

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT
BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH*
DENGAN METODE *CRUSHING* TERHADAP SIFAT
MEKANIK BETON**



DEFIRIA AFIFAH

03011281924038

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *CRUSHING* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

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



DEFIRIA AFIFAH

03011281924038

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *CRUSHING* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

DEFIRIA AFIFAH

03011281924038

Palembang, April 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,



Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

NIP. 198103102008011010

Mengetahui/ Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* dengan Metode *Crushing* terhadap Sifat Mekanik Beton”** tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, motivasi, dan semangat hingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya, serta Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dukungan, ilmu yang bermanfaat, saran dan masukan serta banyak pengalaman dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Heni Fitriani, S.T., M.T., Ph.D., IPU, Asean Eng selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan saran, dukungan dan ilmu selama masa perkuliahan kepada penulis serta semua dosen Teknik Sipil dan jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Kak Budi yang telah banyak membantu dan mendukung serta memberi masukan dan ilmu selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
6. Teman-teman satu tim tugas akhir M. Hadziq Huda dan Alfian Fadlyba dan Fariz Alhazmi S yang telah kebersamaan baik suka dan duka selama penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

7. Kevin Natalino dan Haura Intan Satiti yang selalu siap sedia memberikan dukungan semangat semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya.

Indralaya, April 2023



Defiria Afifah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xv
RINGKASAN	xvi
SUMMARY	xvii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xviii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xix
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xx
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 Sistematika Penulisan	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Definisi Beton.....	7
2.3 Komponen Penyusun Beton	10
2.3.1 Semen Portland	10
2.3.2 Agregat.....	12
2.3.3 Air.....	13
2.3.4 Bahan Tambah <i>Admixtures/Additive</i>	13
2.4 Jenis Jenis Beton.....	14
2.4.1 Beton Ringan.....	16
2.5 Keunggulan dan Kelemahan Beton	17
2.6 Sifat Mekanik Beton.....	18
2.6.1 Kuat Tekan Beton.....	18
2.6.2 Kuat Tarik Belah Beton.....	18
2.7 Definisi <i>Geopolymer</i>	19
2.8 Agregat Ringan.....	21
2.9 Agregat Buatan	22
2.9.1 Agregat Buatan Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i>	22
2.10 Metode <i>Crushing</i>	23
2.11 Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	23
2.12 Pengujian Beton.....	24
2.12.1 Kuat Tekan (<i>Compressive Strenght</i>).....	24
2.12.2 Kuat Tarik Belah.....	25
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	 26
3.1 Deskripsi Umum.....	26

3.2	Studi Literatur.....	26
3.3	Alur Penelitian.....	26
3.4	Material Penyusun	28
3.5	Peralatan	30
3.6	Tahapan Pengujian di Laboratorium	42
3.6.1	Tahap I.....	42
3.6.2	Tahap II.....	48
3.6.3	Tahap III	55
3.6.4	Tahap IV	58
3.6.5	Tahap V	63
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		66
4.1	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	66
4.1.1	Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	66
4.1.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus	67
4.1.3	Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	70
4.1.4	Pengujian Zat Organik Agregat Halus	71
4.1.5	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	71
4.2	Hasil Pengujian Agregat Natural/Kerikil.....	73
4.2.1	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....	73
4.2.2	Pengujian Berat Volume Agregat Kasar	74
4.2.3	Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar	76
4.2.4	Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	78
4.2.5	Pengujian <i>Aggregate Impact Value</i> Agregat Kasar.....	79
4.3	Hasil Pengujian Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	81
4.3.1	Pengujian Kadar Air Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	81

