



**ANALISIS MATERIAL ALTERNATIF KAMPAS
KOPLING BERBAHAN KOMPOSIT RESIN
DIPERKUAT BAHAN ALAMI DAN LIMBAH KACA**

TESIS

OLEH

MUHAMMAD SYUKRI HARDIANTO

55821110008

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
PROGRAM STUDI
MAGISTER TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2025



**ANALISIS MATERIAL ALTERNATIF KAMPAS
KOPLING BERBAHAN KOMPOSIT RESIN
DIPERKUAT BAHAN ALAMI DAN LIMBAH KACA**

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Mesin**

**UNIVERSITAS
OLEH
MERCU BUANA
MUHAMMAD SYUKRI HARDIANTO**

55821110008

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA
2025**

ABSTRACT

The clutch lining is a critical component in a vehicle's transmission system, responsible for transferring power from the engine to the wheels. Conventional clutch lining materials containing asbestos and heavy metals pose risks to health and the environment. This research aims to develop an alternative clutch lining material based on a resin composite reinforced with natural and waste materials, namely glass powder, sugar palm fiber, coconut fiber, and eggshell. The experimental method used the Taguchi approach with an L9(3⁴) Orthogonal Array design to evaluate the effect of compositional variations on three main parameters: hardness (HRB), tensile strength (MPa), and coefficient of friction. The test results showed that specimen G, with a composition of 20% glass, 16% sugar palm fiber, 20% coconut fiber, and 18% eggshell, exhibited the best mechanical performance, with a hardness value of 90,72 HRB, a tensile strength of 7,4 MPa, and a coefficient of friction of 0,45, approaching the characteristics of conventional clutch linings. ANOVA analysis indicated that the coconut fiber fraction had a significant effect on the hardness value ($p < 0,05$), while the sugar palm fiber fraction had a significant effect on tensile strength and the coefficient of friction ($p < 0,05$). This study demonstrates that materials based on resin and natural ingredients can be a viable environmentally friendly alternative for automotive clutch linings.

Keywords: clutch lining, resin composite, natural materials, glass waste, Taguchi, hardness, tensile strength, coefficient of friction.

ABSTRAK

Kampas kopling merupakan komponen penting dalam sistem transmisi kendaraan yang berfungsi untuk mentransfer tenaga dari mesin ke roda. Material kampas kopling konvensional yang mengandung asbes dan logam berat memiliki risiko terhadap kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material alternatif kampas kopling berbasis komposit resin yang diperkuat dengan bahan alami dan limbah, yaitu serbuk kaca, serat ijuk, serat kelapa, dan cangkang telur. Metode eksperimen menggunakan pendekatan Taguchi dengan desain Orthogonal Array L9(3⁴) untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi terhadap tiga parameter utama: kekerasan (HRB), kekuatan tarik (MPa), dan koefisien gesek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen G dengan komposisi fraksi 20% kaca, 16% ijuk, 20% kelapa, dan 18% cangkang telur memiliki performa mekanik terbaik, dengan nilai kekerasan 90,72 HRB, kekuatan tarik 7,4 MPa, dan koefisien gesek 0,45, mendekati karakteristik kampas kopling konvensional. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa fraksi kelapa berpengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan ($p < 0,05$), fraksi ijuk berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan koefisien gesek ($p < 0,05$). Penelitian ini menunjukkan bahwa material berbasis resin dan bahan alami dapat menjadi alternatif ramah lingkungan yang layak untuk kampas kopling otomotif.

Kata kunci: kampas kopling, komposit resin, bahan alami, limbah kaca, Taguchi, kekerasan, kekuatan tarik, koefisien gesek.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi / Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Syukri Hardianto
NIM : 55821110008
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Skripsi / Tesis : Analisis Material Alternatif Kampas Kopling Berbahan Komposit Resin Diperkuat Bahan Alami Dan Limbah Kaca

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

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D
NIDN : 1013126901
Ketua Penguji : Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIDN : 0313037707
Anggota Penguji : Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT., PhD
NIDN : 0010046408



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 22 Agustus 2025

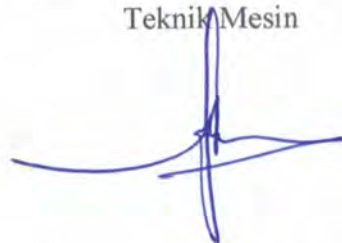
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi Magister
Teknik Mesin



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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis Material Alternatif Kampas Kopling Berbahan
Komposit Resin Diperkuat Bahan Alami Dan Limbah Kaca

Nama : Muhammad Syukri Hardianto

NIM : 52881110008

Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Mesin

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Direktur Program Magister Manajemen 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, 22 Agustus 2025




Muhammad Syukri Hardianto

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 : **Muhammad Syukri H Ardianto**
NIM : **55821110008**
Program Studi : **Magister Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **ANALISIS MATERIAL ALTERNATIF KAMPAS
KOPLING BERBAHAN KOMPOSIT RESIN
DIPERKUAT BAHAN ALAMI DAN LIMBAH KACA**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 12 September 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.

Jakarta, 12 September 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan ampunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Analisis Material Alternatif Kampas Kopling Berbahan Komposit Resin Diperkuat Bahan Alami dan Limbah Kaca.” Tujuan penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Magister dalam Program Magister Teknik Mesin di Universitas Mercubuana. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih 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. Dr. Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Dr. Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membimbing tesis ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Orang tua dan saudara yang telah memberikan banyak support moral dalam penyelesaian tesis ini.

