

SKRIPSI

**DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER*
CONCRETE TERHADAP LARUTAN MAGNESIUM
SULFAT ($MgSO_4$) 5% DENGAN KONSENTRASI
SODIUM HIDROKSIDA (NaOH) 12 M**



**ADE MARTSELIA
03011281520107**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SKRIPSI
DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER*
CONCRETE TERHADAP LARUTAN MAGNESIUM
SULFAT ($MgSO_4$) 5% DENGAN KONSENTRASI
SODIUM HIDROKSIDA ($NaOH$) 12 M

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



ADE MARTSELIA
03011281520107

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* TERHADAP LARUTAN MAGNESIUM SULFAT ($MgSO_4$) 5% DENGAN KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA (NaOH) 12M

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

ADE MARTSELIA
03011281520107

Palembang, Juli 2019
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Dosen Pembimbing 2,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERSETUJUAN

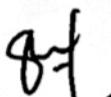
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Durabilitas *Lightweight Geopolymer Concrete* terhadap Larutan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) 5% dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida ($NaOH$) 12M" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Juli 2019.

Palembang, Juli 2019

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Saloma, S.T., M.T.**
NIP. 197610312002122001
2. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**
NIP. 195603141985031002

()
()

Anggota:

3. **Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE**
NIP. 195812111987031002
4. **Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.**
NIP. 195604241990031001
5. **Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.**
NIP. 197705172008012039

()
()
()

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Hakki, M.T.

NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Martselia

NIM : 03011281520107

Judul : Durabilitas *Lightweight Geopolymer Concrete* terhadap Larutan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) 5% dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida ($NaOH$) 12 M

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2019
Yang membuat pernyataan,



Ade Martselia
NIM. 03011281520107

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Martselia

NIM : 03011281520107

Judul : Durabilitas *Lightweight Geopolymer Concrete* terhadap Larutan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) 5% dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida ($NaOH$) 12 M

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2019
Yang membuat pernyataan,



Ade Martselia
NIM. 03011281520107

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Ade Martselia
Tempat Lahir : Cilegon
Tanggal Lahir : 29 Maret 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Serda KKO Usman Ali No. 1505, Sei Buah, Kec. Ilir Timur II, Palembang, Sumatera Selatan
Alamat Tetap : Jl. Barada Burhanuddin No. 1000, RT. 011, RW. 003, Kec. Ilir Timur II, Palembang, Sumatera Selatan
Nama Orang Tua : Adi Mulyono
 Sri Sumiati
Alamat Orang Tua : Jl. Barada Burhanuddin No. 1000, RT. 011, RW. 003, Kec. Ilir Timur II, Palembang, Sumatera Selatan
No. HP : (+61) 821 84088664
E-mail : amartselia@gmail.com

Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
International Schools Group (Elementary School) Jubail, Saudi Arabia	-	-	-	2003-2009
International Schools Group (Middle School) Jubail, Saudi Arabia	-	-	-	2009-2012
SMA Kusuma Bangsa Palembang	-	IPA	-	2012-2015
Universitas Sriwijaya	Teknik	T. Sipil	S-1	2015-2019

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Ade Martselia
NIM. 03011281520107

RINGKASAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* TERHADAP LARUTAN MAGNESIUM SULFAT ($MgSO_4$) 5% DENGAN KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA ($NaOH$) 12 M

