

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH TERHADAP
KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN
DASAR NANO *FLY ASH***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



ISNAINI HERIAWATI

03011381823085

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh Variasi Molaritas NaOH Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly ash*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar

Sarjana Teknik

Oleh:

ISNAINI HERIAWATI

03011381823085

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul "Pengaruh Variasi Molaritas NaOH Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly ash*".

Saya juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan permohonan maaf kepada semua pihak yang telah membantu jalannya tugas akhir saya, diantaranya:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir.
6. Ibu Dr. Melawaty Agustien, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
8. Teman-teman Sipil 2018 yang telah membantu penulis dalam memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa di dalam pembuatan laporan tugas akhir ini terdapat kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik serta koreksi dari bapak/ibu pembimbing sekalian sangatlah diharapkan yang sifatnya membangun dan bisa digunakan sebagai masukan di kemudian hari.

Palembang, Januari 2022



Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| RINGKASAN | x |
| SUMMARY | xi |
| PERNYATAAN INTEGRITAS | xii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | xiii |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | xiv |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... | xv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Ruang Lingkup | 3 |
| 1.5. Metode Pengumpulan Data..... | 3 |
| 1.6. Rencana Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Mortar Geopolimer | 5 |
| 2.2. Nanomaterial..... | 7 |
| 2.3. Material Penyusun Geopolimer | 8 |
| 2.3.1. Prekursor | 8 |
| 2.3.2. Alkali Aktivator..... | 9 |
| 2.3.3. Agregat Halus..... | 11 |
| 2.3.4. <i>Admixture</i> | 11 |
| 2.4. Pengujian Karakteristik <i>Fly ash</i> | 12 |
| 2.4.1. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> | 12 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 2.4.2. | <i>X- Ray Fluorescence (XRF)</i> | 13 |
| 2.4.3. | <i>X- Ray Diffraction (XRD)</i> | 14 |
| 2.4.4. | <i>Particle Size Analyzer (PSA)</i> | 14 |
| 2.4.5. | <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> | 16 |
| 2.5. | Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton Geopolimer | 16 |
| 2.5.1. | Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH)..... | 16 |
| 2.5.2. | Rasio Na ₂ SiO ₃ dan NaOH..... | 19 |
| 2.5.3. | <i>Curing</i> | 20 |
| 2.5.4. | Rasio Larutan Aktivator dan Prekursor..... | 21 |
| 2.6. | Pengujian Mortar Geopolimer | 21 |
| 2.6.1. | <i>Slump flow Test</i> | 22 |
| 2.6.2. | Pengujian Berat Jenis (<i>Density</i>) | 22 |
| 2.6.3. | Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 22 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... | | 24 |
| 3.1. | Studi Literatur | 24 |
| 3.2. | Alur Penelitian | 24 |
| 3.3. | Persiapan Alat..... | 26 |
| 3.4. | Persiapan Material | 28 |
| 3.4.1. | <i>Fly ash</i> | 28 |
| 3.4.2. | Alkali Aktivator..... | 29 |
| 3.4.3. | <i>Aquadest</i> | 31 |
| 3.4.3. | Agregat Halus | 32 |
| 3.4.4. | <i>Superplastisizer</i> | 32 |
| 3.5. | Tahap Pengujian | 33 |
| 3.5.1. | Tahap 1 | 33 |
| 3.5.2. | Tahap 2 | 33 |
| 3.5.3. | Tahap 3 | 34 |
| 3.5.4. | Tahap 4 | 35 |
| 3.5.5. | Tahap 5 | 41 |
| 3.5.6. | Analisa dan Pembahasan | 41 |
| BAB 4 Hasil dan Pembahasan | | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1. Pengujian Agregat Halus | 42 |
| 4.2.1. Pengujian Gradasi Butiran | 42 |
| 4.2.2. Pengujian Kadar Air Pasir | 43 |
| 4.2.3. Pengujian Kadar Lumpur | 43 |
| 4.2.4. Pengujian Kadar Organik | 44 |
| 4.2.5. Pengujian Berat Volume | 44 |
| 4.2. Hasil Pengujian Beton Segar | 45 |
| 4.3. Hasil Pengujian Beton Keras | 49 |
| 4.3.1. Pengujian Berat Jenis | 50 |
| 4.3.2. Pengujian Kuat Tekan Beton | 51 |
| BAB 5 Penutup | 55 |
| 5.1. Kesimpulan | 55 |
| 5.2. Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Struktur Geopolimer | 6 |
| 2.2. Kuat tekan geopolimer dari berbagai <i>fly ash</i> Australia | 9 |
| 2.3. Hasil uji SEM <i>fly ash</i> PT. Bukit Asam | 12 |
| 2.4. Hasil uji XRD <i>fly ash</i> | 14 |
| 2.5. Distribusi persebaran <i>fly ash</i> pada pengujian PSA | 15 |
| 2.6. Hasil uji FTIR <i>fly ash</i> | 16 |
| 2.7. Hasil kuat tekan berbagai konsentrasi NaOH | 18 |
| 2.8. Efek molaritas NaOH terhadap kuat tekan beton | 19 |
| 2.9. Variasi rasio Na ₂ SiO ₃ dan NaOH terhadap kuat tekan..... | 19 |
| 2.10. Efek waktu <i>curing</i> terhadap kuat tekan beton | 20 |
| 2.11. Pengaruh <i>Curing</i> suhu terhadap kuat tekan | 20 |
| 2.12. Pengaruh rasio aktivator dan prekursor terhadap kuat tekan..... | 21 |
| 3.1. Diagram alur penelitian | 25 |
| 3.2. Gelas ukur | 26 |
| 3.3. Neraca digital | 26 |
| 3.4. <i>Mixer</i> | 27 |
| 3.5. <i>Mould</i> | 27 |
| 3.6. <i>Flow table</i> | 28 |
| 3.7. <i>Universal testing machine</i> | 28 |
| 3.8. <i>Fly ash</i> tipe C..... | 29 |
| 3.9. Sodium hidroksida (NaOH) bentuk kristal | 29 |
| 3.10. NaOH yang dilarutkan dengan <i>aquadest</i> | 31 |
| 3.11. Sodium silikat | 31 |
| 3.12. <i>Aquadest</i> | 32 |
| 3.13. Agregat halus | 32 |
| 3.14. <i>Superplastisizer</i> | 33 |
| 3.15. Larutan aktivator | 36 |
| 3.16. Memasukkan <i>fly ash</i> dan alkali aktivator ke dalam <i>mixer</i> | 36 |
| 3.17. Hasil pencampuran <i>binder</i> | 37 |

