

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT***  
***CONCRETE* DENGAN VARIASI SEMEN DAN *GLASS***  
***POWDER***

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



**IDRUS ZAILANI AZHAR**  
**03011282025039**

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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Idrus Zailani Azhar

NIM : 03011282025039

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* dengan Variasi Semen dan *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, Januari 2024**



**Idrus Zailani Azhar**  
**NIM. 03011282025039**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT*  
*CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO SEMEN DAN  
*GLASS POWDER***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**IDRUS ZAILANI AZHAR**

**03011282025039**

**Palembang, Januari 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. Usman, S.T., M.T.**

**NIP. 197610312002122001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* dengan Variasi Semen dan *Glass Powder*” yang disusun oleh Idrus Zailani Azhar, 03011282025039 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Januari 2024.

Palembang, 11 Januari 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

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

(  )

Anggota:

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

(  )

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**



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

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Dr. H. Salma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Idrus Zailani Azhar

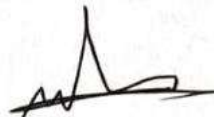
NIM : 03011282025039

Judul : Studi Eksperimental *Lightweight Concrete* dengan Variasi Semen dan *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, Januari 2024**



**IDRUS ZAILANI AZHAR**

**NIM. 03011282025039**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Idrus Zailani Azhar  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Status : Belum menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 089519274895  
E-mail : idruszailani123@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Nama Sekolah                      | Fakultas | Jurusan      | Pendidikan | Masa      |
|-----------------------------------|----------|--------------|------------|-----------|
| SDN 64 PALEMBANG                  | -        | -            | SD         | 2008-2014 |
| SMP YPI TUNAS BANGSA<br>PALEMBANG | -        | -            | SMP        | 2014-2017 |
| SMAN 14 PALEMBANG                 | -        | MIPA         | SMA        | 2017-2020 |
| Universitas Sriwijaya             | Teknik   | Teknik Sipil | S1         | 2020-2024 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Idrus Zailani Azhar**  
**03011282025039**

## RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI SEMEN DAN GLASS POWDER.

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 11 Januari 2024

Idrus Zailani Azhar ; Dibimbing oleh Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 65 halaman, 52 gambar, 14 tabel, 4 lampiran

Lightweight concrete adalah jenis beton yang memiliki kepadatan lebih rendah dibandingkan dengan beton konvensional., LWC memiliki berat jenis kering antara 300 kg/m<sup>3</sup> hingga 1800 kg/m<sup>3</sup>, yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan berat jenis beton konvensional. Pembuatan LWC dapat dilakukan dengan cara menambahkan foam agent yang akan menghasilkan gelembung udara atau dikenal sebagai metode *foamed concrete*. Semen jika digunakan dalam jumlah banyak dalam campuran beton maka dapat menambah berat. Maka dari itu penelitian ini menambahkan Glass Powder pada campuran beton karena Glass Powder telah diidentifikasi sebagai bahan pengganti semen dan juga limbah kaca kini menjadi issue saat ini karena tidak dapat terurai secara hayati. Pada penelitian ini jumlah glass powder yang digunakan sebagai pengganti semen adalah 20% dan 30% dari berat semen, dengan Faktor Air Semen 0,4 serta perbandingan foam dan slurry 0,35 dan 0,65. Hasil dari pengujian kuat tekan pada beton dengan variasi gp 20% dan 30% berturut-turut adalah 4.37 MPa dan 5.47Mpa , Berat jenis 1565.3 kg/cm<sup>3</sup> dan 1518.3 kg/cm<sup>3</sup> , serta modulus elastisitas 9245.125723 Mpa dan 12694.25485 MPa. Campuran beton yang memiliki nilai optimal adalah campuran beton dengan variasi gp 30% dengan nilai berat jenis 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, kuat tekan 5.47 MPa dan modulus elastisitas 12694.25485 MPa.

