

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL**

**PENAMBAHAN *GLASS POWDER* PADA**

***LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI W/C**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



**NABILAH TSABITHAZAHRA**

**03011382025098**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah Tsabithazahra

NIM : 03011382025098

Judul : Studi Eksperimental Penambahan *Glass Powder* pada *Lightweight Concrete* dengan Variasi W/C

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



**NABILAH TSABITHAZAHRA**  
**NIM. 03011382025098**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI EKSPERIMENTAL**  
**PENAMBAHAN *GLASS POWDER* PADA**  
***LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI W/C**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**NABILAH TSABITHAZAHRA**  
**03011382025098**

Palembang, Desember 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing



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

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



**Saloma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**


## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Penambahan *Glass Powder* pada *Lightweight Concrete* dengan Variasi W/C” yang disusun oleh Nabilah Tsabithazahra, 03011382025098 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Desember 2023.

Palembang, 21 Desember 2023

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

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

Anggota:

2. Anthony Costa, S.T., M.T. (  )  
NIP. 199007222019031014

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah Tsabithazahra

NIM : 03011382025098

Judul : Studi Eksperimental Penambahan *Glass Powder* pada *Lightweight Concrete* dengan Variasi W/C

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**



**Nabilah Tsabithazahra**

**NIM. 03011382025098**

## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Nabilah Tsabithazahra  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Status : Belum menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 082279824767  
E-mail : nabilahtsabitha@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Nama Sekolah                    | Fakultas | Jurusan      | Pendidikan | Masa      |
|---------------------------------|----------|--------------|------------|-----------|
| SD MUHAMMADIYAH 06<br>PALEMBANG | -        | -            | SD         | 2008-2014 |
| SMPN 9 PALEMBANG                | -        | -            | SMP        | 2014-2017 |
| SMAN 17 PALEMBANG               | -        | MIPA         | SMA        | 2017-2020 |
| Universitas Sriwijaya           | Teknik   | Teknik Sipil | S1         | 2020-2023 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Nabilah Tsabithazahra**  
**03011382025098**

## RINGKASAN

### STUDI EKSPERIMENTAL PENAMBAHAN *GLASS POWDER* PADA *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI W/C

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 21 Desember 2023

Nabilah Tsabithazahra; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 54 halaman, 47 gambar, 22 tabel

*Lightweight concrete* merupakan salah satu jenis beton yang sedang berkembang dan populer di bidang konstruksi karena dapat menghemat biaya material dan mengurangi beban struktural pada bangunan. *Foam concrete* termasuk ke dalam salah satu jenis *lightweight concrete* yang memiliki karakteristik berat yang ringan karena menggunakan *foaming agent* yang dicampur air dengan perbandingan yang sesuai. *Glass powder* dapat digunakan sebagai bahan pengikat semen (*binder*) karena memiliki kesamaan komposisi fisika dan kimia pada semen. Penelitian ini menggunakan variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 dengan melakukan pengujian beton segar dan beton keras. Pengujian beton segar terdiri dari *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan pengujian beton keras berupa berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. *Setting time test* mendapatkan hasil pengujian *initial setting time* pada variasi w/c 0,4 membutuhkan waktu selama 201 menit dengan *final setting time* selama 420 menit, variasi w/c 0,5 membutuhkan waktu selama 212 menit untuk *initial setting time* dan 438 menit untuk *final setting time*, sedangkan w/c 0,6 membutuhkan *initial* dan *final setting time* selama 237 menit dan 452 menit. *Slump flow test* memperoleh nilai *workability* pada variasi w/c 0,4 sebesar 40,79%, variasi w/c 0,5 sebesar 50,40%, dan variasi w/c 0,6 sebesar 67,45%. Pengujian berat jenis pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 saat hari ke-28 secara berurutan mendapatkan nilai sebesar 1518,3 kg/m<sup>3</sup>, 1268,0 kg/m<sup>3</sup>, dan 1197,1 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian kuat tekan pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 secara berurutan memiliki nilai kuat tekan 5,47 MPa; 3,07 MPa; dan 2,38 MPa. Penelitian ini mendapatkan hasil pengujian modulus elastisitas sebesar 12694,25 Mpa pada variasi w/c 0,4; 8399,70 MPa pada variasi w/c 0,5; dan 7318,01 MPa pada variasi w/c 0,6.

