

TUGAS AKHIR

ANALISIS MIKROSTRUKTUR *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGGUNAKAN *GLASS POWDER* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

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



M. ABDAN ALFACHRIE

03011382025132

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Abdan Alfachrie

NIM : 03011382025132

Judul : Analisis Mikrostruktur *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* Dengan Variasi Ukuran *Glass Powder*

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, 29 Juli 2024



M. ABDAN ALFACHRIE
NIM. 03011382025132

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS MIKROSTRUKTUR *LIGHTWEIGHT*
CONCRETE MENGGUNAKAN *GLASS POWDER*
DENGAN VARIASI UKURAN
*GLASS POWDER***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

M. ABDAN ALFACHRIE

03011382025132

Palembang, 29 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. 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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Mikrostruktur *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* dengan Variasi Ukuran *Glass Powder*” yang disusun oleh M. Abdan Alfachrie, NIM. 03011382025132 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2024.

Palembang, 15 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Ketua :

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

()

Anggota :

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

()

Mengetahui,


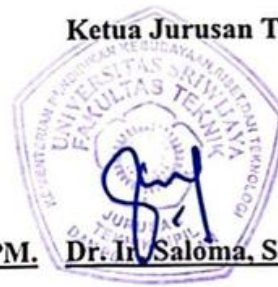
Dekan Fakultas Teknik




Dr. Ir. Bhakti Yudha Suprpto, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Abdan Alfachrie

NIM : 03011382025132

Judul : Analisis Mikrostruktur *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* Dengan Variasi Ukuran *Glass Powder*

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, 29 Juli 2024



M. Abdan Alfachrie

NIM. 03011382025132

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. Abdan Alfachrie
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 082182625971
E-mail : muhabdan05@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN 87 PALEMBANG	-	-	SD	2008-2014
SMPN 1 MARTAPURA	-	-	SMP	2014-2017
SMAN 3 MARTAPURA	-	MIPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



M. Abdan Alfachrie
03011382025132

RINGKASAN

ANALISIS MIKROSTRUKTUR *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGUNAKAN *GLASS POWDER* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir,

M. Abdan Alfachrie; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii+ 59 halaman, 50 gambar, 11 tabel

Penggunaan *lightweight concrete* umumnya terdapat dalam struktur untuk meminimalkan beban mati total *Glass powder* terhadap sifat mikrostruktur dan kuat tekan beton, dengan fokus pada pengujian X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM) setelah proses curing selama 28 hari. Dalam penelitian ini, sampel uji diambil dari pecahan beton yang telah dilakukan pengujian berat jenis dan kuat tekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis beton meningkat seiring dengan semakin halus ukuran *glass powder* yang digunakan, yaitu 1274 kg/m^3 untuk *glass powder* 10 mesh, $1346,1 \text{ kg/m}^3$ untuk 30 mesh, dan 1398 kg/m^3 untuk 50 mesh. Kuat tekan beton juga mengalami peningkatan, dengan nilai masing-masing 2,58 MPa, 2,87 MPa, dan 3,175 MPa, menunjukkan hubungan positif antara ukuran partikel *glass powder* yang lebih halus dan peningkatan berat jenis serta kuat tekan beton. Hasil analisis XRD mengungkapkan bahwa sampel dengan *glass powder* 50 mesh memiliki persentase amorf tertinggi, yaitu 96,06%, yang berkontribusi pada kekuatan beton karena menurunkan kekuatan kristalin yang dapat membuat beton lebih rapuh. Sementara itu, pengujian SEM menunjukkan bahwa pada ukuran 50 mesh, terdapat lebih banyak C-S-H (Calcium Silicate Hydrate) yang terbentuk, menghasilkan matriks beton yang lebih padat dengan pori-pori kecil, berbanding terbalik dengan hasil pada ukuran 10 mesh dan 30 mesh yang menunjukkan banyaknya pori besar dan incomplete reaction, mengakibatkan menurunnya kuat tekan.

Kata Kunci: *Lightweight concrete, glass powder, SEM, XRD*

SUMMARY

MICROSTRUCTURE ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT CONCRETE USING GLASS POWDER WITH VARIATIONS IN GLASS POWDER SIZE.

