

TESIS
SIFAT MEKANIK *FOAMED CONCRETE* DENGAN
***ARTIFICIAL AGGREGATE FLY-ASH* DAN RESIN**
EPOXY



MUHAMMAD FARHAN

03022682327004

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SIFAT MEKANIK *FOAMED CONCRETE* DENGAN *ARTIFICIAL AGGREGATE FLY-ASH* DAN RESIN EPOXY

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD FARHAN

03022682327004

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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

NIP. 197610312002122001



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

M.T.

NIP. 198605192019031007

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

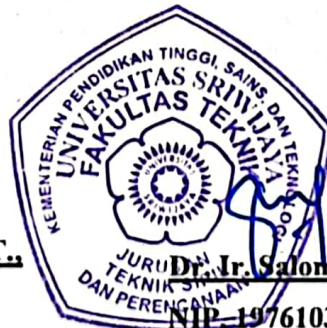


Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T.,

M.T., IPM.

NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Farhan
NIM : 03022682327004
Judul : Sifat Mekanik *Foamed Concrete* dengan *Artificial Aggregate Fly-Ash* dan Resin Epoxy

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



Muhammad Farhan
NIP. 03022682327004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Farhan
NIM : 03022682327004
Judul : Sifat Mekanik *Foamed Concrete* dengan *Artificial Aggregate Fly-Ash* dan Resin Epoxy

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tesis 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 2025



Muhammad Farhan
NIP. 03022682327004

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta 'ala, karena atas rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan proposal tesis ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad ﷺ, yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua hingga akhir zaman.

Tesis ini, yang berjudul "Sifat Mekanik *Foam concrete* dengan *Artificial aggregate Fly-Ash* dan Resin Epoxy", merupakan langkah maju dalam penelitian saya. Penelitian ini merupakan kelanjutan dari studi sebelumnya dan bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata dalam upaya pengembangan teknologi konstruksi yang lebih berkelanjutan.

Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada Dr. Ir. Saloma, ST., MT. dan Dr. Ir. Arie Putra Usman, ST., MT., yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan dukungan berharga sebagai Pembimbing pertama dan kedua.

Ucapan Terima Kasih kepada kedua orang tua saya, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, serta dukungan moral dan material tanpa henti.

Terima kasih juga kepada saudara-saudara dan kerabat yang telah memberikan dukungan dan semangat sepanjang perjalanan akademis ini. Kehadiran mereka menjadi pengingat akan pentingnya dukungan keluarga dalam meraih pencapaian ini.

Penulis menyadari terhadap kekurangan dalam tulisan ini sehingga penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang diberikan oleh pembaca. Semoga temuan dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi komunitas ilmiah dan praktisi di bidang teknik sipil, khususnya dalam pengembangan material konstruksi yang berkelanjutan dan efisien.

Palembang, Maret 2025

Penulis

Muhammad Farhan

NIM. 03022682327004

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
SUMMARY	vi
BIODATA DIRI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian.....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Foam concrete</i>	6
2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang <i>Foam Concrete</i>	7
2.1.2. Semen dan Bahan Aditif	11
2.1.3. Agregat.....	14
2.1.4. <i>Foam Agent</i>	18
2.1.5. Keuntungan Penggunaan <i>Foam concrete</i>	19
2.2. <i>Artificial aggregate</i>	20
2.2.1. Penelitian Terdahulu Tentang <i>Artificial aggregate</i>	21
2.2.2. Penelitian terdahulu tentang Resin Epoxy	23
2.2.3. Metode-Metode Pembuatan Artificial Aggregate.....	26
2.2.4. Keuntungan dan Kelemahan Penggunaan Artificial Aggregate	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Umum.....	31

