

SKRIPSI
SIFAT FISIK DAN MEKANIK *GEOPOLYMER FOAM*
***CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH**



M. GHIFARI
03011181520039

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI
SIFAT FISIK DAN MEKANIK *GEOPOLYMER FOAM*
***CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH**

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



M. GHIFARI
03011181520039

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *GEOPOLYMER FOAM* *CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

M. GHIFARI

03011181520039

Indralaya, Juli 2019

Diperiksa dan disetujui oleh,

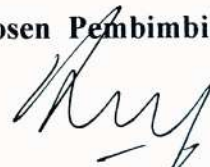
Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 197610312002122001

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

NIP. 195603141985031002

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 1961070319910210

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi ini dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik *Geopolymer Foam Concrete* dengan Variasi Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH ” telah dipertahankan dihadapan tim penguji karya tulis ilmiah jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Juli 2019.

Palembang, 10 Juli 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa skripsi:

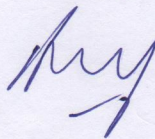
Ketua:

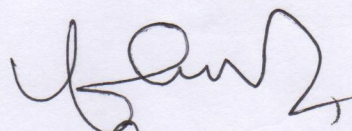
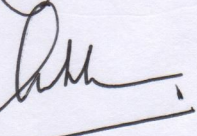
1. Dr. Saloma, S.T, M.T.
NIP. 197610312002122001

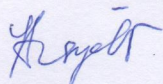
Anggota

1. Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031002
2. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE
NIP. 195812111987031002
3. Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.
NIP. 195604241990031001
4. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.
NIP. 197705172008012039

()

()

(
)

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : M. Ghifari

NIM : 03011181520039

Judul Skripsi : Sifat Fisik dan Mekanik *Geopolymer Foam Concrete* dengan Variasi Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku. Pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa paksa siapapun



Indralaya, Juni 2019



M. Ghifari

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis merasa sangat terbantu pada saat penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu, Kakak serta Adik tercinta yang selalu memberi semangat, terima kasih juga atas doa, usaha dan nasihat yang telah diberikan.
2. Bapak Ir. Helmi Haki, 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 ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku Dosen Pembimbing II dan pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
5. Rekan-rekan asisten Laboratorium Bahan dan Beton, kakak-kakak alumni, sahabat SMT dan teman-teman Teknik Sipil angkatan 2015 yang tak bisa diucapkan satu per satu yang selalu membantu dan mendukung penulis.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa penulisan laporan yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan. Semoga laporan proposal tugas akhir yang telah dibuat ini dapat menjadi manfaat sehingga dapat menambah wawasan.

Palembang, Juni 2019

M. Ghifari

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Integritas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	iv
Berita Acara	v
Halaman Persetujuan Publikasi.....	vi
Riwayat Hidup	vii
Ringkasan.....	viii
<i>Summary</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	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	4
1.6. Rencana Sistematika Penulisan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Definisi Beton Geopolimer (<i>Geopolymer Concrete</i>).....	6
2.2. Definisi Beton Busa (<i>Foam Concrete</i>)	9
2.3. Definisi Beton Busa Geopolimer (<i>Geopolymer Foam Concrete</i>)	12
2.4. Material Penyusun <i>Geopolymer Foam Concrete</i>	14
2.4.1. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	14

2.4.2. Alkali Aktivator	16
2.4.3. Agregat Halus	17
2.4.4. <i>Foaming Agent</i>	17
2.4.5. Air	18
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik <i>Geopolymer Foam Concrete</i>	19
2.5.1. Konsentrasi NaOH	19
2.5.2. Rasio Na ₂ SiO ₃ dengan NaOH	21
2.5.3. Rasio Prekursor dengan Aktivator	22
2.5.4. Rasio Agregat Halus dengan Prekursor	25
2.5.5. Rasio <i>Foaming Agent</i> dengan Air	25
2.5.6. Persentase <i>Foam</i>	26
2.5.7. Perawatan (<i>Curing</i>)	27
2.6. Komposisi Campuran	28
2.7. Pengujian Beton Segar	30
2.7.1. <i>Slump Flow Test</i>	30
2.7.2. <i>Setting Time Test</i>	31
2.7.3. <i>Air Content Test</i>	32
2.8. Pengujian Beton Keras <i>Geopolymer Foam Concrete</i>	33
2.8.1. Pengujian Berat Jenis (<i>Density</i>)	33
2.8.2. Pengujian Kuat Tekan	33
2.8.3. Pengujian Kuat Tarik	35
2.8.4. Pengujian Penyerapan Air (<i>Water Absorption</i>)	37
3. METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1. Studi Literatur	38
3.2. Alur Penelitian	38
3.3. Persiapan Bahan	40
3.3.1. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	40
3.3.2. Air	40
3.3.3. Agregat Halus	41
3.3.4. Natrium Silikat (Na ₂ SiO ₃)	41
3.3.5. Natrium Hidroksida (NaOH)	42

