

TUGAS AKHIR

ANALISIS SORPTIVITY LIGHTWEIGHT CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN GLASS POWDER DAN VARIASI W/C

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



CHRISTINE TAMANA

03011282025041

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christine Tamana

NIM : 03011282025041

Judul : Analisis *Sorptivity Lightweight Concrete* dengan Penambahan *Glass Powder* dan 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, Februari 2024



CHRISTINE TAMANA
NIM. 03011282025041

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS *SORPTIVITY LIGHTWEIGHT CONCRETE*
DENGAN PENAMBAHAN *GLASS POWDER*
DAN VARIASI W/C
TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

CHRISTINE TAMANA

03011282025041

Palembang, Februari 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis *Sorptivity Lightweight Concrete* dengan Penambahan *Glass Powder* dan Variasi *W/C*” yang disusun oleh Christine Tamana, 03011282025041 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 7 Februari 2024.

Palembang, 7 Februari 2024

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



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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christine Tamana

NIM : 03011282025041

Judul : Analisis *Sorptivity Lightweight Concrete* dengan Penambahan *Glass Powder* dan 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, Februari 2024



Christine Tamana

NIM. 03011282025041

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Christine Tamana
Jenis Kelamin : Perempuan
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 0895806510013
E-mail : christinetamana23@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Nama Sekolah | Fakultas | Jurusan | Pendidikan | Masa |
|----------------------------|----------|--------------|------------|-----------|
| SD NURUL IMAN PALEMBANG | - | - | SD | 2008-2014 |
| SMPN 10 PALEMBANG | - | - | SMP | 2014-2017 |
| SMAN 18 PALEMBANG | - | MIPA | SMA | 2017-2020 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | S1 | 2020-2024 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Christine Tamana
03011282025041

RINGKASAN

ANALISIS *SORPTIVITY LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN PENAMBAHAN *GLASS POWDER* DAN VARIASI W/C

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 7 Februari 2024

Christine Tamana; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 64 halaman, 57 gambar, 14 tabel

Lightweight concrete memiliki densitas yang berkisar antara 1.440-1.840 kg/m³ dibandingkan beton normal dengan densitas sekitar 2.240-2.400 kg/m³. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa semen, air, *foam agent* dan *glass powder*. Penelitian ini menggunakan variasi *water cement ratio* 0,4; 0,5; dan 0,6 dengan 30% *glass powder*; perbandingan *foam* dan pasta semen sebesar 0,35 : 0,65 serta 1 : 40 untuk *foam agent* dan air. Pada penelitian ini dilakukan pengujian beton segar yang terdiri dari *setting time test* dan *slump flow test*, serta pengujian beton keras berupa berat jenis, kuat tekan, dan *sorptivity*. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa nilai *sorptivity* maksimum terjadi pada w/c 0,6 sebesar 0,002337 mm/s^{1/2} akibat porositas yang juga optimum yaitu 24,873%. Hasil *sorptivity* minimum terjadi pada benda uji w/c 0,4 sebesar 0,002068 mm/s^{1/2} dengan porositas sebesar 17,202%. Hasil *sorptivity* berbanding terbalik dengan kuat tekan, dimana pada benda uji w/c 0,6 diperoleh kuat tekan minimum yaitu sebesar 2,440 MPa. *Sorptivity* memiliki hubungan berbanding lurus dengan *setting time*, *slump flow*, dan berat jenis. Benda uji dengan w/c 0,6 memiliki hasil tertinggi pada pengujian *setting time*, *slump flow*, dan berat jenis dibandingkan dengan variasi w/c 0,4 dan 0,5. Pada benda uji w/c 0,6 diperoleh hasil pengujian *initial setting time* dan *final setting time* selama 260 menit dan 520 menit, serta *diameter flow* sebesar 21,025 cm dengan workability 67,452%. Selain itu, berat jenis yang diperoleh pada benda uji w/c 0,6 pada hari ke-1 dan ke-28 adalah 1077,1 kg/m³ dan 1197,1 kg/m³.

