



**PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT
LIMBAH SABUT KELAPA MENGGUNAKAN METODE
HOT PRESS PADA BLOK REM KERETA API**

TESIS

OLEH
M.AZIZI

55823010003

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA

2025



**PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT
LIMBAH SABUT KELAPA MENGGUNAKAN METODE
HOT PRESS PADA BLOK REM KERETA API**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan

Program Studi Magister Teknik Mesin

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

OLEH

M.AZIZI

55823010003

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : M. Azizi
NIM : 55823010003
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Skripsi / Tesis : Pengembangan Material Komposit Serat Limbah Sabut Kelapa
Menggunakan Metode Hot Press Pada Blok Rem Kereta Api

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Strata S2** pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D
NIDN : 1013126901
Ketua Penguji : I Gusti Ayu Arwati, Dra., M.T., Ph.D
NIDN : 0010046408
Anggota Penguji : Nurato M.T., Ph.D
NIDN : 0313047302

()
()
()

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 31 Mei 2025

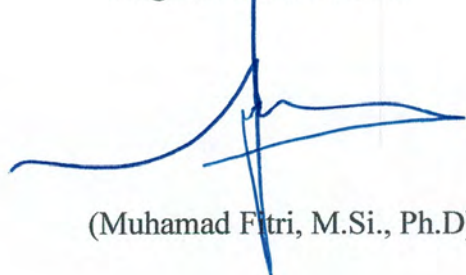
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Pengembangan Material Komposit Serat Limbah Sabut
Kelapa Menggunakan Metode *Hot Press* Pada Blok Rem
Kereta Api

Nama : M. Azizi

NIM : 55823010003

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 31 Mei 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 31 Mei 2025



(M.Azizi)

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : M. Azizi
NIM : 55823010003
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis : Pengembangan Material Komposit Serat Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Metode Hot Press Pada Blok Rem Kereta Api

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 31 Mei 2025** dengan hasil presentase sebesar **13 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 31 Mei 2025
Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan rasa syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat yang diberikan kepadanya untuk menyelesaikan Thesis yang berjudul “Pengembangan Material Komposit Serat Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Metode *Hot Press* Pada Blok Rem Kereta Api” dilakukan dengan baik dan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Istri penulis atas dukungannya selama pembuatan thesis ini.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada banyak orang yang membantu menyusun serta mensukseskan thesis ini samapi dengan selesai. Terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Dr.Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan.
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, atas curahan ilmu yang telah Bapak/Ibu berikan kepada penulis.
6. Almarhum dan Almarhumah Kedua orang tua Suhaimi dan Salmawani yang telah memberikan doa dan restunya semasa hidupnya.

7. Istri Heriyati Amd.Kep yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
8. Adik penulis Nurhasana S.Tr.T yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
9. Keluarga besar penulis yang juga telah mendukung dan memberikan doanya.
10. Rekan rekan kuliah dan rekan kerja atas kerjasama, ijin, bantuan dan dukungannya.

Penulis sadar bahwa tesis ini tidak sempurna; karena itu, dengan rendah hati, penulis meminta pembaca memberikan kritik dan saran yang membantu untuk memperbaikinya. Penulis mengharapkan laporan tesis yang berjudul “Pengembangan Material Komposit Serat Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Metode *Hot Press* Pada Blok Rem Kereta Api” ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Jakarta, 31 Mei 2025

(M.Azizi)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan material komposit berbahan dasar serat limbah sabut kelapa dengan metode hot press sebagai alternatif blok rem kereta api yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Variasi fraksi volume serat (60%, 65%, dan 70%) serta suhu proses (160°C, 170°C, dan 180°C) diuji untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat mekanik material, meliputi uji tarik (ASTM D3039), uji kekerasan (Shore D), dan uji koefisien gesek. Hasil uji menunjukkan bahwa spesimen dengan komposisi 60% serat dan suhu 180°C menghasilkan performa terbaik, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 27,85 MPa, kekerasan 88,4 HRR, dan koefisien gesek sebesar 0,22. Nilai-nilai ini mendekati dan sebagian memenuhi standar SNI 8832:2019 untuk blok rem kereta api, khususnya pada parameter kekerasan dan koefisien gesek. Struktur mikro pada spesimen terbaik menunjukkan ikatan serat-matriks yang baik serta distribusi serat yang homogen. Analisis regresi dan ANOVA menunjukkan bahwa variasi suhu dan fraksi serat memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit. Penelitian ini menyimpulkan bahwa serat sabut kelapa berpotensi tinggi sebagai bahan alternatif dalam pembuatan blok rem, dengan keunggulan ramah lingkungan, ekonomis, dan tahan aus.

Kata Kunci : Material Maju, Kereta api, Blok Rem, Sabut kelapa, Komposit Alami.