Scientific papers in form of Final Projects,

M. Abdan Alfachrie; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 59 pages, 50 images, 11 table

The use of lightweight concrete is commonly found in structures to minimize the total dead load of Glass powder on the microstructure and compressive strength properties of concrete, focusing on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope (SEM) testing after curing for 28 days. In this study, test samples were taken from concrete fragments that had been tested for specific gravity and compressive strength. The results showed that the specific gravity of concrete increased with the finer size of glass powder used, namely 1274 kg/m³ for 10 mesh glass powder, 1346.1 kg/m³ for 30 mesh, and 1398 kg/m³ for 50 mesh. The compressive strength of the concrete also increased, with values of 2.58 MPa, 2.87 MPa, and 3.175 MPa respectively, indicating a positive relationship between the finer particle size of glass powder and the increase in specific gravity and compressive strength of the concrete. XRD analysis results revealed that the sample with 50 mesh glass powder had the highest amorphous percentage, at 96.06%, which contributed to the strength of the concrete as it decreased the crystalline strength which can make the concrete more brittle. Meanwhile, SEM testing showed that at 50 mesh size, there were more C-S-H (Calcium Silicate Hydrate) formed, resulting in a denser concrete matrix with small pores, as opposed to the results at 10 mesh and 30 mesh size which showed many large pores and incomplete reaction, resulting in decreased compressive strength.

Keywords: *Lightweight concrete, glass powder, SEM, XRD*

ANALISIS MIKROSTRUKTUR *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGUNAKAN *GLASS POWDER* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

M. Abdan Alfachrie¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: muhabdan05@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: arieputrausman@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Penggunaan *lightweight concrete* umumnya terdapat dalam struktur untuk meminimalkan beban mati total *Glass powder* terhadap sifat mikrostruktur dan kuat tekan beton, dengan fokus pada pengujian X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM) setelah proses curing selama 28 hari. Dalam penelitian ini, sampel uji diambil dari pecahan beton yang telah dilakukan pengujian berat jenis dan kuat tekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis beton meningkat seiring dengan semakin halus ukuran *glass powder* yang digunakan, yaitu 1274 kg/m³ untuk *glass powder* 10 mesh, 1346,1 kg/m³ untuk 30 mesh, dan 1398 kg/m³ untuk 50 mesh. Kuat tekan beton juga mengalami peningkatan, dengan nilai masing-masing 2,58 MPa, 2,87 MPa, dan 3,175 MPa, menunjukkan hubungan positif antara ukuran partikel *glass powder* yang lebih halus dan peningkatan berat jenis serta kuat tekan beton. Hasil analisis XRD mengungkapkan bahwa sampel dengan *glass powder* 50 mesh memiliki persentase amorf tertinggi, yaitu 96,06%, yang berkontribusi pada kekuatan beton karena menurunkan kekuatan kristalin yang dapat membuat beton lebih rapuh. Sementara itu, pengujian SEM menunjukkan bahwa pada ukuran 50 mesh, terdapat lebih banyak C-S-H (Calcium Silicate Hydrate) yang terbentuk, menghasilkan matriks beton yang lebih padat dengan pori-pori kecil, berbanding terbalik dengan hasil pada ukuran 10 mesh dan 30 mesh yang menunjukkan banyaknya pori besar dan incomplete reaction, mengakibatkan menurunnya kuat tekan.

Kata Kunci: *Lightweight concrete*, *glass powder*, SEM, XRD

Palembang, 29 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. 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

ANALISIS MIKROSTRUKTUR *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGUNAKAN *GLASS POWDER* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

M. Abdan Alfachrie¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: muhabdan05@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: arieputrausman@ft.unsri.ac.id

