

**PENGARUH ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI *FLY*
ASH TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN
MORTAR GEOPOLIMER**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

SALSA BILA FAHIRA

112022167

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2026

**PENGARUH ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI *FLY ASH* TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN
MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

SALSA BILA FAHIRA

112022167

Telah Disahkan Oleh :

**Dekan Fakultas Teknik
Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UM Palembang**

**Ir. A. Junaidi, M. T.
NIDN : 0202026502**

**Mira Setiawati, S. T., M. T.
NIDN : 0006078101**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI
FLY ASH TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN
MORTAR GEOPOLIMER**



Oleh :

SALSA BILA FAHIRA
112022167

Disetujui Oleh :

Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing I,

Mira Setiawati, S. T., M. T.
NIDN : 0006078101

Pembimbing II,

Adji Sutarna, S. T., M. T.
NIDN.: 0230099301

TUGAS AKHIR


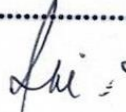
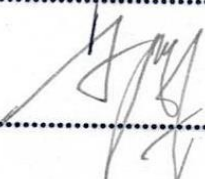
**PENGARUH ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI
FLY ASH TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN
MORTAR GEOPOLIMER**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**SALSA BILA FAHIRA
112022167**

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 23 April 2026

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

1. Ir. A. Junaidi, M. T
NIDN. 0202026502 
(.....)
2. Ir. Erny Agusri, M. T
NIDN. 0029086301 
(.....)
3. M. Hijrah Agung Sarwandy, S.T., M.T.
NIDN. 0219038701 
(.....)

**Tugas Akhir Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S. T)**

**Program Studi Teknik Sipil
Ketua Prodi Teknik Sipil**



**Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Salsa Bila Fahira
NIM : 112022167
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Mengatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Abu Cangkang Sawit Sebagai Bahan Substitusi *Fly Ash* Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer”** ini adalah benar – benar karya penulis sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya akan menanggung resiko sesuai dengan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 23 April 2026




Salsa Bila Fahira

NIM 11 2022 167

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya”
(Q.S Al – Baqarah : 286)**

Persembahan :

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Diri saya sendiri, yang telah bertahan sejauh ini, melewati lelah, ragu, dan jatuh bangun. Terima kasih sudah tidak menyerah dan terus berjuang sampai titik ini.
2. Kedua orang tua tercinta, ayahanda Sukaryono dan bunda Lita Sari Mullyani yang selalu menjadi tempat pulang, sumber doa, dan kekuatan terbesar dalam hidup saya. Terima kasih atas cinta, pengerbonan, dan dukungan tanpa henti.
3. Adikku tercinta, M. Hafidz Dafikha Dafi yang selalu memberikan semangat dan alasan untuk terus maju
4. Almamater tercinta, yang telah menjadi tempat belajar, bertumbuh, dan mengukir cerita
5. Sahabat penulis Khinanti Idellia Jati, Dinda Rahmania, Noufadhea Andina, Ririn Pratama Siska, yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan penuh kenangan indah.

PENGARUH ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI FLY ASH TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

INTISARI

Salsa Bila Fahira¹, Mira Setiawati², Adji Sutama³

Mortar geopolimer merupakan material ramah lingkungan yang dikembangkan untuk mengurangi penggunaan semen portland. Fly ash merupakan limbah pembakaran batubara yang tersedia dalam jumlah melimpah dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada mortar geopolimer. Penelitian ini mengkaji pemanfaatan abu cangkang sawit (ACS) sebagai bahan substitusi fly ash. Karena abu cangkang sawit (ACS) merupakan salah satu limbah yang mengandung silika dan alumina sehingga dapat berperan dalam reaksi geopolimerisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu cangkang sawit terhadap berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer. Variasi substitusi abu cangkang sawit yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat prekursor. Pengujian dilakukan pada umur 14, 21, dan 28 hari. Mortar dibuat menggunakan larutan alkali aktivator NaOH 14M dan Na₂SiO₃ perbandingan 2,5:1 dengan rasio larutan terhadap prekursor 0,5:1, agregat halus terhadap prekursor 2:1, serta penambahan superplasticizer 2% dari berat prekursor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan meningkat hingga variasi 10% abu cangkang sawit dan menurun pada variasi 15% dan 20%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa abu cangkang sawit efektif digunakan sebagai bahan substitusi fly ash hingga kadar optimum 10%. Peningkatan kuat tekan pada substitusi 10% disebabkan oleh kemampuan abu cangkang sawit mengisi pori dan bereaksi dengan larutan alkali aktivator, sedangkan pada penurunan pada substitusi lebih tinggi terjadi karena kelebihan substitusi mengganggu ikatan dan reaksi geopolimerisasi.

