

**TUGAS AKHIR**

**PENGGUNAAN SERAT KELAPA TERMINERALISASI  
UNTUK GEOPOLIMER**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun Oleh:

**Tazkiyah Muminah**

**NIM. 2110811120036**

Pembimbing:

**Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.**

**NIP. 19690106 199502 2 001**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL  
BANJARBARU  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

**Penggunaan Serat Kelapa Termineralisasi  
untuk Geopolimer**

**Oleh**

**Tazkiyah Muminah (2110811120036)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 4 Juni 2025 dan dinyatakan

**LULUS**

**Komite Penguji :**

**Ketua** : **Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.**

**NIP. 19790723 200501 2 005**

**Anggota 1** : **Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.**

**NIP. 19930810 201903 1 011**

**Anggota 2** : **Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D**

**NIP. 19900306 202203 2 010**

**Pembimbing** : **Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc**

**Utama** **NIP. 19690106 199502 2 001**

Banjarbaru, 4 Juni 2025

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. 19740107 199802 1 001**

**Dr. Muhammad 'Arsyad, S.T., M.T.**

**NIP. 19720826 199802 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tazkiyah Muminah  
NIM : 2110811120036  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Penggunaan Serat Kelapa Termineralisasi  
untuk Geopolimer  
Pembimbing : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2025  
Penulis,

Tazkiyah Muminah  
NIM. 2110811120036

# PENGGUNAAN SERAT KELAPA TERMINERALISASI UNTUK GEOPOLIMER

Tazkiyah Muminah<sup>1</sup>, Ratni Nurwidayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup>Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jendral Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: [tazkiyahmuminah30@gmail.com](mailto:tazkiyahmuminah30@gmail.com)

## ABSTRAK

Beton adalah salah satu material konstruksi yang paling sering digunakan dalam berbagai proyek pembangunan karena memiliki beberapa keunggulan seperti kuat tekan yang baik. Akan tetapi, dalam proses produksinya beton menggunakan semen yang dapat mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan karena melepaskan CO<sub>2</sub> sebagai produk sampingan. Salah satu alternatif pengganti semen yang sedang banyak dikembangkan adalah geopolimer. Geopolimer merupakan material alternatif ramah lingkungan yang menggunakan bahan pengikat selain semen seperti *fly ash* dengan larutan alkali sebagai aktivator.

Penelitian ini menggunakan benda uji berupa kubus 5 cm × 5 cm × 5 cm untuk uji kuat tekan, panel berukuran 55 cm × 15 cm × 4 cm untuk uji kuat lentur, silinder diameter 3,8 cm dan tinggi 7,6 cm untuk uji kuat tarik belah, dan silinder diameter 10 cm dan tinggi 5 cm untuk uji fisik (absorpsi, porositas dan *sorptivity*). Pengujian dilakukan pada mortar geopolimer 28 hari. Untuk meningkatkan nilai kuat tekan, tarik belah dan kuat lentur pada mortar geopolimer, digunakan bahan tambah berupa variasi komposisi serat kelapa sebesar 0%; 0,1%; 0,2%, dan 0,3% terhadap berat *fly ash*. Aktivator alkali yang digunakan terbuat dari Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> dan NaOH dengan rasio 2,5:1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan dan kuat tarik belah tertinggi didapat pada penambahan serat kelapa 0,1%, sementara itu untuk kuat lentur tertinggi didapat pada penambahan serat kelapa 0,3%. Hasil absorpsi, porositas dan *sorptivity* dengan penambahan serat kelapa lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa penambahan serat kelapa.

Kata Kunci: *Fly Ash*, Serat Kelapa, Geopolimer, Absorpsi, *Sorptivity*.