3.2.	Alur Penelitian.....	32
3.3.	Bahan-Bahan Pembuatan Beton.....	34
3.3.1.	Semen.....	34
3.3.2.	Agregat halus	34
3.3.3.	<i>Artificial Aggregate</i>	37
3.3.4.	Air	39
3.3.5.	<i>Foam agent</i>	39
3.3.6.	<i>Silica Fume</i>	40
3.3.7.	<i>SuperPlasticizer</i>	40
3.4.	Proses Pembuatan <i>Artificial aggregate</i>	41
3.5.	Pengujian Material.....	42
3.5.3.	Pengujian <i>Properties</i> Agregat Halus.....	42
3.5.4.	Pengujian <i>Properties Artificial Aggregate</i>	44
3.6.	Perencanaan Campuran Beton.....	44
3.7.	Proses pembuatan busa untuk <i>foam concrete</i>	50
3.8.	Proses Pembuatan <i>foam concrete</i>	52
3.9.	Pengujian <i>Slump flow</i>	55
3.10.	Pengujian Kuat Tekan Beton	57
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1.	Hasil Pengujian Sifat Segar <i>Foam concrete</i>	58
4.1.1.	Pengaruh <i>Artificial Aggregate</i> terhadap <i>Slump Flow</i> (W/C = 0,38).....	58
4.1.2.	Pengaruh <i>Artificial Aggregate</i> terhadap <i>Slump Flow</i> (W/C = 0,33).....	60
4.1.3.	Pengaruh W/C terhadap <i>Slump Flow</i>	63
4.1.4.	Pengaruh Komposisi foam terhadap <i>Slump Flow</i>	64
4.1.5.	Pengaruh Superplasticizer terhadap <i>Slump Flow</i>	67
4.2.	Hasil Pengujian Sifat Fisik <i>Foam concrete</i>	70
4.2.1.	Pengaruh <i>Artificial Aggregate</i> terhadap Berat Jenis (W/C = 0,38).	70
4.2.2.	Pengaruh <i>Artificial Aggregate</i> terhadap Berat Jenis (W/C = 0,33).	71
4.2.3.	Pengaruh Komposisi foam terhadap Berat Jenis (Sampel Campuran 8, 9, dan 10)	72
4.2.4.	Pengaruh Komposisi foam terhadap Berat Jenis (Sampel Campuran 1, 2, dan 3)	73
4.3.	Hasil Pengujian Sifat Mekanik <i>Foam concrete</i>	75
4.3.1.	Pengaruh <i>Artificial Aggregate</i> terhadap Kuat Tekan Beton	75

4.3.2.	Pengaruh <i>Silica fume</i> terhadap Kuat Tekan Beton.....	76
4.3.3.	Pengaruh Komposisi foam terhadap Kuat Tekan Beton (Sampel Campuran 8, 9, dan 10).....	77
4.3.4.	Pengaruh Komposisi foam terhadap Kuat Tekan Beton (Sampel Campuran 1, 2, dan 3).....	79
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
5.2.	Kesimpulan.....	81
5.3.	Saran.....	81
6.	DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Kuat tekan LAFC tanpa SF; (b) Kuat tekan LAFC dengan SF 10% (Ahmad & Chen, 2019).....	7
Gambar 2.2 (a) Pengaruh volume busa dan SF terhadap kuat tarik belah LAFC (b) Hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah. (Ahmad & Chen, 2019).....	8
Gambar 2.3 Densitas dan kuat tekan beton berbusa dalam <i>foam concrete</i> (Zhang dkk., 2022)	8
Gambar 2.4 Konduktivitas termal dalam <i>foam concrete</i> (Zhang dkk., 2022).....	9
Gambar 2.5 Nilai kuat tekan (Koksal dkk., 2020)	10
Gambar 2.6 Hubungan kuat tekan dengan porositas dan berat isi kering (Koksal dkk., 2020)	11
Gambar 2.7 Magnesium Phosphate Cement	12
Gambar 2.8 Sulfoaluminat Cement	13
Gambar 2.9 Granulated Blast Furnace Slag.....	13
Gambar 2.10 Silica Fume.....	14
Gambar 2.11 Superplastisizer	14
Gambar 2.12 Rice Husk Ash.....	15
Gambar 2.13 Recycled Glass powder	16
Gambar 2.14 Rubber powder	16
Gambar 2.15 Waste Marble powder	17
Gambar 2.16 Recycled Concrete Aggregates	17
Gambar 2.17 Hubungan Komposisi <i>Fly-Ash</i> Batubara dengan Kuat Tekan PLA Tiap Waktu Pengerasan (Firda dkk., 2023)	21
Gambar 2.18 Hasil Uji Kuat Tekan PLA Setelah Masa Pengerasan 28 Hari (Firda dkk., 2023)	22
Gambar 2.19 (a) Kurva tegangan-regangan tekan komposit yang mengandung <i>fly ash</i> kurang dari 90 μm , kurang dari 53 μm , (b) Kuat tekan komposit <i>fly ash</i> /epoksi.....	22
Gambar 2.20 Grafik kuat tekan komposit terhadap peningkatan <i>fly ash</i>	23
Gambar 2.21 Hasil kuat tekan dan kuat lentur beton self healing meningkat akibat penggunaan ELWA.....	24
Gambar 2.22 Kuat tekan dan kuat lentur tiga spesimen mortar yang berbeda setelah beberapa hari	25
Gambar 2.23 Nilai kuat tekan dan Kuat lentur mortar berbasis OPC yang dimodifikasi resin epoksi (EP).....	26
Gambar 2.24 Drum and disc granulation.....	27
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> pembuatan beton <i>foam</i>	32
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> mixing beton <i>foam</i>	33
Gambar 3.3 Semen Portland PCC.....	34
Gambar 3.4 Agregat Halus.....	34

