



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAPORAN TUGAS AKHIR



Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Fadni Rozak

2202317001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN KAMPUS DEMAK

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin Kampus Demak, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

FADNI ROZAK

2202317001

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN KAMPUS DEMAK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI 2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT serta atas dukungan dan do'a dari orang tercinta, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terimakasih kepada:

1. Kepada Kedua orang tua yaitu bapak Fakhruroji dan ibu Darningsih yang senantiasa memberikan dukungan, mendoakan dan memberi semangat dalam melaksanakan kuliah sehingga bisa sampai pada tahap ini.
2. Kepada diri sendiri yang telah berjuang sampai berada di titik ini, dan bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh kebahagiaan.
3. Kepada orang yang selalu berada di samping dan belakang penulis, terima kasih atas semua suport dan doa baik yang ditunjukkan kepada penulis, sehingga penulis bisa sampai di titik ini.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

Oleh:

Fadni Rozak

NIM : 2202317001

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Hamid Ramdhan Nur S.Pd., M.Pd
NIP: 199701172024061002

Pembimbing II

Dr. Dewin Purnama, S.T., M.T., IWE.
NIP.197410282009121001

Ketua Program Studi
DIII Teknik Mesin Kampus Demak

Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd., IPP
NIP. 19810513202421100



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu:
Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite
Element Analysis* (FEA)**

Oleh:

Fadni Rozak

2202317001

Program Studi DIII Teknik Mesin Kampus Demak

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir dihadapan dewan penguji pada tanggal 24 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada program DIII Teknik Mesin Kampus Demak

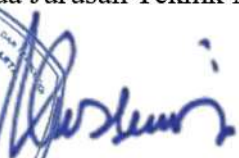
DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Sugiyarto, S. Pd., M. Pd.	Penguji 1		27 Juli 2025
2	Ir. Edy Ismail, M.Pd. IPP	Penguji 2		27 Juli 2025
3	Hamid Ramadhan Nur S.Pd., M.Pd	Moderator		28 Juli 2025

Depok, Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE

NIP.197707142008121005



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadni Rozak

NIM : 2202317001

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Demak, 16 Juli 2025



Fadni Rozak

NIM. 2202317001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

Fadni Rozak¹⁾, Hamid Ramadhan Nur²⁾, Dewin Purnama³⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin PSDKU DEMAK, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus DEMAK, 59516

Email : rozakfadni48@gmail.com

ABSTRAK

Kampas rem merupakan komponen penting dalam keselamatan kendaraan, namun material konvensional seperti asbes bersifat karsinogenik dan tidak ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan kampas rem ramah lingkungan berbasis serbuk bambu yang dipadukan dengan resin epoxy, katalis, aluminium, dan pasir besi. Tiga variasi komposisi serbuk bambu, yaitu 10%, 20%, dan 30%, diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap koefisien gesek, laju keausan, dan konduktivitas termal melalui pengujian laboratorium dan simulasi termal menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi tertentu mampu menghasilkan koefisien gesek yang stabil, tingkat keausan rendah, serta memenuhi standar kinerja kampas rem sesuai ketentuan industri. Simulasi termal memperlihatkan distribusi panas yang merata pada permukaan gesek, menunjukkan kemampuan material untuk menahan beban termal selama pengereman. Spesimen S2 (20% serbuk bambu) memiliki koefisien gesek tertinggi (0,463) dengan laju keausan wajar (5,12 cm³/N·m). S1 (10%) menunjukkan koefisien gesek rendah (0,176) namun ketahanan aus tinggi, sementara S3 (30%) menunjukkan performa terburuk dengan koefisien gesek terendah (0,117) dan laju keausan tertinggi (7,69 cm³/N·m). Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa serbuk bambu berpotensi menjadi alternatif material pengganti asbes yang lebih aman dan ramah lingkungan, dengan performa yang kompetitif untuk aplikasi pada sistem pengereman kendaraan. Temuan ini mendukung upaya keberlanjutan melalui pemanfaatan sumber daya alam terbarukan serta pengurangan penggunaan bahan berbahaya dalam industri otomotif modern.

