

**PENGARUH VARIASI RASIO *FLY ASH* DAN AGREGAT
HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR
MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS *SCANNING
ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Disusun Oleh:
MIRANDA JUWITA SARI
NIM. 112022034**

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

2026

**PENGARUH VARIASI RASIO *FLY ASH* DAN AGREGAT
HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR
MORTAR GEPOLIMER BERBASIS *SCANNING
ELECTRON MICROSCOPE (SEM)***



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

MIRANDA JUWITA SARI

NIM. 112022034

Disetujui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Univ. Muhammadiyah Palembang

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik UM Palembang



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



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

**PENGARUH VARIASI RASIO *FLY ASH* DAN AGREGAT
HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR
MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS *SCANNING
ELECTRON MICROSCOPE (SEM)***



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

MIRANDA JUWITA SARI

NIM. 112022034

Disetujui Oleh :

Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing I

Ir. Erny Agusri, M.T.
NIDN. 0029086301

Pembimbing II

Adji Sutama, S.T., M.T.
NIDN. 0230099301

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI *FLY ASH* DAN AGREGAT HALUS
TERHADAP KARATERISTIK MIKROSTRUKTUR
MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS *SCANNING*
ELECTRON MICROSCOPE (SEM)

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

MIRANDA JUWITA SARI
NIM. 112022034

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif

Pada Tanggal, 04 Agustus 2026

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Dewan Penguji

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


(.....)

2. **Ir. R.A. Sri Martini, M.T.**
NIDN. 0203037001


(.....)

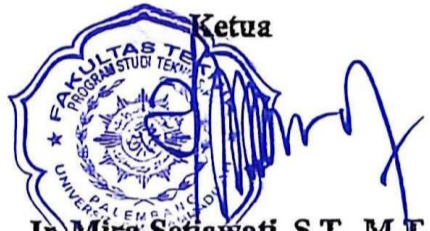
3. **M. Hijrah Agung Sarwandy, S.T., M.T.**
NIDN. 0219038701


(.....)

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

Palembang, 04 Agustus 2026

Program Studi Teknik Sipil ,

Ketua

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

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miranda Juwita Sari

NIM : 112022034

Program Studi : Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini mneyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “PENGARUH VARIASI RASIO *FLY ASH* DAN AGREGAT HALUS TERHADAP KARATERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)” ini adalah benar-benar karya penulis sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan. Apanila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya akan menanggung resiko sesuai dengan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 04 Agustus 2026



Miranda Juwita Sari
NIM: 112022034

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Sebuah perjuangan mungkin melelahkan, tetapi menyerah akan lebih menyakitkan”

(Pramoedya Ananta Toer)

“Kesuksesan terbesar adalah mampu melewati masa sulit tanpa kehilangan diri sendiri”

(Vicenzo)

Persembahan :

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Terima kasih kepada Allah SWT, yang melimpahkan kekuatan serta hidayah kepada saya untuk terus berjuang dan tidak menyerah dalam pembuatan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya beserta kakak dan kakak Perempuan saya dan keponakan tersayang yang telah memberikan semangat beserta do'a, gelar ini saya persembahkan untuk kalian.
3. Pembimbing saya Ibu Ir. Erny Agusri, M.T., dan Bapak Adji Utama, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat selama menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan yang telah ikut membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
5. Almamaterku.

**PENGARUH VARIASI RASIO *FLY ASH* DAN AGREGAT
HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR
MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS *SCANNING
ELECTRON MICROSCOPE (SEM)***

INTISARI

Miranda Juwita Sari (112022034) – Teknik Sipil - Pengaruh Variasi Rasio *Fly Ash* dan Agregat Halus Terhadap Karakteristik Mikrostruktur Mortar Geopolimer Berbasis *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

