

**PENGARUH MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER
DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH**



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

Oleh :

SEPTI WIRDIAN

11 2021 088

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025**

**PENGARUH MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER
DENGAN VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH**



TUGAS AKHIR

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

Oleh :

SEPTI WIRDIAN

11 2021 088

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH
TERHADAP MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER**



OLEH :
SEPTI WIRDIAN
11 2021 088

Mengetahui

Disetujui,
Dekan Fakultas Teknik



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

Disetujui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH
TERHADAP MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER**



OLEH :
SEPTI WIRDIAN
11 2021 088

Mengetahui

Disetujui, Dosen Pembimbing I

Ir. Nurnilam Oemiati, M.T.
NIDN. 0220106301

Disetujui, Dosen Pembimbing II

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

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH
TERHADAP MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER

OLEH :
SEPTI WIRDIAN
11 2021 088

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal 24 Desember 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI :

1. Ir. Revisdah, M.T.
NIDN. 0231056403

(.....)

2. Ir. Noto Royan, M.T.
NIDN. 0203126801

(.....)

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

(.....)

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)

Palembang, 24 Desember 2025

Program Studi Teknik Sipil
Ketua



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septi Wirdian
NIM : 11202088
Program Studi : Sipil
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH TERHADAP MIKROSTRUKTUR 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, Oktober 2025



Septi Wirdian
Septi Wirdian

NIM : 112021088

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“ Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Qs. Al-Insyirah : 5-6)

“ Terlambat bukan berarti gagal, cepat bukan berarti hebat. Terlambat bukan berarti alasan untuk menyerah, setiap orang mempunyai proses yang berbeda. PERCAYA PROSES itu yang paling penting, karena Allah telah mempersiapkan hal baik dibalik kata proses yang dianggap rumit.”

(Edward Satria)

PELAN

Satu Langkah lebih baik daripada tidak sama sekali dan jangan menghindari apa yang terjadi -Rzco

Persembahan :

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Terimakasih kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan kekuatan serta kemudahan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- ❖ Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Irwan dan Mamak Karniati, terimakasih banyak telah sabar, memberikan doa dan semangat serta ketulusan kalian dalam merawat dan membesarkan saya sehingga sampai dititik ini, gelar ini saya persembahkan untuk kalian.
- ❖ Kedua saudara/i kandung saya, Hendrawan dan Keysha Maharani yang telah memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- ❖ Orang terkasih yaitu nenek saya tercinta, Hj. Indo Jemma wati yang telah memberikan saya semangat dan kasih sayang walaupun tidak sampai dititik saya mendapatkan gelar ini.
- ❖ Dosen pembimbing saya Ibu Ir. Nurnilam Oemiati, M.T. dan Bapak Adji Utama, S.T., M.T yang telah membimbingku, memberikan ilmu baru, dan arahan serta saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- ❖ Semua keluarga yaitu Keluarga Ambo Akung dan Keluarga Ambo Kui.
- ❖ Alamamaterku, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Diri sendiri, septi wirdian yang telah kuat sampai dititik ini.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warrohmatullahi wabarokatuh

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT. atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH TERHADAP MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER”**. Tugas akhir ini disusun untuk diajukan sebagai syarat dalam ujian sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang. Saya menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang 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 Universitas Muhammadiyah Palembang. Dan Juga Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis.
4. Ibu Ir. Nurnilam Oemiati, M.T., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan kepada penulis.
5. Bapak Adji Utama, S.T.,M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan waktu, ilmu, serta arahan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil dan para Staf Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Orang tua, saudara, saudara, dan keluarga yang sangat saya sayangi yang telah memberikan dukungan dan do'a sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Asisten Laboratorium yang membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan yang telah menemani semasa kuliah hingga tugas akhir ini selesai.
10. Semua yang telah membantu dan memberikan bimbingan serta arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungannya semoga semua yang kita lakukan selalu mendapat limpahan rahmat dan karunia dari Allah SWT, Aamiin ya rabbalalamiin. Wassalamu'alaikum warrohmatullahi wabarokatuh

