

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETTIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

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



**M.HADZIQ HUDA**

**03011281924058**

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

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

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



**M.HADZIQ HUDA**

**03011281924058**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETTIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

## TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**M.HADZIQ HUDA**

**03011281924058**

**Palembang, April 2023**

**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing,**



**Bimo/Brata Adhitva, 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 Cold Bond Pelletization 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 ini.
4. Bapak Yogie Ardiwinata, S.T., MPWK., 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 Defiria Afifah, Alfian Fadlyba, dan Fariz Alhazmi Siregar yang telah kebersamai baik suka dan duka selama penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya.

Indralaya, April 2023



M. Hadziq Huda

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xiv
RINGKASAN .....	xv
SUMMARY .....	xvi
PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xvii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Pengertian Beton.....	6
2.3 Komponen Penyusun Beton .....	7
2.3.1 Semen.....	7
2.3.2 Agregat Halus.....	9
2.3.3 Air.....	10
2.4 Keunggulan dan Kelemahan Beton .....	11
2.5 Sifat Mekanik Beton.....	12
2.5.1 Kuat Tekan Beton.....	12
2.5.2 Kuat Tarik Belah Beton.....	12
2.6 Definisi <i>Geopolymer</i> .....	13
2.7 Agregat Buatan Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i> .....	13
2.8 Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	14
2.9 Metode <i>Cold Bond Pelletization</i> .....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Deskripsi Umum.....	16
3.2 Studi Literatur.....	16
3.3 Alur Penelitian.....	16
3.4 Material Penyusun .....	18
3.5 Peralatan .....	20
3.6 Tahapan Pengujian di Laboratorium .....	30
3.6.1 Tahap I.....	30
3.6.2 Tahap II .....	36
3.6.3 Tahap III.....	41
3.6.4 Tahap IV.....	44
3.6.5 Tahap V.....	49

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus.....	52
4.1.1 Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	52
4.1.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus.....	54
4.1.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus .....	56
4.1.4 Pengujian Zat Organik Agregat Halus .....	57
4.1.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	58
4.2. Hasil Pengujian Agregat Natural/Kerikil.....	59
4.2.1 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....	59
4.2.2 Pengujian Berat Volume Agregat Kasar .....	61
4.2.3 Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar .....	63
4.2.4 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar .....	65
4.2.5 Pengujian <i>Aggregate Impact Value</i> Agregat Kasar.....	66
4.3 Hasil Pengujian Agregat Buatan Geopolimer <i>pellet</i> .....	67
4.3.1 Pengujian Kadar Air Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	68
4.3.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Buatan .....	69
4.3.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	71
4.3.4 Pengujian <i>Aggregate Impact Value</i> Agregat Buatan Geopolimer ....	73
4.4 Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i> .....	74
4.4.1 Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> .....	74
4.4.2 Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	75
4.4.3 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	76
4.5 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton.....	77
4.5.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	77
4.5.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	80
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA .....	84
LAMPIRAN.....	87



# DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1 Alat <i>Pelletization</i> .....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	17
Gambar 3. 2 Agregat Buatan Geopolimer.....	18
Gambar 3. 3 Agregat Natural .....	19
Gambar 3. 4 Agregat Halus.....	19
Gambar 3. 5 Semen OPC (Ordinary Portland Cement) .....	20
Gambar 3. 6 <i>Aquades</i> .....	20
Gambar 3. 7 Pan.....	21
Gambar 3. 8 Timbangan Digital.....	21
Gambar 3. 9 Sekop.....	21
Gambar 3. 10 Sekop Semen .....	22
Gambar 3. 11 Sikat Kawat .....	22
Gambar 3. 12 Scrapper.....	23
Gambar 3. 13 Kuas.....	23
Gambar 3. 14 Sarung Tangan.....	24
Gambar 3. 15 Saringan.....	24
Gambar 3. 16 <i>Sieve machine</i> .....	25
Gambar 3. 17 <i>Concrete Mixer</i> .....	25
Gambar 3. 18 Bekisting.....	26
Gambar 3. 19 Tongkat Penumbuk .....	26
Gambar 3. 20 Kerucut Terpancung.....	27
Gambar 3. 21 Plat Besi.....	27
Gambar 3. 22 Alat Ukur <i>Slump</i> .....	27
Gambar 3. 23 Ember .....	28
Gambar 3. 24 Oven .....	28
Gambar 3. 25 <i>Plastic Wrap</i> .....	29
Gambar 3. 26 <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> .....	29
Gambar 3. 27 Alat <i>Pelletization</i> .....	30