Abstract

The use of lightweight concrete is commonly found in structures to minimize the total dead load of Glass powder on the microstructure and compressive strength properties of concrete, focusing on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope (SEM) testing after curing for 28 days. In this study, test samples were taken from concrete fragments that had been tested for specific gravity and compressive strength. The results showed that the specific gravity of concrete increased with the finer size of glass powder used, namely 1274 kg/m³ for 10 mesh glass powder, 1346.1 kg/m³ for 30 mesh, and 1398 kg/m³ for 50 mesh. The compressive strength of the concrete also increased, with values of 2.58 MPa, 2.87 MPa, and 3.175 MPa respectively, indicating a positive relationship between the finer particle size of glass powder and the increase in specific gravity and compressive strength of the concrete. XRD analysis results revealed that the sample with 50 mesh glass powder had the highest amorphous percentage, at 96.06%, which contributed to the strength of the concrete as it decreased the crystalline strength which can make the concrete more brittle. Meanwhile, SEM testing showed that at 50 mesh size, there were more C-S-H (Calcium Silicate Hydrate) formed, resulting in a denser concrete matrix with small pores, as opposed to the results at 10 mesh and 30 mesh size which showed many large pores and incomplete reaction, resulting in decreased compressive strength.

Keywords: *Lightweight concrete, glass powder, SEM, XRD*

Palembang, 29 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. 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

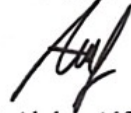
Segala puji dan syukur Kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Analisis Mikrostruktur *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* dengan Variasi Ukuran *Glass Powder***”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penulisan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, memberi saran, dan membantu dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Kiagus Muhammad Aminuddin, S.T, M.T, IPM. ASEAN. ENG Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan.
6. Mama, Papa, Keysha, Keyla, dan Nenek yang tanpa henti selalu mendoakan dan memberikan dukungan berupa moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
7. Yanggi Mandarisma Tanzania selaku partner terbaik saya, yang telah menemani dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir.
8. Teman-teman seperjuangan sejak awal kuliah, Herwanto, Chrisnadi, Meidy, Akbar, Berryl, Wuland dan Tia yang selalu saling membantu dan berjuang bersama selama perkuliahan

9. Teman-teman satu tim penulis dan teman-teman lainnya dari Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini.
10. Teman-teman penelitian tugas akhir GP Team, Ananda, Alya, Wuland, Nabillah, Mafaza, Idrus, Christine, Sahib, Chrisnadi, Fadjrln, Herwanto, Yadi dan Hilman yang telah berjuang bersama beberapa bulan ini.
11. PT. Semen Baturaja Kertapati, selaku instansi yang telah membantu dan menyediakan prasarana selama proses penelitian Tugas Akhir.

Dalam menyusun proposal ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2024



M. Abdan Alfachrie

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
RINGKASAN.....	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Lightweight Concrete</i>	4
2.1.1. Klasifikasi <i>Lightweight Concrete</i>	5
2.1.2. Bahan Penyusun <i>Lightweight Concrete</i>	7
2.2. <i>Glass Powder</i>	10
2.3. Pengujian Beton Keras.....	10
2.3.1. Pengujian Berat Jenis	11
2.3.2. Pengujian Kuat Tekan Beton	11
2.4. Pengujian Mikrostruktur	11

2.4.1.	X-Ray Diffraction.....	12
2.4.2.	Scanning Electron Microscope (SEM)	13
BAB 3		16
METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1.	Studi Literatur.....	16
3.2.	Alur Penelitian.....	16
3.3.	Bahan Penyusun <i>Lghtweight Concrete</i>	19
3.3.1.	Semen.....	19
3.3.2.	<i>Glass Powder</i>	19
3.3.3.	Air.....	20
3.3.4.	<i>Foaming Agent</i>	21
3.4.	Peralatan.....	21
3.4.1.	Neraca Digital	21
3.4.2.	<i>Mixer</i>	22
3.4.3.	<i>Foam Generator</i>	22
3.4.4.	Ember.....	23
3.4.5.	Cetakan	23
3.4.6.	Alat Pengujian Kuat Tekan.....	24
3.4.7.	Alat Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	24
3.4.8.	Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	24
3.5.	Tahapan Pengujian	25
3.5.1.	Tahap 1.....	25
3.5.2.	Tahap 2.....	25
3.5.3.	Tahap 3.....	25
3.5.4.	Tahap 4.....	26
3.5.5.	Tahap 5.....	28
3.5.6.	Tahap 6.....	30
3.5.7.	Tahap 7.....	31
3.5.8.	Tahap 8.....	31
3.5.9.	Tahap 9.....	37
BAB 4		38
HASIL DAN PEMBAHASAN		38