3.3.6.	<i>Foaming Agent</i>	42
3.3.7.	<i>Admixture</i>	43
3.4.	Persiapan Alat.....	44
3.4.1.	Gelas Ukur.....	44
3.4.2.	Timbangan.....	44
3.4.3.	<i>Foam Generator System</i>	45
3.4.4.	<i>Mixer</i>	46
3.4.5.	Bekisting (<i>Mould</i>).....	46
3.4.6.	Alat Pengujian <i>Setting Time</i>	46
3.4.7.	Alat Pengujian <i>Slump Flow</i>	47
3.4.8.	Alat Uji <i>Air Content</i>	48
3.4.9.	Alat Uji Kuat Tekan (<i>Universal Testing Machine</i>)	48
3.4.10.	Alat Uji <i>Data Logger</i>	49
3.5.	Pengujian Material.....	49
3.5.1.	Pengujian Agregat Halus	49
3.5.2.	Pengujian <i>Fly Ash</i>	49
3.6.	Komposisi Campuran	51
3.7.	Proses Pencampuran Material	51
3.8.	Pengujian <i>Slump Flow</i>	53
3.9.	Pengujian <i>Setting Time</i>	54
3.10.	Pengujian <i>Air Content</i>	55
3.11.	Pencetakan Benda Uji.....	57
3.12.	Perawatan Benda Uji	57
3.13.	Pengujian Penyerapan Air	58
3.14.	Pengujian Kuat Tekan	59
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1.	Pengujian Agregat Halus	60
4.1.1.	Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus	60
4.1.2.	Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus	60
4.1.3.	Analisa Saringan.....	60
4.1.4.	Pemeriksaan Zat Organik	61

4.1.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur	61
4.2. Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	62
4.2.1. Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	62
4.2.2. Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	62
4.2.3. Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	63
4.3. Hasil Pengujian Beton Segar	64
4.3.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	64
4.3.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	65
4.3.3. Hasil Pengujian <i>Air Content</i>	66
4.4. Hasil Pengujian Karakteristik	68
4.4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis	68
4.4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	69
4.4.3. Hasil Pengujian Penyerapan Air.....	70
4.5. Hubungan Kuat Tekan dan Berat Jenis Pada Beton Busa Geopolimer ..	71
4.6. Hubungan Penyerapan dan Berat Jenis Pada Beton Busa Geopolimer ..	72
4.7. Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton Pada Beton Busa Geopolimer	73
4.8. Pembahasan Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik <i>Geopolymer Foam concrete</i>	75
4.8.1. Pembahasan Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	75
4.8.2. Pembahasan Hasil Pengujian <i>Setting time</i>	75
4.8.3. Pembahasan Hasil Pengujian Penyerapan air (<i>water absorption</i>).	76
4.8.4. Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Berat Jenis	76
5. KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Proporsi campuran beton geopolimer (Law et.al., 2015).....	7
Tabel 2.2. Kuat tekan beton geopolimer (Law et.al., 2015).....	7
Tabel 2.3. Komposisi campuran mortar dengan variasi NaOH (Shah et.al.,2016)	8
Tabel 2.4. Kandungan mineral <i>fly ash</i> (ASTM Standard Volume 04.02) ...	15
Tabel 2.5. Kuat tekan mortar geopolimer umur 28 hari dengan variasi konsentrasi molaritas dan alkali aktivator dengan <i>fly ash</i> (Kupaei et.al, 2014).....	20
Tabel 2.6. Hasil uji <i>Ultra sonic pulse velocity</i> mortar geopolimer (Budh dan Warhade, 2014)	20
Tabel 2.7. Kuat tekan mortar geopolimer pada umur 48 hari (Budh dan Warhade, 2014)	20
Tabel 2.8 Rasio alkali terhadap beton geopolimer (Hardjito et.al., 2017) ..	22
Tabel 2.9. Perbandingan komposisi campuran <i>geopolymer lightweight concrete</i> dengan <i>OPC lightweight concrete</i> (Razak R.A. et.al, 2017)	24
Tabel 2.10. Proporsi campuran beton geopolimer (Ramujee, 2016)	25
Tabel 2.11. Kuat tekan beton geopolimer (Ramujee, 2016)	25
Tabel 2.12. Berat jenis porositas dan penyerapan air pada <i>foam geopolymer concrete</i> (Abdullah, et.al , 2012)	28
Tabel 2.13. Komposisi campuran <i>lightweight aggregate foamed geopolymer concrete</i> dengan kode OPSFGC dan OPSNFGC (Liu, et.al, 2013)	29
Tabel 2.14. Hasil uji kuat tekan dan <i>oven dry density</i> (Liu, et.al ,2013)	29
Tabel 2.15. Hasil uji sifat mekanik variasi sampel pada umur 28 hari	30
Tabel 2.16 Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai benda uji	35
Tabel 2.17 Estimasi kolerasi kuat tekan silinder beton berdasarkan diameter benda uji ($L/D = 2$) (SNI 1974: 2011)	35