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, Juli 2019

Ade Martselia; Dibimbing oleh Saloma dan Hanafiah

xvii + 63 halaman, 22 tabel, 46 gambar, 17 lampiran

Berdasarkan peningkatan kebutuhan akan infrastruktur, penggunaan material limbah dan hasil tambahan dari berbagai industri meningkat dengan signifikan. Beton geopolimer ringan merupakan inovasi ramah lingkungan yang menggabungkan karakter dari sebuah beton ringan dan kelebihan dari beton geopolimer. Penggunaan *fly ash* sebagai *precursor* menggantikan penggunaan semen Portland sebagai *binder*, sekaligus mengurangi produksi gas emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan semen Portland. Fokus utama dari penelitian ini adalah melihat efek dari *magnesium sulfate attack* pada tingkat kepadatan dan kekuatan kompresif beton pada umur 28 dan 56 hari setelah proses *curing*, dengan menggunakan tiga kondisi yang berbeda: tanpa perendaman, perendaman penuh, dan kondisi *wet-dry*. Pada penelitian ini, zat *binder* yang digunakan merupakan *fly ash* berkalsium rendah (FA) dan aktivator alkali yang digunakan adalah sodium hydroxide 12 molar dan sodium silikat. Material lain yang digunakan adalah aggregate halus, *superplasticizer*, dan *foam*. Rasio aggregate halus dan precursor yang digunakan adalah 2:1, serta rasio sodium silikat dan sodium hydroxide adalah 5:2. Perlakuan terhadap spesimen yaitu diletakan pada oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Pengurangan kepadatan dan kompresi yang tertinggi diakibatkan oleh *magnesium sulfate attack* pada kondisi *wet-dry* setelah 56 hari. Persentase pengurangan kepadatan dan kompresi tertinggi secara berurutan adalah 5,773% dan 32,606%.

Kata kunci: Beton geopolimer ringan, *fly ash*, durabilitas, larutan Magnesium Sulfat

SUMMARY

DURABILITY OF *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE AGAINST MAGNESIUM SULFATE SOLUTION (MgSO₄) 5% WITH SODIUM HYDROXIDE CONCENTRATION (NaOH) 12 M*

A thesis, July 2019

Ade Martselia; advised by Saloma dan Hanafiah

xvii + 63 pages, 22 tables, 46 figures, 17 appendixes

Due to the rapid increase of infrastructure demand, the use of waste materials and by-products from different industries has been gaining significantly. Lightweight geopolymers concrete is an environment-friendly innovation that combines the characteristics of a lightweight concrete and the advantages of a geopolymers concrete. The use of fly ash as the precursor replaces the use of Portland cement as the binder, therefore decreasing the production of CO₂. The main focus of this research is to determine the effects of magnesium sulfate attacks on the density and compressive strength at the age of 28 and 56 days after curing, using three different conditions: without submersion, full submersion, and wet-dry conditions. In this investigation, the binder is low-calcium fly ash (FA) and the alkali activator is sodium hydroxide of 12 molarity and sodium silicate. Other materials used are fine aggregates, superplasticizer, and foam. The ratio of fine aggregate and precursor is 2:1, whereas the ratio of sodium silicate and sodium hydroxide is 5:2. The treatment of the specimen is carried out at an oven temperature of 60° C for 24 hours. The highest decrease in density and compression strength showed as a result of magnesium sulfate attack in wet-dry conditions after 56 days. The highest decrease in percentage of density and compressive strength showed 5,773% and 32,606%, respectively.

Kata kunci: lightweight geopolymers concrete, fly ash, durability, Magnesium sulfate solution

DURABILITAS LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE TERHADAP LARUTAN MAGNESIUM SULFAT ($MgSO_4$) 5% DENGAN KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA ($NaOH$) 12 M

Ade Martselia^{1*}, Saloma², Hanafiah³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: amartselia@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan peningkatan kebutuhan akan infrastruktur, penggunaan material limbah dan hasil tambahan dari berbagai industri meningkat dengan signifikan. Beton geopolimer ringan merupakan inovasi ramah lingkungan yang menggabungkan karakter dari sebuah beton ringan dan kelebihan dari beton geopolimer. Penggunaan *fly ash* sebagai *precursor* menggantikan penggunaan semen Portland sebagai *binder*, sekaligus mengurangi produksi gas emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan semen Portland. Fokus utama dari penelitian ini adalah melihat efek dari *magnesium sulfate attack* pada tingkat kepadatan dan kekuatan kompresif beton pada umur 28 dan 56 hari setelah proses *curing*, dengan menggunakan tiga kondisi yang berbeda: tanpa perendaman, perendaman penuh, dan kondisi *wet-dry*. Pada penelitian ini, zat *binder* yang digunakan merupakan *fly ash* berkalsium rendah (FA) dan aktivator alkali yang digunakan adalah sodium hydroxide 12 molar dan sodium silikat. Material lain yang digunakan adalah aggregate halus, *superplasticizer*, dan *foam*. Rasio aggregate halus dan precursor yang digunakan adalah 2:1, serta rasio sodium silikat dan sodium hydroxide adalah 5:2. Perlakuan terhadap spesimen yaitu diletakan pada oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Pengurangan kepadatan dan kompresi yang tertinggi diakibatkan oleh *magnesium sulfate attack* pada kondisi *wet-dry* setelah 56 hari. Persentase pengurangan kepadatan dan kompresi tertinggi secara berurutan adalah 5,773% dan 32,606%.