Gambar 3. 28 NaOH dalam gelas ukur .....	31
Gambar 3. 29 Pencampuran NaOH dengan Aquades .....	32
Gambar 3. 30 Pencampuran larutan NaOH dengan $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....	32
Gambar 3. 31 Pencampuran <i>fly ash</i> dan pasir .....	33
Gambar 3. 32 Pencampuran dengan alat <i>pelletization</i> .....	33
Gambar 3. 33 Penuangan agregat <i>pellet</i> ke <i>pan</i> .....	33
Gambar 3. 34 <i>Curing</i> agregat buatan dalam <i>oven</i> selama 24 jam.....	34
Gambar 3. 35 Agregat <i>pellet</i> .....	34
Gambar 3. 36 (a) Agregat Natural/Kerikil; (b) Agregat <i>Pellet</i> .....	34
Gambar 3. 37 (a) <i>Shieve Shaker</i> ; (b) Alat Saringan.....	35
Gambar 3. 38 Proses Penyaringan Agregat.....	35
Gambar 3. 39 Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	36
Gambar 3. 40 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	37
Gambar 3. 41 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus .....	37
Gambar 3. 42 Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	37
Gambar 3. 43 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	38
Gambar 3. 44 Pengujian Kadar Air Agregat Natural/Kerikil .....	38
Gambar 3. 45 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Natural/Kerikil ...	38
Gambar 3. 46 Pengujian Analisis Saringan Agregat Natural/Kerikil .....	39
Gambar 3. 47 Pengujian AIV Agregat Natural/Kerikil .....	39
Gambar 3. 48 Pengujian Berat Volume Agregat Natural/Kerikil .....	39
Gambar 3. 49 Pengujian Kadar Air Agregat <i>Pellet</i> .....	40
Gambar 3. 50 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat <i>Pellet</i> .....	40
Gambar 3. 51 Pengujian Analisis Saringan Agregat <i>Pellet</i> .....	41
Gambar 3. 52 Pengujian AIV Agregat <i>Pellet</i> .....	41
Gambar 3. 53 Penimbangan Material Uji .....	45
Gambar 3. 54 Proses memasukkan agregat kedalam molen pada masing-masing campuran beton (a) agregat natural/kerikil; (b) agregat <i>Pellet</i> .....	46
Gambar 3. 55 Mencampur pasir dan agregat .....	46
Gambar 3. 56 Proses memasukkan semen .....	46
Gambar 3. 57 Menuangkan air pada campuran beton.....	47
Gambar 3. 58 Uji <i>Slump</i> .....	47

Gambar 3. 59 Memasukkan campuran kedalam bekisting .....	48
Gambar 3. 60 Curing <i>beton</i> .....	49
Gambar 3. 61 Pengujian Kuat Tekan (a) Beton Tinjauan; (b) Beton Agregat Pellet .....	50
Gambar 3. 62 Pengujian Kuat Tarik Belah (a) Beton Tinjauan; (b) Beton Agregat Pellet.....	51
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	72
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian XRD .....	76
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian SEM .....	77
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	79
Gambar 4. 5 Hasil Kuat Tarik Belah Beton .....	81

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Material.....	42
Tabel 3. 2 Perencanaan JMF .....	42
Tabel 3. 3 Hasil JMF .....	43
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Specific Gravity dan Penyerapan Agregat Halus .....	56
Tabel 4.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus .....	56
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur.....	59
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	61
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar .....	62
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar.....	64
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar.....	65
Tabel 4.9 Hasil Pengujian AIV Agregat Kasar .....	67
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	69
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	71
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Buatan <i>Pellet</i> .....	72
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian AIV Agregat Buatan Geopolimer <i>Pellet</i> .....	74
Tabel 4. 14 Hasil pengujian XRF.....	75
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat Natural.....	78
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat <i>Pellet</i> .....	78
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat Natural.....	80
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat <i>Pellet</i> .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian KTB Beton Agregat Natural .....	88
Lampiran 2. Hasil Pengujian KTB Beton Agregat <i>Pellet</i> .....	88
Lampiran 3. Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat Natural .....	88
Lampiran 4. Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Agregat <i>Pellet</i> .....	88
Lampiran 5. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....	
Lampiran 6. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	
Lampiran 7. Lembar Asistensi.....	
Lampiran 8. 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 *Cold Bond Pelletization* terhadap Sifat Mekanik Beton” yang disusun oleh M.Hadziq Huda, NIM. 03011281924058 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2023.

