

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS KETAHANAN BETON GEOPOLIMER**  
**BERBASIS *FLY ASH* TERHADAP ASAM DAN AIR**  
**LAUT**



**KHAIRUL SHOBIRIN**

**03011282025037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2024**

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS KETAHANAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* TERHADAP ASAM DAN AIRLAUT**

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



**KHAIRUL SHOBIRIN**

**03011282025037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KETAHANAN BETON GEOPOLIMER  
BERBASIS *FLY ASH* TERHADAP ASAM DAN AIR  
LAUT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

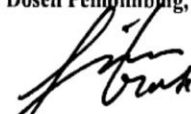
**KHAIRUL SHOBIRIN**

**03011282025037**

**Palembang, April 2024**

**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing,**

  
**Dr. Ir. 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 dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis *Fly ash* Terhadap Asam Dan Air Laut**” tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian laporantugas akhir ini, diantaranya:

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, motivasi, dan semangat hingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya, serta Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Mas Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dukungan, ilmu yang bermanfaat, saran dan masukan serta banyak pengalaman dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.
4. Ibu Rosidawani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan saran, dukungan dan ilmu selama masa perkuliahan kepada penulis serta semua dosen Teknik Sipil dan jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Kak Budi yang telah banyak membantu dan mendukung serta memberi masukan dan ilmu selama penyusunan laporan tugas akhir.
6. Teman-teman satu tim tugas akhir Deni, Taqi, Samuel, Alif yang telah kebersamai baik sukadan duka selama penyelesaian laporan tugas akhir ini. Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacadan berbagai pihak lain yang membutuhkannya.

Besar harapan penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Indralaya, April 2024



Khairul Shobirin

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xvi</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>xix</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Pengertian Beton .....	7
2.3 Beton Geopolimer .....	8
2.4 Komponen Penyusun Beton Geopolimer .....	9
2.4.1 Perkusor.....	9
2.4.2 Alkali Aktivator.....	12
2.4.3 Agregat .....	13
2.4.4 Air.....	14
2.5 Bahan Tambahan.....	14
2.6 Air Laut .....	15
2.7 Asam Sulfat .....	15
2.8 Asam Klorida .....	16
2.9 Perawatan Beton Curing.....	17
2.10 Pengujian Beton .....	18
2.10.1 Kuat Tekan Beton.....	18
2.11 Metode Pengujian Asam Terhadap Beton.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Deskripsi Umum.....	22
3.2 Studi Literatur.....	22
3.3 Alur Penelitian.....	23
3.4 Material Penyusun .....	24
3.5 Peralatan .....	25
3.6 Tahapan Pengujian Laboratorium .....	28
3.6.1 Tahap 1 .....	29
3.6.2 Tahap II .....	30

3.1.1	Tahap III .....	31
3.1.2	Tahap IV .....	32
3.1.3	Tahap V .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>35</b>
4.1	Pengujian Agregat Halus .....	35
4.1.1	Pengujian Specific Gravity dan Penyerapan Air .....	35
4.1.2	Pengujian Analisa Saringan .....	36
4.1.3	Pengujian Kandungan Kadar Lumpur .....	38
4.1.4	Pengujian Kadar Air .....	38
4.1.5	Pengujian Kadar Organik .....	40
4.2	Pengujian <i>Fly ash</i> .....	40
4.2.1	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD) .....	40
4.2.2	Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF) .....	41
4.2.3	Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) .....	42
4.3	Perendaman Sampel Beton Geopolimer .....	42
4.4	Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	44
4.4.1	Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Air Laut .....	44
4.4.2	Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Sulfat .....	47
4.4.3	Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Klorida .....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>53</b>
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>55</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 <i>Micrograph Fly ash Particles</i> .....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 3.2 <i>Fly ash</i> PT. PUSRI .....	24
Gambar 3.3 Larutan NaOH 15 Mol .....	25
Gambar 3.4 Air Laut .....	25
Gambar 3.5 Mold 5x5x5 .....	26
Gambar 3.6 Gelas Ukur .....	26
Gambar 3.7 Gelas Beaker .....	27
Gambar 3.8 Timbangan Digital .....	27
Gambar 3.9 Oven .....	28
Gambar 3.10 Mesin UTM .....	28
Gambar 4.1 Hasil Pengujian XRD .....	40
Gambar 4.2 Hasil Pengujian SEM .....	42
Gambar 4.3 Sampel Beton Dengan Perendaman Asam Klorida 28 Hari .....	43
Gambar 4.4 Sampel Beton Dengan Perendaman Asam Sulfat 28 Hari .....	43
Gambar 4.5 Sampel Beton Dengan Perendaman Air Laut 28 Hari .....	43
Gambar 4.6 Sampel Beton Geopolimer Perendaman Air Laut .....	44
Gambar 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Air Laut .....	44
Gambar 4.8 Sampel Beton Geopolimer Perendaman Asam Sulfat .....	47
Gambar 4.9 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Sulfat ..	47
Gambar 4.10 Sampel Beton Geopolimer Perendaman Asam Klorida .....	50
Gambar 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Sulfat ..	50

