



**PENGEMBANGAN KOMPOSIT SABUT KELAPA
DAN ARANG BATOK KELAPA DENGAN MATRIKS
PVC MENGGUNAKAN METODE *HOT PRESS* PADA
KAMPAS REM SEPEDA MOTOR**

TESIS

OLEH

AAP PANDRIANA

55823010002

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

2025



**PENGEMBANGAN KOMPOSIT SABUT KELAPA
DAN ARANG BATOK KELAPA DENGAN MATRIKS
PVC MENGGUNAKAN METODE *HOT PRESS* PADA
KAMPAS REM SEPEDA MOTOR**

TESIS

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

**OLEH
AAP PANDRIANA
55823010002**

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

2025

PERNYATAAN

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

Judul : Pengembangan Komposit Sabut Kelapa Dan Arang Batok
Kelapa Dengan Matriks PVC Menggunakan Metode *Hot Press* Pada Kampas Rem Sepeda Motor
Nama : Aap Pandriana
NIM : 55823010002
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Tanggal : 9 Juli 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 9 Juli 2025



(Aap Pandriana)

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Aap Pandriana
NIM : 55823010002
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Pengembangan Komposit Sabut Kelapa Dan Arang Batok
Kelapa Dengan Matriks PVC Menggunakan Metode *Hot Press* Pada Kampas Rem Sepeda Motor

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 : Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D ()
NIDN : 0313037707
Ketua Penguji : Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D ()
NIDN : 0310029004
Anggota Penguji : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D ()
NIDN : 1013126901

Jakarta, 9 Juli 2025

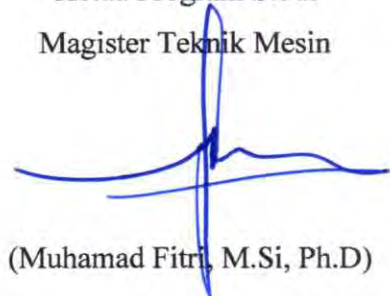
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Adapun judul tesis yang penulis ambil adalah “Pengembangan Komposit Sabut Kelapa Dan Arang Batok Kelapa Dengan Matriks Pvc Menggunakan Metode Hot Press Pada Kampas Rem Sepeda Motor”.

Tujuan penulisan tesis ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Mesin di Fakultas Magister Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan 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. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., 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. Ucapan terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada kedua orang tua penulis Bapak Rohmat, S.Pd (*rahimahullah*) dan Ibu Siti Rochmah

(*rahimahallah*) atas doa, kasih sayang, dan nilai kehidupan yang terus menjadi penyemangat hingga penulis menyelesaikan tesis ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* memberikan tempat terbaik bagi mereka.

7. Istri Kartika Adhi Fismawati, S.Pd. serta anak – anak kami, Shakila dan Shabira yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
8. Rekan - rekan kuliah atas kerjasama, bantuan dan dukungannya.
9. Pak Firman dan Pak diki selaku laboran Lab. Teknik Mesin yang selalu membantu penulis dalam proses penelitian.
10. Kepala Sekolah beserta guru dan staf SMKN 7 Kabupaten Tangerang atas izin, kerjasama, bantuan dan dukungannya.
11. Tim Teknik Pemesinan (TPM) SMKN 7 Kabupaten Tangerang atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna.

Untuk itu, penulis mohon kritik saran yang konstruktif untuk perbaikan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Jakarta, Juli 2025

Penulis,

Aap Pandriana

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material kampas rem komposit ramah lingkungan berbahan dasar serat sabut kelapa dan serbuk arang batok kelapa dengan matriks resin PVC menggunakan metode *hot press*. Upaya ini dilakukan sebagai alternatif pengganti material berbasis asbes yang berdampak negatif terhadap kesehatan. Tiga variasi densitas resin PVC diperoleh melalui perbedaan volume pelarut *cyclohexanone*. Spesimen diuji untuk mengetahui sifat mekaniknya, meliputi kekuatan tarik, kekerasan (Shore D), dan koefisien gesek. Hasil menunjukkan bahwa spesimen dengan densitas resin tertinggi memberikan performa terbaik. Kekuatan tarik maksimum sebesar 7,7 MPa pada spesimen PVC 3, kekerasan tertinggi 72,2 HD pada spesimen PVC 3, dan koefisien gesek 0,19 pada spesimen PVC 3. Seluruh hasil berada dalam rentang standar kampas rem SAE J661-1997 yaitu 4,8 – 15 MPa untuk kekuatan tarik, 66 – 88 HD untuk kekerasan, dan 0,14 – 0,27 untuk koefisien gesek. Struktur mikro juga menunjukkan bahwa viskositas resin yang lebih tinggi menghasilkan ikatan antar material yang lebih merata. Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, resin PVC terbukti memiliki potensi sebagai matriks alternatif pengganti resin epoksi. Kombinasi bahan lokal ini menunjukkan prospek aplikasi nyata pada kampas rem sepeda motor, sekaligus berkontribusi dalam pengurangan limbah organik dan pengembangan material komposit yang aman, terjangkau, dan berkelanjutan.

