir gunung galunggung	3-2
Gambar 3.6 Gradasi pasir Galunggung	3-7
Gambar 3.7 Cetakan kubus	3-13
Gambar 3.8 Electric flow table	3-14
Gambar 3.9 Slump flow Alkali-activated slag.....	3-14
Gambar 3.10 Perawatan air curing	3-15
Gambar 3.11 Perawatan water curing.....	3-16
Gambar 3.12 Pengujian kekuatan tekan alkali-activated slag	3-16
Gambar 3.13 Penimbangan benda uji alkali-activated slag di dalam air	3-17
Gambar 4.1 Pengukuran diameter alkali-activated slag mortar.....	4-1
Gambar 4.2 Grafik perbandingan kekuatan tekan metode water curing dan air curing untuk variasi 8% Na_2SiO_3	4-4
Gambar 4.3 Grafik perbandingan kekuatan tekan metode water curing dan air curing untuk variasi 10% Na_2SiO_3	4-7
Gambar 4.4 Grafik perbandingan kekuatan tekan metode water curing dan air curing untuk variasi 12% Na_2SiO_3	4-9
Gambar 4.5 Perbandingan kekuatan tekan pada umur 28 hari dengan dua metode perawatan	4-11
Gambar 4.6 Perbandingan porositas pada umur 28 hari	4-13

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Benda uji kekuatan tekan mortar slag	1-4
Tabel 1.2 Benda uji porositas slag	1-4
Tabel 1.3 Benda uji mortar semen	1-4
Tabel 2.1 Komposisi kimia GGBFS	2-3
Tabel 2.2 Persen lolos agregat halus (ASTM C33/C33M)	2-6
Tabel 3.1 <i>Specific Gravity</i> GGBFS	3-4
Tabel 3.2 <i>Specific Gravity</i> semen.....	3-4
Tabel 3.3 <i>Specific gravity</i> agregat halus	3-6
Tabel 3.4 Analisa saringan agregat halus.....	3-7
Tabel 3.5 Absorpsi agregat halus	3-8
Tabel 3.6 Proporsi campuran mortar semen	3-9
Tabel 3.7 Kebutuhan pengecoran mortar semen.....	3-10
Tabel 3.8 Proporsi campuran <i>Alkali-activated slag</i>	3-11
Tabel 3.9 Kebutuhan Pengecoran <i>Alkali-activated slag</i>	3-11
Tabel 4.1 <i>Flowability</i> mortar	4-1
Tabel 4.2 Kekuatan Tekan variasi 8% Na_2SiO_3 air curing.....	4-3
Tabel 4.3 Kekuatan Tekan variasi 8% Na_2SiO_3 water curing.....	4-3
Tabel 4.4 Perbandingan kekuatan tekan variasi 8% Na_2SiO_3	4-3
Tabel 4.5 Kekuatan Tekan variasi 10% Na_2SiO_3 air curing	4-5
Tabel 4.6 Kekuatan Tekan variasi 10% Na_2SiO_3 water curing.....	4-6
Tabel 4.7 Perbandingan kekuatan tekan variasi 10% Na_2SiO_3	4-6
Tabel 4.8 Kekuatan Tekan variasi 12% Na_2SiO_3 air curing	4-8
Tabel 4.9 Kekuatan Tekan variasi 12% Na_2SiO_3 water curing.....	4-8
Tabel 4.10 Perbandingan kekuatan tekan variasi 12% Na_2SiO_3	4-9
Tabel 4.11 Kekuatan Tekan mortar semen air curing	4-10
Tabel 4.12 Kekuatan Tekan mortar semen water curing	4-10
Tabel 4.13 Perbandingan kekuatan tekan mortar semen.....	4-10
Tabel 4.14 Porositas variasi 8% Na_2SiO_3 air curing.....	4-12
Tabel 4.15 Porositas variasi 8% Na_2SiO_3 water curing	4-12
Tabel 4.16 Porositas dan variasi 10% Na_2SiO_3 air curing	4-12
Tabel 4.17 Porositas variasi 10% Na_2SiO_3 water curing	4-12
Tabel 4.18 Porositas variasi 12% Na_2SiO_3 air curing.....	4-12
Tabel 4.19 Porositas variasi 12% Na_2SiO_3 water curing	4-13
Tabel 4.20 Porositas mortar semen air curing	4-13
Tabel 4.21 Porositas mortar semen water curing.....	4-13

