

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN KINERJA *GROUND
GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI
PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN
DAN SORPTIVITAS *SELF-COMPACTING MORTAR***



**DIANA DARAPUSPA
NPM : 2016410164**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Nenny Samudra, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN KINERJA *GROUND
GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN
DAN SORPTIVITAS *SELF-COMPACTING MORTAR***



**DIANA DARAPUSPA
NPM : 2016410164**

Bandung, 11 Agustus 2020

PEMBIMBING

Herry Suryadi, Ph.D.

KO-PEMBIMBING

Nenny Samudra, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

PERNYATAAN

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

Nama : Diana Darapuspa

NPM : 2016410164

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi*) dengan judul:

KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN KINERJA *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN SORPTIVITAS *SELF-COMPACTING MORTAR*

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 30 Juli 2020



Diana Darapuspa

KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN KINERJA *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN SORPTIVITAS *SELF-COMPACTING MORTAR*

Diana Darapuspa
NPM: 2016410164

Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.
KO-Pembimbing: Nenny Samudra, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG
AGUSTUS 2020

ABSTRAK

Perkembangan infrastruktur di Indonesia yang meningkat dari tahun ke tahun, mengakibatkan kebutuhan produksi material semen meningkat. Setiap produksi semen menyumbang sekitar 8% emisi karbon dioksida di dunia. Hal ini memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Oleh karena itu pemanfaatan *Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)* diharapkan dapat menjadi alternatif untuk pemanfaatan penggunaan bahan pengganti sebagian semen yang ramah lingkungan dengan biaya yang rendah. *GGBFS* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi yang merupakan material berbentuk butiran/granular. *GGBFS* memiliki komposisi kimia yang tidak berbeda dengan Semen *Portland*. Unsur *GGBFS* sebagian besar terdiri dari kapur, silika dan alumina. Untuk mengetahui pengaruh *GGBFS* sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan tingkat sorptivitas dilakukan pengujian terhadap *Self-Compacting Mortar (SCM)* dengan rasio air binder (w/b) sebesar 0.3 dan rasio penggantian sebagian semen dengan *GGBFS* sebesar 0%, 10%, dan 20%. Didapatkan nilai koefisien *initial absorption* sebesar 1.45×10^{-2} mm, 1.15×10^{-2} mm, dan 7.6×10^{-3} mm, dan nilai *secondary absorption* sebesar 3.2×10^{-3} mm, 2.7×10^{-3} mm, dan 2.4×10^{-3} mm untuk nilai kuat tekan sebesar 57.20 MPa, 58.19 MPa, dan 61.78 MPa pada umur 28 hari untuk kadar variasi penggantian *GGBFS* 0%, 10%, dan 20%. Adapun peningkatan kuat tekan optimum terjadi pada *SCM* dengan kadar variasi penggantian *GGBFS* sebesar 20% apabila dibandingkan dengan *SCM* dengan kadar variasi penggantian 0%. Hal ini disebabkan oleh karakteristik dari material *GGBFS* dengan tingkat kehalusan partikel dan *GGBFS* yang hanya menyerap sedikit air selama proses pencampuran material dan *GGBFS*

Kata kunci: semen, *Ground Granulated Blast Furnace Slag*, *Self-Compacting Mortar*, kuat tekan, tingkat sorptivitas

**EKSPERIMENTAL STUDY AND *GROUND GRANULATED
BLAST FURNACE SLAG* PERFORMANCE AS PARTIAL
SUBSTITUTION OF CEMENT ON COMPRESSIVE
STRENGTH AND SORPTIVITY OF *SELF-COMPACTING
MORTAR***

**Diana Darapuspa
NPM: 2016410164**

Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.

