

TESIS

**PENGARUH SERAT SINTETIS MAKRO DAN MIKRO
TERHADAP KARAKTERISTIK *ENGINEERED*
CEMENTITIOUS COMPOSITE (ECC)**



Muhammad Prawira Wardana

03022622226006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

TESIS

PENGARUH SERAT SINTETIS MAKRO DAN MIKRO TERHADAP KARAKTERISTIK *ENGINEERED* *CEMENTITIOUS COMPOSITE* (ECC)

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



**Muhammad Prawira Wardana
03022622226006**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH SERAT SINTETIS MAKRO DAN MIKRO TERHADAP KARAKTERISTIK *ENGINEERED* *CEMENTITIOUS COMPOSITE (ECC)*

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

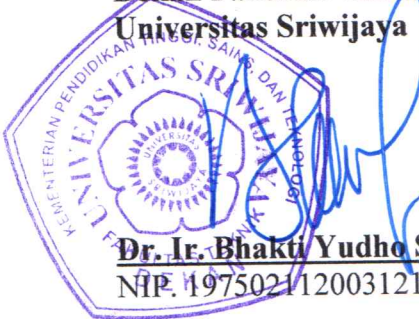
MUHAMMAD PRAWIRA WARDANA

Pembimbing I



Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



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

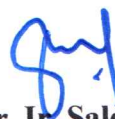
Palembang, Juli 2025

Pembimbing II



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031002

**Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan,**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul "Pengaruh Serat Sintetis Makro Dan Mikro Terhadap Karakteristik *Engineered Cementitious Composite* (ECC)" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Juli 2025.

Palembang, Juli 2025

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tesis

Pembimbing:

- 1) Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001
- 2) Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031002

()
()

Penguji

- 1) Dr. Ir. K. M. Aminuddin, S.T., M.T.
NIP. 197203141999031006
- 2) Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

()
()

Mengetahui, Juli 2025
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan,

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Prawira Wardana
NIM : 03022622226006
Judul : Pengaruh Serat Sintetis Makro Dan Mikro Terhadap Karakteristik
Engineered Cementitious Composite (ECC)

Menyatakan bahwa 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, Juli 2025



Muhammad Prawira Wardana

NIM. 03022622226006

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Prawira Wardana
NIM : 03022622226006
Judul : Pengaruh Serat Sintetis Makro Dan Mikro Terhadap Karakteristik
Engineered Cementitious Composite (ECC)

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 untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, Juli 2025



Muhammad Prawira Wardana

NIM. 03022622226006

RINGKASAN

Engineered Cementitious Composite (ECC) merupakan material beton inovatif yang dirancang untuk memiliki sifat daktilitas tinggi dan ketahanan terhadap retak. Salah satu upaya untuk meningkatkan performa mekanik *Engineered Cementitious Composite (ECC)* adalah dengan penambahan serat sintetis, baik jenis makro maupun mikro. Namun, masih diperlukan pemahaman lebih lanjut mengenai sejauh mana pengaruh jenis dan variasi persentase serat sintetis terhadap karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis dan variasi persentase serat sintetis terhadap karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite*, khususnya dalam perilaku lentur. Metodologi yang digunakan berupa eksperimen laboratorium dengan variasi campuran tanpa serat, serat makro, dan serat mikro dalam persentase volume 0,75%, 1%, dan 1,25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat sintetis, baik makro maupun mikro, secara umum meningkatkan karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite* dibandingkan dengan *Engineered Cementitious Composite* tanpa serat. Serat makro memberikan peningkatan daktilitas dan *toughness* yang lebih tinggi, sedangkan serat mikro lebih efektif dalam meningkatkan kuat lentur dan menghasilkan retakan halus yang terdistribusi merata. Variasi 1,25% serat makro menghasilkan nilai *toughness* dan daktilitas tertinggi, sedangkan variasi 1% serat mikro menunjukkan peningkatan signifikan pada kekuatan lentur. Dengan demikian, baik jenis maupun persentase serat berpengaruh signifikan terhadap perilaku lentur *Engineered Cementitious Composite*.