# USE OF MINERALIZED COCONUT FIBER FOR GEOPOLYMER

Tazkiyah Muminah<sup>1</sup>, Ratni Nurwidayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Undergraduate Student of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University <sup>2</sup>Lecturer of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: [tazkiyahmuminah30@gmail.com](mailto:tazkiyahmuminah30@gmail.com)


## ABSTRACT

Concrete is one of the most commonly used construction materials in various development projects due to its advantages, such as good compressive strength. However, in its production process, concrete uses cement, which can have negative environmental impacts due to the release of CO<sub>2</sub> as a byproduct. One of the alternative materials being extensively developed to replace cement is geopolymer. Geopolymer is an environmentally friendly alternative material that uses binders other than cement, such as fly ash, combined with an alkaline solution as an activator.


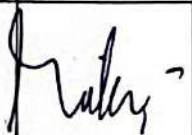
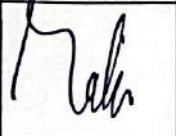
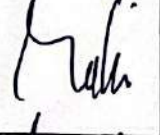
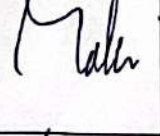
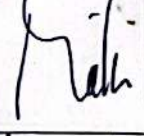
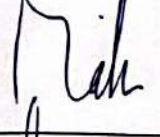
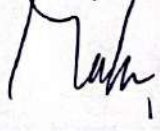
This study used test specimens in the form of 5 cm × 5 cm × 5 cm cubes for compressive strength tests, plates measuring 55 cm × 15 cm × 4 cm for flexural strength tests, cylinders with a diameter of 3,8 cm and a height of 7,6 cm for split tensile strength tests, and cylinders with a diameter of 10 cm and a height of 5 cm for physical tests (absorption, porosity, and sorptivity). The tests were conducted on 28 day old geopolymer mortar. To enhance the compressive strength, split tensile strength, and flexural strength of the geopolymer mortar, coconut fiber was added in varying compositions of 0%; 0,1%; 0,2%, and 0,3% by weight of fly ash. The alkaline activator used consisted of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> and NaOH with a ratio of 2.5:1.

The results of the study showed that the highest compressive and split tensile strengths were obtained with a 0,1% addition of coconut fiber, while the highest flexural strength was achieved with a 0,3% addition of coconut fiber. The absorption, porosity, and sorptivity results were improved with the addition of coconut fiber compared to the specimens without fiber.

Keywords: Fly Ash, Coconut Fiber, Geopolymer, Absorption, Sorptivity

 <b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL</b>		<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR</b>
<b>No.</b>	<b>Nama</b>	<b>NIM</b>
1.	Tazkiyah Muminah	2110811120036

### KEGIATAN ASISTENSI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	11/9/2024	• Tambahkan literatur	
2.	18/9/2024	• Tambahkan literatur • Cek lagi contoh penelitian terdahulu	
3.	30/9/2024	• Buang tujuan penelitian poin pertama • Cek penelitian terdahulu untuk contoh perhitungan	
4.	21/10/2024	• Perbaiki latar belakang • Perbaiki bagan alir • Gantikan cross-reference • Tambahkan jumlah benda uji untuk sifat fisik mortar • Ganti gambar uji kehalusan fly ash	
5.	28/10/2024	• Tambahkan kata "dinding" pada judul TA • Perbaiki penulisan ukuran benda uji silinder • Tambahkan subbab prosedur di BAB II • Perbaiki gambar	
6.	4/11/2024	• Perbaiki gambar set up pengujian	
7.	6/11/2024	• Perbaiki bagan alir • Tambahkan tabel total campuran benda uji • Perbaiki nomenclatur	
8.	7/11/2024	• Acc • Daftar seminar proposal	

Banjarbaru,

2024


Dosen Pembimbing,



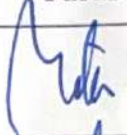
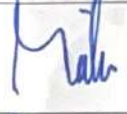



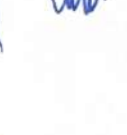
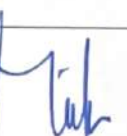

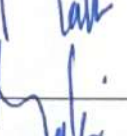
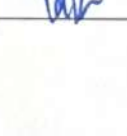
Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