4.3.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	82
4.3.3	Pengujian Analisis Saringan Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	84
4.3.4	Pengujian <i>Aggregate Impact Value</i> Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	85
4.4	Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	87
4.4.1	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	87
4.4.2	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	88
4.4.3	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	89
4.5	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton.....	90
4.5.1	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	90
4.5.2	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	92
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		96
5.1	Kesimpulan.....	96
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Beton Bertulang Pada Jembatan.....	14
Gambar 2.2 Beton Pracetak.....	15
Gambar 2.3 Beton Pratekan	15
Gambar 2.4 Beton Ringan.....	16
Gambar 2.5 Struktur Kimia Polysiliate	20
Gambar 2.6 Ilustrasi pengujian kuat tekan (Wijaya, 2020)	24
Gambar 2.7 Ilustrasi pengujian kuat tarik (Wijaya, 2020).....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 (a) Agregat Natural; (b) Agregat Buatan Geopolimer berbasis <i>Fly Ash</i>	28
Gambar 3.3 Agregat Halus.....	29
Gambar 3.4 Semen OPC (<i>Ordinary Portland Cement</i>)	29
Gambar 3.5 <i>Aquades</i>	30
Gambar 3.6 Pan.....	30
Gambar 3.7 Timbangan Digital.....	31
Gambar 3.8 Sekop.....	31
Gambar 3.9 Sekop Semen.....	32
Gambar 3.10 Sikat Kawat	32
Gambar 3.11 <i>Scraper</i>	33
Gambar 3.12 Kuas.....	33
Gambar 3.13 Sarung Tangan.....	34
Gambar 3.14 Saringan.....	35
Gambar 3.15 <i>Sieve machine</i>	35
Gambar 3.16 <i>Concrete Mixer</i>	36
Gambar 3.17 Bekisting.....	37
Gambar 3.18 Tongkat Penumbuk	37
Gambar 3.19 Kerucut Terpancung.....	38
Gambar 3.20 Pelat Besi.....	38

Gambar 3.21 Alat Ukur <i>Slump</i>	39
Gambar 3.22 Ember	39
Gambar 3.23 <i>Plastic Wrap</i>	40
Gambar 3.24 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	41
Gambar 3.25 Alat <i>Crushing</i>	41
Gambar 3.26 NaOH dalam gelas ukur	43
Gambar 3.27 Pencampuran NaOH dengan Aquades	43
Gambar 3.28 Pencampuran larutan NaOH dengan Na_2SiO_3	44
Gambar 3.29 Pencampuran <i>fly ash</i> dan pasir	44
Gambar 3.30 Pencampuran dengan <i>mixer</i>	45
Gambar 3.31 Persiapan cetakan/wadah agregat buatan	45
Gambar 3.32 <i>Curing</i> agregat buatan <i>crushing</i>	46
Gambar 3.33 Proses <i>crushing</i>	46
Gambar 3.34 (a) Agregat Natural/Kerikil; (b) Agregat <i>Crushing</i>	47
Gambar 3.35 (a) <i>Shieve Shaker</i> ; (b) Alat Saringan.....	47
Gambar 3.36 Proses Penyaringan Agregat.....	48
Gambar 3.37 Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	49
Gambar 3.38 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	49
Gambar 3.39 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	50
Gambar 3.40 Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	50
Gambar 3.41 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	51
Gambar 3.42 Pengujian Kadar Air Agregat Natural/Kerikil	51
Gambar 3.43 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Natural/Kerikil	52
Gambar 3.44 Pengujian Analisis Saringan Agregat Natural/Kerikil	52
Gambar 3.45 Pengujian AIV Agregat Natural/Kerikil	53
Gambar 3.46 Pengujian Berat Volume Agregat Natural/Kerikil	53
Gambar 3.47 Pengujian Kadar Air Agregat <i>Crushing</i>	54
Gambar 3.48 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat <i>Crushing</i>	54
Gambar 3.49 Pengujian Analisis Saringan Agregat <i>Crushing</i>	54
Gambar 3.50 Pengujian AIV Agregat <i>Crushing</i>	55
Gambar 3.51 Penimbangan Material Uji	59

Gambar 3.52 Proses memasukkan agregat kedalam molen pada masing-masing campuran beton (a) agregat natural/kerikil; (b) agregat <i>crushing</i> .	59
Gambar 3.53 Mencampur pasir dan agregat	60
Gambar 3.54 Proses memasukkan semen	60
Gambar 3.55 Menuangkan air pada campuran beton.....	61
Gambar 3.56 Uji <i>Slump</i>	61
Gambar 3.57 Memasukkan campuran kedalam bekisting	62
Gambar 3.58 Curing beton.....	62
Gambar 3.59 Pengujian Kuat Tekan (a) Beton Tinjauan; (b) Beton Agregat <i>Crushing</i>	64
Gambar 3.60 Pengujian Kuat Tarik Belah (a) Beton Tinjauan; (b) Beton Agregat <i>Crushing</i>	65
Gambar 4.1 Hasil pengujian XRD	89
Gambar 4.2 Hasil pengujian SEM	90