Kata Kunci: kampas rem, serbuk bambu, koefisien gesek, laju aus, FEA, ramah lingkungan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek dan Keausan serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

Fadni Rozak¹⁾, Hamid Ramadhan Nur²⁾, Dewin Purnama³⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin PSDKU DEMAK, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus DEMAK, 59516

Email : rozakfadni48@gmail.com

ABSTRACT

Brake pads are an important component in vehicle safety, but conventional materials such as asbestos are carcinogenic and not environmentally friendly. This study aims to develop environmentally friendly brake pads based on bamboo powder combined with epoxy resin, catalyst, aluminum, and iron sand. Three variations of bamboo powder composition, namely 10%, 20%, and 30%, were tested to determine their effects on the friction coefficient, wear rate, and thermal conductivity through laboratory testing and thermal simulation using the Finite Element Analysis (FEA) method. The results showed that certain compositions were able to produce a stable friction coefficient, low wear rate, and meet brake pad performance standards according to industry regulations. Thermal simulations showed an even heat distribution on the friction surface, indicating the material's ability to withstand thermal loads during braking. Specimen S2 (20% bamboo powder) had the highest friction coefficient (0.463) with a reasonable wear rate (5.12 cm³/N·m). S1 (10%) showed a low friction coefficient (0.176) but high wear resistance, while S3 (30%) showed the worst performance with the lowest friction coefficient (0.117) and the highest wear rate (7.69 cm³/N·m). Overall, this study proves that bamboo powder has the potential to be an alternative material to replace asbestos that is safer and more environmentally friendly, with competitive performance for applications in vehicle braking systems. These findings support sustainability efforts through the utilization of renewable natural resources and the reduction of the use of hazardous materials in the modern automotive industry.

Keywords: *brake pads, bamboo powder, friction coefficient, wear rate, FEA, environmentally friendly.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah- Nya, sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Eksperimen Kampas Rem Ramah Lingkungan Berbasis Serbuk Bambu: Uji Koefisien Gesek Dan Keausan Serta Simulasi Termal Metode *Finite Element Analysis* (FEA)” dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini merupakan bagian dari penyelesaian kegiatan Pendidikan Program Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta Politeknik. Pada proses penyusunannya, penulis menghadapi berbagai tantangan dan hambatan. Oleh karena itu, laporan ini tidak terlepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, dan dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir
2. Bapak Dr. Ir. Eng. Muslimin, S.T, M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd. Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Kampus Demak
4. Hamid Ramadhan Nur S.Pd., M.Pd selaku pembimbing pertama yang telah banyak memberikan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Dewin Purnama, S.T., M.T., IWE selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan penulisan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan mendoakan penulis, sehingga penulis bisa sampai di tahap ini.
7. Teman-teman mesin angkatan M22 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat agar dapat menyelesaikan laporan ini.

Demak, 11 Juli 2025

Fadni Rozak
NIM. 2202317001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir	4
1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir	5
1.6.1 Metode Pengumpulan Data	5
1.6.2 Teknik Pengumpulan Data	6
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kampas Rem	8
2.1.1 Definisi dan Fungsi Kampas Rem.....	8
2.1.2 Cara Kerja Kampas Rem.....	8
2.1.3 Macam-Macam Kampas Rem.....	9
2.2 Bahan Kampas Rem	10
2.2.1 Bahan Kampas Rem Asbestos.	11
2.2.2 Bahan Kampas Rem <i>Non-asbestos</i>	11
2.3 Desain <i>Back Plate</i> Kampas Rem.....	12
2.3.1 Pengertian <i>Back Plate</i> Kampas	12
2.3.2 Jenis dan material <i>Back Plate</i>	13
2.3.3 Teknik Perekatan Kampas Rem ke <i>Back Plate</i>	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4 Material Komposit dari Serbuk Bambu	14
2.5 Matriks dan Bahan Pengikat	15
2.5.1 Resin Epoxy	16
2.5.2 Katalis	16
2.6 Serbuk Bambu Sebagai Bahan Kampas Rem	17
2.7 Aluminium	18
2.8 Pasir Besi	18
2.9 <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	18
2.9.1 Definisi dan Fungsi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	19
2.9.2 Simulasi Termal <i>Finite Element Analysis</i> (FEA) <i>Software Solidworks</i>	19
2.9.3 Pengujian dan Simulasi Termal <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	20
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian	21
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.3 Variabel Penelitian	22
3.4 Diagram Alir Tahapan Penelitian	23
3.4.1 Studi Literatur	24
3.4.2 Pembuatan Cetakan	24
3.4.3 Pembuatan Bahan	26
3.4.4 Tabel Variasi Komposisi Serbuk Bambu	30
3.4.5 Proses Penekanan Kompaksi Dan Sintering	34
3.4.6 Parameter Pengujian Termal <i>Finite Element Analysis</i> (FEA) Pada <i>Software Solidworks</i>	44
3.4.7 Teknik Analisis Data	46
3.4.8 Penarikan Kesimpulan dan Penyusunan Laporan	47
3.5 Metode Pemecahan Masalah	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Bambu (10%, 20%, 30%)	49
4.1.1 Nilai Koefisien Gesek Hasil Pengujian	49
4.1.2 Nilai Laju Keausan Hasil Pengujian	54
4.1.3 Keterkaitan Nilai Koefisien Gesek dan Laju Keausan Terhadap Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Bambu (10%, 20%, 30%)	58
4.2 Performa Variasi Komposisi Serbuk Bambu Dengan Standar SNI 09-0143-1987 Serta Hasil Perbandingan Data Studi Terdahulu	60
4.2.1 Evaluasi Hasil Pengujian Terhadap SNI 09-0143-1987	61
4.2.2 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Studi Terdahulu	64
4.3 Karakteristik Termal Kampas Rem Serbuk Bambu Komposit dengan Simulasi	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<i>Finite Element Analysis (FEA)</i>	69
4.3.1 Simulasi Thermal Finite Element Analysis (FEA)	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	81