NIP. 19690106 199502 2 001

### LEMBAR ASISTENSI

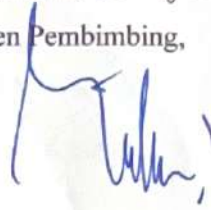
	<b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU</b>	<b>LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR</b>
<b>No.</b>	<b>Nama</b>	<b>NIM</b>
1.	Tazkiyah Muminah	2110811120036

### KEGIATAN ASISTENSI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	16 Desember 2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki latar belakang</li> <li>- Perbaiki penulisan dan cek perhitungan</li> </ul>	
2.	3 Februari 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki penulisan</li> <li>- Samakan format tabel</li> </ul>	
3.	24 Februari 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki gambar grafik, samakan ukuran</li> <li>- Tambahkan subbab terkait uji lignin dan selulosa di bab II</li> <li>- Jelaskan prosedur pengujian lignin dan selulosa di bab III</li> </ul>	 
4.	20 Maret 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki foto pengujian</li> <li>- Perbaiki penulisan</li> </ul>	
5.	25 April 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cek lagi nilai <i>outlier</i> uji lentur</li> <li>- Perbaiki tabel dan grafik pengujian absorpsi porositas</li> <li>- Perbaiki grafik hubungan uji tekan, tarik dan lentur</li> <li>- Tambahkan literatur di pembahasan hasil pengujian</li> <li>- Perbaiki kesimpulan poin 2</li> </ul>	
6.	23 Mei 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Outlier</i> hanya untuk standar deviasi &gt; 3</li> <li>- Perbaiki grafik</li> <li>- Tambahkan referensi untuk hasil uji hubungan</li> </ul>	
7.	28 Mei 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki tabel <i>sorptivity</i> BAB IV</li> <li>- Perbaiki urutan sub bab sesuaikan rumusan masalah</li> <li>- Perbaiki lampiran, tambahkan daftar lampiran</li> </ul>	 
8.	2 Juni 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACC Daftar Sidang</li> </ul>	

Banjarbaru, 2 - 6 - 2025

Dosen Pembimbing,



**Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.**

**NIP. 19690106 199502 2 001**

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Penggunaan Serat Kelapa Termineralisasi untuk Geopolimer”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya yaitu Ahmad Saputra dan Nurmitha Dewi atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang, dan segala yang diperlukan hingga saya dapat menyelesaikan gelar sarjana ini.
2. Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., Bapak Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T., dan Ibu Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji seminar proposal.
4. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu kepada saya.
6. Para Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat dan mahasiswa magang yang telah banyak membantu saya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat-sahabat saya yaitu Cichang, Pemchang, Kichang, Fac dan Icha yang telah menjadi bagian dari hidup saya sejak Tsanawiyah hingga hari ini.
8. Teman-teman Garasi Roboh yang baru dekat sejak semester 6, namun rasanya sudah sangat akrab. Terima kasih atas kebersamaan di gazebo satpam hingga malam mengerjakan PBRS dan tugas lainnya, main *Mobile Legends* bareng, nonton film, dan bahkan membantu saya menyaring *fly ash*.

9. Teman-teman seperjuangan di bangku kuliah yang tergabung di grup Tugas dari awal semester yang telah membuat masa-masa kuliah penuh warna, dari ngerjain tugas dadakan sampai begadang bareng.
10. Teman-teman saya yang tergabung dalam satu tim TA geopolimer (Ihda, Lala, Dina, Saiba, Zikri, Hamid, dan Ridha) dan satu tim bimbingan (Laili, Herman, dan Denny) yang telah berjuang dan bekerja sama dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar Tugas Akhir ini lebih baik lagi. Saya berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, 2025