Kata kunci: *Engineered Cementitious Composite*, serat sintetis, serat makro, serat mikro, kuat lentur, daktilitas, *toughness*.

SUMMARY

Engineered Cementitious Composite (ECC) is an innovative concrete material designed to have high ductility and crack resistance. One effort to improve the mechanical performance of Engineered Cementitious Composite (ECC) is by adding synthetic fibers, both macro and micro types. However, further understanding is still needed regarding the extent of the influence of the type and percentage variation of synthetic fibers on the mechanical characteristics of Engineered Cementitious Composite. This study aims to analyze the effect of the type and percentage variation of synthetic fibers on the mechanical characteristics of Engineered Cementitious Composite, especially in flexural behavior. The methodology used is a laboratory experiment with variations of mixtures without fibers, macro fibers, and micro fibers in volume percentages of 0.75%, 1%, and 1.25%. The results show that the addition of synthetic fibers, both macro and micro, generally improves the mechanical characteristics of Engineered Cementitious Composite compared to Engineered Cementitious Composite without fibers. Macrofibers provide increased ductility and toughness, while microfibers are more effective in increasing flexural strength and producing fine, evenly distributed cracks. A variation of 1.25% macrofibers produces the highest toughness and ductility values, while a variation of 1% microfibers shows a significant increase in flexural strength. Thus, both fiber type and percentage significantly influence the flexural behavior of Engineered Cementitious Composites.

Keywords: Engineered Cementitious Composites, synthetic fibers, macrofibers, microfibers, flexural strength, ductility, toughness.

BIODATA

	A. Identitas Diri	
	Nama	Muhammad Prawira Wardana
	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 28 November 1999
	Alamat	Komp. Green Forest Residence Blok C-7
	Alamat Email	muhammadprawiratwd@gmail.com
	Pekerjaan	Mahasiswa

B. Riwayat Pendidikan

	D-IV	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Politeknik Negeri Sriwijaya	Universitas Sriwijaya
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Struktur
Tahun Masuk-Lulus	2017 - 2021	2022 – 2025
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer	Pengaruh Serat Sintetis Makro Dan Mikro Terhadap Karakteristik <i>Engineered Cementitious Composite</i> (ECC)
Nama Pembimbing/Promotor/Co-Promotor	Dr. Indrayani, S.T., M.T. Ika Sulianti, S.T.,M.T.	Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T. Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga diberikan izin untuk dapat menyelesaikan progres penelitian I ini tepat pada waktunya. Adapun judul proposal tesis ini adalah “**PENGARUH SERAT SINTETIS MAKRO DAN MIKRO TERHADAP KARAKTERISTIK *ENGINEERED CEMENTITIOUS COMPOSITE (ECC)***”. Dalam penyusunan proposal tesis ini, penulis banyak mendapat pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Yth. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Yth. Ibu Dr. Yulindasari, ST, M.Eng. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Yth. Ibu Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku dosen pembimbing tesis.
7. Teristimewa untuk Ayah, Ibu, keluarga, dan teman-teman Program Studi Magister Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam proposal tesis ini. Untuk itu, penulis menerima pendapat dan masukan. Demikianlah proposal tesis ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
BIODATA	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Engineered Cementitious Composite (ECC)</i>	5
2.2 Komposisi Campuran <i>Engineered Cementitious Composite</i>	6
2.3 Serat <i>Engineered Cementitious Composite</i>	7
2.4 Kuat Tekan Beton	8
2.5 Kuat Lentur Beton	11
2.6 Sifat Mekanik Kuat Lentur	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Studi Literatur.....	16