Tabel 3.1.	Rencana komposisi <i>geopolymer foam concrete</i> untuk per m ³	51
Tabel 3.2.	Rencana komposisi <i>geopolymer foam concrete</i> untuk satu mortar 125 cm ³	51
Tabel 4.1.	Hasil pengujian <i>specific gravity</i> dan penyerapan agregat halus .	60
Tabel 4.2.	Hasil pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF) fly ash</i>	62
Tabel 4.3.	Hasil pengujian <i>dial air content</i> beton busa geopolimer	66
Tabel 4.4.	Hasil pengujian <i>air content</i> berdasarkan penurunan volume pada beton busa geopolimer	67
Tabel 4.5.	Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton busa geopolimer	70
Tabel 4.6.	Perbandingan hasil pengujian kuat tekan dan berat jenis <i>geopolymer foam concrete</i> dengan <i>foamed concrete</i> pada umur 28 hari	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kuat tekan mortar dengan variasi NaOH (Shah, et.al., 2016) .	8
Gambar 2.2. Kuat tekan dengan variasi rasio alkali aktivator terhadap umur beton (Saloma et.al., 2017)	9
Gambar 2.3. Bentuk dasar <i>lightweight concrete</i> (Newman dan Choo, 2003)	10
Gambar 2.4. Pengaruh persentase jumlah <i>foam</i> terhadap berat jenis beton (Onprom et.al, 2015)	11
Gambar 2.5. Pengaruh persentase jumlah <i>foam</i> terhadap kuat tekan umur 28 hari (Onprom et.al, 2015)	12
Gambar 2.6. Pengaruh variasi rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari (Saloma et.al, 2015)	21
Gambar 2.7. Pengaruh rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ terhadap kuat tekan beton (Abdullah et.al, 2015)	22
Gambar 2.8. Kuat tekan terhadap perbandingan aktivator dan precursor (Sreevidya et.al., 2013)	23
Gambar 2.9. Hasil uji kuat tekan <i>geopolymer lightweight concrete</i> dengan OPC <i>lightweight concrete</i> (Razak R.A. et.al, 2017)...	24
Gambar 2.10. Pengaruh rasio dari <i>foam agent</i> /air terhadap <i>geopolymer lightweight bricks concrete</i> (Ibrahim et.al., 2017)	26
Gambar 2.11. Hasil uji kuat tekan <i>lightweight aggregate foamed geopolymer concrete</i> terhadap beberapa variasi <i>density</i> (Liu, et.al, 2013)	27
Gambar 2.12. Hasil uji kuat tekan <i>geopolymer foam concrete</i> dengan perawatan (<i>curing</i>) suhu 60 °C dan tanpa perawatan	28
Gambar 2.13. Pengujian <i>slump flow</i>	30
Gambar 2.14. Pengaruh rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ pada campuran 100% <i>fly ash</i> dan campuran 75 % <i>fly ash</i> 25 % abu sekam padi pada nilai <i>slump flow</i> (Saloma et.al., 2017)	31