Kata kunci: Beton geopolimer ringan, fly ash, durabilitas, larutan Magnesium Sulfat

Palembang, Juli 2019
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Dr. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Dosen Pembimbing 2,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

NIP. 195603141985031002



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjangkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya dapat diselesaikan laporan skripsi ini dengan hasil yang baik. Laporan skripsi ini berjudul “Durabilitas *Lightweight Geopolymer Concrete* terhadap Larutan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) 5% dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida ($NaOH$) 12 Molar” dan dibuat sebagai salah satu kelengkapan mengambil tugas akhir pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Ingin disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar, orang tua (Bapak Adi Mulyono dan Ibu Sri Sumiati) dan saudara penulis (Rio dan Yustin) yang telah memberikan semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan skripsi ini.
 2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
 3. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan skripsi ini.
 4. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan skripsi ini.
 5. Serta teman dari Teknik Sipil 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa laporan yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan. Semoga laporan skripsi yang telah dibuat ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca.

Palembang, Juli 2019

Ade Martselia
NIM. 03011281520107

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Halaman Pernyataan Integritas	v
Halaman Persetujuan Publikasi.....	vi
Riwayat Hidup	vii
Ringkasan.....	vii
<i>Summary</i>	ix
Abstrak	x
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Metode Pengumpulan Data.....	4
1.6. Rencana Sistematika Penulisan	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Geopolymer Concrete</i>	6
2.2. <i>Lightweight Concrete</i>	7
2.3. <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	9
2.4. Material Penyusun <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	10
2.4.1. <i>Precursor</i>	10

2.4.2. Larutan Alkali	11
2.4.3. Agregat Halus	12
2.4.4. <i>Admixture</i>	13
2.4.5. <i>Foaming Agent</i>	15
2.5. Faktor yang Mempengaruhi <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	16
2.5.1. Konsentrasi NaOH	16
2.5.2. Rasio Na ₂ SiO ₃ /NaOH	17
2.5.3. Rasio <i>Precursor/Aktivator</i>	18
2.5.4. Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	19
2.6. Pengujian Beton Segar	20
2.6.1 Pengujian <i>Setting Time</i>	20
2.6.2 Pengujian <i>Flow Table</i>	20
2.7. Pengujian Beton Keras	21
2.7.1. Durabilitas terhadap Sulfat	21
2.7.2. Kuat Tekan Beton	23
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1. Studi Literatur	24
3.2. Alur Penelitian	24
3.3. Bahan Material Mortar	26
3.3.1. Larutan Alkali	26
3.3.2. <i>Precursor</i>	27
3.3.3. Agregat Halus	28
3.3.4. <i>Admixture</i>	28
3.3.5. <i>Foaming Agent</i>	29
3.4. Peralatan	29
3.5. Tahap Pengujian	34
3.5.1. Tahap Persiapan Material	34
3.5.2. Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i>	34
3.5.3. Tahap Pembuatan Sampel	35
3.5.4. Tahap Pencetakan dan <i>Curing</i>	38
3.5.5. Tahap Pengujian Durabilitas terhadap Sampel	39

