

TUGAS AKHIR

**KETAHANAN MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH*
DENGAN PENAMBAHAN SERAT BEMBAN DI LINGKUNGAN AIR
LAUT**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana S1 Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun oleh:

Ahmad Athaillah Al Masykuri

NIM. 2010811210068

Dosen Pembimbing:

Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.

NIP. 19790723 200501 2 005



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S – 1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Ketahanan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Dengan
Penambahan Serat Berman Di Lingkungan Air Laut**

Ahmad Athallah Al Masykuri (2010811210079)

Telah dipertahankan di depan tim penguji pada 28 Juni 2024 dan dinyatakan:

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.

NIP. 19930810 201903 1 011

Anggota 1 : Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

NIP. 19690106 19950 2 2001

Anggota 2 : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 19860628 201212 1 002

Pembimbing : Dr. Ir. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng

Utama NIP. 19790723 200501 2 005

Banjarbaru, 25 Juli 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Sipil



Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 197401071998021001

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 199208261998021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN,
KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa	NIM
Ahmad Athaillah Al Masykuri	2010811210079

KEGIATAN ASISTENSI

Tanggal	Keterangan	Paraf
19 Maret 2024	<ul style="list-style-type: none">Perbaikan bab 1 latar belakang dan cek cara pembuatan air laut artifisial	f
28 Maret 2024	<ul style="list-style-type: none">Memperbaiki bab 1 rumusan masalahMelanjutkan bab 2	f
4 April 2024	<ul style="list-style-type: none">Memperbaiki penulisan di bab 2Menambahkan tabel penelitianMelanjutkan bab 3	f
29 April 2024	<ul style="list-style-type: none">Menambahkan faktor lingkungan pada bab 2Menambahkan nomenklatur serta jadwal pada bab 3	f
6 May 2024	<ul style="list-style-type: none">Menambahkan gambar pada bab 3	f
8 May 2024	<ul style="list-style-type: none">Perubahan Judul	f
9 May 2024	<ul style="list-style-type: none">ACC Seminar Proposal	f
14 May 2024	<ul style="list-style-type: none">Perbaikan data pada bab 3Penambahan penelitian pendahuluan di bab 2	f
20 may 2024	<ul style="list-style-type: none">Perbaikan penulisan serta sitasi	f
30 may 2024	<ul style="list-style-type: none">Pengecekan data salinitas air laut serta pH meter air laut	f
5 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none">Penambahan data CoV pada data mortar geopolimerperbaikan tabel pengujian material	f

18 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none">• penambahan gambar gambar pada bab 3	f
19 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none">• pengecekan kuat tekan mortar geopolimer pada bab 4• memperbaiki penulisan di bab 4	f
26 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none">• pengecekan data mortar geopolimer pada bab 4• siap disidangkan tugas akhir	f

Banjarbaru, 26 Juni 2024
Dosen Pembimbing Utama,



Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.

NIP. 19690106 199502 2 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Ketahanan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Dengan Penambahan Serat Berman Di Lingkungan Air Laut”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program S-1 Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini saya menerima bantuan serta dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih, kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah memberikan doa dan segala yang diperlukan untuk kelancaran tugas akhir saya.
2. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang sabar dalam memberi bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc., Bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D., dan Ibu Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan bantuan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
7. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu.
8. Teman-Teman saya serta tim TA Geopolimer “Paguyuban Fly Ash” yang terdiri dari Gilbert Weden H., M. Reza Aditya Pratama, M. Binadi Rahman,

Tito Yunan Setyawan, Satriawan Fiddina Asis, Fathya Ghina Azmi, dan Aulia Rasadah yang telah banyak membantu dan bekerja sama dengan saya dalam pembuatan tugas akhir ini.

9. Teman-teman “Mahastudent” yang telah telah memberi dukungan selama perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini serta tim “Roda Roller Da” yang terdiri dari Tito Yunan Setyawan, Satriawan Fiddina Asis, Dan Jundy Antasenna yang telah membantu saya serta memberi dukungan dalam perjuangan selama perkuliahan
10. Para Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat yang telah membantu selama berada di laboratorium.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala bantuan untuk memudahkan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini dimasa yang akan datang. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua orang dan dapat menjadi sumber informasi dan literatur bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis berikutnya.

