

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR *GEOPOLYMER*
DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN
PENAMBAHAN AGREGAT HALUS BERBASIS *FLY*
ASH



M. QIBRAN AL FARIZ

03011181823017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR *GEOPOLYMER*
DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN
PENAMBAHAN AGREGAT HALUS BERBASIS *FLY*
ASH

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



M. QIBRAN AL FARIZ

03011181823017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER
DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN
PENAMBAHAN AGREGAT HALUS BERBASIS FLY
ASH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

M. QIBRAN AL FARIZ

03011181823017

Palembang, Mei 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,



Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

NIP. 198103102008011010

Mengetahui/ Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **“Analisis Kuat Tekan Mortar *Geopolymer* dengan Variasi Molaritas NaOH dan Penambahan Agregat Halus Berbasis *Fly ash*”**.

Laporan proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan tugas akhir pada program Strata-1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga proposal tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya, serta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi panutan hidup terbaik bagi penulis.
2. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan do'a serta dukungan semangat dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Bimo Brata Adhitya S.T., M.T. selaku pembimbing satu yang telah banyak memberikan dukungan baik rohani dan jasmani. Saran dan masukan serta ilmu bermanfaat yang telah beliau diberikan guna kelancaran penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Anthony Costa S.T., M.T. selaku pembimbing kedua yang telah membantu penulis dalam menyusun dan penulisan laporan tugas akhir ini serta

memberikan ide dan wawasan kepada penulis serta dukungan jasmani dan rohani.

9. Rekan satu tim dan teman-teman Sipil 2018 yang telah membantu penulis dalam memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
10. Saudara dan teman setia yang selalu mendukung kelancaran perkuliahan hingga tahap tugas akhir ini.

Proposal tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, penulis mohon maaf jika terdapat banyak kekurangan dalam penulisan proposal tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi lebih baiknya tugas akhir ini kedepannya. Semoga proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Palembang, Mei 2023



M. Qibran Al Fariz

M. Qibran Al Fariz

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xiv
PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xvi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xvii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Definisi Mortar <i>Geopolymer</i>	8
2.3. Material Penyusun Mortar <i>Geopolymer</i>	9

2.3.1. Abu Terbang (<i>Fly ash</i>).....	9
2.3.2. Alkali Aktivator	10
2.3.3. Agregat Halus	12
2.3.4. Air	13
2.4. Perawatan (<i>Curing</i>)	13
2.5. Kuat Tekan (Compressive Strength).....	14
2.6. Reaksi Kimia <i>Fly ash</i> dan Alkali Aktivator.....	15
2.6.1. Tahap <i>Dissolution</i>	15
2.6.2. Tahap <i>Polymerization</i>	15
2.6.3. Tahap <i>Polycondensation</i> dan <i>Polymer Gel</i>	15
2.6.4. Tahap <i>Diffusion</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Umum.....	18
3.2. Studi Literatur	18
3.3. Material Penyusun Mortar <i>Geopolymer</i>	20
3.4. Peralatan.....	22
3.5. Tahapan Penelitian di Laboratorium.....	25
3.5.1. Tahap I	26
3.5.2. Tahap II.....	27
3.5.3. Tahap III.....	30
3.5.4. Tahap IV	32
3.5.5. Tahap V.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Pengujian Agregat Halus.....	34
4.1.1. Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Air	34

