

TUGAS AKHIR

ANALISIS MIKROSTRUKTUR

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



ANANDA MUTIARA CHAIRUNNISA

03011282025065

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Mutiara Chairunnisa

NIM : 03011282025065

Judul : Analisis Mikrostruktur *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, Maret 2024



ANANDA MUTIARA CHAIRUNNISA
NIM. 03011282025065

HALAMAN PENGESAHAN

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

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

ANANDA MUTIARA CHAIRUNNISA

03011282025065

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 Mikrostruktur *Lightweight Concrete* dengan Penambahan *Glass Powder* dan Variasi W/C” yang disusun oleh Ananda Mutiara Chairunnisa, 03011282025065 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Februari 2024.

Palembang, 28 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

Ketua Jurusan Teknik Sipil

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



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Mikrostruktur Lightweight Concrete dengan Penambahan Glass Powder dan Variasi W/C**” yang disusun oleh Ananda Mutiara Chairunnisa, NIM. 03011282025065 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Februari 2024.

Palembang, 28 Februari 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

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

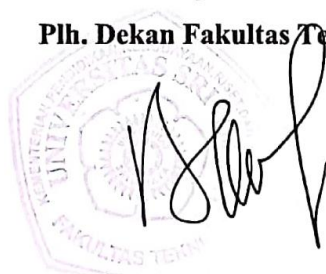
Anggota:

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

Palembang, 15 Maret 2024

Mengetahui,

Plh. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T
NIP. 197502112003121002

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Mutiara Chairunnisa

NIM : 03011282025065

Judul : Analisis Mikrostruktur *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, Maret 2024



Ananda Mutiara Chairunnisa

NIM. 03011282025065

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Ananda Mutiara Chairunnisa
Jenis Kelamin : Perempuan
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 082320439357
E-mail : anandamutiarach@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Nama Sekolah | Fakultas | Jurusan | Pendidikan | Masa |
|-----------------------------------|----------|--------------|------------|-----------|
| SD KARTIKA II-3 PALEMBANG | - | - | SD | 2008-2014 |
| SMP ISLAM AZ-ZAHRA 1 PALEMBANG | - | - | SMP | 2014-2017 |
| SMAN 2 PALEMBANG | - | MIPA | SMA | 2017-2020 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | S1 | 2020-2024 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Ananda Mutiara Chairunnisa
03011282025065

RINGKASAN

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

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 28 Februari 2024

Ananda Mutiara Chairunnisa; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 43 halaman, 37 gambar, 12 tabel

Material utama yang umum digunakan dalam pembangunan konstruksi adalah beton. Teknologi beton masih terus dikembangkan untuk mencapai material bangunan yang ramah lingkungan dan tetap berkualitas. *Glass powder* dapat menjadi produk keberlanjutan dalam industri konstruksi dan penggunaannya dapat mengurangi dampak lingkungan, maka dilakukanlah penelitian yang memanfaatkan bahan limbah menjadi pengganti bahan alami. *Glass powder* digunakan sebagai substitusi semen. Penelitian ini menggunakan 30% *glass powder* dengan variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6. Rasio *foam* dan pasta semen sebesar 0,35 dan 0,65 dan rasio *foam agent* dan air 1:40. Pengujian beton keras berupa berat jenis dan kuat tekan serta pengujian mikrostruktur XRD dan SEM. Berdasarkan penelitian, hasil berat jenis pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 berurut adalah 1518,3; 1268,0; dan 1197,1 kg/m³ dan kuat tekan berurut adalah 5,47; 3,08; dan 2,44 MPa. Variasi w/c 0,4 memiliki berat jenis dan kuat tekan tertinggi dengan hasil uji SEM dan XRD yang menunjukkan bahwa sampel memiliki pori yang sedikit, berukuran kecil, dan menghasilkan persentase amorf tertinggi sebesar 96,71%. Nilai berat jenis dan kuat tekan terendah ada pada w/c 0,6, dikarenakan dari hasil uji SEM dan XRD terbentuk pori yang banyak, berukuran lebih besar, dan memiliki persentase amorf sebesar 95,88%.