Banjarbaru, Juni 2024

Penulis

Ahmad Athaillah Al Masykuri

NIM. 2010811210079

KETAHANAN MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN PENAMBAHAN SERAT BEMBAN DI LINGKUNGAN AIR

LAUT

Ahmad Athaillah Al Masykuri¹, Nursiah Chairunnisa²

Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung

Mangkurat

Jalan Jenderal A. Yani Km. 36 Banjarbaru

Telp. (0511) 47738568-4781730 Fax. (0511) 4781730

Email: athaillah.almasykuri@gmail.com

ABSTRAK

Profesor Davidovits mengusulkan reaksi kimia untuk menghasilkan bahan pengikat yang disintesa melalui proses polimerisasi sehingga tercipta istilah Geopolimer. Dengan proses polimerisasi unsur – unsur silika dan alumina dapat dilarutkan dengan menambahkan larutan alkali aktivator agar memungkinkan terjadi reaksi kimia. Geopolimer adalah campuran pengganti semen sebagai bahan pengikat untuk beton yang digantikan oleh bahan lain yang banyak mengandung silika dan aluminium.

Mortar geopolimer yang digunakan yaitu berbahan dasar *fly ash* dengan menggunakan agregat halus pasir Barito dan pasir silika dengan rasio 100/0, 70/30, dan 50/50 dengan penambahan serat bemban sebesar 0% dan 1,5%. Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH 8M yang digunakan sebesar 2,5:1. Perawatan mortar geopolimer yaitu metode lembab PDAM selama 28 hari lalu mortar geopolimer dipaparkan dengan lingkungan air laut dari pantai Takisung selama 1 bulan. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan, uji porositas dan absorpsi, uji *sorptivity*, uji karbonasi, dan uji visual dengan evaluasi mortar 28 hari dan 28 hari + 1 bulan.

Hasil penelitian yang didapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi sebelum terpapar lingkungan air laut yaitu pada variasi perbandingan pasir Barito dan silika 50/50 tanpa penambahan serat bemban dengan kuat tekan sebesar 47,928 MPa dan setelah terpapar lingkungan air laut yaitu pada variasi pasir Barito dan silika 70/30 dengan penambahan serat bemban dengan kuat tekan sebesar 85,186 MPa. Peningkatan kuat tekan pada mortar terjadi setelah terpapar lingkungan air laut jika dibandingkan pada mortar dengan lingkungan terkontrol dengan komposisi pasir Barito:silika 100/0, 70/30, 50/50 dengan masing-masing persentase peningkatan sebesar 104,81%, 28,74%, dan 103,32%. Penambahan serat bemban 1,5% mengalami penurunan sebelum terpapar lingkungan air laut. Setelah terpapar lingkungan air laut mortar mengalami peningkatan pada komposisi Barito:silika 70/30 namun mengalami penurunan pada komposisi 100/0 dan 50/50.

Kata kunci: *Fly ash*, pasir silika, Serat bemban, Air Laut

RESISTANCE OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER MORTAR WITH THE ADDITION OF FIBER BEMBAN IN SEA WATER ENVIRONMENT

Ahmad Athaillah Al Masykuri¹, Nursiah Chairunnisa²

S-1 Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung

University Jalan Jenderal A. Yani Km. 36 Banjarbaru

Phone. (0511) 47738568-4781730

Fax. (0511) 4781730 Email: athaillah.almasykuri@gmail.com

ABSTRACT

Professor Davidovits proposed a chemical reaction to produce a binding material synthesized through a polymerization process, leading to the term Geopolymer. Through polymerization, the silica and alumina elements can be dissolved by adding an alkaline activator solution, enabling the chemical reaction. Geopolymer is a mixture that replaces cement as a binder for concrete with materials rich in silica and aluminum.

The geopolymer mortar used is based on fly ash, with fine aggregates of Barito sand and silica sand in ratios of 100/0, 70/30, and 50/50, with the addition of 0% and 1.5% bemban fiber. The ratio of Na₂SiO₃ to 8M NaOH used is 2.5:1. The geopolymer mortar was cured using the PDAM moist method for 28 days, then exposed to seawater from Takisung beach for 1 month. The tests conducted include compressive strength, porosity and absorption, sorptivity, carbonation, and visual evaluation of the mortar at 28 days and 28 days + 1 month.

The results of this study show that the highest compressive strength before exposure to the seawater environment was achieved with a Barito sand to silica ratio of 50/50 without the addition of bemban fiber, with a compressive strength of 47.928 MPa. After exposure to the seawater environment, the highest compressive strength was achieved with a Barito sand to silica ratio of 70/30 with the addition of bemban fiber, with a compressive strength of 85.186 MPa. The compressive strength of the mortar increased after exposure to the seawater environment compared to the mortar in a controlled environment, with Barito sand to silica ratios of 100/0, 70/30, and 50/50 showing increases of 104.81%, 28.74%, and 103.32%, respectively. The addition of 1.5% bemban fiber resulted in a decrease in compressive strength before exposure to the seawater environment. After exposure to the seawater environment, the mortar showed an increase in compressive strength with a Barito sand to silica ratio of 70/30 but a decrease with ratios of 100/0 and 50/50.