3.2	Bahan Penyusun <i>Engineered Cementitious Composite</i>	16
3.3	Perencanaan Campuran <i>Engineered Cementitious Composite</i>	19
3.4	Variasi Benda Uji <i>Engineered Cementitious Composite</i>	20
3.5	Pembuatan Benda Uji	20
3.6	Pengujian Slump.....	21
3.7	Perawatan Benda Uji dan Pengujian Benda Uji	22
3.8	Alur Penelitian.....	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Karakteristik Material.....	25
4.1.1	Agregat halus	25
4.1.2	Pasir nano silika	25
4.2	Perencanaan Slump.....	26
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i>	26
4.3.1	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi tanpa serat	26
4.3.2	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat makro.....	27
4.3.3	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat mikro	28
4.3.4	Perbandingan kuat tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i>	29
4.4	Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i>	32
4.4.1	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi tanpa serat	32
4.4.2	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat makro.....	32
4.4.3	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat mikro	34
4.4.4	Perbandingan kuat lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i>	35
4.5	Hasil Pengujian Perilaku <i>Engineered Cementitious Composite</i>	38
4.5.1	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi tanpa serat	38
4.5.2	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat makro.....	39
4.5.3	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat mikro	41
4.6	Toughness <i>Engineered Cementitious Composite</i>	43
4.6.1	<i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi tanpa serat	43

4.6.2 <i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat makro.....	43
4.6.3 <i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat mikro	44
4.6.4 Perbandingan <i>Toughness Engineered Cementitious Composite</i>	45
4.7 <i>Daktilitas Engineered Cementitious Composite</i>	47
4.7.1 <i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi tanpa serat	47
4.7.2 <i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat makro.....	47
4.7.3 <i>Engineered Cementitious Composite</i> variasi serat mikro	48
4.7.4 Perbandingan <i>Daktilitas Engineered Cementitious Composite</i>	49
4.8 Analisis Perilaku Lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i>	51
4.8.1 Pengaruh persentase serat terhadap perilaku lentur	51
4.8.2 Pengaruh jenis serat terhadap perilaku lentur	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
3.1 Kesimpulan	53
3.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Engineered Cementitious Composite (ECC)</i> (Li, 2012).....	5
Gambar 2.2	Perbandingan Kinerja <i>Bendable Concrete</i> , beton bertulang serat, dan <i>Ultra-High-Performance Concrete</i> dalam grafik daktilitas. (Li, 2019b)	6
Gambar 2.3	Kuat tekan dan laju peningkatan kekuatan <i>Engineered Cementitious Composite</i> (Li, 2019b).....	8
Gambar 2.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i> (Galib Muktadir et al, 2020).....	9
Gambar 2.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i> (Bright et al, 2018)	10
Gambar 2.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i> (a) menggunakan <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i> dan (b) menggunakan <i>Portland Limestone Cement (IL)</i> (Abd Al Kareem & Faraoun Ahmed, 2021)	10
Gambar 2.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i> menggunakan serat Polivinil alkohol (PVA) dan serat Polypropylene (George et al, 2020)	11
Gambar 2.8	Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i> (Galib Muktadir et al, 2020).....	12
Gambar 2.9	Hasil Pengujian Kuat Lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i> (Bright et al, 2018)	13
Gambar 2.10	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Engineered Cementitious Composite</i> (a) menggunakan <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i> dan (b) menggunakan <i>Portland Limestone Cement (IL)</i> (Al-Mulla et al, 2020).....	13
Gambar 2.11	Respon lentur balok <i>Engineered Cementitious Composite</i> (a) PVA-ECC pada dua umur (b) PE-ECC & beton bertulang berserat (Li, 2011)	15
Gambar 2.12	Kurva Kuat Lentur-Defleksi (a) Spesimen C-ECC (b) Spesimen EX-ECC	15

