

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT* *CONCRETE* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER***

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



**MUHAMAD FADJRIN**

**03011282025031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Fadjrin

NIM : 03011282025031

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* 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, Juli 2024

  
**MUHAMAD FADJRIN**  
**NIM. 03011282025031**

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT*  
*CONCRETE* DENGAN VARIASI UKURAN  
*GLASS POWDER***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**MUHAMAD FADJRIN**

**03011282025031**

**Palembang, 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 “Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* Dengan Variasi Ukuran *Glass Powder*” yang disusun oleh Muhamad Fadjrin, 03011282025031 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2024.

Palembang, 15 Juli 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Ketua:

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



Anggota:

2. Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.  
NIP. 198103102008011010



Mengetahui,

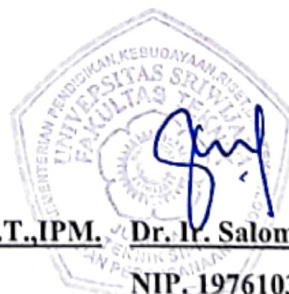
**Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Ir. Bhakti Yudho 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 : Muhamad Fadjrin

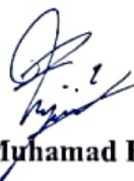
NIM : 03011282025031

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* 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, Juli 2024**



**Muhamad Fadjrin**

**NIM. 03011282025031**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhamad Fadjrin  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Status : Belum menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 082175108956  
E-mail : fadjrin.gc168@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN 22 LUBUKLINGGAU	-	-	SD	2008-2014
SMPN 1 LUBUKLINGGAU	-	-	SMP	2014-2017
SMAN 5 LUBUKLINGGAU	-	MIPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Muhamad Fadjrin**  
03011282025031

## RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*.

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 15 Juli 2024

Muhamad Fadjrin; Dibimbing oleh Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi + 84 halaman, 60 gambar, 25 tabel, 4 lampiran

*Lightweight concrete* adalah jenis beton yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada beton normal. *Foam concrete* termasuk dalam *lightweight concrete* karena berat jenisnya relatif lebih rendah dibanding beton pada umumnya. *Foam concrete* dibuat dengan metode *pre-foamed* dengan *mixing* dan pembusaan secara kimiawi. *Glass powder* dapat digunakan menjadi bahan pengisi pori atau *filler*. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran *glass powder* 10 mesh, 30 mesh, dan 50 mesh dengan persentase *glass powder* sebesar 20%, 30%, dan 40%, perbandingan volume *foam* dan *slurry* yang digunakan 0.3 dan 0.7 serta variasi w/c 0.5. Pengujian beton segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan untuk pengujian beton keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan modulus elastisitas. Berdasarkan *setting time test* pada *lightweight concrete* dengan nilai variasi persentase GP 20%; variasi ukuran 50 mesh dengan nilai *initial setting time* 196 menit dan *final setting time* 402 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 40%; variasi ukuran 10 mesh memiliki nilai *workability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada benda uji variasi persentase GP 20%; variasi ukuran 50 mesh setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 28 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1398 kg/m<sup>3</sup>; 3.18 MPa; dan 8134.66682 MPa.

**Kata Kunci:** *Lightweight concrete*, *glass powder*, *foam concrete*, kuat tekan, berat jenis, modulus elastisitas.

## SUMMARY

### EXPERIMENTAL STUDY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH GLASS POWDER SIZE VARIATION.

Scientific papers in form of Final Projects, July 15th 2024

Muhamad Fadjrין; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xxi + 84 pages, 60 images, 25 tables, 4 attachments

Lightweight concrete is a type of concrete that has a lighter specific gravity than normal concrete. Foam concrete is included in lightweight concrete because its specific gravity is relatively lower than concrete in general. Foam concrete is made by pre-foamed method with chemical mixing and foaming. Glass powder can be used as a pore filler or filler. This research uses variations in glass powder size of 10 mesh, 30 mesh, and 50 mesh with a percentage of glass powder of 20%, 30%, and 40%, the volume ratio of foam and slurry used is 0.3 and 0.7 and a w/c variation of 0.5. Fresh concrete testing in the form of setting time test and slump flow test, while for hard concrete testing in the form of testing compressive strength, specific gravity, and modulus of elasticity. Based on the setting time test on lightweight concrete with a value of 20% GP percentage variation; 50 mesh size variation with an initial setting time of 196 minutes and a final setting time of 402 minutes has the fastest binding time compared to other size variations. Based on the slump flow value, the specimen with 40% GP percentage variation; 10 mesh size variation has the highest workability value compared to other variations. The test results of specific gravity, compressive strength, and modulus of elasticity on the test specimens of the 20% GP percentage variation; 50 mesh size variation after curing in water for 28 days has the largest value compared to other variations, which are 1398 kg/m<sup>3</sup>; 3.18 MPa; and 8134,66682 MPa.