Gambar 2.15. Pengujian <i>setting time</i>	31
Gambar 2.16. Alat ukur kandungan udara pada beton segar.....	32
Gambar 2.17. Alat pengukur tekanan udara.....	32
Gambar 2.18. Pengujian Kuat Tarik Lentur.....	36
Gambar 2.19. Diagram Momen (M) dan Gaya Lintang (Q).....	37
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	39
Gambar 3.2. <i>Fly ash</i>	40
Gambar 3.3. Air	41
Gambar 3.4. Agregat halus	41
Gambar 3.5. Natrium silikat (Na_2SiO_3)	42
Gambar 3.6. Natrium hidroksida (NaOH)	42
Gambar 3.7. <i>Foaming agent</i>	43
Gambar 3.8. <i>Admixtures (Superplasticizer)</i>	43
Gambar 3.9. Gelas ukur	44
Gambar 3.10. Timbangan digital	45
Gambar 3.11. <i>Foam generator system</i>	45
Gambar 3.12. <i>Mixer</i>	46
Gambar 3.13. <i>Mould</i>	46
Gambar 3.14. <i>Vicat apparatus</i>	47
Gambar 3.15. <i>Flow table</i>	47
Gambar 3.16. <i>Air meter concrete</i>	48
Gambar 3.17. <i>Universal testing machine</i>	48
Gambar 3.18. Alat uji <i>data logger</i>	49
Gambar 3.19. Proses pembuatan busa	53
Gambar 3.20. Pengadukan campuran <i>geopolymer foam concrete</i>	53
Gambar 3.21. Pengujian <i>slump flow</i>	54
Gambar 3.22. Benda uji pengujian <i>setting time</i>	55
Gambar 3.23. Pengujian <i>setting time</i>	55
Gambar 3.24. Pengujian <i>air content</i> berdasarkan pembacaan dial.....	56
Gambar 3.25. Pengujian <i>air content</i> berdasarkan penurunan volume	57
Gambar 3.26. Pencetakan benda uji.....	57
Gambar 3.27. Perawatan benda uji	58

Gambar 3.28. Pengujian penyerapan air	58
Gambar 3.29. Pengujian kuat tekan	59
Gambar 4.1. Grafik hasil pengujian analisa saringan agregat halus	61
Gambar 4.2. Hasil pengujian XRD <i>fy ash</i>	63
Gambar 4.3. Hasil Pengujian SEM <i>fly ash</i> 5000x	63
Gambar 4.4. Hasil pengujian <i>slump flow</i> terhadap rasio alkali aktivator	64
Gambar 4.5. Hasil pengujian <i>setting time</i>	65
Gambar 4.6. Hasil pengujian berat jenis pada beton busa geopolimer	68
Gambar 4.7. Hasil pengujian kuat tekan terhadap umur beton busa geopolimer	69
Gambar 4.8. Hasil pengujian penyerapan air pada beton busa geopolimer..	70
Gambar 4.9. Hubungan kuat tekan dan berat jenis pada beton busa geopolimer	71
Gambar 4.10. Hubungan penyerapan dan berat jenis pada beton busa geopolimer	72
Gambar 4.11. Hubungan kuat tekan dan umur pada beton busa geopolimer .	74

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *GEOPOLYMER FOAM CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH

M. Ghifari¹, Saloma², Hanafiah³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumsel

E-mail: ghifarimuhammad97@gmail.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumsel

E-mail: saloma_571@yahoo.co.id

³Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumsel

E-mail: hanafiah_dr@yahoo.com.sg

Abstrak

Geopolymer foam concrete merupakan modifikasi dari beton geopolimer dan beton busa. *Geopolymer foam concrete* merupakan hasil polimerisasi dari bahan alami yang ramah lingkungan dengan ditambahkan *foam* sehingga beton membentuk rongga pada campurannya, rongga pada beton dapat mengurangi berat jenis dari beton itu sendiri. Material penyusun *geopolymer foam concrete* umumnya terdiri dari *fly ash*, agregat halus, alkali aktivator, air, dan *foaming agent*. Dalam penelitian ini, *foaming agent* yang digunakan adalah jenis surfaktan sintetis dengan perbandingan *foaming agent* dan air sebesar 1:40, dan proses pembuatan *foam* menggunakan metode *pre-foamed method* dengan jumlah *foam* sebesar 60 kg/m^3 . Dalam penelitian ini, larutan aktivator terdiri dari campuran natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) dengan variasi rasio sebesar 1,5, 2,0, dan 2,5. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat fisik dan mekanik *geopolymer foam concrete*. Hasil pengujian *slump flow* didapat hasil maksimum sebesar 24,88 cm pada campuran GFC-1,5 dan hasil minimum sebesar 22,45 cm pada campuran GFC-2,5. Hasil pengujian *setting time* pada *initial time* maksimum 1.387 menit dan minimum 1.342 menit, sedangkan *final time* maksimum 1.672 menit dan minimum 1.612 menit. Hasil pengujian berat jenis maksimum didapat sebesar 1.530 kg/m^3 pada campuran GFC-2,5 dan berat jenis minimum didapat sebesar 1.420 kg/m^3 pada campuran GFC-1,5 dan hasil maksimum dari pengujian kuat tekan pada umur beton 28 hari adalah 18,52 MPa pada campuran GFC-2,5.

Keywords: *Geopolymer foam concrete*, *fly ash*, *foaming agent*, alkali aktivator

Pembimbing I,

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

NIP. 197610312002122001

Indralaya, Juli 2019

Pembimbing II,

Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

NIP. 195603141985031020



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur menjadi suatu hal yang penting dalam perkembangan dan kemajuan bangsa. Sejauh ini beton dikenal sebagai material konstruksi paling populer dalam pembangunan infrastruktur di dunia. Beton mendominasi total bahan bangunan yang digunakan, bahkan dimensi dari beton membuat berat sendiri bangunan menjadi lebih berat dibanding berat hidup yang digunakan. Seiring perkembangan prasarana dan sarana manusia, penggunaan beton sebagai material konstruksi membuat produksi semen meningkat dari tahun ketahun. Penggunaan semen sering digunakan dalam pembuatan pencampuran beton maupun mortar sebagai pengikat dari agregat. Meningkatnya produksi semen dapat menyebabkan masalah dengan kelestarian lingkungan karena dalam produksi semen menyebabkan terjadinya pelepasan gas karbondioksida (CO_2) yang sangat banyak akibat pembakaran klinker ke atmosfer sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan hidup, diantaranya efek rumah kaca. Meningkatnya industri semen di Indonesia menyebabkan dampak pada peningkatan efek rumah kaca. Seiring berkembangnya inovasi teknologi beton, semakin banyak inovasi untuk mencari material alternatif pengganti semen yang ramah lingkungan dan memiliki beton berat jenis yang lebih rendah sehingga beban mati yang terjadi pada bangunan berkurang. Salah satu alternatif adalah *geopolymer foam concrete* yang ramah lingkungan dapat mengurangi jumlah energi yang diperlukan karena berkurangnya pemakaian semen, berat jenis rendah, durabilitas tinggi dan perilaku mekanik yang baik.

Geopolymer foam concrete merupakan hasil polimerisasi dari bahan alami yang ramah lingkungan dengan ditambahkan *foam* sehingga beton membentuk rongga pada campurannya, rongga pada beton dapat mengurangi berat jenis dari beton itu sendiri. Pengurangan beban mati pada bangunan dapat memperkecil dimensi struktur bangunan dan mengurangi distribusi gaya gempa. *Geopolymer foam concrete* dibuat untuk mengurangi pemakaian semen yang tidak baik untuk lingkungan dan juga untuk pengurangan beban mati pada bangunan. *Geopolymer*

foam concrete ini sendiri tersusun dari agregat halus, prekursor yang digunakan sebagai pengganti semen yaitu *fly ash* yang ditambah dengan larutan alkali yang bersifat sebagai aktivator dan *foaming agent* yang di campur dengan air yang dibuat dengan *foam generator* dengan tekanan tertentu sesuai dengan yang direncanakan.

