



© 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



REKAYASA LAJU AUS DAN KOEFISIEN GESEK KAMPAS  
REM YANG *DIFABRIKASI* DARI *PHENOL FORMALDEHYDE*  
SERBUK KAYU, *COCOPEAT*, SEKAM PADI DAN KARBON  
TEMPURUNG KELAPA

TESIS

AHMAD BUSTOMI  
NIM. 1909521002

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN REKAYASA  
TEKNOLOGI MANUFAKTUR  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
DEPOK  
AGUSTUS 2021



© 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



REKAYASA LAJU AUS DAN KOEFISIEN GESEK KAMPAS  
REM YANG *DIFABRIKASI* DARI *PHENOL FORMALDEHYDE*  
SERBUK KAYU, *COCOPEAT*, SEKAM PADI DAN KARBON  
TEMPURUNG KELAPA

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Mencapai Derajat Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Teknologi dan  
Sistem Manufaktur

AHMAD BUSTOMI  
NIM. 1909521002

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN REKAYASA  
TEKNOLOGI MANUFAKTUR  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
DEPOK  
AGUSTUS 2021



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Ahmad Bustomi

NIM 1909521002

Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur

Judul : Rekayasa Laju Aus dan Koefisien Gesek Kampas Rem yang  
*Difabrikasi dari Phenol Formaldehyde Serbuk Kayu, Cocopeat,  
Sekam Padi, dan Karbon Tempurung Kelapa*

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Senin tanggal 16 Agustus tahun 2021 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh derajat gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si, (.....)

Pembimbing II : Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.. (.....)

Penguji I : Dr. Eng., Muslimin, M.T (.....)

Penguji II : Dr. Eng., Pribadi Mumpuni (.....)

Penguji III : Dr Belyamin MSc.Eng B.Eng(Hons) (.....)

Depok, 30 Agustus 2021

Disahkan oleh  
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Drs. Supriatnoko, M.Hum  
NIP. 196201291988111001

### 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ahmad Bustomi  
NIM : 1909521002  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 1 Agustus 2021

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan dan senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir berjudul “Rekayasa Laju Aus Kampas Rem yang Difabrikasi dari *Phenol Formaldehyde*, Serbuk Kayu, *Cocopeat*, Sekam Padi, dan Karbon Tempurung Kelapa”. Atas kehendak-Nya pula penulis dapat menyelesaikan tesis ini sesuai rencana.

Tesis ini merupakan karya tulis yang menjadi syarat dalam menempuh ujian akhir Program Magister Terapan Rekaya Teknologi Manufaktur. Secara umum karya tulis ini berisi uraian tentang rancang bangun kampas rem komposit yang terbuat dari bahan ramah lingkungan dan pengganti kampas rem yang terbuat dari asbestos sehingga betul betul menjadi alat berteknologi tepat guna dan menjadi karya yang dipakai kendaraan bermotor.

Penulis menyadari bahwa selesainya karya tulis ini tidak semata-mata hasil jerih payah penulis sendiri, namun berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si., sebagai Dosen *Supervisor 1* yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyelesaian Tesis ini.
2. Ibu Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si., sebagai Dosen *Supervisor 2* yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyelesaian Tesis ini.
3. Ibunda dan Ayahanda tercinta, yang selalu mendukung penulis untuk selalu semangat dalam proses penulisan.
4. Istri tercinta, yang selalu mendukung penulis untuk selalu semangat dalam proses penulisan.
5. Teman-teman prodi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta 2019 yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan penulisan tesis ini.

### 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan *support* yang besar dalam penyelesaian tesis dan tidak dapat dituliskan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal baik yang akan dibalas oleh Allah SWT. Aamiin  
Penulis menyadari bahwa pada karya tulis ini masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun uraian yang diungkapkan. Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun akan sangat membantu bagi penulis untuk melakukan penyempurnaan.

Akhirnya penulis berharap semoga karya tulis sebagai tesis ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan semua pembaca pada umumnya serta menjadi referensi bagi pengembangan teknologi dibidang manufaktur.