Penulis,

Tazkiyah Muminah  
NIM. 2110811120036

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI .....</b>	<b>1</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xxii</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 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Mortar .....	5
2.2 Bahan-Bahan Dasar Penyusun Mortar .....	6
2.2.1 Semen.....	6
2.2.2 Agregat Halus.....	8
2.2.3 Air .....	9
2.3 Geopolimer .....	9
2.4 Material Pembentuk Geopolimer.....	10
2.4.1 <i>Fly Ash</i> .....	10
2.4.2 Larutan Alkali .....	13
2.4.3 Agregat Halus (Pasir Barito).....	14
2.4.4 Serat Kelapa .....	15
2.5 Faktor yang Memengaruhi Kekuatan Geopolimer .....	18
2.5.1 Molaritas .....	18
2.5.2 Rasio Larutan Alkali .....	18
2.5.3 Rasio Agregat Halus terhadap Pasta .....	19
2.6 Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ) .....	19

2.7	Pengujian terhadap Benda Uji .....	20
2.7.1	Pengujian Kuat Tekan .....	20
2.7.2	Pengujian Kuat Tarik Belah .....	22
2.7.3	Pengujian Kuat Lentur .....	24
2.7.4	Pengujian Absorpsi dan Porositas .....	27
2.7.5	Pengujian <i>Sorptivity</i> .....	28
2.8	Pengujian Grubb's .....	30
2.9	Penelitian Tentang Beton dengan Penambahan Serat Kelapa yang Pernah Dilakukan.....	31
2.9.1	Penambahan Serat Kelapa dapat Meningkatkan Kualitas Beton ....	31
2.9.2	Pengaruh Variasi Panjang Serat Kelapa terhadap Kualitas Beton ..	32
2.9.3	Pengaruh Perlakuan Alkalisasi terhadap Serat Kelapa .....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>34</b>
3.1	Diagram Alir.....	34
3.2	Waktu dan Tempat.....	35
3.3	Peralatan dan Bahan .....	35
3.3.1	Peralatan.....	35
3.3.2	Bahan.....	36
3.4	Persiapan Bahan Dasar .....	36
3.4.1	<i>Fly Ash</i> .....	36
3.4.2	Agregat Halus (Pasir Barito).....	38
3.4.3	Serat Kelapa .....	38
3.4.4	Larutan Alkali .....	41
3.4.5	Air .....	44
3.5	Pengujian Karakteristik Material.....	44
3.5.1	<i>Fly Ash</i> .....	44
3.5.2	Agregat Halus (Pasir Barito).....	49
3.5.3	Serat Kelapa .....	49
3.6	Rancangan Penelitian.....	53
3.7	Perhitungan Komposisi.....	56
3.7.1	Perhitungan Komposisi Benda Uji Kubus Mortar Geopolimer .....	56
3.7.2	Perhitungan Komposisi Benda Uji Silinder Mortar Geopolimer ....	59

3.7.3	Perhitungan Komposisi Benda Uji Panel Mortar Geopolimer.....	65
3.8	Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ) .....	74
3.9	Pengujian Fisik dan Mekanik Mortar Geopolimer .....	75
3.9.1	Pengujian Kuat Tekan .....	75
3.9.2	Pengujian Kuat Tarik Belah .....	76
3.9.3	Pengujian Kuat Lentur .....	77
3.9.4	Pengujian Absorpsi dan Porositas.....	78
3.9.5	Pengujian <i>Sorptivity</i> .....	81
3.10	Penarikan Kesimpulan .....	83
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>85</b>
4.1	Pemeriksaan Bahan.....	85
4.1.1	Pemeriksaan <i>Fly Ash</i> .....	85
4.1.2	Pemeriksaan Serat Kelapa.....	86
4.1.3	Pemeriksaan Agregat Halus .....	86
4.1.4	Pemeriksaan Waktu Pengikatan.....	87
4.2	Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer .....	89
4.2.1	Benda Uji Kubus GP-0 .....	89
4.2.2	Benda Uji Kubus GP-0,1 .....	90
4.2.3	Benda Uji Kubus GP-0,2 .....	90
4.2.4	Benda Uji Kubus GP-0,3 .....	91
4.2.5	Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	92
4.2.6	Uji Grubb's Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	93
4.2.7	Rekapitulasi Uji Grubb's Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	95
4.2.8	Pengaruh Penambahan Serat Kelapa terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer .....	96
4.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer .....	98
4.3.1	Benda Uji Silinder GP-0 .....	98
4.3.2	Benda Uji Silinder GP-0,1 .....	99
4.3.3	Benda Uji Silinder GP-0,2 .....	100
4.3.4	Benda Uji Silinder GP-0,3 .....	101
4.3.5	Rekapitulasi Uji Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer.....	102