Pemanfaatan limbah yang tidak terpakai sangat bermanfaat sebagai bahan pengganti semen yang berperan sebagai prekursor yaitu *fly ash*. *Fly ash* merupakan sisa pembakaran dari batubara yang berasal dari unit pembangkit tenaga uap dan mengandung beberapa senyawa kimia sebagai bahan yang memiliki sifat pozzolan. Provinsi Sumatera Selatan terdapat beberapa pabrik yang menghasilkan limbah *fly ash* yang sangat melimpah yaitu beberapa diantaranya seperti PT. Pupuk Sriwijaya dan PLTU Bukit Asam. Jumlah *fly ash* di Sumatera Selatan yang dihasilkan oleh beberapa pabrik tadi sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai campuran pengikat beton sehingga dapat mengurangi jumlah penggunaan semen dalam campuran beton.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian yaitu *fly ash* sebagai material pengganti semen dan campuran *foaming agent* yang dibuat dengan *foam generator* sehingga menghasilkan busa dan dicampur ke dalam campuran beton. Dalam penelitian ini digunakan variasi nilai rasio perbandingan rasio aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ sebesar 1,5 , 2,0 dan 2,5 untuk mengetahui besar pengaruh perilaku sifat fisik dan mekanik dari *geopolymer foam concrete*. Oleh karena itu tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh rasio Na_2SiO_3 dengan NaOH terhadap sifat fisik dan mekanik *geopolymer foam concrete* menggunakan prekursor *fly ash* dengan penambahan *foam*. *Geopolymer foam concrete* diharapkan mampu menghasilkan beton dengan sifat mekanik yang baik dan berat jenis yang rendah agar dapat diaplikasikan dalam material konstruksi sehingga dapat mengurangi penggunaan semen yang tidak ramah lingkungan serta mengurangi berat sendiri dari bangunan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana komposisi optimum campuran *geopolymer foam concrete* menggunakan prekursor *fly ash* dan besar persentase jumlah *foam* untuk menghasilkan beton dengan densitas kurang dari 1.700 kg/m^3 dan memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik?
2. Bagaimana pengaruh variasi rasio Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat fisik dan mekanik *geopolymer foam concrete*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan penelitian mengenai pengaruh rasio Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat mekanis *geopolymer foam concrete* adalah:

1. Menentukan dan mengembangkan komposisi optimum campuran *geopolymer foam concrete* dengan sifat fisik dan mekanik yang baik.
2. Menganalisis pengaruh variasi rasio Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat fisik dan mekanik *geopolymer foam concrete*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini mengenai pengaruh rasio Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat mekanik *geopolymer foam concrete* dengan prekursor *fly ash* dan penambahan *foam* adalah:

1. Pembuatan benda uji pada penelitian ini berbentuk kubus yang memiliki ukuran $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$.
2. *Fly ash* yang digunakan berasal dari limbah PT Pupuk Sriwijaya.
3. *Foaming agent* yang dicampur dengan air dengan rasio perbandingan 1:40, lalu dibuat dengan *foam generator* sehingga menghasilkan busa (*foam*).
4. Larutan alkali yang digunakan sebagai aktivator yaitu natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na_2SiO_3).
5. Pasir yang digunakan berasal dari Tanjung Raja.

6. Pengujian material *fly ash* dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
7. Pengujian *slump flow* dengan menggunakan ASTM C 124.
8. Pengujian *setting time* dengan menggunakan ASTM C 191.
9. Pengujian *air content* dengan menggunakan ASTM C 191.
10. Pengujian kuat tekan *geopolymer foam concrete* dengan menggunakan ASTM C 109 dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.
11. Penimbangan berat beton terhadap volume untuk mengetahui berat jenis (*density*) yang didapat.
12. Pengujian penyerapan air (*water absorption*) pada beton untuk mengetahui jumlah pori yang terkandung pada beton dengan menggunakan ASTM C 642.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini sumber pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari objek penelitian. Data primer pada penelitian ini adalah percobaan dan pengamatan langsung di laboratorium dan data yang didapatkan pada saat pengujian *geopolymer foam concrete*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian, tetapi melalui sumber lain, baik lisan maupun tulisan. Data sekunder pada penelitian ini adalah studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini dibagi kedalam lima bab yaitu sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan mengenai teori tentang definisi *geopolymer concrete*, definisi *foam concrete*, *geopolymer foam concrete*, bahan campuran untuk pembuatan *geopolymer foam concrete* dan pengamatan penelitian terdahulu terhadap *geopolymer foam concrete*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas mengenai material dan alat yang digunakan pada saat penelitian meliputi pembuatan serta pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian material penyusun *geopolymer foam concrete*.