4.1.2. Pengujian Berat Volume	35
4.1.3. Pengujian Analisa Saringan	36
4.1.4. Pengujian Kandungan Kadar Lumpur	37
4.1.5. Pengujian Kadar Organik.....	38
4.2. Pengujian <i>Fly ash</i>	39
4.2.1. Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	39
4.2.2. Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	40
4.2.3. Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)	41
4.3. Pengujian Kuat Tekan Mortar <i>Geopolymer</i>	41
4.3.1. Kuat Tekan Mortar Variasi Molaritas NaOH	43
4.3.2. Kuat Tekan Mortar Variasi Penambahan Pasir.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Skema Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kubus	14
Gambar 2. 2. Skema Reaksi Alkali Aktivator dan <i>Fly ash</i> (Fernández-Jiménez et al., 2005).....	17
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2. <i>Fly ash</i>	21
Gambar 3. 3. Pasir Sungai Tanjung Raja	22
Gambar 3. 4. (a) NaOH dan (b) Na ₂ SiO ₃	22
Gambar 3. 5. Moulding	23
Gambar 3. 6. Gelas Ukur.....	23
Gambar 3. 7. Gelas Beaker	24
Gambar 3. 8. Neraca Digital	24
Gambar 3. 9. Oven	25
Gambar 3. 10. Universal Testing Machine	25
Gambar 3. 11. Proses Pelarutan NaOH.....	27
Gambar 3. 12. Hasil Pengujian XRD.....	28
Gambar 3. 13. Hasil Pengujian SEM.	29
Gambar 4. 1. Gradasi Analisa Saringan Agregat Halus Zona 3.....	37
Gambar 4. 2. Hasil Pengujian Kadar Organik.....	38
Gambar 4. 3. Hasil Pengujian XRD.....	39
Gambar 4. 4. Hasil Pengujian SEM	41
Gambar 4. 5. Grafik Nilai Rata-rata Kuat Tekan Mortar Geopolymer Variasi Molaritas NaOH	43
Gambar 4. 6. Grafik Nilai Rata-rata Kuat Tekan Mortar Geopolymer Variasi Penambahan Pasir	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Contoh hasil uji XRF <i>fly ash</i> tipe F (Qian et al., 2020).	9
Tabel 2.2. Batas-Batas Gradasi Agregat Halus (ASTM C136-01)	12
Tabel 3. 1. Variasi Mortar Geopolymer	20
Tabel 3. 2. Hasil Pengujian XRF.	28
Tabel 3. 3. Mix Design Metode 1 (Variasi Molaritas NaOH)	31
Tabel 3. 4. Mix Design Metode 2 (Variasi Penambahan Agregat Halus).....	32
Tabel 4. 1. Hasil pengujian specific gravity dan Penyerapan Air	35
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Berat Volume.....	36
Tabel 4. 3. Hasil Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan.....	36
Tabel 4. 4. Tabel Warna Pembanding (ASTM C40/40M-11)	38
Tabel 4. 5. Hasil Pengujian XRF	40
Tabel 4. 6. Data Penelitian	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Mix Design	52
Lampiran 2. Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolymer.....	54

ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR *GEOPOLYMER* DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN PENAMBAHAN AGREGAT HALUS BERBASIS *FLY ASH*

M. Qibran Al Fariz¹⁾, dan Bimo Brata Adhitya²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Email: alfariz.af17@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Email: Bimo@unsri.ac.id

Abstrak

Beton adalah material yang sering digunakan dalam infrastruktur, pembangunan gedung, jalan raya, bangunan air, dan sejenisnya. Penggunaan semen sebagai bahan baku pembuatan beton memiliki kekurangan yaitu sisa hasil dari produksinya menghasilkan emisi karbon (CO_2) yang kurang baik untuk lingkungan. Untuk memproduksi beton yang ramah lingkungan, dapat dilakukan dengan mengembangkan beton yang menggunakan bahan pengikat anorganik, seperti geopolimer atau polimer alumina-silikat yang umumnya terdapat pada abu terbang. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium. Untuk metode eksperimental dilakukan dengan dua metode, yaitu metode pengujian kuat tekan mortar geopolimer variasi konsentrasi NaOH dan metode pengujian kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan agregat halus (pasir). Dengan jumlah sampel 3 benda uji untuk setiap variasi campuran. Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer variasi molaritas NaOH menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada molaritas 15 molar dengan nilai 79,07 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan pasir memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada variasi penambahan agregat pasir 20% dengan nilai kuat tekan 61,60 MPa. Peningkatan molaritas NaOH berpengaruh terhadap kuat tekan mortar geopolimer. peningkatan rata-rata 33,83% pada molaritas 1 molar sampai dengan 15 molar dan mengalami penurunan sebesar 13,66% pada variasi 17 molar. Persentase penambahan pasir berpengaruh terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Nilai kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan pasir 0% sampai dengan 20% mengalami peningkatan sebesar 35,48% dan mengalami penurunan sebesar 19,19% dari variasi 20% sampai dengan 100%.