**Keyword:** *Lightweight concrete, glass powder, foam concrete, compressive strength, specific gravity, modulus of elasticity.*



# STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

Muhamad Fadjrin<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [fadjrin.gc168@gmail.com](mailto:fadjrin.gc168@gmail.com)

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

## Abstrak

*Lightweight concrete* adalah jenis beton yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada beton normal. *Foam concrete* termasuk dalam *lightweight concrete* karena berat jenisnya relatif lebih rendah dibanding beton pada umumnya. *Foam concrete* dibuat dengan metode *pre-foamed* dengan *mixing* dan pembusaan secara kimiawi. *Glass powder* dapat digunakan menjadi bahan pengisi pori atau *filler*. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran *glass powder* 10 mesh, 30 mesh, dan 50 mesh dengan persentase *glass powder* sebesar 20%, 30%, dan 40%, perbandingan volume *foam* dan *slurry* yang digunakan 0.3 dan 0.7 serta variasi w/c 0.5. Pengujian beton segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan untuk pengujian beton keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan modulus elastisitas. Berdasarkan *setting time test* pada *lightweight concrete* dengan nilai variasi persentase GP 20%; variasi ukuran 50 mesh dengan nilai *initial setting time* 196 menit dan *final setting time* 402 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 40%; variasi ukuran 10 mesh memiliki nilai *workability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada benda uji variasi persentase GP 20%; variasi ukuran 50 mesh setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 28 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1398 kg/m<sup>3</sup>; 3.18 MPa; dan 8134.66682 MPa.

Kata Kunci: *Lightweight concrete*, *glass powder*, *foam concrete*, kuat tekan, berat jenis, modulus elastisitas.

Palembang, 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

# STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI UKURAN *GLASS POWDER*

Muhamad Fadrijin<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [fadrijin\\_gc168@gmail.com](mailto:fadrijin_gc168@gmail.com)

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

## *Abstract*

Lightweight concrete is a type of concrete that has a lighter specific gravity than normal concrete. Foam concrete is included in lightweight concrete because its specific gravity is relatively lower than concrete in general. Foam concrete is made by pre-foamed method with chemical mixing and foaming. Glass powder can be used as a pore filler or filler. This research uses variations in glass powder size of 10 mesh, 30 mesh, and 50 mesh with a percentage of glass powder of 20%, 30%, and 40%, the volume ratio of foam and slurry used is 0.3 and 0.7 and a w/c variation of 0.5. Fresh concrete testing in the form of setting time test and slump flow test, while for hard concrete testing in the form of testing compressive strength, specific gravity, and modulus of elasticity. Based on the setting time test on lightweight concrete with a value of 20% GP percentage variation; 50 mesh size variation with an initial setting time of 196 minutes and a final setting time of 402 minutes has the fastest binding time compared to other size variations. Based on the slump flow value, the specimen with 40% GP percentage variation; 10 mesh size variation has the highest workability value compared to other variations. The test results of specific gravity, compressive strength, and modulus of elasticity on the test specimens of the 20% GP percentage variation; 50 mesh size variation after curing in water for 28 days has the largest value compared to other variations, which are 1398 kg/m<sup>3</sup>; 3.18 MPa; and 8134,66682 MPa.

Keyword: *Lightweight concrete, glass powder, foam concrete, compressive strength, specific gravity, modulus of elasticity.*

Palembang, 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


Puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* dengan Variasi Ukuran *Glass Powder*”. dan juga penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan, serta motivasi yang bermanfaat dalam kelancaran penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran serta nasihat.
6. Bapak, Ibu dan Kakak yang selalu mendoakan serta telah memberikan dukungan berupa moril maupun materil, motivasi, kepercayaan doa dan nasihat hingga penulis bisa berada pada posisi ini.
7. Seluruh keluarga dan kerabat penulis yang selalu memberi dukungan dan doa kepada penulis.
8. Rekan terbaik saya, Lana Aristya Ali, S.Pd., yang telah membantu sangat banyak dalam proses penyusunan laporan saya.
9. Teman-teman seperjuangan sejak awal kuliah, Sahib, Idrus, Raddin, Hanif, Reyhan dan Sultan yang selalu saling membantu dan berjuang bersama selama perkuliahan
10. 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.