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Material.....	56
Tabel 3.2 Perencanaan JMF	56
Tabel 3.3 Hasil JMF	57
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	67
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus.....	70
Tabel 4.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	70
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur.....	72
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	74
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar	76
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar.....	78
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar.....	78
Tabel 4.9 Hasil Pengujian AIV Agregat Kasar	80
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	82
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	84
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Buatan <i>Crushing</i>	84
Tabel 4.13 Hasil Pengujian AIV Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	87
Tabel 4.14 Hasil pengujian XRF	88
Tabel 4.15 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat Natural.....	91
Tabel 4.16 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat <i>Crushing</i>	91
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat Natural.....	93
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat <i>Crushing</i>	94

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Gradasi Agregat Halus.....	71
Grafik 4.2 Gradasi Agregat Kasar.....	79
Grafik 4.3 Gradasi Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	85
Grafik 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	91
Grafik 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir
Lampiran 2. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir
Lampiran 3. Lembar Asistensi
Lampiran 4. Lembar Berita Acara Seminar Tugas Akhir

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* dengan Metode *Crushing* terhadap Sifat Mekanik Beton” yang disusun oleh Defiria Afifah, NIM. 03011281924038 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2023.

Palembang, 15 Maret 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

1. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

()

Dosen Penguji :

2. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.

NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik
Sipil dan Perencanaan


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

NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *CRUSHING* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

Karya tulis ilmiah berupa tugas akhir, 15 Maret 2023

Defiria Afifah; dibimbing oleh Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

xx + 100 halaman, 69 gambar, 21 tabel

Pertumbuhan infrastruktur di dunia dalam beberapa dekade terakhir mengalami perkembangan secara signifikan yang menimbulkan peningkatan konsumsi kebutuhan material. Salah satu material yang paling umum diaplikasikan pada bidang industri dan konstruksi saat ini adalah beton. Namun, salah satu material penyusun beton yaitu agregat kasar atau batuan pecah sedari ini telah mengalami penurunan ketersediaan di alam. Agar keberlanjutan pembangunan infrastruktur beton dapat terus berjalan dimana seiring dengan kian meningkatnya permintaan agregat pada industri konstruksi, maka dibutuhkan suatu upaya alternatif untuk mengurangi penggunaan agregat alami. Salah satunya yaitu dengan memproduksi agregat buatan melalui teknik geopolimerisasi. Geopolimer sendiri merupakan reaksi antar bahan yang memiliki kandungan yang tinggi akan silika dan alumina seperti *fly ash* dengan alkali aktivator. Berdasarkan hal diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait substitusi agregat alam dengan agregat buatan geopolimer yang diproduksi dengan metode *crushing* dalam campuran beton yang akan menjadikan beton memiliki berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memahami pengaruh agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *crushing* terhadap sifat mekanik beton. Pada penelitian ini didapatkan bahwa beton dengan substitusi agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan menggunakan metode *crushing* menghasilkan kuat tekan rata-rata 17,967% lebih rendah dan kuat tarik rata-rata 22% lebih rendah daripada beton tinjauan. Dengan rincian angka pada hasil KTB berurutan 3 hari dan 28 hari yaitu pada beton tinjauan sebesar 18,327 MPa dan 28,976 MPa, Sedangkan hasil KTB pada beton *crushing* sebesar 15,018 MPa dan 23,418 MPa. Serta hasil uji kuat tarik berurutan 3 hari dan 28 hari yaitu pada beton tinjauan sebesar 2,280 MPa dan 2,917 MPa, dimana hasil kuat tarik pada beton *crushing* lebih kecil yaitu 1,782 MPa dan 2,323 MPa.

