

TUGAS AKHIR
MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR NANO
***FLY ASH* DENGAN VARIASI RASIO**
Na₂SiO₃ DAN NaOH

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



MHARGARETA PUTRI
03011381823127

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

HALAMAN PENGESAHAN

**MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR NANO FLY ASH
DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar

Sarjana Teknik

Oleh :

MHARGARETA PUTRI

03011381823127

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



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

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

NIP. 197610312002122001

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *Fly Ash* dengan Variasi Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH ".

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

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Prof. Ir. Subriyer Nassir, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir.
5. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Kedua orang tua dan saudara penulis yang senantiasa mendo'akan, mencurahkan kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat, serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
7. Rekan satu tim dan teman-teman Sipil 2018 yang telah membantu penulis dalam memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

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



Mhargareta Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PERNYATAAN INTEGRITAS	xi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data.....	4
1.6 Rencana Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton	6
2.2 Beton Geopolimer	7
2.3 Nanomaterial.....	10
2.4 Teknologi Nanomaterial pada Beton	11
2.5 Material Penyusun Mortar Geopolimer	11
2.5.1 Prekursor.....	12
2.5.2 Larutan Alkali.....	13
2.5.3 Agregat Halus	14
2.5.4 Bahan Tambahan (<i>Admixtures</i>)	15
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Mortar Geopolimer.....	16
2.6.1 Konsentrasi NaOH.....	16

2.6.2	Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH	17
2.6.3	Rasio Aktivator dan Prekursor.....	18
2.6.4	Rasio Agregat Halus dan Prekursor.....	18
2.7	Pengujian <i>Fresh Concrete</i>	20
2.7.1	<i>Slump Flow Test</i>	20
2.8	Pengujian Beton Keras.....	21
2.8.1	Pengujian Berat Jenis (<i>Density</i>).....	21
2.8.2	Pengujian Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	21
2.9	Perbandingan Beton Konvensional dan Beton Geopolimer	22
2.10	Pengujian Mikrostruktur.....	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Studi Literatur	28
3.2	Alur Penelitian	28
3.3	Persiapan Material	30
3.4	Persiapan Alat	33
3.5	Tahapan Pengujian.....	35
3.5.1	Tahap I.....	35
3.5.2	Tahapan II.....	36
3.5.3	Tahapan III.....	39
3.5.4	Tahapan IV	40
3.5.5	Tahapan V.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Hasil Pengujian Material Agregat Halus	39
4.1.1	Pengujian Kadar Air	39
4.1.2	Pengujian Analisa Saringan.....	40
4.1.3	Pengujian Berat Volume.....	41
4.1.4	Pengujian Kadar Lumpur.....	42
4.1.5	Pengujian Kadar Organik	42
4.2	Pengujian <i>Slump Flow</i>	43
4.3	Pengujian Berat Jenis Beton	47
4.4	Pengujian Kuat Tekan Beton	48

