

TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PERAWATAN
TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR
GEPOLIMER BERBAHAN DASAR *NANO FLY ASH*

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



FAKHIRA ALYA SABRINA

03011381823087

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PERAWATAN
TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER
BERBAHAN DASAR NANO FLY ASH

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

FAKHIRA ALYA SABRINA
03011381823087

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



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

Dosen Pembimbing II,



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

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pada proses penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing I serta selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Ahmad Muhtarom, S.T., M. Eng. selaku dosen penguji.
6. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M. Sc., M. SCE. Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
7. Orang tua dan saudara yang selalu memberikan dukungan, semangat, kasih sayang, doa'a dan nasihat selama masa perkuliahan hingga penulisan laporan tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan laporan kerja praktik ini, kakak tingkat, teman-teman teknik sipil angkatan 2018.

Dalam menyusun laporan ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Januari 2022

Fakhira Alya Sabrina

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
RINGKASAN.....	x
SUMMARY	xi
PERNYATAAN INTEGRITAS	xii
HALAMAN PERSETUJUAN	xiii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup	4
1.5. Metode Pengumpulan Data	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Geopolimer	6
2.2. <i>Nanomaterial</i>	7
2.3. Material Penyusun Mortar Geopolimer Berbahan Nano.....	8
2.3.1. Precursor	8
2.3.2. Agregat Halus.....	9
2.3.3. Larutan Alkali	10
2.3.4. Admixture	11
2.4. Faktor yang Mempengaruhi <i>Nanomaterial</i> Mortar Geopolimer	11
2.4.1. Konsentrasi NaOH.....	11

2.4.2. Rasio NaOH dan Na ₂ SiO ₃	12
2.4.3. Rasio Larutan Activator dengan Precursor	13
2.4.4. Rasio Agregat Halus dan Precursor.....	14
2.4.5. Perawatan (Curing).....	14
2.5. Pengujian Mortar Segar.....	17
2.5.1. <i>Slump Test</i>	17
2.6. pengujian Mortar Keras.....	18
2.6.1. Pengujian Berat Jenis.....	18
2.6.2. Pengujian Kuat Tekan.....	18
2.7. Pengujian Mikrostruktur.....	20
2.7.1. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	20
2.7.2. <i>X-Ray Fluorescen (XRF)</i>	20
2.7.3. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	21
2.7.4. <i>Particle Size Analyzer (PSA)</i>	22
2.7.5. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Studi Literatur.....	25
3.2. Alur Penelitian	25
3.3. Bahan Penyusun <i>Nano Fly Ash</i> Mortar Geopolimer.....	28
3.4. Peralatan	30
3.5. Tahapan Penelitian dan Pengujian.	33
3.5.1. Tahap I.....	33
3.5.2. Tahap II.....	33
3.5.3. Tahap III.....	35
3.5.4. Tahap IV	36
3.5.4. Tahap V.....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Pengujian Material Agregat Halus.....	38
4.1.1 Pengujian Kadar Air	38
4.1.2 Pengujian Kadar Lumpur	39
4.1.3 Pengujian Kandungan Zat Organik	40
4.1.4 Pengujian Berat Volume	40