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Cara Kerja Sistem Rem Cakram	9
Gambar 2. 3 Desain <i>Back Plate</i> Kampas Rem.....	13
Gambar 2. 4 <i>Hot Press Molding Machine</i>	14
Gambar 3. 1 Variable Penelitian	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 3. 3 Desain Cetakan Kampas Rem	26
Gambar 3. 4 Desain Kampas dengan Serbuk Bambu	26
Gambar 3. 5 Serbuk Bambu	28
Gambar 3. 6 Gambar Serbuk Alumunium	28
Gambar 3. 7 Gambar Serbuk Besi	29
Gambar 3. 8 Proses <i>Mixing</i>	33
Gambar 3. 9 Proses Penekanan	35
Gambar 3. 10 Sampel Uji <i>Pin on Disk</i>	36
Gambar 3. 11 Sampel Kampas Setelah Kering Sempurna.....	36
Gambar 3. 12 Alat Uji Koefisien Gesek dan Laju Keausan.....	44
Gambar 4. 1 Grafik Koefisien Gesek 3 Spesimen	51
Gambar 4. 2 Tabel Grafik Laju Keausan 3 Spesimen.....	56
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Koefisien Gesek dan Laju Keausan	59
Gambar 4. 4 Tabel Grafik Performa Perbandingan Koefisien Gesek dan Laju keausan Spesimen Serbuk Bambu (S1,S2,S3)	61
Gambar 4. 5 Tabel Grafik Spesimen J,K,L Laju Keausan.....	65
Gambar 4. 6 Grafik Spesimen J,K,L Koefisien Gesek	65
Gambar 4. 7 Tabel Grafik Perbandingan dengan Kampas Rem Konvensional dan Penelitian Sebelumnya	67
Gambar 4. 8 Simulasi Thermal Spesimen 1	70
Gambar 4. 9 Simulasi Thermal Spesimen 2	72
Gambar 4. 10 Simulasi Thermal Spesimen 3	73



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Presentase Bahan Pengisi.....	30
Tabel 3. 2 Parameter Pengujian Koefisien Gesek.....	37
Tabel 3. 3 Klasifikasi Kekerasan Kampas Rem SNI 09-0143-1987.....	41
Tabel 3. 4 Klasifikasi Menurut Penggunaan SNI 09-0143-1987.....	41
Tabel 3. 5 Koefisien Gesek Menurut Standar SNI 09-0143-1987.....	42
Tabel 3. 6 Toleransi Koefisien Gesek Menurut Standar SNI 09-0143-1987.....	42
Tabel 3. 7 Laju Aus Menurut SNI 09-0143-1987.....	43
Tabel 3. 8 Aus Menurut SNI 09-0143-1987.....	47
Tabel 4. 1 Hasil Nilai Koefisien Gesek.....	49
Tabel 4. 2 Perhitungan Massa Awal dan Akhir Spesimen.....	54
Tabel 4. 3 Hasil Nilai Keausan 3 Spesimen.....	55
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Uji Koefisien Gesek dan Laju Keausan Kampas Rem Komposit Berbasis Serbuk Bambu.....	58
Tabel 4. 5 Evaluasi Hasil pengujian Terhadap SNI 09-0143-1987.....	62
Tabel 4. 6 Laju Koefisien Gesek dan Laju Keausan Data Pembanding.....	66

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Dokumentasi Pengumpulan Bahan.....	81
Lampiran 1. 2 Dokumentasi Pembuatan Cetakan Kampas Rem	81
Lampiran 1. 3 Dokumentasi Proses Pencetakan Kampas Rem.....	82
Lampiran 1. 4 Dokumentasi Pengujian Koefisien Gesek dan Laju Keausan.....	83
Lampiran 1. 5 Dokumentasi Pengurangan Berat Hasil Uji.....	85





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengereman merupakan salah satu komponen vital dalam kendaraan bermotor, berperan langsung dalam menjaga keselamatan dan kenyamanan pengendara. Salah satu berbagai komponen dalam sistem ini, kampas rem memiliki fungsi utama sebagai media gesek terhadap cakram atau drum untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kinerja kampas rem sangat ditentukan oleh sifat material penyusunnya, terutama dalam hal nilai koefisien gesek yang stabil dan tingkat keausan yang rendah. Material kampas rem harus mampu mempertahankan performa pengereman dalam berbagai kondisi atau saat melintasi medan ekstrem (Novara, 2015). Selain itu, dari sisi pengguna, faktor kenyamanan dan efisiensi biaya juga menjadi pertimbangan penting (Fawaid & Hamdi, 2015), pada kampas rem yang aus terlalu cepat akan menambah beban perawatan, sementara suara bising dan getaran akibat gesekan yang tidak stabil akan menurunkan kenyamanan berkendara.

