

TUGAS AKHIR

**ANALISIS EFISIENSI REM DENGAN PEMANFAATAN
SERBUK CANGKANG KERANG DARAH DAN SERBUK
TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KAMPAS
REM *NON-ASBESTOS***

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :
TAUFIK FADILLAH RAMADHAN
21.02.3088

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025**

TUGAS AKHIR
ANALISIS EFISIENSI REM DENGAN PEMANFAATAN
SERBUK CANGKANG KERANG DARAH DAN SERBUK
TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KAMPAS
REM *NON-ASBESTOS*

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :
TAUFIK FADILLAH RAMADHAN
21.02.3088

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS EFISIENSI REM DENGAN PEMANFAATAN SERBUK
CANGKANG KERANG DARAH DAN SERBUK TULANG
SAPI SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KAMPAS REM *NON-ASBESTOS***

*(BRAKE EFFICIENCY ANALYSIS BY UTILIZING BLOOD CRUSH SHELL POWDER
AND COW BONE POWDER AS MATERIALS FOR MAKING NON-ASBESTOS BRAKE
PADS)*

Disusun oleh :

**TAUFIK FADILLAH RAMADHAN
21.02.3088**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



**Rifano, S.Pd., M.T
NIP. 198504152019021003**

Tanggal : 3 Juni 2025

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS EFISIENSI REM DENGAN PEMANFAATAN SERBUK
CANGKANG KERANG DARAH DAN SERBUK TULANG SAPI SEBAGAI
BAHAN PEMBUATAN KAMPAS REM *NON-ASBESTOS***

*(BRAKE EFFICIENCY ANALYSIS USING BLOOD COCKLE SHELL POWDER AND
COW BONE POWDER AS MATERIALS FOR MAKING NON-ASBESTOS BRAKE
LININGS)*

Disusun oleh :

TAUFIK FADILLAH RAMADHAN

21.02.3088

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji

Pada tanggal 11 Juni 2025

Ketua Sidang

Tanda tangan

Ethys Pranoto, M. T
NIP.198006032009121001
Penguji 1



25/06/25

Tanda tangan

Rifano, S.Pd., M.T
NIP.198504152019021003
Penguji 2



Tanda tangan

Mokhammad Rifqi Tsani, M. Kom.
NIP.198908222019021001



Mengetahui,

Ketua Progam Studi

Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthorig, S.T., M.T.
NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Taufik Fadillah Ramadhan

Notar : 21.02.3088

Program studi : Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"Analisis Efisiensi Rem Dengan Pemanfaatan Serbuk Cangkang Kerang Darah Dan Serbuk Tulang Sapi Sebagai Bahan Pembuatan Kampas Rem *Non-Asbestos*"** Ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila tugas akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 11 Juni 2025

Yang menyatakan,



Taufik Fadillah Ramadhan

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **"ANALISIS EFISIENSI REM DENGAN PEMANFAATAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH DAN SERBUK TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KAMPAS REM *NON-ASBESTOS*".**

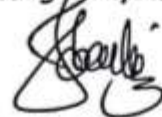
Bantuan, bimbingan, motivasi, dan partisipasi semua pihak sangat penting untuk menyelesaikan tugas akhir. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Dr. Ery Muthoria, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif;
3. Bapak Rifano, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan penuh dedikasi memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama penyusunan tugas akhir ini;
4. Kedua orang tua saya serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Rekan-rekan Mahasiswa/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal yang sudah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis;
6. Pihak lain yang bersangkutan langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam mendukung terselesaikannya tugas akhir ini ;

Semoga tugas akhir yang dibuat oleh penulis dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca tugas akhir ini. Dengan berbagai keterbatasan, penulis memohon maaf apabila belum bisa membuatnya dengan sempurna dalam penulisan tugas akhir ini.

Tegal, 9 Juli 2025

Yang menyatakan,



Taufik Fadillah Ramadhan

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	4
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian.....	5
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Penelitian Relevan	7
II.2 Sistem Rem	10
II.2.1 Rem Cakram.....	10
II.2.2 Rem Tromol.....	11
II.3 Kampas Rem.....	11
II.3.1 Kampas Rem <i>Asbestos</i>	12
II.3.2 Kampas Rem <i>Non-Asbestos</i>	12
II.4 Efisiensi Rem	14
II.5 Asbes	15
II.6 Komposit	16
II.7 Serbuk Cangkang Kerang Darah	17
II.8 Serbuk Tulang Sapi.....	18
II.9 Serbuk Aluminium	20
II.10 Magnesium Oksida	21
II.11 Resin Epoxy	22

