

TUGAS AKHIR
PENGARUH PANJANG DAN KANDUNGAN SERAT KELAPA
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK MORTAR GEOPOLIMER
BERBASIS *FLY ASH*

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

Oleh:

Hamid Nur Mukhlis
NIM. 2110811210062

Pembimbing:

Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19860628 201212 1 002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2025

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Pengaruh Panjang dan Kandungan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Mortar Geopolimer Berbasis *Fly Ash*
Oleh

Hamid Nur Mukhlis (2110811320057)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 17 Juni 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Ida Barkiah, M.T.

NIP. 19691110199303 2 001

Anggota 1 : Ir. Ade Yuniarti Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP. 19900306202203 2 010

**Anggota 2 : Dr. Ir. Ratni Nurwidayanti, M.T.,
M,Eng.Sc**

NIP. 19690106199502 2 001

**Pembimbing : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T.,
Utama M.Eng., Ph.D**

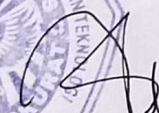
NIP. 19860628201212 1 002

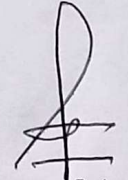
Banjarbaru, **17 5 JUL 2025**


Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

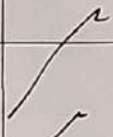
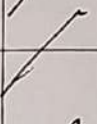

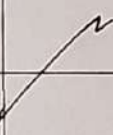
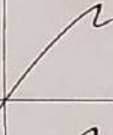
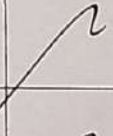

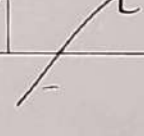
**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,**


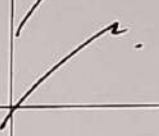
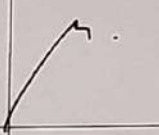
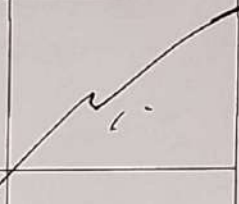

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

| | | |
|---|-------------------|---|
|  KEMENTERIA PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAK STUDI S-1 TEKNIK SIPIL | | LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR |
| No. | Nama | NIM |
| 1. | Hamid Nur Mukhlis | 2110811210062 |

KEGIATAN ASISTENSI

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf |
|------------|------------------|--|---|
| 1. | 4 September 2024 | <ul style="list-style-type: none"> • Perbanyak studi literatur |  |
| 2. | 7 Oktober 2024 | <ul style="list-style-type: none"> • Benda uji kuat tekan mortal kubus 5x5x5cm • Benda uji kuat lentur mortal panel 55x15x4cm |  |
| 3. | 5 November 2024 | <ul style="list-style-type: none"> • Benda uji kuat tarik belah silinder 3,8x7,4cm • Porositas, absorpsi, dan <i>sorptivity</i> silinder 10x5cm • Perbaiki diagram alir • Tambahkan variasi persentase serat kelapa 0,2%, 0,5%, dan 1% |  |
| 4. | 9 November 2024 | <ul style="list-style-type: none"> • ACC BAB I, II, dan III • Daftar Seminar Proposal |  |
| 5. | 5 Desember 2024 | <ul style="list-style-type: none"> • Cek dan perbaiki penulisan sesuai panduan • Benda uji pelat dimodifikasi menjadi balok 55x7,5x15cm • Lengkapi dan detailkan latar belakang • Gunakan persentase serat 0,2% dan 0,5% |  |
| 6. | 28 Februari 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki grafik uji tekan dan tarik • Tambahkan grafik perbandingan persentase kelapa dan Panjang serat kelapa |  |
| 7. | 11 Maret 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan uji grubb • Tambahkan variasi 0% pada sampel balok |  |
| 8. | 17 Mei 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki grafik <i>sortivity</i> • Tambahkan pembahasan pada setiap pengujian |  |