Kata kunci : Mortar geopolimer, abu cangkang sawit, *fly ash*, berat jenis, kuat tekan.

¹) : Mahasiswa

²) : Dosen Pembimbing 1

³) : Dosen Pembimbing 2

**THE EFFECT OF OIL PALM SHELL ASH AS A FLY ASH SUBSTITUTE
ON THE DENSITY AND COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER
MORTAR**

ABSTRACT

Salsa Bila Fahira¹, Mira Setiawati², Adji Sutama³

Geopolymer mortar is an environmentally friendly material developed to reduce the use of Portland cement. Fly ash, a by-product of coal combustion, is abundantly available and widely used as a binder in geopolymer mortar. This study investigates the utilization of oil palm shell ash (OPSA) as a substitute for fly ash, since OPSA contains silica and alumina, which can participate in the geopolymerization reaction.

This research aims to examine the effect of OPSA on the density and compressive strength of geopolymer mortar. The substitution variations of OPSA used were 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of the precursor weight, with testing conducted at 14, 21, and 28 days of curing. The mortar was prepared using an alkaline activator solution of 14 M NaOH and Na₂SiO₃ at a ratio of 2.5:1, with a solution-to-precursor ratio of 0.5:1, a fine aggregate-to-precursor ratio of 2:1, and the addition of 2% superplasticizer based on the precursor weight.

The results showed that compressive strength increased up to 10% OPSA substitution and decreased at 15% and 20% substitution. These results indicate that OPSA is effective as a fly ash substitute up to an optimum content of 10%. The increase in compressive strength at 10% substitution is attributed to the ability of OPSA to fill pores and react with the alkaline activator solution, while the decrease at higher substitutions is due to excessive replacement, which disrupts bonding and geopolymerization reactions.

Keywords: *geopolymer mortar, palm shell ash, fly ash, density, compressive strength.*

¹) : *Student*

²) : *Supervisor 1*

³) : *Supervisor 2*

PRAKATA

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Puji syukur kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, peneliti dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Abu Cangkang Sawit Sebagai Bahan Substitusi *Fly Ash* Terhadap Berat Jenis Dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer”.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat yang harus ditempuh pada tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberi bantuan, bimbingan dan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli S.E., M.M.**, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. **Bapak Ir. A. Junaidi, M.T.**, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. **Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T.**, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing 1, atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang tak ternilai selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. **Bapak Adji Utama, S.T., M.T.**, Selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, arahan, dan masukkan berharga yang telah diberikan. Saran dan koreksi bapak sangat membantu dalam penyempurnaan tugas akhir ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.
5. Kedua Orang Tua atas do'a, cinta, dan dukungan tanpa henti selama proses studi dan penyusunan tugas akhir ini. Kesabaran, pengorbanan, dan motivasi yang telah diberikan menjadi sumber kekuatan terbesar bagi saya untuk menyelesaikan penelitian ini.

6. Teman-teman atas dukungan, motivasi, dan kebersamaan selama proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini lebih ringan dan berkesan.

Dalam penulisan tugas akhir ini, Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan, baik dari segi isi maupun teknik penulisan yang terlepas dari pengamatan peneliti, hal ini tak lain dikarenakan oleh keterbatasan peneliti.