4.1.5 Pengujian Analisa Saringan	41
4.2. Pengujian Karakteristik Mortar Geopolimer	43
4.2.1 Pengujian Sifat Fisik	43
4.2.2 Pengujian Sifat Mekanik	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik kuat tekan dengan pengaruh rasio Na ₂ SiO ₃ dan NaOH.....	13
Gambar 2.2. Kuat tekan dengan rasio <i>activator</i> dan <i>precursor</i>	14
Gambar 2.3. Kuat tekan dengan temperatur perawatan.....	15
Gambar 2.4. Kuat tekan dengan temperatur perawatan.....	16
Gambar 2.5. Kuat tekan dengan temperatur perawatan.....	16
Gambar 2.6. Kuat tekan dengan temperatur perawatan.....	17
Gambar 2.7. Perbandingan kuat tekan dengan perawatan oven dan tanpa perawatan oven.....	17
Gambar 2.8. Hasil XRD <i>fly ash</i>	20
Gambar 2.9. Hasil <i>Fourier Transform Infrared fly ash</i>	22
Gambar 2.10. <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	23
Gambar 2.11. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	24
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	27
Gambar 3.2. <i>Nano fly ash</i>	28
Gambar 3.3. Agregat halus.....	28
Gambar 3.4. Natrium hidroksida (NaOH).....	29
Gambar 3.5. Air.....	29
Gambar 3.6. Admixture	30
Gambar 3.7. Neraca digital	30
Gambar 3.8. Gelas ukur	31
Gambar 3.9. <i>Mixer</i>	31
Gambar 3.10. Cetakan kubus	32
Gambar 3.11. Flow Table.....	32
Gambar 3.12. <i>Universal testing machine</i>	33
Gambar 3.13. Pengujian analisa saringan	34
Gambar 3.14. Pengujian kadar organik.....	34
Gambar 4.1. Hasil pengujian kadar lumpur	39
Gambar 4.2. Hasil pengujian kandungan zat organik pada agregat halus	40
Gambar 4.3. Gradasi Analisa Saringan Agregat Halus.....	42

Gambar 4.4. Hasil uji slump flow benda uji JMF MG1-MG5	43
Gambar 4.5. Hasil pengujian <i>slump flow</i>	46
Gambar 4.6. Hasil pengujian berat jenis dengan variasi temperatur perawatan pada mortar umur 7 hari dan 28 hari.....	47
Gambar 4.7. Perbandingan kuat tekan rata-rata setiap temperatur perawatan pada umur 7 hari dan 28 hari	48
Gambar 4.8. Hubungan berat jenis dan kuat tekan rata-rata	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Tabel 2.1. <i>Fly ash</i> tipe F dan tipe C pada perbandingan komposisi kimia	8
Tabel 2.2. Hasil pengujian agregat halus	9
Tabel 2.3. Komposisi campuran mortar geopolimer	12
Tabel 2.4. Hasil uji kuat tekan mortar dengan variasi pada konsentrasi NaOH....	12
Tabel 2.5. Komposisi campuran pada ASTM C109-3.....	14
Tabel 2.6. Hasil X-Ray Fluorescence	21
Tabel 2.7. <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA).....	23
Tabel 3.1. Komposisi campuran mortar geopolimer untuk 6 spesimen	36
Tabel 4.1. Hasil pengujian kadar air	38
Tabel 4.2. Hasil pengujian berat volume	41
Tabel 4.3. Hasil pengujian berat jenis.....	42
Tabel 4.4. Hasil Pengujian slump flow pada job mix MG1 untuk suhu perawatan 60° C	44
Tabel 4.5. Hasil Pengujian slump flow pada job mix MG2 untuk suhu perawatan 70° C	44
Tabel 4.6. Hasil Pengujian slump flow pada job mix MG3 untuk suhu perawatan 80° C	44
Tabel 4.7. Hasil Pengujian slump flow pada job mix MG4 untuk suhu perawatan 90° C	44
Tabel 4.8. Hasil Pengujian slump flow pada job mix MG5 untuk suhu perawatan 100° C	45
Tabel 4.9. Hasil pengujian berat jenis mortar 7 hari dan 28 hari	46
Tabel 4.10. Kuat tekan benda uji pada umur 7 dan 28 hari	48

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PERAWATAN TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *NANO FLY ASH*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 24 Januari 2022

Fakhira Alya Sabrina; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Xv +54 halaman, 33 gambar, 18 tabel