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1. Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	41
4.1.1. Hasil Pengujian <i>X-Ray Flourescence</i> (XRF)	41
4.1.2. Hasil Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	42
4.1.3. Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	42
4.2. Hasil Pengujian Beton Segar	43
4.2.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	43
4.2.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	45
4.3. Hasil Pengujian Benda Uji Kontrol	45
4.3.1. Hasil Berat Jenis Benda Uji Kontrol.....	45
4.3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kontrol.....	46
4.4. Hasil Pengujian Durabilitas terhadap Magnesium Sulfat ($MgSO_4$)	46
4.4.1. Penurunan Berat Jenis Benda Uji	47
4.4.2. Penurunan Kuat Tekan Benda Uji	52
4.4.3. Perubahan Kandungan Kimia	57
 BAB 5 PENUTUP.....	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	60
 DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. <i>Mix design</i> untuk beton <i>lightweight geopolymers concrete</i>	9
Tabel 2.2. Hasil kuat tekan dan berat jenis dari sampel beton <i>lightweight geopolymers</i>	9
Tabel 2.3. Analisa oksida sampel <i>fly ash</i> dan semen Portland (American Coal Ash Association, 2017).....	11
Tabel 2.4. Batas gradasi agregat halus (ASTM C33).....	13
Tabel 2.5. Pencampuran NaOH dengan air (Bakri, 2012)	16
Tabel 2.6. <i>Mixture design</i> untuk variasi $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ (Bakri, 2012)	17
Tabel 2.7. Kuat tekan beton geopolimer dengan pengaruh rasio aktivator terhadap metakaolin (Chen, 2016)	18
Tabel 2.8. <i>Mix proportion</i> beton geopolimer dan beton biasa (Razak, 2017)	22
Tabel 3.1. Rencana <i>job mix formula lightweight geopolymers concrete</i>	35
Tabel 4.1. Hasil pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) pada <i>fly ash</i>	41
Tabel 4.2. Hasil pengujian <i>flow table</i> pada <i>lightweight geopolymers concrete</i> dengan konsentrasi NaOH 12 M	44
Tabel 4.3. Kriteria nilai <i>workability</i> pada mortar <i>geopolymer</i> (Mermerdas, 2017)	44
Tabel 4.4. Hasil berat jenis benda uji kontrol <i>lightweight geopolymers concrete</i> dengan konsentrasi NaOH 12 M	46
Tabel 4.5. Hasil pengujian kuat tekan benda uji kontrol <i>lightweight geopolymers concrete</i> dengan konsentrasi NaOH 12 M	46
Tabel 4.6. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji terhadap kondisi I.....	47
Tabel 4.7. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji terhadap kondisi II	48
Tabel 4.8. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji terhadap kondisi III	50
Tabel 4.9. Rekapitulasi persentase penurunan berat benda uji	51

Tabel 4.10. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi I.....	52
Tabel 4.11. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi II.....	53
Tabel 4.12. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi III	54
Tabel 4.13. Rekapitulasi persentase penurunan berat jenis benda uji.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikatan geopolimer (Davidovits, 1999)	6
Gambar 2.2. Partikel <i>fly ash</i> pada pembesaran 2.000x (ACAA, 2017)	10
Gambar 2.3. Variasi <i>yield strength</i> menggunakan <i>superplastisizer</i>	15
Gambar 2.4. Kuat tekan dengan variasi molaritas NaOH (Bakri, 2012)	17
Gambar 2.5. Kuat tekan dan variasi rasio Na ₂ SiO ₃ /NaOH (Bakri, 2012)	18
Gambar 2.6. Pengaruh durasi <i>curing</i> terhadap kuat tekan (Lloyd, 2010)....	19
Gambar 2.7. Kuat tekan terhadap GPC dan OPC (Razak, 2017).....	22
Gambar 3.1. Diagram tahap metodologi penelitian	25
Gambar 3.2. Sodium silikat.....	26
Gambar 3.3. Sodium hidroksida	27
Gambar 3.4. <i>Aqua destilata</i>	27
Gambar 3.5. <i>Fly ash</i> PT. Pupuk Sriwidjaja.....	28
Gambar 3.6. Agregat halus	28
Gambar 3.7. <i>Superplastisizer</i>	29
Gambar 3.8. <i>Foaming agent</i>	29
Gambar 3.9. Cetakan mortar 5 x 5 x 5 cm	30
Gambar 3.10. Neraca	30
Gambar 3.11. <i>Foam generator</i>	31
Gambar 3.12. Sarung tangan	31
Gambar 3.13. <i>Mixer</i>	32
Gambar 3.14. Alat uji <i>slump flow</i>	32
Gambar 3.15. <i>Penetrometer</i>	33
Gambar 3.16. Alat uji kuat tekan	33
Gambar 3.17. Pencampuran mortar	35
Gambar 3.18. Pembuatan <i>foam</i>	36
Gambar 3.19. Pencampuran mortar dan <i>foam</i>	36
Gambar 3.20. Pengujian <i>flow table test</i>	37
Gambar 3.21. Pengujian <i>setting time</i>	38
Gambar 3.22. Pengecoran benda uji	39

Gambar 3.23. MgSO ₄ padat	40
Gambar 3.24. Perendaman benda uji dalam larutan MgSO ₄ 5%	40
Gambar 4.1. Grafik difraktogram hasil pengujian XRD pada <i>fly ash</i>	42
Gambar 4.2. Foto kondisi mikrostruktur pada <i>fly ash</i> melalui pengujian SEM.....	43
Gambar 4.3. Metode pengujian <i>flow table</i> pada <i>lightweight geopolymers concrete</i> dengan konsentrasi NaOH 12 M	43
Gambar 4.4. Hasil pengujian <i>setting time</i> pada <i>lightweight geopolymers concrete</i>	45
Gambar 4.5. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji dalam kondisi I.....	48
Gambar 4.6. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji dalam kondisi II	49
Gambar 4.7. Penurunan massa sampel dengan kondisi siklik	49
Gambar 4.8. Hasil presentase penurunan berat jenis benda uji dalam kondisi III.....	51
Gambar 4.9. Perbandingan penurunan berat jenis benda uji pada tiap kondisi	52
Gambar 4.10 Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi I	53
Gambar 4.11. Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi II	54
Gambar 4.12. Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi III.....	55
Gambar 4.13. Perbandingan penurunan kuat tekan benda uji pada tiap kondisi pengujian	56
Gambar 4.14. Hasil pengujian XRD pada benda uji tanpa paparan MgSO ₄ ..	57
Gambar 4.15. Hasil pengujian XRD pada benda uji dengan paparan MgSO ₄	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri konstruksi adalah salah satu bidang industri yang mempunyai pengaruh besar terhadap ekonomi negara. Kini pertumbuhan dan perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dan meningkatnya jumlah infrastruktur yang dibangun mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton. Untuk memenuhi meningkatnya permintaan beton, produksi semen *Portland* pun harus meningkat. Namun, kontribusi emisi gas rumah kaca dari produksi semen *Portland* adalah sekitar 1,35 miliar ton per tahun atau sekitar 7% dari total emisi gas rumah kaca di atmosefer bumi (Hardjinto, 2008), yang artinya dengan meningkatnya produksi beton maka bertambah pula pencemaran alam lingkungan kita. Oleh karena itu, sangat didukung kemajuan teknologi untuk membantu penelitian dalam mengembangkan teknologi beton yang ramah lingkungan. Salah satu ide penelitian tersebut adalah beton berbahan geopolimer (*geopolymer concrete*).

Bahan geopolimer merupakan teknologi inovatif yang tidak berdampak buruk terhadap lingkungan, berbeda dengan semen *Portland*. Sebagian besar bahan pembuat geopolimer bergantung pada material alami yang diproses secara minimal ataupun produk samping industri. Dikarenakan semen *Portland* bertanggung jawab atas sebagian besar pemakaian energi dan penghasilan karbon dioksida (CO_2), maka penggunaan geopolimer dalam pembuatan semen berdampak besar secara positif terhadap lingkungan. Meskipun teknologi geopolimer dianggap baru, teknologi ini dispekulasikan telah digunakan sebagai bahan dalam pembangunan piramida di Giza serta dalam konstruksi kuno lainnya (Davidovits, 1984; Barsoum dan Ganguly, 2006; Davidovits, 2008).

Geopolimer dihasilkan dari reaksi material anorganik yang mengandung sejumlah besar silikon dan aluminium, contohnya adalah hasil sintesis dari bahan-bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*), abu sekam padi (*rice husk ash*) dan lain-lain (Davidovits, 1997).

Selain memenuhi kebutuhan penggunaan beton yang ramah lingkungan, mutu beton juga perlu dipertimbangkan dalam bidang konstruksi. Hal tersebut dilakukan dengan menciptakan beton yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional yaitu dibawah 2400 kg/m^3 . Untuk mencapai jenis beton yang lebih ringan, dilakukan penelitian terhadap modifikasi *geopolymer concrete* dengan menambahkan bahan pembentuk rongga atau pori terhadap struktur beton. Bahan tersebut dapat dikenal sebagai *foaming agent*, yaitu bahan kimia yang membantu proses pembentukan busa dan juga memberi kekuatan pada setiap gelembung busa. Dengan penambahan *foaming agent* tersebut, maka terbentuk beton geopolimer yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional, yaitu *lightweight geopolymer concrete* (Hardjito, 2007).

Lightweight geopolymer concrete pada penelitian kali ini dimofidikasi menggunakan *fly ash* sebagai *precursor* dan juga Na_2SiO_3 dan NaOH 5% sebagai aktuator. Kuat tekan relatif tinggi pada beton dapat dihasilkan dengan meningkatkan kandungan silika pada *fly ash*. Kuat tekan beton adalah suatu pengujian yang bertujuan untuk memperoleh hasil nilai ketahanan beton terhadap beban per satuan luas. Durabilitas pada *lightweight geopolymer concrete* diuji untuk mendapatkan hasil kuat tekan beton setelah pengujian dengan jangka waktu yang telah ditentukan serta kondisi lingkungan terhadap serangan larutan sulfat yang berbeda-beda yang telah disiapkan untuk meniru kondisi lingkungan yang nyata. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan pengujian mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan MgSO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan MgSO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh durasi perendaman larutan MgSO_4 5% terhadap ketahanan *lightweight geopolymer concrete*?
2. Bagaimana pengaruh perubahan kondisi lingkungan terhadap ketahanan *lightweight geopolymer concrete*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah mengenai durabilitas *lightweight geopolymers concrete* terhadap larutan MgSO₄ 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M, terdapat tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh durasi perendaman larutan MgSO₄ 5% terhadap ketahanan *lightweight geopolymers concrete*.
2. Menganalisis pengaruh perubahan kondisi lingkungan terhadap ketahanan *lightweight geopolymers concrete*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymers concrete* terhadap larutan MgSO₄ 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M, dapat diketahui ruang lingkup sebagai berikut:

1. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PT. Pupuk Sriwidjaja dengan lolos saringan no. 200. Flyash digunakan sebagai precursor.
2. Agregat halus yang digunakan yaitu pasir yang berasal dari Tanjung Raja.
3. Aktivator menggunakan larutan Na₂SiO₃ dan NaOH.
4. *Foam agent* yang dipakai adalah jenis surfaktan sintesis dalam bentuk gel.
5. Persentase *foam* yang digunakan adalah 50% dari volume benda uji beton.
6. Metode pembuatan *foamed concrete* menggunakan *pre-foamed method*.
7. Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm.
8. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *slump flow test* dan *setting time test*.
9. Perawatan benda uji menggunakan *oven*.
10. Pengujian kuat tekan dilakukan 28 dan 56 hari sesudah *curing* dengan masing-masing durasi terdapat tiga kondisi, yaitu: dibiarkan dalam suhu ruangan, direndam didalam larutan MgSO₄ 5%, dan kondisi *wet-dry*.
11. Pengujian material pada penelitian ini berdasarkan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*).
12. Pembuatan komposisi campuran pada penelitian ini berdasarkan standar ACI dan dimodifikasi menggunakan jurnal yang terkait mengenai *geopolymer concrete* dan *foam agent*.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymers concrete* terhadap larutan MgSO₄ 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer pada penelitian ini adalah data yang dihasilkan secara langsung dalam pengujian durabilitas terhadap beton *lightweight geopolymers* yang dilakukan di laboratorium dan hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan *literature review* yang terdapat dari internet dan journal. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai durabilitas *lightweight geopolymers concrete* terhadap larutan MgSO₄ 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M dijelaskan menjadi lima bagian.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori dari pustaka dan literatur tentang definisi *geopolymer concrete* dan *foaming agent*, material penyusun *lightweight geopolymers concrete*, karakteristik *lightweight geopolymers concrete*, komposisi campuran, pengujian beton serta berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang spesifikasi material dan alat uji yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengolahan data yang didapatkan dari pengujian durabilitas *lightweight geopolymers concrete* terhadap larutan MgSO₄ 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian serta saran untuk memperbaiki penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Yahya, Z., Tahir, M., Hussin, K. (2014). Fly Ash Based Geopolymer Concrete Using Foaming Agent Technology. *Applied Mechanics and Materials*, 697, 20-24.
- Abdullah, S. F. A., Yun-Ming, L. (2018) Effect of Alkali Concentration on Fly Ash Geopolymers. *Materials Science and Engineering*, 343.
- American Coal Ash Association (2017, June 27). Fly Ash Facts for Highway Engineers. Retrieved Nov 3, 2018, from <https://www.fhwa.dot.gov>.
- Antoni (2016). Factors Affecting the Setting Time of Fly Ash-Based Geopolymer. *Materials Science Forum*, 841, 90-97.
- Bakri, A. M., Kamarudin, H., Binhusain, M., Rafiza, A. R., Zarina, Y. (2012). Effect of $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ Ratios and NaOH Molarities on Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer. *ACI Materials Journal*.
- Hake, S. L., Damgir, R. M., Patankar, S. V. (2018). Temperature Effect on Lime Powder-Added Geopolymer Concrete. *Advances in Civil Engineering*.
- Hilal, A. A., Thom, N. H., Dawson, A. R. (2015). The Use of Additives to Enhance Properties of Pre-Formed Foamed Concrete. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(4), 286-293.
- Kanagalakshmi, A. S., Sasikumar, K., Pravin, E. B. (2015). An Investigation on Foam Concrete with Quarry Dust Replacement for Filler in Mix Design. *International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics*, 13(1), 570-581.

- Karthikeyan, B., Selvaraj, R., Saravanan, S. (2015). Mechanical Properties of Foam Concrete. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 8(2), 115-119.
- Kumar, S. G., Aleem, M. I. A., Dinesh, S. (2015) Application of Geopolymer Concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 02(09), 96-99.
- Kuzielová, E., Pach, L., Palou, M. (2016). Effect of Activated Foaming Agent on the Foam Concrete Properties. *Construction and Building Materials*, 125, 998-1004.
- Laskar, A. I., Bhattacharjee, R. (2013). Effect of Plasticizer and Superplasticizer on Rheology of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. *ACI Materials Journal*.
- Lavanya, G., & Jegan, J. (2015). Durability Study on High Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 7.
- Lone, I. H., Muneeb, A., Ahmad, J., Jasim, M. (2015). Experimental Study of Effect of Sodium Silicate (Na_2SiO_3) On Properties of Concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 6(12), 39-47.
- Mehta, A., Siddique, R. (2017). Sulfuric Acid Resistance of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. *Construction and Building Materials*, 146, 136-143.
- Ramujeet, K., & Potharaju, M. (2015). Performance Characteristics of Geopolymer Concrete in Acid and Sulphate Environment. *ICI Journal*.
- Rangan, B. V. (2010). Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. *Proceedings of the International Workshop on Geopolymer Cement and Concrete*, 68-106.

- Razak, R. A., Abdullah, M. M. A. B., Yahya, Hamid, M. S. A. (2017). Durability of Geopolymer Lightweight Concrete Infilled LECA in Seawater Exposure. *Materials Science and Engineering*, 267.
- Sanni, S. H., Khadiranaikar, R. B. (2012). Performance of Geopolymer Concrete Under Severe Environmental Conditions. *Internation Journal of Civil and Structural Engineering*, 3(2), 396-407.
- Shashank, B. S., Varad, S., Kumar, P., Thilak, R. (2016) Flow and Strength Properties of Geopolymer Mortars. *I-manager's Jounral on Civil Engineering*, 6(1), 35-39.
- Shinde, P. B., Suryawanshi, S. A., Chougule, A. D. (2016). A Characteristics Study of Light Weight Geopolymer Concrete. *International Reasearch Journal of Engineering and Technology*, 3(2), 1555-1558.
- Sreevidya, V. (2013). Durability on Fly Ash Based Geopolymer Mortar Under in Ambient Curing Condition. *Asian Journal of Chemistry*, 25(5), 2497-2499.
- Sreevidya, V., Anuradha, R., Venkatasubramani, R. (2012). Strenght Study on Fly Ash-Based Geopolymer Mortar. *Asian Journal of Chemistry*, 24(7), 3255-3256.
- Zhan, Z., Provis, J. L., Reid, A., Wang, H. (2014). Geopolymer Foam Concrete: An Emerging Material for Sustainable Construction. *Construction and Building Materials*, 56, 113-127.
- Zulkarnain, F., & Ramli, M. (2011). Rational Proportion for Mixture of Foamed Concrete Design. *Jurnal Teknologi*, 55, 1-12.