Kata kunci: agregat ringan geopolimer, *fly ash*, teknik penghancuran, sifat mekanik beton

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE USE OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER ARTIFICIAL AGGREGATE USING THE CRUSHING METHOD ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE

The thesis, 15 March 2023

Defiria Afifah; *guided by* Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 100 pages, 69 pictures, 21 tables

Infrastructure growth in the world in the last few decades has developed significantly which has led to an increase in consumption of material needs. One of the most common materials used in industry and construction today is concrete. However, one of the constituent materials of concrete, namely coarse aggregate or crushed rock, has since experienced a decrease in its availability in nature. In order for the sustainability of concrete infrastructure development to continue, along with the increasing demand for aggregate in the construction industry, an alternative effort is needed to reduce the use of natural aggregates. One of them is by producing artificial aggregates through geopolymerization techniques. Geopolymer itself is a reaction between materials that have a high content of silica and alumina such as fly ash with an alkaline activator. Based on the above, it is necessary to carry out further research related to the substitution of natural aggregates with geopolymer-made aggregates produced by the crushing technique in concrete mixtures which will make concrete have a lower specific gravity than conventional concrete. This study aims to analyze and understand the effect of fly ash-based geopolymer-made aggregates using the crushing technique on the mechanical properties of concrete. In this study it was found that concrete with fly ash-based geopolymer-made aggregate substitution using the crushing method produced an average compressive strength of 17.967% lower and an average tensile strength of 22% lower than the normal concrete. With details of the numbers on the results of the compressive strength sequentially 3 days and 28 days, namely on normal concrete of 18.327 MPa and 28.976 MPa, while the results of compressive strength on concrete crushing are 15.018 MPa and 23.418 MPa. As well as the results of the tensile strength test sequentially for 3 days and 28 days, namely on normal concrete of 2.280 MPa and 2.917 MPa, where the tensile strength results on crushing concrete are smaller, namely 1.782 MPa and 2.323 MPa.

Keywords: *geopolymer lightweight aggregate, fly ash, crushing technique, mechanical properties of concrete*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Defiria Afifah
Nim : 03011281924038
Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer
Berbasis *Fly Ash* dengan Metode *Crushing* terhadap Sifat Mekanik
Beton

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, April 2023

Yang membuat pernyataan,



DEFIRIA AFIFAH

NIM. 03011281924038

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Defiria Afifah

NIM : 03011281924038

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer
Berdasarkan *Fly Ash* dengan Metode *Crushing* terhadap Sifat Mekanik
Beton

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan 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, April 2023



Defiria Afifah

03011281924038

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Defiria Afifah
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : dea22afifah@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Muhammadiyah 9 Palembang	-	-	2007-2013
SMP Negeri 8 Palembang	-	-	2013-2016
SMA Negeri 17 Palembang	-	IPA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil dan Perencanaan	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Defiria Afifah)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan infrastruktur di dunia dalam beberapa dekade terakhir mengalami perkembangan secara signifikan yang menimbulkan peningkatan konsumsi kebutuhan material. Salah satu material yang paling umum diaplikasikan pada bidang industri dan konstruksi saat ini adalah beton. Beton menjadi material yang sangat penting dalam menunjang penggarapan infrastruktur seperti gedung, perumahan, jalan raya, jembatan dan konstruksi lainnya sebab beton memiliki ketahanan yang cukup tinggi terhadap kuat tekan.

Berkat perkembangan industri konstruksi, ketersediaan dan kepraktisan beton dapat dijangkau dengan mudah dalam berbagai kondisi. Hal tersebut juga menjadi salah satu alasan material komposit ini banyak dimanfaatkan perannya di dunia termasuk di Indonesia. Selain itu, bahan pembentuk komposit beton seperti agregat kasar (kerikil), agregat halus, semen dan air juga cukup mudah didapatkan dilingkungan sekitar. Pemilihan dan pemakaian agregat pada beton akan berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik beton yang dihasilkan. Namun, salah satu material penyusun beton yaitu agregat kasar atau batuan pecah sedari ini telah mengalami penurunan ketersediaan di alam.

