

TUGAS AKHIR

STUDI KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR BETON DENGAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER DENGAN METODE CRUSHING

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



FARIZ ALHAZMI SIREGAR

03011281924057

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR BETON DENGAN
AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER DENGAN METODE CRUSHING

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

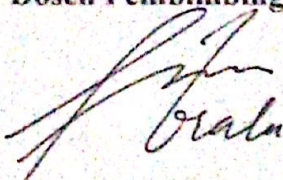
FARIZ ALHAZMI SIREGAR

03011281924057

Palembang, Mei 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,

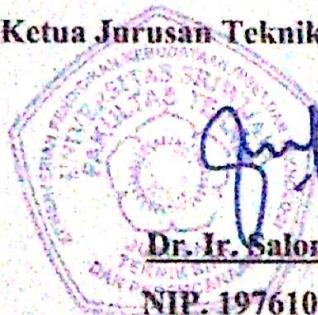


Ir. Bimo Brata Adhitva, S.T., M.T.

NIP. 198103102008011010

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

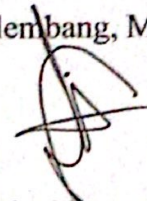
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Studi Karakteristik dan Mikrostruktur Beton dengan Agregat Buatan Geopolimer dengan Metode *Crushing***”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian proposal tugas akhir ini, diantaranya:

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, motivasi, dan semangat hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Mas Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dukungan, ilmu yang bermanfaat, saran dan masukan serta banyak pengalaman dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Riani Muharomah, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan banyak ilmu serta semua dosen dan jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Kak Budi yang telah banyak membantu dan mendukung serta memberi masukan dan ilmu selama penyusunan proposal tugas akhir.
6. Teman-teman satu tim tugas akhir Defiria Afifah, M. Hadziq Huda, dan Alfian Fadlyba yang telah kebersamai baik suka dan duka selama penyelesaian proposal tugas akhir ini.

Palembang, Mei 2024



Fariz Alhazmi Siregar

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
RINGKASAN	x
SUMARRY	xi
HALAMAN ABSTRAK.....	xi
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	xiii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xv
PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI.....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvii
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
1.5. Metode Pengumpulan Data.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu	4
2.2. Definisi Beton	4
2.3. Komponen Penyusun Beton.....	5
2.4. Beton Ringan	8
2.5. Keunggulan dan Kelemahan Beton.....	10
2.6. Mikrostruktur Beton.....	11
2.7. Alat Pengujian Mikrostruktur Beton.....	12
2.8. Definisi <i>Geopolymer Concrete</i>	15

2.9. Agregat Buatan	16
2.10. Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1. Deskripsi Umum	19
3.2. Studi Literatur	19
3.3. Alur Penelitian	19
3.4. Material Penyusun	20
3.5. Peralatan.....	23
3.6. Tahapan Pengujian di Laboratorium.....	33
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus	45
4.1.1. Pengujian Kadar Air Agregat Halus	45
4.1.2. Pengujian <i>Spesific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus.....	46
4.1.3. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus.....	47
4.1.4. Pengujian Zat Organik Agregat Halus.....	48
4.1.5. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	48
4.2. Hasil Pengujian Agregat Natural/Kerikil	48
4.3. Hasil Pengujian Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	53
4.4. Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	57
4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton	60
4.6. Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i>	62
BAB 5 PENUTUP	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	668