11. Teman-teman baik saya, Giade, Ebin, Adi, Diaz, dan Alfassya yang selalu menjadi tempat berbagi dan memberi dukungan serta semangat kepada penulis.
12. Teman-teman penelitian tugas akhir GP Team, Ananda, Alya, Wuland, Nabillah, Mafaza, Idrus, Christine, Sahib, Chrisnadi, Abdan, Herwanto, Yadi dan Hilman yang telah berjuang bersama beberapa bulan ini.
13. PT. Semen Baturaja Kertapati, selaku instansi yang telah membantu dan menyediakan prasarana selama proses penelitian Tugas Akhir.
14. Seluruh mahasiswa Teknik Sipil 2020 yang selama ini berjuang bersama selama kuliah.

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

Indralaya, Juli 2024



Muhamad Fadjin

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
COVER TUGAS AKHIR .....	i
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	4
1.6. Metode Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Lightweight Concrete</i> .....	6
2.1.1. Sifat Fisik <i>Lightweight Concrete</i> .....	8
2.1.2. Sifat Mekanik <i>Lightweight Concrete</i> .....	9
2.1.3. Jenis-Jenis <i>Lightweight Concrete</i> .....	9
2.2. Bahan Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> .....	12

2.2.1.	Semen.....	13
2.2.2.	Agregat Halus ( <i>Fines Aggregate</i> ).....	14
2.2.3.	Air .....	15
2.2.4.	<i>Glass Powder</i> .....	16
2.2.5.	<i>Foam Agent</i> .....	19
2.3.	Pengujian terhadap <i>Lightweight Concrete</i> .....	20
2.3.1.	<i>Slump Flow Test</i> .....	20
2.3.4.	<i>Compressive Strength Test</i> .....	26
2.3.5.	Pengujian Modulus Elastisitas .....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		31
3.1.	Umum.....	31
3.2.	Studi Literatur.....	31
3.3.	Alur Penelitian.....	32
3.3.1.	Semen.....	34
3.3.2.	<i>Glass powder</i> .....	34
3.4.	Tahapan Pengujian.....	41
3.4.1.	Mencari Studi Literatur .....	41
3.4.2.	Persiapan Bahan .....	41
3.4.3.	<i>Job Mixes Design</i> .....	42
3.4.4.	Pencetakan dan Pengecoran Beton.....	45
3.4.5.	Pengujian Pada Beton Keras .....	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1.	Hasil Pengujian Beton Segar .....	51
4.1.1.	<i>Setting Time Test</i> .....	51
4.1.2.	<i>Slump Flow Test</i> .....	54
4.2.	Sifat Fisik dan Sifat Mekanik .....	56
4.2.1.	Pengujian Berat Jenis .....	56
4.2.2.	Pengujian Kuat Tekan .....	58
4.2.3.	Pengujian Modulus Elastisitas .....	61
4.2.4.	Hubungan Kuat Tekan Beton dan Berat Jenis.....	72
4.2.5.	Hubungan Modulus Elastisitas dan Kuat Tekan .....	73

