

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK PERFORMA MEKANIS MORTAR  
BUSA GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU  
CANGKANG SAWIT (POFA)**



**AMAR SUBANDRA**

**2022250016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI  
2026**

# **SKRIPSI**

## **KARAKTERISTIK PERFORMA MEKANIS MORTAR BUSA GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU CANGKANG SAWIT (POFA)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri**



**AMAR SUBANDRA**

**2022250016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI  
2026**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **KARAKTERISTIK PERFORMA MEKANIS MORTAR BUSA GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU CANGKANG SAWIT (POFA)**

#### **SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri

Oleh :

**AMAR SUBANDRA**

**2022250016**

Palembang, 06 Agustus 2026

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Dekan Fakultas Teknik,



**Dr. Ir. Endy Agustian, S.T., M.Eng., IPP.**

**NIDN. 0218089301**

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Debby', is written over the printed name of Ir. Debby Sinta Devi.

**Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.**

**NIDN. 0213019801**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **KARAKTERISTIK PERFORMA MEKANIS MORTAR BUSA GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU CANGKANG SAWIT (POFA)**

#### **SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri

Oleh :

**AMAR SUBANDRA**

**2022250016**

Palembang, 06 Agustus 2026

**Dosen Pembimbing I,**



**Ir. Marguan Fauzi, S.T., M.T.**

**NIDN. 0207087901**

**Dosen Pembimbing II,**



**Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.**

**NIDN. 0213019801**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil,**



**Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.**

**NIDN. 0213019801**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa laporan ini dengan judul "**Karakteristik Performa Mekanis Mortar Busa Geopolimer Berbahan Dasar Abu Cangkang Sawit (POFA)**" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) pada tanggal 03 Agustus 2026.

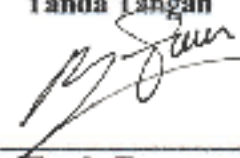
Palembang, 06 Agustus 2026

Tim Penguji Skripsi :

Ketua :

|                                                   |                                                                                                     |                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Ir. Marguan Fauzi, S.T., M.T.<br>NIDN. 0207087901 | Tanda Tangan<br> | Tanggal,<br><br>06 Agustus 2026 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

Anggota :

|                                                            |                                                                                                      |                                 |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Ir. Marguan Fauzi, S.T., M.T.<br>NIDN. 0207087901       | Tanda Tangan<br> | Tanggal,<br><br>06 Agustus 2026 |
| 2. Ir. Denie Chandra, S.T., M.T., IPM.<br>NIDN. 0201068002 | Tanda Tangan<br> | Tanggal,<br><br>06 Agustus 2026 |
| 3. Ir. Ratih Baniva, S.T., M.T.<br>NIDN. 0222019002        | Tanda Tangan<br> | Tanggal,<br><br>06 Agustus 2026 |

Palembang, 06 Agustus 2026

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

  
Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.  
NIDN. 0213019801

## RIWAYAT HIDUP PENULIS

|                                                                                   |        |                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Nama   | : Amar Subandra                                                                                     |
|                                                                                   | NPM    | : 2022250016                                                                                        |
|                                                                                   | TTL    | : Indramayu M. Enim, 31 Januari 1983                                                                |
|                                                                                   | Alamat | : Perum Dutapuri residence Blok C-2<br>No. 8 Jl. Talang Kepuh Gandus,<br>Kec. Gandus kota Palembang |

### Riwayat Pendidikan:

Penulis lahir di desa Indramayu Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim. Anak ke tiga dari empat bersaudara dari pasangan bapak Bahardi dan ibu Sukimah. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri pada tahun ajaran 1996/1997. Berikutnya penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama dan menyelesaikan pada tahun ajaran 1999/2000. Kemudian penulis melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan dan menyelesaikannya pada tahun ajaran 2002/2003. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi swasta di Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) Palembang pada tahun 2022 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil. Dan Penulis dapat menyelesaikan pendidikan Strata Satu pada tahun 2026 dengan baik.



**SURAT PERNYATAAN  
FM-PM-09.3/13-02/R0**

Dengan ini saya menyatakan dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya / pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan / Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu jiplakan / plagiat, maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan, peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Palembang, 06 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



(Amar Subandra)

NPM 2022250016

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amar Subandra

NPM : 2022250016

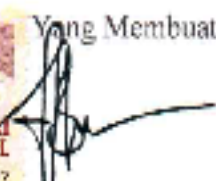
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Dosen Pembimbing dan Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) Palembang Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Karakteristik Performa Mekanis Mortar Busa Geopolimer Berbahan Dasar Abu Cangkang Sawit (POFA)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) Palembang berhak menyimpan, mengalihkan media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya dengan kepentingan tanpa perlu izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, 06 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan  
  
(Amar Subandra)