Isu keberlanjutan lingkungan mendorong pengembangan mortar geopolimer berbahan *fly ash* sebagai pengganti semen portland untuk mengurangi limbah konstruksi dan emisi CO₂ dari industri semen. Dalam mortar geopolimer, rasio *fly ash* dan agregat halus berpengaruh terhadap sifat mekanik dan mikrostruktur mortar geopolimer, seperti kuat tekan, porositas, dan tingkat kerapatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio *fly ash* dan agregat halus terhadap mortar geopolimer serta menganalisis mikrostruktur menggunakan *scanning electron microscope (SEM)*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium dengan *fly ash* sebagai prekursor. Larutan alkali aktivator yang terdiri dari kombinasi natrium hidroksida (NaOH) dengan molaritas 14 M dan natrium silika (Na₂SiO₃) dengan perbandingan 2,5 : 1. Dengan penambahan superplasticizer sebesar 2% dari berat *fly ash*. Variasi rasio *fly ash* dan agregat halus yang digunakan adalah 1:0,5, 1:1, 1:1,5, 1:2, dan 1:2,5. Benda uji berupa kubus berukuran 50x50x50 mm yang dicuring pada suhu 60°C selama 24 jam, pengujian meliputi berat jenis, kuat tekan, dan analisis mikrostruktur SEM pada umur 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 1:1 sebesar 48,67 MPa dengan nilai berat jenis rata-rata sebesar 2184,00 kg/m³. Hasil SEM menunjukkan bahwa pada variasi 1:1 memiliki mikrostruktur yang lebih padat dengan ukuran pori sebesar 0,6-1,2 µm dan microcrack sebesar 0,7-2,0 µm. Sementara itu, variasi lain mengalami penurunan kuat tekan dan berat jenis yang diakibatkan oleh munculnya rongga serta microcrack yang lebih besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi *fly ash* dan agregat halus optimum karena menghasilkan mortar geopolimer dengan mikrostruktur yang lebih padat, ukuran pori dan microcrack yang lebih kecil, serta kuat tekan yang tinggi.

Kata kunci: mortar geopolimer, *fly ash*, agregat halus, *Scanning Electron Microscope*.

***THE EFFECT OF VARIATIONS IN THE RATIO OF FLY ASH
AND FINE AGGREGATE ON MICROSTRUCTURAL
CHARACTERISTICS OF GEOPOLYMER MORTAR AS
OBSERVED BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)***

ABTRACT

Miranda Juwita Sari (112022034) – *Civil Engineering - The Effect Of Variations in the Ratio Of Fly Ash and Fine Aggregate On Microstructural Characterisitcs of Geopolymer Mortar as Observed by Scanning Electron Microscope (SEM).*

Environmental sustainability concerns have driven the development of fly ash-based geopolymer mortar as a substitute for portland cement industry. Ingeopolymer mortar, the ratio of fly ash to fine aggregate effects the mechanical properties and microstructure of the mortar, such as dompressive the effect of varying fly ash and fine aggregate ratios on geopolymer mortar and to analyze the microstruktur using a scanning electron microscope (SEM).

The study employed an laboratory experimental method using fly ash as the precursor. The alkali activator solution consisted of a combination of sodium hydrixide (NaOH) with as molarity of 14 M and sodium silicate (Na₂SiO₃) in a 2,5 : 1 ratio. A superplasticizer was added at a concentration of 2 % by weight of the fly ash. The variations in the fly ash to fine aggregate ratio used were 1:0,5, 1:1, 1:1,5, 1:2, and 1:2,5. The test specimens were 50X50X50 mm cubes cured at 60°C for 24 hours, testing included bulk density, compressive strength, and SEM microstructural analysis at 28 days.

The test result showed that the highest compressive strength was obtained in the 1:1 mixture, at 48,67 MPa, with an average bulk density of 2184,00 kg/m³. SEM result indicated that the 1:1 mixture had a denser microstructure with pore sizes of 0,6-1,2 µm and microcracks of 0,7-2,0 µm. Meanwhile, the other variations exhibited a decrease in compressive strength and density due to the presence of voids and large microcracks.. Thuse, it can be concluded that the 1:1 fly ash to fine aggregate ratio is optimal because it produces geopolymer mortar with a denser microstructure, smaller pore and microcrack sizes, and high compressive strength.

Keyword: *geopolymer mortar, fly ash, fine aggregate, scanning electron microscope.*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum. Wr. Wb

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengaruh Variasi Rasio *Fly Ash* dan Agregat Halus Terhadap Karakteristik Mikrostruktur Mortar Geopolimer Berbasis *Scanning Electron Microscope* (SEM)”**.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan tugas akhir pada program Strata-1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun material sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukan 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 Strudi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. **Ibu Ir. Erny Agusri, M.T.**, selaku Dosen Pembimbing I
5. **Bapak Adji Utama, S.T., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II
6. Segenap dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang sangat bermanfaat sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Kedua orang tua tercinta Ayah dan Ibu yang selalu memberikan do'a serta dukungan yang selalu berjuang dan mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, berkorban keringat, tenaga, dan pikiran dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
8. Kakak-kakak Saya yang telah memberi semangat serta dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan yang telah ikut membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini.

Palembang, 04 Agustus 2026

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'M' and 'J'.

