

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK VARIASI KOMPOSIT BERBAHAN
DASAR SERABUT KELAPA DAN RESIN *EPOXY* TERHADAP
NILAI STRUKTUR MIKRO, KETAHANAN TERMAL, DAN
KOEFSIEN GESEK PADA KAMPAS REM CAKRAM
SEPEDA MOTOR**



REENO NAVARO

1502621087

Intelligentia - Dignitas

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Karakteristik Variasi Komposit Berbahan Dasar Serabut Kelapa dan Resin *Epoxy* terhadap Nilai Struktur Mikro, Ketahanan Termal, Dan Koefisien Gesek Pada Kampas Rem Sepeda Motor.

Penyusun : Reeno Navaro

NIM : 1502621087

Pembimbing 1 : Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

Pembimbing 2 : Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.

Tanggal Ujian : Kamis, 31 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

NIP. 199201102022032005

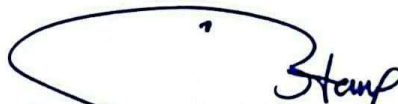


Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.

NIP. 198202022010121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Phil. Imam Mahir, M. Pd.
NIP. 198404182009121002

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Karakteristik Variasi Komposit Berbahan Dasar Serabut Kelapa dan Resin *Epoxy* terhadap Nilai Struktur Mikro, Ketahanan Termal, dan Koefisien Gesek Pada Kampas Rem Sepeda Motor.

Penyusun : Reeno Navaro

NIM : 1502621087

Pembimbing 1 : Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

Pembimbing 2 : Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.

Tanggal Ujian : Kamis, 31 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

NIP. 199201102022032005



Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.

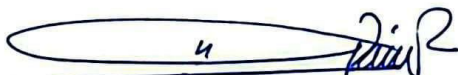
NIP. 198202022010121002

Pengesahan Panitia Skripsi:

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Penguji Ahli



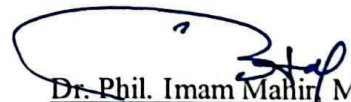
Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M. T.

NIP. 197604222006041001



Ahmad Lubi, M. Pd., M.T.

NIP. 198501312023211014

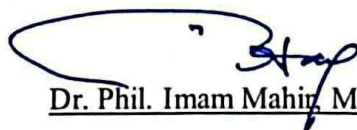


Dr. Phil. Imam Mahir, M. Pd.

NIP. 198404182009121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Phil. Imam Mahir, M. Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reeno Navaro
No. Register : 1502621087
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 8 September 2003
Alamat : Jl. Bulak Jawa Gg. Krisna 3 RT. 03/ RW.03, Kel.
Jatisari, Kec. Jatiasih, Kota Bekasi, Jawa Barat
17426

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul “Karakteristik Variasi Komposit Berbahan Dasar Serabut Kelapa dan Resin *Epoxy* terhadap Nilai Struktur Mikro, Ketahanan Termal, dan Koefisien Gesek Pada Kampas Rem Cakram Sepeda Motor”.
2. Karya Tulis Ilmiah murni gagasan, rumusan, dan penelitian penulis dengan arahan Dosen Pembimbing.
3. Karya Tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, Agustus 2025



Reeno Navaro

No. Reg. 1502621087



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Reeno Navaro
NIM : 1502621087
Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : reennonavaro08@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

"KARAKTERISTIK VARIASI KOMPOSIT BERBAHAN DASAR SERABUT KELAPA DAN RESIN EPOXY TERHADAP NILAI STRUKTUR MIKRO, KETAHANAN TERMAL, DAN KOEFISIEN GESEK PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR".

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 6 Agustus 2025

(Reeno Navaro)

KATA PENGANTAR

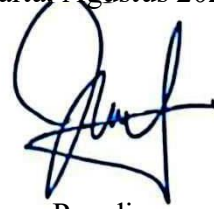
Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, yang memungkinkan penulis menyelesaikan penelitian yang berjudul "Karakteristik Variasi Komposit Berbahan Dasar Serabut Kelapa dan Resin *Epoxy* terhadap Nilai Struktur Mikro, Ketahanan Termal, dan Koefisien Gesek Pada Kampas Rem Sepeda Motor.". Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Sarjana Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, M. Pd. Ketua Program Studi Teknik Mesin, atas izin dan dukungan administratif yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Rani Anggrainy, S.Pd., M.T. Dosen pembimbing, atas arahan dan bimbingan yang penuh kesabaran selama proses ini.
3. Bapak Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si. Dosen pembimbing, atas masukan dan bimbingan yang sangat berharga.
4. Seluruh dosen dan staf di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu dan fasilitas yang sangat bermanfaat dalam mendukung kelancaran proses penyusunan skripsi ini.
5. Kepada keluarga tercinta, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, atas pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan moral maupun materiil yang selalu diberikan tanpa pamrih.
6. Rekan-rekan di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Angkatan 2021 atas semangat dan motivasi yang telah mendorong penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan dalam kelompok bimbingan skripsi, terima kasih atas kerja sama yang solid, bantuan teknis, dan semangat kebersamaan yang menjadi penyemangat dalam menyelesaikan setiap tantangan yang dihadapi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memerlukan pengembangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis

maupun bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik mesin. Penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian dan kerjasama semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan proposal ini.