**Kata Kunci:** *lightweight concrete, foam concrete, glass powder, water cement ratio*

## SUMMARY

### EXPERIMENTAL STUDY OF ADDITION GLASS POWDER ON LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH W/C VARIATIONS

Scientific papers in form of Final Projects, December 21<sup>st</sup> 2023

Nabilah Tsabithazahra; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 54 pages, 47 images, 22 table

*Lightweight concrete is a type of concrete that is being developed and popular in construction industry because it can decrease material costs and reduce structural loads on buildings. Foam concrete is a type of lightweight concrete which has light weight characteristics because it uses a foaming agent mixed with water in suitable ratio. Glass powder can be used as a cement binder because it has the same physical and chemical composition as cement. This study uses a water to cement ratio variation of 0,4; 0,5; and 0,6 by testing a fresh concrete and hardened concrete. Fresh concrete testing consist of setting time test and slump flow test, while hardened concrete testing consist of specific gravity, compressive strength, and modulus of elasticity. Setting time test obtained the initial setting time test result on 0,4 w/c variation which took 201 minutes with the final setting time test result for 420 minutes, for 0,5 w/c variation take 212 minutes for initial setting time test and 438 minutes for final setting time, while w/c 0,6 variation requires an initial and final setting time of 237 minutes and 452 minutes. The slump flow test obtained a workability value for the w/c 0,4 variation of 40,79%, the w/c 0,5 variation of 50,40%, and the w/c 0,6 variation of 67,45%. Specific gravity test at w/c variations of 0,4; 0,5; and 0,6 on the 28<sup>th</sup> day respectively getting values of 1518,3 kg/m<sup>3</sup>, 1268,0 kg/m<sup>3</sup>, and 1197,1 kg/m<sup>3</sup>. Compressive strength test result at w/c variations of 0,4; 0,5; and 0,6 respectively have a compressive strength value of 5,47 MPa; 3,07 MPa; and 2,38 MPa. This study obtained modulus of elasticity test result of 12694,25 Mpa at w/c variation of 0,4; 8399,70 MPa at w/c variation of 0,5; and 7318,01 MPa at w/c variation of 0,6.*

**Keyword:** *lightweight concrete, foam concrete, glass powder, water cement ratio*



# STUDI EKSPERIMENTAL PENAMBAHAN *GLASS POWDER* PADA *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN VARIASI W/C

Nabilah Tsabithazhra<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

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

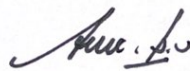
*Lightweight concrete* merupakan salah satu jenis beton yang sedang berkembang dan populer di bidang konstruksi karena dapat menghemat biaya material dan mengurangi beban struktural pada bangunan. *Foam concrete* termasuk ke dalam salah satu jenis *lightweight concrete* yang memiliki karakteristik berat yang ringan karena menggunakan *foaming agent* yang dicampur air dengan perbandingan yang sesuai. *Glass powder* dapat digunakan sebagai bahan pengikat semen (*binder*) karena memiliki kesamaan komposisi fisika dan kimia pada semen. Penelitian ini menggunakan variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 dengan melakukan pengujian beton segar dan beton keras. Pengujian beton segar terdiri dari *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan pengujian beton keras berupa berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. *Setting time test* mendapatkan hasil pengujian *initial setting time* pada variasi w/c 0,4 membutuhkan waktu selama 201 menit dengan *final setting time* selama 420 menit, variasi w/c 0,5 membutuhkan waktu selama 212 menit untuk *initial setting time* dan 438 menit untuk *final setting time*, sedangkan w/c 0,6 membutuhkan *initial* dan *final setting time* selama 237 menit dan 452 menit. *Slump flow test* memperoleh nilai *workability* pada variasi w/c 0,4 sebesar 40,79%, variasi w/c 0,5 sebesar 50,40%, dan variasi w/c 0,6 sebesar 67,45%. Pengujian berat jenis pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 saat hari ke-28 secara berurutan mendapatkan nilai sebesar 1518,3 kg/m<sup>3</sup>, 1268,0 kg/m<sup>3</sup>, dan 1197,1 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian kuat tekan pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 secara berurutan memiliki nilai kuat tekan 5,47 MPa; 3,07 MPa; dan 2,38 MPa. Penelitian ini mendapatkan hasil pengujian modulus elastisitas sebesar 12694,25 Mpa pada variasi w/c 0,4; 8399,70 MPa pada variasi w/c 0,5; dan 7318,01 MPa pada variasi w/c 0,6.