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

SUMMARY

SORPTIVITY ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH GLASS POWDER ADDITION AND W/C VARIATION

Scientific papers in form of Final Projects, February 7th 2024

Christine Tamana; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 64 pages, 57 images, 14 tables

Lightweight concrete has a density that ranges from 1.440-1.840 kg/m³ compared to normal concrete with a density of about 2.240-2.400 kg/m³. The materials used in this research are cement, water, foam agent and glass powder. This research uses variations of water cement ratio 0,4; 0,5; and 0,6 with 30% glass powder, foam and cement paste ratio of 0,35: 0,65 and 1: 40 for foam agent and water. In this study, fresh concrete testing was carried out consisting of setting time test and slump flow test, as well as hard concrete testing in the form of specific gravity, compressive strength, and sorptivity. Based on the test, it was found that the maximum sorptivity value occurred at w/c 0,6 of 0,002337 mm/s^{1/2} due to the optimum porosity of 24,873%. The minimum sorptivity result occurred at w/c 0,4 of 0,002068 mm/s^{1/2} with porosity of 17,202%. Sorptivity results are inversely proportional to the compressive strength, where the minimum compressive strength is obtained at w/c 0,6 of 2,440 MPa. Sorptivity has a directly proportional relationship with setting time, slump flow, and specific gravity. Test specimens with w/c 0,6 have the highest results in setting time, slump flow, and specific gravity tests compared to w/c variations of 0,4 and 0,5. The test specimen with w/c 0,6 obtained the initial setting time and final setting time for 260 minutes and 520 minutes, as well as a flow diameter of 21,025 cm with a workability of 67,452%. In addition, the specific gravity obtained in the 0,6 w/c specimen on the 1st and 28th days was 1077,1 kg/m³ and 1197,1 kg/m³.

Keyword: *Lightweight concrete, glass powder, foam, sorptivity, water cement ratio*

ANALISIS *SORPTIVITY* LIGHTWEIGHT CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN *GLASS POWDER* DAN VARIASI W/C

Christine Tamana¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: christinetamana23@gmail.com

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

Abstrak

Lightweight concrete memiliki densitas yang berkisar antara 1.440-1.840 kg/m³ dibandingkan beton normal dengan densitas sekitar 2.240-2.400 kg/m³. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa semen, air, *foam agent* dan *glass powder*. Penelitian ini menggunakan variasi *water cement ratio* 0,4; 0,5; dan 0,6 dengan 30% *glass powder*, perbandingan *foam* dan pasta semen sebesar 0,35 : 0,65 serta 1 : 40 untuk *foam agent* dan air. Pada penelitian ini dilakukan pengujian beton segar yang terdiri dari *setting time test* dan *slump flow test*, serta pengujian beton keras berupa berat jenis, kuat tekan, dan *sorptivity*. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa nilai *sorptivity* maksimum terjadi pada w/c 0,6 sebesar 0,002337 mm/s^{1/2} akibat porositas yang juga optimum yaitu 24,873%. Hasil *sorptivity* minimum terjadi pada benda uji w/c 0,4 sebesar 0,002068 mm/s^{1/2} dengan porositas sebesar 17,202%. Hasil *sorptivity* berbanding terbalik dengan kuat tekan, dimana pada benda uji w/c 0,6 diperoleh kuat tekan minimum yaitu sebesar 2,440 MPa. *Sorptivity* memiliki hubungan berbanding lurus dengan *setting time*, *slump flow*, dan berat jenis. Benda uji dengan w/c 0,6 memiliki hasil tertinggi pada pengujian *setting time*, *slump flow*, dan berat jenis dibandingkan dengan variasi w/c 0,4 dan 0,5. Pada benda uji w/c 0,6 diperoleh hasil pengujian *initial setting time* dan *final setting time* selama 260 menit dan 520 menit, serta *diameter flow* sebesar 21,025 cm dengan workability 67,452%. Selain itu, berat jenis yang diperoleh pada benda uji w/c 0,6 pada hari ke-1 dan ke-28 adalah 1077,1 kg/m³ dan 1197,1 kg/m³.