II.12 Pengujian Kampas Rem	23
BAB III METODE PENELITIAN	28
III.1 Lokasi Penelitian	28
III.2 Waktu Penelitian	28
III.3 Diagram Alir Penelitian	29
III.4 Jenis Penelitian	30
III.5 Metode Sampling	30
III.6 Variabel Penelitian	30
III.7 Alat dan Bahan Penelitian	31
III.7.1 Alat Penelitian	31
III.7.2 Bahan penelitian	40
III.8 Proses Pembuatan Kampas Rem	43
III.9 Pengumpulan Data dan Analisa	48
III.10 Rencana Uji Kampas Rem	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
IV.1 Uji massa jenis	55
IV.1.1 Hasil uji massa jenis	55
IV.1.2 Pembahasan hasil uji massa jenis	60
IV.2 Pengujian kekerasan <i>Vickers</i>	61
IV.2.1 Hasil uji Kekerasan <i>Vickers</i>	61
IV.2.2 Pembahasan hasil uji kekerasan <i>Vickers</i>	63
IV.3 Uji keausan	63
IV.3.1 Hasil pengujian keausan <i>Ogoshi</i>	63
IV.3.2 Pembahasan hasil uji keausan	65
IV.4 Pengujian ketahanan panas	66
IV.4.1 Hasil pengujian ketahanan panas	66
IV.4.2 Pembahasan hasil ketahanan panas	67
IV.5 Pengujian Koefisien Gesek	68
IV.5.1 Hasil pengujian koefisien gesek	68
IV.5.2 Pembahasan uji koefisien gesek	69
IV.6 Pengujian Jarak Pengereman	70
IV.6.1 Hasil Uji Jarak Pengereman	70
IV.6.2 Pembahasan Hasil Uji Jarak Pengereman	71
IV.6.3 Efisiensi Pengereman	74

BAB V PENUTUP.....	76
V.1 Kesimpulan.....	76
V.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Penelitian Relevan.....	7
Tabel II. 2	Standar Kampas Rem (SAE J661) (Upara and Laksono, 2019).....	14
Tabel II. 3	Sifat mekanik asbestos (Handoko, Azmal and Iyus, 2024)	15
Tabel II. 4	Kandungan Cangkang Kerang Darah (Nayan & Hafli, 2022).	18
Tabel II. 5	Sifat mekanik cangkang kerang darah (Widodo, 2019).	18
Tabel II. 6	Kandungan serbuk Tulang Sapi (Previanti et al., 2015).....	19
Tabel II. 7	Kandungan Bahan Asbes (Saputra, 2023).	19
Tabel II. 8	Kekuatan Uji tulang sapi (Afolabi et al., 2015)	20
Tabel II. 9	Sifat mekanik aluminium (Ihsan et al., 2016; Aditya, 2020).	21
Tabel II. 10	Sifat Mekanik Magnesium Oksida (Putra, Manaf and Hp, 2021)	21
Tabel II. 11	Sifat mekanik resin epoxy(Fisik et al., 2023).....	22
Tabel III. 1	Waktu Penelitian	28
Tabel III. 2	Komposisi Kampas Rem	44
Tabel III. 3	Data uji kekerasan	49
Tabel III. 4	Data uji keausan Ogoshi	51
Tabel III. 5	Data uji Massa Jenis	51
Tabel III. 6	Data uji Koefisien Gesek	52
Tabel III. 7	Hasil pengujian pada rem.....	53
Tabel III. 8	Analisa Hasil Uji	54
Tabel IV. 1	Hasil Uji massa jenis	56
Tabel IV. 2	Hasil uji Kekerasan Vickers.....	62
Tabel IV. 3	Hasil uji Keausan.....	64
Tabel IV. 4	Hasil pengujian ketahanan panas.....	66
Tabel IV. 5	Hasil Koefisien Gesek.....	69
Tabel IV. 6	Hasil Jarak Pengereman.....	70
Tabel IV. 7	Hasil Uji Jarak Pengereman	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Rem Cakram	10
Gambar II. 2 Rem Tromol	11
Gambar II. 3 Kampas Rem	13
Gambar II. 4 Serbuk Cangkang Kerang Darah.....	17
Gambar II. 5 Serbuk Tulang Sapi	19
Gambar II. 6 Serbuk Aluminium.....	20
Gambar II. 7 Magnesium Oksida.....	21
Gambar II. 8 Resin Epoxy	22
Gambar II. 9 Uji Kekerasan Vickers	23
Gambar II. 10 Uji Keausan Ogoshi.....	24
Gambar II. 11 Uji koefisien gesek Pin On Disk	25
Gambar III. 1 Diagram Alir	29
Gambar III. 2 Cetakan Kampas Rem.....	31
Gambar III. 3 Mesin hot press.....	32
Gambar III. 4 Kertas Aluminium Foil	32
Gambar III. 5 Timbangan Digital	33
Gambar III. 6 Ayakan Mesh 100	33
Gambar III. 7 Amplas	34
Gambar III. 8 Jangka sorong	34
Gambar III. 9 Timbangan Analitik.....	35
Gambar III. 10 Sekrap	35
Gambar III. 11 Mesin Oven	36
Gambar III. 12 Gerinda	36
Gambar III. 13 Palu	37
Gambar III. 14 Alat Ukur Kekerasan Vickers.....	37
Gambar III. 15 Ogoshi alat uji keausan.....	38
Gambar III. 16 Alat Uji Panas (Heat Treatment Furnace)	38
Gambar III. 17 Alat uji koefisien gesek pin on disk	39
Gambar III. 18 Sepeda Motor Beat Street 2018	39
Gambar III. 19 Alat Tumbuk.....	40
Gambar III. 20 APD	40
Gambar III. 21 Serbuk Cangkang Kerang.....	41

