

TUGAS AKHIR

ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN KOMBINASI *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH*

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



FIMA BERLIANDA

03011381722084

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN KOMBINASI *FLY ASH*
DAN *BOTTOM ASH*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

FIMA BERLIANDA

03011381722084

Palembang, 22 Juni 2021

Dosen Pembimbing I,



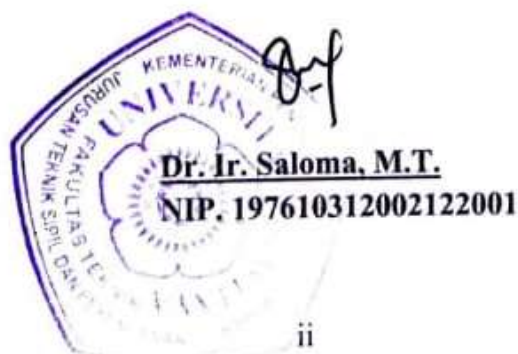
Dr. Ir. Saloma, M.T.
NIP. 197610312002122001

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,**



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi tugas akhir berjudul “Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash*”. Penyusunan laporan ini juga dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yang senantiasa mendo'akan, mencurahkan kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat, serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., Selaku Rektor Universitas Sriwijaya dan *coordinator matching grant* antara UNSRI dan UTM.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, M.T., selaku Ketua Jurusan dan dosen pembimbing penulis yang telah turut membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah turut membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik.
7. Teman Satu tim dan satu angkatan dari Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan pihak lain yang ikut membantu penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Palembang, Juni 2021



Fima Berlianda

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PERNYATAAN INTEGRITAS	xi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Rencana Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton Ringan.....	6
2.2. Jenis- jenis Beton Ringan.....	7
2.3. Material Penyusun Beton Ringan	10
2.3.1. Semen.....	10
2.3.2. Agregat Halus.....	11
2.3.3. Air	11
2.4. <i>Fly Ash</i>	11
2.5. <i>Bottom Ash</i>	13
2.6. Pengujian Mikrostruktur	14
2.6.1. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	15