Co-Advisor: Nenny Samudra, Ir., M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTEMEN OF CIVIL ENGINEERING**

(Accredited by BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

AGUSTUS 2020

ABSTRACT

The development of infrastructure in Indonesia is increasing from year to year, resulting in increased demand for cement material production. Each cement production contributes around 8% of carbon dioxide emissions in the world. As a result of that, has given a negative impact on the environment. Therefore, the use of Ground Granulated Blast Furnace Slag (*GGBFS*) is expected to be an alternative for the use of environmentally friendly cement replacement materials at a low cost. *GGBFS* is a by-product of the result of high kiln combustion which is a granular material. *GGBFS* has a chemical composition that is similar to the Portland Cement. The *GGBFS* element consists mainly of lime, silica, and alumina. To find out the effect of *GGBFS* as a partial substitution of cement on compressive strength and sorptivity rate, a Self-Compacting Mortar (*SCM*) was tested with a water binder ratio (w/b) of 0.3 and a ratio of partial replacement of cement with *GGBFS* of 0%, 10%, and 20%. The results obtained initial absorption coefficient values of 1.45×10^{-2} mm, 1.15×10^{-2} mm, and 7.6×10^{-3} mm, and secondary absorption values of 3.2×10^{-3} mm, 2.7×10^{-3} mm, and 2.4×10^{-3} mm for compressive strength values of 57.20 MPa, 58.19 MPa, and 61.78 MPa at 28 days for the variation of replacement *GGBFS* 0%, 10%, and 20%, respectively. The optimum increase in compressive strength occurs in *SCM* with a 20% *GGBFS* replacement variation when compared to *SCM* with 0% and 10% variation. This is caused by the characteristics of the *GGBFS* material with a degree of particle fineness and *GGBFS* which absorbs less water during the process of mixing material and *GGBFS*.

Keywords: cement, *Ground Granulated Blast Furnace Slag*, *Self-Compacting Mortar*, compressive strength, sorptivity rate

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan dengan baik skripsi yang berjudul “Kajian Ekperimental dan Kinerja *Ground Granulated Blaste Furnace Slag* sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Sorptivitas *Self-Compacting Mortar*” yang merupakan bagian dari penelitian dari Bapak Herry Suryadi, Ph.D. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai kesulitan, tantangan dan hambatan yang dihadapi. Oleh karena itu, penulis berterima kasih atas kritik, saran, dan bantuan secara material, moral, dan spiritual yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pengerjaan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. dan Ibu Nenny Samudra, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi hingga selesai.
2. Keluarga penulis, Papa, Mama, Kak Indah, Mas Cahyo, Meli, Ricky, Tomy dan Zhaf yang tidak pernah berhenti memberikan dorongan semangat, bantuan moral dan fisik.
3. Bapak Teguh Farid, Bapak Markus Didi, dan Bapak Heri Rustandi yang telah banyak membantu dalam pengerjaan penelitian ini.
4. Teman-teman seperjuangan skripsi Seba, Angie, Yoshan, Anthony, Kennardi, Calvin, dan Andreas yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa juga untuk Margareth, Monica, dan Astari yang telah berkontribusi bagi skripsi penulis.
5. Alif Litania, Monica Fiernaya, Sherly Noventi, dan Raksi Erlambang, sahabat yang senantiasa memberikan dorongan semangat untuk selalu bekerja keras dalam menyelesaikan skripsi.

6. Joshua Kuswardi, Claresta Felim, Kak Debby Septia, Aulia Rahman, dan kerabat lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dorongan semangat dalam pembuatan skripsi ini.
7. Teman-teman Woolie The Rescuer: Ashila, Sima, Edu, Ari, dan Yosef yang telah mengisi kehidupan perkuliahan dan segala dukungan yang telah diberikan selama ini.
8. Teman-teman Mahitala Unpar: Khema Belinda, Sari Girsang, Larinda, Nyoman Adiwinda yang selalu memberikan dukungan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa juga teman-teman seperjuangan Mahitala yang telah senantiasa mendukung, membantu, dan memberikan banyak sekali pembelajaran selama penulis berkegiatan di Mahitala.
9. Teman-teman Teknik Sipil Unpar Angkatan 2016 yang telah berjuang Bersama menyelesaikan perkuliahan di Unpar.
10. Semua pihak baik yang telah berpartisipasi membantu maupun mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, dan Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk dijadikan referensi bagi siapapun yang membacanya.