4.3.6	Pengaruh Penambahan Serat Kelapa terhadap Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer .....	103
4.4	Pengujian Kuat Lentur Mortar Geopolimer.....	104
4.4.1	Benda Uji Panel GP-0 .....	104
4.4.2	Benda Uji Panel GP-0,1 .....	105
4.4.3	Benda Uji Panel GP-0,2 .....	106
4.4.4	Benda Uji Panel GP-0,3 .....	107
4.4.5	Rekapitulasi Uji Kuat Lentur Mortar Geopolimer .....	108
4.4.6	Pengaruh Penambahan Serat Kelapa terhadap Kuat Lentur Mortar Geopolimer .....	111
4.5	Pengujian Absorpsi dan Porositas .....	113
4.6	Pengujian <i>Sorptivity</i> .....	114
4.7	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer .....	118
4.8	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mortar Geopolimer .....	120
4.9	Hubungan Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Tekan Mortar Geopolimer .....	122
4.10	Hubungan Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Tarik Belah Mortar Geopolimer .....	124
4.11	Hubungan Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Lentur Mortar Geopolimer .....	127
	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>130</b>
5.1	Kesimpulan.....	130
5.2	Saran .....	131
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>132</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>140</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fly Ash</i> .....	12
Gambar 2.2 Natrium Silikat .....	13
Gambar 2.3 Natrium Hidroksida.....	14
Gambar 2.4 Pasir Barito.....	15
Gambar 2.5 Serat Kelapa .....	17
Gambar 2.6 Cetakan Benda Uji Kubus .....	21
Gambar 2.7 <i>Set-up</i> Pengujian Kuat Tekan Kubus Mortar .....	22
Gambar 2.8 Alat Pengujian Kuat Tekan .....	22
Gambar 2.9 <i>Set-up</i> Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Mortar .....	23
Gambar 2.10 Alat Pengujian Kuat Tarik Belah .....	23
Gambar 2.11 <i>Set-up</i> Pengujian Kuat Lentur Panel Mortar .....	24
Gambar 2.12 Alat Pengujian Kuat Lentur.....	24
Gambar 2.13 Patah Pada 1/3 Bentang Tengah.....	25
Gambar 2.14 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada < 5% dari Bentang .....	26
Gambar 2.15 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada > 5% dari Bentang .....	26
Gambar 2.16 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i> .....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 3.2 Pengovenan <i>Fly Ash</i> .....	37
Gambar 3.3 Menyaring <i>Fly Ash</i> dengan Saringan No.200 .....	37
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i> Lolos Saringan No.200 .....	37
Gambar 3.5 Pasir Barito.....	38
Gambar 3.6 Menjemur Serat kelapa di Bawah Sinar Matahari .....	38
Gambar 3.7 Memisahkan Gabus Kulit Kelapa .....	39
Gambar 3.8 Menimbang NaOH 50 gr.....	39
Gambar 3.9 Merendam Serat Kelapa dalam Larutan NaOH 5% .....	40
Gambar 3.10 Membersihkan Serat Kelapa dari Larutan Alkali.....	40
Gambar 3.11 Serat Kelapa Termineralisasi .....	40
Gambar 3.12 Pemetongan Serat Kelapa .....	41