Semakin banyak bangunan-bangunan dan sarana infrastruktur dalam pembuatannya menggunakan bahan bangunan berupa beton. Mortar adalah salah satu material dalam konstruksi yang terbuat dari semen, agregat halus, air dan bahan tambahan. Dikarenakan semakin banyaknya bangunan-bangunan dan sarana infrastruktur menggunakan beton menyebabkan produksi semen semakin meningkat. Produksi semen yang terus meningkat dapat memberikan dampak negative terhadap lingkungan yaitu merusak lingkungan seperti pemanasan global dikarenakan gas CO₂ (karbon dioksida) yang dilepaskan ke atmosfer dari hasil produksi semen, jumlahnya setara dengan berat semen yang dihasilkan. Diperlukan inovasi baru untuk Mengurangi dampak negative terhadap lingkungan tersebut dengan cara mengurangi bahan semen dalam pembuatan mortar. Pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan sample benda uji berukuran kubus 5cmx5cmx5cm dengan variasi pada suhu temperatur perawatan yaitu pada suhu 60^o C, 70^o C, 80^o C, 90^o C, 100^o C. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik berupa pengujian slump campuran mortar, pengujian berat jenis mortar. Untuk pengujian sifat mekanik, dilakukanlah pengujian kuat tekan mortar menggunakan alat *universal testing machine*. Hasil slump yang didapat tidak jauh berbeda selisih nya tiap JMF dikarenakan penggunaan variasi terletak pada perawatan, bukan pada pencampuran bahan. Untuk berat jenis didapatkan nilai berat jenis tertinggi pada JMF dengan suhu 80^o C. kemudian pada hasil kuat tekan untuk umur mortar 7 hari didapatkan kuat tekan tertinggi dihasilkan pada suhu 80^o C dengan kuat tekan sebesar 11,36 MPa sedangkan pada umur mortar 28 hari didapatkan kuat tekan tertinggi sebesar 15,34 MPa dengan suhu temperature perawatan 80^o C.

Kata Kunci : Geopolimer, Nanomaterial, Temperatur Perawatan

SUMMARY

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PERAWATAN TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *NANO FLY ASH*

Scientific papers in the form of Final Projects , January 24, 2022

Fakhira Alya Sabrina; Guided by Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. and Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

Xv +54 pages, 33 images, 18 tables

More buildings and infrastructure in their manufacture use building materials in the form of concrete. Mortar is one of the materials in construction made of cement, fine aggregate, air and additives. Due to the increasing number of buildings and infrastructure that use concrete, cement production has increased. Cement production that continues to increase can have a negative impact on the environment such as global warming because CO₂ (carbon dioxide) gas produced from cement production is equivalent to the weight of cement produced. New innovations are needed to reduce the negative impact on the environment by reducing the cement material in the manufacture of mortar. The tests in this study were carried out using a sample of 5cmx5cmx5cm cube-sized specimens with variations in the treatment temperature at temperatures of 60° C, 70° C, 80° C, 90° C, 100° C. The tests carried out are physical tests in the form of mortar mixture slump testing, mortar specific gravity testing. For testing the mechanical properties, the compressive strength of the mortar was tested using a universal testing machine. The results obtained are not much different from the difference in the spesific weight of JMF because the variation lies in the curing, not in the mixing of ingredients. For the specific weight, the highest specific weight value was obtained at JMF with a curing temperature of 80°C. Then the compressive strength results for a mortar age of 7 days obtained the highest compressive strength at 80°C with a compressive strength of 11,36 MPa while at the age of 28 days mortar obtained with the highest compressive strength of 15,34 MPa with a curing temperature of 80° C.