| | |
|---|----|
| 3.18. Memasukan pasir dalam campuran <i>binder</i> | 37 |
| 3.19. Hasil pencampuran <i>binder</i> + pasir | 37 |
| 3.20. Proses pencampuran mortar geopolimer | 38 |
| 3.21. Mortar geopolimer | 38 |
| 3.22. Pengujian <i>slump flow</i> | 38 |
| 3.23. Pengukuran <i>slump flow</i> | 39 |
| 3.24. Pengolesan oli pada <i>mould</i> | 39 |
| 3.25. Menuangkan mortar ke dalam <i>mould</i> untuk dicetak | 40 |
| 3.26. Hasil mortar geopolimer | 40 |
| 3.27. Benda uji yang telah dilepaskan dari cetakan..... | 40 |
| 3.28. Perawatan atau <i>curing</i> menggunakan oven | 41 |
| 3.29. Pengujian Mortar dengan UTM..... | 41 |
| 4.1. Hasil gradasi butiran Hasil gradasi butiran | 43 |
| 4.2. Hasil visual <i>slump flow test</i> terhadap benda uji MG-10 | 45 |
| 4.3. Hasil visual <i>slump flow test</i> terhadap benda uji MG-12 | 46 |
| 4.4. Hasil visual <i>slump flow test</i> terhadap benda uji MG-14 | 46 |
| 4.5. Hasil visual <i>slump flow test</i> terhadap benda uji MG-16 | 46 |
| 4.6. Hasil visual <i>slump flow test</i> terhadap benda uji MG-18 | 47 |
| 4.7. Hubungan pengaruh molaritas terhadap <i>slump flow</i> | 49 |
| 4.8. Berat jenis mortar geopolimer | 50 |
| 4.9. Hubungan antara variasi molaritas NaOH terhadap kuat tekan..... | 52 |
| 4.10. Hubungan berat jenis terhadap kuat tekan pada umur 28 hari..... | 53 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1. Aplikasi material geopolimer berdasarkan rasio silika-alumina | 7 |
| 2.2. Persyaratan Kimia <i>Fly ash</i> | 9 |
| 2.3. Batas gradasi agregat halus..... | 11 |
| 2.4. Hasil <i>X-Ray Fluorescence</i> | 13 |
| 2.5. Hasil uji PSA pada <i>fly ash</i> | 15 |
| 2.6. Mix Proportion mortar geopolimer <i>fly ash</i> kelas C | 17 |
| 2.7. Kuat tekan dari mortar geopolimer <i>fly ash</i> kelas C | 18 |
| 3.1. Massa NaOH flake (berbentuk kristal) | 30 |
| 3.2. <i>Job mix formula</i> mortar | 34 |
| 3.3. <i>Job mix formula</i> mortar geopolimer untuk 6 kubus..... | 35 |
| 4.1. Analisa saringan agregat halus | 42 |
| 4.2. Hasil uji kadar air pasir..... | 43 |
| 4.3. Hasil pengujian kadar lumpur..... | 44 |
| 4.4. Hasil pengujian berat volume agregat halus observasi 1 | 44 |
| 4.5. Hasil pengujian berat volume agregat halus observasi 2..... | 45 |
| 4.6. Hasil <i>slump flow test</i> mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 10 molar (MG-10)..... | 47 |
| 4.7. Hasil <i>slump flow test</i> mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 12 molar (MG-12)..... | 47 |
| 4.8. Hasil <i>slump flow test</i> mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 14 molar (MG-14)..... | 48 |
| 4.9. Hasil <i>slump flow test</i> mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 16 molar (MG-16)..... | 48 |
| 4.10. Hasil <i>slump flow test</i> mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 18 molar (MG-18)..... | 48 |
| 4.11. Persentase perubahan hasil pengujian <i>slump flow</i> | 48 |
| 4.12. Hasil persentase perubahan berat jenis mortar geopolimer | 50 |
| 4.13. Hasil kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari | 51 |
| 4.14. Persentase perubahan kuat tekan 7 hari dan 28 hari | 51 |