BAB 5 PENUTUP .....	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Grafik gradasi agregat halus (ASTM C-33).....	15
Gambar 2.2. <i>Slump flow test</i> (Sood dan Hossain, 2021).....	21
Gambar 2.3. Pengaruh persentase WGA pada nilai aliran <i>slump</i> campuran SCGC (Saha et al., 2020).....	22
Gambar 2.4. <i>Slump flow</i> dan waktu 'T50' untuk berbagai jenis campuran SCGC (Saha et al., 2020).....	23
Gambar 2.5. <i>Initial setting time</i> dan <i>final setting time</i> dalam campuran (Cuevas et al., 2021).....	24
Gambar 2.6. Grafik <i>density</i> beton (Ahmad et al., 2021).....	26
Gambar 2.7. <i>Universal Testing Machine</i> (Mosa, 2019).....	26
Gambar 2.8. Nilai-nilai kekuatan tekan beton dengan penggunaan agregat halus <i>waste glass powder</i> untuk 7, 14, dan 28 hari (Arivalagan dan Sethuraman, 2020).....	27
Gambar 2.9. Pengujian Modulus Elastisitas (Leman et al., 2017).....	28
Gambar 2.10. Grafik modulus elastisitas dengan rasio penggunaan agregat kaca (W. Song et al., 2019).....	29
Gambar 2.11. Grafik pengaruh ukuran maksimum agregat halus kaca terhadap modulus elastisitas (W. Song et al., 2019).....	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2. Semen OPC ( <i>Ordinary Portland Cement</i> ).....	34
Gambar 3.3. <i>Glass powder</i> .....	34
Gambar 3.4. <i>Foam agent</i> .....	35
Gambar 3.5. Air bersih.....	35
Gambar 3.6. Cetakan beton silinder.....	36
Gambar 3.7. Alat cetak beton mortar.....	36
Gambar 3.8. Neraca digital.....	36
Gambar 3.9. Timbangan digital.....	37
Gambar 3.10. <i>Foam generator</i> .....	37
Gambar 3.11. <i>Mixer</i> .....	38
Gambar 3.12. <i>Flow table</i> .....	38
Gambar 3.13. Jangka sorong.....	39
Gambar 3.14. <i>Container</i> .....	39



Gambar 3.15. <i>Vicat apparatus</i> .....	40
Gambar 3.16. <i>Automatic compression testing machine</i> .....	40
Gambar 3.17. <i>Compressive strength matest</i> .....	41
Gambar 3.18. Alat uji modulus elastisitas .....	41
Gambar 3.19. Pencampuran material .....	45
Gambar 3.20. Pembuatan <i>foam</i> .....	45
Gambar 3.21. Pencampuran material dan <i>foam</i> ke dalam <i>mixer</i> .....	46
Gambar 3.22. <i>Slump flow test</i> .....	46
Gambar 3.23. <i>Setting time test</i> .....	46
Gambar 3.24. Pencetakan benda uji silinder .....	47
Gambar 3.25. Pencetakan benda uji mortar .....	47
Gambar 3.26. <i>Curing</i> benda uji mortar .....	47
Gambar 3.27. Pengujian berat jenis mortar.....	48
Gambar 3.28. Pengujian berat jenis silinder .....	48
Gambar 3.29. Pengujian kuat tekan mortar.....	49
Gambar 3.30. Pemasangan alat uji modulus elastisitas pada benda uji silinder ...	49
Gambar 3.31. Pengujian modulus elastisitas menggunakan alat <i>compressive strength matest</i> .....	50
Gambar 4.1. <i>Setting time test</i> menggunakan <i>vicat apparatus</i> .....	51
Gambar 4.2. Hasil <i>setting time test</i> persentase GP 20% .....	52
Gambar 4.3. Hasil <i>setting time test</i> persentase GP 30% .....	52
Gambar 4.4. Hasil <i>setting time test</i> persentase GP 40% .....	53
Gambar 4.5. Metode <i>slump flow test</i> .....	54
Gambar 4.6. Berat jenis pada pengujian <i>lightweight concrete</i> dengan variasi ukuran <i>glass powder</i> .....	58
Gambar 4.7. Hasil pengujian kuat tekan beton hari ke-28 persentase GP 20%....	59
Gambar 4.8. Hasil pengujian kuat tekan beton hari ke-28 persentase GP 30%....	60
Gambar 4.9. Hasil pengujian kuat tekan beton hari ke-28 persentase GP 40%....	60
Gambar 4.10. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 20%; 10 mesh .....	67
Gambar 4.11. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 20%; 30 mesh .....	67
Gambar 4.12. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 20%; 50 mesh .....	68

Gambar 4.13. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 30%; 10 mesh .....	68
Gambar 4.14. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 30%; 30 mesh .....	69
Gambar 4.15. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 30%; 50 mesh .....	69
Gambar 4.16. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 40%; 10 mesh .....	70
Gambar 4.17. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 40%; 30 mesh .....	70
Gambar 4.18. Grafik tegangan dan regangan variasi persentase GP 40%; 50 mesh .....	71