BAB 5 PENUTUP

Dalam bab ini membahas kesimpulan yang diambil dari penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

Dalam bab ini membahas mengenai daftar pustaka dari literatur yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Moh D Mustafa Al Bakri, Kamarudin Hussin, Mohammed Bnhussain, Khairul Nizar ismail, Zarina Yahya, Rafiza Abdul Razak, 2012. *Fly Ash-Based Geopolymer Lightweight Concrete Using Foaming Agent. International Journal of Molecular Sciences*, Volume 2, issue:04, ISSN: 1422-0067.
- Abdullah, Moh D Mustafa Al Bakri, Hussin Kamarudin, Ismail Khairul Nizar, Andre Victor Sandu, Yahya Zarina, Mohammed Bnhussain, Abdul Razaak Rafiza, 2015. *Fly Ash Based Lightweight Geopolymer Concrete Using Foaming Agent. Applied Mechanics and materials* 679.
- ASTM C 191 – 04, 2004. *Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 230/C 230M – 08, 2009. *Standard Specification for Table for Use in Tests of Hydraulic Cement*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 33, 2003. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 618, 2005. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 642 – 06, 2006. *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- Budh, C.D, N.R Warhade, 2014. *Effect of Molarity on Compressive Strength of Geopolymer Mortar. International Journal of Civil Engineering Research*, Volume 5 no.1, pp. 83-86, ISSN 2278-3652.
- Davidovits, J, 1994. *Properties of Geopolymer Cements*. Proceeding at First International Conference on Alkaline Cements and Concretes. Kiev, Ukraine.
- Hilal, Ameer Abdulrahman, 2015. *Properties and Microstructure of Pre-formed Foamed Concretes*. Department of Civil Engineering, PhD thesis, University of Nottingham.
- Hilal, Ameer Abdulrahman, Nicholas H.Thom, Andrew R.Dawson, 2016. *Failure Mechanism of Foamed Concrete Made with or withaout Additives and*

Lightweight Aggregate. Journal of Advanced Concrete Technology, Volume 1 4, pp. 511-520.

- Hadipramana, Josef, Abdul Aziz Abdul Samad, Ahmad Mujahid Ahmad Zaidi, Noridah Mohammad dan Fetra Venny Riza, 2013. *Effect of Uncontrolled Burning Rice Husk Ash in Foamed Concrete. Advanced Materials Research* Vol. 626 (2013) pp 769-775.
- Hardjito, Djawantoro, Steenie E. Wallah, Dody M. J. Sumajouw, and B. Vijaya Rangan, 2017. *On the Development of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. ACI Material Journal, Title no. 101-M52.
- Ibrahim, Wan Mastura, Wan Kamarudin Hussin, Moh D Mustafa Al Bakri Abdullah, Aeslina Abdul Kadir, 2017. *Geopolymer Lightweight Bricks Manufactured From Fly Ash and Foaming Agent. AIP Conference Proceedings* 1835, 020048-1-020048-5.
- Kupaei, Ramin Hussaeini, U. Johnson Alengaram, Mohd Zamin Jumaat, 2014. *The Effect of Different Parameters on the Development of Compressive Strength of Oil Palm Shell Geopolymer Concrete. Hindawi Publishing Corporation, Scientific World Journal*, Volume 2014.
- Liu, Michael Yong Jing, U. Johnson Alengaram, Mohd Zamin Jumaat, Kim Hung Mo, 2013. *Evaluation of Thermal Conductivity, Mechanical and Transport Properties of Lightweight Aggregate Foamed Geopolymer Concrete. Energy and Buildings* 72 (2014) 238–245, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia.
- Law, David W, Andi Arham Adam, Thomas K. Molyneaux, Indubhushan Patnaikuni, Arie Wardhono, 2015. *Long Term Durability Properties of Class F Fly Ash Geopolymer Concrete*, Materials and Structures (2015) 48:721–731, School of Civil, Environmental and Chemical Engineering, RMIT University, Melbourne, VIC 3000, Australia.
- Lloyd, N. dan Rangan, V. 2010. *Geopolymer Concrete with Fly Ash*. Curtin University of Technology, G P O Box U 1987, Perth 6845, Western Australia, Australia. ISBN 978-1-4507-1490-7.
- Neville, A.M, 2011. *Properties of Concrete*. London Pearson Education Limited.
- Neville, A. M. dan J. J. Brooks, 1993. *Concrete Technology*. Logman Scientific dan Technilcal, New York.
- Newman J.B, Choo, B.S, 2003. *Advanced Concrete Technology*. Butterworth-Heinemann.