**Kata Kunci:** *glass powder, lightweight concrete, foamed concrete*, kuat tekan, modulus elastisitas, berat jenis

## SUMMARY

### EXPERIMENTAL STUDY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH VARIATION OF CEMENT AND GLASS POWDER.

Scientific papers in form of Final Projects, January 11th 2024

Idrus Zailani Azhar ; Guide by Advisor Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 65 pages, 52 images, 14 table, 4 attachment

Lightweight concrete is a type of concrete that has a lower density than conventional concrete. LWC has a dry specific gravity between 300 kg/m<sup>3</sup> to 1800 kg/m<sup>3</sup>, which is much lower than the specific gravity of conventional concrete. The manufacture of LWC can be done by adding foam agent that will produce air bubbles or known as foamed concrete method. Cement if used in large quantities in concrete mixtures can increase weight. Therefore, this research adds Glass Powder to the concrete mixture because Glass Powder has been identified as a substitute for cement and also glass waste is now an issue today because it is not biodegradable. In this study the amount of glass powder used as a substitute for cement is 20% and 30% of the weight of cement, with a Cement Water Factor of 0.4 and a foam and slurry ratio of 0.35 and 0.65. The results of the compressive strength test on concrete with 20% and 30% gp variations are 4.37 MPa and 5.47 MPa respectively, specific gravity 1565.3 kg/cm<sup>3</sup> and 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, and modulus of elasticity 9245.125723 Mpa and 12694.25485 MPa. The concrete mixture that has the optimal value is a concrete mixture with 30% gp variation with a specific gravity of 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, compressive strength of 5.47 MPa and elastic modulus of 12694.25485 MPa.

**Keyword:** glass powder, lightweight concrete, foamed concrete, compressive strength , elastic modulus, density



# STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI SEMEN DAN GLASS POWDER

Idrus Zailani Azhar<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [idruszailani123@gmail.com](mailto:idruszailani123@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 kepadatan lebih rendah dibandingkan dengan beton konvensional. LWC memiliki berat jenis kering antara 1140 kg/m<sup>3</sup> hingga 1840 kg/m<sup>3</sup>, yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan berat jenis beton konvensional. Pembuatan LWC dapat dilakukan dengan cara menambahkan *foam agent* yang akan menghasilkan gelembung udara atau dikenal sebagai metode *foamed concrete*. Semen jika digunakan dalam jumlah banyak dalam campuran beton maka dapat menambah berat. Maka dari itu penelitian ini menambahkan *Glass Powder* pada campuran beton karena *Glass Powder* telah diidentifikasi sebagai bahan pengganti semen dan juga limbah kaca kini menjadi *issue* saat ini karena tidak dapat terurai secara hayati. Pada penelitian ini jumlah glass powder yang digunakan sebagai pengganti semen adalah 20% dan 30% dari berat semen, dengan Faktor Air Semen 0,4 serta perbandingan *foam* dan *slurry* 0,35 dan 0,65. Hasil dari pengujian kuat tekan pada beton dengan variasi gp 20% dan 30% berturut-turut adalah 4.37 MPa dan 5.47MPa, Berat jenis 1565.3 kg/cm<sup>3</sup> dan 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, serta modulus elastisitas 9245.125723 Mpa dan 12694.25485 MPa. Campuran beton yang memiliki nilai optimal adalah campuran beton dengan variasi gp 30% dengan nilai berat jenis 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, kuat tekan 5.47 MPa dan modulus elastisitas 12694.25485 MPa.

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

Palembang, Januari 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. S. Soema, S.T., M.T.

NIP. 197670312002122001

# STUDI EKSPERIMENTAL *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI SEMEN DAN GLASS POWDER

Idrus Zailani Azhar<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [idruszailani123@gmail.com](mailto:idruszailani123@gmail.com)

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

## Abstract

Lightweight concrete is a type of concrete that has a lower density than conventional concrete. LWC has density between 1140 kg/m<sup>3</sup> to 1840 kg/m<sup>3</sup>, which is much lower than the density of conventional concrete. The manufacture of LWC can be done by adding foam agent that will produce air bubbles or known as foamed concrete method. Cement if used in large quantities in concrete mixtures can increase weight. Therefore, this research adds Glass Powder to the concrete mixture because Glass Powder has been identified as a substitute for cement and also glass waste is now an issue today because it is not biodegradable. In this study the amount of glass powder used as a substitute for cement is 20% and 30% of the weight of cement, with a Cement Water Factor of 0.4 and a foam and slurry ratio of 0.35 and 0.65. The results of the compressive strength test on concrete with 20% and 30% gp variations are 4.37 MPa and 5.47 MPa respectively, density 1565.3 kg/cm<sup>3</sup> and 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, and modulus of elasticity 9245.125723 Mpa and 12694.25485 MPa. The concrete mixture that has the optimal value is a concrete mixture with 30% gp variation with a density of 1518.3 kg/cm<sup>3</sup>, compressive strength of 5.47 MPa and elastic modulus of 12694.25485 MPa.