Palembang, April 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

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

M.Hadziq Huda<sup>1)</sup>, dan Bimo Brata Adhitya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [hadziqhuda@gmail.com](mailto:hadziqhuda@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [bimo@unsri.ac.id](mailto:bimo@unsri.ac.id)

## Abstrak

Permasalahan penggunaan batu alam yang menjadi komponen yang sangat penting dalam pembangunan yang terjadi setiap tahun bahkan setiap harinya dan sangat massif digunakan menimbulkan kekhawatiran berkurangnya ketersediaan batuan yang ada di alam, sedangkan permintaannya selalu meningkat. Kemudian limbah *fly ash* yang tiap tahunnya mencapai 460 juta ton tidak dimanfaatkan dengan baik, oleh karena itu hadirlah penelitian ini yang akan melakukan penelitian terhadap agregat buatan berbasis *fly ash* yang nantinya dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan memahami pengaruh agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *cold bond pelletization* terhadap sifat mekanik beton. Material material yang digunakan pada penelitian kali ini adalah semen, air, pasir, dan agregat kasar natural dan agregat kasar buatan. Pada penelitian kali ini melakukan pengujian sifat mekanik berupa uji kuat tekan beton dengan target kuat sebesar  $f_c' = 25$  Mpa dan uji kuat belah. Untuk nilai kuat tekan beton yang didapatkan beton dengan agregat natural adalah 28,976 MPa, sedangkan beton agregat *pellet* sebesar 25,582 Mpa. Sedangkan untuk kuat belah beton agregat natural mendapatkan kuat sebesar 10,067% dari kuat tekannya, yaitu 2,917 MPa, dan untuk beton agregat *pellet* sebesar 10,324% dari kuat tekan betonnya yaitu 2,641 MPa. Dari penelitian yang dilakukan beton yang menggunakan agregat natural maupun agregat buatan sama sama memenuhi target kuat tekan.

**Kata kunci:** Geopolimer, Artificial, Agregat, Beton

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

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETTIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

M.Hadziq Huda<sup>1)</sup>, dan Bimo Brata Adhitya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [hadziqhuda@gmail.com](mailto:hadziqhuda@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [bimo@unsri.ac.id](mailto:bimo@unsri.ac.id)

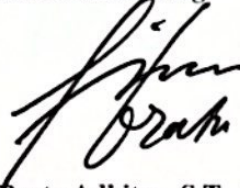
## Abstract

*The problem of using natural stone which is a very important component in development that occurs every year or even every day and is used very massively raises concerns about the reduced availability of rock in nature, while the demand for it is always increasing. Then the fly ash waste which reaches 460 million tons annually is not utilized properly, therefore this research is present which will conduct research on fly ash-based artificial aggregates which will be able to solve this problem. The purpose of this study was to analyze and understand the effect of fly ash-based geopolymer-made aggregates using the cold bond pelletization method on the mechanical properties of concrete. The materials used in this study are cement, water, sand, and natural coarse aggregate and artificial coarse aggregate. In this study, the mechanical properties were tested in the form of a concrete compressive strength test with a target strength of  $f_c'$  25 MPa and a split strength test. For concrete compressive strength values obtained by natural aggregate concrete is 28.976 MPa, while pelleted aggregate concrete is 25.582 MPa. Meanwhile, the split strength of natural aggregate concrete is 10.067% of the compressive strength, which is 2.917 MPa, and for pelleted aggregate concrete it is 10.324% of the compressive strength of the concrete, which is 2.641 MPa. From research conducted concrete using natural aggregates and artificial aggregates both meet the target of compressive strength.*

**Key Word:** Geopolymer, Artificial, Agregate, Concrete

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,





## RINGKASAN

### ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN METODE *COLD BOND PELLETIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