Gambar III. 22	Serbuk Tulang sapi.....	41
Gambar III. 23	Powder Aluminium	42
Gambar III. 24	Resin Epoxy	42
Gambar III. 25	Magnesium oksida.....	43
Gambar III. 26	Lem Khusus Kampas Rem	43
Gambar IV. 1	Penimbangan spesimen	55
Gambar IV. 2	Pengukuran Spesimen Dengan Gelas Ukur	55
Gambar IV. 3	Berat spesimen 1 setelah dicetak.....	57
Gambar IV. 4	Berat spesimen 2 setelah di cetak.....	58
Gambar IV. 5	Berat spesimen 3 setelah di cetak.....	59
Gambar IV. 6	Grafik uji massa jenis	60
Gambar IV. 7	Penekanan indenter pada sampel uji.....	62
Gambar IV. 8	Pengukuran diagonal pada sampel uji	62
Gambar IV. 9	Diagram hasil kekerasan uji vickers.....	63
Gambar IV. 10	Pengujian keausan	64
Gambar IV. 11	Diagram Hasil Uji Keausan	65
Gambar IV. 12	Pengujian Koefisien gesek.....	68
Gambar IV. 13	Diagram Hasil Koefisien Gesek	69
Gambar IV. 14	Diagram Hasil Jarak Pengereman.....	71
Gambar IV. 15	Pengukuran Jarak Pengereman	72
Gambar IV. 16	Diagram Hasil Efisiensi Rem	75

INTISARI

Tingginya angka kepemilikan sepeda motor di Indonesia menyebabkan peningkatan kebutuhan terhadap komponen kendaraan, termasuk kampas rem. Kampas rem umumnya masih mengandung asbestos yang berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan, sehingga dibutuhkan alternatif bahan non-asbestos yang ramah lingkungan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengembangkan dan menguji kampas rem berbahan komposit dari serbuk cangkang kerang darah, serbuk tulang sapi, serbuk aluminium, resin epoksi, dan magnesium oksida. Menggunakan metode pencetakan *hot press* pada suhu 180°C. Tiga variasi komposisi sampel diuji untuk mengetahui kekerasan, keausan, koefisien gesek, ketahanan panas, massa jenis, dan jarak pengereman untuk menentukan performa terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga sampel, sampel 3 memiliki kekerasan tertinggi (18,09 HV), Namun belum memenuhi standar SAE J661. Seluruh sampel belum memenuhi standar keausan, dengan nilai terbaik terdapat pada spesimen 1 yaitu ($1,53 \times 10^{-6}$). Koefisien gesek tertinggi diperoleh pada spesimen 2 (0,47), tetapi dengan nilai melebihi batas standar. Ketahanan panas menunjukkan seluruh spesimen mengalami keretakan, spesimen 3 menjadi spesimen terbaik dengan menunjukkan keretakan yang kecil dibanding spesimen lainnya. Massa jenis ketiga sampel berada dalam rentang standar dengan void dibawah 5% dimana spesimen 3 menunjukkan nilai massa jenis tertinggi diantara ketiganya dengan nilai 1,948 cm³. Secara keseluruhan, spesimen 3 menjadi spesimen terbaik berdasarkan kekerasan, ketahanan panas, dan massa jenis.

Kata Kunci : Kampas Rem, Non-Asbestos, Cangkang Kerang Darah, Tulang Sapi, Efisiensi Rem

ABSTRACT

The high number of motorcycle ownership in Indonesia has led to an increase in the need for vehicle components, including brake pads. Brake pads generally still contain asbestos which has a negative impact on health and the environment, so alternative non-asbestos materials that are environmentally friendly are needed.

This study uses an experimental method to develop and test brake pads made of composite materials from blood clam shell powder, cow bone powder, aluminum powder, epoxy resin, and magnesium oxide. Using a hot press molding method at a temperature of 180°C. Three variations of sample composition were tested to determine hardness, wear, friction coefficient, heat resistance, density, and braking distance to determine the best performance.

The results showed that of the three samples, sample 3 had the highest hardness (18.09 HV), but did not meet the SAE J661 standard. All samples did not meet the wear standard, with the best value in specimen 1, which was 1.53×10^{-6} . The highest friction coefficient was obtained in specimen 2 (0.47), but with a value exceeding the standard limit. Heat resistance shows that all specimens experienced cracks, specimen 3 is the best specimen by showing small cracks compared to other specimens. The density of the three samples is in the standard range with voids below 5% where specimen 3 shows the highest density value among the three with a value of 1.948 cm^3 . Overall, specimen 3 is the best specimen based on hardness, heat resistance, and density.

Keywords: Brake Pads, Non-Asbestos, Blood Clam Shell, Beef Bone, Brake Efficiency