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Bentuk dasar dari jenis beton ringan (Newman & Choo, 2003)	8
Gambar 2. 2 Hasil uji XRD pada fly ash (martinez, 2016).....	14
Gambar 2. 3 Hasil pengujian SEM pada <i>fly ash</i> (Moon, 2016).....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Agregat Buatan Geopolimer berbasis <i>Fly Ash</i>	21
Gambar 3.3 Agregat Halus.....	21
Gambar 3.4 Semen OPC (<i>Ordinary Portland Cement</i>)	22
Gambar 3.5 <i>Aquades</i>	22
Gambar 3.6 Pan	23
Gambar 3.7 Timbangan Digital	23
Gambar 3.8 Sekop	24
Gambar 3. 9 Sekop Semen	24
Gambar 3.10 Sikat Kawat	25
Gambar 3.11 <i>Scraper</i>	25
Gambar 3.12 Kuas.....	26
Gambar 3.13 Sarung Tangan.....	26
Gambar 3.14 Saringan.....	27
Gambar 3.15 <i>Sieve machine</i>	27
Gambar 3.16 <i>Concrete Mixer</i>	28
Gambar 3.17 Bekisting.....	28
Gambar 3.18 Tongkat Penumbuk	29
Gambar 3.19 Kerucut Terpancung.....	29
Gambar 3.20 Pelat Besi.....	30
Gambar 3.21 Alat Ukur <i>Slump</i>	30
Gambar 3.22 Ember	31
Gambar 3.23 Oven	31
Gambar 3.24 <i>Plastic Wrap</i>	32
Gambar 3.25 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	32
Gambar 3. 26 Alat <i>Pelletization</i>	33
Gambar 3. 27 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	33
Gambar 3. 28 Penimbangan Material Uji	39
Gambar 3. 29 Proses memasukkan agregat kedalam molen pada masing-masing campuran beton (a) agregat natural/kerikil; (b) agregat <i>crushing</i>	40
Gambar 3. 30 Mencampur pasir dan agregat	40
Gambar 3. 31 Proses memasukkan semen	41
Gambar 3. 32 Menuangkan air pada campuran beton.....	41
Gambar 3. 33 Uji <i>Slump</i>	42
Gambar 3. 34 Memasukkan campuran kedalam bekisting	42
Gambar 3. 35 Curing <i>beton</i>	43

Gambar 3. 36 Pengujian Kuat Tekan (a) Beton Tinjauan; (b) Beton Agregat <i>crushing</i>	44
Gambar 3. 37 Pengujian <i>scanning electron microscope</i>	44
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Halus	47
Gambar 4. 2 Gradasi Agregat Kasar	52
Gambar 4. 3 Gradasi Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	56
Gambar 4. 4 Hasil pengujian XRD	59
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian SEM	59
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	61
Gambar 4. 7 Hasil Scanning Electron Microscope pada ikatan (a), (b),(c) Beton Tinjauan; (d), (f), (g) Beton Geopolimer	63
Gambar 4. 8 Hasil Scanning Electron Microscope Pada Agregat (a), (b) Agregat Natural; (c), (d) Agregat Geopolimer.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Jenis agregat ringan yang dipilih berdasarkan tujuan konstruksi	10
Tabel 2. 2 Hasil uji XRF <i>fly ash</i> biomass (Saedi, 2019).....	13
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Material.....	36
Tabel 3.2 Perencanaan JMF	37
Tabel 3.3 Hasil JMF.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Halus.....	46
Tabel 4. 3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	47
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur	48
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	49
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar	50
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar.....	51
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar.....	51
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian AIV Agregat Kasar.....	53
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i> ...	54
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian <i>Spesific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	54
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Buatan <i>Crushing</i>	55
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian AIV Agregat Buatan Geopolimer <i>Crushing</i>	57
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian XRF	58
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat Natural.....	60
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian KTB Beton Agregat <i>Crushing</i>	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Lembar Asistensi Tugas Akhir
2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/ Ujian Tugas Akhir
3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir
4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir

RINGKASAN

STUDI KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR BETON DENGAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER DENGAN METODE *CRUSHING*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Mei 2024

Fariz Alhazmi Siregar; dibimbing oleh Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 67 halaman + 49 gambar + 21 tabel + 4 lampiran