ABSTRACT

This research aims to develop a composite material based on coconut husk fiber waste using the hot press method as an environmentally friendly and sustainable alternative for railway brake blocks. Variations in fiber volume fraction (60%, 65%, and 70%) and processing temperatures (160°C, 170°C, and 180°C) were tested to examine their effects on mechanical properties, including tensile strength (ASTM D3039), hardness (Shore D), and coefficient of friction. The results showed that the specimen with 60% fiber composition and 180°C processing temperature delivered the best performance, achieving a tensile strength of 27.85 MPa, hardness of 88.4 HRR, and a coefficient of friction of 0.22. These values meet or closely approach the requirements of the Indonesian National Standard (SNI 8832:2019) for railway brake blocks, particularly in terms of hardness and friction coefficient. Microstructural analysis of the optimal specimen revealed strong fiber–matrix bonding and homogeneous fiber distribution. Regression and ANOVA analyses confirmed that both temperature and fiber fraction significantly influenced the mechanical properties. This study concludes that coconut husk fiber has high potential as an alternative brake block material, offering environmental benefits, cost efficiency, and excellent wear resistance.

Keywords: *Advanced Materials, Railway, Brake Block, Coconut Husk, Natural Composite.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 TUJUAN	5
1.4 MANFAAT	6
1.5 BATASAN MASALAH	6
1.6 NOVELTY.....	7
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 KOMPOSIT.....	10

2.2	SABUT KELAPA.....	15
2.3	<i>HOT PRESS METHOD</i>	20
2.4	BLOK REM KERETA API.....	21
2.5	SIFAT MEKANIS.....	28
2.6	PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO	33
2.7	TEKNIK ANALISIS REGRESI LINEAR DAN ANOVA	34
2.8	REVIEW PENELITIAN TERDAHULU.....	34
BAB III	METODE PENELITIAN	43
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	43
3.2	METODE PENELITIAN.....	48
3.3	TEMPAT PENELITIAN.....	49
3.4	BAHAN PENELITIAN	49
3.5	ALAT PENELITIAN.....	51
3.6	VARIABEL PENELITIAN.....	60
3.7	ANALISIS DATA	60
3.8	PENGAMBILAN KEPUTUSAN.....	61
3.9	PEMBUATAN SPESIMEN UJI TARIK, UJI KEKERASAN DAN KOEFSISIEN GESEK.....	62
3.10	PENGUJIAN TARIK SPESIMEN KOMPOSIT.....	68

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1 HASIL PENGUJIAN UJI TARIK	71
4.2 HASIL PENGUJIAN UJI KEKERASAN	84
4.3 HASIL PENGUJIAN UJI KOEFISIEN GESEK.....	100
4.4 HASIL PENGUJIAN MIKRO STRUKTUR	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	117
5.1 KESIMPULAN	117
5.2 SARAN.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119
LAMPIRAN.....	125



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrostruktur <i>fibrous composite</i>	13
Gambar 2. 2 Mikrostruktur <i>Laminate Composite</i>	14
Gambar 2. 3 Mikrostruktur <i>particulate composite</i>	14
Gambar 2. 4 Kaset Sabut Kelapa	17
Gambar 2. 5 Serat Sabut Kelapa	18
Gambar 2. 6 <i>Cocosheet Roll</i>	19
Gambar 2. 7 Coconut Fiber-Cement Board	20
Gambar 2. 8 Mesin <i>Hot Press</i>	21
Gambar 2. 9 Letak Blok Rem Pada Kereta Api	22
Gambar 2. 10 Blok Ream Metalik	23
Gambar 2.11 <i>Prototype</i> Blok Rem Komposit Kereta Api	25
Gambar 2. 12 Skema peralatan yang digunakan dalam uji tarik.....	29
Gambar 2. 13 Contoh kurva hasil uji tarik.....	30
Gambar 2. 14 Teknik Pengujian Kekerasan.....	31
Gambar 2. 15 Alat Uji Kekerasan Shore D.....	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 3. 2 Resin Epoxy dan Hardner	50
Gambar 3. 3 Limbah Sabut Kelapa	50
Gambar 3. 4 Serat Sabut Kelapa	50
Gambar 3. 5 Anti Lengket Pada Cetakan.....	51
Gambar 3. 6. Alat Uji Tarik	53
Gambar 3. 7. Spesimen Uji Tarik standard ASTM D3039	53

