

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT* *CONCRETE* MENGGUNAKAN *GLASS POWDER* SEBAGAI *FILLER* DENGAN VARIASI RASIO VOLUME *FOAM* DAN PASTA SEMEN**

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



**MUHAMMAD HILMAN QAEDI FIRAS INDRAPATI**

**03011382025130**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati

NIM : 03011382025130

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* Sebagai *Filler* Dengan Variasi Rasio Volume *Foam* dan Pasta Semen

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

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



Palembang, Maret 2024



**Muhammad Hilman Qaedi Firas**  
**Indrapati**  
**NIM. 03011382025130**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE*  
MENGUNAKAN *GLASS POWDER* SEBAGAI *FILLER*  
DENGAN VARIASI RASIO VOLUME *FOAM* DAN PASTA  
SEMEN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**MUHAMMAD HILMAN QAEDI FIRAS INDRAPATI**

**03011382025130**

**Palembang, Maret 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 Menggunakan Glass Powder Sebagai Filler Dengan Variasi Rasio Volume Foam dan Pasta Semen**” yang disusun oleh Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati, 03011382025130 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Maret 2024.

Palembang, 22 Maret 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

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

Anggota:

2. Ir. Sutanto Muliawan, M. Eng. (  )  
NIP. 195604241990031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati

NIM : 03011382025130

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder*  
Sebagai *Filler* Dengan Variasi Rasio Volume *Foam* dan Pasta Semen

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 saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2024



**Muhammad Hilman Qaedi  
Firas Indrapati  
NIM. 03011382025130**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Status : Belum Menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 082175930103  
E-mail : indrapatihilman@gmail.com

### Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Muhammadiyah 14 Palembang	-	-	SD	2008 - 2014
SMPN 9 Palembang	-	-	SMP	2014 - 2017
SMAN 17 Palembang	-	IPA	SMA	2017 - 2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Muhammad Hilman  
Qaedi Firas Indrapati  
03011382025130**

## RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGGUNAKAN *GLASS POWDER* SEBAGAI *FILLER* DENGAN VARIASI RASIO VOLUME *FOAM* DAN PASTA SEMEN.

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 22 Maret 2024

Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 65 halaman, 47 gambar, 27 tabel, 4 lampiran

*Lightweight concrete* adalah salah satu jenis beton yang sangat dikenal dalam dunia konstruksi karena memiliki berat jenis yang ringan jika dibandingkan dengan beton normal. *Foam Concrete* adalah suatu material serbaguna dengan material utama berupa mortar berbasis semen atau pasta yang dicampur dengan setidaknya 20% *foam* dalam bentuk *preformed foam*. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran *glass powder* 50 mesh dengan persentase *glass powder* sebesar 20%, 30%, dan 40%, perbandingan volume *foam* dan pasta semen yang digunakan 0,35 : 0,65 dan 0,30 : 0,70, serta variasi w/c 0,5. Pengujian beton segar berupa *slump flow test* dan *setting time test*, sedangkan untuk pengujian beton keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan modulus elastisitas. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 40%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,35 : 0,65 memiliki nilai *workability* tertinggi dibanding variasi lainnya yaitu sebesar 74,19%. *Setting time test* pada campuran persentase GP 20%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,30 : 0,70 dengan nilai *initial setting time* 196 menit dan *final setting time* 402 menit memiliki waktu ikat yang paling cepat dibanding variasi volume *foam* yang lainnya. Hasil pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada benda uji variasi persentase GP 20%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,30 : 0,70 setelah dilakukan *curing* didalam air selama 28 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1398 kg/m<sup>3</sup>, 3,17 Mpa, 8134.66682 MPa.

**Kata kunci:** *glass powder*, *foam concrete*, *lightweight concrete*, rasio volume *foam* dan pasta semen, kuat tekan, berat jenis, modulus elastisitas.

## SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE USING GLASS POWDER AS FILLER WITH VARIATIONS OF FOAM VOLUME RATIO AND CEMENT PASTE.