Karya tulis ilmiah berupa tugas akhir, 15 Maret 2023

M.Hadziq Huda ; dibimbing oleh Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

xx + 87 halaman, 68 gambar, 21 tabel

Permasalahan penggunaan batu alam yang menjadi komponen yang sangat penting dalam pembangunan yang terjadi setiap tahun bahkan setiap harinya dan sangat massif digunakan menimbulkan kekhawatiran berkurangnya ketersediaan batuan yang ada di alam, sedangkan permintaannya selalu meningkat. Kemudian limbah *fly ash* yang tiap tahunnya mencapai 460 juta ton tidak termanfaatkan dengan baik, oleh karena itu hadir lah penelitian ini yang akan melakukan penelitian terhadap agregat buatan berbasis *fly ash* yang nantinya dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan memahami pengaruh agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* dengan metode *cold bond pelletization* terhadap sifat mekanik beton. Material material yang digunakan pada penelitian kali ini adalah semen, air, pasir, dan agregat kasar natural dan agregat kasar buatan. Pada penelitian kali ini melakukan pengujian sifat mekanik berupa uji kuat tekan beton dengan target kuat sebesar  $f_c' 25$  Mpa dan uji kuat belah. Untuk nilai kuat tekan beton yang didapatkan beton dengan agregat natural adalah 28,976 MPa, sedangkan beton agregat *pellet* sebesar 25,582 Mpa. Sedangkan untuk kuat belah beton agregat natural mendapatkan kuat sebesar 10,067% dari kuat tekannya, yaitu 2,917 MPa, dan untuk beton agregat *pellet* sebesar 10,324% dari kuat tekan betonnya yaitu 2,641 MPa. Dari penelitian yang dilakukan beton yang menggunakan agregat natural maupun agregat buatan sama sama memenuhi target kuat tekan.

**Kata kunci:** Geopolimer, Artificial, Agregat, Beton

## SUMMARY

### *ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE USE OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER ARTIFICIAL AGGREGATE USING THE COLD BOND PELLETIZATION METHOD ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE*

The thesis, 15 March 2023

M.Hadziq Huda; *guided by* Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

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

xx + 87 pages, 68 pictures, 21 tables

*The problem of using natural stone which is a very important component in development that occurs every year or even every day and is used very massively raises concerns about the reduced availability of rock in nature, while the demand for it is always increasing. Then the fly ash waste which reaches 460 million tons annually is not utilized properly, therefore this research is present which will conduct research on fly ash-based artificial aggregates which will be able to solve this problem. The purpose of this study was to analyze and understand the effect of fly ash-based geopolymer-made aggregates using the cold bond pelletization method on the mechanical properties of concrete. The materials used in this study are cement, water, sand, and natural coarse aggregate and artificial coarse aggregate. In this study, the mechanical properties were tested in the form of a concrete compressive strength test with a target strength of  $f_c' 25$  MPa and a split strength test. For concrete compressive strength values obtained by natural aggregate concrete is 28.976 MPa, while pelleted aggregate concrete is 25.582 MPa. Meanwhile, the split strength of natural aggregate concrete is 10.067% of the compressive strength, which is 2.917 MPa, and for pelleted aggregate concrete it is 10.324% of the compressive strength of the concrete, which is 2.641 MPa. From research conducted concrete using natural aggregates and artificial aggregates both meet the target of compressive strength.*

**Keywords:** *Geopolymer, Artificial, Agregate, Concrete*

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M.Hadziq Huda  
Nim : 03011281924058  
Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer  
Berbasis *Fly Ash* dengan Metode *Cold Bond Pelletization* 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,



**M,HADZIQ HUDA**

**NIM. 03011281924058**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M.Hadziq Huda  
NIM : 03011281924058  
Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer  
Berbasis *Fly Ash* dengan Metode *Cold Bond Pelletization* 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**



**M.Hadziq Huda**

**03011281924058**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M.Hadziq Huda  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
E-mail : hadziqhuda@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri 02 Centre Curup	-	-	2007-2013
SMP Negeri 1 Rejang Lebong	-	-	2013-2016
SMA Negeri 1 Rejang Lebong	-	IPA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil dan Perencanaan	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(M.Hadziq Huda)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam beberapa dekade terakhir, pertumbuhan pembangunan infrastruktur global telah menjadi perkembangan penting yang menghasilkan peningkatan konsumsi material. Beton, sebagai material yang paling sering digunakan dalam industri konstruksi, memiliki kekuatan tekan yang sangat tinggi dan merupakan bahan penting dalam pembangunan gedung, jembatan, jalan, kondominium, apartemen, dan berbagai infrastruktur lainnya.