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

SUMMARY

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

Scientific papers in form of Final Projects, February 28th 2024

Ananda Mutiara Chairunnisa; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 43 pages, 37 images, 12 tables

The main material commonly used in construction is concrete. Concrete technology is still being developed to achieve building materials that are environmentally friendly and of high quality. Glass powder can be a sustainable product in the construction industry and its use can reduce environmental impact, so research is carried out that utilizes waste materials to replace natural materials. Glass powder is used as a substitute for cement. This study used 30% glass powder with w/c variations of 0.4; 0.5; and 0.6. The ratio of foam and cement paste was 0.35 and 0.65 and the ratio of foam agent and water was 1:40. Hard concrete testing in the form of specific gravity and compressive strength as well as XRD and SEM microstructure testing. Based on the research, the specific gravity of w/c variations 0.4; 0.5; and 0.6 were 1518.3; 1268.0; and 1197.1 kg/m³ respectively and the compressive strength was 5.47; 3.08; and 2.44 MPa respectively. The w/c 0.4 variation has the highest specific gravity and compressive strength with SEM and XRD test results showing that the sample has few pores, is small in size, and produces the highest amorphous percentage of 96.71%. The lowest specific gravity and compressive strength values are at w/c 0.6, because from the SEM and XRD test results, many pores are formed, larger in size, and have an amorphous percentage of 95.88%.

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

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

Ananda Mutiara Chairunnisa¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

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

Abstrak

Material utama yang umum digunakan dalam pembangunan konstruksi adalah beton. Teknologi beton masih terus dikembangkan untuk mencapai material bangunan yang ramah lingkungan dan tetap berkualitas. *Glass powder* dapat menjadi produk keberlanjutan dalam industri konstruksi dan penggunaannya dapat mengurangi dampak lingkungan, maka dilakukanlah penelitian yang memanfaatkan bahan limbah menjadi pengganti bahan alami. *Glass powder* digunakan sebagai substitusi semen. Penelitian ini menggunakan 30% *glass powder* dengan variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6. Rasio *foam* dan pasta semen sebesar 0,35 dan 0,65 dan rasio *foam agent* dan air 1:40. Pengujian beton keras berupa berat jenis dan kuat tekan serta pengujian mikrostruktur XRD dan SEM. Berdasarkan penelitian, hasil berat jenis pada variasi w/c 0,4; 0,5; dan 0,6 berurut adalah 1518,3; 1268,0; dan 1197,1 kg/m³ dan kuat tekan berurut adalah 5,47; 3,08; dan 2,44 MPa. Variasi w/c 0,4 memiliki berat jenis dan kuat tekan tertinggi dengan hasil uji SEM dan XRD yang menunjukkan bahwa sampel memiliki pori yang sedikit, berukuran kecil, dan menghasilkan persentase amorf tertinggi sebesar 96,71%. Nilai berat jenis dan kuat tekan terendah ada pada w/c 0,6, dikarenakan dari hasil uji SEM dan XRD terbentuk pori yang banyak, berukuran lebih besar, dan memiliki persentase amorf sebesar 95,88%.

Kata Kunci: *Lightweight concrete, glass powder, foam, XRD, SEM, 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



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

Ananda Mutiara Chairunnisa¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

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

Abstract

The main material commonly used in construction is concrete. Concrete technology is still being developed to achieve building materials that are environmentally friendly and of high quality. Glass powder can be a sustainable product in the construction industry and its use can reduce environmental impact, so research is carried out that utilizes waste materials to replace natural materials. Glass powder is used as a substitute for cement. This study used 30% glass powder with w/c variations of 0.4; 0.5; and 0.6. The ratio of foam and cement paste was 0.35 and 0.65 and the ratio of foam agent and water was 1:40. Hard concrete testing in the form of specific gravity and compressive strength as well as XRD and SEM microstructure testing. Based on the research, the specific gravity of w/c variations 0.4; 0.5; and 0.6 were 1518.3; 1268.0; and 1197.1 kg/m³ respectively and the compressive strength was 5.47; 3.08; and 2.44 MPa respectively. The w/c 0.4 variation has the highest specific gravity and compressive strength with SEM and XRD test results showing that the sample has few pores, is small in size, and produces the highest amorphous percentage of 96.71%. The lowest specific gravity and compressive strength values are at w/c 0.6, because from the SEM and XRD test results, many pores are formed, larger in size, and have an amorphous percentage of 95.88%.