NPM 2022250016

## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK PERFORMA MEKANIS MORTAR BUSA GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU CANGKANG SAWIT (POFA)

Penelitian ini mengkaji pengembangan mortar busa ringan berbasis binder geopolimer penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit (*Palm Oil Fuel Ash*/POFA) dan Semen Portland. POFA yang telah diberi perlakuan awal berupa pembakaran terkontrol dan pengayakan memiliki kandungan silika yang tinggi serta nilai *Loss on Ignition* (LOI) yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi substitusi binder POFA terhadap sifat segar (*workability* dan *setting time*) serta karakteristik mekanis mortar keras, meliputi Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength*/UCS) dan densitas kering (*bulk density*) pada umur perawatan suhu ruang (*ambient curing*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan persentase POFA mereduksi diameter *slump flow* secara bertahap akibat tingginya penyerapan air oleh partikel POFA dan menurunkan nilai UCS akibat hadirnya partikel abu yang tidak bereaksi sempurna (*unreacted ash particles*) yang mengganggu integritas dinding gelembung busa dan kerapatan matriks. Analisis korelasi antara densitas kering keras dan nilai UCS menghasilkan persamaan regresi linear positif tingkat sedang, yang mengindikasikan bahwa kerapatan matriks berkontribusi langsung terhadap peningkatan kapasitas dukung tekan material. Pemanfaatan limbah POFA ini berkontribusi nyata pada SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) melalui pengembangan material beton geopolimer sebagai lapis fondasi jalan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Mortar Busa Geopolimer, *Palm Oil Fuel Ash* (POFA), Kuat Tekan Bebas (UCS), Densitas Kering, Lapis Fondasi Jalan.

## ***ABSTRACT***

### ***MECHANICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF PALM SHELL ASH-BASED GEOPOLYMER FOAM MORTAR (POFA)***

*This study examines the development of light foam mortar based on geopolymer binders using Palm Oil Fuel Ash (POFA) and Portland Cement. POFA that has been given initial treatment in the form of controlled combustion and sieving has a high silica content and a low Loss on Ignition (LOI) value. This study aims to analyze the effect of POFA binder substitution variations on the freshness (workability and setting time) and mechanical characteristics of hard mortar, including Unconfined Compressive Strength (UCS) and dry density (bulk density) on the treatment life of room temperature (ambient curing)). The test results showed that the increase in the percentage of POFA gradually reduced the slump flow diameter due to the high water absorption by POFA particles and decreased the UCS value due to the presence of unreacted ash particles that interfered with the integrity of the foam bubble wall and matrix density. Correlation analysis between hard dry density and UCS values yielded a medium-level positive linear regression equation, indicating that matrix density contributes directly to the increase in material compressive support capacity. The use of POFA waste makes a real contribution to SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) through the development of geopolymer concrete materials as the foundation layer of environmentally friendly roads.*

**Keywords:** *Geopolymer Foam Mortar, Palm Oil Fuel Ash (POFA), Free Compressive Strength (UCS), Dry Density, Road Foundation Layer.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Karakteristik Performa Mekanis Mortar Busa Geopolimer Berbahan Dasar Abu Cangkang Sawit (POFA)”** ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penyusunan laporan ini didukung dan dibantu oleh berbagai pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Endy Agustian, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) Palembang.
2. Ibu Ir. Deby Sinta Devi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing yang turut membantu dan memberi banyak arahan serta masukan dalam menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Ir. Marguan Fauzi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama proses penyusunan laporan ini.
4. Bapak Ir. Denie Chandra, S.T., M.T. IPM. selaku Tim Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan evaluasi ilmiah yang membangun kualitas penelitian ini.
5. Ibu Ir. Ratih Baniva, S.T., M.T. selaku Tim Dosen Penguji yang turut memberikan masukan, saran, dan kritik yang membangun kualitas penelitian ini.
6. Kedua orang tua, istri dan anak-anak saya yang senantiasa memberikan doa, motivasi, serta dukungan moral maupun material.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang turut membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk kritik yang sehat dan saran yang membangun.

Palembang, 06 Agustus 2026

**Amar Subandra**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERSETUJUAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