2.6.2. <i>X- Ray Diffraction (XRD)</i>	16
2.6.3. <i>X- Ray Fluorescence (XRF)</i>	17
2.6.4. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	17
2.6.5. <i>Particle Size Analyzer (PSA)</i>	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Studi Literatur	20
3.2. Alur Penelitian	20
3.3. Persiapan Material.....	22
3.4. Persiapan Alat	25
3.5. Tahapan Pengujian	27
3.5.1.Tahapan I.....	27
3.5.2.Tahapan II	27
3.5.3.Tahapan III.....	31
3.5.4.Tahapan IV.....	32
3.5.5.Tahapan V	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Hasil Pengujian Material.....	36
4.1.1. Hasil Pengujian Material Agregat Halus.....	36
4.1.2. Hasil Pengujian Material <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	37
4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	47
4.3. Hasil Pengujian Mikrostruktur Beton Ringan.....	48
4.3.1. Uji Scanning Electron <i>Microscope</i> (SEM) Beton Ringan	48
4.3.2. Uji X- Ray Diffraction (XRD) Beton.....	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1. <i>Mix design foam concrete</i>	7
Tabel 2. 2. <i>Mix design no-fines concrete</i>	8
Tabel 2. 3. <i>Mix design lightweight aggregate concrete</i>	9
Tabel 2. 4. Komponen semen	11
Tabel 2. 5. Perbandingan komposisi kimia <i>fly ash</i> tipe C dan tipe F.....	12
Tabel 2. 6. Hasil uji XRF <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>	17
Tabel 3. 1. <i>Job mix formula</i> mortar.....	31
Tabel 3. 2. Komposisi campuran beton ringan berbahan dasar <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> untuk per m ³	32
Tabel 4. 1. Hasil pengujian material agregat halus	36
Tabel 4. 2. Hasil <i>X-Ray Fluorescence</i>	42
Tabel 4. 3. <i>Particle Size Analyzer Fly Ash</i>	45
Tabel 4. 4. <i>Particle Size Analyzer Bottom Ash</i>	46
Tabel 4. 5. Hasil pengujian kuat tekan beton	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Hasil pengujian KTB pada umur 7 dan 28 hari.....	8
Gambar 2. 2. Hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari.....	9
Gambar 2. 3. Hasil kuat tekan beton <i>lightweight aggregate concrete</i>	10
Gambar 2. 4. <i>Scanning Electron Microscope fly ash dan bottom ash</i>	15
Gambar 2. 5. Hasil uji XRD pada material <i>bottom ash dan fly ash</i>	16
Gambar 2. 6. Hasil pengujian <i>Fourier Transform Infrared bottom ash</i>	18
Gambar 2. 7. <i>Particle Size Analyzer fly ash dan bottom ash</i>	19
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3. 2. Material <i>fly ash</i>	22
Gambar 3. 3. Material <i>bottom ash</i>	23
Gambar 3. 4. Material Semen	23
Gambar 3. 5. Material agregat halus/pasir	24
Gambar 3. 6. Air.....	24
Gambar 3. 7. <i>Admixture</i>	25
Gambar 3. 8. <i>Mixer</i>	26
Gambar 3. 9. Cetakan (<i>mould</i>)	26
Gambar 3. 10. <i>Universal testing machine</i>	27
Gambar 3. 11. Menuangkan dan mencampurkan bahan yang bersifat padat.....	33
Gambar 3. 12. Menuangkan air yang dicampur <i>admixture</i> ke dalam <i>mixer</i>	33
Gambar 3. 13. Gambar benda uji saat dalam cetakan	34
Gambar 3. 14. Perawatan (<i>curing</i>) dengan menggunakan <i>wrapping</i>	34
Gambar 3. 15. Pengujian kuat tekan	35
Gambar 4. 1. <i>Scanning electron microscope fly ash</i>	37
Gambar 4. 2. <i>Scanning electron microscop bottom ash</i>	37
Gambar 4. 3. <i>X-Ray Diffraction Fly Ash</i>	38
Gambar 4. 4. <i>X-Ray Diffraction Bottom Ash</i>	39
Gambar 4. 5. Area kristalin pada puncak 2-theta=26,7 dengan intensitas=1750..	39
Gambar 4. 6. Hasil perhitungan luas area kristalin material <i>fly ash</i>	40
Gambar 4. 7. Luas area kristalin dan amorf pada material <i>fly ash</i>	40

Gambar 4. 8. Area kristalin pada puncak 2-theta=26,72 dengan intensitas=1075	40
Gambar 4. 9. Hasil perhitungan luas area kristalin material <i>bottom ash</i>	41
Gambar 4. 10. Luas area kristalin dan amorf pada material <i>bottom ash</i>	41
Gambar 4. 11.. <i>Fourier Transform Infrared Fly Ash</i>	43
Gambar 4. 12. <i>Fourier Transform Infrared Bottom Ash</i>	43
Gambar 4. 13. <i>Particle Size Analyzer Fly Ash</i>	44
Gambar 4. 14. <i>Particle Size Analyzer Bottom Ash</i>	46
Gambar 4. 15. <i>Scanning Electron Microscope</i> JMF 10-10 sampai JMF 10-50....	49
Gambar 4. 16. <i>Scanning Electron Microscope</i> JMF 20-10 sampai JMF 20-50....	50
Gambar 4. 17. <i>Scanning Electron Microscope</i> JMF 30-10 sampai JMF 30-50....	51
Gambar 4. 18. <i>Scanning Electron Microscope</i> JMF 40-10 sampai JMF 40-50....	52
Gambar 4. 19. <i>X- Ray Diffraction</i> JMF 10-10 sampai JMF 10-50	54
Gambar 4. 20. <i>X- Ray Diffraction</i> JMF 20-10 sampai JMF 20-50	55
Gambar 4. 21. <i>X- Ray Diffraction</i> JMF 30-10 sampai JMF 30-50	56
Gambar 4. 22. <i>X- Ray Diffraction</i> JMF 40-10 sampai JMF 40-50	57

RINGKASAN

ANALISIS MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN KOMBINASI *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 25 Juni 2021

Fima Berlianda; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, M.T. dan Dr. Arie Purta Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xiv + halaman 63 halaman, 44 gambar, 15 tabel