Kata kunci: kampas rem, serat sabut kelapa, arang batok kelapa, resin PVC, hot press, sifat mekanik, komposit.

ABSTRACT

This study aims to develop an environmentally friendly brake pad composite material based on coconut fiber and coconut shell charcoal powder, with PVC resin as the matrix, using the hot press method. This effort is proposed as an alternative to asbestos-based materials, which pose health hazards. Three variations of PVC resin density were obtained by altering the volume of cyclohexanone solvent. The specimens were tested to determine their mechanical properties, including tensile strength, hardness (Shore D), and coefficient of friction. The results showed that the specimen with the highest resin density delivered the best performance. The highest tensile strength was 7.7 MPa (PVC 3), the highest hardness was 72.2 HD (PVC 3), and the coefficient of friction reached 0.19 (PVC 3). All values fall within the SAE J661-1997 brake pad standard range: 4.8–15 MPa for tensile strength, 66–88 HD for hardness, and 0.14–0.27 for the coefficient of friction. Microstructural observations also showed that higher resin viscosity resulted in more uniform bonding between composite constituents. Overall, PVC resin demonstrated promising potential as an alternative matrix to epoxy resin. This local-material-based combination offers practical prospects for motorcycle brake pad applications while contributing to organic waste reduction and the development of safe, affordable, and sustainable composite materials.

Keywords: brake pad, coconut fiber, coconut shell charcoal, PVC resin, hot press, mechanical properties, composite.

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Novelty.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	10

BAB II	KAJIAN PUSTAKA	12
2.1	Kampas Rem.....	12
2.2	Material Komposit	13
2.3	Metode Manufaktur Komposit.....	20
2.4	Perhitungan Komposisi	25
2.5	Pengujian Mekanis.....	26
2.6	Pengujian Tarik.....	27
2.7	Pengujian Kekerasan.....	32
2.8	Pengujian Koefisien Gesek.....	37
2.9	Struktur Mikro.....	41
2.10	Penelitian Terdahulu.....	42
BAB III	METODE PENELITIAN	44
3.1	Metode Penelitian	44
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	44
3.3	Bentuk Bahan Penguat.....	45
3.4	Komposisi Spesimen.....	46
3.5	Tempat Penelitian.....	47
3.6	Bahan Penelitian.....	47
3.7	Alat Penelitian.....	49
3.8	Pembuatan Spesimen.....	56
3.9	Variabel Penelitian.....	60
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1	Penentuan Komposisi Spesimen.....	61
4.2	Hasil Pengujian.....	65

BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	93



DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 2.1 Sifat Mekanikal PVC.....	18
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	42
Tabel 3.1 Variasi Campuran Resin PVC.....	56
Tabel 3.2 Komposisi Fraksi Volume.....	57
Tabel 4.1 Variasi Komposisi.....	61
Tabel 4.2 Spesimen Komposit Uji Tarik Standar ASTM D 3039.....	63
Tabel 4.3 Spesimen Komposit Uji Kekerasan Standar ASTM D 2240 dan koefisien gesek dengan standar SNI 09-0143-1987.....	64
Tabel 4.4 Massa Jenis Komposit.....	64
Tabel 4.5 Kode Kegagalan Uji Tarik ASTM D 3039.....	66
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Tarik.....	66
Tabel 4.7 Hasil Uji Kekerasan Shore D.....	69
Tabel 4.8 Hasil Uji Koefisien Gesek.....	73
Tabel 4.9 Gambar Struktur Mikro Pada Komposit Variasi PVC 1.....	76
Tabel 4.10 Gambar Struktur Mikro Pada Komposit Variasi PVC 2.....	77
Tabel 4.11 Gambar Struktur Mikro Pada Komposit Variasi PVC 3.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 2.1 Kampas Rem Sepeda Motor.....	12
Gambar 2.2 Kayak dengan matriks polimer (PE) dan penguat fiber glass....	14
Gambar 2.3 <i>Drum brake</i> dari material komposit dengan matriks aluminum dan penguat silikon karbida (SiC) 15%.....	15
Gambar 2.4 Ventilator gas panas dengan matriks keramik dan penguat serat alumina (Al ₂ O ₃).....	15
Gambar 2.5 Material komposit dengan penguat serat.....	16
Gambar 2.6 Skema pengisi partikel.....	17
Gambar 2.7 a. Skema Komposit Berlapis.....	17
b. Skema bentuk penguat <i>sandwich panels</i>	17
Gambar 2.8 a. Struktur Kimia.....	18
b. Molekul PVC.....	18
Gambar 2.9 Sabut Kelapa.....	19
Gambar 2.10 Serbuk Arang Batok Kelapa.....	20
Gambar 2.11 Metode <i>Hand Lay Up</i>	21
Gambar 2.12 <i>Vacuum Bag</i>	21
Gambar 2.13 <i>Pressure Bag</i>	22
Gambar 2.14 <i>Filament winding</i>	23
Gambar 2.15 <i>Compression Molding</i>	24
Gambar 2.16 <i>Injection Molding</i>	24
Gambar 2.17 a. Alat Tekan Hidrolik.....	25

b. Pompa Hidrolik.....	25
Gambar 2.18 Spesimen uji tarik standar dengan penampang melingkar.....	27
Gambar 2.19 Diagram tegangan-regangan skematik yang menunjukkan deformasi elastis linier selama siklus pembebanan dan pelepasan.....	28
Gambar 2.20 Diagram skema tegangan-regangan yang menunjukkan perilaku elastis nonlinier dan cara menentukan modulus sekan dan tangen.....	29
Gambar 2.21 Tahapan fraktur <i>cup and cone</i>	30
Gambar 2.22 Patahan getas tanpa deformasi plastik.....	31
Gambar 2.23 Representasi skematis perilaku tegangan-regangan tarik getas (<i>brittle</i>) dan lunak (<i>ductile</i>) pada material yang mengalami fraktur.....	31
Gambar 2.24 a. Bentuk indenter Brinell.....	32
b. Bentuk lekukan penetrasi indenter Brinell.....	32
Gambar 2.25 Prinsip uji kekerasan Vickers.....	33
Gambar 2.26 Bentuk lekukan penetrasi indenter rockwell.....	35
Gambar 2.27 Durometer Shore D.....	36
Gambar 2.28 Shore A (<i>flat cone indenter</i>) dan Shore D (<i>pointed cone indenter</i>).....	36
Gambar 2.29 Jenis alat uji keausan.....	40
Gambar 2.30 Alat uji gesek <i>Pin-on-flat</i>	40
Gambar 2.31 Tampilan hasil mikroskopis.....	41
Gambar 2.32 Tampilan hasil mikroskopis komposit berpenguat campuran serbuk cangkang telur dan serat ijuk.....	42

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Pengembangan Komposit Serat Sabut Kelapa, Serbuk Arang Batok Kelapa dan Matriks PVC.....	45
Gambar 3.2 Resin PVC.....	48
Gambar 3.3 Pelarut <i>Cyclohexanone</i>	48
Gambar 3.4 a. Serbuk arang batok kelapa.....	48
b. Saringan Mesh 200.....	48
Gambar 3.5 a. Serat Sabut Kelapa.....	49
b. Serat sabut kelapa potong kecil.....	49
Gambar 3.6 Alat Uji Tarik VTS.....	49
Gambar 3.7 Durometer Shore D.....	50
Gambar 3.8 Mesin Uji Koefisien Gesek.....	50
Gambar 3.9 Mikroskop Optik.....	51
Gambar 3.10 Mesin Cetak <i>Hot Press</i>	51
Gambar 3.11 Cetakan Spesimen Uji tarik ASTM D 3039 dan Kekerasan ASTM D 2440.....	52
Gambar 3.12 Ukuran Spesimen Uji tarik ASTM D 3039.....	52
Gambar 3.13 Cetakan Spesimen Uji Kekerasan dan Koefisien Gesek.....	52
Gambar 3.14 <i>Hot plate Steerer</i>	53
Gambar 3.15 Timbangan Digital.....	53
Gambar 3.16 Stik Pengaduk.....	54
Gambar 3.17 Gelas Ukur Kaca.....	54
Gambar 3.18 Jangka Sorong.....	55
Gambar 3.19 a. Sarung Tangan latex.....	55
b. Sarung Tangan Anti Panas.....	55