Keyword: *glass powder, lightweight concrete, foamed concrete, compressive strength, elastic modulus, density.*

Palembang, Januari 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



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “**Studi Eksperimental *Lightweight concrete* Dengan Variasi Rasio Semen dan *Glass Powder*”**”. dan juga penulis mengucapkan terimakasih 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. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
5. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Imroatul Chalimah Juliana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. PT. Semen Baturaja Kertapati, selaku instansi yang telah membantu dan menyediakan tempat selama proses penelitian Tugas Akhir berlangsung.
8. Ibu dan ayah, yang telah memberikan dukungan penuh dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian proposal tugas akhir.

Besar harapan penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Indralaya, Agustus 2023

Idrus Zailani Azhar

## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| 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 GAMBAR .....  | xvi   |
| DAFTAR TABEL .....   | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | XIX   |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....   | 1     |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1     |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                       | 2     |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                                      | 2     |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....                              | 2     |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....                                    | 4     |
| 2.1. Beton Ringan ( <i>Lightweight Concrete</i> ) .....          | 4     |
| 2.1.1. Jenis-Jenis <i>Lightweight Concrete</i> .....             | 5     |
| 2.1.2. Sifat Fisik dan Mekanik <i>Lightweight Concrete</i> ..... | 7     |
| 2.1.3. Kelebihan dari <i>Lightweight Concrete</i> .....          | 8     |

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| 2.1.4.                            | Kelemahan dari <i>lightweight Concrete</i> .....             | 9  |
| 2.2.                              | Penyusun Material <i>Lightweight Concrete</i> .....          | 10 |
| 2.2.1.                            | Semen.....   | 10 |
| 2.2.2.                            | Air .....  | 10 |
| 2.2.3.                            | <i>Glass Powder</i> Sebagai Bahan Pengikat .....             | 11 |
| 2.2.4.                            | <i>Foam Agent</i> .....                                      | 12 |
| 2.3.                              | Pengujian Terhadap Beton Ringan.....                         | 13 |
| 2.3.1.                            | <i>Slump Flow Test</i> .....                                 | 13 |
| 2.3.3.                            | Pengujian Massa Jenis Pada <i>Lightweight Concrete</i> ..... | 16 |
| 2.3.4.                            | Compressive Strength Test .....                              | 17 |
| 2.3.5.                            | Pengujian Modulus Elastisitas .....                          | 20 |
| 2.4.                              | <i>Foamed Concrete</i> .....                                 | 22 |
| 2.4.1.                            | Sifat Mekanik <i>Foam Concrete</i> .....                     | 23 |
| 2.4.2.                            | Kelebihan Dari Penggunaan <i>Foam Concrete</i> .....         | 24 |
| 2.4.3.                            | Kekurangan Dari <i>Foam Concrete</i> .....                   | 25 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN..... |  | 26 |
| 3.1.                              | Umum.....  | 26 |
| 3.2.                              | Studi Literatur.....   | 26 |
| 3.3.                              | Alur Penelitian.....   | 26 |
| 3.3.1.                            | Semen.....   | 28 |
| 3.3.2.                            | <i>Glass Powder</i> .....                                    | 28 |
| 3.3.3.                            | <i>Foam Agent</i> .....                                      | 28 |
| 3.3.4.                            | Air .....  | 29 |
| 3.3.5.                            | Cetakan Slinder dan Mortar .....                             | 29 |
| 3.3.6.                            | Neraca Digital .....   | 30 |
| 3.3.7.                            | Timbangan Digital .....                                      | 31 |