Beton ringan (*lightweight concrete*) umumnya memiliki massa jenis kurang dari 1.900 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 20 N/mm² yang dikenal dengan *Lightweight Concrete* (LWC) structural. Dalam penelitian ini beton ringan terbuat dari semen, air, agregat halus, dan produk sisa dari pembakaran batubara, yang berupa material *fly ash* dan *bottom ash*. *Fly ash* merupakan abu yang dihasilkan pada saat pembakaran batubara yang terbawa terbang ke udara, sedangkan *bottom ash* merupakan abu yang dihasilkan pada saat pembakaran batubara yang mengendap di tungku pembakaran. Material ini dicoba untuk dimanfaatkan sebagai material dalam pembuatan beton ringan, dimana nantinya *fly ash* diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton. Sedangkan *bottom ash* diharapkan dapat menurunkan berat beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berupa 5 campuran dengan persentase *fly ash* 10%, 20%, 30%, dan 40%, dan 4 campuran dengan persentase *bottom ash* 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%, sehingga total benda uji 20 buah. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan sisi 5 cm. Pengujian mikrostruktur yang di uji berupa pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk melihat kenampakan struktur mikro, unsur-unsur penyusun serta fasa kristalnya. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa terdapat *dense matrix* dengan penambahan persentase *bottom ash* 10%, *microcrack* pada penambahan persentase *bottom ash* 50%, serta pori terlihat pada campuran dengan JMF 10-50, 20-30, dan 30-30, sedangkan *unreacted fly ash* dan *incomplete reaction* hanya terlihat pada campuran dengan JMF 20-50 dan JMF 30-10, sementara itu CSH dan *ettringite* terdapat pada JMF 10-30, 10-40, dan 30-50. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa dari setiap komposisi campuran beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash* terdiri dari mineral *quartz* (SiO₂) sebagai mineral utama, mineral *marialite* (Na₄Al₃Si₉O₂₄Cl), *albite* (AlNaO₈Si₃), dan *labradorite* (Al₁₁.66Ca₀.66Na₀.34O₈Si₂.34).

Kata kunci: Beton ringan, *fly ash*, *bottom ash*, *Scanning Electron Microscope*, *X-Ray Diffraction*.

SUMMARY

ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT CONCRETE MICROSTRUCTURE COMBINATION OF FLY ASH AND BOTTOM ASH

Scientific paper in the form of Final Project, June 25, 2021

Fima Berlianda; Supervised by Dr. Ir. Saloma, M.T. and Dr. Arie Purta Usman, S.T.,M.T.

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xiv + 63 pages, 44 images, 15 tables

Lightweight concrete generally has a density of less than 1.900 kg/m and a compressive strength of more than 20 N/mm² which is known as structural lightweight concrete (LWC). In this research, lightweight concrete is made from cement, water, fine aggregate, and waste products from coal combustion, which are fly ash and bottom ash. Fly ash is the ash produced when burning coal that is carried into the air, while bottom ash is the ash produced when burning coal that settles in the furnace. This material is tried to be used as a material in the manufacture of lightweight concrete, where later fly ash is expected to increase the compressive strength of concrete. While bottom ash is expected to reduce the weight of the concrete. This study used an experimental method in the form of 5 mixtures with 10%, 20%, 30%, and 40% fly ash percentages, and 4 mixtures with 10%, 20%, 30%, 40% and 50% bottom ash percentages, so that the total object test 20 pieces. The test object used is a cube with a side of 5 cm. Microstructural testing in the form of SEM (Scanning Electron Microscope) and XRD (X-Ray Diffraction) tests to see the appearance of the microstructure, constituent elements and crystal phases. The results of the SEM analysis showed that there was a dense matrix with the addition of 10% bottom ash percentage, microcrack with the addition of 50% bottom ash percentage, and visible pores in the mixture with JMF 10-50, 20-30, and 30-30, while unreacted fly ash and incomplete reaction was only seen in mixtures with JMF 20-50 and JMF 30-10, while CSH and ettringite were present in JMF 10-30, 10-40, and 30-50. The results of XRD analysis showed that from each composition of the lightweight concrete mixture the combination of fly ash and bottom ash consisted of quartz (SiO₂) as the main mineral, marialite (Na₄Al₃Si₉O₂₄Cl), albite (AlNaO₈Si₃), and labradorite (Al_{1.66}Ca_{0.66}Na_{0.34}O₈Si_{2.34}).

