

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN  
DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN  
DAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT  
HALUS**



**M REZA PRATAMA**

**03011381722128**

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

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**

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



**M REZA PRATAMA**

**03011381722128**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN DENGAN *FLY ASH*  
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI  
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

**M REZA PRATAMA**

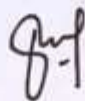
**03011381722128**

Palembang, Maret 2022

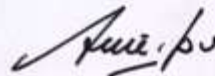
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

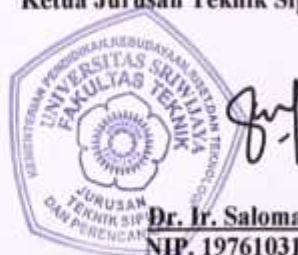


**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**



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

Mengetahui/ Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

## KATA PENGANTAR

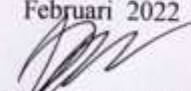
Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi penulis keadaan yang sehat wa'alfiat sehingga diberikan izin untuk menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Dengan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Semen dan *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus".

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak, karena tanpa mereka mungkin penulis mengalami kesulitan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dari penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan proposal laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE. Selaku Rektor Universitas Sriwijaya
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah banyak memberikan bantuan dan arahan baik dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan proposal laporan tugas akhir ini.
5. Pihak dari PT. Indobeton dan PT. Bukit Asam yang telah memberikan bantuan berupa material yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.
6. Teman-teman satu tim penulis dan teman-teman lainnya yang telah memberikan masukan serta semangat untuk menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada penulisan laporan ini. Untuk itu, penulis menerima segala kritikan, pendapat dan masukan agar dalam penulisan laporan ini kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat untuk pembaca.

Palembang, Februari 2022

  
M. Reza Pratama

## **HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO**

### **PERSEMBAHAN:**

“Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Allah S.W.T. sebagai bentuk rasa syukur atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mencari ilmu pada Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan.”

“Kepada Papa, Mama, Adik Citra, dan Adik Revo yang telah memberikan dukungan moral dan finansial sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.”

“Kepada Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.”

“Kepada Kekasih saya Atika Pratiwi Hanun, S.E., yang telah membantu dan memberikan dukungan moral kepada saya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.”

“Kepada Manchester United yang telah menemani saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.”

“Kepada sahabat-sahabat saya, mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang senantiasa mendukung, berbagi keluh kesah, dan membantu saya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.”

### **MOTTO:**

"Majulah tanpa menghambat, naiklah tanpa menjatuhkan. Setiap rezeki memiliki tuannya masing-masing."

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
RINGKASAN .....	x
<i>SUMMARY</i> .....	xii
PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN .....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup .....	4
1.5 Metode Pengumpulan Data .....	5
1.6 Rencana Sistematika Penulisan .....	5
BAB II <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Beton Ringan .....	7
2.1.1 Standar Material Penyusun .....	9
2.2. <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i> .....	11
2.2.1 Jenis-Jenis <i>Fly Ash</i> .....	12
2.2.2 Sifat-sifat <i>Fly Ash</i> .....	13
2.2.3 Karakteristik <i>Fly Ash</i> .....	14
2.3. Analisis Mikrostruktur.....	14
2.3.1 FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ).....	14
2.3.2 XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ).....	16
2.3.3 SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) .....	16