Akhir kata, peneliti mengucapkan terima kasih atas segala dukungannya semoga apa yang kita lakukan mendapatkan limpahan rahmat dari Allah SWT dan berguna bagi kita semua, Aamiin.

Palembang, 23 April 2026

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Salsa Bila Fahira', written over a circular stamp or mark.

Salsa Bila Fahira

NIM 11 2022 167

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
1.6. Bagan Alir Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1. Mortar.....	5
2.1.2. Mortar Geopolimer.....	8
2.2. Material Mortar Geopolimer.....	10
2.2.1. Aquades.....	10

2.2.2. Agregat Halus	11
2.2.3. Larutan Alkali Aktivator.....	14
2.2.4. Superplasticizer.....	15
2.2.5. Prekursor.....	15
2.3. Landasan Teori	19
2.3.1. Analisa Saringan Pada Agregat	19
2.3.2. Kadar Air Pada Agregat.....	19
2.3.3. Kadar Lumpur Pada Agregat	20
2.3.4. Berat Jenis dan Penyerapan Air	21
2.3.5. Berat Isi Pada Agregat	22
2.3.6. <i>Uji X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	22
2.4. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan.....	23
2.5. Beberapa Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1. Lokasi Penelitian	30
3.2. Bahan dan Peralatan	30
3.2.1. Bahan	30
3.2.2. Peralatan.....	34
3.3. Tahapan Pengujian Material.....	40
3.3.1. Analisa Saringan Pada Agregat	40
3.3.2. Kadar Air Pada Agregat.....	41
3.3.3. Kadar Lumpur Pada Agregat	42
3.3.4. Berat Jenis dan Penyerapan Air	43
3.3.5. Berat Isi Pada Agregat	45
3.4. Variabel Penelitian	46

3.5. Prosedur Penelitian	47
3.5.1. Persiapan Bahan Baku	47
3.5.2. Persiapan Larutan Alkali Aktivator	49
3.5.3. Pembuatan Mortar Geopolimer	49
3.6. Bagan Alir Penelitian	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Pengujian Agregat Halus	55
4.1.1. Analisa Saringan Pada Agregat	55
4.1.2. Kadar Air Pada Agregat.....	57
4.1.3. Kadar Lumpur Pada Agregat	57
4.1.4. Berat Jenis dan Penyerapan Air	57
4.1.5. Berat Isi Agregat	58
4.1.6. Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) Abu Cangkang Sawit.....	59
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar	60
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	64
4.4. Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Gradasi Agregat untuk Adukan	12
Tabel 2.2. Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i>	17
Tabel 2.3. Beberapa Penelitian Terdahulu	26
Tabel 2.4. Matriks Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3. 1. Rencana <i>Mix Design</i> Mortar Geopolimer	47
Tabel 3.2. Jumlah Benda Uji Berdasarkan Umur	47
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	56
Tabel 4.2. Hasil Uji Kadar Air	57
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur	57
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Berat Jenis	58
Tabel 4.5. Berat Isi Agregat	58
Tabel 4.6. Rangkuman Nilai Hasil Pengujian Agregat Halus	59
Tabel 4.7. Komposisi Kimia Abu Cangkang Sawit	59
Tabel 4.8. Data Pengujian Berat Jenis Umur 14 Hari	61
Tabel 4.9. Data Pengujian Berat Jenis Umur 21 Hari	61
Tabel 4.10. Data Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari	62
Tabel 4.11. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari	64
Tabel 4.12. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 21 Hari	64
Tabel 4.13. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari	65
Tabel 4.14. Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagan Alir Penelitian	4
Gambar 2.1. Gradasi Daerah Pasir Kasar.....	12
Gambar 2.2. Gradasi Daerah Pasir Sedang	13
Gambar 2.3. Gradasi Daerah Pasir Agak Halus	13
Gambar 2.4. Gradasi Daerah Pasir Halus.....	13
Gambar 3.1. <i>Fly Ash</i>	30
Gambar 3.2. Abu Cangkang Sawit.....	31
Gambar 3.3. Natrium Hidroksida (NaOH).....	32
Gambar 3.4. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	32
Gambar 3.5. Superplasticizer.....	33
Gambar 3.6. Aquades	33
Gambar 3.7. Pasir	34
Gambar 3.8. Wax	34
Gambar 3.9. Cetakan Mortar.....	35
Gambar 3.10. Timbangan Digital.....	35
Gambar 3.11. Gelas Ukur.....	36
Gambar 3.12. Centong Semen.....	36
Gambar 3.13. Plastik Wrapping	37
Gambar 3.14. Oven	37
Gambar 3.15. Ayakan Atau Saringan.....	38
Gambar 3.16. Wadah.....	38
Gambar 3.17. <i>Sieve Shaker Machine</i>	39
Gambar 3.18. Mixer Paddle	39
Gambar 3.19. Plat Besi.....	39
Gambar 3.20. Batang Penumbuk	40
Gambar 3.21. <i>Compression Testing Machine</i>	40
Gambar 3.22. Proses Pengayakan	41
Gambar 3.23. Pengovenan Agregat Halus	42
Gambar 3.24. Pencucian Menggunakan Saringan No 200	43