4.1.	Pengujian Beton Keras.....	38
4.1.1.	Pengujian Berat Jenis.....	38
4.1.2.	Kuat Tekan Beton.....	39
4.1.3.	Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan.....	41
4.2.	Pengujian Mikrostruktur	42
4.2.1.	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	42
4.2.2.	Scanning Electron Microscope (SEM)	51
BAB 5	54
PENUTUP	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Massa Jenis <i>foam concrete</i> sebagai fungsi kerapatan <i>foam</i>	9
Gambar 2.2. Hasil XRD <i>Glass Powder</i>	12
Gambar 2.3. Hasil XRD Pasta semen dengan campuran <i>glass powder</i> berbeda ..	13
Gambar 2.4. SEM <i>ordinary portland cement</i>	13
Gambar 2.5. SEM <i>glass powder</i>	14
Gambar 2.6. Berbagai ukuran partikel kaca.....	14
Gambar 2.7. SEM beton.....	15
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	18
Gambar 3.2. Semen OPC	19
Gambar 3.3. <i>Glass powder</i> ukuran 10 mesh	19
Gambar 3.4. <i>Glass powder</i> ukuran 30 mesh	20
Gambar 3.5. <i>Glass powder</i> ukuran 50 mesh	20
Gambar 3.6. Air bersih.....	20
Gambar 3.7. <i>Foam agent</i>	21
Gambar 3.8. Neraca Digital.....	21
Gambar 3.9. <i>Mixer</i>	22
Gambar 3.10. <i>Foam generator</i>	22
Gambar 3.11. Ember.....	23
Gambar 3.12. Cetakan.....	23
Gambar 3.13. Alat uji kuat tekan.....	24
Gambar 3.14. Alat uji XRD	24
Gambar 3.15. Alat uji SEM.....	25
Gambar 3.16. Pembuatan pasta semen	31
Gambar 3.17. Pembuatan <i>foam</i>	32

Gambar 3.18. Pencampuran <i>foam</i> dan pasta semen	32
Gambar 3.19. Pencetakan beton mortar	33
Gambar 3.20. Proses <i>curing</i>	33
Gambar 3.21. Proses pengukuran berat jenis	33
Gambar 3.22. Pengujian kuat tekan.....	34
Gambar 4.1. Hasil Pengujian berat jenis.....	39
Gambar 4.2. Kuat Tekan benda uji hari ke-28	40
Gambar 4.3. Hubungan antara berat jenis dan kuat tekan beton.....	41
Gambar 4.4. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi 10 Mesh..	42
Gambar 4.5. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi 30 Mesh..	43
Gambar 4.6. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi 50 Mesh..	43
Gambar 4.7. Hasil XRD variasi ukuran <i>glass powder</i> 10 mesh.....	44
Gambar 4.8. Hasil XRD variasi ukuran <i>glass powder</i> 30 mesh.....	44
Gambar 4.9. Hasil XRD variasi ukuran <i>glass powder</i> 50 mesh.....	45
Gambar 4.10. Hasil perhitungan luas area puncak dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 10 mesh.....	46
Gambar 4.11. Grafik luas area titik puncak dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 10 mesh	46
Gambar 4.12. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 10 mesh	47
Gambar 4.13. Hasil perhitungan luas area puncak dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 30 mesh.....	47
Gambar 4.14. Grafik luas area titik puncak dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 30 mesh	48
Gambar 4.15. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 30 mesh	48
Gambar 4.16. Hasil perhitungan luas area puncak dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 50 mesh.....	49