2.3.4	XRF ( <i>X-Ray Flourencence</i> ) .....	18
2.3.5	PSA ( <i>Particle Size Analyzer</i> ) .....	19
2.4	Kuat Tekan Beton .....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		22
3.1	Studi Literatur .....	22
3.2	Alur Penelitian .....	22
3.3	Bahan Material Campuran Beton .....	24
3.4	Peralatan .....	26
3.5	Tahap Pengujian .....	28
3.5.1	Tahap 1 .....	28
3.5.2	Tahap 2 .....	28
3.5.3	Tahap 3 .....	29
3.5.4	Tahap 4 .....	30
3.5.5	Tahap 5 .....	32
3.6	Analisa dan Pembahasan .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1.	Hasil Pengujian Material .....	33
4.1.1.	Hasil Pengujian Agregat Halus .....	33
4.1.2.	Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i> .....	34
4.1.3.	Hasil Pengujian <i>Bottom Ash</i> .....	40
4.2.	Hasil Kuat Tekan Beton .....	46
4.3.	Hasil Pengujian Mikrostruktur <i>Light Weight Concrete</i> .....	48
4.3.1.	Hasil Pengujian Beton Ringan Dengan <i>Fly Ash</i> Sebagai Subtitusi Semen .....	48
4.3.2.	Hasil Pengujian Beton Ringan Dengan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Subtitusi Agregat Halus .....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		55
5.1	Kesimpulan .....	55
5.2	Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....		57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Mix Desain <i>Non Monomer</i> (Gatot, 2016) .....	8
Tabel 2.2. Mix Desain Monomer (0,5% W Semen) (Gatot, 2016).....	8
Tabel 2.3. Berat Beton Ringan (Jafari, 2017) .....	8
Tabel 2.4. Komposisi Oksidasi Semen Portland.....	10
Tabel 2.5 Hasil Pengujian XRF <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (Muhardi, 2010).....	19
Tabel 3.1 <i>Job Mix Formula</i> mortar (ASTM C109, 2013).....	29
Tabel 3.2 Komposisi <i>Job Mix Formula</i> beton berbahan dasar <i>fly ash</i> .....	30
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus .....	33
Tabel 4.2. Particle Size Analyzer Fly Ash .....	35
Tabel 4.3. Hasil Uji X-Ray <i>Fluorescence</i> .....	39
Tabel 4.4. Tabel <i>Particle Size Analyzer Bottom Ash</i> .....	42
Tabel 4.5. Hasil Uji X-Ray <i>Fluorescence</i> .....	45
Tabel 4.6. Kuat Tekan Beton .....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. FTIR <i>fly ash</i> (Ningsih dan Said, 2019) .....	15
Gambar 2.2. FTIR <i>bottom ash</i> (Prinya Chindaprasirt, 2019).....	15
Gambar 2.3. Hasil pengujian <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> menggunakan XRD (Chindaprasirt, 2009) .....	16
Gambar 2.4. Analisis XRD <i>bottom ash</i> (Hashemi, 2018).....	16
Gambar 2.5. Analisis SEM <i>bottom ash</i> (Lee, 2018) .....	17
Gambar 2.6. SEM <i>fly ash</i> 2000x dan 5000x (Jonathan, 2017) .....	17
Gambar 2.7. SEM <i>bottom ash</i> 2000x dan 5000x (Jonathan, 2017) .....	18
Gambar 2.8. <i>Particle size analyzer of original fly ash, ground fly ash, and GBA</i> for 12 h, 24 h, And 36 h (Navin, 2020).....	20
Gambar 2.9. Kuat tekan beton dengan <i>fly ash</i> (Iqbal dkk, 2017).....	21
Gambar 3.1 Diagram alir.....	23
Gambar 3.2. Agregat halus.....	24
Gambar 3.3. Semen OPC ( <i>Ordinary portland cement</i> ).....	24
Gambar. 3.4. Air.....	25
Gambar 3.5. <i>Fly ash</i> .....	25
Gambar 3.6. <i>Bottom ash</i> .....	26
Gambar 3.7. <i>Superplasticizer</i> .....	26
Gambar 3.8. <i>Mixer</i> .....	27
Gambar 3.9. Cetakan kubus 5x5x5 cm .....	27
Gambar 3.10. Alat uji kuat tekan .....	28
Gambar 3.11. Pencampuran material padat .....	30
Gambar 3.12. Pencampuran <i>liquid</i> .....	31
Gambar 3.13. Benda uji dalam cetakan .....	31
Gambar 3.14. <i>Curing</i> benda uji.....	31
Gambar 3.15. Pengujian kuat tekan .....	32
Gambar 4.1. <i>Scanning electron microscope</i> 2000x <i>Fly Ash</i> .....	34
Gambar 4.2. <i>Particle size analyzer fly ash</i> .....	35
Gambar 4.3. Hasil pengujian XRD pada <i>fly ash</i> .....	36
Gambar 4.4. Area kristalin pada puncak 2-theta.....	37