Keywords: Lightweight concrete, fly ash, bottom ash, Scanning Electron Microscope, X-Ray Diffraction.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fima Berlianda
NIM : 03011381722084
Judul : Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Palembang, 22 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Fima Berlianda

NIM. 03011381722084



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash*” yang disusun oleh, Fima Berlianda, 03011381722084 telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Juni 2021.

Palembang, Juni 2021

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Pembimbing:

1. Dr. Ir. Saloma, M.T. ()
NIP. 197610312002122001
2. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. ()
NIP. 198605192019031007

Penguji:

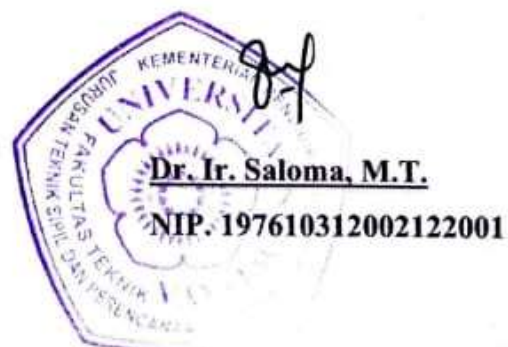
3. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng. ()
NIP. 198208132008121002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fima Berlianda
NIM : 03011381722084
Judul : Analisis Mikrostruktur Beton Ringan Kombinasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, 25 Juni 2021



Fima Berlianda

NIM. 03011381722084

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Fima Berlianda
Tempat Tanggal Lahir: Tanjung Batu, 4 Juli 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Email : fimaberlianda.0407@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Negeri / III Tanjung Batu	-	-	2005-2011
SMP Negeri 6 Kerinci	-	-	2011-2014
SMA Negeri 3 Kerinci	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2017-2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



(Fima Berlianda)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton ringan (*lightweight concrete*) umumnya memiliki kuat tekan lebih dari 20 N/mm² dan massa jenis kurang dari 1.900 kg/m³ yang dikenal dengan *Lightweight Concrete* (LWC) structural (Dhanalakshmi dkk, 2015). Beton ringan terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu beton ringan aerasi (*foam concrete*), beton tanpa agregat halus (*no-fines concrete*), dan beton dengan agregat ringan (*lightweight aggregate concrete*) (Muralitharan dkk, 2017). Beton ringan aerasi adalah beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, air dan *foam* (Lakshmi dkk, 2019). Sedangkan beton tanpa agregat halus yaitu beton ringan yang tidak menggunakan agregat halus dan hanya menggunakan agregat kasar (Mounika dkk, 2018). Beton agregat ringan terdiri dari agregat yang lebih ringan dari agregat standar (Fu dkk, 2018). Beton ringan ini nantinya diharapkan dapat mengurangi beban gempa yang terjadi, serta dapat menggantikan fungsi dari beton normal sebagai struktur utama.

Produksi batubara di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, pada tahun 2020 produksi batu bara mencapai 459 juta ton (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral – KESDM, 2020). *Fly ash* merupakan abu yang dihasilkan pada saat pembakaran batubara yang terbawa terbang ke udara, sedangkan *bottom ash* merupakan abu yang dihasilkan pada saat pembakaran batubara yang mengendap di tungku pembakaran. Pemanfaatan *fly ash* dalam bidang konstruksi sudah umum di seluruh dunia, mencapai angka 47% penggunaan. Namun, penggunaan *bottom ash* masih jarang, hanya mencapai 5,28% penggunaan (Naganathan dkk, 2015). Dikarenakan banyaknya produksi *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan dari pembakaran batubara, maka di coba untuk dimanfaatkan sebagai material dalam pembuatan beton ringan, dimana *fly ash* digunakan untuk mengurangi komposisi penggunaan semen, yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton. Sedangkan *bottom ash* digunakan untuk mengurangi komposisi agregat halus, yang diharapkan dapat menurunkan berat beton.