Kata Kunci: *lightweight concrete*, *foam concrete*, *glass powder*, *water cement ratio*

Palembang, Desember 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui/Menyetujui



# EXPERIMENTAL STUDY OF ADDITION GLASS POWDER ON LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH W/C VARIATIONS

Nabilah Tsaibithazahra<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [nabilahtsaibitha@gmail.com](mailto:nabilahtsaibitha@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 is being developed and popular in construction industry because it can decrease material costs and reduce structural loads on buildings. Foam concrete is a type of lightweight concrete which has light weight characteristics because it uses a foaming agent mixed with water in suitable ratio. Glass powder can be used as a cement binder because it has the same physical and chemical composition as cement. This study uses a water to cement ratio variation of 0,4; 0,5; and 0,6 by testing a fresh concrete and hardened concrete. Fresh concrete testing consist of setting time test and slump flow test, while hardened concrete testing consist of specific gravity, compressive strength, and modulus of elasticity. Setting time test obtained the initial setting time test result on 0,4 w/c variation which took 201 minutes with the final setting time test result for 420 minutes, for 0,5 w/c variation take 212 minutes for initial setting time test and 438 minutes for final setting time, while w/c 0,6 variation requires an initial and final setting time of 237 minutes and 452 minutes. The slump flow test obtained a workability value for the w/c 0,4 variation of 40,79%, the w/c 0,5 variation of 50,40%, and the w/c 0,6 variation of 67,45%. Specific gravity test at w/c variations of 0,4; 0,5; and 0,6 on the 28<sup>th</sup> day respectively getting values of 1518,3 kg/m<sup>3</sup>, 1268,0 kg/m<sup>3</sup>, and 1197,1 kg/m<sup>3</sup>. Compressive strength test result at w/c variations of 0,4; 0,5; and 0,6 respectively have a compressive strength value of 5,47 MPa; 3,07 MPa; and 2,38 MPa. This study obtained modulus of elasticity test result of 12694,25 Mpa at w/c variation of 0,4; 8399,70 MPa at w/c variation of 0,5; and 7318,01 MPa at w/c variation of 0,6.

**Keyword:** lightweight concrete, foam concrete, glass powder, water cement ratio

Palembang, Desember 2023

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. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan berkah rahmat, karunia, kasih sayang, dan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Studi Eksperimental Penambahan *Glass Powder* pada *Lightweight Concrete* dengan Variasi W/C**”. Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan permohonan maaf kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal tugas akhir, 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 memberikan arahan, bimbingan, dan saran dalam proses penyelesaian tugas akhir.
4. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir.
5. Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. PT. Semen Baturaja Kertapati, selaku instansi yang telah membantu dan menyediakan prasarana selama proses penelitian Tugas Akhir berlangsung.
7. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kepentingan Tugas Akhir ini.
8. Ibu tercinta, Roeswanty Afriza, yang telah mendidik, membesarkan penulis dengan penuh cinta dan kasih sayang, serta selalu percaya kepada penulis dengan memberikan dukungan dalam segala hal baik dukungan moril maupun materil, semangat, motivasi, nasihat, saran, masukan, dan doa yang tak terputus kepada penulis.
9. (Almh.) Nuraitun, yang selalu senantiasa percaya, mendoakan, dan menantikan penulis berada di fase ini.

10. Jeon Wonwoo, sebagai motivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Choi Seungcheol, Yoon Jeonghan, Hong Jisoo, Wen Junhi, Kwon Soonyoung, Jeon Wonwoo, Lee Jihoon, Xu Minghao, Kim Mingyu, Lee Seokmin, Boo Seungkwan, Chwe Hansol, Lee Chan, *Seventeen*, yang telah memberikan inspirasi dan semangat kepada penulis melalui karyanya.
12. Keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
13. Sahabat penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu menghibur, membantu, dan memberikan motivasi kepada penulis.
14. Rekan – rekan penelitian tugas akhir, *GP Team*, Mafaza Maghfirah, Wuland Nurita, Chrisnadi, Alya, Ananda, Christine, Abdan, Herwanto, Yadi, Hilman, Idrus, Sahib, dan Fadjrין yang telah berjuang bersama.
15. Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2020 dan rekan BEM KM FT Unsri Reg. Palembang, yang telah memberikan kenangan semasa aktivitas perkuliahan
16. Seluruh pihak terkait yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
17. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Nabilah Tsabithazahra, *you've made it*.  
Besarnya harapan penulis agar proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak yang membutuhkan khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Desember 2023