Keyword: *Lightweight concrete, glass powder, foam, XRD, SEM, 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



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Analisis Mikrostruktur *Lightweight concrete* dengan Penambahan *Glass powder* dan Variasi W/C”

Pada proses penyelesaian proposal ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., 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.
4. Ibu Dr. Ir. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu dalam menyusun penelitian tugas akhir ini, memberikan arahan, saran, dan masukkan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. PT Semen Baturaja Kertapati, yang telah membantu dan menyediakan prasarana selama proses penelitian Tugas Akhir.
8. Mama, Papa, Kak Dina, dan Kiki yang selalu mendoakan, memberi dukungan moral, materi, menghibur, dan memberi kepercayaan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman penelitian Tugas Akhir, Christine, Alya, Wuland, Mafaza, Nabilah, Chrisnadi, Idrus, Yadi, Sahib, Fadjrln, Abdan, Herwanto, dan Hilman yang telah kebersamai dan berjuang dalam penelitian beberapa bulan ini.

10. Teman seperjuangan, Christine dan Rani yang telah kebersamai, menyemangati, mendengarkan keluh kesah, memberi do'a, dan saling berjuang bersama sampai di titik ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Besar harapan penulis agar terdapat kritik dan saran yang membangun supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Palembang, Februari 2024

Ananda Mutiara Chairunnisa

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..... | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL..... | xviii |
| DAFTAR NOTASI..... | xix |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. <i>Lightweight concrete</i> | 3 |
| 2.1.1. Jenis-Jenis <i>Lightweight concrete</i> | 4 |
| 2.1.2. Bahan Penyusun <i>Lightweight concrete</i> | 6 |
| 2.2. <i>Glass powder</i> | 8 |
| 2.3. Faktor Air Semen..... | 10 |
| 2.4. Pengujian Beton Keras | 10 |

| | | |
|------------------------------------|--|----|
| 2.4.1. | Pengujian Berat Jenis | 10 |
| 2.4.2. | Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 11 |
| 2.5. | Pengujian Mikrostruktural Material | 12 |
| 2.5.1. | <i>X-ray Diffraction (XRD)</i> | 12 |
| 2.5.2. | <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> | 14 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 16 |
| 3.1. | Umum | 16 |
| 3.2. | Studi Literatur | 16 |
| 3.3. | Alur Penelitian | 16 |
| 3.4. | Persiapan Material | 18 |
| 3.4.1. | <i>Glass powder</i> | 18 |
| 3.4.2. | <i>Foam agents</i> | 18 |
| 3.4.3. | Semen..... | 19 |
| 3.4.4. | Air | 19 |
| 3.5. | Persiapan Alat | 20 |
| 3.5.1. | Alat Cetak Beton | 20 |
| 3.5.2. | Neraca digital | 20 |
| 3.5.3. | <i>Mixer</i> | 21 |
| 3.5.4. | <i>Foam Generator</i> | 21 |
| 3.5.5. | Alat Uji Kuat Tekan | 21 |
| 3.5.6. | Ember | 22 |
| 3.5.7. | Alat Uji <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> | 22 |
| 3.5.8. | Alat Uji <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> | 23 |
| 3.6. | Tahap Pengujian..... | 23 |
| 3.6.1. | Tahap 1 | 23 |
| 3.6.2. | Tahap 2 | 24 |
| 3.6.3. | Tahap 3 | 26 |
| 3.6.4. | Tahap 4 | 27 |
| 3.6.5. | Tahap 5 | 28 |
| 3.6.6. | Tahap 6 | 29 |

| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 30 |
| 4.1. Pengujian Beton Keras | 30 |
| 4.1.1. Pengujian Berat Jenis | 30 |
| 4.1.2. Pengujian Kuat Tekan | 31 |
| 4.2. Pengujian Mikrostruktur | 32 |
| 4.2.1. Pengujian X-Ray Diffraction (XRD) | 32 |
| 4.2.2. Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)..... | 37 |
| | |
| BAB V PENUTUP..... | 40 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 40 |
| 5.2. Saran | 40 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 41 |
| | |
| LAMPIRAN..... | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Lightweight concrete dengan struktur matriks padat | 3 |
| Gambar 2.2 Perubahan volume foam pada konsentrasi yang berbeda pada foam agent (Cao et al., 2020) | 8 |
| Gambar 2.3. Hasil berat jenis dengan curing air (Sunarno et al., 2020) | 11 |
| Gambar 2.4. Pola XRD pada bahan glass powder (Tognonvi et al., 2020) | 13 |
| Gambar 2.5. Pola XRD pasta semen dengan jumlah glass powder yang berbeda (Vaitkevicius et al., 2014)..... | 13 |
| Gambar 2.6. SEM pasta semen dengan glass powder pada usia (a) 80°C pada 1 hari; (b) curing dengan microwave pada 1 hari; (c) curing normal pada 28 hari; (d) curing dengan uap 80°C pada 28 hari (Kong et al., 2018) | 15 |
| Gambar 3.1. Diagram alir penelitian..... | 17 |
| Gambar 3.2. Glass powder | 18 |
| Gambar 3.3. Foam Agent | 18 |
| Gambar 3.4. Semen OPC | 19 |
| Gambar 3.5. Air..... | 19 |
| Gambar 3.6. Alat Cetak Beton | 20 |
| Gambar 3.7. Neraca Digital | 20 |
| Gambar 3.8. Mixer | 21 |
| Gambar 3.9. Foam Generator..... | 21 |
| Gambar 3.10. Alat Kuat Tekan..... | 22 |
| Gambar 3.11. Ember | 22 |
| Gambar 3.12. Alat Uji XRD..... | 23 |
| Gambar 3.13. Alat Uji SEM..... | 23 |
| Gambar 3.14. Pencampuran material | 26 |
| Gambar 3.15. Pembuatan foam..... | 26 |
| Gambar 3.16. Pencampuran pasta semen dan foam..... | 27 |
| Gambar 3.17. Pencetakan benda uji..... | 27 |
| Gambar 3.18. Curing benda uji | 28 |
| Gambar 3.19. Pengujian berat jenis | 28 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.20. Pengujian kuat tekan | 29 |
| Gambar 4.1. Hasil pengujian berat jenis dengan variasi W/C | 31 |
| Gambar 4.2. Hasil pengujian kuat tekan dengan variasi W/C | 32 |
| Gambar 4.3. Hasil XRD GPC 2-1 | 33 |
| Gambar 4.4. Hasil XRD GPC 2-2..... | 34 |
| Gambar 4.5. Hasil XRD GPC 2-3..... | 34 |
| Gambar 4.6. Perhitungan luas area puncak GPC 2-1..... | 35 |
| Gambar 4.7. Perhitungan luas area puncak GPC 2-2..... | 36 |
| Gambar 4.8. Perhitungan luas area puncak GPC 2-3..... | 36 |
| Gambar 4.9. SEM GPC 2-1 pada perbesaran 40x (a) dan 5000x (b)..... | 37 |
| Gambar 4.10. SEM GPC 2-2 pada perbesaran 40x (a) dan 5000x (b)..... | 37 |
| Gambar 4.11. SEM GPC 2-3 pada perbesaran 40x (a) dan 5000x (b)..... | 38 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1 Workabilitas <i>foam concrete</i> berdasarkan aliran (Gencel et al., 2022)..... | 5 |
| Tabel 2.2 Komposisi Kimia Semen (Kozłowski & Kadela, 2018) | 7 |
| Tabel 2.3 Sifat fisik semen (Hou et al., 2021)..... | 7 |
| Tabel 2.4 Sifat fisik dari bahan tambah foam (Seker et al., 2020)..... | 8 |
| Tabel 2.5 Komposisi kimia glass powder (Hameed & Hamada, 2020)..... | 9 |
| Tabel 2.6 Sifat fisik glass powder (Najaf & Abbasi, 2022) | 9 |
| Tabel 2.7 Hasil kuat lentur beton dengan glass powder sebagai pengganti parsial semen..... | 9 |
| Tabel 2.8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Baktiar & Lubis, 2021) .. | 12 |
| Tabel 3.1. Tabel job mix design | 24 |
| Tabel 4.1. Hasil pengujian berat jenis pada beton umur 1 hari | 30 |
| Tabel 4.2. Hasil pengujian berat jenis pada beton umur 28 hari | 30 |
| Tabel 4.3. Hasil persentase kristalin dan amorf | 36 |