Scientific papers in form of Final Projects, March 22<sup>th</sup>, 2023

Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati; Guide by advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 65 pages, 47 images, 27 tabels, 4 attachments

Lightweight concrete is one type of concrete that is well known in the construction world because it has lower density compared to normal concrete. Foam Concrete is a versatile material with its primary material consist of cement based mortar or paste that is mixed with at least 20% foam in the form of preformed foam. This study uses 50 mesh as glass powder size variation with percentages of glass powder at 20%, 30%, and 40%, foam volume to cement paste ratio of 0.35 : 0.65 and 0.30 : 0.70, and a water-to-cement ratio (w/c) of 0.5. Fresh concrete testing includes slump flow and setting time tests, while hardened concrete testing includes compressive strength, density, and modulus of elasticity. Based on the slump flow values, specimens with 40% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.35 : 0.65 exhibit the highest workability at 74.19% compared to other variations. Setting time test on the mixture with 20% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.30 : 0.70 shows the fastest initial setting time at 196 minutes and final setting time at 402 minutes compared to other foam volume variations. The results of density, compressive strength, and modulus of elasticity testing on specimens with 20% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.30 : 0.70 after 28 days of curing in water show the highest values compared to other variations, which are 1398 kg/ m<sup>3</sup>, 3.17 MPa, and 8134.66682 MPa respectively.

**Kata kunci:** glass powder, foam concrete, lightweight concrete, foam volume to cement paste ratio, compressive strength, density, modulus of elasticity.



# STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* MENGUNAKAN *GLASS POWDER* SEBAGAI *FILLER* DENGAN VARIASI RASIO VOLUME *FOAM* DAN PASTA SEMEN

Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [indrapatihilman@gmail.com](mailto:indrapatihilman@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 salah satu jenis beton yang sangat dikenal dalam dunia konstruksi karena memiliki berat jenis yang ringan jika dibandingkan dengan beton normal. *Foam Concrete* adalah suatu material serbaguna dengan material utama berupa mortar berbasis semen atau pasta yang dicampur dengan setidaknya 20% *foam* dalam bentuk *preformed foam*. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran *glass powder* 50 mesh dengan persentase *glass powder* sebesar 20%, 30%, dan 40%, perbandingan volume *foam* dan pasta semen yang digunakan 0,35 : 0,65 dan 0,30 : 0,70, serta variasi w/c 0,5. Pengujian beton segar berupa *slump flow test* dan *setting time test*, sedangkan untuk pengujian beton keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan modulus elastisitas. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 40%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,35 : 0,65 memiliki nilai *workability* tertinggi dibanding variasi lainnya yaitu sebesar 74,19%. *Setting time test* pada campuran persentase GP 20%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,30 : 0,70 dengan nilai *initial setting time* 196 menit dan *final setting time* 402 menit memiliki waktu ikat yang paling cepat dibanding variasi volume *foam* yang lainnya. Hasil pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada benda uji variasi persentase GP 20%; rasio volume *foam* dan pasta semen 0,30 : 0,70 setelah dilakukan *curing* didalam air selama 28 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1398 kg/m<sup>3</sup>, 3,17 Mpa, 8134.66682 MPa.

**Kata kunci:** *glass powder*, *foam concrete*, *lightweight concrete*, rasio volume *foam* dan pasta semen, kuat tekan, berat jenis, modulus elastisitas.

Palembang, Maret 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,



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

# EXPERIMENTAL STUDY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE USING GLASS POWDER AS FILLER WITH VARIATIONS OF FOAM VOLUME RATIO AND CEMENT PASTE

Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [indrapatihilman@gmail.com](mailto:indrapatihilman@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 one type of concrete that is well known in the construction world because it has lower density compared to normal concrete. Foam Concrete is a versatile material with its primary material consist of cement based mortar or paste that is mixed with at least 20% foam in the form of preformed foam. This study uses 50 mesh as glass powder size variation with percentages of glass powder at 20%, 30%, and 40%, foam volume to cement paste ratio of 0.35 : 0.65 and 0.30 : 0.70, and a water-to-cement ratio (w/c) of 0.5. Fresh concrete testing includes slump flow and setting time tests, while hardened concrete testing includes compressive strength, density, and modulus of elasticity. Based on the slump flow values, specimens with 40% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.35 : 0.65 exhibit the highest workability at 74.19% compared to other variations. Setting time test on the mixture with 20% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.30 : 0.70 shows the fastest initial setting time at 196 minutes and final setting time at 402 minutes compared to other foam volume variations. The results of density, compressive strength, and modulus of elasticity testing on specimens with 20% GP percentage; foam volume to cement paste ratio of 0.30 : 0.70 after 28 days of curing in water show the highest values compared to other variations, which are 1398 kg/ m<sup>3</sup>, 3.17 MPa, and 8134.66682 MPa respectively.