Gambar 4.5. Hasil perhitungan kristalin menggunakan origin .....	37
Gambar 4.7. <i>Fourier transform infrared fly ash</i> .....	40
Gambar 4.8. <i>Scanning electron microscope 2000x bottom ash</i> .....	41
Gambar 4.9. <i>Particle size analyzer bottom ash</i> .....	42
Gambar 4.10. Hasil pengujian XRD pada <i>bottom ash</i> .....	43
Gambar 4.11. Area kristalin pada puncak 2-theta.....	44
Gambar 4.12. Hasil perhitungan kristalin menggunakan origin .....	44
Gambar 4.13. Luas area kristalin dan <i>amorf</i> pada <i>bottom ash</i> .....	44
Gambar 4.14. <i>Fourier transform infrared bottom ash</i> .....	46
Gambar 4.15. <i>Scanning electron microscope</i> JMF 10-0 sampai JMF 40-0.....	49
Gambar 4.16. <i>X-ray diffraction</i> JMF 10-0 sampai 40-0.....	50
Gambar 4.17. <i>Scanning electron microscope</i> JMF 0-10 sampai JMF 0-50.....	52
Gambar 4.18. <i>X-ray diffraction</i> JMF 0-10 sampai JMF 0-50 .....	54

## RINGKASAN

ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, Januari 2022

M Reza Pratama; dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 61 halaman, 42 gambar, 13 tabel.

Beton yang memiliki campuran agregat ringan dengan densitas seimbang (*equilibrium density*) yang telah ditentukan oleh ASTM C567 antara 1140-1840 kg/m<sup>3</sup>. *Lightweight concrete* atau beton ringan adalah jenis beton yang memiliki berat lebih ringan dibandingkan beton standar, dengan berat dari beton ringan pada umumnya berada diantara 600 – 1600 kg/m<sup>3</sup>. Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat komposisi *lightweight concrete* dengan menggunakan *fly ash* sebagai substitusi dari semen, *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus, agregat halus sebagai pengisi (*filler*), semen sebagai bahan pengikat, *superplasticizer* sebagai *admixture*, dan air sebagai pemicu reaksi hidrasi. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini berupa pengujian agregat halus yang berpacu pada standar ASTM, kemudian pengujian *fly ash* dan *bottom ash* meliputi pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Particle Size Analyzer* (PSA), *X-ray Diffraction* (XRD), *X-ray Fluorescence* (XRF), dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa beton yang menggunakan *fly ash* sebagai substitusi semen lebih memiliki sifat *pozzolan* yang mengikat akibat senyawa SiO<sub>2</sub> pada *fly ash* yang mampu menangkap kalsium bebas pada beton (Ca(OH)<sub>2</sub>) yang dimana sifat dari penambahan *fly ash* yang mampu meningkatkan kuat tekan beton dengan komposisi yang ideal pada campuran JMF 10-0 dengan penggunaan *fly ash* sebesar 10% dengan kuat tekan 36,78 MPa. Pada beton ringan dengan campuran *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus paling efektif pada campuran beton JMF 0-20 dengan penggunaan *bottom ash* sebesar 20%, pada penelitian XRD didapat bahwa campuran beton JMF 0-20 memiliki tingkat silika oksidasi (SiO<sub>2</sub>) yang relatif sedang dengan tingkat kalsium oksidasi (CaO) yang relatif tinggi dengan kuat tekan sebesar 37,24 MPa dan puncak intensitas yang kecil. Beton dengan JMF 0-10 dan 0-50 juga memiliki tingkat kalsium oksidasi (SiO<sub>2</sub>) yang relatif tinggi dibandingkan JMF 0-30 dan 0-40, tetapi pada JMF 0-10 dengan substitusi *bottom ash* sebesar 10% dapat ditemukan *incomplete reaction* yang terjadi akibat tidak berhasilnya reaksi semen dan *bottom ash* sehingga menurunkan kuat tekan beton. Sementara pada beton ringan JMF 0-50 dengan substitusi *bottom ash* sebesar 50% pada

pengujian SEM terdapat banyak *pore* dan *micro pore* yang terbentuk akibat udara yang tertahan pada beton. *Crack* juga banyak ditemukan pada beton ringan akibat dari sifat *bottom ash* yang menyerap banyak air sehingga membuat beton yang dihasilkan getas atau kering yang mengurangi kuat tekan beton yang dihasilkan.