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf |
|-----|---------------|--|---|
| 9. | 22 Mei 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan penjelasan pengaruh Panjang dan persentase • Perbaiki grafik hubungan |  |
| 10. | 28 Mei 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki sitasi • Lanjutkan Bab 5 • Buat ppt |  |
| 11 | 4/ Juni 2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki PPT • Sesuaikan kesimpulan dengan tujuan penelitian |  |
| 12 | 11/ Juni 2025 | Daftar Sidang |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Banjarbaru,

2025

Dosen Pembimbing

Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 19951101 202203 2 021

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hamid Nur Mukhlis
NIM : 2110811210062
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Panjang dan Kandungan Serat Sabut Kelapa
Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Mortar
Geopolimer Berbasis *Fly Ash*
Pembimbing : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D

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,

Hamid Nur Mukhlis

NIM. 2110811210062

**PENGARUH PANJANG DAN KANDUNGAN SERAT KELAPA
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK MORTAR GEOPOLIMER
BERBASIS *FLY ASH***

Hamid Nur Mukhlis¹, Wiku Adhiwicaksana Krasna²

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
Email: hamidnurmukhlis@gmail.com

ABSTRAK

Mortar geopolimer merupakan material ramah lingkungan terdiri dari bahan anorganik yang tinggi kandungan alumina (Al) dan silika (Si) dan teraktivasi larutan basa seperti Natrium Hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na₂SiO₃) untuk meningkatkan kekuatan geopolimer. Namun sama seperti pada beton normal yang memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, tetapi memiliki nilai kuat tarik dan kuat lentur yang rendah. Oleh karena itu diperlukan inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah, salah satunya menggunakan serat sabut kelapa. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan panjangnya terhadap sifat fisik dan mekanik mortar *fly ash* geopolimer.

Penelitian ini menggunakan benda uji mortar berbentuk kubus ukuran 50x50x50 mm, benda uji silinder diameter 38 mm × tinggi 76 mm dan diameter 100 mm x tinggi 500 mm dan benda uji balok ukuran 550x150x75 mm. Digunakan bahan tambah serat sabut kelapa dengan persentase 0%, 0,2%, dan 0,5% dari berat mortar dengan panjang 20 mm, 30 mm, dan 40 mm. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan, kuat lentur, kuat tarik belah, *sorptivity*, absorpsi dan porositas beton geopolimer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan & kuat tarik belah tertinggi dimiliki benda uji dengan tambahan serat sabut kelapa dengan panjang 40 mm dan persentase 0,2% dengan nilai 88,19 Mpa & 8,27 Mpa. Pada benda uji ini juga didapatkan hasil *sorptivity*, absorpsi dan porositas yang lebih rendah daripada yang lain. Sedangkan untuk kuat lentur tertinggi dimiliki benda uji dengan tambahan serat sabut kelapa dengan panjang 30 mm dan persentase 0,2% dengan nilai 6,74 Mpa.

EFFECT OF COCONUT FIBER LENGTH AND CONTENT ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF *FLY ASH*-BASED GEOPOLYMER MORTAR

Hamid Nur Mukhlis¹, Wiku Adhiwicaksana Krasna²

¹Undergraduate Student of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

²Lecturer of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

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

Email: hamidnurmukhlis@gmail.com

ABSTRACT

Geopolymer mortar is an environmentally friendly material consisting of inorganic materials that are high in alumina (Al) and silica (Si) and activated by alkaline solutions such as sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na₂SiO₃) to increase the strength of the geopolymer. However, just like in normal concrete which has strong characteristics against compressive forces, but has low tensile and flexural strength values. Therefore, innovation is needed in mixing concrete with added materials, one of which uses coconut fiber. The purpose of this study was to analyse the effect of coconut fiber addition and length on the physical and mechanical properties of geopolymer *fly ash* mortar.

This study used cube-shaped mortar specimens of 50x50x50 mm, cylindrical specimens of 38 mm diameter × 76 mm height and 100 mm diameter × 500 mm height and beam specimens of 550x150x7,5 mm size. Coconut fiber additives were used at a percentage of 0%, 0.2%, and 0.5% of the mortar weight with lengths of 20 mm, 30 mm, and 40 mm. The tests conducted were compressive strength, flexural strength, split tensile strength, *sorptivity*, absorption and porosity of geopolymer concrete.