Nabilah Tsabithazahra

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| TUGAS AKHIR.....  | i              |
| PERNYATAAN INTEGRITAS .....                               | ii             |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                   | iii            |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                  | iv             |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....                    | v              |
| RIWAYAT HIDUP.....  | vi             |
| RINGKASAN .....   | vii            |
| SUMMARY .....   | viii           |
| ABSTRAK .....   | ix             |
| ABSTRACT.....   | x              |
| KATA PENGANTAR .....                                      | xi             |
| DAFTAR ISI.....   | xiii           |
| DAFTAR GAMBAR .....                                       | xvi            |
| DAFTAR TABEL.....   | xviii          |
| DAFTAR NOTASI.....  | xix            |
| <br>  |                |
| 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              |
| <br>  |                |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                              | 4              |
| 2.1 <i>Lightweight Concrete</i> .....                     | 4              |
| 2.1.1 Jenis-jenis <i>Lightweight Concrete</i> .....       | 6              |
| 2.1.2 Material Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> ..... | 7              |
| 2.2 <i>Glass Powder</i> .....                             | 9              |
| 2.3 <i>Water-Cement Ratio (W/C)</i> .....                 | 11             |
| 2.4 Pengujian terhadap <i>Lightweight Concrete</i> .....  | 11             |

|                                  |                                       |    |
|----------------------------------|---------------------------------------|----|
| 2.4.1                            | <i>Setting Time Test</i> .....        | 11 |
| 2.4.2                            | <i>Slump Flow Test</i> .....          | 12 |
| 2.4.3                            | Pengujian Berat Jenis .....           | 13 |
| 2.4.4                            | Pengujian Kuat Tekan Beton .....      | 14 |
| 2.4.5                            | Pengujian Modulus Elastisitas .....   | 16 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... |                                       | 18 |
| 3.1                              | Studi Literatur.....                  | 18 |
| 3.2                              | Alur Penelitian.....                  | 18 |
| 3.3                              | Material .....                        | 20 |
| 3.3.1.                           | Semen.....                            | 20 |
| 3.3.2.                           | <i>Glass Powder</i> .....             | 20 |
| 3.3.3.                           | <i>Foaming Agent</i> .....            | 21 |
| 3.3.4.                           | Air .....                             | 21 |
| 3.4                              | Peralatan .....                       | 21 |
| 3.4.1.                           | Neraca .....                          | 22 |
| 3.4.2.                           | Alat Cetak Beton .....                | 22 |
| 3.4.3.                           | <i>Foam Generator</i> .....           | 23 |
| 3.4.4.                           | <i>Mixer</i> .....                    | 23 |
| 3.4.5.                           | <i>Flow Table</i> .....               | 24 |
| 3.4.6.                           | Alat Uji Kuat Tekan Beton .....       | 25 |
| 3.4.7.                           | <i>Timbangan Digital 100 kg</i> ..... | 25 |
| 3.4.8.                           | <i>Container Plastic</i> .....        | 26 |
| 3.4.9.                           | Alat Uji Modulus Elastisitas .....    | 26 |
| 3.4.10.                          | <i>Vicat Apparatus</i> .....          | 27 |
| 3.4.11.                          | Jangka Sorong .....                   | 28 |
| 3.4.12.                          | Ember .....                           | 28 |
| 3.5                              | Tahapan Pengujian .....               | 29 |
| 3.5.1.                           | Tahap 1 .....                         | 29 |
| 3.5.2.                           | Tahap 2.....                          | 29 |
| 3.5.3.                           | Tahap 3.....                          | 29 |
| 3.5.4.                           | Tahap 4.....                          | 32 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5.5. Tahap 5.....                                   | 36        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>              | <b>39</b> |
| 4.1 Hasil Pengujian Beton Segar.....                  | 39        |
| 4.1.1 <i>Setting Time Test</i> .....                  | 39        |
| 4.1.2 <i>Slump Flow Test</i> .....                    | 41        |
| 4.2 Sifat Fisik dan Mekanik .....                     | 42        |
| 4.2.1 Pengujian Berat Jenis .....                     | 42        |
| 4.2.2 Pengujian Kuat Tekan.....                       | 44        |
| 4.2.3 Pengujian Modulus Elastisitas .....             | 45        |
| 4.2.4 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Berat Jenis ..... | 48        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                             | <b>50</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                   | 50        |