|                                  |  |    |
|----------------------------------|--|----|
| 3.3.8.                           | Foam generator.....                                    | 31 |
| 3.3.9.                           | <i>Mixer</i> .....                                     | 31 |
| 3.3.10.                          | <i>Flow Table</i> .....                                | 32 |
| 3.3.11.                          | Jangka Sorong.....                                     | 32 |
| 3.3.12.                          | Vicat Aparatus.....                                    | 33 |
| 3.3.13.                          | Alat Uji Kuat Tekan.....                               | 33 |
| 3.3.14.                          | Alat Uji Modulus Elastisitas .....                     | 33 |
| 3.3.15.                          | Container Plastik dan Ember.....                       | 34 |
| 3.4.                             | Tahapan Pengujian .....                                | 35 |
| 3.4.1                            | Mencari Studi Literatur.....                           | 35 |
| 3.4.2                            | Persiapan Bahan.....                                   | 35 |
| 3.4.3                            | <i>Job Mix Design.</i> .....                           | 35 |
| 3.4.4                            | Pencetakan dan Pengecoran Beton.....                   | 38 |
| 3.4.5                            | Pengujian Tahap Akhir. ....                            | 41 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... |  | 43 |
| 4.1                              | Pengujian <i>Fresh Concrete</i> .....                  | 43 |
| 4.1.1                            | <i>Slump Flow Test</i> .....                           | 43 |
| 4.1.2                            | <i>Setting Time Test</i> .....                         | 45 |
| 4.2                              | Pengujian Beton Keras .....                            | 46 |
| 4.2.1                            | Berat Jenis .....                                      | 46 |
| 4.2.2                            | Kuat Tekan Beton .....                                 | 48 |
| 4.2.3                            | Modulus Elastisitas .....                              | 49 |
| 4.2.4                            | Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton .....        | 52 |
| 4.2.5                            | Hubungan Modulus Elastisitas dengan Kuat Tekan Beton.. | 53 |
| BAB 5. PENUTUP .....             |  | 56 |
| 5.1                              | Kesimpulan.....  | 56 |

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 5.2 | Saran..... | 57 |
|-----|------------|----|