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Penyusun <i>Fly ash</i> Kelas F (Ekaputri dkk., 2014) .....	10
Tabel 2.2 Kelas dan Mutu Beton.....	19
Tabel 3.1 Mix Design Beton Geopolimer .....	32
Tabel 3.2 Variasi Penelitian Perendaman Air Laut .....	33
Tabel 3.3 Variasi Penelitian Perendaman Asam Sulfat .....	33
Tabel 3.4 Variasi Penelitian Perendaman Asam Klorida.....	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Specific Gravity dan Penyerapan Air.....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Nalisis Saringan Agregat Halus.....	37
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Air .....	39
Tabel 4.4 Tabel Warna Pembanding (ASTM C40/C40M-11).....	40
Tabel 4.5 Hasil Pengujian XRF.....	41
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 13 Mol .....	44
Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 15 Mol.....	45
Tabel 4.8 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 17 Mol.....	45
Tabel 4.9 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 13 Mol .....	47
Tabel 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 15 Mol.....	48
Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 17 Mol.....	48
Tabel 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 13 Mol.....	50
Tabel 4.13 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 15 Mol.....	51
Tabel 4.14 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 17 Mol.....	51

## DAFTAR GRAFIK

	<b>Halaman</b>
Grafik 4.1 Gradasi Agregat Halus .....	37
Grafik 4.2 Grafik Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Air Laut .....	46
Grafik 4.3 Grafik Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Sulfat .....	49
Grafik 4.4 Grafik Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton Geopolimer Perendaman Asam Klorida .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

### Halaman

Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir .....	55
Lampiran 2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	56
Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir .....	57
Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir .....	58

# ANALYSIS OF GEOPOLYMER CONCRETE RESISTANCE BASED ON FLY ASH TO ACID AND SEAWATER

Khairul Shobirin<sup>1)</sup>, dan Bimo Brata Adhitya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Email: khairulshobirin132@gmail.com

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Email: bimo@unsri.ac.id

## Abstrak

Beton konvensional pada umumnya belum dapat mengurangi gas karbondioksida sehingga diperlukan alternatif lain yang ramah lingkungan. Beton geopolimer muncul sebagai opsi mengurangi dampak limbah industri dan fly ash menghasilkan karbon dioksida 80 – 90% lebih sedikit dibanding semen Portland. Beton geopolimer berbasis fly ash juga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap korosi pada lingkungan yang agresif dibanding beton konvensional. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan beton geopolimer yang menggunakan fly ash PT Pusri. Beton geopolimer yang telah dibuat, dilakukan pengujian berupa pengujian perendaman terhadap asam dan air laut selama 28 hari. Benda uji berupa beton kubus yang dicetak dengan ukuran  $5 \times 5 \times 5$  cm dengan perbandingan FA/AA 2 dan perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$  adalah 3. Molaritas NaOH yang digunakan adalah 13, 15, dan 17 mol. Hasil pengujian perendaman menunjukkan bahwa sampel beton geopolimer perendaman air laut mengalami ketahanan yang dengan rata – rata tertinggi 54,1 Mpa di beton 15 mol. Sedangkan pada perendaman asam sulfat dan asam klorida mengalami penurunan yang cukup besar dan yang tertinggi tetap dari beton 15 mol, pada asam sulfat memiliki rata – rata 33,3 Mpa dan pada asam klorida memiliki rata rata 25,8 Mpa sehingga bisa disimpulkan bahwa beton geopolimer tidak dapat menahan serangan asam yang tinggi.