**Kata kunci:** Beton ringan, *fly ash*, *bottom ash*, agregat halus.

## ***SUMMARY***

ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT CONCRETE MICROSTRUCTURE WITH FLY ASH AS A SUBSTITUTE OF CEMENT AND BOTTOM ASH AS A SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE.

Scientific paper in the form of Final Project, January 2022

M Reza Pratana; supervised by Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. and Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 61 pages, 42 images, 13 tables.

The Concrete that has a mixture of lightweight aggregates with a balanced density (equilibrium density) that has been determined by ASTM C567 between 1140-1840 kg/m<sup>3</sup>. Lightweight concrete or light weight concrete is a type of concrete that has a lighter weight than normal concrete, with the weight of lightweight concrete generally being between 600 – 1600 kg/m<sup>3</sup>. This research was conducted by making a lightweight concrete composition using fly ash as a substitute for cement, bottom ash as a substitute for fine aggregate, fine aggregate as a filler, cement as a binder, superplasticizer as an admixture, and water as a trigger for hydration reactions. The tests carried out in this study were in the form of testing for fine aggregates based on ASTM standards, then testing for fly ash and bottom ash including Scanning Electron Microscope (SEM), Particle Size Analyzer (PSA), X-ray Diffraction (XRD), X-ray Fluorescence (XRF), and Fourier Transform Infrared (FTIR). From the test results, it can be concluded that concrete that uses fly ash as a cement substitute has more pozzolanic properties that bind due to the SiO<sub>2</sub> compound in fly ash which is able to capture free calcium in concrete (Ca(OH)<sub>2</sub>) which is the nature of the addition of fly ash which can increase compressive strength of concrete with an ideal composition in the JMF 10-0 mixture with the use of 10% fly ash with a compressive strength of 36.78 MPa. In lightweight concrete with a mixture of bottom ash as a substitute for fine aggregate the most effective in the JMF 0-20 concrete mixture with the use of bottom ash by 20%, in the XRD study it was found that the JMF 0-20 concrete mixture had an oxidized silica level (SiO<sub>2</sub>) which is relatively moderate with a relatively high level of calcium oxidation (CaO) with a compressive strength of 37.24 MPa and a small peak intensity. Concrete with JMF 0-10 and 0-50 also has a relatively high level of calcium oxidation (SiO<sub>2</sub>) compared to JMF 0-30 and 0-40, but at JMF 0-10 with 10% bottom ash substitution, incomplete reactions can be found. due to the unsuccessful reaction of cement and bottom ash, thereby reducing the compressive strength of concrete. Meanwhile, in lightweight concrete JMF 0-50 with a bottom ash substitution of 50% in the SEM test, there are many pores and micro pores formed due to air trapped in the concrete. Cracks are also commonly found in lightweight concrete due to the nature of bottom ash

which absorbs a lot of water, making the resulting concrete brittle or dry which reduces the compressive strength of the resulting concrete.

**Keywords:** Lightweight concrete, fly ash, bottom ash, fine aggregate.

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Reza Pratama  
NIM : 03011381722128  
Judul Tugas Akhir : Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Dengan *Fly Ash* Sebagai Subtitusi Semen dan *Bottom Ash* Sebagai Subtitusi Agregat Halus

menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Dosen 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, 7 Maret 2022



M Reza Pratama

NIM. 03011381722128

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Dengan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen dan Bottom Ash Sebagai Substitusi Agregat Halus." yang disusun oleh, M Reza Pratama, 03011381722128, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Januari 2022.


Palembang, Februari 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

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

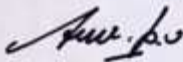
NIP. 198101142009032004

(  )

Dosen Pembimbing:

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

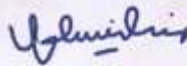
NIP. 198605192019031007

(  )

Dosen Penguji:

Ir. Yakni Idris, M.Sc.