Depok, 1 Agustus 2021

Penulis



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR ISI

Halaman Sampul .....	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme .....	iii
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	iv
Halaman Pengesahan .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis untuk Kepentingan Akademik .....	viii
Abstrak .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penyajian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Kajian Teori .....	6
2.1.1 Kampas Rem .....	6
2.1.2 <i>Cocopeat</i> (Serabut Kelapa) .....	7
2.1.3 <i>Phenol-Formaldehyde</i> .....	8
2.1.4 Serbuk Kayu .....	9
2.1.5 Karbon Tempurung Kelapa .....	10
2.1.6 Sekam Padi .....	11

### 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



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

2.2	Kajian Literatur/Jurnal .....	12
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1	Metodologi Penelitian .....	14
3.2	Studi Pustaka.....	14
3.3	Pembuatan Cetakan Kampas Rem .....	14
3.4	Pembuatan Bahan.....	17
3.5	Proses Kompaksi ( <i>Hot Press</i> ).....	20
3.6	Sampel.....	21
3.7	Pengujian Laju Aus dan Koefisien Gesek.....	21
3.8	Pengujian Densitas .....	23
3.9	Pengujian Porositas .....	24
3.10	Pengujian SEM.....	24
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1	Koefisien Gesek .....	26
4.2	Laju Aus .....	30
4.3	Densitas .....	35
4.4	Porositas .....	37
4.5	SEM .....	39
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran.....	43
	DAFTAR PUSTAKA .....	44
	LAMPIRAN.....	xv





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metode Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Dies Kampas Rem.....	16
Gambar 3.3 <i>Upper and Lower Plate</i> .....	16
Gambar 3.4 Kampas Rem.....	17
Gambar 3.5 Proses Kompaksi.....	20
Gambar 3.6 Sampel Kampas Rem.....	21
Gambar 3.7 Alat Uji Koefisien Gesek dan Laju Aus.....	23
Gambar 3.8 Pengujian SEM.....	25
Gambar 3.9 Sampel yang akan di uji SEM.....	25
Gambar 4.1 Grafik Koefisien Gesek A-C.....	27
Gambar 4.2 Grafik Koefisien Gesek D-F.....	27
Gambar 4.3 Grafik Koefisien Gesek G-I.....	28
Gambar 4.4 Grafik Koefisien Gesek J-L.....	29
Gambar 4.5 Grafik Laju Aus A-C.....	31
Gambar 4.6 Grafik Laju Aus D-F.....	32
Gambar 4.7 Grafik Laju Aus G-I.....	33
Gambar 4.8 Grafik Laju Aus J-L.....	34
Gambar 4.9 Hasil Uji Densitas.....	35
Gambar 4.10 Hasil Uji Porositas.....	38
Gambar 4.11 Hasil SEM Karbon Tempurung Kelapa.....	39
Gambar 4.12 Hasil SEM <i>Phenol formadehyde</i> .....	39
Gambar 4.13 Hasil SEM Kayu.....	39
Gambar 4.14 Hasil SEM Serabut Kelapa.....	40
Gambar 4.15 Hasil SEM Sampel A.....	40
Gambar 4.16 Hasil SEM Sampel B.....	41
Gambar 4.17 Hasil SEM Sampel C.....	41

### 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

## DAFTAR TABEL

Tabel. 3.1	Komposisi Sampel.....	18
Tabel. 3.2	Klasifikasi Menurut Ciri-ciri SNI 09-0143-1987 .....	21
Tabel. 3.3	Klasifikasi Menurut Penggunaan SNI 09-0143-1987 .....	22
Tabel. 3.4	Koefisien Gesek Menurut Standar SNI 09-0143-1987 .....	22
Tabel. 3.5	Toleransi Koefisien Gesek Menurut Standar SNI 09-0143-1987 .....	22
Tabel 3.6	Laju Aus Menurut Standar SNI 09-0143-1987.....	23
Tabel 4.1	Hasil Uji Koefisien Gesek.....	26
Tabel 4.2	Hasil Uji Laju Aus .....	30
Tabel. 4.3	Hasil Uji Densitas .....	35
Tabel 4.4	Hasil Uji Porositas .....	37



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## ABSTRAK

Nama : Ahmad Bustommi  
Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur  
Judul Tesis : Rekayasa Laju Aus dan Koefisien Gesek Kampas Rem yang Difabrikasi dari *Phenol Formaldehyde* Serbuk Kayu, *Cocopeat*, Sekam Padi, dan Karbon Tempurung Kelapa