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

Palembang, Februari 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing

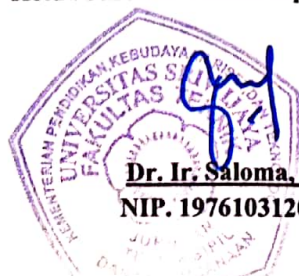


Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

ANALISIS SORPTIVITY LIGHTWEIGHT CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN GLASS POWDER DAN VARIASI W/C

Christine Tamana¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: christinetamana23@gmail.com

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

Abstract

Lightweight concrete has a density that ranges from 1.440-1.840 kg/m³ compared to normal concrete with a density of about 2.240-2.400 kg/m³. The materials used in this research are cement, water, foam agent and glass powder. This research uses variations of water cement ratio 0,4; 0,5; and 0,6 with 30% glass powder, foam and cement paste ratio of 0,35; 0,65 and 1: 40 for foam agent and water. In this study, fresh concrete testing was carried out consisting of setting time test and slump flow test, as well as hard concrete testing in the form of specific gravity, compressive strength, and sorptivity. Based on the test, it was found that the maximum sorptivity value occurred at w/c 0,6 of 0,002337 mm/s^{1/2} due to the optimum porosity of 24,873%. The minimum sorptivity result occurred at w/c 0,4 of 0,002068 mm/s^{1/2} with porosity of 17,202%. Sorptivity results are inversely proportional to the compressive strength, where the minimum compressive strength is obtained at w/c 0,6 of 2,440 MPa. Sorptivity has a directly proportional relationship with setting time, slump flow, and specific gravity. Test specimens with w/c 0,6 have the highest results in setting time, slump flow, and specific gravity tests compared to w/c variations of 0,4 and 0,5. The test specimen with w/c 0,6 obtained the initial setting time and final setting time for 260 minutes and 520 minutes, as well as a flow diameter of 21,025 cm with a workability of 67,452%. In addition, the specific gravity obtained in the 0,6 w/c specimen on the 1st and 28th days was 1077,1 kg/m³ and 1197,1 kg/m³.

Keyword: Lightweight concrete, glass powder, foam, sorptivity, water cement ratio

Palembang, Februari 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Pada proses penyelesaian Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Sorptivity Lightweight Concrete dengan Penambahan Glass Powder dan Variasi W/C**”. Penulis juga ingin menyampaikan terimakasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. PT. Semen Baturaja Kertapati, selaku instansi yang telah membantu dan menyediakan prasarana selama proses penelitian Tugas Akhir.
7. Almarhum Papa yang semasa hidupnya hingga saat ini selalu memberikan dukungan penuh, motivasi, kepercayaan, dan nasihat hingga penulis dapat berada di titik ini.
8. Mama yang selama ini membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang, serta selalu memberikan dukungan berupa moril maupun materil, motivasi, nasihat, saran, serta doa kepada penulis.
9. Adik, Nenek, serta seluruh keluarga dan kerabat penulis yang selalu memberi dukungan dan doa kepada penulis.

10. Beasiswa Karya Salemba Empat dan PT. Protelindo selaku donatur yang memberikan dukungan baik finansial maupun pengembangan diri kepada penulis selama dua tahun ini.
11. Sahabat sejak SMP, Anneta Benning, Dwi Shinta Anggraini, dan Meishanda Etsa Dinanti yang selalu menjadi tempat berbagi dan memberi dukungan serta semangat kepada penulis.
12. Teman-teman penelitian tugas akhir GP Team, Nanda, Alya, Wuland, Nabilah, Mafaza, Idrus, Sahib, Fadjrin, Chrisnadi, Abdan, Herwanto, Yadi dan Hilman yang telah berjuang bersama beberapa bulan ini.
13. Teman-teman seperjuangan sejak awal kuliah, Yasmin, Nanda, Lisyia, Akbar, dan Fadil yang selalu saling membantu dan berjuang bersama selama perkuliahan.
14. Teman-teman Asisten Lab Transport 2020, Fitri, Widhi, Mayang, Raddin, dan Alfaiz yang tidak hanya sekedar rekan asisten, tetapi selalu menghibur dan saling mendukung selama perkuliahan.
15. Rekan-rekan Asisten Lab Transport 2019 dan 2021 yang selalu memberi semangat, dukungan, dan banyak membantu semasa perkuliahan.
16. Rekan-rekan PKSE UNSRI yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta merangkul seperti keluarga.
17. Seluruh mahasiswa Teknik Sipil 2020 yang selama ini berjuang bersama selama kuliah.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat dalam ilmu teknik sipil secara umum dan bidang struktur material secara khusus.