Keywords: Geopolymer, Nanomaterial, Curing Temperature

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fakhira Alya Sabrina
NIM : 03011381823087
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Perawatan 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,



Fakhira Alya Sabrina

NIM. 03011381823087


HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Variasi Temperatur Perawatan Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar *Nano Fly Ash*” yang disusun oleh Fakhira Alya Sabrina, 03011381823087 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 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. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng. ()
NIP. 198208132008121002

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 : Fakhira Alya Sabrina
NIM : 03011381823087
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Perawatan 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



Fakhira Alya Sabrina

NIM. 03011381823087

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Fakhira Alya Sabrina
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 16 April 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Email : fakhiraalya1610@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri 1 OKU	-	-	2006-2012
SMP Negeri 1 OKU	-	-	2012-2015
SMA Negeri 4 OKU	-	IPA	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya

Dengan hormat,



(Fakhira Alya Sabrina)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya kemajuan dalam berbagai bidang terutama pengetahuan, teknologi dan konstruksi semakin banyak bangunan konstruksi serta sarana dan prasarana infrastruktur menggunakan beton sebagai bahan utama. Semen, air, agregat halus serta bahan tambahan merupakan material pembentuk mortar. Dikarenakan semakin banyaknya bangunan-bangunan dan sarana infrastruktur menggunakan beton menyebabkan produksi semen semakin meningkat. Produksi semen yang terus meningkat dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu merusak lingkungan seperti pemanasan global dikarenakan gas CO₂ (karbon dioksida) yang dilepaskan ke atmosfer dari hasil produksi semen, jumlahnya setara dengan berat semen yang dihasilkan, maka diperlukan inovasi baru untuk Mengurangi dampak negative terhadap lingkungan tersebut dengan cara mengurangi bahan semen dalam pembuatan mortar. Geopolimer adalah sebuah inovasi yang diperkenalkan pada tahun 1970 oleh Professor Joseph Davidovits. Geopolimer sendiri memanfaatkan material alami yang ramah lingkungan. Dibandingkan terhadap mortar dan beton biasa (norma), beton dan mortar geopolimer pun memiliki keunggulan yang lebih. Salah satu bahan konstruksi lanjutan yang sangat ramah lingkungan yaitu geopolimer, dimana apabila terkena asam dan terkena sulfat dan api maka bahan ini memiliki ketahanan yang sangat baik.

Dikarenakan banyaknya limbah *fly ash* untuk material pengganti semen, yaitu sisa pembakaran batubara yang mana harus dicari solusi dari banyaknya limbah tersebut, solusinya yaitu adalah memanfaatkan ataupun mengelola limbah tersebut menjadi sesuatu yang dapat digunakan, memberikan manfaat serta mengurangi dampak buruk limbah yang tidak terpakai tersebut. Awalnya, limbah *fly ash* termasuk kategori limbah B3 yaitu bahan beracun dan berbahaya, limbah yang dihasilkan ini mengandung racun yang berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan, sehingga limbah yang berbahaya tersebut harus diolah sedemikian rupa agar tidak menimbulkan berbagai resiko pencemaran, namun dengan seiring

berjalannya waktu *fly ash* sekarang telah masuk kategori limbah non B3 yang sesuai dengan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup terdapat pada peraturan pemerintah (PP) nomor 22 tahun 2021. *Fly ash* mengandung silika dan alumunium yang tinggi yang berbentuk butiran yang sangat halus dan juga bisa bereaksi bersamaan dengan kalsium hidroksida sehingga mampu membentuk bahan yang mengikat sama seperti semen. Penggunaan pada industri dengan skala besar salah satu *precursor* yang paling menjanjikan yaitu menggunakan *fly ash*. Rongga-rongga yang berada diantara agregat halus akan lebih baik secara mekanik dikarenakan tekstur butiran yang dimiliki *fly ash* lebih halus daripada semen.