Gambar 3.1	Semen	16
Gambar 3.2	Agregat Halus (Pasir)	17
Gambar 3.3	Pasir Nanosilika.....	17
Gambar 3.4	Sika Viscocrete-3270	18
Gambar 3.5	Serat Makro Kratos Makro PP 54+ dan Serat Mikro Kratos Mikro 6mm	19
Gambar 3.6	Cetakan Balok 30 mm x 100 mm x 500 mm.....	21
Gambar 3.7	Benda Uji <i>Engineered Cementitious Composite</i>	21
Gambar 3.8	Alat Uji <i>Slump Flow</i>	22
Gambar 3.9	Diagram Alur Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Grafik Zona Gradasi Agregat Halus.....	25
Gambar 4.2	Grafik Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Tanpa Serat	27
Gambar 4.3	Grafik Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Serat Makro	28
Gambar 4.4	Grafik Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Serat Mikro	29
Gambar 4.5	Hasil Perbandingan Kuat Tekan Variasi Tanpa Serat ECC Umur 28 Hari dengan Ma-0.75 dan Mi-0.75.....	29
Gambar 4.6	Hasil Perbandingan Kuat Tekan Variasi Tanpa Serat ECC Umur 28 Hari dengan Ma-1 dan Mi-1	30
Gambar 4.7	Hasil Perbandingan Kuat Tekan Variasi Tanpa Serat ECC Umur 28 Hari dengan Ma-1.25 dan Mi-1.25.....	30
Gambar 4.8	Kondisi benda uji masing masing variasi <i>Engineered Cementitious Composite</i> setelah menerima beban maksimum	31
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Kuat Lentur Rata-Rata Variasi ECC Tanpa Serat Dengan ECC Serat Makro	33
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Kuat Lentur Rata-Rata Variasi ECC Tanpa Serat Dengan ECC Serat Mikro.....	34
Gambar 4.11	Hasil Perbandingan Kuat Lentur Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-0.75 dan Mi-0.75	35

Gambar 4.12	Hasil Perbandingan Kuat Lentur Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1 dan Mi-1	35
Gambar 4.13	Hasil Perbandingan Kuat Lentur Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1.25 dan Mi-1.25	36
Gambar 4.14	Kondisi benda uji masing masing variasi <i>Engineered Cementitious Composite</i> setelah menerima beban maksimum	37
Gambar 4.15	Grafik Beban-Defleksi Hasil Pengujian Kuat Lentur ECC Variasi Tanpa Serat.....	39
Gambar 4.16	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Ma-0.75.....	40
Gambar 4.17	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Ma-1.....	40
Gambar 4.18	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Ma-1.25.....	41
Gambar 4.19	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Mi-0.75	42
Gambar 4.20	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Mi-1	42
Gambar 4.21	Grafik Beban-Defleksi ECC Variasi Mi-1.25	42
Gambar 4.22	Grafik Perbandingan Rata-Rata Toughness δ_{ult} Pada ECC variasi serat makro	44
Gambar 4.23	Grafik Perbandingan Rata-Rata Toughness δ_{ult} Pada ECC variasi serat mikro.....	45
Gambar 4.24	Hasil Perbandingan <i>Toughness</i> Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-0.75 dan Mi-0.75	45
Gambar 4.25	Hasil Perbandingan <i>Toughness</i> Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1 dan Mi-1	46
Gambar 4.26	Hasil Perbandingan <i>Toughness</i> Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1.25 dan Mi-1.25	46
Gambar 4.27	Grafik Perbandingan Rata-Rata Daktilitas Pada ECC variasi serat makro.....	48
Gambar 4.28	Grafik Perbandingan Rata-Rata Daktilitas Pada ECC variasi serat mikro	49
Gambar 4.29	Hasil Perbandingan Daktilitas Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-0.75 dan Mi-0.75	49

Gambar 4.30 Hasil Perbandingan Daktilitas Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1 dan Mi-1	50
Gambar 4.31 Hasil Perbandingan Daktilitas Variasi Tanpa Serat ECC dengan Ma-1.25 dan Mi-1.25	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Campuran <i>Engineered Cementitious Composite (ECC)</i> (Lepech dan Li, 2008)	6
Tabel 2.2	Komposisi Campuran <i>Engineered Cementitious Composite (ECC)</i>	7
Tabel 2.3	Spesifikasi Serat pada <i>Engineered Cementitious Composite (ECC)</i>	7
Tabel 2.4	Dimensi Balok Pada Pengujian Kuat Lentur <i>Engineered Cementitious Composite</i>	12
Tabel 3.1	Spesifikasi Serat Sintetis Makro dan Mikro dari PT. Kordsa	19
Tabel 3.2	Campuran Mix Design Beton Tanpa Agregat Kasar	20
Tabel 3.3	Jumlah Benda Uji Silinder	20
Tabel 3.4	Jumlah Benda Uji Balok	20
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus	25
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Sifat Fisik Material Pasir Nanosilika	26
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Slump Flow	26
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Tanpa Serat	26
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Serat Makro	27
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan ECC Variasi Serat Mikro	28
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Kuat Lentur ECC Variasi Tanpa Serat	32
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kuat Lentur ECC variasi serat makro dengan persentase 0.75%, 1% dan 1.25%	33
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Lentur ECC variasi serat mikro dengan persentase 0.75%, 1% dan 1.25%	34
Tabel 4.10	<i>Engineered Cementitious Composite</i> saat mengalami kondisi ultimit dan kondisi yield	38
Tabel 4.11	ECC saat mengalami kondisi ultimit dan kondisi yield	39
Tabel 4.12	ECC saat mengalami kondisi ultimit dan kondisi yield	41
Tabel 4.13	Data Hasil Toughness δ_{ult} Pada ECC variasi tanpa serat	43