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Jenis <i>lightweight concrete</i> berdasarkan kuat tekan dan densitas.....	10
Tabel 2.2. Komposisi kimia dan sifat fisik <i>waste glass powder</i> .....	17
Tabel 2.3. <i>Workability</i> campuran dengan tambahan <i>glass powder</i> .....	21
Tabel 3.1 <i>Job Mix Formula</i> .....	42
Tabel 4.1. Pengujian <i>setting time</i> .....	54
Tabel 4.2. Hasil <i>flow table test</i> persentase GP 20% .....	55
Tabel 4.3. Hasil <i>flow table test</i> persentase GP 30% .....	55
Tabel 4.4. Hasil <i>flow table test</i> persentase GP 40% .....	55
Tabel 4.5. Kriteria nilai <i>workability foam concrete</i> .....	56
Tabel 4.6. Hasil pengujian berat jenis persentase GP 20% .....	56
Tabel 4.7. Hasil pengujian berat jenis persentase GP 30% .....	57
Tabel 4.8. Hasil pengujian berat jenis persentase GP 40% .....	57
Tabel 4.9. Hasil pengujian kuat tekan hari ke-28 .....	59
Tabel 4.10. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 20%; 10 mesh .....	61
Tabel 4.11. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 20%; 30 mesh .....	62
Tabel 4.12. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 20%; 50 mesh .....	62
Tabel 4.13. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 30%; 10 mesh .....	63
Tabel 4.14. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 30%; 30 mesh .....	64
Tabel 4.15. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 30%; 50 mesh .....	64
Tabel 4.16. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 40%; 10 mesh .....	65
Tabel 4.17. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 40%; 30 mesh .....	66
Tabel 4.18. Nilai modulus elastisitas benda uji variasi persentase GP 40%; 50 mesh .....	66
Tabel 4.19. Rekapitulasi nilai modulus elastisitas benda uji.....	71

Tabel 4.20. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan benda uji .....	72
Tabel 4.21. Hubungan modulus elastisitas dan kuat tekan.....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Lembar Asistensi Laporan Tugas Akhir .....	81
Lampiran 2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	82
Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir .....	83
Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir .....	84

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, konstruksi infrastruktur serta sarana publik saat ini berkembang begitu pesat. Hal tersebut tentunya mendorong kebutuhan akan penggunaan bahan bangunan yang memiliki keunggulan dan keuntungan seperti memiliki spesifikasi teknis yang baik dan daya tahan yang kuat, dan memiliki efisiensi terhadap biaya dan waktu pada saat pengerjaannya juga ramah terhadap lingkungan. Beton termasuk dalam material yang memenuhi persyaratan tersebut. Beton juga termasuk bahan yang paling banyak digunakan secara global dengan tingkat permintaan produksi yang terus meningkat setiap tahunnya.

Beton merupakan suatu campuran agregat dan pasta yang terdiri dari semen serta air yang membentuk batuan bermassa. Kelemahan dari beton sendiri adalah rendahnya kekuatan per satuan berat dari beton yang berkisar  $2.300 \text{ kg/m}^3$ , hal ini tentunya mempengaruhi momen lentur dan struktur tahan gempa, khususnya pada struktur-struktur yang memiliki bentang panjang, di mana berat beban matinya relatif besar (Sumiati et al., 2020). Seiring berkembangnya teknologi, kini terdapat banyak inovasi dan pengembangan jenis beton yang memiliki spesifikasi sesuai dengan kebutuhan dari suatu pekerjaan, salah satunya adalah beton ringan (*lightweight concrete*).

*Lightweight concrete* dibuat dengan mengganti agregatnya dengan menggunakan agregat ringan atau membuat busa (*foam*) pada campuran mortarnya. Beton ringan berdasarkan ASTM C330 didefinisikan sebagai beton berisi agregat ringan dan berat volume seimbang (*equilibrium density*), dengan berat antara  $1.140 \text{ kg/m}^3$  hingga  $1.840 \text{ kg/m}^3$ . Berat bangunan dipengaruhi oleh berat beton yang lebih ringan dan kerapatan lebih rendah ini, sehingga *lightweight concrete* dinilai cocok untuk konstruksi bangunan tahan gempa.