| 5.2 Saran .....                                       | 51        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                           | <b>52</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                           | <b>54</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Perbandingan molekul jenis <i>lightweight concrete</i> (Newman & Choo, 2015) .....                                | 5       |
| Gambar 2.2. Grafik <i>setting time</i> semen OPC (Aryani, 2018) .....   | 12      |
| Gambar 2.3. Grafik hubungan antara nilai <i>slump</i> dengan variasi serbuk kaca pada campuran beton (Setiahutama, 2022)..... | 13      |
| Gambar 2.4. Grafik hubungan antara kuat tekan beton rata-rata dengan persentase serbuk kaca (Setiahutama, 2022) .....         | 15      |
| Gambar 2.5. Grafik modulus elastisitas (Lukar, 2020).....   | 17      |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....   | 19      |
| Gambar 3.2. Semen <i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC) Tipe I.....   | 20      |
| Gambar 3.3. <i>Glass powder</i> .....   | 20      |
| Gambar 3.4. <i>Foaming agent</i> .....  | 21      |
| Gambar 3.5. Air.....  | 21      |
| Gambar 3.6. Neraca.....   | 22      |
| Gambar 3.7. Alat cetak beton silinder.....  | 22      |
| Gambar 3.8. Alat cetak mortar .....   | 23      |
| Gambar 3.9. <i>Foam generator</i> .....   | 23      |
| Gambar 3.10. <i>Mixer</i> kapasitas 5 kg.....   | 24      |
| Gambar 3.11. <i>Mixer</i> kapasitas 20 liter .....  | 24      |
| Gambar 3.12. <i>Flow table</i> .....  | 25      |
| Gambar 3.13. <i>Automatic compression testing machine</i> .....   | 25      |
| Gambar 3.14. Timbangan digital .....  | 26      |
| Gambar 3.15. <i>Container plastic</i> .....   | 26      |
| Gambar 3.16 <i>Compressive strength matest</i> .....  | 27      |
| Gambar 3.17. Alat uji modulus elastisitas .....   | 27      |
| Gambar 3.18. <i>Vicat apparatus</i> .....   | 28      |
| Gambar 3.19. Jangka Sorong .....  | 28      |
| Gambar 3.20. Ember .....  | 29      |
| Gambar 3.21. Pencampuran material .....   | 33      |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 3.22. Pembuatan <i>foam</i> .....  | 33 |
| Gambar 3.23. Pencampuran material dan <i>foam</i> ke dalam <i>mixer</i> .....   | 34 |
| Gambar 3.24. <i>Slump flow test</i> .....   | 34 |
| Gambar 3.25. <i>Setting time test</i> .....   | 34 |
| Gambar 3.26. Pencetakan benda uji silinder .....  | 35 |
| Gambar 3.27. Pencetakan benda uji mortar .....  | 35 |
| Gambar 3.28. <i>Curing</i> benda uji mortar .....   | 35 |
| Gambar 3.29. Pengujian berat jenis mortar.....  | 36 |
| Gambar 3.30. Pengujian berat jenis silinder .....   | 36 |
| Gambar 3.31. Pengujian kuat tekan mortar.....   | 37 |
| Gambar 3.32. Pemasangan alat uji modulus elastisitas pada benda uji silinder ...  | 37 |
| Gambar 3.33. Pengujian modulus elastisitas menggunakan alat <i>compressive strength matest</i> .....                            | 38 |
| Gambar 4.1. <i>Setting time test</i> menggunakan <i>vicat apparatus</i> .....   | 39 |
| Gambar 4.2. Hasil <i>setting time test</i> .....  | 40 |
| Gambar 4.3. Metode <i>slump flow test</i> .....   | 41 |
| Gambar 4.4. Berat jenis pada pengujian penambahan <i>glass powder</i> pada <i>lightweight concrete</i> dengan variasi W/C ..... | 43 |
| Gambar 4.5. Hasil pengujian kuat tekan beton hari ke-28.....  | 44 |
| Gambar 4.6. Tegangan dan regangan variasi w/c 0,4 .....   | 47 |
| Gambar 4.7. Tegangan dan regangan variasi w/c 0,5 .....   | 47 |
| Gambar 4.8. Tegangan dan regangan pada variasi w/c 0,6.....   | 48 |
| Gambar 4.9. Hubungan kuat tekan dan berat jenis pada variasi w/c .....  | 49 |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Tabel 2.1. Kelebihan dan kekurangan <i>lightweight concrete</i> .....   | 4              |
| Tabel 2.2. Klasifikasi <i>lightweight concrete</i> .....  | 4              |
| Tabel 2.3. Perbandingan kelebihan dan kekurangan <i>no-fines concrete</i> , <i>lightweight aggregate concrete</i> , dan <i>aerated concrete</i> ..... | 5              |
| Tabel 2.4. Komposisi campuran <i>no fines concrete</i> .....  | 6              |
| Tabel 2.5. Jenis <i>foamed concrete</i> .....   | 7              |
| Tabel 2.6. Batasan maksimum kandungan zat kimia dalam air .....   | 8              |
| Tabel 2.7. Kandungan Kaca .....   | 10             |
| Tabel 2.8. Kandungan Serbuk Kaca.....   | 10             |
| Tabel 2.9. Komposisi dari kaca (%).....   | 10             |
| Tabel 2.10. <i>Setting time</i> semen OPC.....  | 12             |
| Tabel 2.11. Hasil pengujian <i>slump</i> .....  | 13             |
| Tabel 2.12. Berat jenis pada variasi w/c dan <i>glass powder</i> .....  | 14             |
| Tabel 2.13. Rekapitulasi pengujian kuat tekan beton .....   | 15             |
| Tabel 2.14. Rekapitulasi modulus elastisitas .....  | 17             |
| Tabel 3.1. <i>Job mix formula</i> .....   | 30             |
| Tabel 4.1. Hasil <i>flow table test</i> .....   | 41             |
| Tabel 4.2. Kriteria nilai <i>workability</i> foam concrete .....  | 42             |
| Tabel 4.3. Hasil pengujian berat jenis .....  | 42             |
| Tabel 4.4. Hasil pengujian berat jenis .....  | 43             |
| Tabel 4.5. Hasil pengujian kuat tekan hari ke-28.....   | 44             |
| Tabel 4.6. Hasil pengujian modulus elastisitas w/c 0,4 .....  | 45             |
| Tabel 4.7. Hasil pengujian modulus elastisitas w/c 0,5 .....  | 46             |
| Tabel 4.8. Hasil pengujian modulus elastisitas w/c 0,6 .....  | 46             |