DAFTAR NOTASI

ρ = Berat jenis beton (kg/m^3)

m = Massa beton (kg)

V = Volume beton (mm^3)

GP = *Glass powder*

GPC = *Glass powder concrete*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material utama yang sangat umum digunakan dalam pembangunan konstruksi saat ini adalah beton. Beton lebih banyak digunakan karena ekonomis, tahan terhadap gaya tekan, dan pengerjaannya yang mudah. Kuat tekan yang tinggi, tetapi kuat tariknya rendah merupakan karakteristik dari beton. Beton juga lebih mudah untuk dirawat dibandingkan dengan material konstruksi lainnya.

Umumnya, teknologi beton masih terus dikembangkan untuk mencapai permintaan akan material bangunan yang lebih ramah lingkungan, hemat energi, dan tetap berkualitas. Salah satu teknologi beton atau inovasi yang menarik adalah *foam concrete*. Masuknya gelembung udara merupakan sifat yang menguntungkan untuk beton ini. Oleh karena itu, *foam concrete* dapat diaplikasikan di bidang teknik sipil dan konstruksi bangunan.

Seiring perkembangan zaman, untuk meningkatkan sifat dan kinerja dari *lightweight concrete*, maka penelitian mengenai bahan tambahan dan komposisi akan semakin penting. Penambahan *glass powder* sebagai binder atau bahan pengganti sebagian dari semen dapat meningkatkan sifat mekanis beton menjadi lebih baik. *Glass powder* merupakan limbah kaca yang dapat mengurangi dampak lingkungan dan dapat menjadi produk keberlanjutan dalam industri konstruksi.

Berdasarkan data Menteri Lingkungan dan Kehutanan tahun 2021 menyatakan bahwa sampah di Indonesia mencapai 18,2 juta ton/tahun, diantaranya terdapat sampah kaca sebanyak 2,25%. *Glass powder* ini dapat ditemukan dalam bentuk pecahan kaca, seperti piring kaca, gelas kaca, dan lainnya.

Sebagai salah satu langkah untuk mengurangi limbah kaca, maka dilakukan penelitian yang memanfaatkan bahan limbah menjadi pengganti bahan alami. Penelitian ini memanfaatkan *glass powder* sebagai bahan pengganti parsial semen dan bertujuan untuk menganalisis mikrostruktur pada *foam concrete* dengan penambahan *glass powder* dan variasi w/c. Melalui penelitian ini, diharapkan untuk

mendapatkan pemahaman yang lebih tentang bagaimana struktur dalam beton berubah sebagai respons terhadap perubahan komposisi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan mengenai analisa mikrostruktur limbah *glass powder* dan variasi nilai w/c, maka didapat rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh penambahan *glass powder* dan variasi nilai w/c terhadap mikrostruktur *lightweight concrete*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang ada, yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan *glass powder* dan variasi nilai w/c terhadap mikrostruktur *lightweight concrete*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mengenai analisis mikrostruktur *lightweight concrete* dengan penambahan *glass powder* dan variasi w/c adalah sebagai berikut:

1. *Glass powder* yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 200 mesh.
2. Semen yang digunakan merupakan semen tipe I.
3. Nilai variasi w/c yang diuji adalah 0,4; 0,5; 0,6.
4. *Glass powder* yang digunakan sebagai pengganti 30% semen.
5. Perbandingan *foam agent* dan air adalah 1:40.
6. Cetakan mortar berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm yang digunakan untuk benda uji sebanyak 9 sampel.
7. Pengujian beton keras berupa uji berat jenis dan kuat tekan.
8. Uji mikrostruktur yang dilakukan adalah XRD (*X-ray Diffraction*) dan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan sampel sebanyak 6 buah.
9. Pengujian material dan beton mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