Tabel 4.14 Data Hasil Toughness δ ult Pada ECC variasi serat makro	43
Tabel 4.15 Data Hasil Toughness δ ult Pada ECC variasi serat mikro	44
Tabel 4.16 Data Hasil Daktilitas Pada ECC variasi tanpa serat	47
Tabel 4.17 Data Hasil Daktilitas Pada ECC variasi serat makro	47
Tabel 4.18 Data Hasil Daktilitas Pada ECC variasi serat mikro.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A: Kartu Asistensi
- Lampiran B: Revisi Seminar
- Lampiran C: Hasil Pengujian
- Lampiran D: Bukti Submit Jurnal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi beton terus berlanjut sepanjang masa, seiring kebutuhan manusia akan infrastruktur. Kebutuhan infrastruktur yang makin meningkat, menuntut karakteristik material beton yang lebih beragam dan sesuai fungsinya. Tuntutan karakteristik fisik dan mekanik yang beragam dari material beton menghasilkan banyak inovasi yang dihasilkan. Inovasi yang lahir dari perkembangan teknologi beton menghasilkan material beton dengan karakteristik baru, baik dalam tahap pengembangan penelitian maupun yang sudah dimanfaatkan.

Pengembangan karakteristik beton dengan yang terus ditingkatkan meliputi sifat mekanik yang berupa peningkatan kekuatan tekan beton, lentur dan tariknya, serta perbaikan perilakunya. Sifat khas mekanik beton dikenal dengan mutu beton yang diukur dengan kekuatan tekannya. Sifat mekanik lainnya, berupa kuat tarik, kuat geser, kuat lentur dan modulus elastisitas mengalami peningkatan apabila kuat tekan betonnya bertambah, akan tetapi beton tidak dapat menahan gaya tarik yang dapat mengakibatkan beton tersebut mengalami keretakan hingga patah jika diberi beban tarik.

Satu upaya perbaikan dilakukan atas karakteristik beton tersebut dapat menghasilkan beberapa perubahan yang bernilai baik untuk fungsi dan sifat beton yang diinginkan. Namun demikian, dapat juga memberikan hasil sampingan yang bersifat negatif pada fungsi dan sifat beton lainnya. Oleh karena itu, perbaikan berupa penambahan bahan, modifikasi material yang dapat dilakukan sesuai dengan fungsinya. Dengan berkembangnya ilmu dan teknologi, terdapat teknologi inovasi beton tanpa menggunakan agregat kasar yang dikenal dengan *Engineered Cementitious Composite (ECC)*. *Engineered Cementitious Composites (ECC)* merupakan inovasi yang berasal dari beton bertulang serat. Pada beton yang diperkuat serat, menggunakan berbagai macam serat yang digunakan untuk memberikan keuletan pada beton sehingga dapat bertahan ketika diberi beban tarik. Namun *Engineered Cementitious Composite* dapat dianggap berbeda dengan beton bertulang serat dikarenakan komposisi dalam *Engineered Cementitious Composite*

tidak menggunakan material agregat kasar dalam campurannya, hal ini berguna untuk mempertahankan nilai karakteristik kekuatan dan daktilitas *Engineered Cementitious Composite* itu sendiri. (V. C. Li, 2011).