NIP. 195812111987031002

(  )  
Yakni Idris  
I am approving this document  
2022-02-24 16:30:07.00

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
dan Perencanaan**

**Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Ariansyah, M.T.**

**NIP. 196706151995121002**



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

**NIP. 197610312002122001**



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Reza Pratama  
NIM : 03011381722128  
Judul Tugas Akhir : Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Dengan *Fly Ash*  
Sebagai Substitusi Semen dan *Bottom Ash* Sebagai Substitusi  
Agregat Halus

memberikan izin kepada dosen pembimbing saya dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya tulis ini, maka saya setuju menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, Maret 2022



**M Reza Pratama**  
NIM. 03011381722128

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M Reza Pratama  
Tempat Tanggal Lahir: Palembang, 20 Oktober 1999  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Email : mrezaprtma66@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Islam Az-Zahra Palembang	-	-	2005-2011
SMP Negeri 1 Palembang	-	-	2011-2014
SMA Negeri 1 Palembang	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2017-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



(M Reza Pratama)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton yang memiliki campuran agregat ringan dengan densitas seimbang (*equilibrium density*) yang telah ditentukan oleh ASTM C567 antara 1140-1840 kg/m<sup>3</sup> (SNI-2847-2019). *Lightweight concrete* atau beton ringan adalah jenis beton yang memiliki berat lebih ringan dibanding dengan beton standar. Beton ringan memiliki komponen penyusun utama yaitu semen, kapur pasir silika, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air. Berbeda dengan beton normal, berat dari beton ringan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Berat dari beton ringan pada umumnya berada diantara 600 – 1600 kg/m<sup>3</sup>. Dengan keunggulan beton ringan yang memiliki berat yang lebih ringan dibanding beton normal, beton ringan sangat efektif digunakan untuk pembangunan bangunan tinggi karena dapat mengurangi berat konstruksi secara signifikan hingga dapat berpengaruh pada perhitungan pondasi. Seiring perkembangan inovasi teknologi khusus-nya dalam dunia konstruksi, beton ringan adalah alternatif yang baik dalam perkembangan material beton. Beton adalah salah satu pilihan material utama yang mendominasi dan sangat luas digunakan pada bidang konstruksi, dengan demikian para peneliti terus melakukan pengembangan terhadap beton dengan kualitas yang lebih baik, karena beton adalah material yang paling mudah didapat dan dikerjakan serta memiliki harga yang ekonomis dibanding material lain. Beton sangat populer digunakan karena memiliki sifat yang kuat terhadap tekan dan memiliki daya. Material utama dalam pembuatan beton adalah air, semen, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambahan (*admixtures*) sesuai kebutuhan dan komposisi yang telah ditentukan.

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu Eurasia, Indo-Australia dan pasifik sehingga wilayah Indonesia sangat berpotensi terjadinya gempa bumi yang dinyatakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Dengan rawan terjadinya gempa pada wilayah Indonesia menyebabkan banyaknya kerusakan infrastruktur yang rusak dan menimbulkan korban jiwa. Oleh karena itu dibutuhkan bangunan konstruksi yang mampu bertahan pada

daerah yang berpotensi terjadinya gempa bumi. Penggunaan beton ringan dapat mengurangi berat bangunan, karena beton ringan memiliki berat jenis antara 300-1.600 kg/m<sup>3</sup> (Kozlowski and Kadela, 2018).

Batubara mempunyai peranan yang besar sebagai sumber energi primer dan bahan baku industri serta mempunyai efek yang penting bagi Indonesia. Seperti yang diketahui, batubara menjadi sumber bahan bakar utama pengadaan sumber energi listrik nasional yang efisien serta memiliki harga yang ekonomis. Dengan penggunaan batubara yang semakin luas, maka ada dampak akibat penggunaan batubara seperti limbah batu bara yang termasuk ke dalam bahan berbahaya dan beracun (B3) menurut Peraturan Pemerintah No.101/2014 yang jika ditimbun dalam tanah maka kandungan senyawa kimia yang merebak melalui media air dan udara dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan.