Semen yang menjadi bahan utama dalam pembuatan beton sendiri telah diproduksi secara besar-besaran. Diperkirakan di Indonesia saja sekitar 64 juta metrik ton semen diproduksi dari 4.100 juta metrik ton di seluruh dunia (US Geological Survey, 2023). Berdasarkan hal tersebut, disarankan untuk mencari

alternatif pengganti semen dengan bahan limbah padat atau produk sampingan industri sebagai solusi praktis upaya pengurangan konsumsi semen portland sehingga mengurangi dampak lingkungan dan energi yang terkait dengan produksi beton. Sebagai solusi dari permasalahan lingkungan adalah dengan menggunakan beberapa produk sampingan industri sebagai bahan pengganti semen seperti *silica fume*, *fly ash*, dan *blast furnace slag*. Oleh karena itu, limbah daur ulang lebih diutamakan dengan tujuan keberlanjutan dan konstruksi hijau.

Dalam beberapa dekade terakhir, limbah industri kaca mendapat perhatian lebih karena sifat fisik dan kimia dari kaca yang tidak berubah meskipun banyak negara yang melakukan daur ulang material ini (Kalakada et al., 2022). Namun, daur ulang kaca yang sudah pecah dalam jumlah yang besar dinilai kurang memungkinkan karena membutuhkan biaya lebih untuk pecampuran warnanya. Hal tersebut menyebabkan banyak limbah kaca yang tidak diproses daur ulang dan dibuang di tempat pembuangan akhir. Hal ini tentunya berdampak buruk pada lingkungan, dimana kaca tidak dapat terurai secara alami.

Pada awalnya serbuk kaca (*glass powder*) digunakan sebagai alternatif untuk agregat halus dalam beton dengan mengamati bahwa sifat mekanik dan daya tahan dari beton yang dimodifikasi mengalami penurunan karena persentase yang tinggi dari silika dalam *glass powder* yang meningkatkan kemungkinan reaksi alkali-silika dalam beton. Reaksi alkali-silika dalam beton bergantung pada distribusi ukuran partikel kaca yang digunakan, jika ukuran partikel berkurang, probabilitas reaksi alkali-silika berkurang (Kalakada et al., 2022). Efek penekan dari *glass powder* pada pemuaian reaksi alkali-silika dalam beton disebabkan oleh karakteristik pozzolan dari *glass powder* yang sebanding dengan bahan pozzolan seperti *fly ash*, metakaolin, dan *silica fume*. Hasil tersebut, memotivasi para penggunaan *glass powder* daur ulang dengan distribusi ukuran partikel mikroskopis sebagai pengganti semen.

## 1.2. Rumusan Masalah

Fokus penelitian ini dirumuskan berdasarkan uraian pada latar belakangnya: Bagaimana pengaruh variasi ukuran *glass powder* terhadap sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dan berapa ukuran *glass powder* untuk menghasilkan *lightweight concrete* yang memiliki sifat mekanik yang maksimal.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk menemukan serta memahami pengaruh variasi ukuran *glass powder* terhadap sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dan ukuran *glass powder* yang menghasilkan *lightweight concrete* yang memiliki sifat mekanik yang maksimal.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Dengan variasi ukuran *glass powder*, penelitian tentang beton *lightweight concrete* mencakup hal-hal berikut:

1. *Glass powder* dengan variasi ukuran 10, 30, dan 50 mesh sebagai *filler*
2. Proses pembuatan *foam concrete* menggunakan metode *pre-foamed*
3. Penelitian ini menggunakan semen portland biasa atau tipe I (OPC)
4. Uji kekuatan tekan beton dengan menggunakan cetakan mortar 5 cm x 5 cm x 5 cm
5. Uji modulus elastisitas dengan bekisting silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm
6. Pengujian *slump flow* dan pengujian waktu *setting* termasuk dalam pengujian beton segar
7. Uji berat jenis, uji kuat tekan, serta uji modulus elastisitas termasuk dalam pengujian beton keras
8. Sifat fisik dan mekanik yang diteliti yaitu berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas
9. Penelitian menggunakan standar ASTM sebagai pedoman pengujian



### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Pada studi eksperimental *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*, digunakan dua cara dalam metode mengumpulkan datanya, yakni :

#### 1. Data primer

Data primer sendiri merupakan data yang dikumpulkan dari pengujian secara langsung yang juga merupakan sumber utama pengujian kuat tekan dan massa jenis mengenai pengaruh variasi ukuran *glass powder* pada *lightweight concrete* yang dikerjakan di laboratorium, kemudian hasilnya didiskusikan bersama dosen pembimbing secara langsung.