Engineered Cementitious Composite atau *Bendable Concrete* merupakan inovasi beton yang memiliki nilai daktilitas yang tinggi (V. C. Li et al., 2003). Upaya yang digunakan agar *Engineered Cementitious Composite* atau *Bendable Concrete* memiliki keuletan tinggi adalah dengan menggunakan bahan berupa bahan serat sintetis. Penggunaan serat sintetis dalam *Engineered Cementitious Composite* dengan komposisi tanpa agregat kasar dapat menghentikan keretakan dalam *Engineered Cementitious Composite*. Serat sintetis memiliki dua jenis yaitu serat sintetis makro dan serat sintetis mikro. Kedua serat sintetis tersebut memiliki perbedaan seperti dari sisi bentuk dan dimensi. Berdasarkan dari banyak studi, kedua jenis serat ini memiliki potensi untuk memperbaiki sifat mekanik maupun fisik dari beton (Rosidawani et al., 2015).

Atas dasar penjelasan dari latar belakang studi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merekayasa komposisi bahan dalam penggunaan kedua jenis serat sintetis dengan tujuan memperbaiki sifat mekanik beton dengan menggunakan *Engineered Cementitious Composite*. Jenis serat sintetis makro dan mikro berbahan *Polyamide* dan *polypropylene* akan digunakan dalam campuran ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan yang ada, maka dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite* akibat pengaruh jenis serat sintetis (makro dan mikro)?
2. Bagaimana karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite* akibat variasi persentase serat sintetis masing-masing jenis serat sintetis makro dan mikro?
3. Bagaimana perilaku lentur *Engineered Cementitious Composite* akibat variasi persentase serat sintetis masing-masing jenis serat sintetis makro dan mikro?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite* akibat pengaruh jenis serat sintetis (makro dan mikro).
2. Menganalisis karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite* akibat variasi persentase serat sintetis masing-masing jenis serat sintetis makro dan mikro.
3. Menganalisis perilaku lentur *Engineered Cementitious Composite* akibat variasi persentase serat sintetis masing-masing jenis serat sintetis makro dan mikro.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Serat yang digunakan berupa serat sintetis berukuran makro dan mikro milik PT. kratos.
2. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik mekanik *Engineered Cementitious Composite*.
3. Benda uji menggunakan silinder untuk pengujian kuat tekan dan balok untuk pengujian kuat lentur.
4. Mutu beton rencana K-225.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pengaruh jenis dan variasi persentase serat sintetis terhadap sifat mekanik *Engineered Cementitious Composite*.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi terbaru terkait perkembangan teknologi *Engineered Cementitious Composite* berbasis serat sintetis.

1.6 Sistematika Penelitian

Sesuai dengan pedoman penyusunan proposal tesis, maka pada proposal tesis ini akan tercantum di dalamnya yang terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, dan metodologi penelitian.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan awal dari penyusunan tesis yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai acuan atau landasan dari penelitian yang akan dilaksanakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini dituliskan mengenai tahapan, cara penelitian serta uraian tentang pelaksanaan penelitian, dan bahan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan mengenai analisis data yang berhubungan dengan hasil penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik dan dilakukan pengujian validitas data hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini yaitu kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian dan saran sebagai referensi yang akan digunakan untuk modifikasi atau pembaharuan pada penelitian pada masa depan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Al Kareem, S., & Faraoun Ahmed, I. (2021). Impact Resistance of Bendable Concrete Reinforced with Grids and Containing PVA Solution. In *Technology & Applied Science Research* (Vol. 11, Issue 5).
- Al-Mulla, I. F., Al-Rihimy, A. S., & Abd Alameer, M. S. (2020). Properties of engineered cementitious composite concrete (bendable concrete) produced using Portland limestone cement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 671(1).
- Asano, K., Kanakubo, T., & Matsushima, T. (2010). Large-Scale-Processing-of-Engineered-Cementitious-Composites. *Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures*, 1671–1622.
- ASTM C1116/C1116M-10a, (2015), *Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete*, Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM C293/C293M-16, (2016), *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*, Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM C33/C33M-18, (2018), *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM C39/C39M-21, (2021), *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, Annual Book of ASTM Standards.
- Bins, S. R., Kumar, C. S., Togi, S., & George, M. (2021). *A Study of Engineered Cementitious Composites by Investigating its Compressive and Flexural Strength*.
- Bright, B., Sareef, M., & Priyadharshan, H. (2018). Experimental Investigation on Bendable Concrete Using Natural and Artificial Fibres (Jute and Nylon). *International Research Journal of Engineered and Technology*.
- Chen, M., Fang, S., Wang, G., Xuan, Y., Gao, D., & Zhang, M. (2024). Compressive and flexural behaviour of engineered cementitious composites based auxetic structures: An experimental and numerical study. *Journal of Building Engineering*, 86.
- Gadhiya, S., Patel, T. N., Shah, D., Student, P., & Professor, A. (2015). Parametric Study on Flexural Strength of ECC. In *IJSRD-International Journal for Scientific Research & Development* (Vol. 3).
- Galib Muktadir, M., Fahim Alam, M. I., Rahman, A., & Robiul Haque, M. (2020). Comparison of Compressive Strength and Flexural Capacity between Engineered Cementitious Composites (Bendable Concrete) and Conventional