Gambar 3.13 Serat Kelapa Siap Pakai .....	41
Gambar 3.14 NaOH Berbentuk Kristal .....	42
Gambar 3.15 NaOH 8 M .....	43
Gambar 3.16 Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) .....	44
Gambar 3.17 <i>Fly ash</i> , $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , dan NaOH .....	45
Gambar 3.18 Memasukkan <i>Fly Ash</i> dan Larutan Alkali ke <i>Mixer</i> .....	45
Gambar 3.19 Proses Mengaduk Pasta .....	45
Gambar 3.20 Menuang Pasta ke Cincin Konus .....	46
Gambar 3.21 Pasta di Dalam Ruang Lembab .....	46
Gambar 3.22 Pengujian Waktu Pengikatan .....	47
Gambar 3.23 <i>Fly Ash</i> Lolos Saringan No.200 Sebanyak 100 gr .....	47
Gambar 3.24 Menyaring <i>Fly Ash</i> Menggunakan Saringan No.325 .....	47
Gambar 3.25 Mengoven <i>Fly Ash</i> Tertahan Saringan No.325 .....	48
Gambar 3.26 Menimbang Berat <i>Fly Ash</i> Kering .....	48
Gambar 3.27 Menimbang Serat Kelapa 1 gr .....	49
Gambar 3.28 Mengoven Serat pada Suhu 55-60 <sup>0</sup> C .....	50
Gambar 3.29 Serat Kelapa Setelah Dioven .....	50
Gambar 3.30 Perbandingan Air Hasil Non Mineralisasi dan Mineralisasi .....	51
Gambar 3.31 Serat Kelapa 3 gr Siap Pakai .....	51
Gambar 3.32 Menutup Gelas selama 30 Menit .....	52
Gambar 3.33 Mengoven Serat Sampai Berat Konstan .....	53
Gambar 3.34 NaOH dalam Bentuk Kristal .....	72
Gambar 3.35 Proses Pencampuran <i>Flakes</i> NaOH .....	72
Gambar 3.36 Pengadukan <i>Fly Ash</i> dalam <i>Mixer</i> .....	73
Gambar 3.37 Pencampuran Larutan Alkali dengan <i>Fly ash</i> .....	73
Gambar 3.38 Pencampuran Mortar .....	73
Gambar 3.39 Proses Memasukkan Serat Kelapa .....	74
Gambar 3.40 Proses Pencetakan Mortar .....	74
Gambar 3.41 Mortar yang Sudah Dibuka dari Bekisting .....	74
Gambar 3.42 Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ) Suhu Lembab .....	75
Gambar 3.43 Menimbang Benda Uji Kuat Tekan .....	75
Gambar 3.44 Pelaksanaan Uji Tekan .....	76