Industri konstruksi telah mengembangkan beton menjadi bahan yang mudah diperoleh dan digunakan dalam berbagai kondisi. Oleh karena itu, beton telah menjadi material komposit yang banyak digunakan di Indonesia dan seluruh dunia. Selain itu, komponen-komponen beton seperti agregat kasar, agregat halus, semen, dan air tersedia secara lokal. Namun, pilihan dan penggunaan agregat dalam beton dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik beton yang dihasilkan. Salah satu komponen penting beton, yaitu agregat kasar atau batu pecah, semakin langka di alam..

Agregat kasar atau batu pecah adalah salah satu komponen penting dalam beton yang mempengaruhi berat jenis beton. Kombinasi dari agregat halus dan agregat kasar merupakan komponen yang paling banyak digunakan dalam pembuatan beton, mencapai sekitar 60% hingga 80% dari volume beton. Berbagai jenis batuan alam, seperti batu gamping, basal, dan kerikil, digunakan dalam industri beton berdasarkan kondisi geologi. Permintaan agregat dalam industri konstruksi meningkat setiap tahunnya, dengan total konsumsi global pada tahun 2015 diperkirakan mencapai lebih dari 48,3 miliar ton per tahun dan terus meningkat sebesar 5,2% per tahun. Namun, ketersediaan agregat alam semakin menurun karena meningkatnya permintaan, sehingga diperlukan alternatif untuk mengurangi penggunaan agregat alam, salah satunya dengan membuat agregat buatan.

Untuk mengatasi tantangan ini, banyak penelitian telah dilakukan di seluruh dunia untuk menghasilkan agregat buatan sebagai alternatif bahan bangunan. Salah satu teknik yang diusulkan adalah daur ulang agregat dari limbah beton atau penggunaan limbah berbutir kasar sebagai agregat. Ada juga teknologi geopolimerisasi yang dapat menghasilkan agregat buatan dari campuran bahan kaya silika dan alumina serta alkali aktivator. Mineral silika dan alumina dapat diperoleh dari sumber seperti tanah liat, lumpur merah, dan fly ash. Fly ash adalah produk sampingan dari pembakaran batubara yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dengan menggunakan fly ash sebagai bahan baku untuk membuat agregat buatan, selain mengurangi konsumsi agregat alam, juga dapat mengurangi penggunaan energi tak terbarukan. Menurut penelitian, produksi fly ash global mencapai sekitar 460 juta ton per tahun, tetapi hanya 25% dari produksi tersebut yang digunakan.

Salah satu metode pembuatan agregat buatan geopolimer berbasis abu terbang ini adalah dengan metode *cold bond pelletization* metode ini digunakan karena metode ini menggunakan biaya yang jauh lebih minim daripada metode metode lainnya seperti sintering, autoklaf, namun tidak mengurangi efisiensi kerja, dan dapat dilakukan penelitian dalam skala laboratorium, dan hasil yang didapatkan, dan dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh K.Usanova, (2020) dengan judul “*cold bonded fly ash aggregate concrete penggunaan agregat cold bonded peletization*” ini mendapatkan kuat tekan yang baik, kuat lentur yang baik, penyerapan dan porositasnya pun baik, dan beton ini layak untuk digunakan dalam pembuatan beton structural dan beton ringan.

## **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 *cold bond pelletization* 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 *cold bond pelletization* terhadap sifat mekanik beton

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini jika mengacu dari rumusan masalah serta tujuan penelitian yang telah ditetapkan, antara lain adalah sebagai berikut :

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

### 1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini ada dua metode, metode tersebut antara lain :

1. Data primer

Data primer merupakan sebuah data yang harus diperoleh dengan cara melakukan penelitian secara langsung terhadap objek yang akan diteliti. Data primer dalam penelitian kali ini diperoleh dengan melakukan pengamatan, percobaan dan pengujian secara langsung di laboratorium penelitian.



## 2. Data sekunder

Data sekunder merupakan sebuah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dalam artian tidak perlu melakukan penelitian terhadap sebuah objek, caranya yaitu dengan melakukan studi literatur terhadap penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan terdahulu, jurnal atau referensi yang legal dan dapat dijadikan sebuah rujukan. Pada penelitian kali ini data sekunder yang digunakan berupa studi pustaka dari jurnal-jurnal sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan penelitian.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun aturan penulisan pada laporan tugas akhir ini meliputi 3 bab, dimana penjelasannya dijelaskan sebagai berikut ini:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab pertama memberikan penjelasan tentang informasi awal, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, cara pengumpulan data, dan struktur penulisan yang akan digunakan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab kedua menjelaskan tinjauan pustaka mengenai pengertian beton, agregat buatan, geopolimer, *metode cold bond pelletization*, dan topik lainnya. Selain itu, bab ini juga merincikan mengenai metode pengujian yang akan dilakukan. Bab ini memuat penjelasan yang diambil dari hasil penelitian beberapa peneliti terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ketiga menguraikan mengenai bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian, serta metodologi yang digunakan dalam melaksanakan penelitian, seperti pengujian material beton yang menggunakan agregat buatan geopolimer, proses pembentukan benda uji, dan pengujian benda uji.