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Kuat Tekan Beton Tanpa Agregat Halus Pada Hari ke-7 (JiaHao, et al., 2019).....  | 7  |
| Gambar 2. 2 Kuat Tekan Beton Tanpa Agregat halus pada hari ke-28 (JiaHao, et al., 2019).....   | 7  |
| Gambar 2. 3 Kuat Tekan Eksperimental dan Kerapatan Plastis <i>Foam Concrete</i> Dengan Berbagai Persentase <i>Glass Powder</i> (Khan et al., 2019) ..... | 8  |
| Gambar 2. 4 Slump <i>Flow Test</i> .....   | 14 |
| Gambar 2. 5 Alat Pengujian <i>Slump Flow</i> ( Bachtiar et al., 2015).....   | 14 |
| Gambar 2. 6 <i>Slump Flow</i> pada Kondisi SCC yang Masih Baru ( Bachtiar et al., 2015) .....  | 15 |
| Gambar 2. 7 Grafik Pengukuran Densitas.....  | 17 |
| Gambar 2. 8 Compressive Strength Test.....   | 18 |
| Gambar 2. 9 Kuat Tekan Beton dengan Variasi <i>Glass Powder</i> Terhadap Umur Beton ( Du & Tan , 2014) .....   | 20 |
| Gambar 2. 10 Pengujian Modulus Elastisitas .....   | 20 |
| Gambar 2. 11 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas ( Sudjati, 2014).....   | 21 |
| Gambar 2. 12 Proses Pembuatan <i>Foam Concrete</i> .....   | 22 |
| Gambar 2. 13 <i>Foam concrete</i> .....  | 23 |
| Gambar 2. 14 Perbandingan <i>shape factors</i> untuk <i>foamed specimens</i> (Chung et al., 2017) .....  | 24 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....  | 27 |
| Gambar 3. 2 Semen OPC ( <i>Ordinary Portland Cement</i> ) Tipe 1 .....   | 28 |
| Gambar 3. 3 <i>Glass powder</i> 200 mesh .....   | 28 |
| Gambar 3. 4 <i>Foam Agent</i> .....  | 29 |
| Gambar 3. 5 Air.....   | 29 |
| Gambar 3. 6 Cetakan Beton Silinder .....   | 30 |
| Gambar 3. 7 Cetakan Beton Mortar .....   | 30 |
| Gambar 3. 8 Neraca Digital .....   | 30 |
| Gambar 3. 9 Timbangan Digital .....  | 31 |
| Gambar 3. 10 <i>Foam Generator</i> .....   | 31 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 3. 11 <i>Mixer</i> .....                                    | 32 |
| Gambar 3. 12 <i>Flow Table</i> .....                               | 32 |
| Gambar 3. 13 Jangka Sorong .....                                   | 32 |
| Gambar 3. 14 Vicat Aparatus.....                                   | 33 |
| Gambar 3. 15 Alat Uji Kuat Tekan .....                             | 33 |
| Gambar 3. 16 Alat Uji Modulus.....                                 | 34 |
| Gambar 3. 17 <i>Axial Circumferential Compression Device</i> ..... | 34 |
| Gambar 3. 18 Container Plastik .....                               | 34 |
| Gambar 3. 19 Ember .....   | 35 |
| Gambar 3. 20 proses pembuatan <i>foamed concrete</i> .....         | 38 |
| Gambar 3. 21 Pencampuran <i>Foam</i> ke Dalam Adukan Beton .....   | 39 |
| Gambar 3. 22 Slump <i>FlowTest</i> .....                           | 39 |
| Gambar 3. 23 <i>Setting Time Test</i> .....                        | 40 |
| Gambar 3. 24 Pencetakan Beton Silinder .....                       | 40 |
| Gambar 3. 25 Pencetakan Beton Mortar .....                         | 40 |
| Gambar 3. 26 Proses <i>Curing</i> Beton .....                      | 41 |
| Gambar 3. 27 Pengujian Berat Jenis .....                           | 41 |
| Gambar 3. 28 Pengujian Kuat Tekan Beton.....                       | 42 |
| Gambar 3. 29 Pengujian Modulus Elastisitas .....                   | 42 |
| Gambar 4. 1 Slump Flow Test .....                                  | 43 |
| Gambar 4. 2 Setting Time Test .....                                | 45 |
| Gambar 4. 3 Hasil Setting Time Test.....                           | 46 |
| Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis.....                       | 48 |
| Gambar 4. 5 Kuat Tekan Benda Uji Pada Hari ke-28.....              | 49 |
| Gambar 4. 6 Tegangan dan Regangan dengan Variasi gp 20 %.....      | 51 |
| Gambar 4. 7 Tegangan Regangan dengan Variasi gp 30%.....           | 51 |
| Gambar 4. 8 Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan.....               | 52 |
| Gambar 4. 9 Hubungan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas .....      | 53 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1. Pembagian Lightweight Concrete.....                                    | 4  |
| Tabel 2. 2 Jenis dari <i>Lightweight Concrete</i> Berdasarkan Kuat Tekan .....     | 5  |
| Tabel 2. 3 Klasifikasi <i>Lightweight Concrete</i> (Vilches, dkk.2013).....        | 5  |
| Tabel 2. 4 Jenis <i>Foamed Concrete</i> (Cement & Concrete SA, Midrand, 2021) .... | 23 |
| Tabel 3.1 <i>Trial Mixes</i> .....   | 36 |
| Tabel 4.1. <i>Flow Table Test</i> Pada Benda Uji.....                              | 44 |
| Tabel 4.2. Klasifikasi Persentase Sebaran.....                                     | 44 |
| Tabel 4.3. <i>Slump Flow Test</i> .....  | 45 |
| Tabel 4.4. Berat Jenis Benda Uji Pada Umur 1 Hari dan 28 Hari.....                 | 47 |
| Tabel 4.5. Berat Jenis Pada Umur 1 Hari dan 28 Hari (Khan, et al., 2019).....      | 47 |
| Tabel 4.6. Nilai Kuat Tekan Benda Uji Pada Umur 28 Hari .....                      | 48 |
| Tabel 4.7 Nilai Modulus Elastisitas Variasi gp 20 % Pada Umur 28 Hari .....        | 50 |
| Tabel 4.8 Nilai Modulus Elastisitas Variasi gp 30 % Pada Umur 28 Hari .....        | 50 |
| Tabel 4.9. Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas Pada Umur 28 Hari .....          | 51 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....             | 62 |
| Lampiran 2. Lembar Asisten Laporan Tugas Akhir.....               | 63 |
| Lampiran 3. Hasil Seminar Sidang Sarjana / Ujian Tugas Akhir..... | 64 |
| Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....      | 62 |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kini konstruksi di Indonesia terus berkembang, material bangunan mengalami kemajuan pesat guna memenuhi standar yang semakin ketat, salah satunya yaitu kebutuhan akan material ringan namun tetap masih memiliki kekuatan dan daya tahan yang baik, maka dari itu terdapat salah satu material yang saat ini sedang berkembang yaitu *lightweight concrete*, yang memiliki *density* lebih rendah dibandingkan beton biasa namun tetap mampu mempertahankan kualitas material. Dalam usaha untuk mengembangkan *lightweight concrete* dengan karakteristik unggul dan berkualitas, penelitian ini difokuskan pada variasi perbandingan antara semen dan *glass powder* sebagai bahan tambahan dalam komposisi beton.