#### 2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah studi pustaka sebagai referensi untuk pembahasan. Dengan sumber data yang diperoleh secara tidak langsung dari *literatur review* dan objek penelitian.

### **1.6. Metode Penulisan**

Pada laporan tugas akhir dengan topik studi eksperimental *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*, penulisannya terbagi menjadi lima bab, antara lain diawali dengan bab pendahuluan, dilanjutkan bab tinjauan pustaka, bab metodologi penelitian, bab hasil dan pembahasan, dan diakhiri dengan bab penutup, serta mencantumkan daftar pustaka.

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan ruang lingkup penelitian dibahas dalam bab pendahuluan ini. Metode pengumpulan data juga dibahas, serta sistematika penulisannya.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab kedua ini, terdapat eksposisi mengenai peninjauan pustaka yang menguraikan gagasan dari berbagai literatur dan referensi yang membahas definisi *lightweight concrete* dan beton berbuis, bahan-bahan yang membentuk beton ringan, ciri-ciri khusus dari *glass powder*, komposisi campuran beton, proses

pengujian beton, uji kekuatan tekan, serta mencakup studi-studi sebelumnya yang dijadikan sebagai panduan.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Spesifikasi material hingga alat uji yang digunakan dijelaskan dalam bab ini. Selain itu, pengujian material, serta pembuatan dan pengujian benda uji juga tercakup dalam penelitian..

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

Dalam bab ini tercakup uraian hasil pengolahan data dari pengujian kuat tekan dan massa jenis *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*.

### **BAB 5 PENUTUP**

Bab penutup merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dan saran agar penelitian selanjutnya dilakukan dengan lebih baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Pada daftar pustaka berisi sumber referensi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian studi eksperimental *lightweight concrete* dengan variasi ukuran *glass powder*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., Aslam, F., Martinez-Garcia, R., de-Prado-Gil, J., Qaidi, S. M. A., & Brahmia, A. (2021). *Effects of waste glass and waste marble on mechanical and durability performance of concrete*. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00994-0>
- Arivalagan, S., & Sethuraman, V. S. (2020). *Experimental study on the mechanical properties of concrete by partial replacement of glass powder as fine aggregate: An environmental friendly approach*. *Materials Today: Proceedings*, 45 (6035–6041). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.722>
- ASTM C1611/C1611M-18. 2018. *Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete*. WSDOT Materials Manual.
- ASTM C567/C567M-19. *Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete*.
- ASTM C 330/C330M-09. 2017. *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C138/C138M-17a. 2017. *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*.
- ASTM C469/C469M-22. *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*.
- Bheel, N., & Adesina, A. (2021). *Influence of Binary Blend of Corn Cob Ash and Glass Powder as Partial Replacement of Cement in Concrete*. *Silicon*, 13(5), 1647–1654. <https://doi.org/10.1007/s12633-020-00557-4>
- Chung, S. Y., Sikora, P., Kim, D. J., El Madawy, M. E., & Abd Elrahman, M. (2021). *Effect of different expanded aggregates on durability-related characteristics of lightweight aggregate concrete*. *Materials Characterization*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.110907>

- Cuevas, K., Chougan, M., Martin, F., Ghaffar, S. H., Stephan, D., & Sikora, P. (2021). *3D printable lightweight cementitious composites with incorporated waste glass aggregates and expanded microspheres – Rheological, thermal and mechanical properties*. *Journal of Building Engineering*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102718>
- Elisabeth, S., Lukar, C., Pandaleke, R., & Wallah, S. (2020). Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.8(No.1), 33–38.
- 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>
- Ismail, Z. Z., Jaeel, A. J., Alwared, A. M., & Závodská, A. (2021). *Experimental investigation of a new sustainable approach for recycling waste styrofoam food containers in lightweight concrete*. *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(2), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00463-7>
- Jhatial, A. A., Mohamad, N., Lakhari, M. T., Goh, W. I., Hong, L. W., Tahir Lakhari, M., Aziz, A.-D., Samad, A., & Abdullah, R. (2018). *The Mechanical Properties of Foamed Concrete with Polypropylene Fibres*. *Article in International Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 411–413.
- Kadela, M., Kukielka, A., & Małek, M. (2020). *Characteristics of lightweight concrete based on a synthetic polymer foaming agent*. *Materials*, 13(21), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ma13214979>
- 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>
- Korua, A. M., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). Kinerja High Strength Self Compacting Concrete dengan Penambahan Admixture “Beton Mix” Terhadap Kuat Tarik Belah. *Jurnal Sipil*, 7(10), 1353–1364.