Gambar 3.25. Piknometer Berisi Benda Uji dan Air	45
Gambar 3.26. Proses Pemadatan	46
Gambar 3.27. Persiapan <i>Fly Ash</i>	48
Gambar 3.28. Persiapan Abu Cangkang Sawit	48
Gambar 3.29. Persiapan Pasir	49
Gambar 3.30. Persiapan Larutan Alkali Aktivator.....	49
Gambar 3.31. Pembuatan Larutan Alkali Aktivator	50
Gambar 3.32. Pencampuran <i>Fly Ash</i> dan Abu Cangkang Sawit.....	50
Gambar 3.33. Pencampuran Pasir Dengan <i>Fly Ash</i> dan Abu Cangkang Sawit	51
Gambar 3.34. Pencampuran Larutan Alkali Aktivator dan Superplasticizer.....	51
Gambar 3.35. Pencetakan Benda Uji	52
Gambar 3.36. Pengovenan Benda Uji	52
Gambar 3.37. Proses Pembongkaran Cetakan Uji	53
Gambar 3.38. Pengujian Benda Uji.....	53
Gambar 3.39. Bagan Alir Penelitian	54
Gambar 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	56
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar.....	62
Gambar 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	65
Gambar 4.4. Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar Umur 14 Hari	67
Gambar 4.5. Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar Umur 21 Hari	68
Gambar 4.6. Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar Umur 28 Hari	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi material konstruksi saat ini semakin diarahkan pada pemanfaatan bahan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan guna mengurangi ketergantungan terhadap semen portland konvensional yang diketahui menghasilkan emisi karbon dalam jumlah besar. Salah satu inovasi yang mengalami perkembangan signifikan adalah mortar geopolimer, material pengikat yang mengandung silika dan alumina yang diaktivasi menggunakan larutan alkali aktivator.

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor utama di Indonesia, yang menghasilkan limbah padat seperti abu cangkang sawit dalam jumlah besar. Menurut laporan Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2022), produksi minyak sawit mentah mencapai 47 juta ton pada tahun 2021, yang secara tidak langsung menghasilkan sekitar 2,35 – 3,29 juta ton limbah abu cangkang dari total biomassa. Limbah tersebut umumnya dibuang atau dibakar tanpa pengelolaan yang memadai, sehingga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan berupa pencemaran udara dan tanah. Berdasarkan data dari Asosiasi Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI, 2024) menghasilkan berbagai limbah biomassa dalam jumlah besar termasuk cangkang sawit sekitar 12 – 16 juta ton per tahun, namun pemanfaatannya masih relatif terbatas. Sementara itu, *fly ash* yang merupakan hasil samping pembakaran batubara telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada mortar geopolimer karena memiliki pozzolanik yang tinggi.