The results of the study indicate that the highest compressive strength and tensile strength were obtained in the test specimens with coconut fiber reinforcement of 40 mm in length and a percentage of 0.2%, yielding values of 88.19 MPa and 8.27 MPa, respectively. These test specimens also exhibited lower *Sorptivity*, absorption, and porosity values compared to the others. Meanwhile, the highest flexural strength was found in the test specimen with coconut fiber reinforcement of 30 mm in length and a percentage of 0.2%, with values of 6.74 MPa.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT karena limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Panjang dan Kandungan Serat Kelapa terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar Geopolimer Berbasis *Fly ash*”**. 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 dukungan, untuk itu pula penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan akhir Tugas Akhir:

1. Bapak Nurhasim dan Ibu Dariyem tercinta selaku kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan do'a, membantu dan berkorban untuk saya sehingga apa yang dicita-citakan tercapai.
2. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna S.T, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc., Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng dan Ibu Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen di Laboratorium Struktur dan Material yang telah banyak memberikan ilmu dan saran yang membangun selama masa bimbingan tugas akhir ini.
5. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu kepada kami.
6. Adik saya juga, Fuad, terima kasih sudah menjadi saudara yang mendukung mimpi kakaknya ini
7. Iky, Jefry, Hadi, Syafawi, Dayat, Yuded, dan Luthfi selaku teman satu kontrakan, yang telah memberikan nasihat dan membantu selama ini.

8. Teman-teman saya dalam satu tim TA geopolimer Ihda, Lala, Maydina, Tazki, Saiba, Zikri dan Ridha yang sudah berjuang bersama dan bekerja sama dalam menyelesaikan 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, 17 Juni 2025