BAB 5	PENUTUP	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Reaksi kimia proses geopolimerisasi pada beton geopolimer berbahan dasar <i>fly ash</i> (Meesala, dkk., 2020)	8
Gambar 2.2. Kuat tekan mortar geopolimer dari variasi konsentrasi NaOH yang berbeda (Kaur dkk, 2017).....	10
Gambar 2.3. Nanomaterial dalam berbagai dimensi : a. 0D, b. 1D, c. 2D, d. 3D (Khanna, 2016)	11
Gambar 2.4. Kuat tekan pada mortar geopolimer dengan variasi rasio Na_2SiO_3 dan NaOH yang berbeda (Pavithra, 2016)	17
Gambar 2.5. Grafik pengujian kuat tekan terhadap rasio agregat halus/ <i>fly ash</i> (Thakur, dkk, 2009)	19
Gambar 2.6. Pengujian <i>slump test</i> pada beton yang menggunakan <i>fly ash</i>	21
Gambar 2.7. Hasil <i>slump test</i> dari berbagai campuran (Nikoloutsopoulos, N., dkk. 2021).....	23
Gambar 2.8. Perkembangan kuat tekan beton untuk berbagai rasio baik beton konvensional dan beton geopolimer (Nikoloutsopoulos, N., dkk. 2021).....	24
Gambar 2.9. <i>Scanning electron microscope fly ash</i> (Berlianda, 2021).....	25
Gambar 2.10. <i>X-ray diffraction fly ash</i>	26
Gambar 2.11. Pengujian <i>fourier transform infrared fly ash</i>	27
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2. Nano <i>fly ash</i>	30
Gambar 3.3. Agregat halus.....	31
Gambar 3.4. Air.....	31
Gambar 3.5. Superplasticsizer.....	32
Gambar 3.6. Na_2SiO_3	32
Gambar 3.7. NaOH	33
Gambar 3.8. Timbangan.....	33
Gambar 3.9. Gelas ukur	34
Gambar 3.10. <i>Mixer</i>	34
Gambar 3.11. Cetakan (<i>mould</i>)	34
Gambar 3.12. Universal testing machine	35
Gambar 3.13. <i>Flow table</i>	35
Gambar 3.14. Pengujian kadar air agregat halus.....	36
Gambar 3.15. Pengujian berat volume agregat halus.....	37
Gambar 3.16. Pengujian analisa saringan agregat halus	38
Gambar 3.17. Pengujian kadar lumpur agregat halus	38
Gambar 3.18. Pengujian kadar zat organik agregat halus	39
Gambar 3.19. Proses pencampuran bahan uji menggunakan mixer	41
Gambar 3.20 Pencetakan benda uji	41
Gambar 3.21. Pengujian kuat tekan beton	42
Gambar 4.1. Gradasi analisa saringan agregat halus.....	41

Gambar 4.2. Hasil pengujian kadar lumpur	42
Gambar 4.3. Hasil pengujian kadar zat organik pada agregat halus (a) Sampel pertama (b) Sampel kedua	43
Gambar 4.4. Hasil uji slump flow untuk benda uji dengan rasio 0.6-1.0.....	44
Gambar 4.5. Hasil pengujian <i>slump flow</i>	46
Gambar 4.6. Hasil Pengujian berat jenis dengan variasi rasio alkali aktivator pada beton umur 7 hari dan 28 hari.....	47
Gambar 4.7. Perbandingan kuat tekan rata-rata setiap rasio pada umur 7 hari dan 28 hari	49
Gambar 4.8. Hubungan berat jenis dan kuat tekan rata-rata	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Proporsi campuran mortar geopolimer (Kaur dkk, 2017).....	9
Tabel 2.2. Kuat tekan mortar geopolimer dari variasi komposisi campuran yang berbeda (Kaur dkk, 2017).....	9
Tabel 2.3. Kandungan mineral <i>fly ash</i> (ASTM Standard Volume 04.02).....	13
Tabel 2.4. Jenis-jenis bahan kimia <i>additive</i>	15
Tabel 2.5. Hasil kuat tekan beton geopolimer (Bidwe, 2015)	16
Tabel 2.6. Rasio alkalin aktivator (Pavithra, 2014)	17
Tabel 2.7. Kuat tekan pada beton geopolimer dengan perbedaan rasio aktivator terhadap <i>fly ash</i> (Kupaei et al., 2014).....	18
Tabel 2.8. Proporsi campuran beton geopolimer (Thakur, dkk, 2009).....	19
Tabel 2.9. Komposisi GC mix (1 m ³ dari beton) (Nikoloutsopoulos, N., dkk. 2021).....	22
Tabel 2.10. Komposisi GC mix (1 m ³ dari beton) (Nikoloutsopoulos, N., dkk. 2021).....	22
Tabel 2.11. <i>Particle size analyzer</i> (PSA) <i>fly ash</i> (Berlianda, 2021)	25
Tabel 2.12. Hasil <i>x-ray fluorescence</i>	27
Tabel 3.1. <i>Job mix formula</i> mortar (ASTM C109 tahun 2013)	39
Tabel 3.2. Rencana komposisi mortar geopolimer untuk 6 spesimen berbentuk kubus berukuran 5 cm	40
Tabel 3.3. Rasio perbandingan aktivator Na ₂ SiO ₃ dan NaOH	40
Tabel 4.1. Hasil pengujian kadar air agregat halus	39
Tabel 4.2. Hasil pengujian berat jenis	40
Tabel 4.3. Hasil pengujian berat volume	41
Tabel 4.4. Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada mortar geopolimer dengan rasio 0.644	
Tabel 4.5. Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada mortar geopolimer dengan rasio 0.745	
Tabel 4.6. Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada mortar geopolimer dengan rasio 0.845	
Tabel 4.7. Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada mortar geopolimer dengan rasio 0.945	
Tabel 4.8 Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada mortar geopolimer dengan rasio 1.045	
Tabel 4.9. Hasil pengujian berat jenis beton 7 hari dan 28 hari.....	47
Tabel 4.10. Kuat tekan benda uji pada umur 7 dan 28 hari	48