Palembang, Februari 2024

Christine Tamana

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | 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 | ix |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR NOTASI..... | xx |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian..... | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. <i>Lightweight Concrete</i> | 4 |
| 2.1.1. Jenis-Jenis <i>Lightweight Concrete</i> | 4 |
| 2.1.2. Material Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> | 7 |
| 2.2. <i>Glass Powder</i> | 8 |
| 2.3. <i>Water-Cement Ratio (W/C)</i> | 10 |
| 2.4. Pengujian Beton Segar | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.4.1. <i>Setting Time Test</i> | 12 |
| 2.4.2. <i>Slump Flow Test</i> | 14 |
| 2.5. Pengujian Beton Keras | 15 |
| 2.5.1. Pengujian Berat Jenis Beton | 15 |
| 2.5.2. Pengujian Kuat Tekan Beton | 16 |
| 2.5.3. <i>Sorptivity Test</i> | 18 |
| | |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 21 |
| 3.1. Studi Literatur | 21 |
| 3.2. Alur Penelitian | 21 |
| 3.3. Material | 23 |
| 3.3.1. Semen | 23 |
| 3.3.2. <i>Glass Powder</i> | 23 |
| 3.3.3. <i>Foaming Agent</i> | 24 |
| 3.3.4. Air | 24 |
| 3.4. Peralatan | 25 |
| 3.4.1. Cetakan Beton | 25 |
| 3.4.2. Neraca | 26 |
| 3.4.3. <i>Foam Generator</i> | 26 |
| 3.4.4. <i>Mixer</i> | 26 |
| 3.4.5. <i>Flow Table</i> | 27 |
| 3.4.6. Alat Uji <i>Setting Time</i> | 28 |
| 3.4.7. Alat Uji Kuat Tekan | 28 |
| 3.4.8. <i>Oven</i> | 29 |
| 3.4.9. <i>Jangka Sorong</i> | 29 |
| 3.4.10. <i>Epoxy Adhesive</i> | 30 |
| 3.4.11. <i>Container Plastic</i> | 30 |
| 3.5. Tahapan Pengujian | 31 |
| 3.5.1. Tahap 1 | 31 |
| 3.5.2. Tahap 2 | 31 |
| 3.5.3. Tahap 3 | 31 |
| 3.5.4. Tahap 4 | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.5. Tahap 5..... | 39 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 43 |
| 4.1. Hasil Pengujian Beton Segar..... | 43 |
| 4.1.1. <i>Setting Time Test</i> | 43 |
| 4.1.2. <i>Slump Flow Test</i> | 45 |
| 4.2. Hasil Pengujian Beton Keras | 46 |
| 4.2.1. Pengujian Berat Jenis..... | 46 |
| 4.2.2. Pengujian Kuat Tekan..... | 48 |
| 4.2.3. Pengujian <i>Sorptivity</i> | 49 |
| BAB 5 PENUTUP | 59 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 59 |
| 5.2. Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 61 |
| LAMPIRAN..... | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Grafik analisis komposisi kimia pada <i>glass powder</i> (F. A. Khan et al., 2020) | 9 |
| Gambar 2.2. Grafik pengaruh kandungan <i>glass powder</i> terhadap kuat tekan beton pada umur yang berbeda (Orouji et al., 2021) | 10 |
| Gambar 2.3. Grafik hubungan variasi w/c dan kuat tekan 28 hari pada <i>foam concrete</i> (Li et al., 2020)..... | 11 |
| Gambar 2.4. Alat <i>Vicat</i> untuk pengujian <i>setting time</i> (ASTM C191-08)..... | 12 |