Gambar 4.17. Grafik luas area titik puncsk dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 50 mesh	49
Gambar 4.18. Hasl perhitungan luas area total dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> 50 mesh	50
Gambar 4.19. Foto SEM variasi ukuran <i>glass powder</i> 10 mesh	51
Gambar 4.20. Foto SEM variasi ukuran <i>glass powder</i> 30 mesh	52
Gambar 4.21. Foto SEM variasi ukuran <i>glass powder</i> 50 mesh	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi beton ringan.....	4
Tabel 2.2. Pembagian penggunaan beton ringan.....	5
Tabel 2.3. Spesifikasi standar kandungan bahan kimia dalam air.....	8
Tabel 2.4. Perbandingan massa jenis dengan penelitian terdahulu	9
Tabel 2.5. Kandungan kimia <i>glass powder</i>	10
Tabel 3.1. <i>Job mix formula</i>	26
Tabel 3.2. Jadwal Penelitian.....	33
Tabel 4.1. Berat jenis benda uji ketika umur 1 dan 28 hari	38
Tabel 4.2. Nilai kuat tekan sampel beton hari ke-28	40
Tabel 4.3. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan	41
Tabel 4.4. Perbandingan persentase nilai kristalin dan amorf.....	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan di dunia telah berpengaruh besar pada perkembangan pembangunan konstruksi yang pesat di Indonesia dan hal tersebut termasuk sebagai salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan konektivitas serta mempercepat pertumbuhan ekonomi negara, oleh sebab itu pembangunan infrastruktur telah menjadi salah satu prioritas dengan beton sebagai salah satu bahan yang paling diminati.

Beton yang merupakan bahan yang paling banyak diminati telah mengalami kemajuan di beberapa dekade terakhir dengan peningkatan kinerja beton melalui pemilihan material penyusun atau pembentuk termasuk bahan substitusi, penambahan bahan-bahan aditif, serta metode produksi yang telah banyak diterapkan pada industri konstruksi di dalam maupun diluar negeri. Baik atau buruknya kinerja beton bergantung pada sifat bahan pembuatnya dan bahan substitusi yang digunakan, oleh sebab itu semakin baik interaksi kimianya maka semakin baik sifat beton yang dihasilkan (Karwur et al., 2013). Beberapa hasil material beton yang dicapai akibat dari kemajuan teknologi antara lain beton pracetak, beton mutu tinggi, beton bertulang, dan beton ringan (*lightweight concrete*) yang merupakan beton yang banyak dipakai dalam konstruksi bangunan.

Penggunaan *lightweight concrete* umumnya terdapat dalam struktur untuk meminimalkan beban mati total. Selain itu, *lightweight concrete* memiliki ketahanan api yang lebih tinggi dan konduktivitas termal yang lebih rendah dibandingkan beton biasa (Huang et al., 2023). *Lightweight concrete* diproduksi dengan mengganti agregat dengan agregat ringan atau dengan cara pencampuran busa (*foam*) pada mortar. Beton Ringan (*lightweight concrete*) menurut ASTM C330 diartikan sebagai beton yang mengandung agregat ringan dan berat volume yang seimbang (*equilibrium density*), dengan berat kurang dari 1850 kg/m^3 dan

kinerja keterbatasan seperti kerapuhan lebih menonjol dibandingkan beton biasa (Hong et al., 2022).

Beberapa bahan substitusi yang sering digunakan sebagai bahan substitusi seperti *fly ash*, *silica fume*, *aluminium slag* dan *glass powder*. Salah satu jenis agregat ringan atau bahan substitusi yang sering digunakan dalam pembuatan (*lightweight concrete*) adalah limbah kaca (*glass powder*). Limbah industri kaca mendapat perhatian lebih dalam beberapa dekade terakhir karena sifat fisik dan kimia kaca tetap tidak berubah, meskipun banyak negara mendaur ulang bahan ini (Kalakada et al., 2022). Menurut data SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume sampah pada tahun 2022 mencapai 19,45 juta ton dengan sampah kaca berkontribusi sebanyak 1,96% atau 0,38 ton. Hal tersebut menjadi masalah saat ini dan berdampak besar pada kehidupan sehari-hari. Berbagai bentuk kaca seperti dari limbah rumah tangga, limbah restoran, limbah pabrik, serta limbah kaca dari perkantoran sebagai barang bekas pakai banyak ditemukan dimana-mana. Meningkatnya akumulasi limbah kaca dapat menciptakan lingkungan yang berbahaya dan menyebabkan pemborosan sumber energi terbarukan.