Masalah tertentu muncul ketika abu cangkang sawit dipertimbangkan sebagai bahan pengganti *fly ash* dalam campuran mortar geopolimer, terutama terkait dengan pengaruhnya terhadap berat jenis dan kuat tekan. Abu cangkang sawit mengandung silika dalam jumlah tinggi, namun kadungan aluminanya jauh lebih kecil dibandingkan *fly ash*, sehingga komposisi kimianya tidak sepenuhnya setara. Disamping itu, sifat fisik dan kimianya pun berbeda, seperti memiliki kadar karbon organik yang relatif lebih tinggi dan distribusi ukuran partikel yang

lebih luas dan beragam. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa substitusi abu cangkang sawit terhadap *fly ash* dapat mengubah struktur mikro mortar geopolimer, yang berpotensi mempengaruhi kerapatan dan kekuatan mekaniknya. Misalnya, studi oleh Susanto *et al.*, (2020), menemukan bahwa substitusi abu cangkang sawit terhadap *fly ash* hingga 30% meningkatkan kuat tekan mortar geopolimer, namun berat jenisnya cenderung menurun akibat pori-pori yang lebih besar. Urgensi penelitian ini terletak pada potensi pengolahan limbah sawit yang lebih berkelanjutan dan pengembangan bahan konstruksi alternatif yang efisien. Dengan meningkatnya permintaan bahan bangunan ramah lingkungan, mortar geopolimer yang menggunakan substitusi abu cangkang sawit terhadap *fly ash* dapat mengurangi penggunaan pada semen portland, sekaligus meminimalkan dampak lingkungan dari limbah sawit.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan abu cangkang sawit sebagai bahan pengganti sebagian *fly ash* pada mortar geopolimer, dengan variasi kadar abu cangkang sawit sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah menentukan persentase optimum abu cangkang sawit sebagai pengganti sebagian *fly ash* yang mampu memberikan pengaruh paling baik terhadap berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer?

1.3. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji sekaligus mengembangkan material konstruksi alternatif yang lebih ramah lingkungan namun tetap memiliki kinerja mekanis yang unggul.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan persentase abu cangkang sawit yang paling optimum sebagai pengganti sebagian *fly ash* dalam mempengaruhi berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian tetap terarah sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang telah ditetapkan, perlu ditentukan batasan masalah untuk memperjelas dan membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut :

1. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm. Terdapat 5 variasi *mix design*, masing-masing terdiri dari 3 sampel, sehingga total benda uji yang disiapkan adalah 45 benda uji.
2. Dalam penelitian ini, abu cangkang sawit digunakan sebagai bahan pengganti sebagian *fly ash*. Penentuan berat jenis dan pengujian kuat tekan mortar dilaksanakan pada umur 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.
3. Penelitian ini menggunakan larutan alkali aktivator berupa campuran sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3), dengan rasio Na_2SiO_3 terhadap NaOH sebesar 2,5:1.
4. Sampel dicuring dalam oven pada suhu 60° C selama 24 jam.
5. Penelitian ini menggunakan rasio larutan alkali aktivator terhadap prekursor sebesar 0,5:1, dengan larutan NaOH memiliki konsentrasi 14 M.
6. Perbandingan antara agregat halus dan prekursor ditetapkan sebesar 2:1
7. Penambahan superplasticizer sebesar 2% terhadap berat prekursor.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara umum, penelitian ini disusun ke dalam lima bab yang masing – masing dilengkapi dengan beberapa subbab sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bagian pendahuluan memuat Judul Tugas Akhir, Latar Belakang, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan penelitian, Batasan Masalah, serta Sistematika Penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Tinjauan pustaka dan landasan teori berisi kajian berdasarkan berbagai referensi yang relevan dan dapat dipertanggung jawabkan, yang menjelaskan tentang material penyusun mortar geopolimer beserta karakteristiknya, baik yang

berkaitan dengan metode pengujian yang dilakukan maupun sifat – sifatnya secara umum.