Penulis

Hamid Nur Mukhlis

NIM.2110811210062

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| LEMBAR PERNYATAAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Pengertian Beton dan Mortar | 6 |
| 2.2 Geopolimer..... | 7 |
| 2.3 Material Dasar Pembentuk Geopolimer..... | 9 |
| 2.3.1 <i>Fly ash</i> | 9 |
| 2.3.2 Alkali Aktivator..... | 10 |
| 2.3.3 Agregat Halus..... | 11 |
| 2.3.4 Serat Sabut Kelapa..... | 12 |
| 2.4 Molaritas..... | 13 |
| 2.5 Perawatan Benda Uji (Curing)..... | 14 |
| 2.6 Pengujian Terhadap Benda Uji | 16 |
| 2.6.1 Pengujian <i>Sorptivity</i> | 16 |
| 2.6.2 Pengujian Absorpsi dan Porositas | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6.3 Pengujian Kuat Tekan | 20 |
| 2.6.4 Pengujian Kuat Tarik Belah | 21 |
| 2.6.5 Pengujian Kuat Lentur | 22 |
| 2.7 Pengujian Grubbb's..... | 24 |
| 2.8 Penelitian Terdahulu | 25 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 28 |
| 3.1 Diagram Alir | 28 |
| 3.2 Waktu dan Tempat | 29 |
| 3.3 Peralatan dan Bahan | 29 |
| 3.3.1 Peralatan | 29 |
| 3.3.2 Bahan | 30 |
| 3.4 Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Dasar..... | 30 |
| 3.4.1 Persiapan Bahan Dasar | 30 |
| 3.4.1.1 <i>Fly ash</i> | 31 |
| 3.4.1.2 Agregat Halus..... | 32 |
| 3.4.1.3 Larutan Alkali | 33 |
| 3.4.1.4 Serat Sabut Kelapa | 36 |
| 3.4.2 Pemeriksaan Bahan Dasar | 36 |
| 3.5 Rancangan Penelitian | 40 |
| 3.6 Perhitungan Mix Design | 43 |
| 3.6.1 Perhitungan Mix Design Mortar Geopolimer Berbentuk Kubus..... | 43 |
| 3.6.2 Perhitungan Mix Design Mortar Geopolimer Berbentuk Silinder 38 x 76 mm..... | 46 |
| 3.6.3 Perhitungan Mix Design Mortar Geopolimer Berbentuk Silinder 100 x 50 mm..... | 49 |
| 3.6.4 Perhitungan Mix Design Mortar Geopolimer Berbentuk Balok..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 3.7 Pembuatan Benda Uji..... | 55 |
| 3.7.1 Persiapan Material | 55 |
| 3.7.2 Proses Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer..... | 56 |
| 3.8 Perawatan Benda Uji (Curing) | 60 |
| 3.9 Pengujian Benda Uji..... | 60 |
| 3.9.1 Pengujian Absorpsi dan Porositas..... | 61 |
| 3.9.2 Pengujian <i>Sorptivity</i> | 64 |
| 3.9.3 Pengujian Kuat Tekan..... | 66 |
| 3.9.4 Pengujian Kuat Tarik Belah..... | 68 |
| 3.9.5 Pengujian Kuat Lentur | 70 |
| 3.10 Penarikan Kesimpulan | 71 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 72 |
| 4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan..... | 72 |
| 4.1.1 Pemeriksaan <i>Fly ash</i> | 72 |
| 4.1.2 Pemeriksaan Agregat Halus..... | 73 |
| 4.1.3 Pemeriksaan Waktu Pengikatan | 74 |
| 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer | 75 |
| 4.2.1 Uji Tekan Sampel GPS-0% | 76 |
| 4.2.2 Uji Tekan Sampel GPS-20-0,2 | 77 |
| 4.2.3 Uji Tekan Sampel GPS-20-0,5 | 78 |
| 4.2.4 Uji Tekan Sampel GPS-30-0,2 | 79 |
| 4.2.5 Uji Tekan Sampel GPS-30-0,5 | 80 |
| 4.2.6 Uji Tekan Sampel GPS-40-0,2 | 82 |
| 4.2.7 Uji Tekan Sampel GPS-40-0,5 | 83 |
| 4.2.8 Uji Grubb's | 85 |
| 4.2.9 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer | 89 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3 | Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer | 91 |
| 4.3.1 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-0% | 92 |
| 4.3.2 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-20-0,2 | 93 |
| 4.3.3 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-20-0,5 | 94 |
| 4.3.4 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-30-0,2 | 95 |
| 4.3.5 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-30-0,5 | 96 |
| 4.3.6 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-40-0,2 | 98 |
| 4.3.7 | Uji Tarik Belah Sampel GPS-40-0,5 | 99 |
| 4.3.8 | Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer | 100 |
| 4.4 | Hasil Pengujian Kuat Lentur Mortar Geopolimer..... | 103 |
| 4.4.1 | Uji Lentur Sampel GPS-0%..... | 101 |
| 4.4.2 | Uji Lentur Sampel GPS-20-0,2..... | 103 |
| 4.4.3 | Uji Lentur Sampel GPS-20-0,5..... | 105 |
| 4.4.4 | Uji Lentur Sampel GPS-30-0,2..... | 106 |
| 4.4.5 | Uji Lentur Sampel GPS-30-0,5..... | 108 |
| 4.4.6 | Uji Lentur Sampel GPS-40-0,2..... | 110 |
| 4.4.7 | Uji Lentur Sampel GPS-40-0,5..... | 111 |
| 4.4.8 | Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Lentur Mortar Geopolimer | 113 |
| 4.5 | Uji Absorpsi dan Porositas..... | 115 |
| 4.6 | Uji <i>Sorptivity</i> | 120 |
| 4.7 | Hubungan Hasil Uji Kuat Tarik Belah Terhadap Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer..... | 126 |
| 4.8 | Hubungan Hasil Uji Kuat Lentur Terhadap Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer..... | 129 |
| 4.9 | Hubungan Hasil Uji Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer..... | 131 |