Bandung, 6 Agustus 2020



Diana Darapuspa

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
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	1-4
1.6. Diagram Alir	1-5
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1. <i>Self-Compacting Mortar</i>	2-1
2.2. Semen	2-1
2.3. <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	2-2
2.4. Air	2-3
2.5. <i>Superplasticizer</i>	2-4
2.6. Metode Perawatan	2-5
2.7. Pengujian Spesimen	2-5
2.7.1. Uji berat jenis (<i>Specific Gravity</i>)	2-5
2.7.2. Uji Gradasi Pasir	2-5

2.7.3.	Uji Berat Isi Mortar.....	2-6
2.7.4.	Uji Kuat Tekan Mortar.....	2-7
2.7.5.	Uji Sorptivitas	2-8
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1.	Persiapan Bahan Uji	3-1
3.1.1.	Pasir Galunggung	3-1
3.1.2.	<i>Ordinary Portland Cement</i>	3-1
3.1.3.	<i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	3-1
3.1.4.	<i>Superplasticizer</i>	3-2
3.2.	Karakteristik Material.....	3-2
3.2.1.	<i>Specific Gravity</i> Agregat Halus (Pasir Galunggung)	3-3
3.2.2.	Uji Gradasi Agregat Halus (Pasir Galunggung)	3-3
3.2.3.	Uji Absorpsi Agregat Halus (Pasir Galunggung)	3-5
3.2.4.	<i>Specific Gravity Ordinary Portland Cement</i>	3-6
3.2.5.	<i>Specific Gravity Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	3-8
3.3.	Perhitungan Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>).....	3-8
3.4.	Pembuatan Benda Uji (<i>Self-Compacting Mortar</i>).....	3-10
3.5.	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>).....	3-13
3.6.	Pengujian Kuat Tekan	3-13
3.7.	Pengujian Sorptivitas.....	3-14
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1.	Workabilitas <i>Self-Compacting Mortar</i>	4-1
4.1.1.	<i>Slump Flow Test</i>	4-1
4.1.2.	<i>Mini V-Funnel Test</i>	4-2
4.2.	Berat Isi Mortar	4-3
4.3.	Pengujian Kuat Tekan	4-5

4.1.1.	Hasil Analisis Kuat Tekan dengan kadar substitusi <i>GGBFS</i> 0% ...	4-5
4.1.2.	Hasil Analisis Kuat Tekan dengan kadar substitusi <i>GGBFS</i> 10% .	4-6
4.1.3.	Hasil Analisis Kuat Tekan dengan kadar substitusi <i>GGBFS</i> 20% .	4-7
4.4.	Pengujian Sorptivitas.....	4-8
4.4.1.	Pengukuran Dimensi Benda Uji.....	4-9
4.4.2.	Pengukuran Berat Awal Benda Uji Sorptivitas.....	4-9
4.4.3.	Hasil Analisis Sorptivitas <i>Self-Compacting Mortar</i> dengan kadar variasi 0% <i>GGBFS</i>	4-10
4.4.4.	Hasil Analisis Sorptivitas <i>Self-Compacting Mortar</i> dengan kadar variasi 10% <i>GGBFS</i>	4-15
4.4.5.	Hasil Analisis Sorptivitas <i>Self-Compacting Mortar</i> dengan kadar variasi 20% <i>GGBFS</i>	4-19
4.4.6.	Hubungan Antara Sorptivitas dan Nilai Kuat Tekan <i>Self-Compacting Mortar</i> dengan Campuran <i>GGBFS</i> terhadap Kadar Variasi Substitusi <i>GGBFS</i> 0,10 dan 20%	4-23
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1.	Kesimpulan.....	5-1
5.2.	Saran.....	5-3
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN 1	PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY ORDINARY PORTLAND CEMENT</i>	L1-1
LAMPIRAN 2	PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY MATERIAL GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG (GGBFS)</i>	L2-1
LAMPIRAN 3	PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY</i> AGREGAT HALUS (PASIR GALUNGGUNG)	L3-1
LAMPIRAN 4	PERHITUNGAN ABSORPSI AGREGAT HALUS.....	L4-1
LAMPIRAN 5	PERHITUNGAN MIX DESIGN (0% <i>GGBFS</i>)	L5-1
LAMPIRAN 6	PERHITUNGAN MIX DESIGN (10% <i>GGBFS</i>)	L6-1



DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang (mm^2)
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
f_m	= Kuat tekan benda uji mortar (MPa)
FM	= (<i>Fineness Modulus</i>) Modulus Kehalusan Butir
L	= Lebar (m)
N	= Jumlah benda uji
P	= Beban Maksimum (N)
SG	= <i>Specific Gravity</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
T	= Tinggi (m)
V	= Volume
W	= Massa (kg)
W_{slag}	= Massa material <i>GGBFS</i> dalam <i>mix design</i> (kg)
W_{OPC}	= Massa material <i>OPC</i> dalam <i>mix design</i> (kg)
W_w	= Massa air (<i>water</i>) dalam <i>mix design</i> (kg)
W_{sand}	= Massa pasir dalam <i>mix design</i> (kg)
W_{SSD}	= Massa agregat halus dalam kondisi <i>SSD</i> (g)
W_{pyc}	= Massa tabung <i>pycnometer</i> + air (g)
W_{pyc^*}	= Massa tabung <i>pycnometer</i> + air + agregat halus (g)
w/b	= Rasio air binder
ρ	= Massa jenis (kg/m^3)
ρ_w	= Massa jenis air (<i>water</i>) (kg/m^3)
ρ_c	= Massa jenis semen (<i>cement</i>) (kg/m^3)
ρ_{slag}	= Massa jenis <i>GGBFS</i> (<i>slag</i>) (kg/m^3)
ρ_{sand}	= Massa jenis pasir (<i>sand</i>) (kg/m^3)
α	= Persentase semen yang dipakai (%)
β	= Persentase slag yang dipakai (%)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Diagram Alir Penelitian.....	1-5
Gambar 2. 1. Proses pembuatan material GGBFS.....	2-3
Gambar 2. 2. Pengukuran Dimensi Benda Uji	2-7
Gambar 2. 3. Skema Pengujian Sorptivitas	2-9
Gambar 3. 1. Pasir Galunggung.....	3-1
Gambar 3. 2. Ordinary Portland Cement.....	3-1
Gambar 3. 3. <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	3-2
Gambar 3. 4. Superplasticizer PCA VIII.....	3-2
Gambar 3. 5. Kurva Uji Gradasi Agregat Halus.....	3-5
Gambar 3. 6. Tabung Le Chatelier Flask.....	3-6
Gambar 3. 7. Penggunaan pipet untuk memasukkan material ke tabung Le Chatelier Flask	3-7
Gambar 3. 8. Tabung Le chatelier flask dan semen	3-7
Gambar 3. 9. Pengujian menggunakan Mini V-Funnel.....	3-11
Gambar 3. 10. Pengujian slumpflow fresh self-Compacting mortar.....	3-12
Gambar 3. 11. Cetakan kubus untuk <i>SCM</i>	3-12
Gambar 3. 12. Plastic Wrap.....	3-12
Gambar 3. 13. Perawatan Benda Uji dengan dibungkus Plastic Wrap dengan metode <i>sealed curing</i>	3-13
Gambar 3. 14. Alat CTM dan pengujian kuat tekan.....	3-14
Gambar 3. 15. Spesimen dimasukkan ke dalam oven	3-14
Gambar 3. 16. Spesimen diberi sealant	3-15
Gambar 3. 17. Spesimen di dalam kontainer plastik	3-15
Gambar 4. 1. Hubungan persebaran slump terhadap kadar <i>GGBFS</i>	4-1
Gambar 4. 2. Hubungan pengujian <i>Mini V-Funnel</i> terhadap kadar <i>GGBFS</i>	4-2
Gambar 4. 3. Hubungan Berat Isi <i>SCM</i> terhadap kadar variasi slag <i>GGBFS</i>	4-4
Gambar 4. 4. Hubungan Kuat Tekan <i>SCM</i> terhadap Umur dengan berbagai variasi kadar <i>GGBFS</i>	4-5
Gambar 4. 5. Hubungan kuat tekan <i>SCM</i> dengan substitusi 0% terhadap umur	4-6