Nanomaterial merupakan bahan berukuran *nano* dengan spesifikasi ukuran 1 nanometer – 100 nanometer (10^{-9} m). Pada tahun 60-an, muncullah teknologi terbaru yaitu nano yang konsep dan ide pemikiran pembuatannya berkembang dengan semakin pesat. Dibandingkan bahan yang berbasis mikro, partikel dengan bahan berukuran *nano* dapat bermanfaat sebagai pengisi yang jauh lebih cukup baik (Norhasri, 2017). Pada penelitian ini digunakan nanomaterial sebagai *precursor* yaitu *fly ash* berukuran nano. Dipilihnya *precursor* berupa *fly ash* dengan ukuran nano dikarenakan semakin halus permukaan *fly ash* maka dapat membuat campuran menjadi lebih reaktif sehingga proses polimerisasi bisa terjadi lebih cepat. Bahan nano pada mortar ataupun beton memiliki fungsi dapat menghaluskan struktur dengan mempercepat hidrasi awal. Penghalusan struktur dapat dilakukan dengan membuat hidrasi awal lebih cepat dengan cara menggunakan bahan nano namun tetap tergantung pada proses mengolah dan proses modifikasi bahan campurannya sehingga mampu membuat daya tahan dan sifat mekanik beton atau mortar dapat meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pengaruh variasi temperatur perawatan terhadap karakteristik mortar geopolimer berbahan dasar *nano fly ash* yang terdapat pada latar belakang dalam penelitian kali ini, yaitu :

1. Bagaimana karakteristik mortar geopolimer berbahan dasar *nano fly ash* apabila dilakukan variasi pada temperatur perawatan?

2. Berapa derajat suhu yang dipakai untuk mendapatkan kuat tekan tertinggi pada variasi temperatur perawatan terhadap karakteristik mortar geopolimer dengan berbasahdasar *nano fly ash*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis karakteristik mortar geopolimer dengan berbasah dasar *nano fly ash* dengan pengaruh variasi temperatur perawatan.
2. Menganalisis suhu yang dipakai untuk mendapatkan kuat tekan tertinggi pada variasi temperatur perawatan terhadap karakteristik mortar geopolimer yang bahan dasarnya *nano fly ash*.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dipakai dalam penelitian ini :

1. Fly ash dipakai sebagai prekursor berukuran *nano* berasal dari PT. Bukit Asam.
2. Nano fly ash digunakan tipe C
3. Variasi temperatur perawatan yang digunakan adalah pada temperatur 60^o C, temperatur 70^o C, temperatur 80^o C, temperatur 90^o C dan temperatur 100^o C.
4. Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan adalah 14 molar.
5. Rasio Na₂SiO₃ dan NaOH yang digunakan adalah 0.8
6. Superplasticizer yang digunakan adalah 3% dari total jumlah *precursor*
7. Rasio agregat halus dan *precursor* adalah 2,75
8. Karakteristik yang dibahas adalah karakteristik campuran mortar geopolimer berbasah dasar *nano fly ash* yaitu *workability* berupa *slump flow test*.
9. Karakteristik yang dibahas adalah karakteristik mortar geopolimer berbasah dasar *nano fly ash* yang telah mengeras berupa berat jenis, kuat tekan.
10. Pada Pengujian penelitian ini menggunakan ASTM (*American Standard Testing and Material*) sebagai acuan.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat dua metode yang berbeda untuk pengumpulan data, yaitu :

1. Data primer

Berbagai rangkaian kegiatan meneliti suatu objek yang dilakukan secara mandiri yang datanya bisa didapatkan oleh peneliti yaitu data primer. Pada penelitian ini kali ini, data primer didapatkan dari laboratorium

2. Data sekunder

Data yang secara tersirat bisa didapatkan oleh peneliti merupakan data sekunder. Beberapa penelitian terdahulu dapat menciptakan data sekunder, dimana data sekunder yang digunakan oleh penulis dalam pembuatan laporan yaitu seperti studi pustaka pada jurnal.