Penggunaan beton yang semakin meningkat dalam pekerjaan konstruksi semakin menyebabkan penurunan ketersediaan agregat alam, sedangkan permintaan terhadap beton meningkat karena beton adalah elemen penting dalam konstruksi. Dengan memanfaatkan limbah abu terbang untuk membuat agregat buatan dapat membantu mengurangi polusi lingkungan. Saat ini, Beton Geopolimer dengan limbah abu terbang telah mulai menyebar ke elemen konstruksi, oleh karena itu penelitian ini akan melakukan studi tentang karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan berbasis abu terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan metode *crushing*. Bahan-bahan konstituen beton adalah semen, air, pasir, agregat kasar alam, dan agregat kasar buatan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan target kuat tekan $f_c' 25$ Mpa dan pengujian mikroskop elektron SEM. Dalam uji kuat tekan, baik beton dengan agregat alam maupun beton dengan agregat buatan memenuhi target masing-masing 28.976 Mpa dan 23.418 Mpa. Kuat tekan beton dengan agregat buatan lebih rendah karena agregat buatan memiliki lebih banyak pori dibanding agregat alam, dan juga ikatan antara pasta dan agregat pada beton alam lebih rapat dibanding beton dengan agregat buatan. Hal ini terlihat dari hasil pengujian mikroskop elektron SEM.

Kata kunci : Geopolimer, Mikrostruktur, Agregat, Beton.

SUMARRY

STUDY OF CHARACTERISTICS AND MICROSTRUCTURE OF CONCRETE WITH GEOPOLYMER ARTIFICIAL AGGREGATES USING CRUSHING METHOD

Scientific papers in the form of final project, May 2024

Fariz Alhazmi Siregar; guided by Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 67 page + 49 picture + 21 table + 4 attachment

The increasing use of concrete in construction work is increasingly causing natural aggregates to deplete their availability, whereas the demand for concrete is increasing because concrete is an important element in a construction. By utilizing fly ash waste to make artificial aggregates can help reduce environmental pollution. Currently, Geopolymer Concrete with fly ash waste has begun to spread to construction elements, therefore this study will conduct a study of the characteristics and microstructure of concrete with fly ash-based artificial aggregates. The purpose of this study is to determine the characteristics and microstructure of concrete with artificial aggregate geopolymer crushing method. The constituent materials of concrete are cement, water, sand, natural coarse aggregate, and artificial coarse aggregate. In this study, the compressive strength of concrete with a target compressive strength of $f_c' = 25$ Mpa and scanning electron microscope (SEM) testing. In the compressive strength test, both natural aggregate concrete and artificial aggregate concrete met the target of 28.976 Mpa and 23.418 Mpa. The compressive strength of artificial aggregate concrete is lower because artificial aggregate has more pores than natural aggregate, and also the bond between paste and aggregate in natural concrete is tighter than concrete with artificial aggregate. This can be seen from the test results of scanning electron microscope (SEM).

Keywords : Geopolymer, Microstructure, Aggregate, Concrete.

STUDI KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR BETON DENGAN AGREGAT BETON DENGAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER DENGAN METODE CRUSHING

Fariz Alhazmi Siregar¹⁾, dan Bimo Bratha Adhitya²⁾

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

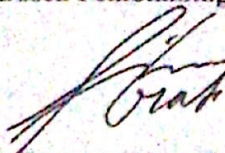
²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: bimo@unsri.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan beton yang semakin meningkat dalam pekerjaan konstruksi semakin menyebabkan penurunan ketersediaan agregat alam, sedangkan permintaan terhadap beton meningkat karena beton adalah elemen penting dalam konstruksi. Dengan memanfaatkan limbah abu terbang untuk membuat agregat buatan dapat membantu mengurangi polusi lingkungan. Saat ini, Beton Geopolimer dengan limbah abu terbang telah mulai menyebar ke elemen konstruksi, oleh karena itu penelitian ini akan melakukan studi tentang karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan berbasis abu terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan metode crushing. Bahan-bahan konstituen beton adalah semen, air, pasir, agregat kasar alam, dan agregat kasar buatan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan target kuat tekan $f_c' 25$ Mpa dan pengujian mikroskop elektron SEM. Dalam uji kuat tekan, baik beton dengan agregat alam maupun beton dengan agregat buatan memenuhi target masing-masing 28.976 Mpa dan 23.418 Mpa. Kuat tekan beton dengan agregat buatan lebih rendah karena agregat buatan memiliki lebih banyak pori dibanding agregat alam, dan juga ikatan antara pasta dan agregat pada beton alam lebih rapat dibanding beton dengan agregat buatan. Hal ini terlihat dari hasil pengujian mikroskop elektron SEM.