- Concrete used in Bangladesh. In *Journal Of Materials And Engineered Structures* (Vol. 7).
- Ge, Z., Tawfek, A. M., Zhang, H., Yang, Y., Yuan, H., Sun, R., & Wang, Z. (2021). Influence of an extrusion approach on the fiber orientation and mechanical properties of Engineered cementitious composite. *Construction and Building Materials*, 306.
- George, M., Sathyan, D., & Mini, K. M. (2020). Investigations on effect of different fibers on the properties of engineered cementitious composites. *Materials Today: Proceedings*, 42, 1417–1421.
- Kanakubo, T., Shimizu, K., Nagai, S., & Kanda, T. (2010). Shear transmission on crack surface of ECC. *Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures*, 1623–1630.
- Lepech, M. D., & Li, V. C. (2008). Large-Scale-Processing-of-Engineered-Cementitious-Composites. *ACI Materials Journal*, 105(4), 358–366.
- Li, V. C. (2011). *Engineered Cementitious Composites (ECC)-Material, Structural, and Durability Performance*.
- Li, V. C. (2012). Can concrete be bendable?: The notoriously brittle building material may yet stretch instead of breaking. *American Scientist*, 100(6), 484–493.
- Li, V. C. (2019). *Engineered Cementitious Composites (ECC) Bendable Concrete for Sustainable and Resilient Infrastructure*.
- Li, V. C., Mishra, D. K., Naaman, A. E., Wight, J. K., LaFave, J. M., Wu, H. C., & Inada, Y. (2003). On the shear behavior of engineered cementitious composites. *Advanced Cement Based Materials*, 1(3), 142–149.
- Ranjith, S., Venkatasubramani, R., & Sreevidya, V. (2017). *Comparative Study On Durability Properties Of Engineered Cementitious Composites With Polypropylene Fiber And Glass Fiber*.
- Rosidawani, Imran, I., Sugiri, S., & Pane, I. (2015). Behaviour of macro synthetic fiber reinforced concrete columns under concentric axial compression. *Procedia Engineered*, 125, 987–994.
- SNI 7064:2014, Semen portland komposit, Standar Nasional Indonesia
- SNI T-15-1991-03, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia
- Srinivasa C H, V. (2020). Experimental Study On Uniaxial Tensile Strength Of Bendable Concrete. *International Journal of Advanced Research in Engineered and Technology (IJARET)*, 11(9), 260–271.

- Timang Palembang, M., Parung, H., Arwin Amiruddin, A., & Korespondensi Memed Timang Palembang, A. (2019). Characteristics Study Compressive Strength And Tensile Strength Of Pva-Ecc Concrete Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Material Polyvinyl Alcohol-Engineered Cementitious Composites. In *Dynamic SainT Jilid IV* (Issue 1).
- Zhu, S., Zhang, Y. X., & Lee, C. K. (2022). Experimental investigation of flexural behaviours of hybrid engineered cementitious composite beams under static and fatigue loading. *Engineered Structures*, 262.