Gambar 4. 6. Hubungan kuat tekan <i>SCM</i> dengan substitusi 10% terhadap umur 4-7	
Gambar 4. 7. Hubungan kuat tekan <i>SCM</i> dengan substitusi 20% terhadap umur 4-8	
Gambar 4. 8. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 0% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 1	4-11
Gambar 4. 9. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 0% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 2	4-11
Gambar 4. 10. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 0% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 3	4-12
Gambar 4. 11. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 0% kadar <i>GGBFS</i>	4-12
Gambar 4. 12. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 10% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 1	4-15
Gambar 4. 13. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 10% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 2	4-16
Gambar 4. 14. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 10% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 3	4-16
Gambar 4. 15. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 10% kadar <i>GGBFS</i>	4-17
Gambar 4. 16. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 20% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 1	4-19
Gambar 4. 17. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 20% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 2	4-20
Gambar 4. 18. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 20% kadar <i>GGBFS</i> pada sampel 3	4-20
Gambar 4. 19. Hubungan Penyerapan Air terhadap waktu dengan substitusi 20% kadar <i>GGBFS</i>	4-21
Gambar 4. 20. Hubungan antara <i>Initial Absorption</i> dan Nilai Kuat Tekan <i>SCM</i> dengan campuran <i>GGBFS</i> terhadap Kadar variasi substitusi <i>GGBFS</i> 0, 10, dan 20%	4-24
Gambar 4. 21. Hubungan antara <i>Secondary Absorption</i> dan Nilai Kuat Tekan <i>SCM</i> dengan campuran <i>GGBFS</i> terhadap kadar variasi substitusi 0, 10, dan 20%	4-24

Gambar 4. 22. Hubungan antara Sorptivity Ratio dan Nilai Kuat Tekan *SCM* dengan campuran *GGBFS* terhadap Kadar variasi substitusi *GGBFS* 0, 10, dan 20% 4-25



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Sampel Benda Uji	1-4
Tabel 2. 1. Tabel Gradasi Agregat Halus (ASTM C-33)	2-6
Tabel 3. 1. <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	3-3
Tabel 3. 2. Tabel Hasil Uji Gradasi Agregat Halus.....	3-4
Tabel 3. 3. Tabel Absorpsi Pasir	3-6
Tabel 3. 4. Tabel <i>Specific Gravity OPC</i>	3-8
Tabel 3. 5. Tabel <i>Specific Gravity</i> material <i>GGBFS</i>	3-8
Tabel 3. 6. <i>Material Properties</i> yang akan Digunakan	3-9
Tabel 3. 7. Hasil Perhitungan Metode Volume Absolut	3-9
Tabel 3. 8. Kebutuhan volume yang diperlukan untuk pengecoran	3-10
Tabel 4. 1. Fresh Properties of SCM	4-1
Tabel 4. 2. Berat Isi SCM pada umur 7 hari.....	4-3
Tabel 4. 3. Berat Isi SCM pada umur 14 hari.....	4-3
Tabel 4. 4. Berat Isi SCM pada umur 28 hari.....	4-4
Tabel 4. 5. Kuat Tekan SCM dengan kadar 0% <i>GGBFS</i>	4-6
Tabel 4. 6. Kuat Tekan SCM dengan kadar 10% <i>GGBFS</i>	4-7
Tabel 4. 7. Kuat Tekan SCM dengan kadar 20% <i>GGBFS</i>	4-8
Tabel 4. 8. Dimensi benda uji sorptivitas	4-9
Tabel 4. 9. Tabel berat awal benda uji sorptivitas	4-10
Tabel 4. 10. Hasil Pengujian Sorptivitas SCM dengan substitusi 0% <i>GGBFS</i> ..	4-14
Tabel 4. 11. Hasil Pengujian Sorptivitas SCM dengan substitusi 10% <i>GGBFS</i>	4-18
Tabel 4. 12. Hasil Pengujian Sorptivitas SCM dengan substitusi 20% <i>GGBFS</i>	4-22
Tabel 4. 13. Tabel hasil pengujian sorptivitas dengan kadar <i>GGBFS</i> 0%,10% dan 20%	4-23