Gambar 3.5 <i>Artificial Aggregate</i>	37
Gambar 3.6 <i>Fly ash</i>	37
Gambar 3.7 Resin epoxy dan hardener	38
Gambar 3.8 <i>Foam agent</i>	39
Gambar 3.9 <i>Silica fume</i>	40
Gambar 3.10 <i>Superplasticizer</i>	41
Gambar 3.11 <i>Fly ash</i> ditimbang (a), memasukkan epoxy (b) dan hardener (c)....	41
Gambar 3.12 Pengujian kadar lumpur agregat halus	42
Gambar 3.13 Pengujian kadar organik agregat halus.....	43
Gambar 3.14 Analisis saringan agregat halus	43
Gambar 3.15 Pengujian specific gravity agregat halus.....	44
Gambar 3.16 Pengujian specific gravity <i>artificial aggregate</i>	44
Gambar 3.17 Air compressor (kiri) dan tabung foam (kanan).....	50
Gambar 3.18 <i>Foam agent</i> dan air dicampur.....	51
Gambar 3.19 Masukkan ke dalam tabung <i>foam generator</i>	51
Gambar 3.20 Material ditimbang sebelum dilakukan pengecoran.....	52
Gambar 3.21 Agregat halus dan <i>Artificial aggregate</i> dimasukkan ke dalam concrete mixer.....	52
Gambar 3.22 Semen dan silica fume ditambahkan ke dalam concrete mixer	53
Gambar 3.23 Air dan superplasticizer dimasukkan ke dalam concrete mixer.....	53
Gambar 3.24 Penambahan foam pada campuran.....	54
Gambar 3.25 Pengujian slump flow.....	54
Gambar 3.26 Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	55
Gambar 3.27 Pengukuran diameter <i>flowability</i> beton.....	57
Gambar 4.1 Grafik Slump flow rata-rata pada campuran 7 (NFC) dan 10 (AAFC)	59
Gambar 4.2 Slump flow beton segar campuran 7	59
Gambar 4.3 Slump flow beton segar campuran 10	60
Gambar 4.4 Slump flow rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 6 (AAFC).....	61
Gambar 4.5 Slump flow <i>foam concrete</i> campuran 5.....	62
Gambar 4.6 <i>Foam concrete</i> campuran 6 gagal mendapatkan <i>slump flow</i> yang diakibatkan <i>slump flow</i> kecil ukuran <i>artificial aggregate</i>	62
Gambar 4.7 Slump flow rata-rata pada NFC campuran 5 dan 7	63
Gambar 4.8 Slump flow <i>foam concrete</i> campuran 5.....	64
Gambar 4.9 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 7.....	64
Gambar 4.10 Slump flow rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10.....	65
Gambar 4.11 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 8.....	66
Gambar 4.12 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 9.....	66
Gambar 4.13 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 10.....	67
Gambar 4.14 Slump flow rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3	68
Gambar 4.15 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 1.....	69
Gambar 4.16 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 2.....	69