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI MOLARITAS NaOH TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR NANO *FLY ASH*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 21 Januari 2022

Isnaini Heriawati; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, M.T. dan Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xv + 58 halaman, 51 gambar, 24 tabel

Mortar geopolimer merupakan alternatif pengganti mortar konvensional yang dimana bahan dasarnya tidak menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat melainkan menggunakan *fly ash* yang diaktifkan dengan larutan alkali. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH terhadap karakteristik mortar geopolimer. Metode penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan variasi konsentrasi alkali aktivator yaitu NaOH pada 10, 12, 14, 16, 18 molar. Mortar geopolimer pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan *fly ash*, NaOH, Na_2SiO_3 , dan pasir. Hasil penelitian didapat kuat tekan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, kuat tekan maksimum sebesar 15,74 MPa yang ditunjukkan pada mortar dengan konsentrasi 18 molar. Berat jenis mortar tertinggi didapat 1,925 gr/cm^3 , pengaruh konsentrasi NaOH terhadap berat jenis sama seperti kuat tekan yaitu semakin meningkat konsentrasi NaOH maka semakin besar nilai berat jenis. Berbanding terbalik dengan kuat tekan dan berat jenis, pengujian *slump flow* didapatkan semakin meningkat molaritas NaOH maka semakin rendah *workability*.

Kata kunci: Beton geopolimer, molaritas NaOH.