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 PENGUJIAN PROPERTI MATERIAL
- Lampiran 2 PERHITUNGAN MIX DESIGN VARIASI SERAT
MENGUNAKAN METODE ABSOLUT
- Lampiran 3 LAPORAN HASIL PENGUJIAN KUALITAS AIR UNPAR



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah salah satu komoditas yang paling sering digunakan setelah air pada dunia konstruksi modern. Pada satu sisi, bahan baku utama dalam pembuatan beton adalah semen yang menyumbang 8% emisi karbon dioksida (CO₂) global (Provis & Bernal, 2014). Emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan berasal dari pemrosesan material mentah dimana memproduksi klinker semen membutuhkan energi yang besar. Dimulai dari penyediaan bahan baku, pengeringan, penggilingan, pembakaran, pendinginan, hingga pengemasan semen hidrolik. Selain permasalahan lingkungan yang ditimbulkan industri. Semen juga sedang menghadapi tantangan diakibatkan meningkatnya permintaan semen karena keterbatasan persediaan batuan gamping yang tersusun dari calcium carbonate, pertumbuhan manufaktur yang lambat, dan meningkatnya pajak karbon (Singh et al., 2015).

Upaya yang dilakukan untuk menghadapi permasalahan pada industri semen adalah dengan mencari alternatif lain sebagai material pengikat beton dengan tujuan mengurangi dampak negatif pada lingkungan dengan tetap menjaga mutu dari beton. Salah satu alternatifnya adalah dengan penggunaan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (selanjutnya disebut GGBFS). Namun, GGBFS tidak dapat langsung menjadi bahan pengikat yang maksimal bila hanya dicampurkan dengan air. Hal ini dikarenakan GGBFS berhidrasi dengan lambat dan memerlukan aktivator alkali untuk mencapai mutu yang tinggi (Juenger et al., 2011). Maka, diperlukan suatu aktivator alkali sebelum dapat digunakan sebagai bahan pengikat.

Dalam perkembangannya, banyak penelitian mengenai metode *Alkali-Activated Material* dengan mencampurkan material *pozzolanic* padat seperti GGBFS karena memiliki kekuatan tinggi, durabilitas, dan dampak lingkungan yang kecil (Djayaprabha et al., 2017). *Alkali-Activated Material* terbentuk dari larutan alumino-silikat dalam kondisi tinggi alkali untuk membebaskan [SiO₄]- dan [AlO₄]-

yang kemudian membentuk rantai polimer [-Si-O-Al-O-]. Alumino-silikat tersebut berasal dari material *slag* seperti *GGBFS* dan disebut *Alkali-Activated Slag* (selanjutnya disebut AAS). Akan tetapi, penggunaan aktivator alkali yang sering digunakan berupa alkali cair yang digunakan setelah dilakukan pencampuran memiliki sifat korosif. Sehingga dilakukan pengembangan dengan menggunakan aktivator padat yang langsung dicampur dan dapat diaktivasi hanya dengan menambahkan air atau dikenal dengan metode ‘one-part’ (Lv et al., 2020). Aktivator alkali padat pada studi eksperimental ini adalah sodium *meta-silicate* yang dapat menghasilkan material yang mudah digunakan dalam aplikasi pada bidang konstruksi (Almakhadmeh & Soliman, 2021).

1.2 Inti Permasalahan

Studi eksperimental ini akan meneliti mengenai kuat tekan dan porositas mortar berbahan dasar *Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)* menggunakan metode *One-Part Alkali Activated Slag* dengan Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3) sebagai aktivatornya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode perawatan *air curing* dan *water curing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan skripsi ini, antara lain:

1. Mengetahui perkembangan kuat tekan (f_m) terhadap umur.
2. Mengetahui pengaruh metode perawatan terhadap kekuatan tekan (f_m).
3. Mengetahui pengaruh metode perawatan terhadap porositas.

1.4 Pembatasan Masalah

Material dasar yang digunakan pada studi eksperimental ini meliputi:

1. *Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)* dari PT. KRNG Indonesia.
2. Pasir Galunggung lolos saringan No. 4 (4,75 mm).
3. Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3) ex. China sebagai aktivator.
4. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement Composite (PCC)* dengan merek Semen Tiga Roda.