Gambar 3.20 Respirator.....	55
Gambar 3.21 a. Proses pencampuran PVC dan <i>cyclohexsnone</i>	57
b. Resin PVC dalam botol.....	57
Gambar 3.22 Menuangkan campuran resin PVC ke dalam wadah.....	58
Gambar 3.23 a. Menimbang bahan sesuai fraksi volume.....	58
b. Mencampur semua bahan ke dalam gelas kaca.....	58
Gambar 3.24 a. Memanaskan cetakan sesuai dengan temperatur yang ditentukan.....	58
b. Pengecekan temperature menggunakan <i>infrared</i> termometer.....	58
Gambar 3.25 Memasukan campuran semua bahan ke dalam cetakan.....	59
Gambar 3.26 Proses penekanan cetakan oleh mesin <i>hot press</i>	59
Gambar 3.27 Pemeriksaan spesimen secara visual.....	60
Gambar 4.1 Tiga spesimen uji dengan variasi komposisi.....	62
Gambar 4.2 a. Pengujian tarik komposit pada alat uji.....	66
b. Penulis sedang melakukan uji tarik.....	66
Gambar 4.3 Pengujian koefisien gesek.....	73
Gambar 4.4 a. Penyebaran resin viskositas rendah.....	79
b. Setelah penguapan pada pelarut.....	79
Gambar 4.5 a. Penyebaran resin viskositas tinggi.....	80
b. Setelah penguapan pada pelarut.....	80

DAFTAR NOTASI

V_c	= Volume Cetakan
P	= Panjang Komposit
l	= Lebar Komposit
t	= Tebal Komposit
$V_{matriks}$	= Volume Matriks
V_s	= Volume Serbuk
P_{serbuk}	= Persentasi Serbuk
σ	= Tegangan
F	= Beban/ Gaya Tekan
A	= Luas Penampang Material
BHN	= Brinell Hardness Number (Bilangan kekerasan Brinell)
D	= Diameter indentor/
d	= Diameter Lekukan
HV	= Nilai kekerasan vickers
D_1	= Panjang diagonal 1
D_2	= Panjang diagonal 2
HR	= Nilai kekerasan rockwell
E	= Konstanta
e	= Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 2 dibagi dengan 0.002 mm
μ	= Koefisien gesek
F	= Gaya gesek
N	= Gaya normal

UTM	= Universal Testing Machine
T	= Waktu
AISI	= Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia
WHO	= <i>World Health Organization</i>
IARC	= <i>International Agency for Research on Cancer</i>
PVC	= <i>Polyvinyl Chloride</i>
MPa	= Mega Pascal
°C	= Derajat Celcius
mm	= milimeter
kg	= kilogram
g	= gram
cm	= centimeter
J	= Joule
N	= Newton
PE	= Polyethylene
SiC	= Silicon Carbida
Al ₂ O ₃	= Aluminiu Oksida
GPa	= Giga Pascal
m	= meter
PSI	= Pounds per Square Inch (Pound per Inci Persegi)



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1 Surat Tugas Pembimbing

Lampiran 2 Buku Kegiatan Bimbingan

Lampiran 3 Form Pengguna Laboratorium

Lampiran 4 Dokumentasi Proses Pembuatan Spesimen

Lampiran 5 Dokumentasi Pengujian Tarik

Lampiran 6 Dokumentasi Pengujian Kekerasan

Lampiran 7 Dokumentasi Pengujian Koefisien Gesek

Lampiran 8 Dokumentasi Mikrostruktur

Lampiran 9 Surat Keterangan Hasil *Similarity*

Lampiran 10 Riwayat Hidup