Kata kunci: mortar geopolimer, *fly ash*, molaritas NaOH, persentase pasir

Palembang, Mei 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010



ANALYSIS OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR GEOPOLYMER WITH VARIATION OF NaOH MOLARITY AND ADDITION OF FINE AGGREGATE BASED ON FLY ASH

M. Qibran Al Fariz¹⁾, and Bimo Brata Adhitya²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Email: alfariz.af17@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Email: Bimo@unsri.ac.id

Abstract

Concrete is a material that is often used in infrastructure, building construction, highways, water buildings, and others. The use of cement as a raw material for making concrete has drawbacks, namely the remaining results of its production produce carbon emissions (CO₂) which is not good for the environment. To produce environmentally friendly concrete, this can be done by developing concrete using inorganic binders, such as geopolymers or alumina-silicate polymers which are generally found in fly ash. The research was carried out using experimental methods in the laboratory. The experimental method was carried out using two methods, namely the geopolymer mortar compressive strength testing method with variations in NaOH concentration and the geopolymer mortar compressive strength testing method with variations in the percentage addition of fine aggregate (sand). With a total sample of 3 specimens for each mixture variation. The results of the geopolymer mortar compressive strength test with variations in NaOH molarity showed that the highest compressive strength value was found at molarity 15 molar with a value of 79.07 MPa. The results of the geopolymer mortar compressive strength test with variations in the percentage of sand addition have the highest compressive strength value in the variation of 20% sand aggregate addition with a compressive strength value of 61.60 MPa. Increasing the molarity of NaOH affects the compressive strength of geopolymer mortar. an average increase of 33.83% in the molarity of 1 molar to 15 molar and decreased by 13.66% in the 17 molar variation. The percentage of addition of sand affects the compressive strength of the geopolymer mortar. The compressive strength value of geopolymer mortar with variations in the percentage addition of sand from 0% to 20% increased by 35.48% and decreased by 19.19% from the variation of 20% to 100%.

Keywords: *geopolymer mortar , fly ash, NaOH molarity, sand percentage*

Palembang, Mei 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

Mengetahui/Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saoma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN PENAMBAHAN AGREGAT HALUS BERBASIS FLY ASH

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 17 April 2023

M. Qibran Al Fariz; dibimbing oleh Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

xviii + 51 halaman, 21 gambar, dan 12 tabel

Beton adalah material yang sering digunakan dalam infrastruktur, pembangunan gedung, jalan raya, bangunan air, dan sejenisnya. Penggunaan semen sebagai bahan baku pembuatan beton memiliki kekurangan yaitu sisa hasil dari produksinya menghasilkan emisi karbon (CO₂) yang kurang baik untuk lingkungan. Untuk memproduksi beton yang ramah lingkungan, dapat dilakukan dengan mengembangkan beton yang menggunakan bahan pengikat anorganik, seperti geopolimer atau polimer alumina-silikat yang umumnya terdapat pada abu terbang. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium. Untuk metode eksperimental dilakukan dengan dua metode, yaitu metode pengujian kuat tekan mortar geopolimer variasi konsentrasi NaOH dan metode pengujian kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan agregat halus (pasir). Dengan jumlah sampel 3 benda uji untuk setiap variasi campuran. Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer variasi molaritas NaOH menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada molaritas 15 molar dengan nilai 79,07 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan pasir memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada variasi penambahan agregat pasir 20% dengan nilai kuat tekan 61,60 MPa. Peningkatan molaritas NaOH berpengaruh terhadap kuat tekan mortar geopolimer. peningkatan rata-rata 33,83% pada molaritas 1 molar sampai dengan 15 molar dan mengalami penurunan sebesar 13,66% pada variasi 17 molar. Persentase penambahan pasir berpengaruh terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Nilai kuat tekan mortar geopolimer variasi persentase penambahan pasir 0% sampai dengan 20% mengalami peningkatan sebesar 35,48% dan mengalami penurunan sebesar 19,19% dari variasi 20% sampai dengan 100%.