<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/26062>

- Kumar, A., Arora, H. C., Kapoor, N. R., Mohammed, M. A., Kumar, K., Majumdar, A., & Thinnukool, O. (2022). *Compressive Strength Prediction of Lightweight Concrete: Machine Learning Models. Sustainability (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042404>
- Leman, A. S., Shahidan, S., Nasir, A. J., Senin, M. S., Mohd Zuki, S. S., Wan Ibrahim, M. H., Deraman, R., Khalid, F. S., & Azhar, A. T. S. (2017). *Properties of concrete containing coconut shell powder (CSP) as a filler. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 271(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012006>
- Lu, J. xin, Duan, Z. hua, & Poon, C. S. (2017). *Fresh properties of cement pastes or mortars incorporating waste glass powder and cullet. Construction and Building Materials*, 131, 793–799. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.011>
- Mosa, I. (2019). *Replacement of Well-graded Plastic Pearls As Coarse Aggregate in Concrete. The Journal of The University of Duhok*, 22(2), 63–75. <https://doi.org/10.26682/sjuod.2019.22.2.8>
- Najaf, E., Orouji, M., & Zahrai, S. M. (2022). *Improving nonlinear behavior and tensile and compressive strengths of sustainable lightweight concrete using waste glass powder, nanosilica, and recycled polypropylene fiber. Nonlinear Engineering*, 11(1), 58–70. <https://doi.org/10.1515/nleng-2022-0008>
- Raj, A., Sathyan, D., & Mini, K. M. (2019). *Physical and functional characteristics of foam concrete: A review. Construction and Building Materials*, 221, 787–799. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.052>
- Saha, A., Sobuz, M. H. R., Hoque, M. I., & Mujahid, R. (2020). *Influence of waste glass aggregates on the rheological properties of self-consolidated concrete. Australian Journal of Civil Engineering*, 18(2), 272–285. <https://doi.org/10.1080/14488353.2020.1785666>
- Singh, G., Tiwary, A. K., Singh, S., Kumar, R., Chohan, J. S., Sharma, S., Li, C.,

- Sharma, P., & Deifalla, A. F. (2022). *Incorporation of Silica Fumes and Waste Glass Powder on Concrete Properties Containing Crumb Rubber as a Partial Replacement of Fine Aggregates*. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142114453>
- Song, W., Zou, D., Liu, T., Teng, J., & Li, L. (2019). *Effects of recycled CRT glass fine aggregate size and content on mechanical and damping properties of concrete*. *Construction and Building Materials*, 202, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.033>
- Song, Y., & Lange, D. (2019). *Crushing performance of ultra-lightweight foam concrete with fine particle inclusions*. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/app9050876>
- Sood, D., & Hossain, K. M. A. (2021). *Optimizing precursors and reagents for the development of alkali-activated binders in ambient curing conditions*. *Journal of Composites Science*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/jcs5020059>
- Sumiati, Mahmuda, Sukarman, Indra, S., & Prabudi, D. (2020). *The Utilization of Crushed Clay Brick as Coarse Aggregate on Eco-Green Lightweight Foamed Concrete*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012070>
- Tunio, Z. A., Abro, F. U. R., Ali, T., Buller, A. S., & Abbasi, M. A. (2019). *Influence of Coarse Aggregate Gradation on the Mechanical Properties of Concrete, Part I: No-Fines Concrete*. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(5), 4612–4615. <https://doi.org/10.48084/etasr.3046>
- Tunio, Z. A., Memon, B. A., Memon, N. A., Lakho, N. A., Oad, M., & Buller, A. H. (2019). *Effect of Coarse Aggregate Gradation and Water-Cement Ratio on Unit Weight and Compressive Strength of No-fines Concrete*. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(1), 3786–3789. <https://doi.org/10.48084/etasr.2509>
- Zeng, Q., Chen, S., Wen, R., Peng, Y., Wang, Z., & Zhao, Y. (2024). *Effect of particle size on cement foams*. *Cement and Concrete Composites*, 150(March). <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2024.105548>