Gambar 4.17 Slump flow <i>foam concrete</i> Campuran 3.....	69
Gambar 4.18 Berat jenis rata-rata pada campuran 7 (NFC) dan 12 (AAFC)	70
Gambar 4.19 Berat jenis rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 8 (AAFC)	72
Gambar 4.20 Berat jenis rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10.....	73
Gambar 4.21 Berat jenis rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3.....	74
Gambar 4.22 Kuat tekan rata-rata pada campuran 5 NFC dan 9 AAFC.....	75
Gambar 4.23 Kuat tekan rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 6 (AAFC)	77
Gambar 4.24 Kuat tekan rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10	78
Gambar 4.25 Kuat tekan rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3	79
Gambar 4.26 Sampel setelah pengujian kuat tekan AAFC.....	80
Gambar 4.27 Sampel setelah pengujian kuat tekan NFC.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Mix design Tipe-1 <i>foam concrete</i> dengan <i>artificial aggregate resin epoxy</i>	49
Tabel 3.2 Mix design Tipe-2 <i>foam concrete</i> dengan <i>artificial aggregate resin epoxy</i>	49
Tabel 3.3 Mix design Tipe-3 <i>foam concrete</i> dengan <i>artificial aggregate resin epoxy</i>	49
Tabel 4.1 Slump flow rata-rata pada campuran 7 (NFC) dan 10 (AAFC).....	58
Tabel 4.2 Slump flow rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 7 (AAFC).....	60
Tabel 4.3 Slump flow rata-rata pada NFC campuran 5 dan 7.....	63
Tabel 4.4 Slump flow rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10.....	65
Tabel 4.5 Slump flow rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3.....	67
Tabel 4.6 Berat jenis rata-rata pada campuran 7 (NFC) dan 10 (AAFC)	70
Tabel 4.7 Berat jenis rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 6 (AAFC)	71
Tabel 4.8 Berat jenis rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10	72
Tabel 4.9 Berat jenis rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3	74
Tabel 4.10 Kuat tekan rata-rata pada NFC campuran 7 dan 10.....	75
Tabel 4.11 Kuat tekan rata-rata pada campuran 5 (NFC) dan 6 (AAFC).....	76
Tabel 4.12 Kuat tekan rata-rata pada AAFC campuran 8, 9 dan 10.....	78
Tabel 4.13 Kuat tekan rata-rata pada AAFC campuran 1, 2 dan 3	79

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan *foam concrete* atau beton berbuis telah menjadi suatu teknologi yang mendapatkan perhatian luas dan telah terbukti sebagai material struktural yang efektif dan inovatif dalam berbagai aplikasi dunia nyata. Teknologi ini juga membuka perspektif baru bagi peneliti dalam upaya meningkatkan mutu beton, baik dari segi kekuatan mekanik, isolasi termal, hingga keberlanjutan lingkungan.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh banyak peneliti untuk mengkaji kekuatan mekanik, kemampuan kerja, dan karakteristik termal beton ringan. *Foam concrete*, varian beton ringan, dibuat melalui kombinasi semen Portland biasa (OPC), agregat ringan, dan bahan pembuis (Ahmad & Chen, 2019). Penerapannya sebagai material non-struktural ringan dan semi-struktural dalam industri konstruksi semakin populer karena ringan dan biayanya lebih rendah (Shah dkk., 2021). Selain itu, *foam concrete* dianggap sebagai pilihan yang ekonomis untuk menciptakan bahan konstruksi ringan dan elemen dalam skala besar, termasuk bagian struktural, pembatas, dan pengisian untuk tanggul jalan. Hal ini karena *foam concrete* dapat diproduksi dan diangkut dengan mudah dari fasilitas manufaktur ke lokasi pengaplikasiannya. Dalam praktiknya, *foam concrete* telah banyak diterapkan dalam proyek-proyek konstruksi di berbagai negara, termasuk Inggris, Thailand, Turki, Filipina, dan Jerman (Amran dkk., 2015).

Dalam proses pembuatan *foam concrete*, pencampuran pasta semen dengan *foam agent* menghasilkan pengembangan gelembung udara dalam struktur mikro beton. Konsekuensinya, berat jenis *foam concrete* berkisar antara 200 hingga 2000 kg/m³, angka ini lebih rendah dibandingkan dengan berat jenis beton normal yang berkisar antara 2200 hingga 2500 kg/m³. Meskipun demikian, *foam concrete* dengan berat jenis lebih dari 1600 kg/m³ dapat diklasifikasikan sebagai beton struktural yang sesuai untuk pemanfaatan dalam konstruksi bangunan, sementara *foam concrete* dengan berat jenis lebih rendah digunakan sebagai beton non-struktural (Falliano dkk., 2018).

Material utama yang digunakan dalam pembuatan *foam concrete* adalah 1) Pengikat (*binder*), yang dapat berupa a) Semen portland (OPC); b) *fly ash*; c) *Silica fume*. 2) *Foam agent*, yang dapat berupa a) *Protein-based foam* b) *Synthetic foam* (Falliano dkk., 2018) 3) Agregat halus, 4) Air, 5) *Superplasticizer*.