Pembatasan masalah yang ditentukan pada studi eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Metode perencanaan menggunakan metode absolut dengan penggantian semen dengan GGBFS .
2. Variasi kandungan Sodium Metasilicate (Na_2SiO_3) ditetapkan sebesar 8%; 10%; 12% berdasarkan massa.
3. Benda uji mortar semen menggunakan 100% *Portland composite cement* (PCC).
4. Jumlah benda uji sebanyak 102 dengan dimensi kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$.
5. Pengujian kekuatan tekan pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari menggunakan benda uji kubus dengan mengambil nilai rata-rata dari minimum 3 buah benda uji sesuai dengan ASTM C109.
6. Rasio *Liquid to Solid* (l/s) sebesar 0,4.
7. Pengujian porositas diuji pada hari ke 28 hari dengan menggunakan benda uji kubus dengan dimensi $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$.
8. Perawatan menggunakan metode air curing dan water curing mengacu pada ASTM C511.
9. Jumlah total benda uji *alkali-activated slag* sebanyak 90 buah dengan dimensi kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ seperti terlampir pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2.
10. Benda uji kontrol mortar semen menggunakan bahan dasar *Portland composite cement* (PCC) dengan rasio *water to cement* (w/c) sebesar 0,4.
11. Jumlah total benda uji mortar semen sebanyak 12 buah dengan dimensi kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dan umur pengujian 28 hari seperti terlampir pada Tabel 1.3.

Tabel 1.1 Benda uji kekuatan tekan mortar slag

Variasi Na ₂ SiO ₃ (%)	Benda uji			Jumlah
	Metode Perawatan	Dimensi (mm)	Umur (Hari)	
8%	<i>Air curing</i>	50 × 50 × 50	7, 14, 28, 56	12
10%				12
12%				12
8%	<i>Water curing</i>	50 × 50 × 50	7, 14, 28, 56	12
10%				12
12%				12
Total				72

Tabel 1.2 Benda uji porositas slag

Variasi Na ₂ SiO ₃ (%)	Benda uji			Jumlah
	Metode Perawatan	Dimensi (mm)	Umur (Hari)	
8%	<i>Air Curing</i>	50 × 50 × 50	28	3
10%				3
12%				3
8%	<i>Water curing</i>	50 × 50 × 50	28	3
10%				3
12%				3
Total				18

Tabel 1.3 Benda uji mortar semen

Pengujian	Benda uji			Jumlah
	Metode Perawatan	Dimensi (mm)	Umur (Hari)	
Porositas	<i>Air Curing</i>	50 × 50 × 50	28	3
Kuat Tekan				3
Porositas	<i>Water curing</i>	50 × 50 × 50	28	3
Kuat Tekan				3
Total				12

1.5 Metode Penelitian

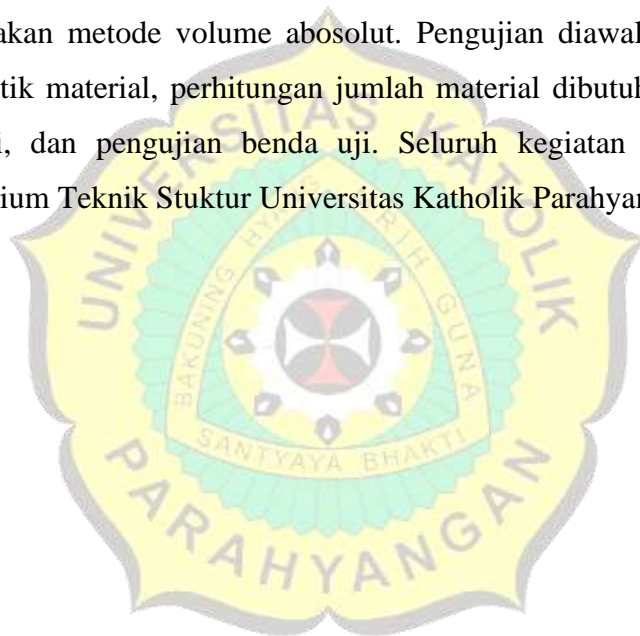
Metode penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan untuk mencari referensi dan menambah ilmu pengetahuan yang mendukung pelaksanaan penelitian. Studi literatur yang dilakukan meliputi pemahaman konsep sifat-sifat material beton, pemahaman kualitas material yang digunakan sebagai pengganti semen, metode pengujian yang digunakan, serta analisa beton sesuai dengan peraturan yang berlaku.