Penelitian ini merupakan modifikasi dari *job mix formula* mortar ASTM C 109 tahun 2013, yaitu dengan penambahan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai substitusi semen dan pasir pada campuran beton ringan. Selain *fly ash* memiliki kekurangan yaitu, *mix desain* yang tidak stabil dan karakter yang tidak pernah konstan, hal ini disebabkan oleh komposisi kimia *fly ash* yang dihasilkan antara pabrik berbeda-beda. Sedangkan *bottom ash* penggunaannya kurang difungsikan dan diperhatikan. Berdasarkan penelitian terdahulu terkait penelitian ini bahwa, persentase penambahan *fly ash* 10% sampai 40%, sedangkan pada *bottom ash* penggunaannya masih minim, oleh karena itu dicobalah untuk penambahan persentase hingga 50%.

Disamping perlunya memperhatikan komponen bahan penyusun beton ringan, maka perlu juga untuk memperhatikan teknologi pembuatan beton. Untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik. Pemadatan yang kurang sempurna dapat menyebabkan rongga-rongga udara akan terjebak di dalam beton sehingga kuat tekan beton menjadi rendah. Oleh karena itu diperlukan analisis mikrostruktur untuk mengetahui morfologi dari beton tersebut, apakah terdapat *crack* serta pori pada beton tersebut. Dimana beton yang memiliki *crack* yang sedikit artinya kuat tekan dari beton tersebut semakin tinggi, sedangkan beton yang memiliki pori yang lebih banyak atau besar menunjukkan bahwa adanya penurunan berat dari beton tersebut. Maka tujuan dari analisis mikrostruktur *fly ash* dan *bottom ash* ini, selain untuk melihat morfologi, juga digunakan untuk mengetahui layak tidaknya *fly ash* dan *bottom ash* digunakan sebagai sebagai campuran beton ringan. Beton yang memiliki *crack* sedikit dan pori yg besar, dapat memberi efek pada beton, sehingga menyebabkan beton menjadi ringan dan kuat tekan yang tinggi. Beton yang ringan tentunya dapat mengurangi beban sendiri dari konstruksi atau struktur bangunan. Pada pengujian material *fly ash* dan *bottom ash* digunakan 5 pengujian, dikarenakan sebelum membuat campuran beton terlebih dahulu dilakukan pengujian XRD, XRF, SEM, PSA dan FTIR, untuk mengetahui layak tidaknya material tersebut digunakan sebagai campuran beton. Sedangkan pada pengujian beton ringan hanya dilakukan 2 pengujian yaitu SEM dan XRD, Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian mengenai analisis mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai analisis mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash*, maka perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mikrostruktur yang terdapat pada beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash*.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis mikrostruktur yang terdapat pada beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash*.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian mengenai analisis mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash* diantaranya :

1. *Fly ash* dan *bottom ash* berasal dari PT. Bukit Asam.
2. *Fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus/pasir.
3. Semen yang digunakan berasal dari PT. Indo Beton.
4. Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kubus dengan sisi 5 cm.
5. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari di PT. Semen Baturaja.
6. Uji mikrostruktur yang dilakukan pada material adalah uji SEM (*Scanning Electron Microscope*), XRD (*X-ray Diffraction*), XRF (*X-ray Fluorescence*), FTIR (*Fourier Transform Infrared*), dan PSA (*Particle Size Analyzer*), sedangkan uji mikrostruktur pada beton ringan yang dilakukan adalah uji SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan XRD (*X-ray Diffraction*).
7. Pelaksanaan tugas akhir dilaksanakan skala laboratorium.
8. Pengujian mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai analisis mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash* dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung di laboratorium serta hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing tugas akhir.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan *literature review* yang ada. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan laporan tugas akhir mengenai analisis mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash* dijelaskan menjadi lima bagian bab, yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, bab penutup, serta daftar pustaka.