Secara umum, agregat kasar tidak digunakan dalam *foam concrete* dikarenakan ukuran dan berat jenis agregat kasar konvensional yang lebih besar. Hal ini dikhawatirkan dapat merusak struktur mikro beton dan peningkatan berat jenis beton, dengan *foam concrete* memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan beton tradisional. Namun hal ini tidak menjadi alasan bahwa agregat kasar 100% tidak dapat digunakan dalam jenis beton berbuisa (*foam concrete*) tentunya dengan kondisi-kondisi tertentu, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Ahmad & Chen, 2019) yang menggunakan agregat *expanded clay aggregate* sebagai material untuk *foam concrete*.

Pada studi ini akan dibahas penggunaan *foam concrete* menggunakan *artificial aggregate* dengan bahan dasar yaitu *fly ash* dan resin *epoxy*.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, diperoleh rumusan masalah yang dibahas dalam tesis ini adalah:

- a. Apa dampak penggunaan *artificial aggregate* yang terbuat dari campuran *fly ash* dan resin *epoxy* terhadap sifat-sifat *foam concrete*
- b. Apa saja sifat fisik dan mekanik yang dimiliki oleh beton ringan berbuisa
- c. Bagaimana karakteristik dari *artificial aggregate* yang dihasilkan dari campuran *fly ash* dan resin *epoxy* dengan perbandingan 50%:50%
- d. Apakah ada potensi substitusi material alam dengan *artificial aggregate* dalam pembuatan *foam concrete*

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengidentifikasi sifat-sifat *foam concrete* dengan penambahan *artificial aggregate* berbahan dasar campuran *fly ash* dan resin *epoxy*.

- b. Mengamati sifat fisik dan mekanik beton ringan berbusa
- c. Mengidentifikasi karakteristik *artificial aggregate* yang terbuat dari campuran *fly ash* dan resin *epoxy* dengan rasio 50%:50%.
- d. Menilai potensi substitusi material alam dengan *artificial aggregate* dalam pembuatan *foam concrete*.

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan serta ruang lingkup penelitian yang mencakup:

- a. Jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Portland PPC
- b. Agregat berupa *artificial aggregate* yang berukuran <10 mm dan >0,5 mm
- c. Standar yang digunakan untuk pengujian agregat dan beton adalah standar SNI, ASTM dan ACI.
- d. Penelitian ini terbatas pada penggunaan campuran *fly ash* dan resin *epoxy* dengan rasio 50%:50% sebagai bahan pembuatan *artificial aggregate*.
- e. Analisis tidak mencakup aspek ekonomi dari implementasi *foam concrete* dengan *artificial aggregate*.
- f. Pengujian terhadap kuat tekan beton hanya akan dilakukan pada umur 28 hari setelah pembuatan sampel beton.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang relevan dan mendukung analisis dalam penelitian ini, digunakan metode pengumpulan data adalah:

- a. Melakukan kajian literatur dari jurnal-jurnal ilmiah, buku, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan topik penelitian ini.
- b. Melakukan serangkaian uji laboratorium pada sampel *foam concrete* dengan *artificial aggregate* untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik *foam concrete*
- c. Pengamatan visual terhadap campuran dan hasil beton

