

**KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK
CANGKANG TELUR, SERBUK KULIT SALAK DAN LIMBAH KACA
SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM**



UNIVERSITAS
DARIL ANANDA WIDI PRATAMA
NIM : 41319010017
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

**KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK
CANGKANG TELUR, SERBUK KULIT SALAK DAN LIMBAH KACA
SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:
MERCU BUANA

Nama : Daril Ananda Widi Pratama

Nim : 41319010017

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh

Nama : Daril Ananda widi Pratama
Nim : 41319010017
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Karakterisasi Material Komposit Resin Diperkuat Serbuk Cangkang Telur, Serbuk Kulit Salak Dan Limbah Kaca Sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem


Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Uiversitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

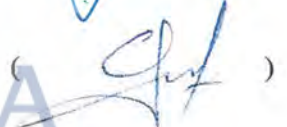
Pembimbing : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D
NIDN : 1013126901



Penguji I : Dr.Eng. Imam Hidayat, ST, MT
NIDN : 0005087502



Penguji II : Gilang Awan Yudhistira, S.T, MT
NIDN : 0320029602



Jakarta, 25, Juni 2024

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Imam Hidayat, ST, MT

NIDN: 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda di bawah ini :

Nama : Daril Ananda Widi Pratama
NIM : 41319010017
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Karakterisasi Material Komposit Resin Diperkuat Serbuk Cangkang Telur, Serbuk Kulit Salak Dan Limbah Kaca Sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juni 2024



Daril Ananda Widi Praatama

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugrah dan tuntunan-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT RESIN DIPERKUAT SERBUK CANGKANG TELUR, SEBUK KULIT SALAK DAN LIMBAH KACA SEBAGAI ALTERNATIF KAMPAS REM”** dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam Proses ini Penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
4. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, ST, MT selaku Dosen penguji dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T, MT selaku Sekretaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana Kranggan,
6. Bapak Muhamad Fitri, M. Si, Ph. D selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
7. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Wagino dan Ibu Widiyahastuti, serta saudara-saudara saya yang selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a.
8. Keluarga besar Teknik Mesin 2019 Universitas Mercu Buana yang selalu berbagi pengalaman, arahan serta saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir kepada penulis.

ABSTRAK

Penelitian tersebut didorong oleh kebutuhan akan material komposit yang ramah lingkungan serta penggunaan cangkang telur, kulit salak, dan limbah kaca. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan serbuk cangkang telur, serbuk kulit salak dan serbuk limbah kaca dalam produksi kampas rem serta mendapatkan perbandingan kandungan penguat yang paling optimal. Di sisi lain, ditemukan beberapa sifat bahan dasar kampas rem (asbes) yang berbahaya sehingga harus diganti dengan bahan lain. Oleh karena itu, perlu dilakukan inovasi material komposit dengan bahan dasar alternatif pengganti asbes yang tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan dengan cara uji eksperimental di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, melakukan uji koefisien gesek dan uji kekerasan sesuai dokumen acuan standar kampas rem. Percobaan yang digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan membagi benda uji kampas rem menjadi 9 kombinasi spesimen dengan tekanan kompresi suhu ruangan 5.000 psi selama 45 menit dan sintering pada suhu 110°C selama 45 menit. Kemudian dilakukan uji koefisien gesek dengan acuan SNI, dan uji kekerasan dengan acuan kekerasan kampas rem.

Kata kunci: Pembuatan kampas rem serbuk cangkang telur serbuk kulit salak serbuk limbah kaca



Characterization of Composite Material Reinforced with Eggshell Powder, Salacca Peel Powder, and Glass Waste as Alternative Brake Pad Materials

ABSTRACT

The research was driven by the need for environmentally friendly composite materials, using eggshell, salacca peel, and glass waste. The aim of this research was to determine the effect of the ratio of eggshell powder, salacca peel powder, and glass waste powder in brake pad production, as well as to obtain the optimal ratio of reinforcing content. On the other hand, several hazardous properties of the base material of brake pads (asbestos) were found, necessitating replacement with other materials. Therefore, innovation in composite materials with alternative asbestos-free base materials that are safe for human health and environmentally friendly is needed. This research was conducted through experimental testing at the Mechanical Engineering Laboratory of Mercu Buana University, conducting friction coefficient tests and hardness tests according to reference documents for brake pads. The experiments in this research were conducted by dividing the brake pad test specimens into 9 combinations, with a compressive pressure of 5,000 psi at room temperature for 45 minutes and sintering at a temperature of 110°C for 45 minutes. Then, friction coefficient tests were conducted according to the Indonesian National Standard (SNI), and hardness tests were conducted according to brake pad hardness standards.

Keywords: *Brake pad manufacturing, eggshell powder, salacca peel powder, glass waste powder.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PENGERTIAN KOMPOSIT	10
2.3 JENIS-JENIS KOMPOSIT	12
2.4 JENIS-JENIS PENGUAT/PENGISI (<i>FILLER</i>) PADA MATERIAL KOMPOSIT	14

2.5	RESIN	15
2.6	MACAM-MACAM RESIN YANG SERING DIGUNAKAN	16
2.7	KULIT SALAK	17
2.8	CANGKANG TELUR	18
2.9	LIMBAH KACA	19
2.10	KAMPAS REM	20
2.10.1	Jenis-jenis Material Kampas Rem	20
2.10.2	Sifat Mekanik Kampas Rem	22
2.10.3	Standar Acuan Koefisien Gesek Kampas Rem	23
2.10.4	Sifat Pengujian Kekerasan	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	DIAGRAM ALIR	25
3.2	PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	26
3.2.1	Spesifikasi Alat	27
3.2.2	Spesifik Bahan	31
3.3	PERANCANGAN PERCOBAAN MENGGUNAKAN METODE FAKTORIAL PENUH	34
3.4	PEMBUATAN SPESIMEN	35
3.4.1	Persiapan Spesimen	35
3.4.2	Proses Kompaksi	37
3.4.3	Proses Sintering	38
3.5	PROSES PENGUJIAN	38
3.5.1	Pengujian Kekerasan Spesimen	38
3.5.2	Pengujian Koefisien Gesek	39
3.6	ANALISIS DATA	41