SUMMARY

EFFECT VARIATION NaOH MOLARITY ON CHARACTERISTICS OF GEOPOLIMER MORTARS BASED ON NANO *FLY ASH*

Scientific papers in the form of Final Projects, January 22, 2022

Isnaini Heriawati; Guided by Dr. Ir. Saloma, M.T. and Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xv + 58 pages, 51 images, 24 tables

Geopolymer mortar is an alternative to conventional mortar where the basic material does not use portland cement as a binder but uses fly ash which is activated with an alkaline solution. The purpose of this study was to determine the effect of NaOH concentration on the characteristics of geopolymer mortar. The research method is an experimental method using various concentrations of alkaline activator NaOH at 10, 12, 14, 16, 18 molar. The geopolymer mortar in this study was made using fly ash, NaOH, Na₂SiO₃, and sand. The results showed that the compressive strength increased with increasing NaOH concentration, the maximum compressive strength was 15,74 MPa which was shown in the mortar with a concentration of 18 molar. The highest specific gravity of the mortar was 1,925 gr/cm³, the effect of the NaOH concentration on specific gravity was the same as the compressive strength, the higher NaOH concentration, the greater specific gravity value. Inversely proportional to the compressive strength and specific gravity, the slump flow test is obtained, workability decreases with increasing NaOH concentration.

Key Words: geopolymer concrete, molarity NaOH.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnaini Heriawati
NIM : 03011381823085
Judul : Pengaruh Variasi Molaritas NaOH Terhadap Karakteristik
Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly ash*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Isnaini Heriawati

03011381823085



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Variasi Molaritas NaOH Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly ash*” yang disusun oleh, Isnaini Heriawati, 03011381823085 telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 14 Januari 2022.

Palembang, Januari 2022


Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Pembimbing:

1. Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T. ()
NIP. 197610312002122001
2. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. ()
NIP. 198605192019031007

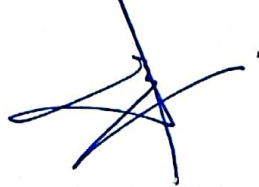
Penguji:

3. Ir. Yakni Idris, M.Sc.,MSCE
NIP. 195812111987031002

 Yakni Idris
I am approving this document
2022-01-22 15:43:07:00

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002



Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T.

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

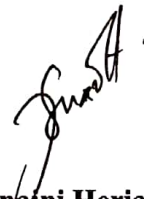
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnaini Heriawati
NIM : 03011381823085
Judul : Pengaruh Variasi Molaritas NaOH Terhadap Karakteristik
Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly ash*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2022



Isnaini Heriawati

03011381823085

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Isnaini Heriawati
Tempat Tanggal Lahir : Palembang, 14 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Email : isnainiheriawati@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

| Nama Sekolah | Fakultas | Jurusan | Masa |
|-------------------------|----------|--------------|-----------|
| SD Negeri 154 Palembang | - | - | 2006-2012 |
| SMP Negeri 40 Palembang | - | - | 2012-2015 |
| SMA Negeri 17 Palembang | - | IPA | 2015-2018 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | 2018-2022 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



(Isnaini Heriawati)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan konstruksi yang paling umum dan banyak digunakan di Indonesia adalah beton. Produksi beton yang meningkat setiap tahunnya mendorong ilmuwan membuat inovasi yaitu memodifikasi beton konvensional yang sering digunakan, dikarenakan bahan pembuat beton konvensional yaitu OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang memiliki kelemahan terutama dari sisi lingkungan. Semen portland menggunakan sumber daya alam dan energi dalam jumlah besar serta pembuatannya menghasilkan banyak pelepasan gas rumah kaca (CO_2) yang menyebabkan pemanasan global (Kroehong, 2011). Sekarang terdapat inovasi beton untuk mengurangi ketergantungan pada semen portland yang ramah lingkungan yaitu *green concrete* atau yang dikenal dengan beton geopolimer. Umumnya, mortar geopolimer merupakan material yang jauh lebih *sustainable* dari pada OPC dalam hal kebutuhan energi yang lebih rendah dengan emisi karbon yang secara signifikan lebih rendah (Zhang, 2014).

Geopolimer merupakan material anorganik yang dibuat dengan bahan yang mengandung silika dan alumina sebagai bahan baku, serta alkali sebagai aktivator yang pertama kali ditemukan oleh ilmuwan Perancis Joseph Davidios. Mortar geopolimer terbentuk dari reaksi kimia oleh setiap sumber aluminosilikat (seperti slag dan *fly ash*) bertindak sebagai prekursor yang dapat larut dalam aktivator basa (NaOH atau KOH) (Hamidi, dkk., 2016).