BAB III Metodologi Penelitian

Bagian ini menjelaskan secara umum metode pelaksanaan penelitian, meliputi waktu dan lokasi penelitian, bahan serta peralatan yang digunakan, serta tahapan dan rencana pelaksanaan penelitian.

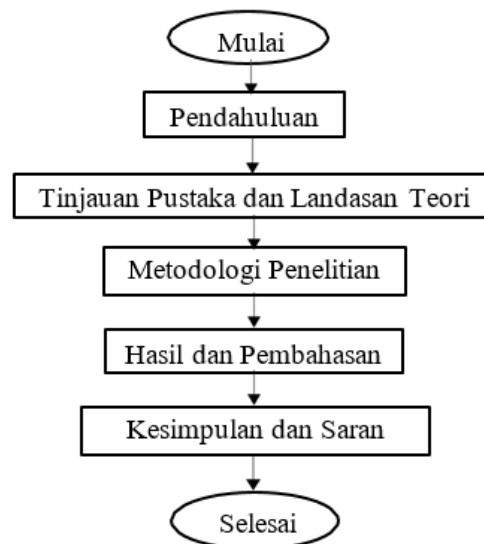
BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bagian ini memuat data hasil pengujian yang telah dilakukan beserta analisisnya, yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah proses interpretasi data.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

1.6. Bagan Alir Penulisan



Gambar 1.1. Bagan Alir Penulisan

DAFTAR PUSTAKA

- AELabGroup. (2025). *Aquades dan penggunaannya dalam laboratorium*. AELabGroup Publications.
- Al-Abdulhaleem, F., et al. (2024). Utilization of palm shell ash in geopolymer concrete: Mechanical and microstructural performance. *Journal of Cleaner Production*, 389, 136567.
- Altawil, A., & Olgun, O. (2025). Alkali activation mechanisms in geopolymers. *Materials Today Chemistry*, 28, 101098.
- Anisa, R., et al. (2024). Performance of fly ash-based geopolymer mortar activated by NaOH–Na₂SiO₃ solution. *Indonesian Journal of Civil Engineering*, 22(1), 15–26.
- Arif, M. (2025). Sustainable use of palm oil shell ash in construction materials. *Journal of Sustainable Materials*, 10(2), 78–90.
- Davidovits, J. (2020). *Geopolymer chemistry and applications* (4th ed.). Geopolymer Institute.
- Dessy, F., et al. (2025). Kekuatan tekan dan karakterisasi mikrostruktur mortar geopolimer berbasis abu terbang dan arang tempurung kelapa sawit. *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia.
- Dessy, R., et al. (2025). *Effect of sodium hydroxide concentration on geopolymer mortar properties*. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 23(2), 115–128.
- Dwibedy, S., et al. (2024). Precursor reactivity in geopolymer formation. *Magazine of Concrete Research*, 76(4), 203–215.
- Elmas, F., & Erma, R. (2025). *Influence of curing time on the compressive strength of geopolymer mortars*. *Materials Science Research*, 12(1), 45–56.
- Fadli Eka. (2020). Pemanfaatan limbah cangkang sawit sebagai pupuk kompos. *Jurnal Agrikultura*, 5(1), 12–20.
- Famararz, M., et al. (2025). *Relationship between density and compressive strength in geopolymer mortars*. *Construction Materials Journal*, 30(4), 210–221.
- GAPKI – Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia. (2024). *Statistik produksi dan limbah biomassa kelapa sawit 2023–2024*. GAPKI

Publications.