3.7	PENYUSUNAN LAPORAN	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	HASIL PEMBUATAN SPESIMEN	43
4.2	HASIL PENCETAKAN SPESIMEN	44
4.3	HASIL PENGUJIAN KOEFISIEN GESEK DAN KEKERASAN	46
4.4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN PENELITIAN	47
4.3.1	Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Koefisien Gesek	48
4.3.2	Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	49
BAB V	PENUTUP	52
5.1	KESIMPULAN	52
5.2	SARAN	53
	DAFTAR PUSTAKA	54
	LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Sifat mekanik kulit salak	17
Tabel 2. 3 Sifat mekanik cangkang telur	18
Tabel 2. 4 Sifat mekanik limbah kaca	19
Tabel 2. 5 Standar koefisien gesek (SNI)	23
Tabel 3. 1 Tabel percobaan menggunakan faktorial penuh	35
Tabel 3. 2 Prosentase pembuatan spesimen	36
Tabel 3. 3 Massa jenis material	36
Tabel 4. 1 Hasil pembuatan spesimen	44
Tabel 4. 2 Hasil uji kekerasan	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Matrix dan penguat	11
Gambar 2. 2 Pengaplikasian MMC didunia otomotif	12
Gambar 2.3 <i>Shaft sleeves</i> untuk bantalan geser keramik pompa dengan matriks keramik dan penguat SiC	13
Gambar 2. 4 Box speaker dari papan partikel komposit dengan matriks resin poliester+katalis+limbah media tanam jamur	13
Gambar 2. 5 Struktur komposit serat	14
Gambar 2. 6 Struktur komposit lapis	14
Gambar 2. 7 Struktur komposit partikel	15
Gambar 2. 8 Resin	16
Gambar 2. 9 Serbuk kulit salak	18
Gambar 2. 10 Serbuk cangkang telur	19
Gambar 2. 11 Serbuk limbah kaca	20
Gambar 2. 12 Kampas rem asbes dan non asbes	21
Gambar 3. 1 Diagram alir pembuatan kampas rem	25
Gambar 3. 2 Cetakan spesimen	27
Gambar 3. 3 Mesin kompaksi	28
Gambar 3. 4 <i>Tribometer pin on disc</i>	28
Gambar 3. 5 <i>Portable hardness testers</i>	28
Gambar 3. 6 Sarung Tangan	29
Gambar 3. 7 Jangka sorong	29
Gambar 3. 8 Wadah	29
Gambar 3. 9 Timbangan digital	30
Gambar 3. 10 Sekrap	30
Gambar 3. 11 Amplas	30
Gambar 3. 12 Gunting	31
Gambar 3. 13 <i>Miller</i>	31
Gambar 3. 14 Saringan	31
Gambar 3. 15 Resin Epoksi	32

Gambar 3. 16 Serbuk Cangkang Telur	32
Gambar 3. 17 Serbuk Kulit Salak	33
Gambar 3. 18 Serbuk limbah kaca	33
Gambar 3. 19 <i>Mirror glaze</i>	33
Gambar 3. 20 Ketebalan Spesimen	40
Gambar 3. 21 Diameter Spesimen	40
Gambar 3. 22 Pengujian Spesimen	40
Gambar 3. 23 Beban Pengujian Koefisien Gesek	41
Gambar 4. 1 Kombinasi Spesimen 1 (SK30TR20KC20RS30)	45
Gambar 4. 2 Kombinasi spesimen 2 (SK30TR20KC22,5RS27,5)	45
Gambar 4. 3 Kombinasi spesimen 3 (SK30TR20KC25RS25)	45
Gambar 4. 4 Kombinasi spesimen 4 (SK30TR22,5KC20RS27,5)	45
Gambar 4. 5 Kombinasi spesimen 5 (SK30TR22,5KC22,5RS25)	45
Gambar 4. 6 Kombinasi spesimen 6 (SK30TR22,5KC25RS22,5)	45
Gambar 4. 7 Kombinasi spesimen 7 (SK30TR25KC20RS25)	46
Gambar 4. 8 Kombinasi spesimen 8 (SK30TR25KC22,5RS27,5)	46
Gambar 4. 9 Kombinasi spesimen 9 (SK30TR25KC25RS20)	46
Gambar 4. 10 Hasil uji koefisien gesek	46
Gambar 4. 11 Diagram nilai uji koefisien gesek	48
Gambar 4. 12 Nilai uji kekerasan	50

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN
V_t	Volume total
L	Jumlah level Tiap Faktor
m	Jumlah Faktor
ρ	Massa Jenis
r	Jari-jari Lingkaran
t	Tinggi
V	Volume Tabung
π	Konstanta Lingkaran



DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	KETERANGAN
Mn	Mangan
SiC	<i>Silico Carbida</i>
Co	<i>Cobalt</i>
SGP	<i>standart genuine part</i>
TiC	Titanium Karbida
TiB ₂	<i>Metaloid</i>
SiO ₂	Silicon Dioksida
Al ₂ O ₃	Aluminium Oksida
Fe ₂ O ₃	Adatan Besi Oksida
EPR	Erbium Fosfida
OES	<i>Original Equipment Spare</i>
NAO	Non Asbestos Organic
OEM	<i>Original Equipment Manufactured</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia



UNIVERSITAS
MERCU BUANA