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkembangan infrastruktur di Indonesia kian meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini berbanding lurus dengan kebutuhan bahan material seperti semen. Dengan semakin meningkatnya permintaan semen, maka produksi semen pun meningkat. Dalam setiap produksi semen dihasilkan gas emisi berupa Karbon Dioksida yang merupakan hasil dari proses kalsinasi, energi dari pembakaran bahan bakar, dan konsumsi listrik.

Beberapa tahun terakhir, emisi gas CO₂ dari aktivitas manusia menjadi lebih tinggi dari masa manapun sepanjang sejarah. Bahkan emisi global CO₂ pada tahun 2011 adalah 150 kali lebih banyak daripada di tahun 1850. Dilihat dari sejarahnya, 1850 menjadi tahun pertama banyaknya emisi CO₂ dari aktivitas manusia ke atmosfer (<https://www.ucsusa.org/>). Menurut Lembaga penelitian *Chatam House*, semen adalah sumber dari sekitar 8% emisi karbon dioksida (CO₂) dunia. Produksi semen merupakan penghasil emisi gas karbon dioksida terbesar ketiga setelah industri penerbangan dan pertanian. Penggunaan semen diperkirakan akan terus meningkat karena pembangunan ekonomi meningkatkan permintaan akan bangunan dan infrastruktur baru. Dengan meningkatnya produksi gas emisi di dunia mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan. Peningkatan produksi gas emisi di atmosfer menyebabkan gas emisi menyelimuti bumi dan memantulkan radiasi panas kembali ke permukaan bumi, sehingga emisi karbon dioksida tersebut dapat menyebabkan kenaikan suhu di bumi,

Peningkatan emisi CO₂ yang sangat tinggi selama beberapa tahun terakhir menambah kekhawatiran bagi iklim dunia. Suhu bumi semakin panas, air laut semakin meningkat, dan kekeringan berkepanjangan semakin banyak terjadi. Namun kebutuhan akan energi dari bahan bakar fosil juga terus bertambah seiring dengan berkembangnya populasi manusia dan teknologi. Jumlah karbon dioksida di atmosfer sudah terlalu banyak, diperkirakan sekitar 1035 Giga ton CO₂ dilepaskan ke atmosfer sejak tahun 1850 hingga 2000, hal tersebut terus-menerus

meningkat. Dengan kecepatan emisi saat ini, CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer dua kali lebih cepat daripada penguraiannya. (<https://www.ucsusa.org/>)

Perubahan iklim semakin nyata dan terasa, maka perlu adanya pengurangan gas emisi karbon dioksida. Hal itu dapat dilakukan dengan menggunakan material yang ramah lingkungan. Sulit untuk menggantikan seluruh semen dalam produksi beton, akan tetapi bisa diminimalisasi dengan menggunakan bahan pengganti sebagian semen (*supplementary cementitious materials*) seperti *GGBFS*, *fly ash*, *silica fume*, dan lainnya. Dengan dukungan teknologi modern, penggunaan bahan pengganti sebagian semen adalah solusi terbaik untuk memenuhi kebutuhan industri konstruksi seperti beton mutu tinggi dengan durabilitas serta kekuatan awal beton yang tinggi.