1.6 Sistematika Penulisan

Terdapat berbagai susunan yang sistematis dalam penulisan karya ilmiah yang disebut sebagai sistematika pada penulisan. Terdapat lima bab sistematika penulisan pada pembuatan laporan tugas akhir sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Isi dari bab ini yaitu latar belakang, rumusan masalah tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data serta sistematika penulisan pada karya ilmiah yaitu berupa susunan yang disurutkan secara sistematis.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang beberapa studi pustaka yang dapat memberikan penjelasan terhadap teori beton geopolimer nanomaterial dengan beton geopolimer.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisi alur-alur dari penelitian, bahan-bahan yang dipakai, alat-alat yang dipakai dalam proses penelitian serta beberapa tahapan-tahapan yang dilakukan saat sedang berlangsungnya penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat hasil penelitian berupa hasil pengujian karakteristik beton geopolimer dari laboratorium. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian slump test, pengujian kuat tekan, pengujian kuat Tarik serta pengujian berat jenis beton.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi berbagai kesimpulan dan berbagai saran ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan juga berisi saran-saran yang diberikan oleh peneliti kepada semua pembaca yang ingin melakukan penelitian yang serupa pada masa selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C109 - 13. 2013. Standard Test Methods for Compressive strength of Hydraulic Cement Mortars.
- Boverhof, D. R., Bramante, C. M., Butala, J. H., Clancy, S. F., Lafranconi, M., Jay W., Gordon, S. C. 2015. Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regulatory Toxicology and pharmacology*. 73 : 137-150.
- C. D. Budh., and N. R. Warhade., 2014. Effect of Molarity on Compressive Strength of Geopolymer Mortar. *International Journal of Civil Engineering Research, ISSN 2278-3652, Vol. 5, 2014*.
- Davidovits, J., 2015. Geopolymer Chemistry & Application. Fourth Edition, France: Institut Geopolymere.
- H. Bakkali., dkk. 2016. NaOH alkali-activated class F fly ash: NaOH molarity, Curing conditions and mass ratio effect. *J. Mater. Environ. Sci.* 7(2) (2016) 397-401.
- H. T. Ng, dkk. 2018. The effect of various molarities of NaOH solution on fly ash geopolymer paste. *AIP Conference Proceedings*. 2018
- Mao, L., Jin-Man, K. 2019. A Review of Nanomaterials in Cement-Based Composite. *Recycled Construction Resources Institute*. 7(2) : 174-186
- Manware, Amit Kumar., dkk. 2016. Effect of Curing Conditions and Molarity on Compressive Strength of Fly Ash Based Geopolymer Mortar. *International Journal of Innovative Research in Science*. 2016
- Muttashar, Majid., dkk. 2014. Geopolymer Concrete: The Green Alternative With Suitable Structural Properties. 23rd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials. Byron Bay, Australia : 9-12 December 2014
- Neupane, Kamal., Chalmers, Des., Paul Kidd. 2018. High-Strength Geopolymer Concrete- Properties, Advantages and Challenges. *Advances in Materials Journal*. 7(2) : 15-25.
- Norshari, M. S. Muhd., Hamidah, M.S., Fadzil, A. Mohd. 2017. Applications of using nano material in concrete : A Review. *Construction and Building Materials*. 133 : 91-97.
- Rangan, B. V., 2014. Geopolymer Concrete For Environmental Protection. *The Indian Concrete Journal*. 88 (4) : 41-48, 50-59

- Risdanareni, Puput., dkk. 2016 Mechanical Properties Of Geopolymer Paste With Fly Ash Variation. Proceedings of the International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences. Malang, Jawa Timur : 7-8 Oktober 2016.
- S. Abdul Amanulla., dkk. 2021. Effect of Temperature on Strength Properties of Fly Ash Based Geopolymer Concrete. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 08 : 1527-1531
- Su, S. S and Chang, I. 2018. Review of Production Routes of Nanomaterial. *Commercialization of Nanotechnologies-A Case Study Approach*. 133 : 15-29
- Subhash V. Patankar., Dkk. 2014. Effect Of Concentration of Sodium Hydroxide and Degree of Heat Curing on Fly Ash-Based Geopolymer Mortar. *Indian Journal of Materials Science*. 2014.
- Thokchom., P. Ghosh., and S. Ghosh., 2010. Performance of Fly Ash Based Geopolymer Mortars in Sulfat Solution. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 2010.