## DAFTAR NOTASI

|               |  |
|---------------|--|
| $\rho$        | = Berat jenis beton ( $\text{kg/m}^3$ )      |
| $m$           | = Massa beton (kg)                           |
| $V$           | = Volume beton ( $\text{mm}^3$ )             |
| $f'_c$        | = Kuat tekan beton ( $\text{N/mm}^2$ )       |
| $P$           | = Gaya tekan aksial (N)                      |
| $A$           | = Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ ) |
| $\sigma$      | = Tegangan ( $\text{N/m}^2$ )                |
| $F$           | = Gaya (N)                                   |
| $\varepsilon$ | = Regangan                                   |
| $\Delta L$    | = Pertambahan panjang (m)                    |
| $L$           | = Panjang mula-mula (m)                      |
| $E$           | = Modulus Young ( $\text{N/m}^2$ )           |
| $E_c$         | = Modulus elastisitas beton (MPa)            |
| $w_c$         | = Berat beton ( $\text{kg/m}^3$ )            |
| $f'_c$        | = Kuat tekan beton ( $\text{N/mm}^2$ )       |
| GPC           | = Glass powder concrete                      |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi struktur, beton merupakan bahan yang paling populer untuk digunakan. Beton sering digunakan karena mampu memberikan kekuatan, daya tahan, dan keserbagunaan dalam konstruksi suatu struktur. Terdapat berbagai macam jenis beton yang sering digunakan dalam bidang konstruksi, mulai dari beton bertulang, beton pracetak, beton prategang, hingga beton yang populer di bidang konstruksi akhir-akhir ini adalah *lightweight concrete*. Teknologi *lightweight concrete* sedang berkembang di seluruh dunia disebabkan bahan dapat mengurangi beban struktural pada bangunan, dapat menghemat biaya material, dan memungkinkannya desain arsitektur yang lebih kreatif (Ozkilic, et al., 2023).