RINGKASAN

MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR NANO *FLY ASH* DENGAN VARIASI RASIO Na_2SiO_3 DAN NaOH

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 21 Januari 2022

Mhargareta Putri: Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, M.T. dan Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xiii + 55 halaman, 40 gambar, 25 tabel

Mortar geopolimer pada penelitian ini dibuat menggunakan nano *fly ash*, aktivator, dan pasir. Hal ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan semen guna mengurangi limbah CO_2 yang dihasilkan dari pembentukan atau produksi semen. Pada campuran mortar ini digunakan *fly ash* sebagai pengganti semen. Benda uji mortar geopolimer dengan perbandingan basa prekursor 1,5 terdiri dari *fly ash*, perbandingan antara agregat halus dan *fly ash* adalah 2,75, dan *superplasticizer* 15%, variasi perbandingan antara Na_2SiO_3 dan NaOH yang digunakan adalah 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0. *Curing* mortar dilakukan setelah benda uji dikeluarkan selama 3 hari dengan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 60°C . Penelitian ini difokuskan pada pengaruh rasio alkali aktivator. Terdapat perbedaan kuat tekan yang dihasilkan mortar geopolimer karena penggunaan rasio aktivator yang berbeda. Semakin tinggi rasio aktivator alkali terhadap rasio optimum kuat tekan dan berat jenis akan meningkat, tetapi jika rasio alkali aktivator yang digunakan melebihi rasio optimum maka akan menurun. Berat jenis spesimen MG-0.6, MG-0.7, MG-0.8, MG-0.9, MG-1.0 adalah 1678.32 kg/m^3 , 1707.32 kg/m^3 , 1786.11 kg/m^3 , 1729.06 kg/m^3 , 1684.91 kg/m^3 . Hasil kuat tekan rata-rata mortar pada umur 7 hari adalah 9,30 MPa, 10,79 MPa, 12,06 MPa, 10,63 MPa, 10,09 MPa. dan kuat tekan pada umur 28 hari adalah 10,20 MPa, 12,25 MPa, 12,98 MPa, 12,63 MPa, 10,78 MPa.

Kata kunci: Beton geopolimer, nano *fly ash*.

SUMMARY

GEOPOLYMER MORTAR BASED ON NANO *FLY ASH* WITH VARIED RATIO OF Na_2SiO_3 AND NaOH

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

Mhargareta Putri: Guided by Dr. Ir. Saloma, M.T. and Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xiii + 55 pages, 40 images, 25 tables

The geopolymer mortar in this study was made using nano fly ash, aktivator, and sand. This is done to reduce the use of cement to reduce CO_2 waste generated from the formation or production of cement. In this mortar mixture, fly ash is used as a substitute for cement. The geopolymer mortar test object with a prekursor alkali ratio of 1.5 are composed of fly ash, ratio between the fine aggregate and fly ash was 2.75, and a 15 % of superplasticizer, variations in the ratio between Na_2SiO_3 and NaOH used were 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0. Mortar curing was carried out after removing the molded specimens for 3 days using an oven for 1 hour at a temperature of 60°C . This study focused on the effect of the ratio of alkali aktivators. There are differences in compressive strength produced by geopolymer mortar due to the use of different aktivator ratios. The higher the ratio of alkali aktivator to the optimum ratio compressive strength and specific gravity will increase, but if the ratio of alkali aktivator used exceeds the optimum ratio, it will decrease. Specific gravity of the specimens MG-0.6, MG-0.7, MG-0.8, MG-0.9, MG-1.0 were 1678.32 kg/m^3 , 1707.32 kg/m^3 , 1786.11 kg/m^3 , 1729.06 kg/m^3 , 1684.91 kg/m^3 . The results of the average compressive strength of mortar at the age of 7 days were 9.30 MPa, 10.79 MPa, 12.06 MPa, 10.63 MPa, 10.09 MPa. and compressive strength at the age of 28 days were 10.20 MPa, 12.25 MPa, 12.98 MPa, 12.63 MPa, 10.78 MPa.