| | |
|--|------------|
| 4.10 Hubungan Hasil Uji Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer. | 133 |
| 4.11 Hubungan Hasil Uji Absorpsi dan Porositas Terhadap Uji Kuat Lentur Mortar Geopolimer..... | 135 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 138 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 138 |
| 5.2 Saran..... | 139 |
| DAFTAR PUSTAKA | 141 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i> | 17 |
| Gambar 2.2 Cetakan Kubus Benda Uji..... | 20 |
| Gambar 2.3 Skema Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kubus..... | 20 |
| Gambar 2.4 Alat Pengujian Kuat Lentur..... | 22 |
| Gambar 2.5 Patah pada 1/3 Bentang Tengah (Persamaan 2.15)..... | 23 |
| Gambar 2.6 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada < 5% dari Bentang (Persamaan 2.16)..... | 23 |
| Gambar 2.7 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada >5% dari Bentang..... | 24 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 29 |
| Gambar 3.2 <i>Fly ash</i> | 31 |
| Gambar 3.3 Mengeringkan <i>Fly ash</i> | 31 |
| Gambar 3.4 Menyaring <i>Fly ash</i> | 32 |
| Gambar 3.5 <i>Fly ash</i> Asam-Asam yang sudah disaring No.200 | 32 |
| Gambar 3.6 Agregat Halus..... | 33 |
| Gambar 3.7 Gradasi Agregat Halus | 33 |
| Gambar 3.8 Larutan NaOH 8M | 33 |
| Gambar 3.9 Sodium Silikat..... | 34 |
| Gambar 3.10 Alkalisasi dengan NaOH..... | 36 |
| Gambar 3.11 Memotong Serabut Kelapa..... | 36 |
| Gambar 3.12 Menimbang <i>Fly ash</i> | 37 |
| Gambar 3.13 Mencuci <i>Fly ash</i> | 37 |
| Gambar 3.14 Mengoven <i>Fly ash</i> | 38 |
| Gambar 3.15 Menimbang <i>Fly ash</i> Setelah di Oven..... | 38 |
| Gambar 3.16 <i>Fly ash</i> , Na ₂ SiO ₃ dan NaOH | 38 |
| Gambar 3.17 Proses Pembuatan Pasta | 39 |
| Gambar 3.18 Pasta di dalam cincin konus | 39 |
| Gambar 3.19 Alat Vicat | 40 |
| Gambar 3. 20 Bahan yang Diperlukan Untuk Pembuatan Benda Uji..... | 56 |
| Gambar 3. 21 Proses Pengolesan Bekisting dengan Oli | 57 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 22 Proses Memasukkan <i>Fly ash</i> dan Larutan Alkali Kemudian Diadu | 57 |
| Gambar 3. 23 Proses Memasukkan Agregat Halus..... | 58 |
| Gambar 3. 24 Mencetak Mortar pada Bekisting | 58 |
| Gambar 3. 25 (a) Bekisting benda uji mortar kubus ukuran 50×50×50 mm (b) Benda uji mortar kubus ukuran 50×50×50 mm | 59 |
| Gambar 3. 26 (a) Bekisting Benda Uji Mortar Silinder Berdiameter 38 mm Tinggi 76 mm (b) Benda Uji Mortar Silinder Berdiameter 38 mm Tinggi 76 mm..... | 59 |
| Gambar 3. 27 (a) Bekisting benda uji mortar silinder diameter 100 mm dan tinggi 50 mm (b) Benda uji mortar silinder diameter 100 mm dan tinggi 50 mm..... | 59 |
| Gambar 3. 28 (a) Bekisting benda uji balok dengan ukuran 550×150×75 mm (b) Benda uji balok dengan ukuran 550×150×75 mm..... | 60 |
| Gambar 3. 29 Proses Curing Mortar dan Balok <i>Fly ash</i> Geopolimer..... | 60 |
| Gambar 3. 30 Pelepasan Sampel dari Bekisting | 61 |
| Gambar 3. 31 Proses Curing Lembab | 61 |
| Gambar 3. 32 Mengeringkan Benda Uji dengan Oven..... | 62 |
| Gambar 3. 33 Menimbang Benda Uji (Wi)..... | 62 |
| Gambar 3. 34 Merendam Benda Uji Selama 48 Jam..... | 62 |
| Gambar 3. 35 Menimbang Benda Uji (Ws) | 63 |
| Gambar 3. 36 Mendidihkan Benda Uji Selama 5 Jam..... | 63 |
| Gambar 3. 37 Menimbang Benda Uji (Wb)..... | 63 |
| Gambar 3. 38 Menghitung massa sebenarnya dalam air (Ww) | 64 |
| Gambar 3. 39 Proses Curing Lembab | 64 |
| Gambar 3. 40 Mengeringkan benda uji menggunakan oven..... | 65 |