**Kata kunci:** beton, *fly ash*, beton geopolimer, perendaman asam, kuat tekan

Palembang, April 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing,



**Dr. Ir. 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

# ANALYSIS OF GEOPOLYMER CONCRETE RESISTANCE BASED ON FLY ASH TO ACID AND SEAWATER

Khairul Shobirin<sup>1)</sup>, dan Bimo Brata Adhitya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Email: [khairulshobirin13@gmail.com](mailto:khairulshobirin13@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Email: [bimo@unsri.ac.id](mailto:bimo@unsri.ac.id)

## Abstract

Conventional concrete generally cannot reduce carbon dioxide emissions, so alternative environmentally friendly options are needed. Geopolymer concrete emerges as an option to reduce the impact of industrial waste, with fly ash producing 80-90% less carbon dioxide than Portland cement. Fly ash-based geopolymer concrete also has high resistance to corrosion in aggressive environments compared to conventional concrete. This research was conducted to determine the resistance of geopolymer concrete using PT Pusri fly ash. Geopolymer concrete specimens were subjected to immersion testing in acid and seawater for 28 days. The test specimens were cube-shaped concrete with dimensions of  $5 \times 5 \times 5$  cm with a FA/AA ratio of 2 and a  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$  ratio of 3. The NaOH molarities used were 13, 15, and 17 mol. The immersion test results show that geopolymer concrete samples immersed in seawater have the highest average resistance at 54.1 MPa for 15 mol concrete. Meanwhile, immersion in sulfuric acid and hydrochloric acid experienced significant decreases, with the highest still from 15 mol concrete, averaging 33.3 MPa for sulfuric acid and 25.8 MPa for hydrochloric acid. It can be concluded that geopolymer concrete cannot withstand high acid attack.

**Keywords :** Concrete, Fly Ash, Geopolymer Concrete, Acid Immersion, Compressive Strength

Palembang, April 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing,



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

Mengetahui/Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



## RINGKASAN

### ANALISIS KETAHANAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH TERHADAP ASAM DAN AIR LAUT

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 05 April 2024

Khairul Shobirin; dibimbing oleh Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

xix + 57 halaman, 22 gambar, 20 tabel, x lampiran

Beton konvensional pada umumnya belum dapat mengurangi gas karbondioksida sehingga diperlukan alternatif lain yang ramah lingkungan. Beton geopolimer muncul sebagai opsi mengurangi dampak limbah industri dan fly ash menghasilkan karbon dioksida 80 – 90% lebih sedikit dibanding semen Portland. Beton geopolimer berbasis fly ash juga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap korosi pada lingkungan yang agresif dibanding beton konvensional. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan beton geopolimer yang menggunakan fly ash PT Pusri, Beton geopolimer yang telah dibuat, dilakukan pengujian berupa pengujian perendaman terhadap asam dan air laut selama 28 hari. Benda uji berupa beton kubus yang dicetak dengan ukuran 5 × 5 × 5 cm dengan perbandingan FA/AA 2 dan perbandingan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>/NaOH adalah 3. Molaritas NaOH yang digunakan adalah 13, 15, dan 17 mol. Hasil pengujian perendaman menunjukkan bahwa sampel beton geopolimer perendaman air laut mengalami ketahanan yang dengan rata – rata tertinggi 54,1 Mpa di beton 15 mol. Sedangkan pada perendaman asam sulfat dan asam klorida mengalami penurunan yang cukup besar dan yang tertinggi tetap daari beton 15 mol, pada asam sulfat memiliki rata – rata 33,3 Mpa dan pada asam klorida memiliki rata rata 25,8 Mpa sehingga bisa disimpulkan bahwa beton geopolimer tidak dapat menahan serangan asam yang tinggi.

**Kata kunci:** beton, *fly ash*, beton geopolimer, perendaman asam, kuat tekan

## SUMMARY

### ANALYSIS OF GEOPOLYMER CONCRETE RESISTANCE BASED ON FLY ASHTO ACID AND SEAWATER

Scientific paper in the form of Final Project, April 5th 2024

Khairul Shobirin; Guide by Advisor Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 57 pages, 22 images, 20 tables, x attachment

Conventional concrete generally cannot reduce carbon dioxide emissions, so alternative environmentally friendly options are needed. Geopolymer concrete emerges as an option to reduce the impact of industrial waste, with fly ash producing 80-90% less carbon dioxide than Portland cement. Fly ash-based geopolymer concrete also has high resistance to corrosion in aggressive environments compared to conventional concrete. This research was conducted to determine the resistance of geopolymer concrete using PT Pusri fly ash. Geopolymer concrete specimens were subjected to immersion testing in acid and seawater for 28 days. The test specimens were cube-shaped concrete with dimensions of  $5 \times 5 \times 5$  cm with a FA/AA ratio of 2 and a  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$  ratio of 3. The NaOH molarities used were 13, 15, and 17 mol. The immersion test results show that geopolymer concrete samples immersed in seawater have the highest average resistance at 54.1 MPa for 15 mol concrete. Meanwhile, immersion in sulfuric acid and hydrochloric acid experienced significant decreases, with the highest still from 15 mol concrete, averaging 33.3 MPa for sulfuric acid and 25.8 MPa for hydrochloric acid. It can be concluded that geopolymer concrete cannot withstand high acid attack.