*Foam concrete* merupakan salah satu jenis dari *lightweight concrete* yang terdiri dari pasta semen atau mortar dan busa di mana rongga udara terperangkap menggunakan *foaming agent* yang sesuai (Shah, et al., 2021). *Foam concrete* memiliki karakteristik seperti berat yang ringan, daya densitas yang rendah, daya alir tinggi, *self-compacting*, semen rendah konten, penggunaan agregat yang rendah, dan isolasi termal yang tinggi (Khan, et al., 2022). *Foam concrete* telah digunakan dalam berbagai pengaplikasian di bidang sipil, seperti bahan pengisian, produksi balok ringan, panel pracetak, sub-base jalan, penstabilisasi tanah, dan sejenisnya.

Salah satu hal yang dapat digunakan dalam upaya mengembangkan *lightweight concrete* adalah dengan memanfaatkan limbah kaca sebagai bahan pengikat semen. Limbah kaca dapat diubah menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat dengan menggunakan bantuan teknologi yang tepat (Kalsum, et al., 2021). Pemanfaatan limbah kaca pada dunia konstruksi dapat memberikan manfaat pada lingkungan yaitu mengurangi limbah kaca yang harus dibuang. Limbah kaca dapat didaur ulang melalui proses penggilingan atau penghancuran kaca menjadi partikel-partikel yang lebih halus yang hasil akhirnya dikenal dengan *glass powder*. *Glass powder* dianggap sebagai pengganti yang baik untuk

pasir karena kesamaan komposisi fisika dan kimia. Beton dengan campuran pasir digantikan dengan *waste glass powder* yang menunjukkan sifat teknik yang memadai, seperti kekuatan tekan dan modulus elastisitas. *Waste glass powder* juga telah digunakan sebagai substitusi parsial semen atau bahan pengikat semen (*binder*).

Selain itu, rasio air semen (w/c) juga termasuk faktor yang penting dalam meningkatkan kualitas beton. Variasi w/c dapat memengaruhi kuat tekan beton yang sesuai dengan mengandalkan porositas dan ikatan antar agregat dengan pasta semen (Chen, et al., 2022). Namun, belum banyak penelitian yang membahas mengenai penerapan *waste glass powder* dalam *lightweight concrete* dengan variasi w/c. Oleh karena itu, dilakukannya **Studi Eksperimental Penambahan Glass Powder pada Lightweight Concrete dengan Variasi W/C**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai studi eksperimental penambahan *glass powder* pada *lightweight concrete* dengan variasi w/c, maka permasalahan yang dibahas adalah bagaimana analisis pengaruh penambahan *glass powder* dan variasi w/c terhadap *lightweight concrete*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari studi eksperimental penambahan *glass powder* pada *lightweight concrete* adalah menganalisis pengaruh penambahan *glass powder* dan variasi w/c terhadap *slump flow*, *setting time*, berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas *lightweight concrete*.

## 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup studi eksperimental penambahan *glass powder* pada *lightweight concrete* sebagai berikut:

1. *Glass powder* berukuran 200 mesh
2. Semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) Tipe I
3. Variasi W/C 0,4; 0,5; dan 0,6
4. *Pre-foamed method* digunakan untuk metode pembuatan *foam concrete*
5. Cetakan mortar berbentuk kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm untuk menguji kuat tekan beton sebanyak 18 sampel