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori tentang beton ringan, jenis-jenis beton ringan, material penyusun beton ringan, *fly ash*, *bottom ash*, dan pengujian mikrostruktur serta berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 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 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penelitian tentang mikrostruktur beton ringan kombinasi *fly ash* dan *bottom ash* yang telah dilakukan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini penulis melakukan penarikan kesimpulan dari penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, N. E. Z., Ibrahim, M.H. W., Jamaluddin, N., Kamaruddin, K., Hamzah , A. F. 2014. *The Effect of Bottom Ash on Fresh Characteristic, Compressive Strength and Water Absorption of Self-Compacting Concrete. Applied Mechanics and Materials.* 660.
- ASTM A C33 / C33M-18. 2018. *Standard Specification for Concrete Aggregates.*
- ASTM C29 / C29M - 17a. 2017. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate.*
- ASTM C33 / C33M – 18. 2018. *Standard Specification for Concrete Aggregates.*
- ASTM C40 / C40M – 20. 2020. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete.*
- ASTM C109 - 13. 2013. *Standard Test Methods for Compressive strength of Hydraulic Cement Mortars.*
- ASTM C 136 / C136M – 19. 2019. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.*
- ASTM C 566 - 19. 2019. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying.*
- ASTM C 618. 2019. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.*
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 2847:2013”. Jakarta: BSN.
- Dhanalakshmi, A., Poonkuzhali, A. 2015. *Behavioural Study on Lightweight Concrete. International Journal of Science and Research (IJSR).* 5(11).

- Dunuweera, S. P., Rajapakse, R. M.G. 2018. *Cement Types, Composition, Uses And Advantages of Nanocement, Environmental Impact on Cement Production, and Possible Solutions. Hindawi Advances in Materials Science and Engineering.*
- Fu, Luxin., Jia, Zhirong., Jiang, Ruirui. 2018. *Study on the Effect of Recycled Aggregate on the Performance of EPS Concrete. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS).* 5(3).
- Herki, B. M. A. 2020. *Lightweight Concrete Using Local Natural Lightweight Aggregate. Journal of Critical Reviews.* 7(2).
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2020. *Produksi Batu Bara RI Mendekati Target, Capai 459 Juta Ton. Jakarta. www.cnbcindonesia.com.*
- 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 Materials.* 91(57–64).
- Lakshmi, J. A., Howsalya, V., Kavitha, V., Maheswari, M. 2019. *Experimental Investigation of the Foam Concrete Using Steel Dust As Partial Replacement of Fine Aggregate. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).* 6(3).
- Malik, Absul. 2016. *An Experimental Study on Properties of No-Fines Concrete. Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR).* 2(10).
- Mehta, P. K., Monteiro, P. J. 2014. *Microstructure, Properties, and Materials. Mc Graw-Hill.*
- Mounika, Perla., Srinivas, K. 2018. *Mechanical Properties of no Fines Concrete for Pathways. International Journal of Engineering and Techniques.* 4(2).
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.*

- Muralitharan, R. S. and Ramasamy, V. 2017. *Development of Lightweight Concrete for Structural Application. Journal of Structural Engineering.* 44(4).
- Naganathan, S., Mohamed, A. Y. O., & Mustapha, K. N. 2015. *Performance of Bricks Made Using Fly Ash and Bottom Ash. Construction and Building Materials.* 96 (576 – 580).
- Nurmesniemi, H., Manskinen, K. Poykio. R. 2012. *Forest Fertilizer Properties Of The Bottom Ash And Fly Ash From A Large-sized (115 MW) Industrial Power Plant Incinerating Wood-based Biomass Residues. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.* 47(1).
- Nurul. A.S. 2013. Bata Beton Berulang dari Abu Batubara (*Fly Ash dan Bottom Ash*) yang Ramah Lingkungan.
- Risdanareni, P., Puspitasari, P., Kartika, D., Boedya., Djatmika. 2016. *Mechanical Properties Of Geopolymer Paste With Fly Ash Variation. Proceedings of the International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences (IMEEEEC).*
- Vaiciukyniene, D., Nizeviciene, D., Mikelioniene, A., Radzevicius. A., 2020. *Utilization of Zeolitic Waste in Alkali-Activated Biomass Bottom Ash Blends. Molecules.*
- Xie, Tianyu. and Ozbakkaloglu, T. 2015. *Behavior of low-calcium fly and bottom ash-based geopolymer concrete cured at ambient temperature. Ceramics International.*