Semen sampai saat ini selalu menjadi bahan utama dalam campuran beton, memberikan kekuatan awal dan stabilitas struktural, namun jika semen digunakan dalam jumlah banyak dalam campuran beton maka dapat menambah berat beton dan berdampak negatif pada lingkungan karena emisi karbon dioksida yang timbul akibat produksi semen. Dan juga limbah kaca kini menjadi *issue* karena tidak dapat terurai secara hayati, selain itu kaca tertentu mengandung unsur beracun seperti merkuri, kadmium, timbal dan berlium yang mencemari tanah dan air. Di sisi lain, limbah kaca bisa digunakan untuk campuran beton dengan dijadikan serbuk kaca atau disebut *glass powder*, yang merupakan sisa dari industri kaca, telah diidentifikasi sebagai bahan yang memiliki potensi untuk menggantikan sebagian semen dalam campuran beton. Penggunaan serbuk kaca bukan hanya dapat mengurangi limbah industri, melainkan juga memiliki potensi untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis dan termal beton (Qin et al., 2021).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan serbuk kaca dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tekan, ketahanan terhadap bahan kimia, dan isolasi termal (Martina et al., 2022). Meskipun demikian, masih banyak variasi dalam hal perbandingan semen dan serbuk kaca yang belum sepenuhnya dieksplorasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji

dampak dari variasi perbandingan semen dan serbuk kaca terhadap sifat mekanis, densitas, dan kemampuan *lightweight concrete* dalam menahan deformasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *slump flow*, massa jenis kuat tekan beton dan modulus elastisitas pada *lightweight concrete* dengan campuran *glass powder* pengganti semen, dengan demikian, penelitian ini diharapkan akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang cara mengoptimalkan komposisi campuran *lightweight concrete* guna memenuhi standar kinerja yang diinginkan, sambil tetap memperhatikan aspek lingkungan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pedoman praktis bagi industri konstruksi dalam memilih komposisi campuran yang tepat untuk menghasilkan *lightweight concrete* berkualitas tinggi dengan dampak lingkungan yang lebih minimal.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari studi eksperimental *lightweight concrete* dengan variasi rasio semen dan *glass powder* adalah bagaimana pengaruh variasi rasio semen dan *glass powder* terhadap sifat mekanik dan sifat fisik pada *lightweight concrete* ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami pengaruh dari variasi rasio semen dan *glass powder* terhadap sifat fisik dan sifat mekanik pada *lightweight concrete* serta mencari campuran variasi gp yang optimal pada *lightweight concrete*.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian studi eksperimental *lightweight concrete* dengan variasi rasio semen dan *glass powder* adalah sebagai berikut :

1. *Glass Powder* sebagai pengganti semen dengan Variasi, 20% dan 30% sebagai bahan pengikat.
2. Pembuatan *foam concrete* dilakukan dengan metode *pre-foamed method*.
3. Semen yang dipakai adalah semen OPC (Ordinary Portland Cement) tipe I sebanyak 705 kg.
4. *Glass powder* yang digunakan berukuran 200 mesh dan sebanyak 235 kg.
5. Beton segar dilakukan pengujian *setting time* dan *slump test*.

6. Beton keras dilakukan pengujian berat jenis , kuat tekan dan modulus elastisitas.
7. Pengujian mekanik dilakukan ketika beton mencapai umur 28 hari.
8. Pengujian yang dilakukan berdasarkan standard ASTM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, E., Tjaronge, M., Wihardi Tjaronge, M., Djamaluddin, R., & Sampebulu, V. (2015). *Compressive strength and slump flow of self compacting concrete uses fresh water and sea water*. 10(6). [www.arpnjournals.com](http://www.arpnjournals.com)
- Bhaskar, Dr. K. (2021). Foam Concrete: A Review. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(VII), 2224–2234. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.36866>
- Chung, S. Y., Lehmann, C., Elrahman, M. A., & Stephan, D. (2017). Pore characteristics and their effects on the material properties of foamed concrete evaluated using micro-CT images and numerical approaches. *Applied Sciences (Switzerland)*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/app7060550>
- Du, H., & Tan, K. H. (2014). Waste glass powder as cement replacement in concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 12(11), 468–477. <https://doi.org/10.3151/jact.12.468>
- Elrahman, M. A., El Madawy, M. E., Chung, S. Y., Sikora, P., & Stephan, D. (2019). Preparation and characterization of ultra-lightweight foamed concrete incorporating lightweight aggregates. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/app9071447>
- Martina, N., Kinanti, M. D., Hasan, M. F. R., Agung, P. A. M., & Setiawan, Y. (2022). THE USE OF GLASS POWDER WASTE AS A PARTIAL SUBSTITUTE FOR CEMENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE. *International Journal of GEOMATE*, 23(98), 197–204. <https://doi.org/10.21660/2022.98.3568>
- Meena, R., Sharma, S., Sharma, A., & Kumar, M. (n.d.). *Study on Lightweight Concrete-Review*. [www.ijert.org](http://www.ijert.org)