| Gambar 3. 41 Menempatkan Benda Uji di Wadah Tertutup | 65 |
| Gambar 3. 42 Menimbang massa benda uji setakah di lapisi non penyerap dicatat sebagai massa awal | 66 |
| Gambar 3. 43 Meletakkan Benda Uji Diatas Permukaan Air | 66 |
| Gambar 3. 44 Menimbang Benda Uji | 67 |
| Gambar 3. 45 Meletakkan Benda Uji pada Mesin Kuat Tekan | 67 |
| Gambar 3. 46 Penekanan Benda Uji Hingga Mengalami Keruntuhan | 67 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 47 Alat Pengujian Kuat Tekan | 68 |
| Gambar 3. 48 Set-Up Alat Pengujian Kubus Mortar | 68 |
| Gambar 3. 49 Menimbang Benda Uji | 69 |
| Gambar 3. 50 Meletakkan Benda Uji pada Mesin Kuat Tarik Belah | 69 |
| Gambar 3. 51 Penekanan Benda Uji Hingga Mengalami Keruntuhan | 69 |
| Gambar 3. 52 Alat Pengujian Kuat Tarik Belah | 70 |
| Gambar 3. 53 Set-Up Alat Pengujian Kuat Tarik Belah..... | 70 |
| Gambar 3. 54 Alat Uji Lentur | 71 |
| Gambar 4. 1 Grafik Analisa Saringan Pasir Barito | 74 |
| Gambar 4. 2 Pengaruh Rasio <i>Fly ash</i> dengan Alkali terhadap Waktu Pengikatan Pasta Geopolimer | 75 |
| Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-0% | 76 |
| Gambar 4. 4 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,2 | 77 |
| Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,2..... | 78 |
| Gambar 4. 6 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,5 | 78 |
| Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,5..... | 79 |
| Gambar 4. 8 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,2 | 80 |
| Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,2..... | 80 |
| Gambar 4. 10 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,5 | 81 |
| Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,5..... | 81 |
| Gambar 4. 12 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,2 | 82 |
| Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,2..... | 83 |
| Gambar 4. 14 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,5 | 83 |
| Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,5..... | 84 |
| Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Berdasarkan Panjang Kelapa 20 mm, 30mm, dan 40 mm | 90 |
| Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Berdasarkan Persentase Kelapa 0,2% dan 0,5% | 90 |
| Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-0%..... | 92 |
| Gambar 4. 19 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,2 | 93 |
| Gambar 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,2..... | 93 |
| Gambar 4. 21 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,5 | 94 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 22 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,5..... | 94 |
| Gambar 4. 23 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,2 | 95 |
| Gambar 4. 24 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,2..... | 95 |
| Gambar 4. 25 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,5 | 96 |
| Gambar 4. 26 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,5..... | 96 |
| Gambar 4. 27 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,2 | 97 |
| Gambar 4. 28 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,2..... | 97 |
| Gambar 4. 29 Pola Runtuh Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,5 | 98 |
| Gambar 4. 30 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,5..... | 98 |
| Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Panjang 20 mm, 30 mm, dan 40 mm | 99 |
| Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan Kuat Tarik dengan Persentase Kelapa 0,2% dan 0,5% | 100 |