Palembang, Oktober 2025

Septi Wirdian
NIM : 112021088

PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH DAN KOH TERHADAP MIKROSTRUKTUR MORTAR GEOPOLIMER

Septi Wirdian¹, Nurnilam Oemiati², Adji Sutama³

INTISARI

Septi Wirdian/112021088/Pengaruh Variasi Molaritas Naoh Dan Koh Terhadap Mikrostruktur Mortar Geopolimer /Teknik Sipil.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan variasi molaritas NaOH dan KOH dalam pembuatan mortar geopolimer dengan menggunakan pengujian *scanning electron microscope* (SEM). Penelitian ini dilakukan dengan variasi molaritas NaOH dan KOH 10M, 12M, 14M, dan 16M. Metode yang digunakan dalam pengujian karakteristik fisik dan mekanik bahan, pengujian kuat tekan mortar pada umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan molaritas larutan alkali berpengaruh signifikan terhadap tingkat kerapatan dan homogenitas mikrostruktur mortar geopolimer. Pada molaritas rendah (10 M dan 12 M), mikrostruktur masih menunjukkan pori-pori yang cukup besar dan ikatan antar partikel belum sempurna, sehingga menghasilkan kuat tekan yang relatif rendah. Peningkatan molaritas hingga 14 M menghasilkan struktur mikro yang lebih padat, homogen, dan memiliki ikatan antar partikel yang kuat akibat terbentuknya gel pengikat N–A–S–H (pada NaOH) dan K–A–S–H (pada KOH) secara optimal.

Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada NaOH 14 M sebesar 46,76 MPa dan KOH 14 M sebesar 43,63 MPa. Namun, pada molaritas 16 M terjadi penurunan kekuatan akibat pembentukan gel yang tidak merata dan munculnya *microcrack* pada struktur mikro. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan molaritas larutan alkali berpengaruh positif terhadap pembentukan mikrostruktur dan kuat tekan mortar geopolimer hingga batas optimum 14 M. Penggunaan NaOH sebagai aktivator lebih efektif dibandingkan KOH dalam menghasilkan struktur mikro yang padat, kuat, dan stabil.

Kata kunci: geopolimer, molaritas, NaOH, KOH, *Scanning Electron Microscope*.

THE EFFECT OF NaOH AND KOH MOLARITY VARIATION ON THE MICROSTRUCTURE OF GEOPOLYMER MORTAR

Septi Wirdian¹, Nurnilam Oemiati², Adji Sutama³

ABSTRACT

Septi Wirdian / 112021088 / The Effect Of Naoh And Koh Molarity Variation On The Microstructure Of Geopolymer Mortar/ Civil Engineering.

This research investigates the effect of NaOH and KOH molarity variations on the microstructure of geopolymer mortar using Scanning Electron Microscope (SEM) analysis. The experimental study utilized NaOH and KOH alkaline solutions with molarities of 10 M, 12 M, 14 M, and 16 M. The physical and mechanical characteristics of the mortar were evaluated through compressive strength testing at the age of 28 days.

The results show that increasing the molarity of the alkaline solution significantly affects the density and homogeneity of the geopolymer mortar microstructure. At lower molarities (10 M and 12 M), the microstructure still exhibits relatively large pores and incomplete bonding between particles, resulting in lower compressive strength. Increasing the molarity to 14 M produces a denser and more homogeneous microstructure with stronger interparticle bonds due to the optimal formation of N–A–S–H gel (in NaOH) and K–A–S–H gel (in KOH).

The highest compressive strength was achieved at 14 M, with values of 46.76 MPa for NaOH and 43.63 MPa for KOH. However, at 16 M, a decrease in strength occurred due to uneven gel formation and the appearance of microcracks in the microstructure. Therefore, it can be concluded that increasing the molarity of the alkaline solution positively influences the formation of the microstructure and compressive strength of geopolymer mortar up to an optimum molarity of 14 M. The use of NaOH as an activator is more effective than KOH in producing a denser, stronger, and more stable microstructure.