Pemanfaatan limbah kaca yang digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus pada campuran beton ringan dapat memberikan dampak untuk meningkatkan kualitas beton menjadi lebih tinggi dan ketahanan terhadap penetrasi klorida (Du et al., 2014). Oleh karena itu penggunaan limbah kaca sebagai variasi pembuatan campuran beton ringan dapat meningkatkan kinerja beton sekaligus menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Namun, belum banyak penelitian yang meneliti penambahan *glass powder* sebagai *filler* pada campuran *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*. Pada penelitian ini *glass powder* digunakan sebagai *filler* dan merujuk penelitian (Khan et al., 2019) dengan menggunakan *glass powder* yang dimasukkan ke dalam campuran tanpa mengganti jumlah semen, dengan persentase *glass powder* yang digunakan diambil dari persentase keseluruhan semen. Oleh sebab itu dilakukan penelitian analisis mikrostruktur *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah analisis mikrostruktur *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder* terhadap *lightweight concrete*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami pengaruh mikrostruktur terhadap *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder* terhadap *slump flow*, *setting time*, massa jenis, kuat tekan, uji XRD dan uji SEM.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder* adalah sebagai berikut:

1. *Glass powder* dengan variasi ukuran 10, 30, dan 50 mesh sebagai *filler*.
2. *Pre-foamed method* digunakan untuk metode pembuatan *foam concrete*.
3. Semen yang digunakan adalah *Ordinary Portland Cement (OPC)* atau semen portland tipe I.
4. Pengujian beton segar berupa *slump flow test*.
5. Sifat fisik dan mekanik berupa massa jenis dan kuat tekan.
6. Cetakan mortar ukuran 5cm x 5cm x 5cm untuk uji kuat tekan beton.
7. Pengujian kuat tekan dan berat jenis beton pada umur 28 hari.
8. Pengujian mikrostruktur berupa uji XRD dan SEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisswarya, R. (2018). Experimental Analysis of Light Weight Concrete. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(7), 65–73. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32788>
- Ali, A., Zhang, N., & Santos, R. M. (2023). Mineral Characterization Using Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review of the Fundamentals, Advancements, and Research Directions. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/app132312600>
- ASTM C 150. (2013). Standard Specification For Portland Cement, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials. www.astm.org.
- ASTMC330/C330M–14; Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete, 1st ed. ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2014.
- Djauharotun, (2002), Pengaruh Pemanfaatan Debu Batu Dari Unit Pemecahan Batu Pucanggading Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Batu Cetak, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Yogyakarta.
- Dobiszewska, M., Pich, W., Tracz, T., Petrella, A., & Notarnicola, M. (2023). *Effect of Glass Powder on the Cement Hydration , Microstructure and Mechanical Properties of Mortar* †. 1–8.
- Du, H., Tan, K. H., Zhou, X., Slater, J. R., Wavell, S. E., Oladiran, O., Du, H., & Tan, K. H. (2014). *Waste Glass Powder as Cement Replacement in Concrete concretes Waste Glass Powder as Cement Replacement in Concrete*. 12, 468–477. <https://doi.org/10.3151/jact.12.468>
- Dudhe, P., Dwivedi, N., Mundane, A., Bopche, V., Dabhekar, K., Khedikar, I., & Nirwan, N. (2024). Materials Today : Proceedings Study of lightweight foamed concrete with the addition of industrial waste. *Materials Today:*