Kata kunci: mortar geopolimer, *fly ash*, molaritas NaOH, persentase pasir

SUMMARY

ANALYSIS OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR GEOPOLYMER WITH VARIATION OF NaOH MOLARITY AND ADDITION OF FINE AGGREGATE BASED ON FLY ASH

Scientific paper in form of a final project, April 17th, 2023

M. Qibran Al Fariz; *guided by* Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 51 pages, 21 pictures, and 12 tables

Concrete is a material that is often used in infrastructure, building construction, highways, water buildings, and others. The use of cement as a raw material for making concrete has drawbacks, namely the remaining results of its production produce carbon emissions (CO₂) which is not good for the environment. To produce environmentally friendly concrete, this can be done by developing concrete using inorganic binders, such as geopolymers or alumina-silicate polymers which are generally found in fly ash. The research was carried out using experimental methods in the laboratory. The experimental method was carried out using two methods, namely the geopolymer mortar compressive strength testing method with variations in NaOH concentration and the geopolymer mortar compressive strength testing method with variations in the percentage addition of fine aggregate (sand). With a total sample of 3 specimens for each mixture variation. The results of the geopolymer mortar compressive strength test with variations in NaOH molarity showed that the highest compressive strength value was found at molarity 15 molar with a value of 79.07 MPa. The results of the geopolymer mortar compressive strength test with variations in the percentage of sand addition have the highest compressive strength value in the variation of 20% sand aggregate addition with a compressive strength value of 61.60 MPa. Increasing the molarity of NaOH affects the compressive strength of geopolymer mortar. an average increase of 33.83% in the molarity of 1 molar to 15 molar and decreased by 13.66% in the 17 molar variation. The percentage of addition of sand affects the compressive strength of the geopolymer mortar. The compressive strength value of geopolymer mortar with variations in the percentage addition of sand from 0% to 20% increased by 35.48% and decreased by 19.19% from the variation of 20% to 100%.

Keywords: *geopolymer mortar , fly ash, NaOH molarity, sand percentage*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Qibran Al Fariz

Nim : 03011181823017

Judul : Analisis Kuat Tekan Mortar *Geopolymer* dengan Variasi Molaritas NaOH dan Penambahan Agregat Halus Berbasis *Fly Ash*

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, Mei 2023
Yang membuat pernyataan,



M. QIBRAN AL FARIZ

NIM. 03011181823017

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kuat Tekan Mortar *Geopolymer* dengan Variasi Molaritas NaOH dan Penambahan Agregat Halus Berbasis *Fly Ash*” yang disusun oleh M. Qibran Al Fariz, NIM. 03011181823017 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 April 2023.

Palembang, 17 April 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

1. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

()

Dosen Penguji :

2. Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan**



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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Qibran Al Fariz

NIM : 03011181823017

Judul : Analisis Kuat Tekan Mortar *Geopolymer* dengan Variasi Molaritas NaOH dan Penambahan Agregat Halus Berbasis *Fly Ash*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan 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, Mei 2023



M. Qibran Al Fariz
NIM. 03011181823017

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. Qibran Al Fariz
Jenis Kelamin : Laki-laki
E-mail : alfariz.af17@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri 57 Palembang	–	–	2006-2012
SMP Negeri 4 Palembang	–	–	2012-2015
SMK Negeri 2 Palembang	–	Teknik Gambar Bangunan	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil dan Perencanaan	2018-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



M. Qibran Al Fariz
NIM. 03011181823017

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan campuran dari agregat halus, agregat kasar, dan material pengikat berupa semen yang ditambah air. Beton adalah bahan yang sering digunakan dalam proyek infrastruktur, termasuk dalam pembangunan gedung, jalan raya, bangunan air, dan sejenisnya. Penggunaan beton di Indonesia sangat dominan, hal ini ditandai dengan tingkat permintaan semen yang terus meningkat. Tercatat permintaan diperkirakan 72 juta ton pada tahun 2020 atau naik 3% dari tahun 2019 (Lokadata.id, 2020).