Keywords: *Fly ash*, silica sand, bemban fiber, seawater

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton dan Mortar.....	6
2.2. Geopolimer	6
2.3. Material Pembentuk Geopolimer	9
2.3.1. <i>Fly Ash</i>	9
2.3.2. Serat Berman	16
2.3.3. Larutan Aktivator	17
2.3.4. Agregat Halus	18
2.3.5. Pasir Silika	20
2.4. Air.....	21
2.5. Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Geopolimer.....	21

2.5.1.	Rasio Agregat Terhadap Pasta.....	21
2.5.2.	Rasio <i>Fly Ash</i> dengan Alkali Aktivator.....	22
2.5.3.	Rasio Larutan Alkali Aktivator	22
2.5.4.	Molaritas	23
2.5.5.	<i>Curing</i>	25
2.6.	Air Laut	26
2.7.	Pengujian Kuat Tekan.....	29
2.8.	Pengujian Karbonasi.....	30
2.9.	Pengujian <i>Sorptivity</i>	31
2.10.	Pengujian Porositas	32
2.11.	Penelitian terdahulu.....	33
BAB III METODOLOGI PENERLITIAN		34
3.1.	Diagram Alir.....	34
3.2.	Waktu dan Tempat.....	35
3.3.	Alat dan Bahan	36
3.3.1.	Alat.....	36
3.3.2.	Bahan	37
3.4.	Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Dasar.....	37
3.4.1.	<i>Fly Ash</i>	38
3.4.2.	Larutan Alkali	38
3.4.3.	Serat Bemban	40
3.4.4.	Agregat Halus	43
3.4.5.	Air Laut.....	44
3.5.	Rancangan Penelitian	44
3.6.	Pembuatan Benda Uji.....	46
3.7.	Perawatan Benda Uji.....	56

3.8.	Pengujian Kuat Tekan.....	57
3.9.	Pengujian Karbonasi.....	57
3.10.	Pengujian Waktu Pengikatan.....	58
3.11.	Pengujian Arbsorbsi dan Porositas.....	60
3.12.	Pengujian <i>Sorptivity</i>	60
3.13.	Penarikan Kesimpulan.....	61
BAB IV PEMBAHASAN.....		62
4.1.	Hasil Pemeriksaan Bahan.....	62
4.1.1.	Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Barito.....	62
4.1.2.	Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Silika.....	63
4.1.3.	Pemeriksaan Serat Bemban.....	65
4.1.4.	Pemeriksaan Salinitas Air Laut.....	66
4.2.	Pengamatan Visual dan Berat Benda Uji.....	66
4.2.1.	Benda Uji MFS100.....	66
4.2.2.	Benda Uji MFS70.....	68
4.2.3.	Benda Uji MFS50.....	70
4.2.4.	Benda Uji MFS100-B1,5.....	71
4.2.5.	Benda Uji MFS70-B1,5.....	73
4.2.6.	Benda Uji MFS50-B1,5.....	74
4.3.	Pengujian Kuat Tekan.....	76
4.3.1.	Kuat Tekan MFS100.....	76
4.3.2.	Kuat Tekan MFS70.....	78
4.3.3.	Kuat Tekan MFS50.....	80
4.3.4.	Kuat Tekan MFS100-B1,5.....	83
4.3.5.	Kuat Tekan MFS70-B1,5.....	85
4.3.6.	Kuat Tekan MFS50-B1,5.....	88