Batu alam atau batu pecah menjadi salah satu penyusun komponen penting pada beton yang mempengaruhi berat jenis beton. Hal tersebut dikarenakan proporsi agregat sebagai bahan pengisi beton mencapai 60-70% dari volume beton keseluruhan (Nadesan & Dinakar, 2017). Berdasarkan kondisi geologi, berbagai jenis batuan alam seperti batu kapur (Nguyen and Castel, 2020), batu basal (Shahrour and Allouzi, 2020) dan kerikil (Delsaute and Staquet, 2019) telah digunakan dalam berbagai industri beton. Pada tahun 2015, konsumsi global agregat pada sektor konstruksi mencapai angka lebih dari 48,3 miliar ton/tahun dan diperkirakan akan terus meningkat sebesar 5,2% per tahun (Freedonia, 2015). Agar keberlanjutan pembangunan infrastuktur beton dapat terus berjalan dimana seiring

dengan kian meningkatnya permintaan agregat pada industri konstruksi menyebabkan penurunan ketersediaan agregat di alam, maka dibutuhkan suatu upaya alternatif atau pengganti untuk mengurangi penggunaan agregat alami. Salah satunya yaitu dengan memproduksi agregat buatan.

Berdasarkan pertimbangan besarnya permintaan agregat dalam industri konstruksi, banyak pengkajian telah digarap di seluruh dunia guna menghasilkan agregat buatan sebagai alternatif bahan bangunan. Terdapat tiga teknologi yang telah diusulkan untuk mengatasi tantangan tersebut, seperti mendaur ulang agregat dari limbah beton (Liu, dkk. 2020), pemanfaatan limbah partikel kasar (limbah baja) sebagai agregat (Saxena and Tembhurkar, 2018) dan memproduksi agregat buatan berdasarkan limbah industri atau produk sampingan (Qian, dkk. 2020) serta memproduksi agregat buatan melalui teknik geopolimerisasi.

Geopolimer sendiri merupakan pencampuran antar bahan yang memiliki kandungan yang tinggi akan silika dan alumina dengan alkali aktivator, dimana mineral silika dan alumina dapat diperoleh dari sumber seperti tanah liat, lumpur merah dan *fly ash*. *Fly ash* merupakan produk sampingan atau residu hasil dari pembakaran batu bara yang keberadaannya jika terakumulasi dapat menyebabkan masalah lingkungan karena kelangkaan lokasi TPA. Menurut Anjani dan Vikranath dalam studinya pada tahun 2019 menyatakan bahwa produksi *fly ash* global sekitar 460 juta ton/tahun dan pemanfaatannya hanya 25% dari produksi global. Melalui teknik pemanfaatan *fly ash* pada agregat buatan, selain membantu mengurangi jumlah konsumsi agregat alam juga merupakan cara yang efektif untuk mengurangi energi yang tak terbarukan.

Berdasarkan hal diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait substitusi agregat alam dengan agregat buatan dalam campuran beton yang akan menjadikan beton memiliki berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. Sifat agregat buatan yang ringan dalam penelitian ini dapat dihasilkan dari teknik geopolimer melalui metode produksi *crushing* atau metode penghancuran agregat buatan (Ling-Yu Xu, dkk. 2021). Maka dari itu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *crushing* terhadap sifat mekanik beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diperoleh rumusan masalah yang akan dibahas pada laporan tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *crushing* terhadap sifat mekanik beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan memahami pengaruh agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *crushing* terhadap sifat mekanik beton.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu meliputi:

1. Agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* berukuran 10-20 mm.
2. Pasir Tanjung Raja yang memiliki kadar lumpur <5%.
3. *Fly ash* berasal dari PT Pupuk Sriwijaya (Pusri).
4. Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) dari PT. Semen Baturaja.
5. Silinder berukuran 100 mm x 200 mm yang terbuat dari besi merupakan bekisting yang digunakan dalam penelitian ini.
6. Metode perawatan (*curing*) diterapkan dengan melapisi beton dengan *plastic wrap*.
7. Menggunakan *mix design formula* dengan $f_c'25$ MPa.
8. Campuran beton menggunakan volume agregat dan volume air yang sama.
9. Pengujian dilakukan pada beton berumur 3 hari, 7 hari, 28 hari.
10. Jumlah sampel yang dibuat sebanyak 3 sampel beton tinjauan setiap variasi serta 3 sampel beton dengan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* setiap variasi. Total sampel yang diuji sebanyak 36 beton.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan dengan dua metode yang berbeda, yaitu:

1. Data primer

Untuk mendapatkan data primer dilakukan pengujian dimana didalamnya terdapat percobaan dan pengamatan terhadap sampel yang menjadi objek yang diteliti secara langsung sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang dapat diperoleh secara tidak langsung atau tanpa perlu melakukan penelitian terhadap objek, dengan cara membaca studi literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu, jurnal atau referensi yang legal dan dapat dijadikan rujukan. Pada penelitian ini, data sekunder diperoleh dari literatur ilmiah yang menjadi acuan terkait dengan topik yang dibahas.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun aturan penulisan pada Laporan Tugas Akhir ini meliputi 3 bab dimana untuk penjelasannya dijabarkan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pertama menjelaskan kondisi umum dari penelitian yang dilakukan hingga temuan temuan yang terdapat dalam latar belakang. Adapun rumusan masalah yang ditemukan dilatarbelakangi dengan temuan temuan sebelumnya sehingga dilakukan penelitian dengan ruang lingkup yang ditentukan. Pada bab ini terdapat metode dalam pengumpulan data dan aturan penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2, dijelaskan tinjauan pustaka mengenai pengertian dasar bahan baku beton, agregat buatan, geopolimer, dan topik terkait lainnya. Serta pembahasan mengenai uji coba dalam penelitian ini. Penjelasan pada bab ini bersumber dari peneliti terdahulu sebagai referensi dalam menjalankan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga diuraikan mengenai bahan dan perlengkapan yang digunakan dalam penelitian, serta metode yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian seperti pengujian material beton dengan menggunakan agregat buatan geopolimer, proses pembuatan sampel, dan pengetesan hasil uji tersebut.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab keempat berisi tentang hasil penelitian, yang meliputi penyusunan data dari pengetesan sifat fisik material yang dipakai serta pengetesan sifat mekanik pada sampel, seperti pengetesan daya tahan terhadap tekan dan belah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kelima meliputi ringkasan dari temuan dan diskusi yang dibahas pada bab sebelumnya. Selain itu, bab ini mengusulkan beberapa rekomendasi untuk peningkatan penelitian yang relevan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- 2847:2013 SNI, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” Bandung Badan Stand. Indones., pp. 1–265, 2013.
- Abdullah, A., Hussin, K., Abdullah, M. M. A. B., Yahya, Z., Sochacki, W., Razak, R. A., Bloch, K., & Fansuri, H. (2021). Article the effects of various concentrations of naoh on the inter-particle gelation of a fly ash geopolymeraggregate. *Materials*, 14(5), 1–11.
<https://doi.org/10.3390/ma14051111>
- Adi S, D., Rahman N, F., Lie, H. A., & Purwanto. (2018). Studi Experimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7, 89–98.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/viewFile/19368/18372>
- Asroni, A. (2015). Balok dan Pelat Beton Bertulang. *D.H. 로렌스 연구*, 23(1), 37–54. <http://www.riss.kr/link?id=A100727777>
- ASTM, “Astm C330,” *Stand. Specif. Light. Aggregates Struct. Concr.*, vol. 04, pp. 3–6, 2000, doi: 10.1520/C0330.
- Bhakti, H., Olivia, M., & Kamaldi, A. (2015). Agregat Buatan Geopolimer dengan Bahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash) dan Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash). *Teknik Sipil*, Universitas Riau, 1–5.
- Delsaute, B., Staquet, S., 2019. Development of strain-induced stresses in early age concrete composed of recycled gravel or sand. *J. Adv. Concr. Technol.* 17 (6), 319–334.
- Dewa Made Alit Karyawan, I., Ekaputri, J. J., Widyatmoko, I., & Ahyudanari, E. (2020). The effect of various $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ratios on the physical properties and microstructure of artificial aggregates. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15(2), 1139–1154.