Keywords: *geopolymer, molarity, NaOH, KOH, Scanning Electron Microscope.*

DAFTAR ISI

SAMPUL LUAR

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Bagan Alir Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Mortar.....	4
2.2 Jenis-jenis mortar	4
2.3 Mortar Geopolimer.....	8
2.4 Material Penyusun Mortar Geopolimer	9
2.5 Mikrostruktur	13
2.6 Penelitian Terdahulu.....	14
2.7 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM).....	17
2.8 Penggunaan Jenis Aplikasi.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Lokasi Penelitian.....	19

3.2 Persiapan	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Alat Yang Digunakan	20
3.5 Bahan Yang Digunakan.....	27
3.6 Pengujian Material	31
3.7 Penggunaan Aplikasi Origin dan ImageJ	35
3.8 Bagan Alir Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil pengujian agregat halus	38
4.2 Hasil pengujian SEM (Scanning Electron Microscope)	43
4.2.1 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas NaOH 10M.....	43
4.2.2 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas NaOH 12M.....	45
4.2.3 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas NaOH 14M.....	48
4.2.4 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas NaOH 16M.....	50
4.2.5 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas KOH 10M.....	52
4.2.6 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas KOH 12M.....	54
4.2.7 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas KOH 14M.....	56
4.2.8 Hasil Pengujian Mikrostruktur Variasi Molaritas KOH 16M.....	58
4.3 Hubungan Kuat Tekan Dan Hasil Mikrostruktur	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan.....	3
Gambar 2.1 Hasil Pengujian SEM BRG-0%-12M	15
Gambar 2.2 Hasil Pengujian SEM BRG-0%-14M	15
Gambar 2.3 Hasil Pengujian SEM RHA dengan pembakaran manual	16
Gambar 2.4 Hasil Pengujian SEM RHA pembakaran dengan alat furnace	16
Gambar 3.1 Timbangan Digital.....	21
Gambar 3.2 Saringan atau ayakan.....	21
Gambar 3.3 Hand Bor	22
Gambar 3.4 Gelas Ukur.....	22
Gambar 3.5 Oven	23
Gambar 3.6 Alat Pengguncang (<i>sieve shaker</i>)	23
Gambar 3.7 Stop watch	24
Gambar 3.8 Palu Karet	24
Gambar 3.9 Plat Besi.....	24
Gambar 3.10 Plastik Wrapping	25
Gambar 3.11 Wadah	25
Gambar 3.12 Centong Semen	26
Gambar 3.13 Cetakan Mortar 5x5x5 cm.....	26
Gambar 3.14 Alat uji SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	27
Gambar 3.15 Aquades	27
Gambar 3.16 Agregat Halus (pasir)	28
Gambar 3.17 <i>fly ash</i>	28
Gambar 3.18 Natrium hidroksida (NaOH).....	29
Gambar 3.19 Kalium Hidroksida (KOH).....	29
Gambar 3.20 Natrium silikat (Na ₂ SiO ₃)	30
Gambar 3.21 Superplasticizer	30
Gambar 3.22 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan	39
Gambar 4.2 Distribusi Partikel Variasi Molaritas NaOH 10M	44

Gambar 4.3 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas NaOH 10M	44
Gambar 4.4 Distribusi Partikel Variasi Molaritas NaOH 12M	46
Gambar 4.5 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas NaOH 12M	47
Gambar 4.6 Distribusi Partikel Variasi Molaritas NaOH 14M	48
Gambar 4.7 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas NaOH 14M	49
Gambar 4.8 Distribusi Partikel Variasi Molaritas NaOH 16M	50
Gambar 4.9 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas NaOH 16M	51
Gambar 4.10 Distribusi Partikel Variasi Molaritas KOH 10M	52
Gambar 4.11 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas KOH 10M	53
Gambar 4.12 Distribusi Partikel Variasi Molaritas KOH 12M	54
Gambar 4.13 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas KOH 12M	55
Gambar 4.14 Distribusi Partikel Variasi Molaritas KOH 14M	56
Gambar 4.15 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas KOH 14M	57
Gambar 4.16 Distribusi Partikel Variasi Molaritas KOH 16M	58
Gambar 4.17 Hasil Morfologi SEM Variasi Molaritas KOH 16M	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus.....	11
Tabel 2.2 Ukuran Pori-Pori dan Lebar <i>Microcracks</i>	14
Table 3.1 Mix Design Mortar Geopolimer Menggunakan NaOH	20
Tabel 3.2 Mix Design Mortar Geopolimer Menggunakan KOH	20
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan	38
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Air Agregat Halus	39
Tabel 4.3 Hasil Uji Berat Isi Agregat Halus.....	40
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	40
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur.....	41
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	42
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	42
Tabel 4.8 Ukuran Pori-Pori dan Lebar <i>Microcracks</i>	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang semakin meningkatkan dampak pada tingginya konsumsi semen sebagai bahan pengikat utama dalam konstruksi beton. Namun, produksi semen Portland konvensional menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) yang signifikan, mencapai sekitar 8% dari total emisi global (Scrivener *et al.*, 2018). Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak penggunaan semen portland yang buruk pada lingkungan, maka diperlukannya bahan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan jika di bandingkan dengan penggunaan semen. Para pakar teknologi beton terus melakukan riset untuk mencari pengganti semen sebagai bahan utama dalam pembuatan mortar dengan memanfaatkan ikatan geopolimer.