| Gambar 2.5. Grafik <i>setting time</i> pada pasta semen dengan variasi persentase <i>glass powder</i> (F. A. Khan et al., 2020) | 13 |
| Gambar 2.6. Grafik pengujian <i>slump flow test</i> beton segar dengan variasi penambahan <i>glass powder</i> (Noorzyafiqi et al., 2021)..... | 15 |
| Gambar 2.7. Grafik hubungan berat jenis dan kuat tekan terhadap w/c pada beton (Othman et al., 2021) | 16 |
| Gambar 2.8. Grafik hubungan <i>water-cement ratio</i> dan kuat tekan pada umur beton yang berbeda (Ghasemipor & Piroti, 2018)..... | 17 |
| Gambar 2.9. <i>Sorptivity test</i> (ASTM C1585-13)..... | 19 |
| Gambar 2.10. Grafik hubungan rasio w/c dan <i>sorptivity</i> (Medeiros-Junior et al., 2019) | 19 |
| Gambar 2.11. Grafik <i>sorptivity</i> beton dengan variasi penambahan <i>glass powder</i> (Pereira De Oliveira et al., 2008) | 20 |
| Gambar 3.1. Diagram alir penelitian..... | 22 |
| Gambar 3.2. Semen OPC | 23 |
| Gambar 3.3. <i>Glass powder</i> | 23 |
| Gambar 3.4. <i>Foaming agent</i> | 24 |
| Gambar 3.5. Air..... | 24 |
| Gambar 3.6. Cetakan beton silinder | 25 |
| Gambar 3.7. Cetakan beton mortar | 25 |
| Gambar 3.8. Neraca..... | 26 |
| Gambar 3.9. <i>Foam generator</i> | 26 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.10. <i>Mixer</i> kapasitas 5 kg..... | 27 |
| Gambar 3.11. <i>Mixer</i> kapasitas 20 kg..... | 27 |
| Gambar 3.12. <i>Flow table</i> | 28 |
| Gambar 3.13. Alat uji <i>setting time</i> | 28 |
| Gambar 3.14. Alat kuat tekan..... | 29 |
| Gambar 3.15. Oven | 29 |
| Gambar 3.16. Jangka sorong..... | 30 |
| Gambar 3.17. <i>Epoxy adhesive</i> | 30 |
| Gambar 3.18. <i>Container plastic</i> | 31 |
| Gambar 3.19. Pencampuran material | 35 |
| Gambar 3.20. Pembuatan <i>foam</i> | 35 |
| Gambar 3.21. Pencampuran material dan <i>foam</i> ke dalam <i>mixer</i> | 36 |
| Gambar 3.22. <i>Slump flow test</i> | 36 |
| Gambar 3.23. <i>Setting time test</i> | 37 |
| Gambar 3.24. Pencetakan benda uji mortar | 37 |
| Gambar 3.25. Pencetakan benda uji silinder..... | 38 |
| Gambar 3.26. <i>Curing</i> benda uji mortar | 38 |
| Gambar 3.27. Perawatan beton dengan <i>oven</i> | 39 |
| Gambar 3.28. Perawatan beton dengan <i>container</i> | 39 |
| Gambar 3.29. Pengujian berat jenis mortar..... | 40 |
| Gambar 3.30. Pengujian kuat tekan mortar..... | 40 |
| Gambar 3.31. Pelapisan <i>epoxy adhesive</i> | 41 |
| Gambar 3.32. Pemasangan <i>plastic wrap</i> | 41 |
| Gambar 3.33. Pengujian <i>sorptivity</i> | 42 |
| Gambar 3.34. Penimbangan massa beton | 42 |
| Gambar 4.1. <i>Setting time test</i> | 43 |
| Gambar 4.2. Hasil <i>setting time test</i> | 44 |
| Gambar 4.3. <i>Slump flow test</i> | 45 |
| Gambar 4.4. Hasil pengujian berat jenis | 47 |
| Gambar 4.5. Hasil pengujian kuat tekan beton | 49 |
| Gambar 4.6. <i>Initial absorption</i> variasi w/c 0,4 | 51 |