- Freedonia, World Construction Aggregates - Industry Study with Forecasts for 2015 & 2020, Free. Gr. (2015) 6.
- Herianto, J. G., Anastasia, E., Antoni, & Hardjito, D. (2016). Pengaruh Penambahan Larutan Asam Terhadap Setting Time dan Kuat Tekan Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, 6(1), 1–8. <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/4901/4509>
- Huda, C. (2013). Analisa sifat mekanik pasta geopolimer ringan berbahan dasar fly ash, lumpur sidoarjo dan foam, 1(1), 1–5.
- K. S. Vali, “AGGREGATES-A REVIEW,” vol. 8, no. 6, pp. 360–369, 2017. Li, Z., Ding, Z., and Zhang, Y., Development Of Sustainable Cementitious Materials, Hongkong,
- Li, Z., Ding, Z., and Zhang, Y., Development Of Sustainable Cementitious Materials, Hongkong,
- Liu, C., Liu, H., Xiao, J., Bai, G., 2020. Effect of old mortar pore structure on relative humidity response of recycled aggregate concrete. Construct. Build. Mater. 247, 118600.
- Malik, Yulianti. 2014. Studi Pengaruh Temperatur dan Waktu Curing Terhadap Sifat Fisik-Mekanik Semen Geopolymer Berbasis Slag Ferronickel.
- Manuahe, R., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2014). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). Jurnal Sipil Statik, 2(6), 277–282.
- Nadesan, M. S., & Dinakar, P. (2017). *Mix design and properties of fly ash waste lightweight aggregates in structural lightweight concrete*. School of Infrastructure, Indian Institute of Technology, Bhubaneswar, India. Case Studies in Construction Materials 7 (2017) 336–347
- Neupane, Kamal., Chalmers, Des., Paul Kidd. 2018. High-Strength Geopolymer Concrete- Properties, Advantages and Challenges. Advances in Materials Journal. 7(2) : 15-25.

- Nguyen, Q.D., Castel, A., 2020. Reinforcement corrosion in limestone flash calcined clay cement-based concrete. *Cement Concr. Res.* 132, 106051.
- Olivia, M (2013). Durability Related Properties of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete, (May).
- Pratama, E., & Hisyam, E. S. (2016). Kajian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat Nylon. *Forum Profesional Teknik Sipil*, 4(1), 28–38.
- Putra, A. A. F. (2015). Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Skripsi*, 1–92.
- Qian, L.-P., Wang, Y.-S., Alrefaei, Y., Dai, J.-G., 2020. Experimental study on full-volume fly ash geopolymer mortars: sintered fly ash versus sand as fine aggregates. *J. Clean. Prod.*, 121445
- Rafiza, A. R., Bakri, A. M. M. Al, Kamarudin, H., Nizar, I. K., Hardjito, D., & Zarina, Y. (2013). Reviews on the Properties of Aggregates made with or without Geopolymerisation Method, 626, 892–895.
doi:10.4028/www.scientific.net/A MR.626.892
- Razak, R. A., Al Bakri Abdullah, M. M., Kamarudin, H., Ismail, K. N., Sandu, I., Hardjito, D., & Yahya, Z. (2013). Study on radioactivity components, water quality and microstructure characteristic of volcano ash as geopolymer artificial aggregate. *Revista de Chimie*, 64(6), 593–598.
- Risdanareni, P., Schollbach, K., Wang, J., & De Belie, N. (2020). The effect of NaOH concentration on the mechanical and physical properties of alkali activated fly ash-based artificial lightweight aggregate. *Construction and Building Materials*, 259, 119832.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119832>
- Shahrour, N., Allouzi, R., 2020. Shear behavior of captive-and short-column effects using different basalt aggregate contents. *J. Build. Eng.*, 101508

- Sherwani, A. F. H., Faraj, R., Younis, K. H., & Daraei, A. (2021). Strength, abrasion resistance and permeability of artificial fly-ash aggregate pervious concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00502>
- Tian, K., Wang, Y., Hong, S., Zhang, J., Hou, D., Dong, B., & Xing, F. (2021). Alkali-activated artificial aggregates fabricated by red mud and fly ash: Performance and microstructure. *Construction and Building Materials*, 281, 122552. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122552>
- Utami, R., Herbudiman, B., & Irawan, R. R. (2017). Efek Tipe Superplasticizer terhadap Sifat Beton Segar dan Beton Keras pada Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash | Utami | RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 59–70. <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/1183/1393>
- Widodo, M. A. (2021). Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas pada High Volume Fly Ash (HVFA) dengan Kadar Fly Ash 50%, 60%, dan 70% terhadap Beton Normal. *Matriks Teknik Sipil*, 9(4), 244. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i4.54787>
- Xu, L. Y., Qian, L. P., Huang, B. T., & Dai, J. G. (2021). Development of artificial one-part geopolymers lightweight aggregates by crushing technique. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128200.