Gambar 3.45 Menimbang Benda Uji Kuat Tarik Belah .....	76
Gambar 3.46 Meletakkan Benda Uji Kuat Tarik Belah pada Alat Uji .....	76
Gambar 3.47 Menimbang Benda Uji Kuat Lentur .....	77
Gambar 3.48 Menempatkan Benda Uji Kuat Lentur pada Alat Uji.....	78
Gambar 3.49 Mengoven Benda Uji Absorpsi dan Porositas .....	79
Gambar 3.50 Menimbang $W_i$ Benda Uji Absorpsi dan Porositas.....	79
Gambar 3.51 Merendam Benda Uji Absorpsi dan Porositas dalam Air .....	79
Gambar 3.52 Mengeringkan Permukaan Benda Uji Absorpsi dan Porositas .....	80
Gambar 3.53 Menimbang $W_s$ Benda Uji Absorpsi dan Porositas .....	80
Gambar 3.54 Merebus Benda Uji Absorpsi dan Porositas.....	80
Gambar 3.55 Menimbang $W_b$ Benda Uji Absorpsi dan Porositas .....	81
Gambar 3.56 Menimbang $W_w$ Benda Uji Absorpsi dan Porositas.....	81
Gambar 3.57 Mengoven Benda Uji <i>Sorptivity</i> .....	82
Gambar 3.58 Menempatkan Benda Uji <i>Sorptivity</i> dalam Wadah .....	82
Gambar 3.59 Melapisi Benda Uji <i>Sorptivity</i> dengan <i>Electrical Tape</i> .....	82
Gambar 3.60 Menimbang Benda Uji <i>Sorptivity</i> .....	83
Gambar 3.61 Meletakkan Benda Uji di Atas Balok.....	83
Gambar 4.1 Analisis Saringan Pasir Barito.....	87
Gambar 4.2 Pengaruh Rasio <i>Fly Ash</i> dengan Alkali terhadap Waktu Pengikatan Pasta Geopolimer .....	88
Gambar 4.3 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0 .....	89
Gambar 4.4 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,1 .....	90
Gambar 4.5 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,2 .....	91
Gambar 4.6 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,3 .....	92
Gambar 4.7 Rekapitulasi Uji Tekan Mortar Geopolimer.....	93
Gambar 4.8 Rekapitulasi Uji Grubb's Uji Tekan Mortar Geopolimer .....	96
Gambar 4.9 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berserat Kelapa terhadap Mortar Geopolimer Normal.....	97
Gambar 4.10 Keruntuhan Tekan Mortar Geopolimer tanpa Serat Kelapa.....	98
Gambar 4.11 Keruntuhan Tekan Mortar Geopolimer dengan Penambahan Serat Kelapa .....	98
Gambar 4.12 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0 .....	99

Gambar 4.13 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,1 .....	100
Gambar 4.14 Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,2.....	101
Gambar 4.15 Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,3 .....	102
Gambar 4.16 Rekapitulasi Uji Tarik Belah Mortar Geopolimer.....	103
Gambar 4.17 Perbandingan Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer Berserat Kelapa terhadap Mortar Geopolimer Normal.....	104
Gambar 4.18 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0 .....	105
Gambar 4.19 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,1 .....	106
Gambar 4.20 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,2 .....	107
Gambar 4.21 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,3 .....	108
Gambar 4.22 Rekapitulasi Uji Lentur Mortar Geopolimer .....	111
Gambar 4.23 Perbandingan Kuat Lentur Mortar Geopolimer Berserat Kelapa terhadap Mortar Geopolimer Normal.....	112
Gambar 4.24 Pengujian Absorpsi dan Porositas Mortar Geopolimer.....	113
Gambar 4.25 Penyerapan Air Kumulatif vs Waktu <sup>1/2</sup> Pada Mortar Geopolimer	115
Gambar 4.26 <i>Initial Absorption</i> .....	116
Gambar 4.27 <i>Secondary Absorption</i> .....	116
Gambar 4.28 <i>Initial Absorption</i> .....	116
Gambar 4.29 <i>Secondary Absorption</i> .....	116
Gambar 4.30 <i>Initial Absorption</i> .....	116
Gambar 4.31 <i>Secondary Absorption</i> .....	116
Gambar 4.32 <i>Initial Absorption</i> .....	117
Gambar 4.33 <i>Secondary Absorption</i> .....	117
Gambar 4.34 <i>Sorptivity</i> vs Waktu Pada Mortar Geopolimer .....	118
Gambar 4.35 Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan.....	119
Gambar 4.36 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur .....	121
Gambar 4.37 Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Tekan .....	122
Gambar 4.38 Hubungan Porositas terhadap Kuat Tekan.....	123
Gambar 4.39 Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Tarik Belah .....	125
Gambar 4.40 Hubungan Porositas terhadap Kuat Tarik Belah .....	125
Gambar 4.41 Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Lentur .....	128
Gambar 4.42 Hubungan Porositas terhadap Kuat Lentur .....	128