Pada kendaraan roda dua, yang diproduksi masal dengan harga terjangkau, masih sering dijumpai masalah terkait kampas rem yang memiliki performa koefisien gesek yang kurang stabil. Salah satu isu utama adalah penggunaan material kampas rem berbasis asbes atau logam berat yang memiliki masa pakai pendek (Fawaid & Hamdi, 2015), menghasilkan debu berbahaya, serta kurang tahan terhadap perubahan suhu ekstrem. Berdasarkan sisi desain, banyak produk kampas rem komersial yang belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek termal dan tekanan yang terjadi pada saat pengereman mendadak dalam kecepatan tinggi. Padahal, menurut Prisma Frendi Wardana (2012), beban pengereman bisa mencapai hingga 90% dari total beban sistem saat kendaraan melaju pada kecepatan tinggi, menjadikan kampas rem sebagai titik kritis dalam sistem keamanan kendaraan. Jadi karena itu, pengembangan material kampas rem yang lebih tahan panas, stabil dalam berbagai kondisi, ramah lingkungan, dan ekonomis sangat mendesak



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dilakukan.

Sejumlah studi terdahulu telah mencoba mengembangkan kampas rem berbasis material alternatif, terutama bahan komposit yang menggabungkan serbuk alam dengan resin atau pengikat lainnya. Misalnya, penelitian oleh Bagus D.P. dan Iwan Susanto (2021) menunjukkan bahwa kampas rem berbasis biokomposit dari serbuk bambu dan tempurung kelapa memiliki laju aus yang cukup baik pada suhu tinggi. Serbuk bambu dikenal memiliki keuletan, laju panas, serta kandungan karbon yang mendukung kestabilan termal (Mulyani et al., 2022). Namun demikian, hasil penelitian tersebut belum menunjukkan nilai koefisien gesek yang sesuai dengan standar minimum menurut SNI 0143-1987 (100°C , $\mu=0,30-0,60 \pm 0,10$; $150^{\circ}\mu=0,25-0,60 \pm 0,12$; $200^{\circ}\mu=0,20-0,60$), sehingga belum layak digunakan dalam aplikasi beban gesek tinggi (Bustomi et al., 2024). Penggunaan serbuk bambu memiliki keunggulan sebagai material terbarukan yang ramah lingkungan, tidak bersifat karsinogenik seperti asbes, dan sesuai dengan tuntutan regulasi internasional untuk mengurangi jejak karbon industri otomotif (Sutikno et al., 2018; Prisma Frendi Wardana, 2012).

Gap utama dari studi-studi tersebut adalah belum adanya formulasi material berbasis serbuk bambu yang secara simultan memenuhi standar industri dalam hal koefisien gesek, laju aus, serta kelayakan aplikatif dalam desain sistem pengereman modern. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini, yaitu mengembangkan dan mengevaluasi komposisi material kampas rem berbasis serbuk bambu dan bahan alami lainnya (seperti cocopeat, aluminium, dan resin) untuk mendapatkan sebagai acuan dalam aspek termal, koefisien gesek dan laju keausan dari formulasi bahan yang ada.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material alternatif kampas rem berbahan dasar serbuk bambu dengan campuran bahan tambahan yang diseleksi secara ilmiah, serta mengidentifikasi formulasi terbaik yang dapat meningkatkan koefisien gesek dan menurunkan tingkat keausan serta laju termal. Penelitian ini juga menyasar tercapainya kelayakan implementasi material tersebut dalam industri otomotif roda dua, terutama kendaraan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan kebutuhan efisiensi tinggi dan biaya produksi rendah. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan solusi material komposit ramah lingkungan yang tidak hanya menjawab kebutuhan teknis dan ekonomis industri otomotif, tetapi juga sejalan dengan agenda keberlanjutan global dalam pengurangan bahan berbahaya dan peningkatan efisiensi energi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus dalam penelitian ini, khususnya terkait dengan bahan kampas rem berbasis serbuk bambu sebagai alternatif ramah lingkungan. Permasalahan tersebut dapat dirumuskan dalam bentuk pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serbuk bambu (10%, 20%, 30%) terhadap koefisien gesek dan laju keausan?
2. Bagaimana hasil performa bahan dari variasi komposisi serbuk bambu 20 % dalam menghasilkan koefisien gesek dan laju keausan dengan standar SNI 09-0143-1987 serta hasil perbandingan data studi terdahulu?
3. Bagaimana karakteristik termal kampas rem serbuk bambu komposit saat dianalisis dengan simulasi *Finite Element Analysis* FEA?