**Kata kunci:** glass powder, foam concrete, lightweight concrete, foam volume to cement paste ratio, compressive strength, density, modulus of elasticity.

Palembang, Maret 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,



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



## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi penulis keadaan yang sehat wal'afiat sehingga diberikan izin untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* Menggunakan *Glass Powder* Sebagai *Filler* dengan Variasi *Ratio Volume Foam* dan Pasta Semen**". Dalam penulisan laporan ini, penulis banyak dibimbing dan dibantu oleh berbagai pihak, karena tanpa mereka mungkin penulis akan mengalami kesulitan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua serta saudari penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah banyak memberikan bantuan dan arahan baik dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Anthony Costa, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. 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.

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

Palembang, Maret 2024



Muhammad Hilman Qaedi Firas Indrapati

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	vi
HALAMAN RINGKASAN.....	vii
HALAMAN <i>SUMMARY</i> .....	viii
HALAMAN ABSTRAK.....	ix
HALAMAN <i>ABSTRACT</i> .....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jenis-jenis <i>Lightweight Concrete</i> .....	4

2.2	Bahan Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> .....	8
2.2.1	Semen .....	8
2.2.2	Air .....	9
2.2.3	Agregat Halus .....	9
2.2.4	<i>Foaming Agent</i> .....	10
2.3	Kelebihan dan Kekurangan <i>Lightweight Concrete</i> .....	11
2.4	<i>Glass Powder</i> .....	12
2.5	Pengujian <i>Lightweight Concrete</i> .....	13
2.5.1	Pengujian Berat Jenis .....	14
2.5.2	Pengujian Kuat Tekan .....	14
2.5.3	Pengujian Modulus Elastisitas .....	15
2.5.4	Pengujian <i>Setting Time</i> .....	16
2.5.5	Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		19
3.1	Studi Literatur .....	19
3.2	Alur Penelitian .....	20
3.3	Material Penelitian .....	22
3.3.1	Semen .....	22
3.3.2	<i>Glass Powder</i> .....	22
3.3.3	<i>Foaming Agent</i> .....	23
3.3.4	Air .....	23
3.4	Alat Penelitian .....	23
3.4.1	Alat Uji Kuat Tekan Beton .....	24
3.4.2	Alat Uji Modulus Elastisitas .....	24
3.4.3	Alat Uji <i>Setting Time</i> .....	25

3.4.4	<i>Slump Flow</i> .....	25
3.4.5	Neraca .....	26
3.4.6	Alat Cetak Beton .....	26
3.4.7	Foam generator.....	27
3.4.8	Mixer.....	28
3.4.9	Oven .....	28
3.4.10	Jangka Sorong .....	28
3.4.11	Container.....	29
3.5	Tahapan Pengujian.....	29
3.5.1	Tahap 1 .....	29
3.5.2	Tahap 2 .....	30
3.5.3	Tahap 3 .....	30
3.5.4	Tahap 4 .....	35
3.5.5	Tahap 5 .....	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Pengujian Beton Segar .....	40
4.1.1	<i>Slump Flow</i> .....	40
4.1.2	<i>Setting Time</i> .....	42
4.2	Pengujian Beton Keras .....	44
4.2.1	Berat Jenis .....	44
4.2.2	Kuat Tekan Beton.....	46
4.2.3	Modulus Elastisitas Beton.....	48
4.2.4	Hubungan Berat Jenis dengan Kuat Tekan Beton .....	55
4.2.5	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Modulus Elastisitas Beton...	56