Proceedings, June 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.10.044>

- Guo, P., Meng, W., Nassif, H., Gou, H., & Bao, Y. (2020). New perspectives on recycling waste glass in manufacturing concrete for sustainable civil infrastructure. *Construction and Building Materials*, 257, 119579. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119579>
- Hashim, M., & Tantray, M. (2021). Comparative study on the performance of protein and synthetic-based foaming agents used in foamed concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 14, e00524. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00524>
- Hong, X., Lee, J. C., & Qian, B. (2022). *Mechanical Properties and Microstructure of High-Strength Lightweight Concrete Incorporating Graphene Oxide.*
- Huang, W., Chen, X., Feng, L., Ji, T., Ning, Y., & Wang, J. (2023). Case Studies in Construction Materials Experimental investigation of mechanical behavior and microstructural properties in roadbed foam concrete at different densities and correlation analysis. *Case Studies in Construction Materials*, 19(September), e02565. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02565>
- Kalakada, Z., Doh, J. H., & Chowdhury, S. (2022). Glass powder as replacement of cement for concrete—an investigative study. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 26(3), 1046–1063. <https://doi.org/10.1080/19648189.2019.1695149>
- Karwur, H. Y., Tenda, R., Wallah, S. E., Windah, R. S., Sipil, J. T., & Teknik, F. (2013). *Kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen. 1(4).*
- Khan, Q. S., Sheikh, M. N., Mccarthy, T. J., Robati, M., & Allen, M. (2019). Experimental investigation on foam concrete without and with recycled glass powder : A sustainable solution for future construction. *Construction and Building Materials*, 201, 369–379. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.178>

- Kurweti, A., & Chandrakar, R. (2017). Specification and Quality Control of Light Weight Foam Concrete. *International Journal of Engineering Development and Research*, 5(2), 1932–1938.
- Maglad, A. M., Othuman, A., Majeed, S. S., Tayeh, B. A., & Mostafa, S. A. (2023). Development of eco-friendly foamed concrete with waste glass sheet powder for mechanical , thermal , and durability properties enhancement. *Journal of Building Engineering*, 80(August), 107974.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107974>
- Navarro-Pardo, F., Martínez-Barrera, G., Martínez-Hernández, A. L., Castaño, V. M., Rivera-Armenta, J. L., Medellín-Rodríguez, F., & Velasco-Santos, C. (2013). Effects on the thermo-mechanical and crystallinity properties of nylon 6,6 electrospun fibres reinforced with one dimensional (1D) and two dimensional (2D) carbon. *Materials*, 6(8), 3494–3513.
<https://doi.org/10.3390/ma6083494>
- Pan, Z., Tao, Z., Murphy, T., & Wuhler, R. (2017). High temperature performance of mortars containing fine glass powders. *Journal of Cleaner Production*, 162, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.003>
- Rafieizonooz, M., Jay Kim, J. H., Kim, J. su, Jo, J. Bin, & Khankhaje, E. (2024). Microstructure, XRD, and strength performance of ultra-high-performance lightweight concrete containing artificial lightweight fine aggregate and silica fume. *Journal of Building Engineering*, 94(June), 109967.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109967>
- Suhaimi, S. (2020). Pengaruh Kandungan Kimia Air Terhadap Kuat Tekan Beton. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 81.
<https://doi.org/10.29103/tj.v10i1.260>
- SNI-03-2641-2002, 2002, Ligthweigth Concrete for Structural. National Standardization Board (BSN). Jakarta
- Sutama, A., & Oemiati, N. (2022). Studi Mikrostruktur Beton Ringan Geopolimer Dengan Scanning Electron Microscope (Sem) Dan X-Ray Diffraction (Xrd).

Jurnal Deformasi, 7(2), 145. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i2.9387>

Vilches, J., Ramezani, M., & Neitzert, T. (2012). Experimental investigation of the fire resistance of ultra lightweight foam concrete. *International Journal of Advanced Engineering Applications*, 1(4), 15–22.

<https://www.researchgate.net/publication/274194981>

Wei, H., Zhou, A., Liu, T., Zou, D., & Jian, H. (2020). Dynamic and environmental performance of eco-friendly ultra-high performance concrete containing waste cathode ray tube glass as a substitution of river sand.

Resources, Conservation and Recycling, 162(June), 105021.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105021>

Zhao, Y., Gao, J., Wu, S., & Li, Q. (2022). Strength development and microcosmic mechanism of waste glass powder cement mortar. *Journal of Experimental Nanoscience*, 17(1), 564–584.

<https://doi.org/10.1080/17458080.2022.2126836>