| Gambar 4.7. <i>Secondary absorption</i> variasi w/c 0,4 | 51 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.8. <i>Initial absorption</i> variasi w/c 0,5 | 53 |
| Gambar 4.9. <i>Secondary absorption</i> variasi w/c 0,5 | 53 |
| Gambar 4.10. <i>Initial absorption</i> variasi w/c 0,6 | 55 |
| Gambar 4.11. <i>Secondary absorption</i> variasi w/c 0,6 | 55 |
| Gambar 4.12. Akumulasi <i>sorptivity</i> hari ke-8 | 57 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Komposisi campuran <i>foam concrete</i> dengan variasi w/c (Li et al., 2020) | 11 |
| Tabel 2.2. Komposisi campuran beton (untuk 1 m ³) dengan variasi persentase <i>glass powder</i> (F. A. Khan et al., 2020) | 13 |
| Tabel 2.3. Hasil <i>slump flow test</i> beton segar dengan variasi penambahan <i>glass powder</i> (Noorzyafiqi et al., 2021) | 14 |
| Tabel 2.4. Kuat tekan beton dengan variasi penambahan <i>glass powder</i> (Safarizki et al., 2020)..... | 17 |
| Tabel 3.1. <i>Job mix formula</i> | 32 |
| Tabel 4.1. Hasil <i>slump flow test</i> | 45 |
| Tabel 4.2. Kriteria <i>workability</i> pada <i>foam concrete</i> (Kunhanandan Nambiar & Ramamurthy, 2008)..... | 46 |
| Tabel 4.3. Hasil pengujian berat jenis hari ke-1 | 47 |
| Tabel 4.4. Hasil pengujian berat jenis hari ke-28..... | 47 |
| Tabel 4.5. Hasil pengujian kuat tekan beton | 48 |
| Tabel 4.6. Hasil pengujian <i>sorptivity</i> variasi w/c 0,4 | 50 |
| Tabel 4.7. Hasil pengujian <i>sorptivity</i> variasi w/c 0,5 | 52 |
| Tabel 4.8. Hasil pengujian <i>sorptivity</i> variasi w/c 0,6 | 54 |
| Tabel 4.9. Akumulasi <i>sorptivity</i> hari ke-8 | 56 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|------------|---|
| ρ | = Massa jenis beton (kg/m^3) |
| m | = Massa beton (kg) |
| V | = Volume beton (mm^3) |
| f_c | = Kuat tekan beton (N/mm^2) |
| P | = Gaya (N) |
| A | = Luas permukaan (mm^2) |
| d | = Diameter (mm) |
| π | = Phi |
| S | = <i>Sorptivity</i> (mm) |
| I | = Koefisien penyerapan (mm) |
| T | = Waktu (menit) |
| ΔW | = Perubahan massa (gram) |
| W_1 | = Berat beton setelah kering dari oven (gram) |
| W_2 | = Berat beton setelah penyedotan air kapiler (gram) |
| GP | = <i>Glass powder</i> |
| GPC | = <i>Glass powder concrete</i> (beton dengan penambahan <i>glass powder</i>) |
| W/C | = <i>Water cement ratio</i> |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur suatu negara mencerminkan kemajuan bangsa dan rakyatnya. Perkembangan ekonomi dan kesejahteraan warga negara tergantung pada infrastrukturnya, yang harus kuat dan berkelanjutan. Permintaan untuk infrastruktur yang efektif, tahan lama, dan berkelanjutan secara lingkungan meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan ekspansi populasi yang cepat. Kemajuan teknologi tentunya melahirkan berbagai inovasi dalam pembangunan infrastruktur, baik dari segi material, teknologi konstruksi maupun manajemen proyeknya.