1.3 Batasan Masalah

Batasan penulisan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kampas rem hanya dibuat dalam skala laboratorium, belum diterapkan langsung pada sistem pengereman kendaraan sebenarnya.
2. Pengujian terbatas pada pengukuran koefisien gesek, laju keausan, dan karakteristik termal menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA).
3. Uji termal hanya dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *Finite Element Analysis* (FEA), tanpa pengujian eksperimental pada suhu tinggi secara langsung guna tahap awal penelitian.
4. Komposisi material difokuskan pada penggunaan serbuk bambu, resin *epoxy*, serbuk aluminium, dan pasir besi sebagai bahan utama penyusun kampas rem.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Desain kampas rem hanya divisualisasikan dalam bentuk model 3D tanpa gambar teknik detail dimensi lengkap.
6. Proses pembuatan kampas rem dilakukan secara manual (non-industri), tanpa melibatkan teknik manufaktur skala besar. Proses produksi dilakukan secara manual tanpa melibatkan proses manufaktur masal.

1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk melakukan eksperimen terhadap kampas rem ramah lingkungan berbasis serbuk bambu, dengan fokus pada pengujian koefisien gesek, laju keausan, serta analisis karakteristik termal menggunakan metode simulasi *Finite Element Analysis* (FEA). Penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi sejauh mana material komposit berbasis serat bambu dapat memenuhi persyaratan kinerja sistem pengereman pada kendaraan roda dua, sesuai dengan standar yang berlaku. Secara khusus, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai koefisien gesek dan keausan dari kampas rem dengan variasi serbuk bambu melalui uji eksperimental.
2. Mengidentifikasi formulasi dan karakterisasi komposisi material guna kelayakan teknis dan potensi keberlanjutan dari penggunaan material kampas rem berbasis serbuk bambu dalam skala industri otomotif, termasuk kesesuaiannya dengan standar SNI 0143-1987, potensi daur ulang, serta dampak lingkungannya dalam konteks pengurangan penggunaan bahan berbahaya seperti asbes.
3. Mengetahui karakteristik termal kampas rem komposit melalui simulasi *Finite Element Analysis* (FEA)

1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Manfaat penulisan laporan tugas akhir ini dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kinerja kampas rem berbasis serbuk bambu dengan memberikan data mengenai nilai koefisien gesek dan laju keausan kampas rem yang dibuat dari campuran serbuk bambu dengan variasi komposisi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Sebagai referensi material ramah lingkungan pada kampas rem yang menunjukkan potensi serbuk bambu sebagai bahan alternatif ramah lingkungan pengganti asbestos pada pembuatan kampas rem kendaraan roda dua.
3. Menyediakan data hasil simulasi termal metode *Finite Element Analysis* (FEA) pada hasil simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) dalam laporan ini dapat menjadi gambaran awal dalam menganalisis penyebaran panas pada kampas rem berbahan komposit serbuk bambu saat proses pengereman.

1.6 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Tugas akhir ini dilakukan dengan konsep eksperimen material dan simulasi, yakni dengan membuat kampas rem berbahan komposit serbuk bambu melalui proses pembuatan spesimen dan pengujian sesuai standar. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, yaitu pencarian referensi dari jurnal, buku, dan standar SNI yang relevan dengan topik, serta pengumpulan data primer melalui pengujian laboratorium. Uji yang dilakukan meliputi pengukuran koefisien gesek dan laju keausan pada alat uji tribologi. Untuk menganalisis karakteristik termal, digunakan pendekatan simulasi numerik berbasis metode *Finite Element Analysis* (FEA) dengan bantuan perangkat lunak SolidWorks Simulation. Analisis hasil pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai yang diperoleh terhadap standar SNI 09-0143-1987 serta penelitian sebelumnya untuk menentukan performa material.

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari hasil penelitian di lapangan maupun laboratorium. Dalam tugas akhir ini, data primer diperoleh melalui:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Pengujian laboratorium terhadap sampel kampas rem berbahan serbuk bambu.
2. Proses eksperimen pembuatan kampas rem.
3. Hasil pengukuran parameter seperti laju aus dan koefisien gesek.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang sudah tersedia sebelumnya, seperti:

1. Buku referensi teknik material dan tribologi.
2. Jurnal-jurnal ilmiah yang relevan tentang kampas rem, material komposit, dan penggunaan serbuk alam.
3. Standar nasional dan internasional, seperti SNI dan ASTM, yang digunakan sebagai acuan dalam pengujian.
4. Laporan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian.