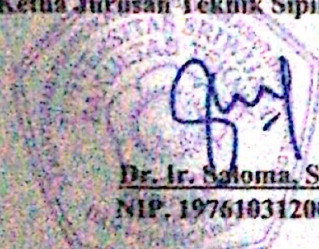
Kata kunci : Geopolimer, Mikrostruktur, Agregat, Beton.

Palembang, Mei 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

STUDY OF CHARACTERISTICS AND MICROSTRUCTURE OF CONCRETE WITH GEOPOLYMER ARTIFICIAL AGGREGATES USING CRUSHING METHOD

Fariz Alhazmi Siregar¹⁾, dan Bimo Bratha Adhitya²⁾

¹⁾Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya Unviversity
E-mail: frzsgr@gmail.com

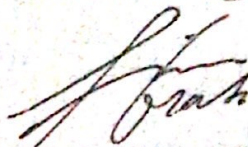
²⁾Departement Lecturer of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya Unviversity
E-mail: bimo@unsri.ac.id

ABSTRACT

The increasing use of concrete in construction work is increasingly causing natural aggregates to deplete their availability, whereas the demand for concrete is increasing because concrete is an important element in a construction. By utilizing fly ash waste to make artificial aggregates can help reduce environmental pollution. Currently, Geopolymer Concrete with fly ash waste has begun to spread to construction elements, therefore this study will conduct a study of the characteristics and microstructure of concrete with fly ash-based artificial aggregates. The purpose of this study is to determine the characteristics and microstructure of concrete with artificial aggregate geopolymer crushing method. The constituent materials of concrete are cement, water, sand, natural coarse aggregate, and artificial coarse aggregate. In this study, the compressive strength of concrete with a target compressive strength of $f_c' 25$ Mpa and scanning electron microscope (SEM) testing. In the compressive strength test, both natural aggregate concrete and artificial aggregate concrete met the target of 28.976 Mpa and 23.418 Mpa. The compressive strength of artificial aggregate concrete is lower because artificial aggregate has more pores than natural aggregate, and also the bond between paste and aggregate in natural concrete is tighter than concrete with artificial aggregate. This can be seen from the test results of scanning electron microscope (SEM).

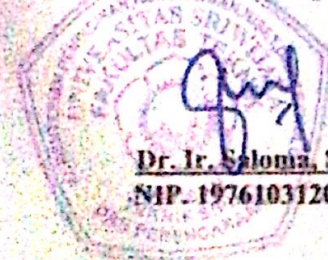
Keywords : Geopolymer, Microstructure, Aggregate, Concrete.

Palembang, Mei 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fariz Alhazmi Siregar

NIM : 03011281924057

Judul : Studi Karakteristik dan Mikrostruktur Beton dengan Agregat
Buatan Geopolimer dengan Metode *Crushing*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi 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 paksaan dari siapapun.



Fariz Alhazmi Siregar

NIM. 03011281924057

HALAMAN PERSETUJUAN

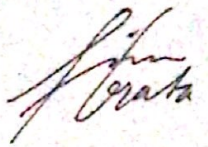
Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul "STUDI KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR BETON DENGAN AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER DENGAN METODE *CRUSHING*" yang disusun oleh Fariz Alhazmi Siregar, NIM. 03011281924057 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 3 Mei 2024.

Palembang, Mei 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

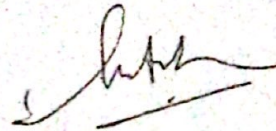
Dosen Pembimbing:

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

()

Dosen Penguji:

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

()

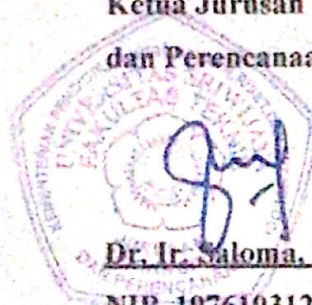
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan



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

PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fariz Alhazmi Siregar

NIM : 03011281924057

Judul : Studi Karakteristik dan Mikrostruktur Beton dengan Agregat Buatan Geopolimer dengan Metode *Crushing*

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 paksaan dari siapapun.