Key Words: *geopolymer concrete, nano fly ash.*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mhargareta Putri

NIM : 03011381823127

Judul : Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano Fly Ash dengan Variasi Na_2SiO_3

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, 25 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Mhargareta Putri

03011381823127



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *fly ash* dengan Variasi Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH ” yang disusun oleh, Mhargareta Putri, 03011381823127 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. 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 : Mhargareta Putri

NIM : 03011381823127

Judul : Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Nano *fly ash* dengan Variasi Rasio Na_2SiO_3 dan NaOH

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



Mhargareta Putri

03011381823127

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Mhargareta Putri
Tempat Tanggal Lahir : Baturaja, 2 April 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Email : mhrgrta.ptri@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri 04 Ogan Komering Ulu	-	-	2006-2012
SMP Negeri 01 Ogan Komering Ulu	-	-	2012-2015
SMA Negeri 04 Ogan Komering Ulu	-	IPA	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



(Mhargareta Putri)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam lima tahun (2019-2024), pembangunan infrastruktur menjadi salah satu program prioritas Kabinet Indonesia Maju Presiden Joko Widodo dan Wakil Presiden Ma'ruf Amin. Pembangunan yang berkeadilan merupakan sebuah langkah yang cukup besar untuk menuju keberadilan ekonomi. Setelah tercapainya infrastruktur yang baik, maka semua akan mendapatkan kesempatan yang sama untuk terlibat dalam proses ekonomi di dalamnya, maka dari itu pembangunan infrastruktur sangat penting untuk dilakukan secara merata. Dalam pembangunan infrastruktur diperlukan material yang baik agar infrastruktur tersebut dapat bertahan lama dan dapat menampung beban yang berada di infrastruktur tersebut.

Salah satu material yang sering digunakan dan paling populer dalam sebuah infrastruktur terkhusus bangunan adalah beton. Alasan utama populernya penggunaan beton adalah selain ekonomis, ketersediaan komponen beton juga mudah didapatkan. Dari berbagai macam komponen, komponen utama penyusun beton adalah semen. Seiring bertambahnya pembangunan sarana dan prasarana masyarakat, penggunaan beton yang semakin banyak juga membuat produksi semen sebagai komponen utama beton meningkat, namun meningkatnya produksi semen dapat membuat lingkungan tercemar karena, pada saat produksi semen terjadinya pelepasan gas karbon dioksida (CO_2) yang jumlahnya setara dengan jumlah semen yang diproduksi berdasarkan hasil pembakaran di pabrik.

Dengan berkembangnya bidang konstruksi di Indonesia, dikhawatirkan nantinya memicu peningkatan kadar gas karbon dioksida (CO_2). Sebagai langkah dalam meminimalisir penggunaan semen maka dilakukan beberapa penelitian dan salah satunya merupakan penelitian mengenai mortar dan beton geopolimer. Mortar atau beton geopolimer adalah mortar atau beton dengan komposisi *job mix design* dengan komposisi semennya yang digantikan oleh bahan lain sehingga dapat mengurangi penggunaan semen tersebut, dan sehubungan dengan menjaga lingkungan akibat produksi semen yaitu dengan menggunakan limbah dari

produksi semen yaitu *fly ash* selain itu limbah *fly ash* ini juga lebih umum dihasilkan dari sisa hasil pembakaran batu bara yang dapat berasal dari pembangkit listrik tenaga uap ataupun pabrik-pabrik yang mengolah bahan tambang batu bara, sehingga apabila limbah ini terus menumpuk maka akan menyebabkan kerusakan lingkungan, maka dari itu diadakan beberapa penelitian beton yang menggunakan *fly ash*.