Indonesia sebagai negara yang menggunakan batu bara sebagai pembangkit listrik, maka terdapat banyak residu berupa *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara, ditemukan bahwa *fly ash* adalah bahan limbah yang diperoleh dari pembangkit listrik termal berbasis batu bara yang menyebabkan masalah serius dalam pembuangannya (Part, 2015), sehingga perlunya pengelolaan yang cermat untuk *fly ash*. Oleh sebab itu *fly ash* dimanfaatkan untuk pembuatan beton atau mortar geopolimer, mengingat kandungan zat kimia *fly ash* yang dicampur dengan aktivator dapat menghasilkan suatu perekat seperti semen. Penelitian ini digunakan *fly ash* sebagai sumber aluminosilikat, hal ini bermanfaat sebagai wadah daur ulang

bahan limbah padat dan juga dapat mengurangi emisi karbon terkait dengan produksi semen portland.

Fly ash yang digunakan berukuran nano dikarenakan proses polimerisasi membutuhkan waktu yang lama sehingga dibutuhkan *fly ash* yang berukuran nano supaya reaksi yang berlangsung lebih reaktif, sehingga proses polimerisasi lebih cepat. Penelitian yang dilakukan Phoo-ngernkham, dkk (2013) melaporkan bahwa kuat tekan, kuat lentur, dan modulus elastisitas pada pasta geopolimer *fly ash* kalsium tinggi yang mengandung nano SiO_2 dan nano Al_2HAI_3 meningkat karena pembentukan gel kalsium silikat hidrat (CASH) dan natrium aluminosilikat hidrat (NASH) tambahan dalam matriks geopolimer, produk tersebut dibentuk dan mengisi pori-pori untuk membuat geopolimer yang padat dan kuat.

Reaksi geopolimerik bergantung pada aktivitas larutan alkali serta pada jenis bahan dan kehalusan prekursor. Oleh karena itu, dari uraian diatas penelitian ini adalah membuat mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* tinggi kalsium (kelas C) yang didapat dari PT. Bukit Asam dengan percobaan beberapa variasi molaritas NaOH yang dapat mempengaruhi sifat mekanis mortar geopolimer.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka perumusan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan dan mengembangkan komposisi campuran mortar geopolimer dengan memanfaatkan nano *fly ash* sebagai prekursor dengan variasi molaritas NaOH sebagai alkali aktivator.
2. Bagaimana pengaruh variasi molaritas NaOH terhadap sifat mekanis mortar geopolimer nano *fly ash*.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian mengenai pengaruh variasi molaritas NaOH terhadap mortar geopolimer berbahan dasar *fly ash* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan mengembangkan komposisi campuran mortar geopolimer dengan memanfaatkan nano *fly ash* sebagai prekursor dengan variasi molaritas NaOH sebagai alkali aktivator.
2. Menganalisis pengaruh variasi molaritas NaOH terhadap sifat mekanis mortar geopolimer nano *fly ash*.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian mengenai variasi molaritas NaOH terhadap kuat tekan beton geopolimer berbahan nano *fly ash* adalah:

1. *Fly ash* yang digunakan kelas C berukuran nano sebagai prekursor yang berasal dari PT. Bukit Asam.
2. Larutan NaOH sebagai aktivator sebesar 10 molar, 12 molar, 14 molar, 16 molar dan 18 molar.
3. Perbandingan rasio NaOH dan Na_2SiO_3 sebesar 1:1.5.
4. Perbandingan rasio aktivator dan prekursor sebesar 0.8.
5. Perawatan dalam suhu 60°C selama satu jam dan selanjutnya dalam suhu ruang sampai pengujian kuat tekan 28 hari.
6. Pengujian karakteristik mortar geopolimer yang dibahas yaitu mortar segar berupa *slump flow test* dan pengujian mortar keras yang dibahas yaitu kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari serta berat jenis mortar.
7. Standar pengujian mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai variasi molaritas NaOH terhadap karakteristik mortar geopolimer berbahan nano *fly ash* dilakukan dengan pengelolaan data-data, yaitu:

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang dihasilkan secara langsung dari pengujian yang dilakukan di laboratorium dan juga hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan literatur yang ada. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir mengenai pengaruh variasi molaritas NaOH pada mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori mengenai mortar geopolimer, material penyusun mortar geopolimer, faktor yang mempengaruhi mortar geopolimer, dan pengujian mortar serta penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 ini membahas mengenai bahan dan alat serta rencana pelaksanaan penelitian meliputi cara pembuatan benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil data yang didapat dari pengujian di laboratorium yang kemudian diolah sehingga mendapat pembahasan mengenai pengaruh variasi NaOH pada mortar geopolimer nano *fly ash*.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merincikan hasil dari bab 4 yaitu kesimpulan dan terdapat saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33 / C33M-18. 2018. Standard Specification for Concrete Aggregates.
- ASTM C29 / C29M - 17a. 2017. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate.
- ASTM C33 / C33M – 18. 2018. Standard Specification for Concrete Aggregates.
- ASTM C40 / C40M – 20. 2020. Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete.
- ASTM C109 - 13. 2013. Standard Test Methods for Compressive strength of Hydraulic Cement Mortars.
- ASTM C 136 / C136M – 19. 2019. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
- Al-Azwi, Mustafa Abdulkareem. 2018. *Effect of fly ash characteristic on the mix proportion of the production of fly ash based geopolymer concrete*. University of Wollongong.
- Aldred, J., & Day, J. (2012). *Is Geopolymer Concrete a Suitable Alternative To Traditional Concrete 37th Conference on Our World in Concrete & Structures*, (August), 1–14.
- Aughenbaugh, K.L., Williamson, T. and Juenger, M.C.G., 2015. *Critical evaluation of strength prediction methods for alkali-activated fly ash*. *Materials and Structures*, 48(3), pp.607-620.
- Bakkali, H., Ammari, M. and Frar, I., 2016. *NaOH alkali-activated class F fly ash: NaOH molarity, Curing conditions and mass ratio effect*. *J. Mater. Environ. Sci*, 7(2), pp.397-401.
- Balaraman, R., Vinodh, K.R., Nithiya, R. and Arunkumar, S., 2016. Comparative Study of Geopolymer Concrete in Fly Ash with Conventional Concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 7(4), pp.24-36.
- Berlianda, Fima. 2021. Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi Fly ash dan Bottom Ash. Department of Civil Engineering: Sriwijaya University.
- Chindaprasirt, P., Chalee, W., 2014. *Effect of sodium hydroxide concentration on chloride penetration and steel corrosion of fly ash-based geopolymer concrete under marine site*. *Constr. Build. Mater.* 63, 303-310.