Ground Granulated Blast Furnace Slag adalah produk sampingan yang terbentuk ketika terak tanur cair didinginkan dengan cepat seperti dengan direndam dalam air (ACI 116R00). *GGBFS (slag)* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk butiran/granular. Unsur *GGBFS* sebagian besar terdiri dari kapur, silika dan alumina yang terkandung dalam material besi saat dimasukkan kedalam tanur. *GGBFS* memiliki komposisi kimia yang tidak berbeda dengan bahan-bahan mineral alami termasuk hidrasi seperti Semen Portland. *GGBFS* merupakan bahan yang ramah lingkungan. *GGBFS* ini merupakan bahan pengganti sebagian semen yang diharapkan dapat digunakan dalam berbagai macam kondisi dan cuaca.

Air merupakan salah satu hal yang berpengaruh cukup besar dalam durabilitas sebuah beton yang dibuat dari material sementius, Daya tahan beton tergantung dari kemudahan cairan masuk dan bergerak melalui kapilaritas spesimen beton dan sangat dipengaruhi dari laju masuknya ion yang merusak, seperti klorida dan sulfat. Kemampuan dari material dalam menyerap air disebut sorptivitas. Sorptivitas dapat mendeteksi kemampuan sebuah material untuk menyerap air melalui kapilaritasnya.

Sebuah studi mengatakan bahwa penggunaan *GGBFS* sebagai bahan semen tambahan dapat meningkatkan durabilitas beton dengan mengurangi permeabilitas beton dan sangat menghambat masuknya sulfat. Hal ini yang menarik minat peneliti

untuk melakukan penelitian tentang Kinerja *Ground Granulated Blast Furnace Slag* sebagai Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tekan dan Sorptivitas *Self-Compacting Mortar*

1.2. Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari kajian eksperimental ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dari material *GGBFS* sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi rasio persentase substitusi semen sebesar *GGBFS* 0, 10, dan 20%. Kemudian untuk mengetahui tingkat sorptivitas *GGBFS* yang berpengaruh terhadap tingkat durabilitas sebuah material semen mortar.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kuat tekan *self-Compacting* mortar semen dengan variasi persentase penggantian sebagian semen dengan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* dengan variasi substitusi *GGBFS* 0, 10, dan 20%
2. Mengetahui tingkat sorptivitas dari *self-Compacting* mortar semen
3. Merumuskan hubungan antara waktu dan tingkat penyerapan dalam grafik
4. Mengetahui nilai Berat Isi *SCM* dari setiap benda uji

1.4. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut
2. Rasio substitusi sebagian semen dengan *GGBFS* 0, 10, dan 20%
3. *Workabilitas* mortar segar ditentukan dengan pengujian *mini slump flow* dan *Mini V-Funnel* mengacu pada “*Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*” (EFNARC, 2002)
4. Rasio air terhadap binder (*w/b*) ditetapkan sebesar 0.30
5. Kuat tekan diuji pada kubus berukuran 50 × 50 × 50 mm diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari mengacu pada ASTM C109/C109M-16
6. Metode perawatan menggunakan *sealed curing*

Total benda uji adalah 36 buah kubus berukuran $50 \times 50 \times 50$ mm

Tabel 1.1 Jumlah Sampel Benda Uji

Jenis Pengujian	Bentuk	w/b	Persentase substitusi slag (%)	Waktu (hari)		
				7	14	28
Kuat Tekan Mortar	Kubus	0.3	0	3	3	3
			10	3	3	3
			20	3	3	3
Sorptivitas Mortar Semen			0			3
			10			3
			20			3
TOTAL				36		