BAB 5 PENUTUP .....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Perbandingan molekul pada tipe <i>lightweight concrete</i> (Hamad Mohammed & Jihad Hamad, 2014).....	4
Gambar 2.2 Material yang digunakan dalam pembuatan <i>foam concrete</i> (Iyer, 2020).....	5
Gambar 2.3 Distribusi agregat ringan (ACI 213R-87).....	7
Gambar 2.4 Variasi dari modulus elastisitas dengan besar persentase <i>glass Powder</i> (Yassin et al., 2019).....	16
Gambar 2.5 <i>Setting time</i> dari pasta <i>portland cement</i> yang dimodifikasi dengan <i>glass powder</i> sebagai substitusi semen (Aliabdo et al., 2016).....	17
Gambar 2. 6 flow chart slump flow (Noorzyafiqi et al., 2021).....	18
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3.2 Semen OPC Tipe 1( <i>Ordinary Portland Cement</i> ).....	22
Gambar 3.3 <i>Glass powder</i> .....	22
Gambar 3.4 <i>Foaming agent</i> .....	23
Gambar 3.5 Air bersih.....	23
Gambar 3.6 <i>Automatic compression testing machine</i> .....	24
Gambar 3.7 <i>Axial circumferential compression device</i> .....	24
Gambar 3.8 <i>Compressive strength matest</i> .....	25
Gambar 3.9 <i>Vicat apparatus</i> .....	25
Gambar 3.10 <i>Slump flow set</i> .....	26
Gambar 3.11 Neraca.....	26
Gambar 3.12 Alat cetak beton silinder.....	27
Gambar 3.13 Alat Cetak Beton Mortar.....	27
Gambar 3.14 <i>Foam generator</i> .....	27
Gambar 3.15 <i>Mixer</i> .....	28
Gambar 3.16 Oven.....	28
Gambar 3.17 Jangka sorong.....	29
Gambar 3.18 <i>Container</i> .....	29
Gambar 3.19 Pembuatan pasta semen.....	35



Gambar 3.20 Pembuatan <i>foam</i> .....	35
Gambar 3.21 Pencampuran material dan <i>foam</i> menggunakan <i>mixer</i> .....	36
Gambar 3.22 Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	36
Gambar 3.23 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	36
Gambar 3. 24 Pencetakan benda uji mortar .....	37
Gambar 3.25 Pencetakan benda uji silinder .....	37
Gambar 3.26 <i>Curing</i> benda uji mortar .....	37
Gambar 3.27 Pengujian berat jenis benda uji mortar .....	38
Gambar 3.28 Pengujian berat jenis benda uji silinder.....	38
Gambar 3.29 Pengujian kuat tekan beton .....	39
Gambar 3.30 Pengujian modulus elastisitas beton.....	39
Gambar 4.1 Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	40
Gambar 4.2 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	42
Gambar 4.3 Hasil pengujian <i>setting time</i> .....	43
Gambar 4.4 Hasil pengujian berat jenis pada umur beton 28 hari .....	45
Gambar 4.5 Hasil pengujian kuat tekan pada umur beton 28 hari .....	47
Gambar 4.6 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 20% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	49
Gambar 4.7 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 20% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	50
Gambar 4.8 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 30% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	51
Gambar 4.9 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 30% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	52
Gambar 4.10 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 40% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	53
Gambar 4.11 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 40% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Campuran <i>foam concrete</i> yang biasa digunakan .....	6
Tabel 2.2 Sifat khas <i>no-fine concrete</i> yang dibuat dengan menggunakan agregat normal dan agregat ringan.....	7
Tabel 2.3 Penilaian agregat halus berdasarkan ASTM C-33.....	10
Tabel 2.4 Properti kimia semen dan <i>glass powder</i> .....	13
Tabel 2.5 Hasil densitas.....	14
Tabel 2.6 Nilai kuat tekan beton pada hari ke-7, 14 dan 28.....	15
Tabel 2.7 Hasil pengujian <i>slump flow</i> pada beton.....	18
Tabel 3. 1 <i>Job Mix Formula</i> .....	31
Tabel 4.1 <i>Flow table test</i> pada benda uji.....	41
Tabel 4. 2 <i>Workability of mortar and foamed concrete mixtures</i> . .....	41
Tabel 4.3 Klasifikasi <i>workability foam concrete</i> .....	42
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>setting time</i> .....	44
Tabel 4.5 Hasil pengujian berat jenis pada umur beton 28 hari .....	45
Tabel 4.6 Hasil pengujian berat jenis pada umur beton 28 hari .....	45
Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat tekan pada umur beton 28 hari .....	46
Tabel 4.8 Hasil pengujian kuat tekan pada umur beton 28 hari .....	47
Tabel 4.9 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 20% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	48
Tabel 4.10 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 20% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	49
Tabel 4.11 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 30% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	50
Tabel 4.12 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 30% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	51
Tabel 4.13 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 40% <i>glass powder</i> dan 0,35 volume <i>foam</i> .....	52
Tabel 4.14 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji dengan variasi 40% <i>glass powder</i> dan 0,30 volume <i>foam</i> .....	53