6. *Bekisting* silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk menguji modulus elastisitas sebanyak 18 sampel
7. Pengujian beton segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*
8. Sifat fisik dan mekanik berupa berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, F. D. (2018). Analisis Pengaruh Variasi Semen OPC dan PPC serta Penggunaan Agregat Alwa Berbahan Limbah Styrofoam terhadap Kuat Tekan Beton Ringan.
- ASTM C109. (2016). *Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*. West Conshohocken, PA: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C138-14. (2014). *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*, ASTM International. West Conshohocken, PA: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C191-08. (n.d.). *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. West Conshohocken, PA: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C469/C469M-22. (n.d.). *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*. West Conshohocken, PA: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- ASTM C567. (2009). *Standart Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete*. West Conshohocken, PA: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- Atyia, M. M., Mahdy, M. G., & Elrahman, M. A. (2021). Production and Properties of Lightweight Concrete Incorporating Recycled Waste Crushed Clay Bricks.
- Chen, J., Du, W., Zhao, G., Shi, M., & Xue, B. (2022). Effect of Aggregate Size and Water/Cement on Compressive Strength and Physiological Performance of Planting Concrete.
- Gencil, O., Bilir, T., Bademler, Z., & Ozbakkaloglu, T. (2022). A Detailed Review on Foam Concrete Composites: Ingredients, Properties, and Microstructure.

- Hamid, Z., & Rafiq, S. (2020). A Comparative Study on Strength of Concrete Using Wood Ash as Partial Replacement of Cement.
- Hanafiah, N. (2011). Pengaruh Penambahan Bubuk Kaca sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dengan Variasi 2%, 4%, 6%, dan 8% terhadap Kuat Tekan dan Nilai Slump.
- Kalsum, S. U., Polonia, B. S., & 'Ain, H. (2021). Recycle Glass Waste as A Replacement of Fine Aggregate in Concrete Mix Standard Comparison. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*.
- Khan, M., Shakeel, M., Khan, K., Akbar, S., & Khan, A. (2022). A Review on Fiber-Reinforced Foam Concrete.
- Khan, Q. S., Sheikh, M. N., McCharthy, T., 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*.
- Lukar, S. E. (2020). Pengujian Modulus Elastisitas pada Beton dengan Menggunakan Tras sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus.
- Midrand, C. &. (2021). Foamed Concrete.
- Monika, F., Prayuda, H., Zega, B. C., & Cahyati, M. D. (2019). Flexural and Compressive Strength on No-fines Concrete Slab using Variations of Fly Ash and Superplasticizer.
- Mounika, P., & Srinivas, K. (2018). Mechanical Properties of No Fines Concrete for Pathways.
- Newman, J., & Choo, B. S. (2015). *Advanced Concrete Technology*. India: Elsevier Ltd.
- Omran, A., & Tagnit-Hamou, A. (2016). Performance of Glass-powder Concrete in Field Applications. *Construction and Building Materials*.



- Ozkilic, Y. O., Beskopylny, A. N., Stelmakh, S. A., Scherban, E. M., Mailyan, L. R., Meshki, B., et al. (2023). Lightweight Expanded-clay Fiber Concrete with Improved Characteristics Reinforced with Short Natural Fibers. *Case Studies in Construction Materials*.
- Saggaff, A., Pamuji, H., Afrian, T., Satria, R., Panjaitan, L., Ilham, F., et al. (2020). *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Bahan/Beton*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Setiahutama, H. I. (2022). Pemanfaatan Serbuk Kaca sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Beton Normal.
- Shah, S. N., Mo, K. H., Yap, P. S., Yang, J., & Ling, T.-C. (2021). Lightweight Foamed Concrete as a Promising Avenue for Incorporating Waste Materials: A Review.
- Singh, S., Munjal, P., & Thammishetti, N. (2015). Role of Water/Cement Ratio on Strength Development of Cement Mortar. *Journal of Building Engineering*.
- Sukuri, I. (2020). Analisis Ketahanan Beton terhadap Rendaman Sulfat terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Semen.
- Tian, G., Deng, H., & Xiao, Y. (2022). Correlation Analysis between Microscopic Pore Parameters and Macroscopic Mechanical Properties of Rock-like Materials from the Perspective of Water-Cement Ratio and Sand-Cement Ratio.
- Vilches, J., Ramezani, M., & Neitzert, T. (2012). Experimental Investigation of The Fire Resistance of Ultra Lightweight Foam Concrete.
- Wijaya, V. D. (2015). Pengaruh Serbuk Kaca sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus dan sebagai Filler terhadap sifat Mekanik Beton.
- Williona, T. (2023). Pengaruh Variasi Panjang Polypropylene Waved Fiber terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Lightweight Concrete.