DAFTAR PUSTAKA

- Baktiar, A. A., & Lubis, Z. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON-STRUKTURAL. *Jurnal Teknik*, 13(2), 73. <https://doi.org/10.30736/jt.v13i2.632>
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. In *Critical Reviews in Analytical Chemistry* (Vol. 45, Issue 4, pp. 289–299). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>
- Cao, Q., Shen, J. J., & Guo, W. J. (2020). Effects of foaming agent on properties of foamed gel. *Advanced Composites Letters*, 29. <https://doi.org/10.1177/0963693519881649>
- Chung, S. Y., Kim, J. S., Lehmann, C., Stephan, D., Han, T. S., & Elrahman, M. A. (2020). Investigation of phase composition and microstructure of foamed cement paste with different supplementary cementing materials. *Cement and Concrete Composites*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103560>
- Gencil, O., Bilir, T., Bademler, Z., & Ozbakkaloglu, T. (2022). A Detailed Review on Foam Concrete Composites: Ingredients, Properties, and Microstructure. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12115752>
- Hameed, A. M., & Hamada, R. F. (2020). Using the Glass and Rubber waste as Sustainable Materials to Prepare Foamed Concrete with Improved Properties. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 881(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/881/1/012188>
- Hou, L., Li, J., Lu, Z., & Niu, Y. (2021). Influence of foaming agent on cement and foam concrete. *Construction and Building Materials*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122399>

- 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>
- Kong, Y., Wang, P., Liu, S., Gao, Z., & Rao, M. (2018). Effect of microwave curing on the hydration properties of cement-based material containing glass powder. *Construction and Building Materials*, 158, 563–573. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.10.058>
- Kozłowski, M., & Kadela, M. (2018). Mechanical Characterization of Lightweight Foamed Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6801258>
- Li, W. (2021). Analysis of the Influence of Water-cement Ratio on Concrete Strength. *E3S Web of Conferences*, 283. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128301016>
- Meena, R., Sharma, S., Sharma, A., & Kumar, M. (2020). *Study on Lightweight Concrete-Review*. www.ijert.org
- Najaf, E., & Abbasi, H. (2022). Using Recycled Concrete Powder, Waste Glass Powder, and Plastic Powder to Improve the Mechanical Properties of Compacted Concrete: Cement Elimination Approach. *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9481466>
- Nemade, P., Tambe, Y., Samaj's Karmaveer, V. P., Baburao, A., & Thakare, G. (2022). Physical and mechanical properties of foamed concrete, a literature review. *Article in Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 44(4), 936–944. <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2022.125>
- Sambhaji Laxman Assistant Professor, K. (2018). Influence of Waste Glass Powder on the Properties of Concrete. In *Ahmednagar In Association with JournalNX-A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*, ISSN. <http://www.glass-threcycling.co.uk>

- Seker, B. S., Gökçe, M., & Şenol Şeker, B. (2020). *Foam Concrete*. 9, 9–18. <http://dergipark.gov.tr/en/pub/jnrs>
- Sunarno, Y., Tjaronge, M. W., & Irmawaty, R. (2020). Preliminary study on early compressive strength of foam concrete using Ordinary Portland Cement (OPC) and Portland Composite Cement (PCC). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/419/1/012033>
- 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>
- Tognonvi, M. T., Tagnit-Hamou, A., Konan, L. K., Zidol, A., & N'Cho, W. C. (2020). Reactivity of Recycled Glass Powder in a Cementitious Medium. *New Journal of Glass and Ceramics*, 10(03), 29–44. <https://doi.org/10.4236/njgc.2020.103003>
- Vaitkevičius, V., Šerelis, E., & Hilbig, H. (2014). The effect of glass powder on the microstructure of ultra high performance concrete. *Construction and Building Materials*, 68, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.05.101>