Namun penelitian kali ini mengambil topik nano material yang berbahan dasar *fly ash* sehingga bisa disebut dengan mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash*. Mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* merupakan suatu inovasi dengan memanfaatkan nano *fly ash* untuk membuat rongga didalam mortar tersebut lebih padat sehingga nantinya mortar yang dihasilkan dapat mempunyai kekuatan tekan yang lebih kuat. Mortar geopolimer adalah campuran mortar yang penggunaan material semen portland sebagai bahan pengikat digantikan oleh bahan lain, dalam penelitian ini pengganti semen yang digunakan adalah nano *fly ash*. Sifat-sifat mortar geopolimer (*setting time* dan kuat tekan) sangat dipengaruhi oleh spesifikasi nano *fly ash* yaitu fisik, nilai pH, dan kandungan kimianya. Disamping mortar yang dihasilkan kuat tekannya lebih tinggi, mortar ini juga memanfaatkan bahan pengganti semen dari limbah yang tidak digunakan yaitu nano *fly ash* yang dapat bersumber dari hasil pembakaran batubara yang didapatkan dari unit pembangkit tenaga uap. Penggunaan nano *fly ash* ini juga dapat mempercepat proses hidrasi saat pembuatan mortar geopolimer nantinya. Di wilayah Sumatera Selatan sendiri ada beberapa perusahaan dan pabrik menghasilkan limbah *fly ash* yaitu seperti PT. Pupuk Sriwijaya dan PT. PLTU Bukit Asam.

Berdasarkan latar belakang tersebut menjadikan dasar dari penelitian tentang nano *fly ash* sebagai pengganti material semen ini. Pada penelitian ini variasi yang akan diteliti terhadap mortar geopolimer adalah rasio perbandingan rasio alkali aktivator.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di bagian atas, maka perumusan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan komposisi yang optimum pada mortar campuran mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* dengan variasi rasio aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH
2. Bagaimana pengaruh variasi rasio aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat-sifat (karakteristik) nano *fly ash* pada mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berlandaskan permasalahan yang ada, ditentukan tujuan penelitian mengenai pengaruh perbandingan rasio alkali aktivator terhadap mortar geopolimer nano *fly ash* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dan mengembangkan komposisi optimum campuran mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* dengan variasi rasio aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH
2. Menganalisis variasi rasio aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap sifat atau karakteristik nano *fly ash* pada mortar geopolimer berbahan dasar nano *fly ash*

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Rencana ruang lingkup pada penelitian ini mengenai pengaruh rasio alkali aktivator pada beton geopolimer berbahan dasar nano *fly ash* diantaranya :

1. Nano *fly ash* berasal dari PT. Bukit Asam.
2. Larutan alkali yang digunakan sebagai aktivator *fly ash* yaitu sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3).
3. Tipe nano *fly ash* yang digunakan pada penelitian ini adalah nano *fly ash* kelas C, dikarenakan setelah hasil pengujian analisis mikrostruktur didapatkan bahwa nano *fly ash* yang berasal dari PT. Bukit Asam memiliki tipe nano *fly ash* kelas C.

4. Uji nanostruktur yang dilakukan pada material adalah uji SEM, XRD, XRF, FTIR, dan PSA.
5. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sriwijaya dan Laboratorium PT. Semen Baturaja.
6. Pengujian-pengujian yang dilakukan beracuan pada peraturan *American Standard Testing and Material*.
7. Rasio aktivator natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) yang dipakai dalam pengujian ini adalah 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1.0.
8. Konsentrasi aktivator NaOH yang dipakai adalah 14 M.
9. Pengujian yang dilakukan pada beton adalah *slump flow*, berat jenis, dan kuat tekan dari mortar geopolimer.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Sumber pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian mortar geopolimer dengan variasi rasio alkali aktivator ini terdapat dua jenis, yaitu:

1. Data Primer

Data primer atau utama adalah data yang diperoleh peneliti secara eksklusif berdasarkan objek penelitian yang dilakukan menggunakan pengamatan secara langsung di laboratorium dari hasil percobaan yang dilakukan serta hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing tugas akhir.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang bersumber tidak serta merta dari subjek penelitian, namun melalui penelitian terdahulu atau yang sudah ada sebelumnya. Data sekunder dalam penelitian ini berupa studi literatur yang berasal dari jurnal internasional yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

1.6 Rencana Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi informasi landasan dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, alasan dilakukannya penelitian, batasan atau ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan mengenai teori – teori yang berkaitan langsung dengan mortar geopolimer, bahan campuran penyusun mortar geopolimer, nano *fly ash*, dan pengamatan penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Mengulas jenis dan komponen bahan dan peralatan yang digunakan, alur penelitian, pengujian bahan, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilampirkan hasil-hasil pengujian dari berbagai macam material penyusun mortar yang digunakan. Pada bab ini juga menganalisis hasil pengujian karakteristik mortar dengan menggunakan variasi yang telah ditentukan

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini ditarik kesimpulan dan saran setelah pembahasan mengenai hasil pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

ASTM A 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.