Gambar 3. 8 Alat Uji Kekerasan Shore D.....	54
Gambar 3. 9 Alat Uji Koefisien Gesek	54
Gambar 3. 10 Skala pembacaan Koefisien Gesek	55
Gambar 3. 11 Mesin Press	55
Gambar 3. 12 <i>Microscope Metallurgical</i>	56
Gambar 3. 13 Cetakan Spesimen Uji Tarik	57
Gambar 3. 14 Desain Tutup Cetakan Spesimen Uji Tarik.....	57
Gambar 3. 15 Desain Bagian Bawah Cetakan Spesimen Uji Tarik.....	58
Gambar 3. 16 Cetakan Uji Kekerasan dan Koefisien Gesek	58
Gambar 3. 17 Lokasi Pembuatan Spesimen.....	62
Gambar 3. 18 Komposisi Spesimen Uji Kekerasan dan Uji Koefisien Gesek	63
Gambar 3. 19 Komposisi Spesimen Uji Tarik	63
Gambar 3. 20 (a) Persiapan Wadah Serat (b) Penimbangan Serat.....	64
Gambar 3. 21 Pengolesan wax anti lengket	64
Gambar 3. 22 Peletakan Cetakan Pada Mesin <i>Hot Press</i>	65
Gambar 3. 23 Proses Press Cetakan.....	65
Gambar 3. 24 <i>Set timer</i> selama 20 menit	66
Gambar 3. 25 Pemantauan <i>temperature hot press</i>	66
Gambar 3. 26 Spesimen Jadi Uji Tarik	67
Gambar 3. 27 Spesimen Jadi Uji Kekerasan dan Koefisien Gesek.....	67
Gambar 3. 28 Pengujian Tarik di Laboratorium Material.....	68
Gambar 3. 29 Identifikasi spesimen.....	68
Gambar 3. 30 Spesimen dijepit untuk persiapan uji tarik	69

Gambar 3. 31 Pengaturan Parameter Uji Tarik.....	69
Gambar 3. 32 Running Pengujian	70
Gambar 3. 33 Tunggu spesimen terputus	70
Gambar 4. 1 Lokasi Putusnya Spesimen.....	78
Gambar 4. 2 Regresi Pengaruh <i>Temperature</i>	82
Gambar 4. 3 Regresi Pengaruh Serat	83
Gambar 4. 4 Spesimen Uji Kekerasan	84
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Kekerasan Shore D Semua Spesimen	89
Gambar 4. 7 Grafik Uji Kekerasan Komposisi 60-40.....	90
Gambar 4. 8 Grafik Uji Kekerasan Komposisi 63-35.....	90
Gambar 4. 9 Grafik Uji Kekerasan Komposisi 70-30.....	91
Gambar 4. 10 Grafik Uji Kekerasan <i>Temperature Based</i>	91
Gambar 4. 11 <i>Residual plot</i> uji kekerasan	93
Gambar 4. 12 <i>Residual Plots</i> Komposisi 60-40	94
Gambar 4. 13 <i>Residual Plots</i> Komposisi 70-30	95
Gambar 4. 14 <i>Residual Plots</i> Komposisi 65-35.....	95
Gambar 4. 15 Grafik <i>Main Effects</i> Uji Kekerasan	97
Gambar 4. 16 Konversi Shore D ke HRR.....	98
Gambar 4. 17 Uji Koefisien gesek spesimen	100
Gambar 4. 18 <i>Residual plot</i> uji koefisien gesek.....	105
Gambar 4. 19 Grafik <i>Main Effects</i> Uji Koefisien Gesek	106
Gambar 4. 20 Grafik Koefisien Gesek.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 . Spesifikasi Resin Epoxy dan Sifat Mekanik Resin Epoxy	12
Tabel 2. 2 Syarat SNI Dalam Kualitas Blok Rem Komposit.....	25
Tabel 2. 3 Hasil Ujicoba Pengereman Blok Rem Konvensional	26
Tabel 2. 4 Hasil Ujicoba Pengereman Blok Rem Komposit.....	27
Tabel 2. 5 Konversi Shore D ke HRR.....	32
Tabel 2. 6 Tabel Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3. 1 Bahan Penelitian.....	49
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	51
Tabel 3. 3 Komposisi fraksi volume bahan penguat komposit	59
Tabel 4. 1 Hasil Spesimen Uji Tarik.....	71
Tabel 4. 2 Dampak terhadap validitas data	79
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Uji Tarik	79
Tabel 4. 4 Variabel Olah Data Uji Tarik.....	80
Tabel 4. 5 Arti Kode Variabel Uji tarik	81
Tabel 4. 6 Analisis Varian Uji Tarik.....	81
Tabel 4. 7 Daftar Spesimen Jadi Uji Kekerasan	84
Tabel 4. 8 Hasil Uji Kekerasan	87
Tabel 4. 9 Detail Data Uji Kekerasan	88
Tabel 4. 10 Variabel Olah Data Uji Kekerasan.....	92
Tabel 4. 11 Arti kode variabel uji kekerasan	92
Tabel 4. 12 Analisis Varian.....	92
Tabel 4. 13 Daftar Spesimen Uji Koefisien Gesek	100

Tabel 4. 14 Hasil Uji Koefisien Gesek.....	103
Tabel 4. 15 Variabel Olah Data Uji Koefisien Gesek.....	103
Tabel 4. 16 Arti kode variabel.....	104
Tabel 4. 17 Analisis Varian.....	104
Tabel 4. 18 Mikro Struktur Spesimen Uji Tarik	109
Tabel 4. 19 Mikro Struktur Uji Kekerasan dan Uji Koefisien Gesek	113