Tabel 4.15 Hasil pengujian modulus elastisitas .....	55
Tabel 4.16 Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan.....	55
Tabel 4.17 Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan.....	56
Tabel 4.18 Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan.....	56
Tabel 4.19 Hasil pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Lembar Asistensi Laporan Tugas Akhir .....	62
Lampiran 2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	63
Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir .....	64
Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir .....	65

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era kepemimpinan Presiden Indonesia saat ini, yaitu Ir. H. Joko Widodo pembangunan infrastruktur di Indonesia menjadi prioritas pemerintah. Pembangunan infrastruktur yang dilakukan secara merata, bahkan hingga ke daerah terluar Indonesia dilakukan sebagai upaya mengejar ketertinggalan Indonesia dalam sektor infrastruktur dibandingkan negara-negara lain. Pembangunan infrastruktur yang dilakukan tentunya harus dilakukan dengan cermat dan terencana. Perencanaan yang matang memastikan terciptanya infrastruktur yang dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat, serta berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Dalam hal ini, beton menjadi bahan konstruksi yang krusial dan erat kaitannya dengan pembangunan infrastruktur.

Beton adalah unsur yang paling banyak digunakan pada industri konstruksi dikarenakan penerapannya yang sangat luas dalam pekerjaan konstruksi (Anas et al., 2022). Selain itu, beton memiliki nilai kuat tekan yang tinggi sehingga sangat berguna bagi struktur bangunan untuk menahan gaya tekan pada bangunan itu sendiri sehingga struktur tersebut dapat digunakan untuk jangka panjang (Ishaq et al., 2021). Sifat fisik beton bervariasi berdasarkan jenis betonnya, seperti beton mutu tinggi dan sangat tinggi, beton yang diperkuat serat, beton modifikasi polimer, dan *lightweight concrete* atau beton ringan (Kumar et al., 2022).

*Lightweight concrete* dapat didefinisikan sebagai beton dengan kepadatan kurang dari  $(2000) \text{ kg/m}^3$ , dibandingkan dengan beton biasa yang memiliki kepadatan lebih tinggi dari  $(2350) \text{ kg/m}^3$ , yang artinya *lightweight concrete* jauh lebih ringan jika dibandingkan dengan beton konvensional (Mohammed & Ibrahim, 2022). Pengurangan beban yang didapatkan dari penggunaan *lightweight concrete* pada bangunan bertingkat menciptakan fleksibilitas dan penghematan biaya secara signifikan, hal ini juga meningkatkan respon struktural terhadap gempa, menyediakan rentang yang lebih panjang, meningkatkan ketahanan terhadap api, serta mengurangi rasio perkuatan dan bahan pondasi (Elshahawi et al., 2021).

Sebagai salah satu jenis dari *lightweight concrete*, *foam concrete* pada dasarnya diaplikasikan pada hal yang tidak bersifat struktural dikarenakan sifat mekaniknya yang buruk (Wang & Tan, 2021). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, sebagai jenis material seluler yang khas, *foam concrete* telah dikembangkan dan banyak digunakan sebagai bahan bangunan dikarenakan keunggulannya berupa bebannya yang ringan, fluiditas yang tinggi selama pengecoran, isolasi termal dan *acoustic* yang baik, ketahanan terhadap api yang unggul, serta kapasitas penyerapan energi yang sangat baik (X. Wang et al., 2021). Dengan sifat ringannya yang didukung oleh karakteristik yang dapat meredam suara dan mengisolasi panas, *foam concrete* dapat dibuat menjadi lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan melalui substitusi agregat halus dengan produk sampingan daur ulang secara parsial ataupun penuh (Yaseen et al., 2018).