1.6.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Studi Literatur

Pengumpulan informasi dari jurnal, buku, dan dokumen standar terkait karakteristik material kampas rem, metode pengujian material komposit, dan teknologi bahan ramah lingkungan.

2. Observasi dan Eksperimen Laboratorium

Melakukan proses pembuatan sampel kampas rem dengan berbagai variasi komposisi serbuk bambu (10%, 20%, 30%). Selanjutnya dilakukan pengujian tribologis untuk mendapatkan data teknis.

3. Dokumentasi Hasil Uji

Hasil uji dicatat dalam lembar observasi, kemudian diolah dalam bentuk tabel, grafik, dan dianalisis lebih lanjut.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I: PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan penulisan, lokasi, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Berisi pembahasan teori dan literatur yang relevan seperti karakteristik kampas rem, serbuk bambu, material komposit, serta hasil-hasil penelitian sebelumnya.

3. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Berisi diagram alir proses penelitian, langkah pembuatan kampas rem, komposisi bahan, serta metode pengujian.

4. BAB IV: PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil pengujian, analisis data, serta pembahasan mengenai performa kampas rem yang diuji.

5. BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Menyampaikan kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian eksperimen dan simulasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai Koefisien Gesek dan Laju Keausan

Pengujian terhadap tiga spesimen kampas rem komposit berbasis serbuk bambu menunjukkan bahwa variasi komposisi serbuk bambu sangat mempengaruhi performa tribologi. Spesimen dengan 20% serbuk bambu (S2) menghasilkan koefisien gesek tertinggi sebesar 0,463 dan masih berada dalam kategori laju keausan wajar sebesar $5,12 \text{ cm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Spesimen S1 (10%) memiliki koefisien gesek rendah (0,176) namun ketahanan aus tinggi, sedangkan S3 (30%) mengalami performa terburuk dengan koefisien gesek hanya 0,117 dan laju keausan tertinggi ($7,69 \text{ cm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$). Hal ini menunjukkan bahwa formulasi optimal berada pada komposisi 20% serbuk bambu, dengan rasio resin yang seimbang dan bahan penguat (aluminium dan pasir besi) yang cukup mendukung struktur.

2. Kelayakan Teknis, Standar SNI, dan Keberlanjutan

Berdasarkan kelayakan teknis terhadap SNI 09-0143-1987, hanya spesimen S2 yang memenuhi standar minimum koefisien gesek ($\geq 0,30$), meskipun seluruh spesimen belum diuji pada suhu tinggi (100°C ke atas) sesuai syarat pengujian SNI. Komposisi material ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai alternatif ramah lingkungan terhadap kampas rem berbasis asbes. Serbuk bambu merupakan material terbarukan, murah, dan memiliki potensi daur ulang tinggi. Formulasi ini juga mengurangi ketergantungan terhadap bahan berbahaya seperti asbes, sehingga sejalan dengan konsep green material dalam industri otomotif masa depan.

3. Karakteristik Termal dari Simulasi FEA

Hasil simulasi termal menggunakan *Finite Element Analysis*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(FEA) menunjukkan bahwa distribusi panas tersebar merata pada permukaan kampas rem dengan titik panas tertinggi tetap terkendali. Pada spesimen S2, distribusi panas menunjukkan bahwa struktur material mampu menahan akumulasi suhu akibat gesekan dengan nilai konduksi termal yang stabil. Simulasi ini mendukung hasil eksperimen bahwa formulasi S2 layak untuk aplikasi pengereman, setidaknya dari segi kestabilan termal.