#### **BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab keempat berisi tentang analisis hasil penelitian yang telah dilakukan dengan melakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengujian terhadap sifat fisik material yang digunakan dan pengujian sifat mekanik pada sampel, termasuk pengujian kuat tekan dan kuat belah.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kelima mengulas tentang simpulan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Di bab ini, juga terdapat rekomendasi untuk pengembangan penelitian yang terkait di masa yang akan datang.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- ACAA, Ash Around the world. American Coal Ash Association, 2018, [www.acca-usa.org](http://www.acca-usa.org).
- Al Mahbubi, M. and Ahyudanari, E., 2019. Analysis the Use of Artificial Aggregates As a Substitute of Coarse Agreggates for Surface of Flexible Pavement. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), pp D47-D51.
- ASTM C 618-05. 2005. *Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C136. 2014. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C40. 2011. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C142. 2010. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C128. 2015. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C127. 2012. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C131. 2014. *Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C535. 2016. *Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C88. 2018. *Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- Ayachit, A. C., Nikam, P. B., Pise, S. N., Shah, A. D., Pawar, V. H., & Wagh, K.

- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2002. SNI 03-6882-2002. Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pemasangan: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI-1969-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI 3407-2008. Cara Uji Sifat Kekekalan Agregat Dengan Cara Perendaman Menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat: Jakarta.
- Chithambar Ganesh, A., Vinod Kumar, M., Kanniga Devi, R., Srikar, P., Prasad, S., Manoj Kumar, M., & Sarath, R. P. 2021. Pervious Geopolymer Concrete under Ambient Curing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 2737–2741.
- EKAPUTRI, J.J., WIDYATMOKO, I. and 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), pp.1139-1154.
- Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Booya, E. and Mermerdaş, K., 2015. Strength and permeability properties of self-compacting concrete with cold bonded fly ash lightweight aggregate. *Construction and Building Materials*, 74, pp.17-24.
- Hartono, H., 2015. Studi Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Dari Batu Kapur. *Gema Teknologi*, 17(3).
- İpek, S., Ayodele, O.A. and Mermerdaş, K., 2020. Influence of artificial aggregate on mechanical properties, fracture parameters and bond strength of concretes. *Construction and Building Materials*, 238, p.117756.
- K. 2016. *Mix Design of Fly-Ash Based Geopolymer Concrete*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(2).
- Mermerdaş, K., İpek, S., Algin, Z., Ekmen, Ş. and Güneş, İ., 2020. Combined effects of microsilica, steel fibre and artificial lightweight aggregate on the shrinkage and mechanical performance of high strength cementitious composite. *Construction and Building Materials*, 262, p.120048.
- Scott, John. S. 1993. Kamus Lengkap Teknik Sipil Edisi Ke-4. Erlangga. Jakarta.

- Sherwani, A.F.H., Faraj, R., Younis, K.H. and Daraei, A., 2021. Strength, abrasion resistance and permeability of artificial fly-ash aggregate pervious concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 14, p.e00502.
- Soundararajan, E. K., & Vaiyapuri, R. 2021. *Geopolymer binder for pervious concrete*. *Gradjevinar*, 73(3), 209–218.
- Tho-In, T., Sata, V., Chindaprasirt, P., & Jaturapitakkul, C. 2013. Pervious high-calcium fly ash geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*, 30, 366–371.
- Thomas, Michael. (2013). *Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete*. Washington DC: Portland Cement Association.
- Tian, K., Wang, Y., Hong, S., Zhang, J., Hou, D., Dong, B. and Xing, F., 2021. Alkali-activated artificial aggregates fabricated by red mud and fly ash: Performance and microstructure. *Construction and Building Materials*, 281, p.122552.
- Wardani, Sri Prabandiyani Retno. (2015). *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Jurnal: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.