Miranda Juwita Sari
NIM. 112022034

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Mortar.....	5
2.2 Jenis-Jenis Mortar	5
2.2.1 Mortar Berdasarkan Bahannya	5
2.2.2 Mortar Berdasarkan Fungsinya.....	7
2.2.3 Mortar Berdasarkan SNI 03-6882-2002	8
2.3 Mortar Geopolimer.....	8
2.4 Material Penyusun Mortar Geopolimer.....	9
2.4.1 Aquades	9
2.4.2 Agregat Halus	10
2.4.3 <i>Fly Ash</i>	12
2.4.4 Larutan Alkali Aktivator	13

2.4.5 Superplasticizer	14
2.5 Mikrostruktur	15
2.6 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	15
2.7 Penelitian Terdahulu.....	18
2.8 Penggunaan Jenis Aplikasi	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Lokasi Penelitian	26
3.2 Jenis Penelitian	26
3.3 Variabel Penelitian.....	26
3.4 Persiapan	26
3.5 Alat Yang Digunakan	27
3.6 Bahan Yang Digunakan	33
3.7 Pengujian Material	35
3.7.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	35
3.7.2 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	37
3.7.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	38
3.7.4 Pemeriksaan Keausan Kadar Lumpur (<i>Clay Lump</i>)	40
3.7.5 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	41
3.8 Penggunaan Aplikasi ImageJ dan Origin	43
3.8.1 Aplikasi ImageJ	43
3.8.2 Aplikasi Origin	43
3.9 Bagan Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	45
4.1.1 Analisa Saringan Agregat Halus	45
4.1.2 Kadar Air Agregat Halus.....	46
4.1.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	46
4.1.4 Kadar Lumpur Agregat Halus.....	47
4.1.5 Berat Isi Agregat Halus.....	47
4.1.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan Mortar	48
4.2 Hasil Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	49
4.2.1 Hasil Pengujian SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:0,5.....	50

4.2.2 Hasil Pengujian SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1.....	52
4.2.3 Hasil Pengujian SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1,5.....	54
4.2.4 Hasil Pengujian SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2.....	56
4.2.5 Hasil Pengujian SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2,5	58
4.3 Hubungan Berat Jenis, Kuat Tekan Dan Mikrostruktur	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus	11
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	45
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Air Agregat Halus	46
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyeparan Air Agregat Halus.....	47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur	47
Tabel 4.5 Hasil Uji Berat Isi Agregat Halus	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari .	48
Tabel 4.7 Ukuran Pori-Pori dan Lebar <i>Microcracks</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Instrumentasi SEM	16
Gambar 2.2 Hasil Pengujian SEM BRG-0%-12M-14M dan BRG-5%-12M-14M.	17
Gambar 2.3 Mikrograf (SEM) Pasta Geopolimer	17
Gambar 2.4 Hasil Karakteristik SEM Mortar Geopolimer Sampel MG-P 0% (A) dan MG-P 30% (B)	18
Gambar 3.1 Timbangan Digital	27
Gambar 3.2 Saringan atau Ayakan.....	27
Gambar 3.3 <i>Hand Bor Mixer</i>	28
Gambar 3.4 Gelas Ukur	28
Gambar 3.5 <i>Wax</i>	28
Gambar 3.6 Oven.....	29
Gambar 3.7 Alat Pengguncang (<i>Sieve Shaker</i>).....	29
Gambar 3.8 <i>Stop Watch</i>	29
Gambar 3.9 Palu Karet	30
Gambar 3.10 Plat Besi	30
Gambar 3.11 Plastik Wrapping	30
Gamabr 3.12 Baskom	31
Gambar 3.13 Bejana	31
Gambar 3.14 Alat Penumbuk.....	31
Gambar 3.15 Centong Semen.....	32
Gambar 3.16 Cetakan Mortar 5x5x5 cm	32
Gambar 3.17 Alat Uji SEM	32
Gambar 3.18 Aquades.....	33
Gambar 3. 19 Agregat Halus	33
Gambar 3.20 <i>Fly Ash</i>	34
Gambar 3.21 Natrium Hidroksida (NaOH)	34
Gambar 3.22 Natrium Silika (Na ₂ SiO ₃)	34
Gambar 3.23 Superplasticizer.....	35