1.6. Sistematika Penulisan

Agar penyusunan tesis ini lebih sistematis dan mudah dipahami, sistematika penulisan yang digunakan adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, identifikasi masalah yang dihadapi, tujuan dari penelitian, serta batasan dan ruang lingkup yang ditetapkan. Selain itu, bab ini juga menjelaskan metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas berbagai penelitian sebelumnya yang relevan sebagai referensi dalam penulisan tesis ini. Bab ini juga mencakup teori-teori yang mendasari penggunaan *foam concrete*, karakteristik fisik dan mekanik beton, serta metode pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menyajikan penjelasan rinci mengenai metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk detail mengenai alur penelitian, bahan dan alat yang digunakan, langkah-langkah prosedur pengujian, serta teknik analisis data yang akan diterapkan.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Bab ini akan memaparkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian, termasuk analisis data yang didapat dari pengujian sifat mekanik dan fisik beton foam yang menggunakan *artificial aggregate*. Hasil ini akan dibandingkan dengan teori dan penelitian sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian, serta implikasi praktis dari temuan yang diperoleh. Selain itu, bab ini juga memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan berdasarkan hasil yang telah dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi daftar referensi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Referensi diambil dari berbagai literatur dan jurnal yang relevan dengan penelitian serta standar-standar yang digunakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. R., & Chen, B. (2019). Experimental research on the performance of lightweight concrete containing foam and expanded clay aggregate. *Composites Part B: Engineering*, *171*, 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.04.025>
- Almadani, M., Razak, R. A., Abdullah, M. M. A. B., & Mohamed, R. (2022, Agustus 1). Geopolymer-Based Artificial Aggregates: A Review on Methods of Producing, Properties, and Improving Techniques. *Materials*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ma15165516>
- Al-Shwaiter, A., Awang, H., & Khalaf, M. A. (2023). The influence of superplasticiser on mechanical, transport and microstructure properties of foam concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, *35*(2), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.02.010>
- Amran, Y. H. M., Farzadnia, N., & Ali, A. A. A. (2015, Desember 30). Properties and applications of foamed concrete; A review. *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.112>
- Augonis, A., Ivanauskas, E., Bocullo, V., Kantautas, A., & Vaičiukynienė, D. (2022). The Influence of Expanded Glass and Expanded Clay on Lightweight Aggregate Shotcrete Properties. *Materials*, *15*(5). <https://doi.org/10.3390/ma15051674>
- Bindiganavile, V., & Hoseini, M. (2019). Foamed concrete. Dalam *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete* (hlm. 365–390). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102616-8.00016-2>
- Dhir, R. K., Brito, J. de, Lynn, C. J., & Silva, R. V. (2018). Concrete-Related Applications. Dalam *Sustainable Construction Materials* (hlm. 139–195). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100997-0.00005-1>
- Falliano, D., De Domenico, D., Ricciardi, G., & Gugliandolo, E. (2018). Experimental investigation on the compressive strength of foamed concrete: Effect of curing conditions, cement type, foaming agent and dry density. *Construction and Building Materials*, *165*, 735–749. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.241>
- Firda, A., Saggaff, A., Hanafiah, & Saloma. (2023). Experimental study of artificial lightweight aggregates using coal fly ash and epoxy resin. *Engineering Solid Mechanics*, *11*(4), 369–378. <https://doi.org/10.5267/j.esm.2023.5.007>
- Gencil, O., Benli, A., Bayraktar, O. Y., Kaplan, G., Sutcu, M., & Elabade, W. A. T. (2021). Effect of waste marble powder and rice husk ash on the microstructural, physico-mechanical and transport properties of foam concretes exposed to high temperatures and freeze–thaw cycles. *Construction*

and *Building Materials*, 291, 123374.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123374>

Gencel, O., Bilir, T., Bademler, Z., & Ozbakkaloglu, T. (2022, Juni 1). A Detailed Review on Foam Concrete Composites: Ingredients, Properties, and Microstructure. *Applied Sciences (Switzerland)*. MDPI.
<https://doi.org/10.3390/app12115752>

Gencel, O., Oguz, M., Gholampour, A., & Ozbakkaloglu, T. (2021). Recycling waste concretes as fine aggregate and fly ash as binder in production of thermal insulating foam concretes. *Journal of Building Engineering*, 38, 102232.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102232>

George, G. K., & Revathi, P. (2020). Production and Utilisation of Artificial Coarse Aggregate in Concrete - A Review. Dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 936). IOP Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/936/1/012035>

Gökçe, H. S., Hatungimana, D., & Ramyar, K. (2019). Effect of fly ash and silica fume on hardened properties of foam concrete. *Construction and Building Materials*, 194, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.036>

Gülengül, S., & Kar, F. (2022). Evaluation of the expanded glass as a light concrete aggregate. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(2), 149.
<https://doi.org/10.1007/s41062-021-00738-z>

Guo, S. Y., Zhang, X., Chen, J. Z., Mou, B., Shang, H. S., Wang, P., ... Ren, J. (2020). Mechanical and interface bonding properties of epoxy resin reinforced Portland cement repairing mortar. *Construction and Building Materials*, 264.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120715>

Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Ahmad Mujahid, A. Z., Mohammad, N., & Riza, F. V. (2012). Effect of Uncontrolled Burning Rice Husk Ash in Foamed Concrete. *Advanced Materials Research*, 626, 769–775.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.626.769>