- Elyamany, H.E., Abd Elmoaty, M. and Elshaboury, A.M., 2018. *Setting time and 7-day strength of geopolymer mortar with various binders. Construction and Building Materials*, 187, pp.974-983.
- Faten, S., Hani, K., Jan, W., 2013. *Characterization of alkali activated kaolinitic clay*. Applied Clay Science. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.005>
- Ghosh, K. and Ghosh, P., 2012. Effect of Na₂O/Al₂O₃, SiO₂/Al₂O₃ and w/b ratio on setting time and workability of fly ash based geopolymer. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(4), pp.2142-2147.
- Hanjitsuwan, S., Hunpratub, S., Thongbai, P., Maensiri, S., Sata, V., & Chindaprasirt, P. (2014). *Effects of NaOH concentrations on physical and electrical properties of high calcium fly ash geopolymer paste. Cement and Concrete Composites*, 45, 9–14. doi:10.1016/j.cemconcomp.2013.09
- Hamidi, Rashidah Mohamed., Zakaria Man., & Khairun Azizi Azizli. 2016. *Concentration of NaOH and the Effect on the Properties of Fly ash Based Geopolimer*. Procedia Engineering 148, 189 – 193.
- Imtiaz, Lahiba., Rehman, Sardar Kashif Ur., Ali Memon, Shazim., Khizar Khan, Muhammad., Faisal Javed, Muhammad (2020). *A Review of Recent Developments and Advances in Eco-Friendly Geopolymer Concrete. Applied Sciences*, 10(21).
- Karaaslan C, Yener E, 2021. The Effect of Alkaline Activator Components on the Properties of Fly ash Added Pumice Based Geopolimer. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2): 1255-1269.
- Ghosh, K. and Ghosh, P., 2012. *Effect of Na₂O/Al₂O₃, SiO₂/Al₂O₃ and w/b ratio on setting time and workability of fly ash based geopolymer. International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(4), pp.2142-2147.
- Kroehong W, Sinsiri T, Jaturapitakkul C, Chindaprasirt P. 2011. *Effect of palm oil fuel ash fineness on the microstructure of blended cement paste*. *Constr Build Mater* 2011;25(11):4095–104.
- Laskar, A. I. and Bhattacharjee, R. (2013), *Effect of plasticizer and superplasticizer on rheology of fly-ash-based geopolymer concrete*. *ACI Materials Journal*, 110 (5).
- Liew, Y.M.; Heah, C.Y. Kamarudin, H. 2016. *Structure and properties of clay-based geopolymer cements: A review*. *Prog. Mater. Sci.* 2016, 83, 595–629.
- Nuruddin, F., Demie, S., Memon, F.A. and Shafiq, N., 2011. *Effect of superplasticizer and NaOH molarity on workability, compressive strength*

and microstructure properties of self-compacting geopolymer concrete. World Academy of Science, Engineering and Technology, 75.

- Patankar, S.V., Jamkar, S.S. and Ghugal, Y.M., 2013. *Effect of water-to-geopolymer binder ratio on the production of fly ash based geopolymer concrete. Int. J. Adv. Technol. Civ. Eng, 2(1), pp.79-83.*
- Phoo-ngernkham, T., Chindaprasirt, P., Sata, V., Hanjitsuwan, S., Hatanaka, S., *The effect of adding nano-SiO₂ and nano-Al₂O₃ on properties of high calcium fly ash geopolymer cured at ambient temperature, Materials and Design (2013).*
- Rajamane, N.P. and Jeyalakshmi, R., 2014. *Quantities of sodium hydroxide solids and water to prepare sodium hydroxide solution of given molarity for geopolymer concrete mixes. The Indian Concrete Journal Aug–Sep.*
- Rangan, B. Vijaya. (2014) *Geopolimer concrete for environmental protection. The Indian Concrete Journal. Technical Paper.*
- Ravikumar, D., Peethamparan, S. and Neithalath, N., 2010. Structure and strength of NaOH activated concrete containing *fly ash* or GGBFS as the sole binder. *Cement and Concrete composites, 32(6), pp.399-410.*
- Safari Z, Kurda R, Al-Hadad B, Mahmood F, Tapan M (2020) *Mechanical characteristics of pumice-based geopolymer paste. Silicon Resour Conserv Recycl 162:105055*
- Singh, B., Ishwarya, G., Gupta, M., & Bhattacharyya, S. K. (2015). *Geopolimer concrete: A review of some recent developments. Construction and Building Materials, 85, 78–90.*
- Somna, K., Jaturapitakkul, C., Kajitvichyanukul, P. and Chindaprasirt, P., 2011. NaOH-activated ground *fly ash* geopolymer cured at ambient temperature. *Fuel, 90(6), pp.2118-2124.*
- Wardhono, A. (2018). *The Effect of Sodium Hydroxide Molarity on Strength Development of Non-Cement Class C Fly ash Geopolimer Mortar. Journal of Physics: Conference Series, 947, 012001.*
- Zhang Z, Provis JL, Reid A, Wang H. *Geopolimer foam concrete: an emerging material for sustainable construction. Constr Build Mater 2014;56:113–27.*
- Zhuang XY, Chen L, Komarneni S, Zhou CH, Tong DS, Yang HM, Yu WH, Wang H. 2016. *Fly ash-based Geopolimer: Clean Production, Properties and Applications. Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.03.019.*