Jakarta, Agustus 2025



Penulis



Intelligentia - Dignitas

KARAKTERISTIK KOMPOSIT BERBAHAN DASAR SERABUT KELAPA DAN RESIN *EPOXY* TERHADAP NILAI STRUKTUR MIKRO KETAHANAN TERMAL, DAN KOEFSISIEN GESEK PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Reeno Navaro

Dosen Pembimbing: Rani Anggrainy, M.T. dan Dr. Ferry Budhi S., M.T.,
M.Si.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi komposisi serabut kelapa dan resin *epoxy* terhadap karakteristik kampas rem sepeda motor, khususnya dalam aspek struktur mikro, ketahanan termal, dan koefisien gesek. Serabut kelapa digunakan sebagai alternatif bahan penguat ramah lingkungan untuk menggantikan asbestos yang bersifat karsinogenik, sedangkan resin *epoxy* dipilih sebagai matriks karena memiliki ketahanan mekanik dan termal yang baik. Variasi komposisi yang diuji meliputi 40% serabut kelapa dan 60% resin *epoxy*, 50% serabut kelapa dan 50% resin *epoxy*, dan 60% serabut kelapa dan 40% resin *epoxy*. Pengujian dilakukan melalui mikroskop optik untuk struktur mikro, *Thermogravimetric Analysis* (TGA) untuk ketahanan termal, dan tribometer untuk koefisien gesek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi serabut kelapa cenderung meningkatkan porositas dan ketidakteraturan distribusi serat. Spesimen dengan komposisi 40% serabut kelapa dan 60% resin *epoxy* memberikan hasil terbaik dalam hal struktur mikro yang padat, suhu *onset* termal tertinggi sebesar 192,61 °C, namun memiliki koefisien gesek yang rendah dengan rata-rata 0,096. Dengan demikian, material ini berpotensi sebagai alternatif ramah lingkungan pengganti kampas rem berbasis asbestos, namun masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut agar memenuhi standar kinerja industri otomotif.

Kata kunci: Asbestos, Mikroskop optik, Serat Alami, *Thermogravimetric Analysis*, Tribometer

Characterization of Coconut Fiber and *Epoxy* Resin-Based Composites on the Microstructure, Thermal Resistance, and Friction Coefficient of Motorcycle Brake Pads

Reeno Navaro

Advisors: Rani Anggrainy, M.T. and Dr. Ferry Budhi S., M.T., M.Si.

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of varying compositions of coconut fiber and epoxy resin on the characteristics of motorcycle brake pads, particularly in terms of microstructure, thermal resistance, and coefficient of friction. Coconut fiber is used as an eco-friendly reinforcing material to replace carcinogenic asbestos, while epoxy resin is selected as the matrix due to its excellent mechanical and thermal resistance. The tested compositions include 40% coconut fiber and 60% epoxy resin, 50% coconut fiber and 50% epoxy resin, and 60% coconut fiber and 40% epoxy resin. Testing was conducted using optical microscopy for microstructure analysis, Thermogravimetric Analysis (TGA) for thermal resistance, and a tribometer for measuring the coefficient of friction. The results show that increasing the fraction of coconut fiber tends to increase porosity and irregular fiber distribution. The specimen with 40% coconut fiber and 60% epoxy resin provided the best results in terms of compact microstructure and the highest thermal onset temperature of 192.61 °C but exhibited a low average coefficient of friction of 0.096. Therefore, this material has potential as an environmentally friendly alternative to asbestos-based brake pads, although further development is needed to meet automotive industry performance standards.

Keywords: *Asbestos, Natural Fiber, Optical Microscopy, Thermogravimetric Analysis, Tribometer*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.6.1 Dalam Pendidikan	5
1.6.2 Dalam Industri.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Komposit	6
2.1.1 Klasifikasi Komposit	6
2.1.2 Metode Pembuatan Komposit	8
2.2 Serabut Kelapa	11
2.3 Resin <i>Epoxy</i>	12