Material konstruksi merupakan salah satu elemen penting dalam pengembangan infrastruktur. Bahan yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur sangat beragam yang disesuaikan kebutuhan, seperti beton, baja maupun kayu. Umumnya material konstruksi yang paling sering digunakan yaitu beton. Beton merupakan material konstruksi paling umum yang terdiri dari tiga bahan dasar, yaitu air, semen, dan agregat, di mana pasir dan kerikil biasanya digunakan sebagai agregat halus dan kasar. Salah satu komposisi beton yang paling banyak digunakan adalah semen, tetapi juga yang paling mahal karena membutuhkan banyak sumber daya alam untuk diproduksi, termasuk batu kapur, gipsum, dan air. Produksi semen berkontribusi secara signifikan pada emisi CO₂, deforestasi, kelelahan sumber daya alam, dan konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan. Sekitar 7% dari total emisi gas rumah kaca dunia berasal dari industri semen (Junaid et al., 2022).

Oleh karena itu, kemudian muncul inovasi dalam teknologi beton berupa pengembangan *lightweight concrete* atau beton ringan, di mana semen dapat diganti dengan memanfaatkan bahan-bahan lain tanpa kehilangan kualitas beton tersebut. Penggunaan bahan baku yang murah, konservasi sumber daya alam, dan keuntungan ekonomi daripada beton konvensional adalah tiga keuntungan utama dari penggunaan beton ringan. *lightweight concrete* merupakan bahan bangunan

yang menawarkan sejumlah manfaat dalam berbagai aspek, terutama lingkungan. Dengan menggunakan semen yang terbuat dari berbagai produk sampingan industri, efek lingkungan dari produksi beton dapat berkurang secara signifikan.

Belakangan ini, banyak dilakukan studi tentang penggunaan pecahan kaca (*glass powder*) dalam pembuatan beton. Kaca termasuk salah satu material yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, timbulan sampah di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 34,3 juta ton/tahun, dengan 0.75 juta ton diantaranya berupa sampah kaca. Selain itu, diketahui sekitar 36% dari total sampah tidak dikelola dengan baik. Produk sampingan dan limbah industri berupa pecahan kaca, dapat dimanfaatkan dan digunakan kembali sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton. Penggunaan *glass powder* dalam produksi beton ini dapat mengurangi tumpukan limbah dan menurunkan permintaan bahan baku di sektor konstruksi.

Lightweight concrete yang dimaksud pada penelitian ini berupa beton busa (*foam concrete*) dengan penambahan *glass powder* sebagai bahan pengganti semen. Beton busa adalah bentuk beton ringan yang terbuat dari pasta semen atau mortar dan busa, di mana rongga udara terisi oleh bahan pembusa (*foam agent*). Pada *foam concrete*, penggantian sebanyak 20% volume semen dengan *glass powder* terbukti dapat meningkatkan kuat tekannya (Khan et al., 2019). Selain dari kuat tekan, *foam concrete* yang memiliki berat lebih rendah dibandingkan beton normal, harus mampu meningkatkan ataupun mempertahankan sifat-sifat mekanik lainnya yang sangat penting dalam proses konstruksi. Salah satunya yaitu *sorptivity* yang termasuk faktor penting dalam menentukan kualitas dan durabilitas beton terhadap pengaruh lingkungan karena menggambarkan kemampuan beton tersebut dalam penyerapan air.

Penggantian sebagian semen dengan *glass powder* dalam campuran *lightweight concrete* tentunya secara langsung berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik beton, termasuk *sorptivity*. Selain itu, pengaruh variasi W/C dalam campuran beton juga dapat berdampak pada *workability*, kekuatan, dan penyerapan beton tersebut. Oleh sebab itu, dilakukan analisis *sorptivity lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder* dan variasi W/C.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang mengenai analisis *sorptivity lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder* dan variasi W/C maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variasi W/C terhadap *sorptivity* pada *lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian mengenai analisis *sorptivity lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder* dan variasi W/C yaitu menganalisis pengaruh variasi W/C terhadap *sorptivity* pada *lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian mengenai analisis pengaruh penambahan *glass powder* dan variasi W/C terhadap *sorptivity* pada *lightweight concrete* yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian variasi W/C 0,4 ; 0,5 ; dan 0,6.
2. *Glass powder* berukuran 200 mesh yang digunakan sebagai *binder*.
3. Semen yang digunakan adalah jenis *Ordinary Portland Cement* (OPC).
4. Metode pembuatan *foamed concrete* menggunakan *pre-foamed method*.
5. Perbandingan *foam agent* dan air yang digunakan adalah 1:40.
6. Cetakan mortar berbentuk kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm digunakan untuk benda uji kuat tekan beton sebanyak 9 sampel.
7. *Bekisting* silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk benda uji *sorptivity* sebanyak 15 sampel.
8. Pengujian beton segar meliputi *setting time test* dan *slump flow test*.
9. Pengujian kuat tekan dan berat jenis pada saat umur beton 28 hari.
10. Pengujian *sorptivity* pada penelitian ini mengacu pada ASTM C1585-13.