Palembang, Mei 2024



Fariz Alhazmi Siregar

NIM. 03011281924057

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Fariz Alhazmi Siregar
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 18 September 2001
Jenis Kelamin : Laki- laki
Agama : Islam
Nomor HP : 088276289073
Email : frzsrg@gmail.com

Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDIT Al Furqon Palembang			SD	2007-2013
SMP Negeri 9 Palembang			SMP	2013-2016
SMA Negeri 17 Palembang		IPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Fariz Alhazmi Siregar

NIM. 03011281924057

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini belum diketahui karakteristik dan mikrostruktur dari beton dengan agregat buatan tersebut baik dengan metode *crushing*. Maka dari itu penelitian tentang karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan geopolimer dengan metode *crushing* dilakukan. Beton telah menjadi salah satu materi konstruksi yang sangat umum digunakan di Indonesia pada masa kini. Dalam berbagai proyek infrastruktur, beton memainkan peran krusial sebagai bahan konstruksi utama, terutama sebagai struktur dasar pada elemen-elemen seperti kolom dan balok. Hal ini dikarenakan kekuatan tekan yang tinggi yang dimiliki oleh beton. Komposisi material ini terdiri dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), semen, dan air, bahan-bahan yang tersedia secara luas di berbagai toko bangunan. Ketersediaan ini menjadi salah satu alasan utama beton sering digunakan sebagai elemen struktural utama dalam proyek konstruksi.

Namun, saat ini terjadi penurunan ketersediaan agregat kasar alami atau batu pecah di alam, yang merupakan komponen krusial dalam pembuatan beton, mencapai sekitar 60%-80% dari total volume beton. Untuk mengatasi permasalahan ini, muncul alternatif dalam bentuk pembuatan agregat kasar buatan sebagai pengganti agregat kasar alami. Beberapa penelitian telah dilakukan, salah satunya melibatkan teknik geopolimerisasi. Geopolimerisasi menggunakan bahan alumina, silika, dan alkali aktivator, dengan *fly ash* sebagai salah satu pilihan bahan yang kaya akan silika dan alumina. *Fly ash* sendiri merupakan limbah dari pembakaran batu bara, yang jika tidak dielola dengan baik, dapat membahayakan lingkungan.

Pemanfaatan *fly ash* untuk pembuatan agregat kasar buatan tidak hanya dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, tetapi juga menghasilkan beton yang lebih ringan dibandingkan dengan beton konvensional. Proses pembuatan beton dengan agregat buatan geopolimer dapat dilakukan melalui metode *crushing*. Langkah ini tidak hanya menciptakan solusi untuk limbah dan daur ulang, tetapi juga dapat diterapkan dalam skala produksi yang signifikan.

Meskipun demikian, hingga saat ini, karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan tersebut masih belum sepenuhnya diketahui, terutama dengan penggunaan metode *crushing*. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang karakteristik dan mikrostruktur beton dengan agregat buatan geopolimer menggunakan metode *crushing* menjadi suatu kebutuhan yang perlu dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada konteks yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dirumuskan pertanyaan atau permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana sifat dan struktur mikroskopis beton yang menggunakan agregat buatan geopolimer melalui proses metode *crushing*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu adalah melakukan analisis dan pemahaman terhadap terhadap sifat dan struktur mikro beton yang menggunakan agregat buatan geopolimer melalui proses metode *crushing*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Mengacu pada pertanyaan penelitian dan tujuan yang telah dijabarkan, lingkup yang akan ditetapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Agregat buatan geopolimer yang menggunakan *fly ash* dengan ukuran antara 10 mm hingga 20 mm.
2. Pasir Tanjung Raja dengan kandungan lumpur 2%.
3. *Fly ash* berasal dari PT Pupuk Sriwidjaja (Pusri).
4. Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*).
5. Dalam penelitian ini, bekisting yang digunakan berupa silinder yang terbuat dari bahan besi dengan dimensi 100mm x 200mm.
6. Proses perawatan (*curing*) dilakukan dengan melapisi beton menggunakan *plastic wrap*.
7. Pengujian dilakukan pada beton berumur 7 hari, 14 hari, 28 hari.
8. Jumlah sampel yang disiapkan mencakup 3 sampel beton kontrol untuk setiap variasi, dan 3 sampel beton dengan menggunakan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* untuk setiap variasi, sesuai dengan standar SNI yang

mengatur minimal 2 sampel pada setiap percobaan. Totalnya, terdapat 27 sampel beton kontrol dan 54 sampel beton dengan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* yang akan diuji.