2. Uji Eksperimental

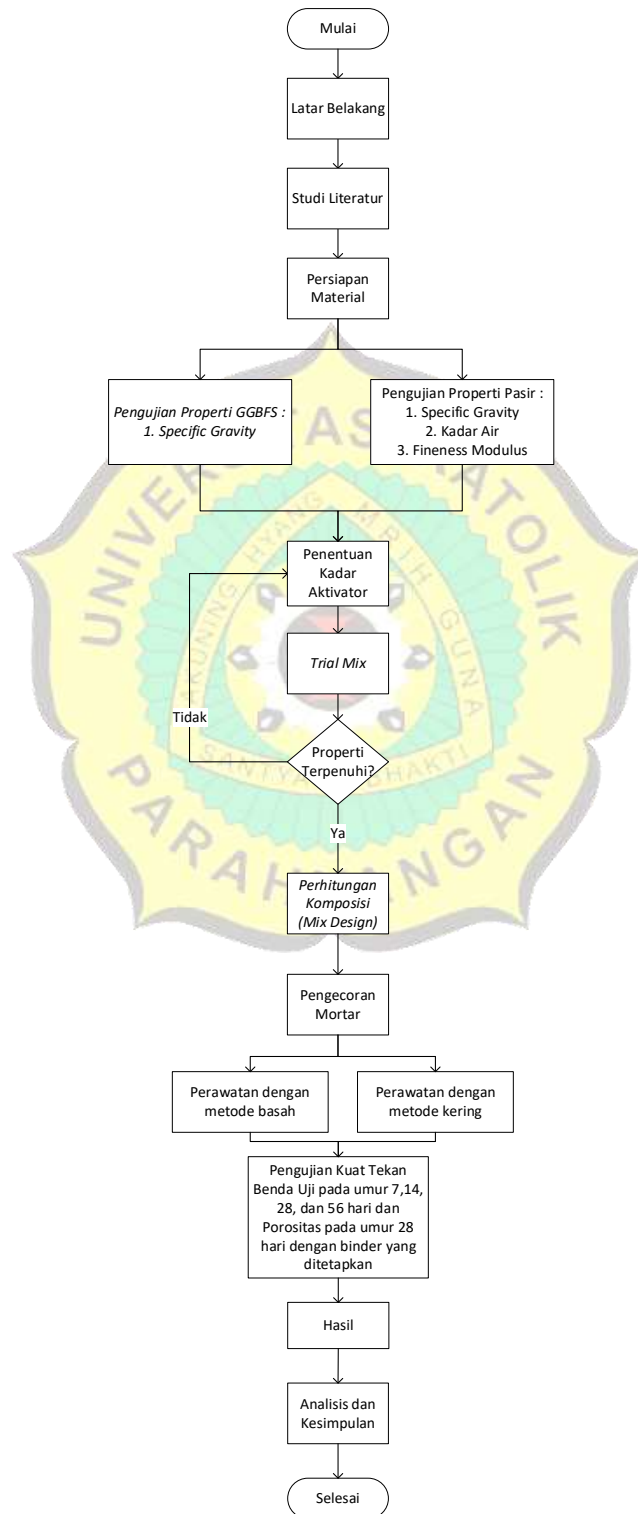
Uji eksperimental dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan mortar dengan menggunakan metode volume abosolut. Pengujian diawali dari pengujian karakteristik material, perhitungan jumlah material dibutuhkan, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji. Seluruh kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Stuktur Universitas Katholik Parahyangan.



1.6 Diagram Alir Penelitian

Studi eksperimental ini akan dilakukan berdasarkan diagram alir penelitian yang telah dilampirkan pada Gambar 1.1:

Gambar 1.1 Diagram alir penelitian



1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini mengikuti pedoman penulisan skripsi yang berlaku pada program studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, antara lain sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini, terdapat latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, diagram alir, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan disebutkan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai landasan serta mendukung pelaksanaan penelitian ini.

BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan dibahas cara melakukan persiapan, pelaksanaan, dan pengujian yang dilakukan selama penelitian serta hasil uji pada spesimen.

BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis terhadap hasil yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan pada eksperimen ini.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan yang ditarik dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan. Selain itu, akan ada saran terkait permasalahan yang dibahas yang didasarkan pada hasil pengujian.