Penggunaan semen sebagai bahan baku pembuatan beton bukan berarti tidak memiliki kekurangan. Produksi semen memiliki kekurangan yaitu sisa hasil dari produksinya menghasilkan emisi karbon (CO_2) yang kurang baik untuk lingkungan. Indonesia berjanji untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada tahun 2030 sebesar 29%, atau setara dengan 834 juta ton CO_2 , dengan upaya sendiri. Apabila mendapatkan bantuan internasional, negara ini akan mengurangi emisi GRK sebesar 41%, atau setara dengan 1,08 miliar ton CO_2 . Dalam hal tersebut pabrik semen harus ikut serta dalam upaya penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) (Ircham, 2021).

Beton memiliki karakteristik yang mudah untuk diolah dan direncanakan nilai kuat tekannya terhadap beban yang akan diterima. Beton juga memiliki bentuk yang mudah dibuat sesuai keinginan. Hal itulah yang membuat beton bisa menjadi material utama dalam pembuatan bangunan yang ada di sekitar kita. Namun, penggunaan semen yang terus menerus juga berdampak buruk terhadap lingkungan seperti penjelasan pada alenia diatas. Sebab itulah banyak upaya yang telah dilakukan untuk menggantikan semen dengan material lain yang memiliki kemampuan serupa dan ramah lingkungan.

Untuk memproduksi beton yang ramah lingkungan, dapat dilakukan dengan mengembangkan beton yang menggunakan bahan pengikat anorganik, seperti

geopolymer atau polimer alumina-silikat. *Geopolymer* merupakan hasil sintesis dari bahan-bahan geologi alami atau bahan sampingan industri seperti abu terbang (*fly ash*) yang mengandung silika dan alumina (Davidovits, 1999). *Geopolymer* dibuat dari bahan yang memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi, kemudian diaktivasi dengan alkali aktivator. Pozolan, baik yang berasal dari alam maupun yang dibuat, merupakan sumber bahan yang mengandung unsur-unsur tersebut.

Abu terbang atau *fly ash* adalah jenis pozolan buatan yang banyak digunakan sebagai bahan dasar (prekursor) dalam pembuatan *geopolymer* karena ketersediaannya yang melimpah di seluruh dunia. Abu terbang merupakan limbah hasil pembakaran batu bara. Memanfaatkan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*) memiliki efek positif bagi lingkungan dan dapat mengurangi konsumsi energi.

Bahan utama dalam pembuatan material *geopolymer* adalah prekursor dan alkali aktivator. Alkali aktivator, terdiri dari NaOH dan Na₂SiO₃ yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan dari *geopolymer* (Kotwal et al., 2015). Komposisi alkali aktivator menjadi salah satu parameter untuk menghasilkan produk *geopolymer* yang bermutu (Hardjito & Rangan, 2005).

Untuk pembuatan kubus mortar konvensional, semen dan agregat halus (pasir) merupakan bahan konstruksi yang paling penting. Pasir bertindak sebagai bahan pengisi dalam pembuatan mortar dan juga meningkatkan kekuatan hancur dan mengurangi susut. Pasir juga meningkatkan volume mortar. Ini juga memperkuat campuran karena sifat mekaniknya yang unggul seperti kekuatan geser dan tarik.