4.3.7. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan	90
4.4. Pengujian Porositas dan Absorpsi	95
4.4.1. Hubungan Absorpsi Dengan kuat tekan.....	97
4.4.2. Hubungan Porositas dengan Kuat Tekan	98
4.5. Pengujian Sorptivity	99
4.6. Pengujian Karbonasi.....	108
BAB V KESIMPULAN.....	112
5.1 Kesimpulan.....	112
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Komponen <i>Fly Ash</i>	10
Tabel 2. 2 Persyaratan Fisika <i>Fly Ash</i>	11
Tabel 2. 3 Persyaratan Kimia <i>Fly Ash</i>	11
Tabel 2. 4 Hasil Pemeriksaan <i>Fly Ash</i> PLTU Asam-Asam Tahun 2023	13
Tabel 2. 5 Hasil Berat Jenis <i>Fly Ash</i> PLTU Asam-asam Tahun 2023	14
Tabel 2. 6 Hasil Berat Volume <i>Fly Ash</i> Tahun 2023	14
Tabel 2. 7 Gradasi Agregat Halus	19
Tabel 2. 8 Kuat Tekan Pasta dan Mortar Geopolimer	23
Tabel 2. 9 Komponen Utama Air Laut.....	26
Tabel 2. 10 Campuran Optimum.....	29
Tabel 3. 1 Komposisi Na_2SiO_3	39
Tabel 3. 2 Tabel Nomenklatur	45
Tabel 3. 3 Kebutuhan Benda Uji Mortar Geopolimer Siliner 26x52mm.....	49
Tabel 3. 4 Kebutuhan Benda Uji Mortar Geopolimer Siliner 100x50mm.....	53
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Barito	62
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Barito	64
Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lignin Dan Selulosa	65
Tabel 4. 4 Hasil Pemeriksaan Air Laut.....	66
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS100	68
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS70	69
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS50	71
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS100-B1,5	72
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS70-B1,5	74
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji MFS50-B1,5	75
Tabel 4. 11 Hasil Kuat Tekan MFS100	76
Tabel 4. 12 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Benda Uji Terkontrol MFS100.....	77
Tabel 4. 13 Hasil Kuat Tekan MFS70	79
Tabel 4. 14 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Terkontrol MFS70.....	80
Tabel 4. 15 Hasil Kuat Tekan MFS50	81
Tabel 4. 16 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Terkontrol MFS50.....	82
Tabel 4. 17 Hasil Kuat Tekan MFS100-B1,5	83
Tabel 4. 18 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Benda Uji Terkontrol MFS100-B1,5....	84

Tabel 4. 19 Hasil Kuat Tekan MFS70-B1,5	86
Tabel 4. 20 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Benda Uji Terkontrol MFS70-B1,5.....	87
Tabel 4. 21 Hasil Kuat Tekan MFS50-B1,5	88
Tabel 4. 22 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Benda Uji Terkontrol MFS50-B1,5.....	89
Tabel 4. 23 Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan	90
Tabel 4. 24 Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Terkontrol Serta Perbandingan Dengan Benda Uji Terpapar Lingkungan Selama 1 Bulan	93
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Porositas Dan Absorpsi	96
Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Soprtivity MFS100	99
Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Sorptivity MFS70	100
Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Sorptivity MFS50	100
Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Sorptivity MFS100-1,5	101
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Sorptivity MFS 70-S1,5	102
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Sorptivity MFS50-S1,5	102
Tabel 4. 32 Rekapitulasi <i>Initial</i> Dan <i>Secondary Rate</i>	107
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Karbonasi	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Polysialate (Ekaputri et al., 2007).....	7
Gambar 2. 2 Hasil Analisis <i>Fly Ash</i> 2023 (Setyadin, 2024).....	13
Gambar 2. 3 Grafik Waktu Pengikatan <i>Fly Ash</i> Tahun 2023 (Rahmadania, 2024).....	15
Gambar 2. 4 Kayu Bemban.....	16
Gambar 2. 5 Pasir Silika (Indoprecast, 2020)	20
Gambar 2. 6 Hubungan Aktivator/ <i>Fly Ash</i> dengan Kuat Tekan (Sengkey et al., 2020)	22
Gambar 2. 7 Hubungan $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ dengan Kuat Tekan (Sengkey et al., 2020)	23
Gambar 2. 8 Kuat Tekan Pasta dan Geopolimer pada umur 28 hari (Mariamah et al., 2023).....	24
Gambar 2. 9 Hubungan Molaritas NaOH dengan Waktu Ikat Pada Rasio 2,5 (Mariamah et al., 2023).....	25
Gambar 2. 10 Perubahan Kuat Tekan Akibat Perendaman Terus Menerus (a) dan Siklus <i>Wet-Dry</i> (b) (Olivia & Nikraz, 2013).....	29
Gambar 2. 11 Kondisi Pembebanan Kuat Tekan (SNI 03-6825-2002).....	30
Gambar 2. 12 Pengujian Sorptivity (ASTM C1585-13, 2013)	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Lanjutan	35
Gambar 3. 3 Jadwal Pelaksanaan	36
Gambar 3. 4 <i>Fly ash</i> PLTU Asam-asam Tahun 2023	38
Gambar 3. 5 Na_2SiO_3	40
Gambar 3. 6 Pengambilan Kayu Bemban.....	40
Gambar 3. 7 Pemotongan Kayu Bemban.....	41
Gambar 3. 8 Merebus Kayu Bemban.....	41
Gambar 3. 9 Menyerut Serat Bemban.....	41
Gambar 3. 10 Serat Bemban	41
Gambar 3. 11 Alkalisasi Serat Bemban.....	42
Gambar 3. 12 Agregat Halus Pasir Silika (a). Agregat Halus Pasir Barito (b)	44
Gambar 3. 13 Air Laut Pantai Takisung.....	44
Gambar 3. 14 Kristal NaOH.....	53
Gambar 3. 15 NaOH 8 M.....	54