| Gambar 4. 33 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-0%..... | 102 |
| Gambar 4. 34 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-0% | 102 |
| Gambar 4. 35 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,2..... | 103 |
| Gambar 4. 36 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,2 | 104 |
| Gambar 4. 37 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,5..... | 105 |
| Gambar 4. 38 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,5 | 106 |
| Gambar 4. 39 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,2..... | 107 |
| Gambar 4. 40 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,2 | 108 |
| Gambar 4. 41 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,5..... | 109 |
| Gambar 4. 42 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,5 | 109 |
| Gambar 4. 43 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,2..... | 110 |
| Gambar 4. 44 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,2 | 111 |
| Gambar 4. 45 Pola Runtuh Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,5..... | 112 |
| Gambar 4. 46 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,5 | 113 |
| Gambar 4. 47 Grafik Perbandingan Kuat Lentur dengan Panjang 20 mm, 30 mm, dan 40 mm..... | 114 |
| Gambar 4. 48 Grafik Perbandingan Kuat Lentur dengan Persentase Kelapa 0,2% dan 0,5% | 114 |
| Gambar 4. 49 Pengujian Absorpsi dan Porositas | 116 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 50 Grafik Perbandingan Absorpsi dengan Panjang Serat Sabut Kelapa 20 mm, 30mm, dan 40 mm..... | 117 |
| Gambar 4. 51 Grafik Perbandingan Porositas dengan Panjang Serat Sabut Kelapa 20 mm, 30mm, dan 40 mm..... | 118 |
| Gambar 4. 52 Grafik Perbandingan Absorpsi dengan Persentase Serat Sabut Kelapa 0%, 0,2%, dan 0,5%..... | 118 |
| Gambar 4. 53 Grafik Perbandingan Absorpsi dengan Persentase Serat Sabut Kelapa 0%, 0,2%, dan 0,5%..... | 119 |
| Gambar 4. 54 Pengujian <i>Sorptivity</i> | 120 |
| Gambar 4. 55 Penyerapan Air Kumulatif vs Waktu ^{1/2} Pada Mortar Geopolimer | 121 |
| Gambar 4. 56 <i>Initial Absorption</i> GPS-0% | 122 |
| Gambar 4. 57 <i>Secondary Absorption</i> GPS-0% | 122 |
| Gambar 4. 58 <i>Initial Absorption</i> GPS-20-0,2 | 122 |
| Gambar 4. 59 <i>Secondary Absorption</i> GPS-20-0,2 | 122 |
| Gambar 4. 60 <i>Initial Absorption</i> GPS-20-0,5 | 122 |
| Gambar 4. 61 <i>Secondary Absorption</i> GPS-20-0,5 | 122 |
| Gambar 4. 62 <i>Initial Absorption</i> GPS-30-0,2 | 122 |
| Gambar 4. 63 <i>Secondary Absorption</i> GPS-30-0,2 | 122 |
| Gambar 4. 64 <i>Initial Absorption</i> GPS-30-0,5 | 123 |
| Gambar 4. 65 <i>Secondary Absorption</i> GPS-30-0,5 | 123 |
| Gambar 4. 66 <i>Initial Absorption</i> GPS-40-0,2 | 123 |
| Gambar 4. 67 <i>Secondary Absorption</i> GPS-40-0,2 | 123 |
| Gambar 4. 68 <i>Initial Absorption</i> GPS-40-0,5 | 123 |
| Gambar 4. 69 <i>Secondary Absorption</i> GPS-40-0,5 | 123 |
| Gambar 4. 70 <i>Sorptivity</i> vs Waktu Pada Mortar Geopolimer | 125 |
| Gambar 4. 71 Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan | 127 |
| Gambar 4. 72 Grafik Hubungan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan..... | 129 |
| Gambar 4. 73 Hubungan Absorpsi Terhadap Kuat Tekan..... | 131 |
| Gambar 4. 74 Hubungan Porositas Terhadap Kuat Tekan..... | 132 |
| Gambar 4. 75 Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Tarik Belah | 133 |
| Gambar 4. 76 Hubungan Porositas terhadap Kuat Tarik Belah..... | 134 |
| Gambar 4. 77 Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Lentur | 135 |