**Kata kunci:** Concrete, Fly Ash, Geopolymer Concrete, Acid Immersion, CompressiveStrength



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khairul Shobirin  
NIM : 03011282025037  
Judul : Analisis Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash Terhadap Asam dan Air Laut

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, April 2024

Yang membuat pernyataan,



**KHAIRUL SHOBIRIN**

**NIM. 03011282025037**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Analisis Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash Terhadap Asam dan Air Laut" yang disusun oleh Khairul Shobirin, 03011282025037 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 April 2024.

Palembang, 05 April 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

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

(  )

Dosen Penguji :

2. Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.S.  
NIP. 196009091988111001

(  )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
dan Perencanaan



**Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.**  
NIP. 19670615199512002



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

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khairul Shobirin

NIM : 03011282025037

Judul : Analisis Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash Terhadap Asam dan Air Laut

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, April 2024



Khairul Shobirin

NIM. 03011282025037

## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Khairul Shobirin  
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 10 Juni 2002  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Agama : Islam  
Nomor HP : 0822-8153-1289  
E-mail : khairulshobirin13@gmail.com

### Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 157 Palembang			SD	2008-2014
SMPN 1 Palembang			SMP	2014-2017
SMA Plus Negeri 17 Palembang		IPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Khairul Shobirin

NIM. 03011282025037

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Beton masih sering digunakan sebagai alternatif bahan ketika bidang konstruksi Indonesia berkembang. Ini disebabkan oleh fakta bahwa bahan dasar beton mudah diperoleh dan harganya terjangkau di Indonesia. Beton juga tahan terhadap tekan, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, memiliki kekakuan yang tinggi, dan tahan terhadap suhu yang tinggi. Beton juga dapat digunakan untuk bangunan tepi pantai ataupun struktur bawah tanah. Sehingga penggunaan beton selalu menjadi pilihan utama bagi pengguna jasa konstruksi dengan banyaknya kemudahan dalam mengaplikasikannya.

Namun seiring waktu penggunaan beton konvensional pada umum belum dapat mampu mengurangi gas karbon dioksida sehingga diperlukan alternatif lain. Sehingga pembangunan berkelanjutan di sektor konstruksi membutuhkan terobosan dalam penggunaan material yang ramah lingkungan. Beton geopolimer berbasis fly ash muncul sebagai opsi menjanjikan, Penggunaan fly ash bukan hanya mengurangi dampak ekologis pembuangan limbah industri, tetapi juga menjanjikan keberlanjutan dan efisiensi sumber daya dalam industri konstruksi. Karena kandungan unsur aluminium-silika yang tinggi, fly ash merupakan material geopolimer yang potensial. Debu yang tersisa setelah pembakaran batubara di PLTU diubah menjadi fly ash (Mehta, 2004).

Karena fly ash menghasilkan karbon dioksida 80–90% lebih sedikit dibandingkan semen portland, penggunaannya diyakini dapat memitigasi perubahan iklim (Davidovits, 1994). Karena fly ash tidak memiliki kapasitas pengikatan semen Portland, diperlukan aktivator basa—larutan natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH)—dan larutan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) atau kalium silikat ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) (Lloyd & Rangan, 2010). Komponen Al dan Si pada fly ash mengalami proses polimerisasi yang dipicu oleh larutan aktivator basa.

Beton geopolimer juga lebih tahan korosi daripada logam tulangan karena sering terpapar air atau lingkungan asam. Hal ini mengurangi kemungkinan kerusakan dan kebutuhan perawatan jangka panjang. Berbagai proses fisik dan kimia dapat menyebabkan kerusakan pada suatu benda. Dalam lingkungan yang

keras seperti rawa atau hujan asam, reaksi kimia adalah yang paling sering terjadi. Material yang dapat bertahan dalam kondisi ekstrim dianggap memiliki durabilitas yang baik. Oleh karena itu, daya tahan material sangat berpengaruh terhadap perilaku selama umur layan, umur desain, dan keamanannya. Mikrostruktur, komposisi mineralogi, dan mekanisme sangat memengaruhi daya tahan material dalam lingkungan yang agresif.