Material pengganti pasir diharapkan memiliki sifat fisik dan komposisi kimia yang sama, salah satunya adalah *glass powder* atau serbuk kaca (Sunarsih et al., 2021). Berdasarkan data milik Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume sampah kaca mencakup 1,96% atau 0,38 ton dari total sampah sebesar 19,45 ton yang dihasilkan pada tahun 2022 di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan untuk mengurangi jumlah sampah kaca yang ada di Indonesia, salah satunya adalah dengan menggunakan *glass powder* sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan *lightweight concrete*. Akan tetapi, belum banyak penelitian yang membahas mengenai penerapan *glass powder* sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan *lightweight concrete* dengan variasi volume *foam* dan pasta semen. Oleh karena itu, dilakukan Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* menggunakan *Glass Powder* Sebagai *Filler* dengan Variasi Rasio Volume *Foam* dan Pasta Semen.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan mengenai studi eksperimental *lightweight concrete* menggunakan *glass powder* sebagai filler dengan variasi rasio volume *foam* dan pasta semen, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh variasi rasio volume *foam* dan pasta

semen serta penambahan *glass powder* sebagai *filler* terhadap sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan memahami pengaruh variasi rasio volume *foam* dan pasta semen serta penambahan *glass powder* sebagai *filler* terhadap sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete*.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Glass powder* sebagai pengganti *filler* dengan variasi ukuran 10, 30, dan 50 mesh.
2. Semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* Tipe 1.
3. Variasi rasio volume *foam* dan pasta semen.
4. *Bekisting* silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk menguji kuat tekan beton.
5. *Bekisting* silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk menguji modulus elastisitas.
6. Pengujian beton segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*.
7. Sifat fisik dan mekanik berupa massa jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliabdo, A. A., Abd Elmoaty, A. E. M., & Aboshama, A. Y. (2016). Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete. *Construction and Building Materials*, *124*, 866–877. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.016>
- Anas, M., Khan, M., Bilal, H., Jadoon, S., & Khan, M. N. (2022). Fiber Reinforced Concrete: A Review †. *Engineering Proceedings*, *22*(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2022022003>
- 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>
- Compaoré, A., Sawadogo, M., Sawadogo, Y., Ouedraogo, M., Sorgho, B., Seynou, M., Blanchart, P., & Zerbo, L. (2023). Preparation and characterization of foamed concrete using a foaming agent and local mineral resources from Burkina Faso. *Results in Materials*, *17*. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100365>
- Elshahawi, M., Hückler, A., & Schlaich, M. (2021). Infra lightweight concrete: A decade of investigation (a review). *Structural Concrete*, *22*(S1), E152–E168. <https://doi.org/10.1002/suco.202000206>
- Geetha, S., Selvakumar, M., & Muthu Lakshmi, S. (2022). Properties of aerated concrete with steel sludge waste from automobile industry. *Materials Today: Proceedings*, *62*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.189>
- Gencil, O., Bilir, T., Bademler, Z., & Ozbakkaloglu, T. (2022). A Detailed Review on Foam Concrete Composites: Ingredients, Properties, and Microstructure. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12115752>
- Ibrahim, K. I. M. (2017). The Effect of Using Waste Glass [WG] as Partial Replacement of sand on Concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, *14*(2), 41–45. <https://doi.org/10.9790/1684-1402024145>
- Ishaq, M., Nasmirayanti, R., & Trinanda, A. Y. (2021). Pengaruh Limbah Beton sebagai Pengganti Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton. *Civil Engineering Collaboration*. <https://doi.org/10.35134/jcivil.v6i2.21>
- Jaya, R. P. (2020). Porous concrete pavement containing nanosilica from black rice husk ash. In *New Materials in Civil Engineering* (pp. 493–527). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818961-0.00014-4>
- 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>
- 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>
- Letelier, V., Bustamante, M., Olave, B., Martínez, C., & Ortega, J. M. (2023). Properties of mortars containing crumb rubber and glass powder. *Developments in the Built Environment*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100131>
- Mohammed, A. J., & Ibrahim, I. K. (2022). Study of The Mechanical and Absorbent Properties of Lightweight Concrete (Foam Concrete) Reinforced with Waste Fillers. *International Journal Of Scientific Advances*, 3(4). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v3i4.38>
- Mohe, N. S., Shewalul, Y. W., & Agon, E. C. (2022). Experimental investigation on mechanical properties of concrete using different sources of water for mixing and curing concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00959>
- Neamat, S., & Hassan, M. (2021). A Review on Using ANOVA and RSM Modelling in The Glass Powder Replacement of The Concrete Ingredients. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(02), 72–77. <https://doi.org/10.38094/jastt202103>
- Newman, J., & Owens, P. (2003). Properties of lightweight concrete. In *Advanced Concrete Technology* (pp. 3–29). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-075065686-3/50288-3>
- Noorzyafiqi, D., Srisunarsih, E., Sucipto, T. L. A., & Siswanto, B. (2021). Enhancing Slump Flow, Specific Gravity, and Compressive Strength Material Properties of Self Compacting Concrete (SCC) with Glass Waste Powder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1808(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1808/1/012013>
- Othman, R., Jaya, R. P., Muthusamy, K., Sulaiman, M., Duraisamy, Y., Abdullah, M. M. A. B., Przybył, A., Sochacki, W., Skrzypczak, T., Vizureanu, P., & Sandu, A. V. (2021). Relation between density and compressive strength of foamed concrete. *Materials*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/ma14112967>
- Pongsopha, P., Sukontasukkul, P., Zhang, H., & Limkatanyu, S. (2022). Thermal and acoustic properties of sustainable structural lightweight aggregate rubberized concrete. *Results in Engineering*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100333>