- Herisusanto, A., et al. (2023). *Effects of high replacement of fly ash by palm oil fuel ash on geopolymer mortar properties*. Indonesian Journal of Civil Engineering, 18(3), 90–101.
- Herisusanto, D. (2023). Mechanical properties of geopolymer mortar using palm shell ash. *Indonesian Concrete Journal*, 18(2), 45–57.
- Huseien, G. F., et al. (2026). *Optimization of geopolymer composition for mechanical performance*. Journal of Sustainable Construction Materials, 15(1), 12–28.
- Isfahani, F., & Jonbi, A. (2021). Model persamaan kuat tarik belah dan kuat tekan beton geopolimer dengan berbagai suhu perawatan. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 20(2), November 2021.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Laporan produksi minyak sawit nasional 2021*. Kementerian Pertanian RI.
- Nath, P., & Sarker, P. K. (2021). Effect of NaOH molarity on geopolymer mortar properties. *Construction and Building Materials*, 271, 121562.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education.
- Pearson, R. (2024). *Chemical properties and applications of distilled water in laboratory research*. Laboratory Science Press.
- Purba, S., et al. (2025). Role of sodium silicate in geopolymer gel formation. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 23(6), 345–359.
- Sandya, T., et al. (2025). Influence of activator solution on geopolymer mortar properties. *Journal of Materials Science*, 60, 1123–1137.
- Shinta, D., et al. (2024). *Utilization of palm oil fuel ash as partial replacement of fly ash in geopolymer mortar*. Journal of Engineering Materials, 19(2), 77–89.
- Siddique, R., & Khan, M. I. (2021). Effect of superplasticizer on workability and strength of concrete. *Journal of Building Engineering*, 33, 101548.
- Siti, N., et al. (2020). Effect of porosity and water absorption on compressive strength of fly ash based geopolymer and OPC paste. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Materials (ICoSM 2020)*
- SNI 03-1750-1990. *Metode pengujian kadar lumpur pada agregat halus*. Badan

Standardisasi Nasional.

SNI 03-1969-1990. *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-1971-1990. *Metode pengujian kadar air pada agregat*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-2461-2002. *Agregat halus untuk mortar dan beton*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-6820-2002. *Spesifikasi agregat halus untuk beton dan mortar*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-6825-2002. *Pengujian kuat tekan mortar semen portland*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-6867-2002. *Abu terbang batubara – Spesifikasi dan klasifikasi*. Badan Standardisasi Nasional.

Sultan, M., et al. (2024). Pengaruh moralitas natrium hidroksida terhadap kuat tekan dan porositas mortar ringan geopolimer. *Techno*, 26(1), 19–24.

Sutama, A., & Oemiati, N. (2022). *Studi mikrostruktur beton ringan geopolimer dengan Scanning Electron microscope (SEM) dan X – Ray Diffraction (XRD)*. Jurnal Deformasi.

Triana, S., et al. (2025). *Time-dependent densification in geopolymers matrices*. *Advanced Cement Research*, 37(1), 34–46.

Van Jaarsveld, J., et al. (2020). Geopolymerisation of fly ash and related aluminosilicates. *Journal of Materials Science*, 55(2), 654–671.

Yudhi, R., et al. (2015). *Influence of alkali activator ratios on geopolymer mortar strength*. *Procedia Engineering*, 125, 215–223.

Yuwono, S., et al. (2024). *Progress of geopolymerization reaction and compressive strength development*. *Indonesian Journal of Concrete Research*, 16(2), 55–68.

Zaimi, M., et al. (2023). Potential of palm oil fuel ash as a partial replacement of fine aggregates for improved fresh and hardened mortar performance. *Advances in Civil Engineering*, 2023, Article ID 9064645, 12 pages.

Zhafran Nafis, A. (2025). *Porosity reduction and mechanical enhancement in geopolymers*. *Journal of Construction Science*, 28(3), 134–145.

Zhang, H., et al. (2023). *Filler effect of fine particles on the density and microstructure of geopolymer mortars*. *Cement and Concrete Composites*, 123, 104–115.

Zhang, L., Wang, H., & Li, Y. (2022). Alkali activators in geopolymer cement: A review. *Cement and Concrete Composites*, 132, 104622.

Zulkarnain, M., & Chair, M. (2022). Properties of palm shell ash as pozzolanic material for concrete and mortar. *Indonesian Journal of Civil Engineering Research*, 17(3), 123–135.