Ketika membangun infrastruktur di wilayah pesisir atau laut, dampak air asin tidak dapat dihindari. Dalam kebanyakan kasus, 3,5% beton terdapat dalam air garam. Proses kimia yang melemahkan beton terjadi ketika ion klorida dan sulfat masuk ke dalam material. Hal ini dapat menyebabkan korosi, retakan permukaan, pengelupasan, dan kerusakan tulangan (Wedhanto, 2017). Oleh karena itu, penting untuk menjelajahi potensi beton geopolimer berbasis fly ash sebagai solusi alternatif yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap tantangan lingkungan ini.

Dengan keberlanjutan sebagai fokus utama, beton geopolimer menjanjikan untuk memberikan solusi ramah lingkungan dan memiliki ketahanan yang tinggi. Sehingga dapat mengurangi kemungkinan kerusakan dan kebutuhan perawatan jangka panjang. Berbagai proses fisik dan kimia dapat menyebabkan kerusakan pada suatu benda. Dalam lingkungan yang keras seperti air laut atau rawa, reaksi kimia adalah yang paling sering terjadi. Material yang dapat bertahan dalam kondisi ekstrim dianggap memiliki durabilitas yang baik.

Oleh karena itu, daya tahan material sangat berpengaruh terhadap perilaku selama umur layan, umur desain, dan keamanannya. Mikrostruktur, komposisi mineralogi, dan mekanisme sangat memengaruhi daya tahan material dalam lingkungan yang agresif. Namun, potensi ini harus dieksplorasi lebih lanjut, terutama dalam konteks lingkungan laut di mana struktur konstruksi secara langsung terpapar oleh air laut. Dengan memahami sejauh mana beton geopolimer mampu mempertahankan integritas strukturalnya di bawah pengaruh air laut. Kita dapat menilai sejauh mana beton geopolimer dapat diandalkan sebagai alternatif yang berkelanjutan, oleh karena itu, *fly ash* dapat digunakan secara luas dalam industri konstruksi berkelanjutan. Menurut (A. Rahman, 2022)

Hasil dari analisis ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan panduan praktis bagi insinyur dan perancang struktur untuk merancang bangunan yang tahan terhadap korosi di lingkungan laut. Kesimpulan

dari penelitian ini juga dapat memiliki dampak positif pada keberlanjutan struktural, membuka pintu bagi penggunaan lebih luas beton geopolimer berbasis fly ash dalam proyek-proyek konstruksi yang berorientasi pada keberlanjutan dan ketahanan lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh ketahanan beton geopolimer berbasis fly ash terhadap serangan asam dan air laut

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan menguji penggunaan beton geopolimer berbasis fly ash terhadap serangan asam dan air laut

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Berikut ruang lingkup penelitian ini, berdasarkan permasalahan dan tujuan yang dikemukakan:

1. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PT. Pupuk Sriwijaya.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir tanjung raja.
3. Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) yang digunakan sebesar 13, 15, dan 17 molar
4. Air laut dengan keasaman pH 7
5. Larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) konsentrasi 68%
6. Larutan Asam Klorida (HCL) konsentrasi 68%
7. Rasio Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> dan NaOH sebagai pembentuk larutan alkali yang digunakan adalah 3.
8. Rasio *fly ash* terhadap alkali aktivator (FA/AA) adalah 2.
9. Bekisting mortar kubus besi yang digunakan pada penelitian ini mempunyai ukuran sebagai berikut: 5 cm x 5 cm x 5 cm
10. Pengujian perendaman beton pada air laut dan Asam diobservasi pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
11. Jumlah sampel yang dibuat sebanyak 36 sampel beton geopolimer berbasis *fly*

*ash* untuk setiap variasi hari perendaman. Total sampel yang diuji sebanyak 108 buah.

12. Pengambilan contoh beton pada hari ke 7, 14, 21, dan 28 setelah direndam dalam larutan asam dan air laut serta diukur kuat tekannya.