Untuk menanggulangi masalah tersebut, beberapa ilmuwan melakukan penelitian untuk mengalihfungsikan limbah batubara agar tidak terjadinya timbunan limbah yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Jepang melakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah batu bara *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan campuran pembuatan beton. Namun dalam pengembangan penelitian *fly ash* sebagai campuran beton juga memiliki kelemahan seperti memiliki karakter yang tidak konstan dan mix desain yang tidak stabil. Hal ini bisa terjadi akibat kandungan kimia yang diproduksi pada pabrik industri berbeda-beda. Dengan banyaknya ketersediaan *fly ash* dan *bottom ash* yang melimpah, dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar beton ringan, dimana *fly ash* digunakan untuk menggantikan semen. Dalam penelitian tugas akhir ini *fly ash* dan *bottom ash* yang digunakan berasal dari PT. BUKIT ASAM, dengan judul penelitian **“Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Dengan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Semen dan *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus”**. Penelitian ini memanfaatkan *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar) sebagai bahan dasar campuran beton ringan, dengan menguji pengaruh penggunaan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai pengganti, bahan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam latar belakang yang sudah diuraikan mengenai analisis mikrostruktur beton ringan dengan penggunaan bahan dasar *fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus, maka perumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini yaitu mikrostruktur dari beton ringan campuran *fly ash* sebagai substitusi semen dan beton ringan campuran *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berlandaskan permasalahan yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah untuk memahami dan menganalisis mikrostruktur yang didapat dari beton ringan dengan campuran *fly ash* sebagai substitusi semen dan beton ringan dengan campuran *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini mengenai analisis mikrostruktur beton ringan berbahan dasar *fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus adalah sebagai berikut :

1. *Fly ash* dan *bottom ash* yang dimanfaatkan pada penelitian ini didapatkan dari PT. BUKIT ASAM.
2. *Fly ash* digunakan sebagai substitusi semen.
3. *Bottom ash* digunakan sebagai substitusi agregat halus.
4. Semen yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT.INDO BETON
5. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.
6. Persentase penggunaan *fly ash* pada beton sebesar 10% pada JMF 10-0, 20% pada JMF 20-0, 30% pada JMF 30-0, dan 40% pada JMF 50-0.
7. Persentase penggunaan *bottom ash* pada beton sebesar 10% pada JMF 0-10, 20% pada JMF 0-20, 30% pada JMF 0-30, 40% pada JMF 0-40, dan 50% pada JMF 0-50.
8. Uji mikrostruktur yang dilakukan adalah SEM (*scanning electron microscope*), XRD (*x-ray diffraction*), XRF (*x-ray fluorescence*), FTIR (*fourier transform infrared*), dan PSA (*Particle Size Analyzer*)

9. Pelaksanaan tugas akhir dilakukan sekala laboratorium.
10. Pengujian berpatokan pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

### **1.5 Metode Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini sumber pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer yaitu data yang didapatkan dari penelitian yang sudah dilakukan dengan pengamatan secara langsung di laboratorium disertai konsultasi bimbingan dengan dosen pembimbing tugas akhir.

2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari data hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya, dengan studi literatur sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan serta dari data hasil pengujian laboratorium.

### **1.6 Rencana Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini disusun menjadi 5 bab, yaitu sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

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

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori tentang beton ringan meliputi bahan campuran hingga komposisi campuran serta penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai material dan alat-alat yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi pengujian material, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji.

### **BAB IV HASIL PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil dari penelitian mikrostruktur beton ringan dengan *fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus yang telah dilaksanakan.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran untuk penelitian yang dilakukan di masa mendatang.