Gambar 3.24 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	37
Gambar 3.25 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	38
Gambar 3.26 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	40
Gambar 3.27 Pemeriksaan Keausan Kadar Lumpur.....	41
Gambar 3.28 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	42
Gambar 3.29 Bagan Alir Penelitian	44
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	46
Gambar 4.2 Distribusi Partikel Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:0,5	50
Gambar 4.3 Hasil Morfologi SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:0,5	51
Gambar 4.4 Distribusi Partikel Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1	52
Gambar 4.5 Hasil Morfologi SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1 ...	53
Gambar 4.6 Distribusi Partikel Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1,5	54
Gambar 4.7 Hasil Morfologi SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:1,5	55
Gambar 4.8 Distribusi Partikel Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2	56
Gambar 4.9 Hasil Morfologi SEM Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2 ...	57
Gambar 4.10 Distribusi Partikel Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2,5	58
Gambar 4.11 Hasil Morfologi Variasi <i>Fly Ash</i> dan Agregat Halus 1:2,5	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu keberlanjutan lingkungan kini semakin mendapat perhatian ditingkat global. Upaya ini diarahkan demi mempertahankan kelestarian sumber daya alam dan keseimbangan ekosistem agar kebutuhan serta kesejahteraan generasi mendatang tetap terjamin. Dalam hal ini, limbah dari kegiatan konstruksi bisa dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan dan keselamatan manusia apabila tidak memperoleh penanganan yang tepat. Melalui hal itu, perkembangan teknologi material saat ini cenderung mengarah pada pemanfaatan bahan yang lebih ramah lingkungan sebagai pengganti material konvensional (Terapan *et al.*, 2025).

Salah satunya inovasi material yang sedang berkembang adalah mortar geopolimer, yaitu bahan pengikat yang tidak bergantung pada semen portland, melainkan memanfaatkan bahan *pozzolan* seperti *fly ash* yang termasuk ke dalam jenis limbah hasil bakaran batu bara. Penggunaan *fly ash* sebagai komponen utama dalam mortar geopolimer tidak sebatas berkontribusi meminimalisir pencemaran lingkungan, namun turut meredam emisi gas karbon dioksida (CO₂), yang dihasilkan oleh industri semen yang selama ini menjadi sumber utama emisi karbon global. Secara umum, mortar terdiri dari beberapa bahan pokok termasuk semen, agregat halus, dan air. Fungsi utama mortar yakni sebagai pengikat, pengisi, dan penutup sejumlah celah yang kurang tertata antara beberapa blok bangunan (Brazilun *et al.*, 2024).

Pada pembuatan mortar geopolimer, rasio antara *fly ash* dan agregat halus memiliki peran penting terhadap sifat mekanik dan mikrostruktur yang terbentuk. Perbandingan yang tidak tepat dapat mempengaruhi kekuatan tekan, kepadatan, serta porositas mortar yang dihasilkan. Rasio *fly ash* yang teramat besar dapat merapuhkan campuran, sementara jumlah agregat halus yang berlebihan dapat menghambat proses ikatan kimia antara material geopolimer. Melalui kondisi demikian, ketetapan rasio menjadi kunci dalam mendapatkan mortar dengan karakteristik yang optimal.

Di sisi lain, mortar geopolimer harus dipandang sebagai material dua fase yang melibatkan fase pengikat dan fase agregat. Namun, pengaruh agregat terhadap sifat-sifat mortar geopolimer masih terbatas. Parameter yang meliputi fraksi volume agregat, gradasi agregat halus, proporsi campuran, jenis agregat dan reaktivitasnya dalam pengikat geopolimer, ikatan agregat dan matriks geopolimer, densitas zona transisi antarmuka, dan sifat-sifat mikrostruktur, semuanya harus dipelajari secara luas (Malkawi, 2023).