- Risdanareni, P., Hilmi, A., & Susanto, P. B. (2017). *The effect of foaming agent doses on lightweight geopolymer concrete metakaolin based*. 1842, 020057. <https://doi.org/10.1063/1.4983797>
- Srivastava, V., Gautam, S. P., & Agarwal, V. C. (2012). Use of glass wastes as fine aggregate in Concrete. *J. Acad. Indus. Res*, 1(6), 320. <https://www.researchgate.net/publication/278299013>
- Sunarsih, E. S., Patanti, G. W., Agustin, R. S., & Rahmawati, K. (2021). Utilization of Waste Glass and Fly Ash as a Replacement of Material Concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1808(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1808/1/012004>
- Swaroop Sachin Jagadale, Shivani Uttam Latwade, & Prof. A. C. Thoke. (2022). Experimental Study on Structural Light Weight Concrete for Partial Replacement to Coarse Aggregate by Sintered Fly Ash Aggregate. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 112–123. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-3716>
- Turkey, F. A., Beddu, S. B., Ahmed, A. N., & Al-Hubboubi, S. K. (2022). Effect of high temperatures on the properties of lightweight geopolymer concrete based fly ash and glass powder mixtures. *Case Studies in Construction Materials*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01489>
- Wang, S., & Tan, K. H. (2021). Flexural performance of reinforced carbon nanofibers enhanced lightweight cementitious composite (CNF-LCC) beams. *Engineering Structures*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112221>
- Wang, X., Liu, L., Zhou, H., Song, T., Qiao, Q., & Zhang, H. (2021). Improving the compressive performance of foam concrete with ceramsite: Experimental and meso-scale numerical investigation. *Materials and Design*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109938>
- Wang, Y., & Tang, B. (2012). Experimental study of the foam agent in lightweight aggregate concrete. *Applied Mechanics and Materials*, 226–228, 1776–1779. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.226-228.1776>
- Yaseen, Z. M., Deo, R. C., Hilal, A., Abd, A. M., Bueno, L. C., Salcedo-Sanz, S., & Nehdi, M. L. (2018). Predicting compressive strength of lightweight foamed concrete using extreme learning machine model. *Advances in Engineering Software*, 115, 112–125. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2017.09.004>
- Yassin, M. M., Mahmoud, A. S., & Hama, S. M. (2019). Effectiveness of Glass Wastes as Powder on Some Hardened Properties of Concrete. *Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences*, 22(1), 14–17. <https://doi.org/10.29194/njes.22010014>