- Qin, D., Hu, Y., & Li, X. (2021). Waste glass utilization in cement-based materials for sustainable construction: A review. *Crystals*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/cryst11060710>
- Sudjati, johan. (2014). ojsuajy,+1.Struktur-J-Januar-Sudjati. *PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON*, 13, 1–11.
- Upasiri, I. R., Konthesingha, K. M. C., Poologanathan, K., Nanayakkara, S. M. A., & Nagaratnam, B. (n.d.). *REVIEW ON FIRE PERFORMANCE OF CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE*.
- I.R. Upasiri, K. M. C. Konthesingha, Keerthan Poologanathan, S.M.A. Nanayakkara, & Brabha Nagaratnam. (2020). Review on Fire Performance of Cellular Lightweight Concrete. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 470–478. doi:10.1007/978-981-13-9749-3\_41
- R A Siregar, L E Hutabarat, S P Tampubolon, & C C Purnomo. (2021). Optimizing Empty Fruit Bunch (EFB) of palm and glass powder as a partial substitution material of fine aggregate to increase compressive and tensile strength of normal concrete. *Iop Conference Series*, 878(1), 12047–12047. doi:10.1088/1755-1315/878/1/012047
- Nunung Martina. (2022). THE USE OF GLASS POWDER WASTE AS A PARTIAL SUBSTITUTE FOR CEMENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE. *International Journal of Geomate : Geotechnique, Construction Materials and Environment*, 23(98). doi:10.21660/2022.98.3568
- Kiran Bhaskar. (2021). Foam Concrete: A Review. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9, 2224–2234. doi:10.22214/ijraset.2021.36866



- Hongjian Du, & Kiang Hwee Tan. (2014). Waste Glass Powder as Cement Replacement in Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 12(11), 468–477. doi:10.3151/jact.12.468
- M. Roderick Jones, Kezban Ozlutas, & Li Zheng. (2016). Stability and instability of foamed concrete. *Magazine of Concrete Research*, 68(11), 542–549. doi:10.1680/mac.15.00097
- Marcin Kozłowski, & Marta Kadela. (2018). Mechanical Characterization of Lightweight Foamed Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2018, 1–8. doi:10.1155/2018/6801258
- Mohamed Abd Elrahman, Mohamed E. El Madawy, Sang-Yeop Chung, Pawel Sikora, & Dietmar Stephan. (2019). Preparation and Characterization of Ultra-Lightweight Foamed Concrete Incorporating Lightweight Aggregates. *Applied Sciences*, 9(7), 1447–1447. doi:10.3390/app9071447
- Rishab Meena, Sumit Sharma, Anuj Sharma, & Mukesh Kumar. (2020). Study on Lightweight Concrete- Review. *international journal of engineering research and technology*. doi:10.17577/ijertv9is070348
- Saman Hedjazi. (2019). *Compressive Strength of Lightweight Concrete*. Intechopen Ebooks. doi:10.5772/intechopen.88057
- Erfan Najaf, Maedeh Orouji, & Seyed Mehdi Zahrai. (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. doi:10.1515/nleng-2022-0008
- Kalakada, Zameer & Doh, Jeung Hwan. (2020). Studies on Recycled Waste Glass Powder as Binder in Concrete. 10.1007/978-981-13-7603-0\_7.
- 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. *Elsevier*, 369.

ASTM C1611/C1611M-18. 2018. Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete. WSDOT Materials Manual.

ASTM C150-07. Standard Specification for Portland Cement. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.

ASTM C117-17. Standard Test Method for Materials Finer than (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.

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 C191-08. Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle. ASTM International, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

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.

ASTM C109 - 13. 2013. Standard Test Methods for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.