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kimia Semen Portland .....	7
Tabel 2.2 Karakteristik Fisik Semen Portland .....	8
Tabel 2.3 Gradasi Pasir .....	8
Tabel 2.4 Persyaratan Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i> .....	11
Tabel 2.5 Persyaratan Fisik <i>Fly Ash</i> .....	11
Tabel 2.6 <i>Ash Analysis Fly Ash</i> .....	12
Tabel 3.1 Komposisi $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....	43
Tabel 3.2 Variabel dan Nomenklatur Benda Uji Mortar Geopolimer .....	55
Tabel 3.3 Campuran Benda Uji Kubus 5 cm × 5 cm × 5 cm Mortar Geopolimer	69
Tabel 3.4 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 3,8 cm dan Tinggi 7,6 cm.....	69
Tabel 3.5 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 10 cm dan Tinggi 5 cm Mortar .....	69
Tabel 3.6 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 10 cm dan Tinggi 5 cm Mortar .....	70
Tabel 3.7 Campuran Benda Uji Panel 55 cm × 15 cm × 4 cm Mortar Geopolimer .....	70
Tabel 3.8 Total Kebutuhan Campuran .....	71
Tabel 4.1 Pemeriksaan <i>Fly ash</i> PLTU Asam-Asam .....	85
Tabel 4.2 Kadar Komponen Kimia Serat Kelapa.....	86
Tabel 4.3 Pemeriksaan Agregat Halus .....	87
Tabel 4.4 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0.....	89
Tabel 4.5 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,1 .....	90
Tabel 4.6 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,2 .....	91
Tabel 4.7 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0,3 .....	91
Tabel 4.8 Rekapitulasi Uji Tekan Mortar Geopolimer .....	92
Tabel 4.9 Uji Grubb's Sampel GP-0.....	94
Tabel 4.10 Uji Grubb's Sampel GP-0,1 .....	94
Tabel 4.11 Uji Grubb's Sampel GP-0,1 .....	95
Tabel 4.12 Rekapitulasi Uji Grubb's Uji Tekan Mortar Geopolimer .....	95
Tabel 4.13 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0.....	98

Tabel 4.14 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,1 .....	99
Tabel 4.15 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,2.....	100
Tabel 4.16 Kuat Tarik Belah Sampel Silinder GP-0,3.....	101
Tabel 4.17 Rekapitulasi Uji Tarik Belah Mortar Geopolimer .....	102
Tabel 4.18 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0.....	105
Tabel 4.19 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,1 .....	105
Tabel 4.20 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,2.....	106
Tabel 4.21 Kuat Lentur Sampel Panel GP-0,3.....	107
Tabel 4.22 Rekapitulasi Pola Retak Benda Uji Panel Geopolimer .....	108
Tabel 4.23 Rekapitulasi Uji Lentur Mortar Geopolimer.....	110
Tabel 4.24 Pengujian Absorpsi dan Porositas Mortar Geopolimer.....	113
Tabel 4.25 Rekapitulasi <i>Initial</i> dan <i>Secondary Rate</i> .....	117
Tabel 4.26 Hubungan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan .....	119
Tabel 4.27 Hubungan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan .....	120
Tabel 4.28 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Tekan .....	122
Tabel 4.29 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Tarik Belah .....	124
Tabel 4.30 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Lentur.....	127

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) .....	17
Persamaan (2.2) .....	18
Persamaan (2.3) .....	18
Persamaan (2.4) .....	18
Persamaan (2.5) .....	21
Persamaan (2.6) .....	21
Persamaan (2.7) .....	23
Persamaan (2.8) .....	24
Persamaan (2.9) .....	25
Persamaan (2.10) .....	26
Persamaan (2.11) .....	26
Persamaan (2.12) .....	27
Persamaan (2.13) .....	27
Persamaan (2.14) .....	28
Persamaan (2.15) .....	28
Persamaan (2.16) .....	28
Persamaan (2.17) .....	28
Persamaan (2.18) .....	28
Persamaan (2.19) .....	29
Persamaan (2.20) .....	29
Persamaan (2.21) .....	30