Gambar 4. 78 Hubungan Porositas terhadap Kuat Lentur.....136

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Persyaratan kandungan kimia <i>Fly ash</i> | 9 |
| Tabel 2.2 Persyaratan fisik <i>fly ash</i> | 10 |
| Tabel 2.3 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus | 12 |
| Tabel 2.4 Daftar Penelitian Terdahulu..... | 25 |
| Tabel 3.1 Komposisi Na_2SiO_3 | 35 |
| Tabel 3.2 Variabel dan nomenklatur benda uji beton geopolimer uji kuat tekan.... | 42 |
| Tabel 3.3 Variabel dan nomenklatur benda uji beton geopolimer uji kuat Tarik belah | 42 |
| Tabel 3. 4 Variabel dan nomenklatur benda uji beton geopolimer uji kuat lentur.. | 42 |
| Tabel 3.5 Variabel dan nomenklatur benda uji beton geopolimer uji absorpsi porositas dan <i>Sorptivity</i> | 43 |
| Tabel 3.6 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 10 cm dengan Tinggi 5 cm Mortar Geopolimer (Pengujian Sifat Fisik) | 54 |
| Tabel 3.7 Campuran Benda Uji Kubus 5 cm × 5 cm × 5 cm Mortar Geopolimer (Pengujian Kuat Tekan) | 54 |
| Tabel 3.8 Campuran Benda Uji Balok 55 cm × 15 cm × 7,5 cm Mortar Geopolimer (Pengujian Kuat Lentur)..... | 55 |
| Tabel 3.9 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 3,8 cm dengan Tinggi 7,6 cm Mortar Geopolimer (Pengujian Kuat Tarik Belah) | 55 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan <i>Fly ash</i> | 72 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus..... | 73 |
| Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-0% | 76 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,2 | 77 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-20-0,5 | 79 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,2 | 80 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-30-0,5 | 81 |
| Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,2 | 82 |
| Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel GPS-40-0,5 | 84 |
| Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Uji Tekan Sampel Mortar Geopolimer..... | 85 |
| Tabel 4. 11 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-0% | 86 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 12 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-20-0,2..... | 86 |
| Tabel 4. 13 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-20-0,5..... | 87 |
| Tabel 4. 14 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-30-0,2..... | 87 |
| Tabel 4. 15 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-30-0,5..... | 88 |
| Tabel 4. 16 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-40-0,2..... | 88 |
| Tabel 4. 17 Hasil Uji Grubb's Sampel Mortar Geopolimer GPS-40-0,5..... | 89 |
| Tabel 4. 18 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 28 Hari | 89 |
| Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-0% | 92 |
| Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,2 | 93 |
| Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-20-0,5 | 94 |
| Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,2 | 95 |
| Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-30-0,5 | 96 |
| Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,2 | 97 |
| Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sampel GPS-40-0,5 | 98 |
| Tabel 4. 26 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer | 99 |
| Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-0%..... | 102 |
| Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,2..... | 104 |
| Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-20-0,5..... | 105 |
| Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,2..... | 107 |
| Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-30-0,5..... | 109 |
| Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,2..... | 111 |
| Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel GPS-40-0,5..... | 112 |
| Tabel 4. 34 Rekapitulasi Hasil Uji Lentur | 113 |
| Tabel 4. 35 Hasil Pengamatan Berat Benda Uji Mortar Geopolimer Pengujian Absorpsi, Densitas Dan Porositas | 116 |
| Tabel 4. 36 Hasil pengujian Absorpsi dan Porositas | 117 |
| Tabel 4. 37 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> Benda Uji Mortar Geopolimer | 121 |
| Tabel 4. 38 Rekapitulasi nilai R^2 dan R pada <i>Initial</i> dan <i>Secondary Rate</i> | 123 |
| Tabel 4. 39 Rekapitulasi <i>Initial</i> dan <i>Secondary Rate</i> | 124 |
| Tabel 4. 40 Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mortar Geopolimer..... | 127 |
| Tabel 4. 41 Hubungan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 42 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Tekan | 131 |
| Tabel 4. 43 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Tarik Belah | 133 |
| Tabel 4. 44 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Lentur..... | 135 |