5.2 Saran

1. Pengujian Lanjutan pada Suhu Tinggi
Disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan pada temperatur $\geq 100^{\circ}\text{C}$ agar dapat dibandingkan langsung dengan ketentuan standar SNI 09-0143-1987, khususnya untuk menguji kestabilan performa pada kondisi operasi aktual.
2. Optimasi Formulasi Komposit
Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi komposisi yang lebih detail di kisaran 15–25% serbuk bambu untuk menentukan titik optimum performa tribologi dan termal. Penggunaan bahan pengikat alternatif ramah lingkungan juga dapat dieksplorasi lebih lanjut.
3. Validasi Daur Ulang dan Studi Dampak Lingkungan
Perlu dilakukan kajian terkait kemudahan daur ulang, analisis siklus hidup material, dan perhitungan dampak lingkungan secara menyeluruh agar penggunaan serbuk bambu tidak hanya unggul secara teknis tetapi juga dapat diterapkan secara berkelanjutan.
4. Penerapan Skala Industri dan Pengujian Lapangan
Penelitian ini masih berada pada tahap laboratorium. Pengujian lebih lanjut diperlukan dengan prototipe kampas rem skala penuh dan diuji dalam kendaraan nyata untuk mengetahui ketahanan jangka panjang, suara, dan kenyamanan saat pengereman.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Mulia. 2022. "Tinjauan Skala Besaran Serbuk Aluminium Terhadap Hardness Pada Proses Metalurgi Serbuk." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]* 2(1): 1–8.
- Asep, Muhammad. 2023. "Pengaruh variasi tekanan kompaksi panas terhadap densitas dan kekerasan amc diperkuat SiO₂." *Machine : Jurnal Teknik Mesin* 9(1): 1–7. doi:10.33019/jm.v9i1.3606.
- Bustomi, A., Nur, H. R., Muhammad, R., & Zaman, M. N. (2024). *JURNAL Teknik Mesin*. 17(2), 125–132.
- Bagus DP, Iwan Susanto, dan P. S. (2021). Analisa Laju Aus , Kekerasan Dan Koefesien Gesek Menggunakan Sabut Kelapa Dan Serat Bambu. *Jurnal UMJ*, 36(November), 1–7.
- Divakaruni, Saikiran, and Ht Chang. 2017. "Friction Back Plate Design/Manufacturing/Quality - Key Attributes for Better Brake Performance." *SAE Technical Papers Part F1301*(September). doi:10.4271/2017-01-2506.
- Elvin Muhammad Aji Novaral. 2015. "Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengeraman Dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa Dan Serbuk Kayu." *Jurnal Fesyen: Pendidikan dan Teknologi* 6(4): 1–15.
- European Patent Application. 2007. "Designated Extension States." *Office* 1(19): 1–18. <https://patents.google.com/patent/EP1795201A1/es>.
- Fawaid, Moh, and Shafnur Hamdi. 2025. "Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Karakteristik Komposit Bahan Alternatif Kampas Rem Berpenguat Serat Bambu." *Prosiding Seminar Nasional Industrial Services (SNIS) III "Peningkatan Daya Saing Industri Nasional Melalui Integrasi Industri Baja Berkelanjutan Menuju ASEAN Economic Community 2015*: 1–8.
- Fawaid, M., & Hamdi, S. (2025). Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Karakteristik Komposit Bahan Alternatif Kampas Rem Berpenguat Serat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Bambu. *Prosiding Seminar Nasional Industrial Services (SNIS) III "Peningkatan Daya Saing Industri Nasional Melalui Integrasi Industri Baja Berkelanjutan Menuju ASEAN Economic Community 2015*, 1–8.
- Husein, Muhammada Ali Saddam. 2020. "Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Diskbreak Sepeda Motor Honda Supra X 125 Terhadap Kinerja Rem." *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201* 2(1): 41–49.
- Jinaga, R., Kolekar, S., & Jagadeesha, T. (2019). Magneto Rheological Fluid Based Smart Automobile Brake and Clutch Systems. In *Energy, Environment, and Sustainability*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0434-1_13
- Juang Zebua, Anugrah Putra, Dhimas Wicaksono, and Sehon Sehon. 2022. "Studi Eksperimental Pembuatan Kampas Rem Berbahan Serat Sabut Terhadap Pengujian Keausan." *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* 8(1): 87–91. doi:10.56521/teknika.v8i1.557.
- Muhajir, Ahmad, Izarul Machdar, and Mariana Mariana. 2021. "Produksi Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Kombinasi Metode Aktivasi Secara Kimia Dan Steam Tekanan Rendah." *Jurnal Litbang Industri* 11(2): 110. doi:10.24960/jli.v11i2.7104.110-116.
- Mulyani, Lili, Ferry Setiawan, and Edi Sofyan. 2022. "Analisis Karakteristik Keausan Material Dengan Matriks Resin Menggunakan Filler Serat Bambu Dan Pasir Besi Untuk Aplikasi Kampas Rem." *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* 8(1): 103–11. doi:10.56521/teknika.v8i1.549.
- Mustafa sidiq. 2010. "Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Bambu Petung Pada Bambu Muda, Dewasa Dan Tua." : 1–15.
- Ndale, Fransiskus Xaverius. 2023. "Sifat Fisik Dan Mekanik Bambu Sebagai Bahan Konstruksi." *TEKNOSLAR - Jurnal Teknik Universitas Flores* 7(2): 22–31.
- Pan, Gong-Yu, Zhong-Wang Jianng, Zi-Jun Yang, and Lei Sun. 2016. "Study On Contribution Of Back Plate Shape Of Brake Pad To Disc Brake System



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Noise.” In *Proceedings of the 2015 4th International Conference on Sustainable Energy and Environmental Engineering*, Paris, France: Atlantis Press, 702–9. doi:10.2991/icseee-15.2016.121.