### **1.5 Metode Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan pengumpulan data yang berbeda, yaitu:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan melakukan penelitian secara langsung terhadap objek yang diteliti. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan pengamatan, percobaan dan pengujian secara langsung di laboratorium.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang dapat diperoleh secara tidak langsung atau tanpa perlu melakukan penelitian terhadap objek, yaitu dengan melakukan studi literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu, jurnal atau referensi yang legal dan dapat dijadikan rujukan. Pada penelitian ini data sekunder yang digunakan berupa studi pustaka dari jurnal-jurnal sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan penelitian.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan tugas akhir ini mengikuti pedoman berikut, yang dibagi menjadi lima bab:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, prosedur pengumpulan data, dan kerangka penulisan semuanya disajikan pada Bab 1.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Beton, agregat sintetis, geopolimer, uji ketahanan asam, dan informasi terkait lainnya dijelaskan dalam Bab 2 literatur yang diperiksa. Dalam bab ini juga disertakan tes-tes yang akan digunakan dalam penelitian ini, dengan referensi pada penelitian-penelitian lain.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Teknik kajian, termasuk tata cara pembuatan dan pengujian benda uji, pengujian bahan beton dengan agregat geopolimer buatan, dan topik terkait lainnya



dirinci pada Bab 3, yang juga mencakup uraian bahan dan peralatan yang dibutuhkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Jurnal Karya and Teknik Sipil, *STUDI EXPERIMENTAL PENGARUH PERBEDAAN MOLARITAS AKTIVATOR PADA PERILAKU BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR FLY ASH*, 2018, VII .
- Jaya Alexander Pandiangan and others, 'KETAHANAN BETON MUTU TINGGI DI LINGKUNGAN ASAM Jaya', 1, 2006.
- Irza Ahmad, 'Analisis Perbedaan Kuat Tekan Beton Tambahan Abu Terbang Dengan Beton Normal Yang Direndam Dalam Asam Sulfat Untuk Beton Mutu Rendah', *Konstruksia*, 2.2 (2011), 1–8.
- Monika K Putri, 'Pengaruh Pemakaian Semen Portland Tipe V Terhadap Ketahanan Sulfat Pada Self-Compacting Concrete (Scc)', 2011.
- Fransiska Verrent Supit, Ronny Pandaleke, and Servie O. Dapas, 'Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat', *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6.2 (2016), 476–84.
- Mira Setiawati and others, *VARIASI MOLARITAS NaOH DAN ALKALI AKTIVATOR BETON GEOPOLIMER*, 2022, VII.
- Hendry Justin, 'Studi Eksperimental Beton Geopolimer Slag Dengan Variasi Kadar Silica Fume', Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan, 2018.
- Rafli Andaru Ikomudin and others, *Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis Fly ash Terhadap Sulfat Dan Klorida*.

REMIGILDUS CORNELIS and IWAN RUSTENDI, 'Review Durability Beton Geopolymer Berbasis Fly ash', *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 21.2 (2021) .

Ilham Nurhuda, Yulita Arni Priastiwi, and Variandi Ardidawa, 'Daya Tahan Mortar Geopolimer Dan Mortar Semen Portland Pozzolan ( PPC ) Terhadap Larutan Asam Sulfat', 28.2 (2023), 219–29.

Tahegga Primananda Alfath and Kristy Anita, 'Rejuvenasi Peraturan Pengelolaan Prekursor: Ratio Legis Dan Efektivitas', *Jurnal Kajian Pembaruan Hukum*, 2.1 (2022).

Evelyn Anabela Anisa and others, 'Studi Pemanfaatan Prekursor Fly ash Lokal Pada Self Compacting Geopolymer Concrete (SCGC)', *Semesta Teknika*, 24.2 (2021).

Dwi Nurtanto, Adelia Adyb Rahayu, and Winda Tri Wahyuningtyas, 'Pengaruh Perawatan (Curing) Perendaman Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Beton', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2018, 130–39.

Delli Noviarti Rachman and others, 'Analisa Perbandingan Beton Geopolymer Dan Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-350', 1994, 2021, 27–28.

Mufti Amir Sultan, Imran Imran, and Muhammad Faujan, 'Pengaruh Rendaman Asam Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly ash', *Teras Jurnal*, 11.1 (2021).

Terhadap Kuat and others, 'ISSN 1693-7945 Vol VIII No 1 April 2017', VIII.1 (2017), 42–51.

M. Sivasakthi, et al. "Thermal and Structural Micro Analysis of Micro Silica Blended Fly ash Based Geopolymer Composites." *Journal of Non- Crystalline Solids*, vol. 499, Nov. 2018, pp. 117–130