1.5. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

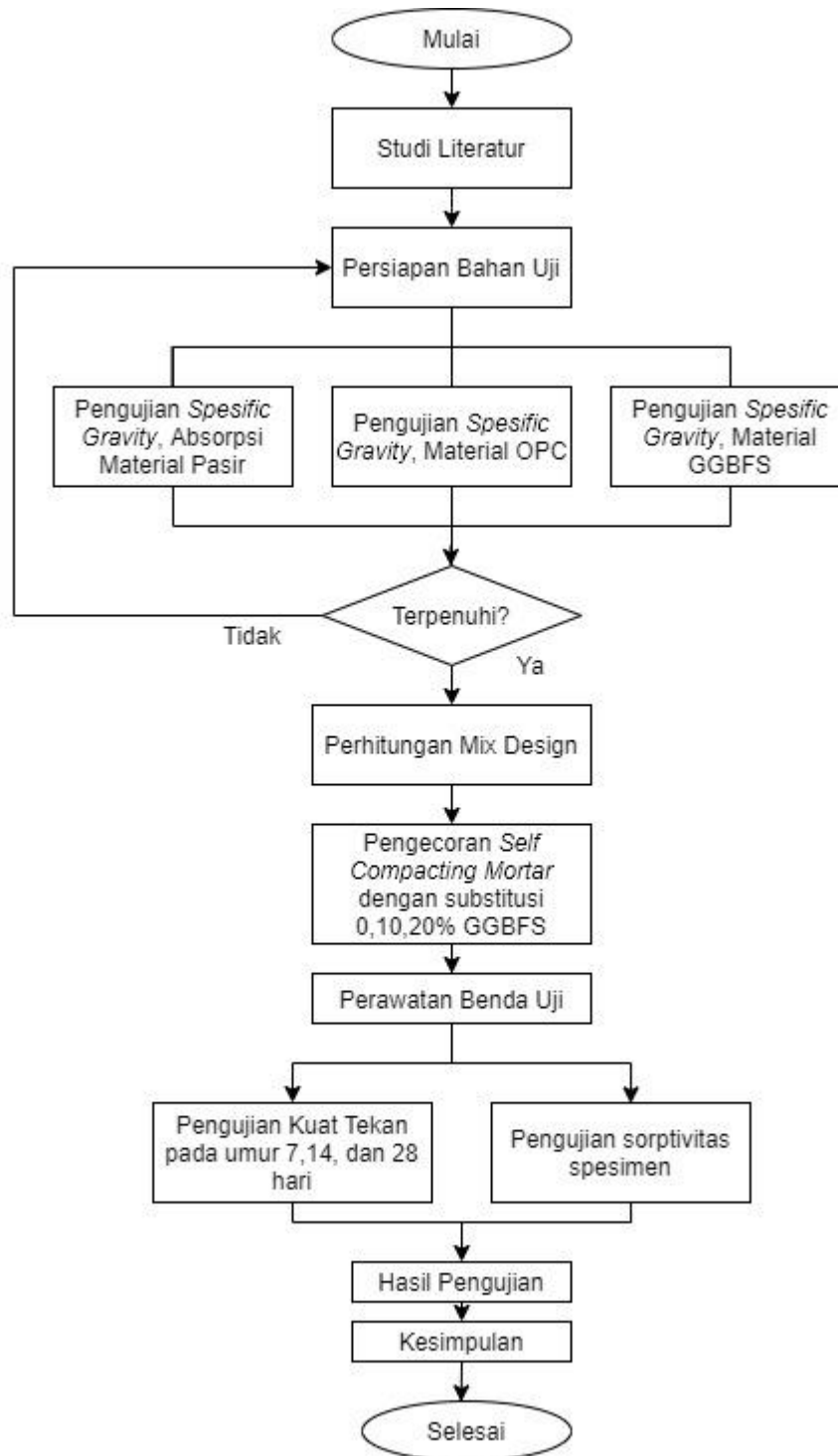
Studi literatur dilakukan untuk menambah pengetahuan dan wawasan yang berhubungan dengan penelitian dan menjadi acuan dalam pembahasan masalah di penelitian ini.

2. Uji Eksperimental

Dimulai dari penelitian karakteristik material (*material properties*). Menentukan proporsi campuran benda yang digunakan, pembuatan perawatan, dan pengujian benda uji kubus $50 \times 50 \times 50$ mm. Serta analisis yang dilakukan terhadap benda uji.

1.6. Diagram Alir

Adapun diagram alir dari penelitian skripsi ini adalah :



Gambar 1. 1. Diagram Alir Penelitian