DAFTAR PUSTAKA

- Abed, H. (2019). Production of Lightweight Concrete by Using Construction Lightweight Wastes. *Engineering and Technology Journal*, 37(1A), 12–19. <https://doi.org/10.30684/etj.37.1a.3>
- ASTM C1585-13. 2013. Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM C191-08. 2014. Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM C1437-07. 2020. Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM C138. 2017. Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM C567. 2012. Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM C109-08. 2008. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- Chen, W. X., Xiao, F. K., Guan, X. H., Cheng, Y., Shi, X. P., Liu, S. M., & Wang, W. W. (2018). The application of waste fly ash and construction-waste in cement filling material in goaf. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 292(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/292/1/012001>
- 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>

- Farkhodovna, T. D. (2022). *CEMENT PRODUCTION PROCESS AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF CEMENT AND CONCRETE*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7214229>
- Ghasemipor, V., & Piroti, S. (2018). Experimental Evaluation of the Effect of Water-Cement Ratio on Compressive, Abrasion Strength, Hydraulic Conductivity Coefficient and Porosity of Nano-Silica Concretes. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 8(2), 17–24. <https://doi.org/10.2478/jaes-2018-0013>
- Hedjazi, S. (2019). *Compressive Strength of Lightweight Concrete*.
www.intechopen.com
- Jiahao, L., Chin Lian, F., Hejazi, F., & Azline, N. (2019). Study of properties and strength of no-fines concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 357(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/357/1/012009>
- Junaid, M. F., Rehman, Z. ur, Kuruc, M., Medved', I., Bačinskas, D., Čurpek, J., Čekon, M., Ijaz, N., & Ansari, W. S. (2022). Lightweight concrete from a perspective of sustainable reuse of waste byproducts. In *Construction and Building Materials* (Vol. 319). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126061>
- Kadela, M., Kukielka, A., & Małek, M. (2020). Characteristics of lightweight concrete based on a synthetic polymer foaming agent. *Materials*, 13(21), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ma13214979>
- Kalakada, Z., & Doh, J. H. (2020). Studies on Recycled Waste Glass Powder as Binder in Concrete. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 37, pp. 61–70). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7603-0_7
- Khan, F. A., Shahzada, K., Ullah, Q. S., Fahim, M., Khan, S. W., & Badrashi, Y. I. (2020). Development of environment-friendly concrete through partial addition of waste glass powder (Wgp) as cement replacement. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 6(12), 2332–2343. <https://doi.org/10.28991/cej-2020-03091620>
- 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>
- Kunhanandan Nambiar, E. K., & Ramamurthy, K. (2008). Fresh State Characteristics of Foam Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 20(2), 111–117. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0899-1561\(2008\)20:2\(111\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0899-1561(2008)20:2(111))
- Li, S., Yang, J., & Zhang, P. (2020). Water-Cement-Density Ratio Law for the 28-Day Compressive Strength Prediction of Cement-Based Materials. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/7302173>
- Medeiros-Junior, R. A., Munhoz, G. S., & Medeiros, M. H. F. (2019). *Correlations between water absorption, electrical resistivity and compressive strength of concrete with different contents of pozzolan*. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i1.335>
- 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>
- Orouji, M., Zahrai, S. M., & Najaf, E. (2021). Effect of glass powder & polypropylene fibers on compressive and flexural strengths, toughness and ductility of concrete: An environmental approach. *Structures*, 33, 4616–4628. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.07.048>
- 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>
- Pereira De Oliveira, L. A., Castro-Gomes, J. P., & Santos, P. (2008). *Mechanical and Durability Properties of Concrete with Ground Waste Glass Sand*.
- Safarizki, H. A., Gunawan, L. I., & Marwahyudi. (2020). Effectiveness of Glass Powder as a Partial Replacement of Sand in Concrete Mixtures. *Journal of*

Physics: Conference Series, 1625(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1625/1/012025>

Sahib, Q., Marshdi, R., Hussien, S. A., Mareai, B. M., Al-Khafaji, Z. S., & Shubbar, A. A. (2021). Applying of No-fines concretes as a porous concrete in different construction application. *Original Research*, 9(4), 999–1012.

Thienel, K. C., Haller, T., & Beuntner, N. (2020). Lightweight concrete-from basics to innovations. In *Materials* (Vol. 13, Issue 5). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma13051120>

Zeng, Y., Zhou, X., Tang, A., & Sun, P. (2020). Mechanical properties of chopped basalt fiber-reinforced lightweight aggregate concrete and chopped polyacrylonitrile fiber reinforced lightweight aggregate concrete. *Materials*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/ma13071715>