ASTM C 566 - 19. 2019. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying.

ASTM C 618. 2019. Standard Specification for Coal *Fly ash* and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.

ASTM C 1437 – 07, Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar,.

Alam, Md. Shahrrior, Syed Ishtiaq Ah,ad. 2020. *Development of Lab Manual using Test Standards*.

Badan Standarisasi Nasional (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan (SNI 2847:2019). Jakarta : yayasan badan penerbit buku.

Berlinda, Fima. 2021. Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi *Fly ash* dan Bottom Ash. Department of Civil Engineering, Sriwijaya University.

- Bidwe, Shivaji S., Ajay A. Hamane. 2015. *Effect of different molarities of sodium hydroxide solution on the strength of geopolymer concrete*. American Journal of Engineering Research (AJER) Vol. 4.
- Davidovits, J. 1994. Properties of Geopolymer Cements. *Proceeding at First International Conference on Alkaline Cements and Concretes*. Kiev, Ukraine.
- Hunggurami, Elia, Margareth E.Bolla. 2017. Perbandingan desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012.
- Kaur, Mandeep, Jaspal Singh, Manpreet Kaur. (2017). *Synthesis of Fly ash based Geopolymer Mortar considering different concentrations and combinations of Alkaline Aktivator Solution*.
- Kubba, Ziyad, dkk. 2019. *Effect of Sodium Silicate Content on Setting Time and Mechanical Properties of Multi Blend Geopolymer Mortars*.
- Kupaei, Ramin Hussaeni, U. Johnson Alengaram, Mohd Zamin Jumaat, Kim Hung Mo, 2013. *The effect of Different Parameters on the Development of Compressive Strength of Oil Palm Shell Geopolymer Concrete*. Hindawi Publishing Corporation, Scientific World Journal, Volume 2014.
- Ma, Chau Kun, Abdullah Zawawi Awang. 2018. *Structural and Material Performance of Geopolimer Concrete*.
- Manuahe, R., Sumajouw, M.D.J., Windah, R. S., (2014). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar. *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 277-282.
- Naibaho, A., Rahman, A. 2020. Efek Penambahan *Fly ash* Tipe C Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 5(1), 51-56.
- Nikoloutsopoulos, N., Anastasia Sotiropoulou, Glikeria Kakali, Sotirios Tsivilis. 2021. *Physical and Mechanical Properties of Fly ash Based Geopolymer Concrete Compared to Conventional Concrete*. *Buildings: Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 11(5), 178.

- Nuaklong, Peem, Pitcha Jongvivatsakul, Thanyawat Pothisiri, Vanchai Sata, Prinya Chindaprasirt. 2020. *Influence of rice husk ash on mechanical properties dan fire resistance of recycled aggregate high-calcium fly ash geopolymer concrete*. Journal of Cleaner Production.
- Phoo, Tanakom, dkk. 2015. *Effects of Sodium hydroxide and sodium silicate solutions on compressive and shear bond strengths of FA-GBFS geopolymer*.
- Pavithra,P., M Srinivasula Reddy, P. Dinakar, B. Hanumantha Rao, B.K. Satpathy, dan A.N. Mohanty. *Effect of the $Na_2SiO_3/NaOH$ ratio and NaOH Molarity on the synthesis of fly ash based geopolymer mortar*. National Aluminium Company Limited.
- Sreevidya, V.R Anuradha, Tini Thomas, R. Venkatasubramani. 2012. *Durability Studies on Fly ash Based Geopolymer Mortar Under in Ambient Curing Condition*. Department of Civil Engineering, Sri Krishna College of Technology, Coimbatore-641 008, India, Asian Journal of Chemistry; Vol. 25, No. 5(2013). 2497-2499.
- Thakur, Ravindra N. dan Somnath Ghosh. 2009. *Effect of mix composition on compressive strength and microstructure of fly ash based geopolymer composites*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.