Mercubuana yang telah banyak memberikan dorongan moral dan bantuan teknis alam mewujudkan ide penelitian dan penulisan tesis.

Sebagai penutup, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pihak-pihak yang membutuhkan, sebagai landasan untuk pengembangan usaha dan ilmu pengetahuan. Amin.



Jakarta, 22 Agustus 2025

Penulis,

Muhammad Syukri Hardianto,

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSYARATAN	v
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Novelty.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1 Kampas Kopling	6
2.2 Material Komposit.....	7
2.2.1 Jenis-Jenis Komposit	8
2.2.2 Keunggulan dan Aplikasi Komposit.....	8
2.3 Serat Alami	9
2.4 Pengujian Kekerasan.....	12
2.4.1 Metode Brinell.....	12
2.4.2 Metode Rockwel	13
2.4.3 Metode Vickers.....	15
2.5 Metode Taguchi	16
2.6 Review Penelitian Terdahulu.....	18
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	22
3.3 Alat Dan Bahan.....	23
3.4 Persiapan Bahan.....	27
3.5 Prosedur Penelitian	27
3.6 Prosedur Analisis	28

3.7	Pengujian Material.....	30
3.7.1	Pengujian Kekerasan.....	30
3.7.2	Pengujian Tarik.....	30
3.7.3	Pengujian Koefisien Gesek.....	31
3.8	Pengambilan Keputusan	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Data Hasil Pengujian	32
4.1.1	Pengujian Kekerasan.....	32
4.1.2	Koefisien Gesek.....	40
4.1.3	Uji Tarik.....	45
4.1.4	Analisis Mikrostruktur hasil patahan uji tarik	47
4.1.5	Analisis kurva polinomial pengaruh masing-masing fraksi ...	56
4.2	Korelasi antar Hasil Pengujian	59
BAB V	PENUTUP	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Pengukuran Kekerasan Brinell.....	13
Gambar 2.2 Ilustrasi Pengukuran Kekerasan Metode Rockwell.....	15
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengukuran Kekerasan Metode Vickers.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	22
Gambar 3.2 Cetakan Produk	25
Gambar 3.3 Alat Uji Kekerasan	25
Gambar 3.4 Alat Uji Koefisien Gesek	27
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik	27
Gambar 3.6 Material Bahan	28
Gambar 3.7 Spesimen Uji Tarik (ISO 527/2-5A)	32
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Nilai Kekerasan	35
Gambar 4.2 Pengaruh Kaca Pada Nilai Kekerasan	37
Gambar 4.3 Pengaruh Ijuk Pada Nilai Kekerasan.....	38
Gambar 4.4 Pengaruh Kelapa Pada Nilai Kekerasan	39
Gambar 4.5 Pengaruh Cangkang Telur Pada Nilai Kekerasan	40
Gambar 4.6 Pengaruh Kaca Pada Nilai Koefisien Gesek	44
Gambar 4.7 Pengaruh Ijuk Pada Nilai Koefisien Gesek	45
Gambar 4.8 Pengaruh Kelapa Pada Nilai Koefisien Gesek	45
Gambar 4.9 Pengaruh Cangkang Telur Pada Nilai Koefisien Gesek.....	46
Gambar 4.10 Mikrostruktur Patahan Spesimen A	49
Gambar 4.11 Mikrostruktur Patahan Spesimen B.....	50
Gambar 4.12 Mikrostruktur Patahan Spesimen C.....	51
Gambar 4.13 Mikrostruktur Patahan Spesimen D	52
Gambar 4.14 Mikrostruktur Patahan Spesimen E.....	53
Gambar 4.15 Mikrostruktur Patahan Spesimen F.....	54
Gambar 4.16 Mikrostruktur Patahan Spesimen G	55
Gambar 4.17 Mikrostruktur Patahan Spesimen H	56
Gambar 4.18 Mikrostruktur Patahan Spesimen I.....	57
Gambar 4.19 Pengaruh Kaca Pada Nilai Uji Tarik	58
Gambar 4.20 Pengaruh Ijuk Pada Nilai Uji Tarik.....	58
Gambar 4.21 Pengaruh Kelapa Pada Nilai Uji Tarik	59
Gambar 4.22 Pengaruh Cangkang Telur Pada Nilai Uji Tarik	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar pengukuran kekerasan rockwell (ASTM, 2021)	14
Tabel 2.2 Orthogonal Array L9(3)4	17
Tabel 2.3 Daftar penelitian terdahulu	18
Tabel 3.1 Kombinasi Orthogonal Array Test L9 (3)4	24
Tabel 3.2 Nilai densitas bahan komposit	24
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran nilai kekerasan HRB	34
Tabel 4.2 Nilai Analisis ANOVA	35
Tabel 4.3 Nilai Koefisien masing-masing fraksi komposisi	36
Tabel 4.4 Pengaruh komposisi material terhadap kekerasan	37
Tabel 4.5 Nilai hasil pengujian Tarik	41
Tabel 4.6 Nilai Pengukuran Koefisien Gesek	42
Tabel 4.7 Analisis ANOVA	42
Tabel 4.8 Analisis koefisien	43
Tabel 4.9 Pengaruh komposisi material terhadap koefisien gesek	43
Tabel 4.10 Analisis ANOVA	47
Tabel 4.11 Nilai Koefiesn analisis ANOVA	48
Tabel 4.12 Pengaruh komposisi material terhadap kekerasan	48
Tabel 4.13 Korelasi hasil pengukuran	61