Dalam campuran mortar geopolimer, agregat halus tidak sebatas berguna menjadi bahan pengisi, namun turut mempengaruhi proses pembentukan mikrostruktur dan sifat mekanik. Perbedaan rasio antara *fly ash* dan agregat halus dapat mempengaruhi tingkat porositas, kerapatan, serta ikatan antarpartikel pada mortar. Jika campurannya tidak sesuai, mortar dapat menjadi lebih mudah retak dan kekuatannya menurun. Selain itu, ukuran dan tingkat kehalusan agregat halus juga berpengaruh terhadap kualitas mortar. Karena itu, perlu dilakukannya pengamatan terhadap mikrostruktur untuk mengetahui pengaruh variasi campuran tersebut. Pada penelitian ini, pengamatan dilaksanakan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) guna melihat kondisi permukaan mortar, pori-pori, serta tingkat kerapatannya, dari hasil pengamatan tersebut dapat diketahui hubungan antara variasi campuran *fly ash* dan agregat halus terhadap karakteristik mortar geopolimer yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi rasio *fly ash* dan agregat halus terhadap karakteristik mikrostruktur mortar geopolimer yang diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini yakni untuk mengetahui pengaruh variasi rasio *fly ash* dan agregat halus terhadap mortar geopolimer, serta untuk memahami mikrostruktur mortar geopolimer menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni untuk menganalisis mikrostruktur mortar geopolimer menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM), sehingga dapat diketahui kondisi permukaan, tingkat kerapatan, serta hubungan antara variasi campuran dengan karakteristik mikrostruktur mortar geopolimer.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan tujuan penelitian sebelumnya, maka diperlukan batasan masalah yang dibahas untuk dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Sampel mortar yang diambil dari hasil kuat tekan mortar yang telah dilakukan saat umur 28 hari dan diambil dari salah satu sampel yang mempunyai nilai kuat tekan mortar paling tinggi.
2. Sampel mortar yang dipergunakan memiliki bentuk bongkahan.
3. Penelitian ini memuat bahasan terkait hasil pengaruh mikrostruktur yang diperoleh dari proses uji SEM (*Scanning Electron Microscope*).
4. Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilaksanakan di laboratorium pusat survei geologi, Bandung.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam penyelesaian laporan tugas akhir, hal - hal yang terdapat pada lima bab yang diatur dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan terkait latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka berisikan tentang pembahasan tinjauan literatur pada penelitian sebelumnya terkait teori dan literatur yang memiliki keterkaitan erat pada mortar geopolimer yang dikaji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan terkait metode dan langkah yang dipergunakan selama pengumpulan data beserta runtutan tahapan yang dilalui selama pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan melalui pengolahan data yang diperoleh dari proses uji bahan yang dipakai dan juga uji laboratorium, khususnya pengujian mikrostruktur berbasis *Scanning Electron Microscope* (SEM)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memaparkan kesimpulan yang berisikan rangkuman hasil penelitian beserta saran yang dapat membangun penelitian baru di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Azman, M., & Abunahel, A. (2020). *SEM for nanoscale particle dispersion analysis*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6414-2002: Spesifikasi Fly Ash untuk Beton*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 2460:2014: Spesifikasi abu terbang batu bara dan pozzolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton*. Jakarta: BSN.
- Brazilun, M., Makassar, U. N., Makassar, U. N., Makassar, U. N., Korespondensi, P., & Geopolimer, M. (2024). Tanjung Bunga Makassar . Bentangan pasir pantai yang cukup luas dan jumlah pasir halus dengan alasan mudah didapat . menggunakan semen sebagai pengikat , tetapi menggunakan *fly ash* sebagai pengganti Al-Si , yang akan melepaskan ikatan Si-O-Al-O (Rizal *et al .*, 2020). Salah satu limbah. 2, 228–237. <https://doi.org/10.35580/jspf.v20i2.3695>
- Davidovits, J. (2013). *Geopolymer Chemistry and Applications*. Geopolymer Institute.
- Desimaliana, E., & Rosmanidar, D. (2024). Analisis Biaya Terhadap Penggunaan Limbah Marmer dan Abu Sekam Padi pada Mortar Geopolimer. *Journal of Sustainable Construction*, 3(2), 45–53.
- Heng Li, Gao, P., Xu, F., Sun, T., Zhou, Y., Zhu, J., Peng, C., & Lin, J. (2021). *Effect of Fine Aggregate Particle Characteristics on Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer Mortar*. *Minerals*, 11(807), 1–22.
- Mohammadhosseini, H., et al. (2019). *Microstructural analysis of geopolymer hydration*.
- Malkawi, A. B. (2023). bangunan Pengaruh Agregat terhadap Kinerja Beton Geopolimer Berbasis *Fly Ash*. <https://doi.org/10.3390/bangunan13030769>
- Nursyarfil, M., & Taufiq, T. (2020). Pemanfaatan GGBFS sebagai Bahan Tambah Adukan Mortar. *Pocensi*, 22(1), 44–48.

- Sutama, A., Oemiati, N., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Palembang, U. M. (2022). STUDI MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN GEOPOLIMER DENGAN *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM) DAN X-RAY *DIFFRACTION* (XRD) C-S-H yang berdampak positif pada kenaikan kuat tekan , matriks menjadi lebih padat , dan al . , 2013). Material yang digunakan pada penelitian ini adalah abu terbang kelas F dan. 7, 145–160.
- Terapan, P., Sipil, T., Halus, A., Ulang, D., Setiawan, P., Lin, W., Ummati, A. M., Wirawan, N. B., Sipil, T., Sumatera, I. T., & Selatan, L. (2025). MENINGTEGRASIKAN ABU LAYANG ULTRAFIN REAKTIF (RUFA) DAN. 06(01), 35–50. <https://doi.org/10.32722/arcee>
- Zihao, L., Takasu, K., Koyomada, H., & Suiyama, H. (2023). *Study on the Effect of Recycled Fine Aggregate Qualities on Fly ash/GGBS-Based Geopolymer Mortar.*