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI. *Manual of Concrete Practice*. 1993 parts 1 226.3R-3.
- ACI 318-08. 2008. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, American Concrete, Michigan.
- Bai Y, Ibrahim R, Basheer M. 2004. *PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE MANUFACTURED WITH FLY ASH, FURNACE BOTTOM ASH, AND LYTAG*. *International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology*.
- Chindaprasirt P, Jaturapitakkul C, Chalee W, Rattanasak U. 2009. *Comparative Study On the Characteristics Of Fly Ash and Bottom Ash Geopolymers*. *Waste Management* 29. 539-543.
- Dwistika, Regina. 2018. Karakteristik Nanopartikel Perak Hasil Produksi Dengan Teknik Elektrolisis Berdasarkan Uji Spektrofotometer UV-VIS dan *Particle Size Analyzer* (PSA). Universitas Negeri Yogyakarta.
- Haryanti, Ninis Hadi. 2015. Kuat Tekan Bata Ringan Dengan Bahan Campuran Abu Terbang PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika FLUX* Vol.12 Nomor.1 20-30.
- Hashemi, Sajedeh Sadat Ghazizadeh., dkk. 2018. *Microstructural characterization and mechanical properties of bottom ash mortar*. *Journal of Cleaner Production* 170. 797-804.
- Hashim DM, Che Man YB, Norakasha R, Shuhaimi M, Salah Y, Syahariza ZA. 2010. *Potential use of fourier transform infra red spectroscopy for differentiation of bovine and porcine gelatins*. *Food chemistry*. 118: 856-860.
- Herwadi, Dedi., dkk. 2016. Kajian Teknis Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Untuk PT. Makmur Sejahtera Wisesa Sebagai *Base Laydown Aset Project* PT. Adaro Indonesia. *Jurnal Teknologi Technoscientia* Vol.9 Nomor.1. ISSN: 1979-8415.
- Iqbal, Shahid., et al. 2017. *Effect of Fly Ash on Properties of Self-Compacting High Strength*. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 61(1), pp. 81–87.
- Jafari, Saeed. And Mahini, Saeed. 2017. *Lightweight concrete design using gene expression programing*. *Construction and Building Materials* 139. 93-100.



- Jun HJ, Abdullah MMAB, Hussin K, Jin TS, Omar MF. 2015. *Review On The Effect Of Bottom Ash In Performance Of Portland Cement Mortar. Applied Mechanics and Materials*. Volume 815.
- Kaniraj, S.R. and Gayathri, V. 2004. *Permeability and Consolidation Characteristics of Compacted Fly Ash*. Journal of Energy Engineering, Vol. 130, No. 1.
- Kim, H.-K. 2015. *Utilization of Sieved and Ground Coal Bottom Ash Powders as a Coarse Binder in High-Strength Mortar to Improve Workability*. Construction and Building Material, 91, 57-64.
- Lee, J.G. and Yeo, W.H. 2018. *Characteristics of Lightweight and Thermal Insulation of Bituminous Coal Bottom Ash*. J. of KORRA, 26(1).
- Marthinus, Adrian Philips dkk. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tarik Beton. Jurnal Sipil Statik Vol.3 Nomor.11 729-736. ISSN: 2337-6732.
- Muhardi. 2010. *Engineering Characteristics of Tanjung Bin Coal Ash*. EJGE BUND.K. Volume 15.
- Ningsih, P. dan Said, I. 2019. *Characterization of Silica (SiO<sub>2</sub>) by Fourier Transform Infra-red Spectrophotometry and Scanning Electron Microscope (SEM)*. International on Urban Disaster Resilliance (ICUdR). Universitas Tadulako.
- R, Jonathan., dkk. 2017. *STRENGTH AND PERMEABILITY CHARACTERISTICS OF ROAD BASE MATERIALS BLENDED WITH FLY ASH AND BOTTOM ASH*. International Journal of GEOMATE, March Vol. 12, Issue 31, pp. 9-15.
- Setiawati, Mira. 2018. *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton*. P-ISSN: 2407-1846. E-ISSN: 2460-8416.
- Setyo Utomo, Gatot., dkk. 2016. Studi Penggunaan *Catalyst, Monomer, Dan Fly Ash* Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Selular. Rekayasa Teknik Sipil Vol.3 Nomor.03 172-179.
- 1974:2011, SNI. 2011. "SNI 1974:2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder." Badan Standardisasi Nasional: 20.
- SNI 2847-2019. 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung 1, Badan Standar nasional, Jakarta.
- Vaiciukyniene, D., Nizeviciene, D., Mikelioniene, A., Radzevicius, A. 2020. *Utilization of Zeolitic Waste in Alkali-Activated Biomass Bottom Ash Blends Molecules*.

- Wongkeo, Watcharapong. And Chaipanich, Arnon. 2010. *Compressive strength, microstructure and thermal analysis of autoclaved and air cured structural lightweight concrete made with coal bottom ash and silica fume. Materials Science and Engineering A* 527. 3676-3684.
- Winter, G. dan Nilson, A.H., 1993. *Perencanaan Beton Bertulang* , PT. Pradnya Paramita, Jakarta.