ABSTRAK ..... i

*ABSTRACT* ..... ii

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR ISI..... iv

DAFTAR TABEL ..... vii

DAFTAR GAMBAR ..... viii

DAFTAR LAMPIRAN ..... ix

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 2

1.3 Tujuan Penelitian ..... 2

1.4 Ruang Lingkup Penelitian..... 3

1.5 Sistematika Penulisan ..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

2.1 Beton dan Mortar Geopolimer ..... 5

2.1.1 POFA sebagai Prekursor Utama dalam Sintesis Geopolimer .....5

2.1.2 Karakteristik Mortar Busa Geopolimer (*Foamed Geopolymer*).....6

2.1.3 Performa Mekanis, Densitas, dan Porositas Mortar Ringan.....7

2.2 Mortar Busa (*Foam Concrete*/Mortar)..... 7

2.3 Performa Mekanis Mortar Busa Geopolimer Berbasis POFA ..... 8

2.4 Material Penyusun *Geopolymer Foam Concrete* ..... 9

2.4.1 Abu Cangkang Sawit (*Palm Oil Fuel Ash / POFA*).....9

2.4.2 *Foaming Agent*.....11

|                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3 Agregat Halus .....                                                                                                     | 11        |
| 2.4.4 Air .....                                                                                                               | 12        |
| 2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Performa Mekanis Mortar Busa Geopolimer Berbasis ( <i>Palm Oil Fuel Ash / POFA</i> )..... | 13        |
| 2.5.1 Karakteristik dan Tingkat Kehalusan ( <i>Palm Oil Fuel Ash / POFA</i> ).....                                            | 13        |
| 2.5.2 Rasio <i>Foaming Agent</i> dan Air.....                                                                                 | 15        |
| 2.5.3 Rasio Agregat dan Prekursor .....                                                                                       | 17        |
| 2.5.4 Metode dan Suhu Perawatan ( <i>Curing Method</i> ) .....                                                                | 17        |
| 2.6 Workabilitas .....                                                                                                        | 19        |
| 2.7 Waktu Ikat ( <i>Setting Time</i> ).....                                                                                   | 19        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                                                                        | <b>20</b> |
| 3.1 Studi Literatur .....                                                                                                     | 20        |
| 3.2 Pengumpulan Data .....                                                                                                    | 20        |
| 3.2.1 Data Primer .....                                                                                                       | 20        |
| 3.2.2 Data Sekunder.....                                                                                                      | 20        |
| 3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian.....                                                                                       | 21        |
| 3.3.1 Bahan Penyusun Benda Uji .....                                                                                          | 21        |
| 3.3.2 Peralatan Laboratorium .....                                                                                            | 23        |
| 3.4 Perlakuan Awal Prekursor ( <i>Pretreatment of POFA</i> ).....                                                             | 27        |
| 3.5 Perencanaan Komposisi Campuran Perm <sup>3</sup> ( <i>Mix Design</i> ).....                                               | 27        |
| 3.6 Tahap Pengujian di Laboratorium .....                                                                                     | 28        |
| 3.6.1 Persiapan dan Karakterisasi Material .....                                                                              | 28        |
| 3.6.2 Pembuatan Busa .....                                                                                                    | 29        |
| 3.6.3 Pencampuran Mortar Busa Geopolimer ( <i>Mixing Process</i> ) .....                                                      | 29        |
| 3.7 Tahap Eksperimental dan Pengujian .....                                                                                   | 29        |
| 3.7.1 Pengujian Mortar Segar ( <i>Fresh Properties</i> ).....                                                                 | 29        |
| 3.7.2 Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ).....                                                                              | 29        |
| 3.8 Pengujian Parameter Mortar Keras. ....                                                                                    | 30        |
| 3.8.1 Pengujian Berat Jenis / Densitas Kering ( <i>Bulk Density</i> ) .....                                                   | 30        |
| 3.8.2 Pengujian Kuat Tekan Mekanis ( <i>Compressive Strength</i> ) .....                                                      | 30        |
| 3.9 Kerangka Berfikir.....                                                                                                    | 31        |
| 3.10 Alir Penelitian .....                                                                                                    | 32        |