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar juga massa setiap volumenya. Pada umumnya *fly ash* memiliki kerapatan massa (densitas), antara 2000 – 2500 Kg/m³. Untuk densitas pasir umumnya memiliki densitas yang lebih kecil yaitu antara 1200-1700 Kg/m³. Dilakukannya variasi penambahan pasir dengan maksud mengurangi nilai berat jenis mortar

geopolymer supaya dapat menghasilkan material yang kuat, ramah lingkungan, sekaligus ringan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari paparan latar belakang di atas, terbentuklah rumusan masalah yang akan dijelaskan dalam laporan tugas akhir ini:

1. Bagaimana pengaruh variasi molaritas NaOH terhadap kekuatan tekan pada mortar geopolimer?
2. Bagaimana pengaruh penambahan jumlah agregat halus berbasis *fly ash* terhadap kekuatan tekan pada mortar geopolimer?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari laporan tugas akhir ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Untuk melakukan analisis pengaruh variasi molaritas NaOH terhadap kekuatan tekan pada mortar geopolimer.
2. Untuk melakukan analisis pengaruh jumlah penambahan agregat halus terhadap *fly ash* terhadap kekuatan tekan pada mortar geopolimer.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah dan tujuan di atas, ruang lingkup penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

1. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PT. Pupuk Sriwijaya.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai Tanjung Raja.
 - a. Penambahan agregat halus dilakukan dengan presentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% dari berat *fly ash*.
 - b. Gradasi pasir yang digunakan adalah Zona III.
3. Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) yang digunakan sebesar 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, dan 17 molar.
4. Rasio Na₂SiO₃ dan NaOH sebagai pembentuk larutan alkali yang digunakan adalah 2,5.

5. Rasio *fly ash* terhadap alkali aktivator (FA/AA) adalah 2,5.
6. Perawatan (*curing*) menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 80°C dan *curing* suhu ruangan selama 7 hari.
7. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah mortar melewati proses *curing* 7 hari.
8. Setiap variasi dan pengujian dilakukan sebanyak 3 kali, sehingga total jumlah sampel adalah 45 sampel.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam penyusunan laporan tugas akhir, hal-hal yang terdapat pada lima bab laporan tugas akhir akan diatur dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan tentang latar belakang penelitian, masalah yang akan di bahas dalam penelitian, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi tentang pembahasan tinjauan literatur pada penelitian sebelumnya terkait teori dan literatur yang berkaitan dengan definisi mortar geopolimer, variasi molariats NaOH, pengaruh agregat halus pada mortar geopolimer, komponen bahan penyusun mortar geopolimer, serta hasil penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Jenis metodologi penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen. Bab ini membahas tentang metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam mengumpulkan data serta tahapan penelitian yang dilakukan dan metode dalam menganalisis data yang dihasilkan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang telah dijalankan dalam bentuk pengolahan data yang diperoleh dari pengujian bahan yang dipakai dan juga pengujian kekuatan tekan pada sampel.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Tujuan dari bab ini adalah menjelaskan kesimpulan yang berisikan rangkuman tentang hasil dari penelitian ini serta saran yang dapat membangun penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.M. Neville, & J.J. Brooks. (2010). *Concrete Technology*. 2.
- Abdullah, M. M. A., Kamarudin, H., Mohammed, H., Khairul Nizar, I., Rafiza, A. R., & Zarina, Y. (2011). The relationship of NaOH molarity, Na₂SiO₃/NaOH ratio, fly ash/alkaline activator ratio, and curing temperature to the strength of fly ash-based geopolymer. *Advanced Materials Research*, 328–330, 1475–1482. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.328-330.1475>
- ASTM C109/C109M-99. (1999). ASTM C109 / C109M - 99. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50 mm] Cube Specimens). *Annual Book of ASTM Standards*, 04(2), 9.
- ASTM C128-07a. (2007). Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–5.
- ASTM C136-01. (2001). ASTM C 136-06: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *Annual Book of ASTM Standards*, 04.
- ASTM C142/C142M-10. (2010). Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates. *Annual Book of ASTM Standards*, 10(4), 1–2. <https://doi.org/10.1520/C0142>
- ASTM C29/C29M-97. (1997). Standard Test Method for Bulk Density(“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. *Annual Book of ASTM Standards*, 14(Reapproved).
- ASTM C40/C40M-11. (2011). Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–2. <https://doi.org/10.1520/C0040>
- ASTM C618-12a. (2012). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or

- Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, www.astm.org. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–5. <https://doi.org/10.1520/C0618>
- Davidovits, J. (1999). *Geopolymeric cement based on low cost geologic materials. results from the european research project geocistem*. 2(November 2018), 83–96.
- Ekaputri, J. J., & Triwulan, T. (2013). Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.5614/jts.2013.20.1.1>
- Fernández-Jiménez, A., Palomo, A., & Criado, M. (2005). Microstructure development of alkali-activated fly ash cement: A descriptive model. *Cement and Concrete Research*, 35(6), 1204–1209. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.08.021>
- Ghozali, I. (2016). Aplikasi analisis multivariete dengan program IBM SPSS 23. *Semarang Badan Penerbit Universitas Diponegoro, VIII*.
- Guades, E. J. (2016). Experimental investigation of the compressive and tensile strengths of geopolymer mortar: The effect of sand/fly ash (S/FA) ratio. *Construction and Building Materials*, 127, 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.030>
- Hamidi, R. M., Man, Z., & Azizli, K. A. (2016). Concentration of NaOH and the Effect on the Properties of Fly Ash Based Geopolymer. *Procedia Engineering*, 148, 189–193. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.568>
- Hardjito, D., & Rangan, B. (2005). Studies on fly ash-based geopolymer concrete. *Proc. 4th World ...*, November.
- Irham, M. (2021). *Upaya Industri Semen dalam Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca – ASI*.
- Jo, B. wan, Park, S. kook, & Park, J. bin. (2007). Properties of concrete made with alkali-activated fly ash lightweight aggregate (AFLA). *Cement and Concrete Composites*, 29(2), 128–135.

<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2006.09.004>

- Kirk, R. E., Othmer, D. F., & Newburger, S. H. (1953). Encyclopedia of Chemical Technology. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 36(4). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1093/jaoac/36.4.1190a>
- Kotwal, A. R., Kim, Y. J., Hu, J., & Sriraman, V. (2015). Characterization and Early Age Physical Properties of Ambient Cured Geopolymer Mortar Based on Class C Fly Ash. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 9(1), 35–43. <https://doi.org/10.1007/s40069-014-0085-0>
- Leong, H. Y., Ong, D. E. L., Sanjayan, J. G., & Nazari, A. (2016). The effect of different Na₂O and K₂O ratios of alkali activator on compressive strength of fly ash based-geopolymer. *Construction and Building Materials*, 106, 500–511. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.141>
- Lloyd, N. A., & Rangan, B. V. (2010). Geopolymer concrete with fly ash. *2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*, 7, 1493–1504.
- Lokadata.id. (2020). *Kapasitas dan permintaan semen Indonesia, 2010-2020*. <https://lokadata.beritagar.id/chart/preview/kapasitas-dan-permintaan-semen-indonesia-2010-2020-1593061631>
- Mermerdaş, K., Manguri, S., Nassani, D. E., & Oleiwi, S. M. (2017). Effect of aggregate properties on the mechanical and absorption characteristics of geopolymer mortar. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(6), 1642–1652. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2017.11.009>
- Qian, L.-P., Wang, Y.-S., Alrefaei, Y., & Dai, J.-G. (2020). Experimental study on full-volume fly ash geopolymer mortars: Sintered fly ash versus sand as fine aggregates. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121445. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121445>
- Shinde, B. H. (2015). Properties of fly ash based geopolymer concrete. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 4(2), 21–25. www.ajer.org
- Weng, L., & Sagoe-Crentsil, K. (2007). Dissolution processes, hydrolysis and

condensation reactions during geopolymer synthesis: Part I-Low Si/Al ratio systems. *Journal of Materials Science*, 42(9), 2997–3006. <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0820-2>

Xu, H., & Van Deventer, J. S. J. (2000). The geopolymerisation of aluminosilicate minerals. *International Journal of Mineral Processing*, 59(3), 247–266. [https://doi.org/10.1016/S0301-7516\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0301-7516(99)00074-5)