Geopolimer merupakan material pozolanik yang diperoleh dari reaksi ikat bahan yang mengandung banyak alumina – silika. Bahan geopolimer dapat berperan sebagai pengikat saat dicampurkan dengan aktivator alkali. Mortar geopolimer adalah mortar dengan bahan pengikat yang sepenuhnya tidak menggunakan semen sebagai pengikat, tetapi menggunakan *fly ash* sebagai pengganti karena kandungan silika dan aluminanya sangat tinggi. Dalam penelitian ini *fly ash* yang digunakan diaktifkan dengan larutan alkali berupa natrium hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH) sebagai alkali aktivator untuk membuat reaksi geopolimer. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kekuatan geopolimer adalah jenis dan konsentrasi salah satu bahan penguji larutan alkali aktivator yaitu NaOH dan KOH yang digunakan. NaOH dan KOH memiliki peran penting dalam proses polimerisasi, di mana mereka membantu melarutkan bahan silika dan alumina dalam *fly ash* sehingga membentuk struktur geopolimer yang kuat. Namun, perbedaan karakteristik kimia dari kedua alkali ini dapat menghasilkan variasi dalam reaksi polimerisasi dan akhirnya memengaruhi kuat tekan mortar geopolimer.

Mikrostruktur suatu material merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi sifat mekanik, fisik, dan kimianya. Dalam studi material, baik itu logam, keramik, polimer, maupun komposit, pemahaman mengenai struktur mikro sangat penting untuk mengoptimalkan performa dan aplikasinya dalam berbagai bidang. Salah satu metode karakteristik yang paling umum untuk mengamati mikrostruktur adalah *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Dari yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka penelitian ini tertarik untuk mencoba mengkaji bagaimana variasi Natrium Hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH) mempengaruhi bahan dasar *fly ash* dalam mortar geopolimer dengan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh mikrostruktur mortar geopolimer dengan variasi molaritas NaOH dan KOH?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah memahami dan mengembangkan alternatif material konstruksi yang ramah lingkungan dan memiliki kinerja mekanis yang lebih baik serta mengoptimalkan sifat mikrostruktur mortar geopolimer.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis sejauh mana variasi molaritas memberikan pengaruh pada mortar geopolimer dari perbandingan larutan alkali (NaOH dan KOH) terhadap karakteristik mikrostruktur.

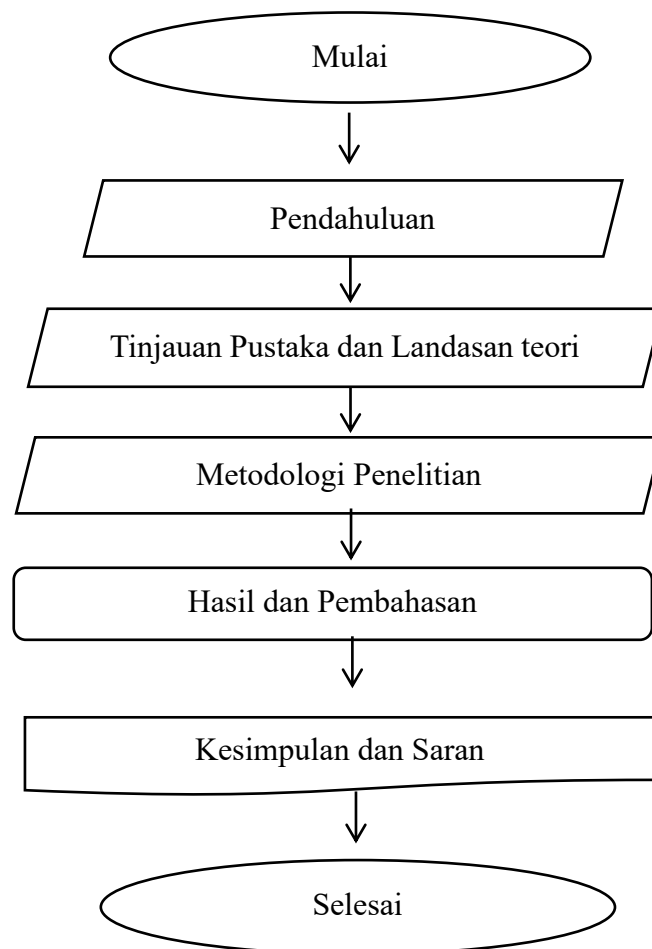
1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah :

1. Penelitian ini hanya membahas tentang pengaruh mikrostruktur yang hasilnya didapatkan dari pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*).
2. Sampel mortar yang diambil hasil dari kuat tekan mortar yang sudah dilakukan pada umur 28 hari dan diambil dari salah satu sampel yang memiliki nilai kuat tekan mortar maksimum.

3. Sampel mortar yang digunakan berbentuk bongkahan.
4. Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan di Laboratorium pusat survei geologi, Bandung.

1.5 Bagan Alir Penulisan



Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.M.A.B. et al. (2012) Fly Ash-based Geopolymer Lightweight Concrete Using Foaming Agent, *International Journal of Molecular Sciences*, 13, pp. 7186–7198.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2849-2002: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-6820-2002: Spesifikasi agregat ringan untuk beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 2460:2014: Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton (ASTM C618-08a, IDT). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bienias, Walczak, Surowska, S. (2003). Microstructure and corrosion behaviour of aluminum fly ash composites. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 5(2), 493–502.
- Branco, F. G., Belgas, M. de L., Mendes, C., Pereira, L., & Ortega, J. M. (2021). Characterization of Fresh and Durability Properties of Different Lime Mortars for Being Used as Masonry Coatings in the Restoration of Ancient Constructions. *Sustainability*.
- Chorinsky, Gf. E. (1986). *Repair of Concrete Floors with Polymer Modified Cement Mortars*.
- Davidovits, J. (2015). *Geopolymer chemistry and applications* (4th Ed.). Institute Geopolymere.
- Hardjito, D., & Rangan, B. V. (2005). Development and properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete. *Research Report GCI, Curtin University of Technology*.
- Ibrahim, W.M.W. et al. (2017) Effects of Sodium Hydroxide (NaOH) solution Concentration on Fly Ash-Based Lightweight Geopolymer, *AIP Conference Proceedings*, 1885(020011), <https://doi.org/10.1063/1.5002205>. pp.
- Khan, MI, Azizli, K., Sufian, S., Man, Z., Siyal, AA, & Ullah, H. (Juli 2015). Penentuan anisotropi dan multimorfologi dalam geopolimer berbasis abu terbang. Dalam *Prosiding Konferensi AIP* (Vol. 1669, No. 1, hlm. 020065). AIP Publishing LLC.
- Sahdiah, H, Kurniawan, R,. (2023). Optimasi Tegangan Akselerasi pada Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX) untuk Pengamatan Morfologi Sampel Biologi. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, Vol.6, No.2.

- Saputra, Oky Rachmawan, and Arie Wardhono. "Pengaruh Variasi Naoh Terhadap Na_2SiO_3 Terhadap Nilai Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing Pada Kondisi Rasio Abu Terbang Terhadap Aktivator 5: 1." *Rekayasa Teknik Sipil* 7.3 (2019).
- SNI 03-6825-2002. (2002). Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil. badan standarisasi nasional. BSN, Indoneia: Jakarta.
- SNI 1970:2016. (n.d.). Pdf-Sni-1970-2016-Metode-Uji-Berat-Jenis-Dan Penyerapan-Air-Agregat-Halus_Compress.Pdf.
- SNI 1971:2011. (2011). —Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan. *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- SNI ASTM C117:2012. (2012). Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus dari Saringan 75 μm (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian. 200.