Prisma Frendi Wardana. 2012. “Pemanfaatan Serbuk Bambu Sebagai Alternatif Material Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor.” *perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id*.

Serbuk, P., Sebagai, B., Kampas, M., Sepeda, R. E. M. N., Wardana, P. F., Keguruan, F., Ilmu, D. A. N., & Maret, U. S. (2012). *perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id*.

Sutikno, Pramujati, B., Safitri, S. D., & Razitania, A. (2018). Characteristics of natural fiber reinforced composite for brake pads material. *AIP Conference Proceedings*, 1983. <https://doi.org/10.1063/1.5046282>

Novara, E. M. A. (2015). Analisis Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan, Waktu Pengereman Dan Pengurangan Massa Kampas Rem Dari Material Komposit Serabut Kelapa Dan Serbuk Kayu. *Jurnal Fesyen: Pendidikan Dan Teknologi*, 6(4), 1–15.

Akin, John Edward. 2010. “*Finite Element Analysis Concepts: Via Solidworks*.” *Finite Element Analysis Concepts: Via Solidworks*: 1–335. doi:10.1142/7785.

Tanauma, A., & Ferdy. (2011).” Potensi Sumberdaya Alam Pasir Besi Pantai Arakan Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Sains*”, 11(2), 226–228.

Han, Weimin, and B. Daya Reddy. 2013. “Introduction to *Finite Element Analysis*.” *Interdisciplinary Applied Mathematics* 9: 251–67. doi:10.1007/978-1-4614-5940-8_9.

Putra, I Gede Putu Pratama Mahendra, Iskandar Norman, and Sulardjaka. 2023. “Pengaruh Persentase Binder Bentonit Terhadap Densitas Pelet Katalis Zeolit Alam.” *Jurnal Teknik Mesin S-I* 11(1): 44–47.

Permana, Ananto Yuda. 2022. “Uji Kerja Mesin *Hot Press* Hidrolik Pada Material Komposit Plastik.”

Maulana Rachman, Kasda Kasda, Wardaya Wardaya, and Sandi Ramahdan. 2024.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“Pengujian Kekerasan Dan Keausan Kampas Rem Sepeda Motor.” Mars : Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer 2(3): 204–11. doi:10.61132/mars.v2i3.333.

Upara, Nafsan, and Taufik Bayu Laksono. 2019. “Analisis Komparasi Kualitas Produk Kampas Rem Cakram Antara Original Dengan After Market Comparative Analysis of Product Quality Between Original and After Market Brake Disc Pad.” Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi 1.1 (C): 26–33.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Dokumentasi Pengumpulan Bahan



Serbuk alumunium



Back plate kampas rem depan



Pasir Besi Resin



Epoxy dan Katalis

Lampiran 1. 2 Dokumentasi Pembuatan Cetakan Kampas Rem



Proses marking cetakan kampas rem



Proses Pemtongan Besi Cetakan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Cetakan setelah jadi dan setelah difinishing

Lampiran 1. 3 Dokumentasi Proses Pencetakan Kampas Rem



Prses pencampuran bahan



Bahan setelah tercampur



Proses Pencetakan



Suhu Pencetakan



Tekanan Pencetakan



Suhu Pencetakan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Waktu Pencetakan



Waktu Pencetakan



Hasil Pencetakan
Kampas Rem



Hasil Jadi Produk

Lampiran 1. 4 Lampiran 4 Dokumentasi Pengujian Koefisien Gesek Dan Laju Keausan



Alat Uji Tribometer Tipe *Pin On Disk*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Parameter Kecepatan
3 m/s



Parameter Kecepatan
5 m/s



Parameter Kecepatan
5 m/s



Pengujian Koefisien
Gesek dan Laju Aus
Spesimen 1



Pengujian Kofisien
Gesek dan Laju Aus
Spesimen 2



Pengujian Koefisien
Gesek dan Laju Aus
Spesimen 3



Suhu Pengujian
Spesimen 1



Suhu Pengujian
Spesimen 2



Suhu Pengujian
Spesimen 3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hasil Penampang

Pengujian Spesimen 1



Hasil Penampang

Pengujian Spesimen 2



Hasil Penampang

Pengujian Spesimen 3

Lampiran 1. 5 Dokumentasi Pengurangan Berat Hasil Uji



Berat Spesimen 1 Sebelum Diuji



Berat Spesimen 1 Setelah Diuji



Berat Spesimen 2 Sebelum Diuji



Berat Spesimen 2 Setelah Diuji

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Berat Spesimen 3 Sebelum Diuji



Berat Spesimen 2 Setelah Diuji

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA