

TUGAS AKHIR

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER*
***CONCRETE* TERHADAP LARUTAN Na_2SO_4 5%**
DENGAN KONSENTRASI NaOH 12 M

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



CALVIN HUSADA

03011281520130

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* TERHADAP LARUTAN Na₂SO₄ 5% dengan KONSENTRASI NaOH 12 M

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

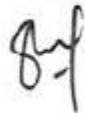
Oleh:

CALVIN HUSADA

03011281520130

Palembang, November 2019

Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 197610312002122001

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

NIP. 195603141985031020

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Program Studi 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 Na_2SO_4 5% dengan Konsentrasi NaOH 12 M" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Februari 2020.

Palembang, Maret 2020

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. H. Yakni Idris, M.Sc.
NIP. 195812111987031002

() $\frac{21}{3}$ 2020

4. Ahmad Muhtarom, ST, M.Eng.
NIP. 198208132008121002

() $\frac{23}{3}$ 2020

5. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D.
NIP. 196009091987031004

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



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Calvin Husada

NIM : 03011281520130

Judul : Durabilitas *Lightweight Geopolymer Concrete* Terhadap Larutan Na_2SO_4 5% dengan Konsentrasi NaOH 12 M

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir 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, Februari 2020



Calvin Husada

NIM. 03011281520130

PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Calvin Husada

NIM : 03011281520130

Judul : Durabilias *Lightweight Geopolymer Concrete* Terhadap Larutan Na₂SO₄ 5% dengan Konsentrasi 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 author*).

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

Palembang, Februari 2020

Calvin Husada

NIM. 03011281520130

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Calvin Husada
Tempat / Tanggal Lahir : Palembang / 5 September 1997
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Katolik
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Nama Orang Tua : Andreas Husada
Christy Thendi
Alamat : Komp. Kenten Hill Blok A no 1

E-mail : clvn.hsda@yahoo.com
Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Xaverius 1 Palembang	-	-	SD	2003 - 2009
SMP Xaverius 1 Palembang	-	-	SMP	2009 - 2012
SMA Xaverius 1 Palembang	-	IPA	SMA	2012 - 2015
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2015 – 2019

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,

(Calvin Husada)

RINGKASAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* TERHADAP LARUTAN Na_2SO_4 5% DENGAN KONSENTRASI NaOH 12 M

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, Februari 2020

Calvin H; Dibimbing oleh Dr. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 60 halaman, 49 gambar, 16 tabel, 3 Lampiran

Beton geopolimer ringan adalah beton inovatif yang tidak menggunakan semen dalam pembuatannya dengan tujuan mengurangi emisi CO_2 serta memiliki berat jenis kurang dari 2.400 kg/m^3 . Beton ini menggunakan *fly ash* tipe F sebagai material pengganti semen yang memiliki porsi yang cukup besar dalam jumlah volume beton. Material-material utama dalam pembuatan beton ini adalah *fly ash* tipe F sebagai prekursor, Na_2SiO_3 dan NaOH 12 M sebagai aktivator, agregat halus berupa pasir, *superplasticizer* dan *foam*. Penggunaan *foam* meningkatkan jumlah pori sehingga mengurangi berat jenis beton. Rasio bahan yang digunakan adalah 1:2 untuk *activator* dan *precursor*, 1:2 untuk *precursor* dan agregat, 2.5:1 untuk Na_2SiO_3 dan NaOH 12 M. Jumlah *superplasticizer* yang digunakan adalah 3% dari berat prekursor. Benda uji di lapiasi *wrapping* dan dioven dengan temperatur 60°C selama 24 jam. Hasil *curing* selama 28 hari menunjukkan kuat tekan sebesar 17,44 MPa dan berat jenis sebesar $1.548,48 \text{ kg/m}^3$. Pengujian durabilitas dilakukan pada 35 benda uji dengan menggunakan larutan Na_2SO_4 5% dan 3 perlakuan yang berbeda. Pengujian dilakukan selama 28 dan 56 hari dengan tujuan melihat perubahan yang terjadi pada berat jenis, kuat tekan, kondisi visual, SEM (*Scanning Electron Microscope*), and XRD (*X-Ray Diffraction*). Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan pada beton dengan menggunakan Na_2SO_4 5% memiliki dampak yang tidak terlalu besar pada beton.

Kata kunci: Ketahanan Asam, Durabilitas, *lightweight geopolymer concrete*, natrium hidroksida

SUMMMARY

DURABILITY OF *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* AGAINST 5% Na₂SO₄ SOLUTION WITH 12M NaOH CONCENTRATION

A Thesis, November 2019

Calvin H; Advisored by Dr. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 60 pages, 49 figures, 16 tables, 3 Lampiran

Lightweight geopolymer concrete is an innovative concrete that uses no cement in the mixture with the purpose of reducing the emission of CO₂ and has a specific gravity of less than 2.400 kg / m³. This concrete adds type F fly ash as a substitution material for cement which occupies quite a large portion of lightweight geopolymer concrete volume. The essential materials of lightweight geopolymer concrete consists of type F fly ash as precursors, Na₂SiO₃ and NaOH 12 M as activators, fine aggregates in the form of sand as concrete fillers, superplasticizers, and foam. The use of foam creates more void inside the concrete which greatly reduces the specific gravity of this concrete. The ratio used in this study is 1: 2 for activators and precursors, 1: 2 for precursors and fine aggregates, 2.5: 1 for Na₂SiO₃ and 12 M NaOH, 1:40 for foam agents and water with a percentage of foam that is 50% of test object volume. The amount of plasticizer used is 3% of the weight of the precursor. Treatment of the test object (curing) is conducted by using an oven with a temperature of 60 ° C for 24 hours. The specimen cured inside the oven were all coated with plastic wrap beforehand. The result of curing for 28 days is that the specimen has a compressive strength of 17.44 MPa with a specific gravity of 1.548,48 kg / m³. This research focuses on the durability of lightweight geopolymer concrete using 5% Na₂SO₄ acid solution under different conditions. A total of 35 specimens were tested under normal curing conditions at room temperature, fully immersed in 5% Na₂SO₄ acid solution, and wet-dry conditions. Tests carried out on days 28 and 56 with observations of changes in compressive strength, specific gravity, visual conditions, SEM (Scanning Electron Microscope), and XRD (X-Ray Diffraction). The results showed that the duration and different curing conditions using natrium hydroxide affect the durability of lightweight geopolymer concrete.

Key Words: acid resistance, durability, lightweight geopolymer concrete, natrium hydroxide

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT GEOPOLYMER CONCRETE* TERHADAP LARUTAN Na_2SO_4 5% DENGAN KONSENTRASI NaOH 12 M

Calvin Husada^{1*}, Saloma²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: clvn.hsda@yahoo.com

Abstrak

Beton geopolimer ringan adalah beton inovatif yang tidak menggunakan semen dalam pembuatannya dengan tujuan mengurangi emisi CO_2 serta memiliki berat jenis kurang dari 2.400 kg/m^3 . Beton ini menggunakan *fly ash* tipe F sebagai material pengganti semen yang memiliki porsi yang cukup besar dalam jumlah volume beton. Material-material utama dalam pembuatan beton ini adalah *fly ash* tipe F sebagai prekursor, Na_2SiO_3 dan NaOH 12 M sebagai aktivator, agregat halus berupa pasir, *superplasticizer* dan *foam*. Pengurangan *foam* meningkatkan jumlah pori sehingga mengurangi berat jenis beton. Rasio bahan yang digunakan adalah 1:2 untuk *aktivator* dan *prekursor*, 1:2 untuk *prekursor* dan agregat, 2.5:1 untuk Na_2SiO_3 dan NaOH 12 M. Jumlah *superplasticizer* yang digunakan adalah 3% dari berat prekursor. Benda uji di tapisi *wrapping* dan di oven dengan temperatur 60°C selama 24 jam. Hasil *curing* selama 28 hari menunjukkan kuat tekan sebesar 17,44 MPa dan berat jenis sebesar $1.548,48 \text{ kg/m}^3$. Pengujian durabilitas dilakukan pada 35 benda uji dengan menggunakan larutan Na_2SO_4 5% dan 3 perlakuan yang berbeda. Pengujian dilakukan selama 28 dan 56 hari dengan tujuan melihat perubahan yang terjadi pada berat jenis, kuat tekan, kondisi visual, SEM (*Scanning Electron Microscope*), and XRD (*X-Ray Diffraction*). Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan pada beton dengan menggunakan Na_2SO_4 5% memiliki dampak yang tidak terlalu besar pada beton.

Kata kunci: Ketahanan Asam, Durabilitas, *lightweight geopolymer concrete*, natrium hidroksida

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

Palembang, Maret 2020

Dipenksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 197610312002122001

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.....	viii
<i>Summary</i>	ix
Abstrak	x
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xvii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3

1.5.	Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6.	Rencana Sistematika Penulisan	4
2.	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1.	Definisi <i>Geopolymer Concrete</i>	6
2.2.	Definisi <i>Lightweight Concrete</i>	6
2.3.	Definisi <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	7
2.4.	Material Penyusun <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	8
	2.4.1. <i>Precursor</i>	8
	2.4.2. Larutan Alkali	9
	2.4.3. Agregat Halus	10
	2.4.4. <i>Admixture</i>	10
2.5.	Faktor yang Mempengaruhi <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i>	11
	2.5.1. Konsentrasi NaOH	11
	2.5.2. Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$	12
	2.5.3. Rasio <i>Precursor/Activator</i>	13
	2.5.4. Persentase <i>Foaming Agent</i>	14
	2.5.5. Komposisi Campuran	15
	2.5.6. <i>Curing</i>	16
2.6.	Durabilitas	17
2.7.	pH Tanah	20
2.8.	Pengujian Beton Segar	20
	2.8.1. <i>Slump Flow</i>	20
	2.8.2. <i>Setting Time</i>	21
3.	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1.	Studi Literatur	24
3.2.	Alur Penelitian	24
3.3.	Material Penyusun Mortar	26
	3.3.1. Larutan Alkali	26
	3.3.2. <i>Precursor</i>	27
	3.3.3. Agregat Halus	27

3.3.4.	<i>Admixture</i>	28
3.3.5.	<i>Foaming agent</i>	28
3.4.	Peralatan	29
3.5.	Tahapan Pengujian di Laboratorium	33
3.5.1.	Persiapan Persiapan	33
3.5.2.	Tahap Pengujian Material.....	34
3.5.3.	Tahap <i>Mix Desain</i>	35
3.5.4.	Tahap Pembuatan Mortar	36
3.5.5.	Tahap Pengujian Durabilitas.....	38
3.5.6.	Tahap Analisa dan Pembahasan	38
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1.	Hasil Pengujian Beton Segar	40
4.1.1.	Pengujian <i>Slump Flow</i>	40
4.1.2.	Pengujian <i>Setting Time</i>	41
4.2.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan Benda Uji Kontrol.....	41
4.3.	Hasil Pengujian Durabilitas <i>Lightweight Geopolymer Concrete</i> terhadap Larutan HCl 5%	42
4.3.1.	Perubahan Kondisi Fisik.....	42
4.3.2.	Perubahan Berat Jenis.....	44
4.3.3.	Perubahan Kuat Tekan	52
4.4.	Pengujian Mikrostruktur	54
4.5.	Hasil Pengujian XRD.....	57
5.	PENUTUP	57
5.1.	Kesimpulan	57
5.2.	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kandungan senyawa kimia pada <i>fly ash</i>	9
Tabel 2.2. Batas gradasi agregat halus	10
Tabel 3.1. Kandungan kimia <i>fly ash</i> PT. Pupuk Sriwidjaja	34
Tabel 3.2. Rencana <i>job mix formula lightweight geopolimer concrete</i>	35
Tabel 3.3. Suhu pengujian selama 56 hari (°C)	38
Tabel 3.4. Kelembaban selama 56 hari	39
Tabel 4.1. Kriteria nilai <i>workability</i> pada mortar geopolimer.....	40
Tabel 4.2. Data pegujian berat jenis dan kuat tekan kontrol benda uji <i>lightweight geopolymer concrete</i> konsentrasi NaOH 12M.....	42
Tabel 4.3. Data penurunan berat benda uji kondisi I	44
Tabel 4.4. Data penurunan berat benda uji kondisi II	45
Tabel 4.5. Data penurunan berat benda uji kondisi III.....	46
Tabel 4.6. Rekapitulasi persentase perubahan berat jenis benda uji terhadap benda uji kontrol.....	47
Tabel 4.7. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi I.....	49
Tabel 4.8. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi II.....	50
Tabel 4.9. Data penurunan kuat tekan benda uji kondisi III	51
Tabel 4.10. Rekapitulasi persentase perubahan kuat tekan benda uji	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pengaruh konsentrasi NaOH pada kuat tekan geopolimer berbahan dasar <i>fly ash</i>	12
Gambar 2.2 Pengaruh rasio Na ₂ SiO ₃ dan NaOH terhadap kuat tekan beton geopolimer.....	13
Gambar 2.3 Kuat tekan beton geopolimer dengan pengaruh rasio aktivator dan <i>precursor</i>	14
Gambar 2.4 Kuat tekan beton yang dipengaruhi oleh persentase <i>foaming agent</i>	15
Gambar 2.5 Hasil ji mikrostruktur SEM pada beton geopolimer non modifikasi dan geopolimer modifikasi.....	15
Gambar 2.6 Makrostruktur beton modifikasi bubuk logam dan <i>modifier</i> ..	16
Gambar 2.7 <i>Bulk density</i> dan kuat tekan <i>unfoamed geopolymer</i>	17
Gambar 2.8 <i>Bulk density</i> dan kuat tekan <i>foamed geopolymer</i>	17
Gambar 2.9 Efek konsentrasi NaOH terhadap nilai <i>slump flow</i>	18
Gambar 2.10 Uji SEM pada permukaanbeton.....	19
Gambar 2.11 Uji SEM bagian dalam beton	19
Gambar 2.12 Foto visual hasil uji beton	19
Gambar 2.13 Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap nilai <i>slump flow</i>	21
Gambar 2.14 <i>Initial setting time</i>	22
Gambar 2.15 <i>Final setting time</i>	23
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	25
Gambar 3.2 Sodium Silikat (Na ₂ SiO ₃).....	26
Gambar 3.3 Sodium Hidroksida (NaOH)	27
Gambar 3.4 <i>Fly ash</i>	27
Gambar 3.5 Pasir tanjung raja.....	28

Gambar 3.6	<i>Superplasticizer</i>	28
Gambar 3.7	<i>Foaming agent</i>	29
Gambar 3.8	Neraca digital	29
Gambar 3.9	<i>Mixer</i>	30
Gambar 3.10	Gelas ukur	30
Gambar 3.11	<i>Flow table</i>	31
Gambar 3.12	<i>Mould</i>	31
Gambar 3.13	Penetrometer	32
Gambar 3.14	Alat uji kuat tekan	32
Gambar 3.15	<i>Foam generator</i>	33
Gambar 3.16	Hasil uji SEM <i>fly ash</i>	35
Gambar 3.17	Pengujian <i>slump flow</i>	36
Gambar 3.18	Pengujian <i>setting time</i>	37
Gambar 4.1	Hasil pengujian <i>setting time</i>	41
Gambar 4.2	Kondisi penampang dalam benda uji setelah perendaman	43
Gambar 4.3	Hasil pengujian berat benda uji kondisi I.....	44
Gambar 4.4	Hasil pengujian berat benda uji kondisi II	45
Gambar 4.5	Hasil pengujian berat benda uji kondisi III.....	46
Gambar 4.6	Persentase perubahan berat jenis benda uji terhadap benda uji kontrol	48
Gambar 4.7	Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi I	48
Gambar 4.8	Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi II.....	49
Gambar 4.9	Hasil pengujian kuat tekan benda uji kondisi III	50
Gambar 4.10	Rekapitulasi persentase penurunan kuat tekan.....	51
Gambar 4.11	Foto SEM LGC kondisi kering	52
Gambar 4.12	Foto SEM LGC kondisi siklik.....	53

Gambar 4.13	Foto SEM LGC kondisi rendam	53
Gambar 4.14	Hasil pengujian XRD pada benda uji tanpa paparan Na_2SO_4	54
Gambar 4.15	Hasil pengujian XRD pada benda uji dengan paparan Na_2SO_4	55
Gambar 4.16	Hasil pengujian XRD pada benda uji dengan paparan Na_2SO_4 secara siklik.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Berita Acara Hasil Seminar Tugas Akhir..... 66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mutu beton merupakan salah satu faktor utama dalam pembangunan infrastruktur yang tahan lama dan berkekuatan tinggi. Penggunaan semen sebagai bahan dasar pembuatan beton konvensional menyebabkan timbulnya polusi udara. Hal ini mendorong dilakukannya pengembangan dan inovasi teknologi beton baru yang memiliki keunggulan dibanding jenis beton konvensional. Beberapa inovasi beton yang telah ditemukan adalah *lightweight concrete* dan *geopolymer concrete*.

Sebagian negara yang wilayahnya mempunyai potensi gempa tinggi mulai banyak menggunakan *lightweight concrete* sebagai alternatif. *Lightweight concrete* dipilih karena dapat digunakan untuk membangun infrastruktur yang lebih ringan, sehingga memudahkan dalam proses pengerjaan dan dapat meminimalisir dampak keruntuhan terhadap lingkungan sekitar apabila terjadi gempa. Salah satu jenis *lightweight concrete* yang sering digunakan adalah beton berbahan dasar busa. Campuran beton OPC ditambahkan dengan busa dapat menghasilkan beton busa. Selain itu terdapat *foaming agent* yang berfungsi untuk mengisi pori-pori yang muncul akibat tidak adanya agregat kasar. Dengan adanya busa sebagai pengganti agregat kasar, berat jenis *foam concrete* menjadi sangat ringan dibanding beton jenis lainnya.

Salah satu jenis beton ramah lingkungan yang dibuat dengan menggunakan campuran air, agregat kasar, agregat halus dan material pozolan yang banyak mengandung silika serta alumina adalah beton geopolimer. *Geopolymer concrete* banyak digunakan karena dapat mengurangi penggunaan semen, sehingga dapat mengurangi biaya produksi serta mengurangi polusi lingkungan. Material pozolan yang terdapat di dalam campuran berfungsi sebagai *precursor* yang bereaksi dengan larutan alkali sebagai *activator*. Ikatan kimia antara *precursor* dan *activator* dapat menggantikan peran semen sebagai bahan pengikat dalam campuran mortar.

Teknologi beton mutakhir seperti *lightweight concrete* dan *geopolymer concrete* sangatlah membantu dalam menciptakan infrastruktur yang aman, ramah lingkungan serta berkualitas tinggi. Namun masih terdapat beberapa kelemahan yang dimiliki oleh jenis-jenis beton tersebut. *Lightweight concrete* dengan berat jenis yang sangat ringan tidak dapat digunakan sebagai bahan struktural berkekuatan tinggi karena tidak mampu menahan beban, sedangkan beton geopolimer mempunyai kekuatan yang tinggi namun berat jenisnya masih lebih tinggi dibandingkan beton konvensional. Hal ini mendorong dilakukannya pencampuran *geopolymer* dan *foam concrete*.

Beton campuran *geopolymer* dan *foam* dibuat dengan menambahkan *foaming agent* dan *fly ash* sebagai *precursor* serta Na_2SiO_3 dan NaOH sebagai *activator* pada campuran air dan agregat halus. Kandungan silika yang tinggi pada *fly ash* dan busa yang terdapat dalam campuran beton diharapkan dapat menghasilkan beton berkekuatan tinggi dengan berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. Setiap material memiliki pengaruh terhadap durabilitas beton campuran ini saat berada di daerah yang banyak mengandung asam. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan pengujian durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M adalah:

1. Bagaimana pengaruh lama pemaparan dalam larutan Na_2SO_4 5% terhadap durabilitas beton ringan geopolimer?
2. Bagaimana pengaruh lingkungan kondisi kering, rendam penuh dan rendam siklik terhadap durabilitas beton ringan geopolimer?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M adalah:

1. Menganalisis pengaruh lama pemaparan dalam larutan Na_2SO_4 5% terhadap durabilitas beton ringan geopolimer.
2. Menganalisis pengaruh perubahan kondisi lingkungan terhadap durabilitas beton ringan geopolimer.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang menjadi batasan dalam penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M adalah:

1. Tinjauan penelitian yaitu durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M melalui pengujian 3 kondisi yaitu kondisi normal, kondisi rendam penuh dengan larutan Na_2SO_4 dan kondisi rendam siklik dengan larutan Na_2SO_4
2. *Precursor* berupa *fly ash* tipe F yang berasal dari limbah PT. Pupuk Sriwijaya yang dapat melewati saringan no.200 dan merupakan hasil pembakaran batubara dengan suhu pembakaran 1300-1800°C
3. Pasir Tanjung Raja sebagai agregat halus
4. Na_2SiO_3 dan NaOH 12M sebagai *activator*
5. Na_2SO_4 sebagai asam lemah
6. *Foaming agent* jenis surfuktan sintesis berbentuk gel
7. Cetakan kubus dengan volume 125 cm³
8. Pengujian *slump flow* pada beton segar
9. Pengujian ini dilakukan dengan berpedoman pada ASTM (*American Standard Testing and Material*)

1.5. Metode Pengumpulan Data

Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengumpulkan suatu data penelitian. Pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terdapat 2 cara dalam mengumpulkan data, yaitu:

1. Data Primer

Hasil penelitian melalui percobaan dan pengamatan di laboratorium serta hasil diskusi yang didapat melalui konsultasi langsung dengan dosen pembimbing dicatat dan dikumpulkan.

2. Data Sekunder

Data yang menjadi acuan yang membantu keakuratan serta kelengkapan data pada penelitian kali ini. Sumber dari data ini adalah jurnal penelitian mengenai beton *lightweight geopolymer* yang sebelumnya telah terlebih dahulu dilakukan peneliti lain.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir yang berjudul durabilitas *lightweight geopolymer concrete* terhadap larutan Na_2SO_4 5% dengan konsentrasi NaOH 12 M terbagi menjadi 5 bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Penjabaran mengenai rumusan masalah, metode pengumpulan data, latar belakang, rencana sistematika penelitian, tujuan penelitian dan ruang lingkup penelitian

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Penjelasan singkat mengenai sumber bacaan yang berkaitan dengan *geopolymer concrete*, *foam concrete*, campuran beton *lightweight geopolymer*, komposisi campuran, karakteristik beton *lightweight geopolymer* serta penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pemaparan mengenai tahapan pengerjaan, spesifikasi material, alat uji yang digunakan, pengujian material, pembuatan benda uji dan perlakuan yang diberikan terhadap benda uji. Selain itu terdapat gambar yang mewakili setiap tahapan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjabaran mengenai hasil berupa grafik serta tabel perhitungan yang didapatkan dari berbagai pengujian yang dilakukan secara langsung di laboratorium. Terdapat tambahan hasil berupa gambar serta grafik hasil uji kimia (SEM dan XRD)

BAB 5 PENUTUP

Penjelasan mengenai kesimpulan yang didapat dari penelitian dan saran untuk perbaikan penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Pemaparan jurnal-jurnal yang menjadi sumber literatur dalam pembuatan laporan skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 33, 2003. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

Abdollahnejad Z., Pacheco-Torgal F., Félix T., Tahri W., and Aguiar J.B. 2015. Mix Design, Properties and Cost Analysis of Fly ash-based Geopolymer Foam. *Construction and Building Materials*, vol. 80

Elibol C. And Sengul O. 2016. Effects of Activator Properties and Ferrochrome Slag Aggregates on the Properties of Alkali-activated Bast Furnace Slag Mortars. *Arabian Journal for Science and Engineering*

Henon J., Alzina A., Absi J., Smith D.S., and Rossignol S. 2012. Potassium Geopolymer Foams Made With Silica Fume Pore Forming Agent for Thermal Insulation. *Journal of Porous Materials*, vol. 20

Heah C.Y., Liew Y.M., Mustafa Al Bakri A.M. and Hussin K. 2017. Thermal Resistance Variations of Fly Ash Geopolymers: Foaming Responses. *Scientific Reports*

Medri V., Papa E., and Dedecek J. 2013. Effect of Metallic Si Addition on Polymerization Degree of In Situ Foamed Alkali-Aluminosilicates. *Ceramics International*, vol. 39

Moon, A.S., and Varghese, V., 2014. Sustainable Construction With Foam Concrete As A Green Building Material. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research*

Morsy M.S., Alsayed S.H., Al-Salloum Y., and Almusallam T. 2014. Effect of Sodium Silicate to Sodium Hydroxide Ratios on Strength and Microstructure of Fly Ash Geopolymer Binder. *Arabian Journal For Science and Engineering*

Mustafa-Al-Bakri A.M., Kamarudin H, Bahussain M., Rafiza A. R., and Zarina Y. 2012. Effect of Na₂SiO₃/NaOH Ratios and NaOH Molarities on Compressive Strength of Fly-ash Based Geopolymer. *ACI Materials Journal*

Mustafa Al Bakri A.M., Kamarudin H., Omar A.K.A Karem, Ruzaidi C.M., Rafiza A.R., and Norazian M.N. 2012. Optimization of Alkaline Activator/Fly Ash Ratio on The Compressive Strength of Manufacturing Fly Ash-based Geopolymer. *Applied Mechanics and Material Vol. 110-116*

Neville, A.M., 2011. Properties of Concrete. *Pearson Education Limited*.

Nguyen K.T. , Lee H.Y. , Lee J. and Ahn N. 2013. Acid Resistance and Curing Properties for Green Fly Ash-geopolymer Concrete. *JAABE Vol.12 No.2*

Pacheco-Torgal F., Castro-Gomes J., Jalali S. 2008. Alkali-activated Bases: A review. Part 2. About Materials and Bases Manufacture. *Construction and Building Materials, 22*

Rangan, B.V. 2008. Mix Design and Production of Fly Ash Based Geopolymer Concrete. *Indian Concrete*

Risdanareni, P., Hilmi A. And Susanto P.B. 2017. The Effect of Foaming Agent Doses on Lightweight Geopolymer Concrete Metakaolin Based. *Advanced Materials Engineering and Technology*

Stuart A.R., Gonzenbach U.T., Tervoort E., and Gauckler L.J. 2006. Processing Routes to Macroporous Ceramics : A Review. *Journal of the American Ceramic Society, vol. 89*

Taku, K.J., Amartey, D.Y., and Kassab, T., 2015. Effect of Acidic Curing Environment on the Strength and Durability of Concrete. *Civil and Environmental Research Vol.7, No.12*

Tasmim, R, 2017. Acid Sulfate Soil Resistance of Mortar and Concretes Using Modified Bauxite Refinery Residue. *Southern Cross University, Lismore, NSW*

Thakrele, M.H., 2014. Experimental Study on Foam Concrete. *International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development. 145-158.*

Triwulan, W.P. and Ekaputri J.J. 2016. Addition of Superplasticizer on Geopolymer Concrete. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*

Yang T.Y., Chou C.C., and Chien C.C. 2012. The Effects of Foaming Agents and Modifiers on a Foamed-geopolymer. *Advances in Civil, Environmental, and Materials Research*