Hao, D. L. C., Razak, R. A., Kheimi, M., Yahya, Z., Abdullah, M. M. A. B., Nergis, D. D. B., ... Abdullah, A. (2022, Juni 1). Artificial Lightweight Aggregates Made from Pozzolanic Material: A Review on the Method, Physical and Mechanical Properties, Thermal and Microstructure. *Materials*. MDPI.
<https://doi.org/10.3390/ma15113929>

K. Pour, A., Shirkhani, A., & Noroozinejad Farsangi, E. (2024). Effect of high-range water reducer and W/C ratio on the fresh and mechanical properties of fiber-reinforced natural zeolite SCC. *Structural Concrete*, 25(5), 4075–4102.
<https://doi.org/10.1002/suco.202301071>

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>
- Kim, Y. J., Choi, Y. W., & Lachemi, M. (2010). Characteristics of self-consolidating concrete using two types of lightweight coarse aggregates. *Construction and Building Materials*, 24(1), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.08.004>
- Koksal, F., Sahin, Y., & Gencil, O. (2020). Influence of expanded vermiculite powder and silica fume on properties of foam concretes. *Construction and Building Materials*, 257, 119547. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119547>
- Li, T., Wang, Z., Zhou, T., He, Y., & Huang, F. (2019). Preparation and properties of magnesium phosphate cement foam concrete with H₂O₂ as foaming agent. *Construction and Building Materials*, 205, 566–573. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.022>
- Ma, C., & Chen, B. (2017). Experimental study on the preparation and properties of a novel foamed concrete based on magnesium phosphate cement. *Construction and Building Materials*, 137, 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.092>
- Mehrani, S. A., Bhatti, I. A., Bhatti, N. B., Jhatial, A. A., & Lohar, M. A. (2019). Utilization of Rubber Powder of Waste Tyres in Foam Concrete. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 9(1), 87–90. <https://doi.org/10.2478/jaes-2019-0011>
- Mohamad Ibrahim, N., Ismail, K. N., Che Amat, R., Rahim, N. L., & Nazmi, N. (2020). Potential use of foam in the production of lightweight aggregate (LWA) and its performance in foamed concrete. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 476). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/476/1/012037>
- Othman, R., Jaya, R. P., Muthusamy, K., Sulaiman, M., Duraisamy, Y., Abdullah, M. M. A. B., ... Sandu, A. V. (2021). Relation between density and compressive strength of foamed concrete. *Materials*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/ma14112967>
- Qiu, Y., Zhang, L., Chen, Y., Liu, Y., & Zhang, F. (2022). Experimental Study on Application Performance of Foamed Concrete Prepared Based on a New Composite Foaming Agent. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2022/7217479>
- Raj, A., Sathyan, D., & Mini, K. M. (2019, Oktober 10). Physical and functional characteristics of foam concrete: A review. *Construction and Building Materials*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.052>

- Ranjani, G. I. S., & Ramamurthy, K. (2010). Analysis of the Foam Generated Using Surfactant Sodium Lauryl Sulfate. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 4(1), 55–62. <https://doi.org/10.4334/IJCSM.2010.4.1.055>
- Sai Krishna, A., Siempu, R., & Sandeep Kumar, G. A. V. S. (2021). Study on the fresh and hardened properties of foam concrete incorporating fly ash. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8639–8644. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.599>
- Shah, S. N., Mo, K. H., Yap, S. P., Yang, J., & Ling, T.-C. (2021). Lightweight foamed concrete as a promising avenue for incorporating waste materials: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105103. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105103>
- Singla, M., & Chawla, V. (2010). *Mechanical Properties of Epoxy Resin-Fly Ash Composite. Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering* (Vol. 9).
- Wang, X., Chen, S., Yang, Z., Ren, J., Zhang, X., & Xing, F. (2021). Self-healing concrete incorporating mineral additives and encapsulated lightweight aggregates: Preparation and application. *Construction and Building Materials*, 301, 124119. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124119>
- Ying, G. G., Song, C., Ren, J., Guo, S. Y., Nie, R., & Zhang, L. (2021). Mechanical and durability-related performance of graphene/epoxy resin and epoxy resin enhanced OPC mortar. *Construction and Building Materials*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122644>
- Zhang, D., Ding, S., Ma, Y., & Yang, Q. (2022). Preparation and Properties of Foam Concrete Incorporating Fly Ash. *Materials*, 15(18), 6287. <https://doi.org/10.3390/ma15186287>