2.4 Sistem Pengereman	14
2.5 Rem Cakram.....	15
2.6 Kampas Rem	16
2.7 Uji Struktur Mikro.....	17
2.8 Uji Ketahanan Termal	19
2.9 Uji Koefisien Gesek	21
2.10 Penelitian Relevan	23
2.11 Hipotesa Penelitian.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2 Metodologi Penelitian	27
3.3 Diagram Alir	28
3.4 Instrumen Penelitian.....	30
3.4.1 Alat.....	30
3.4.2 Bahan.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.5.1 Persiapan Pembuatan Spesimen Uji.....	31
3.5.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	33
3.6 Pengujian.....	38
3.7 Teknik Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	31
4.1 Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	31
4.1.1 Pengujian Struktur Mikro.....	31
4.1.2 Pengujian Ketahanan Termal	32
4.1.3 Pengujian Koefisien Gesek	35
4.2 Analisis Hasil Penelitian	36

4.2.1 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro	36
4.2.2 Analisis Hasil Pengujian Ketahanan Termal.....	39
4.2.3 Analisis Hasil Pengujian Koefisien Gesek.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Material Komposit	6
Gambar 2.2 Komposit Berdasarkan Bentuk Penguat	7
Gambar 2.3 Metode <i>Hand lay-up</i>	8
Gambar 2.4 Metode <i>Vacuum bagging</i>	9
Gambar 2.5 Metode Resin <i>Infusion</i>	9
Gambar 2.6 Metode <i>Compression Molding</i>	10
Gambar 2.7 Metode <i>Hot pressing</i>	10
Gambar 2.8 Serabut Kelapa	11
Gambar 2.9 Resin <i>Epoxy</i>	13
Gambar 2.10 Sistem Pengereman Sepeda Motor	14
Gambar 2.11 Rem Cakram Sepeda Motor	15
Gambar 2.12 Kampas Rem Sepeda Motor	16
Gambar 2.13 Mikroskop Optik	18
Gambar 2.14 <i>Thermogravimetric Analyzer</i> DTG-60 AH	19
Gambar 2.15 Tribometri	22
Gambar 3.1 Proses Pengeringan Serabut Kelapa	31
Gambar 3.2 Proses Penghalusan Serabut Kelapa	32
Gambar 3.3 Proses Penyaringan Serabut Kelapa	32
Gambar 3.4 Bahan-Bahan Pembuatan Spesimen Uji (A= Serabut Kelapa, B= Resin Epoxy)	33
Gambar 3.5 Rumus Menghitung Massa Jenis	34
Gambar 3.6 Proses Pembuatan Spesimen Uji (A= Cetakan Kampas Rem, B= Cetakan Tabung)	36
Gambar 3.7 Proses Kompaksi Spesimen Uji (A= Cetakan Kampas Rem, B= Cetakan Tabung)	36
Gambar 3.8 Proses <i>Sintering</i> Spesimen Uji	37
Gambar 3.9 Proses <i>Curing</i> Spesimen Uji	38
Gambar 4.1 Spesimen Uji Sebelum Proses Pengamplasan	31
Gambar 4.2 Spesimen Uji Sesudah Proses Pengamplasan	32
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Mikroskop Optik	32
Gambar 4.4 Sebelum Pengujian <i>Thermogravimetric Analysis</i>	33

Gambar 4.5 Sesudah Pengujian <i>Thermogravimetric Analysis</i>	33
Gambar 4.6 Hasil Pengujian <i>Thermogravimetric Analysis</i>	34
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Tribometer.	35
Gambar 4.8 Sesudah Pengujian Tribometer.	36
Gambar 4.9 Struktur Mikro Spesimen A	36
Gambar 4.10 Struktur Mikro Spesimen B	37
Gambar 4.11 Struktur Mikro Spesimen C	37
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian <i>Thermogravimetric Analysis</i> Spesimen Uji	39
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai Temperatur <i>Onset</i> Spesimen Uji	40
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Nilai Temperatur <i>Endset</i> Spesimen Uji.....	41
Gambar 4.15 Grafik Nilai <i>Differential Thermal Analysis</i>	42
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Nilai <i>Differential Thermal Analysis</i> Spesimen Uji.....	43
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai Koefisien Gesek Spesimen Uji.	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Serabut Kelapa	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Resin <i>Epoxy</i>	14
Tabel 2.3 Karakteristik Kampas Rem.....	17
Tabel 2.4 Standar Pengujian Struktur Mikro	19
Tabel 2.5 Standar Pengujian Ketahanan Termal	21
Tabel 2.6 Standar Pengujian Koefisien Gesek	23
Tabel 2.7 Penelitian Relevan	23
Tabel 3.1 Alat Pembuatan Komposit.....	30
Tabel 3.2 Bahan Pembuatan Komposit	30
Tabel 3.3 Variasi Komposisi Spesimen Uji.....	34
Tabel 3.4 Massa Jenis dari Bahan-Bahan Spesimen Uji.	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tribometer.....	35



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan Pengujian Thermogravimetric Analysis	57
Lampiran 2 Laporan Pengujian Tribometer	59
Lampiran 3 Cetakan Spesimen Uji.....	60
Lampiran 4 Daftar Riwayat Hidup.....	61



Intelligentia - Dignitas