9. Pengujian mikrostruktur dari sampel beton yang telah melalui pengujian kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, terdapat dua metode pengumpulan data yang digunakan, yakni:

1. Data primer

Data primer merujuk kepada informasi yang diperoleh secara langsung melalui penelitian terhadap objek yang sedang diselidiki. Dalam konteks penelitian ini, data primer diperoleh melalui pengamatan, percobaan, dan pengujian secara langsung di dalam laboratorium.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah informasi yang diperoleh secara tidak langsung atau tanpa melakukan penelitian langsung pada objek, melainkan melalui studi literatur terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, jurnal, atau referensi yang sah dan dapat dijadikan sebagai acuan. Dalam penelitian ini, data sekunder digunakan dalam bentuk studi pustaka dari jurnal-jurnal sebagai referensi yang relevan dengan topik penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, "Astm C330," *Stand. Specif. Light. Aggregates Struct. Concr.*, vol. 04, pp. 3–6, 2000, doi: 10.1520/C0330.
- Badan Standarisasi Nasional., 2004. SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Chen, H. J., Yang, M. Der, Tang, C. W., & Wang, S. Y. (2012). *Producing synthetic lightweight aggregates from reservoir sediments. Construction and Building Materials*, 28(1), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.051>
- Chung, S. Y., Kim, J. S., Stephan, D., & Han, T. S. (2019). *Overview of the use of micro-computed tomography (micro-CT) to investigate the relation between the material characteristics and properties of cement-based materials. Construction and Building Materials*, 229, 116843.
- Edenia, Bunga.(2021). Analisis Mikrostruktur dan Sifat elastis Beton Menggunakan *Micro-Computed Tomography (micro-CT)*.
- Huda, C. (2013). Analisa sifat mekanik pasta geopolimer ringan berbahan dasar fly ash, lumpur sidoarjo dan foam, 1(1), 1–5.
- Malik, Yulianti. 2014. Studi Pengaruh Temperatur dan Waktu Curing Terhadap Sifat Fisik-Mekanik Semen Geopolymer Berbasis Slag Ferronickel.
- Martinez, Isabel. et al. 2016. *Concretes and mortars with waste paper industry: Biomass ash and dregs. Journal of Environmental Management*.
- Moon, G.D. Oh, S. Choi, Y.C. 2016. *Effects of the physicochemical properties of fly ash on the compressive strength of high-volume fly ash mortar. Journal of Construction and Building Materials*.
- Neupane, Kamal., Chalmers, Des., Paul Kidd. 2018. *High-Strength Geopolymer Concrete- Properties, Advantages and Challenges. Advances in Materials Journal*. 7(2) : 15-25.
- Olivia, M (2011). *Durability Related Properties of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete, (May)*.
- Rafiza, A. R., Bakri, A. M. M. Al, Kamarudin, H., Nizar, I. K., Hardjito, D., & Zarina, Y. (2013). *Reviews on the Properties of Aggregates made with or*

without Geopolymerisation Method, 626, 892–895.
doi:10.4028/www.scientific.net/A MR.626.892.

Saeli, M. et al. 2019. *Innovative Recycling of Lime Slaker Grits from Paper-Pulp Industry Reused as Aggregate in Ambient Cured Biomass Fly Ash-Based Geopolymers for Sustainable Construction Material. Journal of Sustainability*.

Qiang Fu, Wenrui Xu, Xu Zhao, Mengxin Bu, Qiang Yuan, Ditao Niu. (2021). *The microstructure and durability of fly ash-based geopolymer concrete, Ceramics international* 47 (2021) 29550-29566.