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                            | <b>33</b> |
| 4.1 Karakteristik Material Penyusun.....                                           | 33        |
| 4.1.1 Hasil Karakteristik Kimiawi POFA ( <i>Palm Oil Fuel Ash</i> ).....           | 33        |
| 4.1.2 Hasil Karakteristik Fisik Agregat Halus (Pasir) .....                        | 34        |
| 4.1.3 Analisa Saringan .....                                                       | 35        |
| 4.2 Karakteristik Mortar Segar ( <i>Fresh Properties</i> ) .....                   | 35        |
| 4.2.1 Pengujian Nilai <i>Slump Flow</i> ( <i>Workabilitas</i> ) .....              | 36        |
| 4.2.2 Pengujian <i>Setting Time</i> .....                                          | 36        |
| 4.3 Karakteristik Parameter Mortar Keras .....                                     | 37        |
| 4.3.1 <i>Foaming Agent</i> (Agen pembusa) .....                                    | 37        |
| 4.3.2 Hasil Kuat Tekan Bebas ( <i>Unconfined Compressive Strength / UCS</i> )..... | 38        |
| 4.3.3 Hasil Pengujian Densitas Kering ( <i>Bulk Density</i> ).....                 | 46        |
| 4.4 Analisis Hubungan Korelasi Densitas Kering dan Kuat Tekan.....                 | 47        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                            | <b>50</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                               | 50        |
| 5.2 Saran.....                                                                     | 50        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                         | <b>52</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Komposisi Kimia Senyawa Oksida pada POFA (Sufian et al., 2025)...                                                       | 10 |
| Tabel 2.2 Pengaruh Proses Penggilingan terhadap Karakteristik Fisik Partikel POFA<br>.....                                        | 14 |
| Tabel 2.3 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar POFA pada Suhu Sekitar<br>(Olivia et al., 2017) .....                       | 14 |
| Tabel 2.4 SKh-2.7.21.2 Kuat Tekan (UCS) Minimum Umur 14 (empat belas) Hari...                                                     | 16 |
| Tabel 2.5 Perbandingan Metode Pengawetan Suhu Tinggi dan Suhu Ruangan pada<br>Geopolimer ( <i>Palm Oil Fuel Ash</i> / POFA) ..... | 18 |
| Tabel 3.1 <i>Design Mix Formula</i> (DMF) Mortar Busa untuk 1 m <sup>3</sup> UCS 2000 kPa.                                        | 28 |
| Tabel 3.2 Kerangka Berpikir .....                                                                                                 | 31 |
| Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) POFA.....                                                               | 33 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>specific gravity</i> dan penyerapan agregat halus .....                                              | 34 |
| Tabel 4.3 Pengujian Kuat Tekan Bebas Mortar Normal .....                                                                          | 38 |
| Tabel 4.4 Pengujian Kuat Tekan Bebas Mortar 20% ( <i>Palm Oil Fuel Ash</i> / POFA)<br>.....                                       | 40 |
| Tabel 4.5 Pengujian Kuat Tekan Bebas Mortar 30% ( <i>Palm Oil Fuel Ash</i> / POFA)<br>.....                                       | 41 |
| Tabel 4.6 Pengujian Kuat Tekan Bebas Mortar 40% ( <i>Palm Oil Fuel Ash</i> / POFA)<br>.....                                       | 42 |
| Tabel 4.7 Hasil Nilai Kuat Tekan Bebas (UCS) Mortar Ringan Geopolimer<br>Berdasarkan Umur Pengujian .....                         | 45 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Densitas Kering ( <i>Bulk Density</i> ) .....                                                           | 46 |
| Tabel 4.9 Analisis Regresi Berdasarkan Titik Grafik.....                                                                          | 48 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 <i>Palm Oil Fuel Ash (POFA)</i> .....                                                         | 21 |
| Gambar 3.2 <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i> .....                                                   | 21 |
| Gambar 3.3 <i>Foaming agent</i> .....                                                                    | 22 |
| Gambar 3.4 Agregat halus.....                                                                            | 22 |
| Gambar 3.5 Air.....                                                                                      | 23 |
| Gambar 3.6 <i>Foam generator dan compressor</i> .....                                                    | 23 |
| Gambar 3.7 <i>Shake shaker</i> .....                                                                     | 24 |
| Gambar 3.8 <i>Handmixer</i> .....                                                                        | 24 |
| Gambar 3.9 Cetakan ( <i>mould</i> ) .....                                                                | 25 |
| Gambar 3.10 <i>Slump Flow mini (flow table test)</i> .....                                               | 25 |
| Gambar 3.11 Labu ukur ( <i>volumetric flask</i> ) .....                                                  | 26 |
| Gambar 3.12 <i>Unconfined Compressive Strength (UCS)</i> .....                                           | 26 |
| Gambar 3.13 Timbangan digital dan oven pengering .....                                                   | 27 |
| Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian.....                                                                 | 32 |
| Gambar 4.1 Grafik Hasil pengujian analisis saringan agregat halus .....                                  | 35 |
| Gambar 4.2 Grafik Hasil pengujian <i>slump flow</i> berdasarkan rasio <i>foaming agent</i> dan air ..... | 36 |
| Gambar 4.3 Grafik Hasil pengujian <i>setting time</i> mortar geopolimer.....                             | 37 |
| Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Bebas Mortar Normal.....                                                    | 39 |
| Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Bebas Mortar 20% ( <i>Palm Oil Fuel Ash / POFA</i> )                        | 40 |
| Gambar 4.6 Grafik Kuat Tekan Bebas Mortar 30% ( <i>Palm Oil Fuel Ash / POFA</i> )                        | 42 |
| Gambar 4.7 Grafik Kuat Tekan Mortar 40% ( <i>Palm Oil Fuel Ash / POFA</i> ).....                         | 43 |
| Gambar 4.8 Grafik hasil pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS) mortar busa geopolimer .....                    | 44 |
| Gambar 4.9 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas (UCS) terhadap Umur Pengujian .....                    | 45 |
| Gambar 4.10 Grafik Analisis Hubungan Korelasi Densitas Kering dan Kuat Tekan .....                       | 47 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Administrasi Penelitian

Lampiran II : Dokumentasi Penelitian