Gambar 3. 16 Pencampuran Larutan NaOH dengan Larutan Na ₂ SiO ₃	54
Gambar 3. 17 Bekisting Mortar	54
Gambar 3. 18 Bahan dan Material Penyusun Mortar Geopolimer.....	55
Gambar 3. 19 Material Mortar Geopolimer di Dalam Mixer.....	55
Gambar 3. 20 Pencetakan Mortar ke Bekisting	56
Gambar 3. 21 Benda Uji di Dalam Bekisting	56
Gambar 3. 22 Mortar <i>Curing</i> Lembab PDAM 28 Hari.....	57
Gambar 3. 23 Alat Mesin Kuat Tekan.....	57
Gambar 3. 24 Pengujian Karbonasi pada Benda Uji.....	58
Gambar 3. 25 Membandingkan benda uji yang terkarbonasi	58
Gambar 3. 26 Benda Uji Dimasukkan ke Termostatik.....	59
Gambar 3. 27 Pengujian Waktu Pengikatan.....	59
Gambar 4. 1 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Pasir Barito	63
Gambar 4. 2 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Pasir Silika.....	65
Gambar 4. 3 Hasil Pengamatan Visual MFS100.....	67
Gambar 4. 4 Hasil Pengamatan Visual MFS70.....	69
Gambar 4. 5 Hasil Pengamatan Visual MFS50.....	70
Gambar 4. 6 Hasil Pengamatan Visual MFS100-B1,5.....	72
Gambar 4. 7 Hasil Pengamatan Visual MFS70-B1,5.....	73
Gambar 4. 8 Hasil Pengamatan Visual MFS50-B1,5.....	75
Gambar 4. 9 Pengujian Kuat Tekan MFS100	76
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan dengan Benda Uji Terkontrol	78
Gambar 4. 12 Pengujian Kuat Tekan MFS70	78
Gambar 4. 13 Grafik Kuat Tekan MFS70	79
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan dengan Benda Uji Terkontrol	80
Gambar 4. 15 Pengujian Kuat Tekan MFS50	81
Gambar 4. 16 Grafik Hasil Kuat Tekan MFS50.....	81
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan dengan Benda Uji Terkontrol	82
Gambar 4. 18 Pengujian Kuat Tekan MFS100-B1,5	83
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Kuat Tekan MFS100-B1,5.....	84

Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan Dengan Benda Uji Terkontrol	85
Gambar 4. 21 Pengujian Kuat Tekan MFS70-B1,5	86
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Kuat Tekan MFS70-B1,5.....	86
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan Dengan Benda Uji Terkontrol	87
Gambar 4. 24 Pengujian Kuat Tekan MFS50-B1,5	88
Gambar 4. 25 Grafik Hasil Kuat Tekan MFS50-B1,5.....	89
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Air Laut Selama 1 Bulan Dengan Benda Uji Terkontrol	90
Gambar 4. 27 Grafik Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan.....	92
Gambar 4. 28 Grafik Rekapitulasi Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terkontrol Dengan Benda Uji Terpapar Lingkungan Selama 1 Bulan	95
Gambar 4. 29 Hasil Pengujian Porositas Dan Absorpsi.....	96
Gambar 4. 30 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Porositas	97
Gambar 4. 31 Perbandingan Kuat Tekan dengan Porositas	98
Gambar 4. 32 Hasil Sorptivity MFS100	104
Gambar 4. 33 Hasil Sorptivity MFS70	104
Gambar 4. 34 Hasil Sorptivity MFS50	105
Gambar 4. 35 Hasil Sorptivity MFS100-S1,5	105
Gambar 4. 36 Hasil Sorptivity MFS70-S1,5.....	106
Gambar 4. 37 Hasil Sorptivity MFS 50-S1,5.....	106
Gambar 4. 38 Sorptivity Dengan Waktu Pada Mortar Geopolimer	108