- Onprom, Patchara, Krit Chaimoon, Raungrut Cheerarot, 2015. *Influence of Bottom Ash Replacements as Fine Aggregate on the Property of Cellular Concrete with Various Foam Contents*. Concrete and Computer Research Unit, Field of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University Mahasarakham, Thailand, Volume 2015, Article ID 381704.
- Palomo, A., M.W. Grutzeck, M.T. Blonco. 1999. *Alkali activated Fly Ashes Cement for the Future*. Cement and Concrete Research, 29 (8), hal. 1323-1329.
- Ramujee, Kolli, 2016. *Strength and Setting Times of F-Type Fly Ash-Based Geopolymer Mortar*. Department of Civil Engineering, VNRVignana Jyothi Institute of Engineering & Technology, Hyderabad, Volume 09, No. 03, ISSN 0974-5904.
- Risdanareni, Puput, Aldi Hilmi, Priyono Bagus Susanto. 2017. *The Effect of Foaming Agent Doses on Lightweight Geopolymer Concrete Metakaolin Based*. AIP Conference Proceedings 1835, 020057-1-020057-6.
- Risdanareni, Puput, Triwulan, Januarti Jaya Ekaputri, 2014. *The Influence of Alkali Activator Concentration to Mechanical Properties of Geopolymer Concrete with Trass as a Filler*. Switzerland: Trans Tech Publications.
- Razak, R A, M M A B Abdullah, Yahya, M S A Hamid, 2017. *Durability of Geopolymer Lightweight Concrete Infilled LECA in Seawater Exposure*. Center of Excellence Geopolymer and Green Technology, School of Materials Engineering, Universiti Malaysia Perlis, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 267.
- Saloma, Hanafiah, Adrio Fariz Kurnia Putra. 2017. *The Effects Of Na₂SiO₃ and NaOH Ratio on Mechanical Properties Of Geopolymer Mortar with fly ash and Palm Kernel Sheel Ash Precursor*. Dapartement of Civil Engineering, Sriwijaya University.
- Schubert, U. dan Husing, S. 2000. *Synthesis of Inorganic Material*. Austria: Wiley-VCH
- Shah, Dhairya C, Neha Chauhan, Vatsal N Patel, 2016. *Compressive Strength Study on Geopolymer Mortar using GGBFS and Fly Ash*. Journal of Civil Engineering and Environmental Technology, Volume 3, Issue 3; January-March, 2016, pp. 262-265, p-ISSN: 2349-8404, e-ISSN: 2349-879X.
- Sreevidya, V, R Anuradha, Tini Thomas, R. Venkatasubramani, 2012. *Durability Studies on Fly Ash Based Geopolymer Mortar Under in Ambient Curing Condition*. Department of Civil Engineering, Sri Krishna College of Technology, Coimbatore-641 008, India, Asian Journal of Chemistry; Vol. 25, No. 5 (2013), 2497-2499.

- Thakrele, Maheshkumar H., 2014. *Experimental Study on Foam Concrete. International Journal of Civil, Structural, Environmental, and Infrastructure Engineering Research and Development*. ISSN: 2249-6866.
- Zhao, Yongbin, Jinder Jow, Xiaoling Cai, 2015. *Fly Ash-Based Geopolymer Foam Technology for Thermal Insulation and Fire Protection Application*. World of Coal Ash Conference in Nasuhille.