Sistem pengereman adalah fitur keselamatan penting dalam kendaraan bermotor, bantalan rem harus memiliki koefisien gesekan yang stabil dan ketahanan aus yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol-formaldehyde* sebagai matriks terhadap koefisien gesek dan laju aus kampas rem. Karbon tempurung kelapa dan *phenol-formaldehyde* dihaluskan dengan mesh 100, *cocopeat* dihaluskan dengan mesh 50 dan serbuk kayu dihaluskan dengan mesh 40, sekam padi dihaluskan dengan mesh 24. Semua bahan komposit dicampur dan dibuat menjadi dua belas komposisi, campuran komposit dikompaksi pada tekanan 220 bar dan suhu 170°C dengan waktu 15 menit. Uji koefisien dan laju aus dengan standar SNI 09-0143-1987, uji densitas dengan standar ASTM D792, porositas dengan standar ASTM C20-00 (2015), dan uji SEM. Nilai koefisien gesek tertinggi 0,14 pada 100°C dan 0,06 pada 150°C. Nilai laju aus tertinggi adalah  $0,75 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  pada 100°C dan  $1,4 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  pada 150°C. Nilai densitas tertinggi  $1,31 \text{g/cm}^3$  sedangkan nilai porositas tertinggi 69,38%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kampas rem yang difabrikasi dari *phenol formaldehyde*, serbuk kayu, *cocopeat*, sekam padi, dan karbon tempurung kelapa memiliki nilai uji aus yang baik yaitu  $1,4 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  pada 150°C dengan nilai standar maksimum di angka  $2,04 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  pada 150°C. Tetapi tidak untuk koefisien gesek yang masih dibawah standar yaitu 0,06 pada 150°C dengan nilai standar maksimum  $0.25 - 0.60 \pm 0.12$  pada 150°C.

Kata Kunci : *phenol-formaldehyde*, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, serbuk kayu, sekam padi, koefisien gesek, laju aus

### 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ABSTRACT

Name : Ahmad Bustommi  
Program Study : Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur  
Thesis Title : Engineering Wear Rate and Coefficient of Friction of Brake Pads Fabricated from Phenol Formaldehyde Wood Powder, Cocopeat, Rice Husk, and Coconut Shell Carbon

The braking system is an important safety feature in motor vehicles, brake pads must have a stable balance and good wear resistance. The purpose of this study was to determine the effect of the composition of sawdust, cocopeat, coconut shell carbon, rice husk and phenol-formaldehyde resin as a matrix on the coefficient of friction and wear rate of brake linings. Coconut shell carbon and phenol-formaldehyde were ground with a mesh of 100, cocopeat was ground with a mesh of 50 and sawdust was ground with a mesh of 40, rice husks were ground with a mesh of 24. All composite materials were mixed and made into twelve compositions, the composite mixture was compacted at a pressure of 220 bar and temperature of 170°C for 15 minutes. Test coefficient and wear rate with SNI 09-0143-1987 standard, density test with ASTM D792 standard, porosity with ASTM C20-00 (2015) standard, and SEM test. The highest coefficient of friction is 0.14 at 100 °C and 0.06 at 150 °C. The highest wear rate values are  $0.75 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{Nm}$  at 100 °C and  $1.4 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{Nm}$  at 150 °C. The highest density value is  $1.31 \text{ g/cm}^3$  while the highest porosity is 69.38%. The results showed that the brake lining fabricated from phenol formaldehyde, wood powder, cocopeat, rice husk, and coconut shell carbon had a good wear test value of  $1.4 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{Nm}$  at 150°C with a maximum standard value of  $2,04 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{Nm}$  at 150 °C. But not for the coefficient of friction which is still below the standard of 0.06 at 150 °C with a maximum standard value of  $0.25 - 0.60 \pm 0.12$  at 150 °C.

Keywords: phenol-formaldehyde, cocopeat, coconut shell carbon, sawdust, rice husk, coefficient of friction, wear rate.



**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

Bab 1 Pendahuluan merupakan bab yang berisi tentang gambaran umum permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian. Bab ini terdiri dari lima sub bab yaitu penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, pertanyaan dan tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, manfaat penelitian dan sistematika tesis.

### 1.1 Latar Belakang

Sistem pengereman adalah fitur keselamatan terpenting dalam kendaraan bermotor yang berfungsi memperlambat atau menghentikan kendaraan. Kampas rem harus memiliki koefisien gesekan yang stabil dan tahan aus yang baik selama masa pakai. Bahan kampas rem harus memiliki ketahanan aus yang tinggi, ringan dan kekuatan / kepadatan tinggi (kekuatan spesifik) untuk mengurangi biaya aplikasi teknologi dan konsumsi bahan bakar [1] [2].

Gaya gesekan dan keausan kampas rem berubah terus menerus selama pengereman tergantung pada berbagai faktor, seperti kondisi mengemudi, formulasi kampas rem, parameter manufaktur, dan karakteristik gesekan yang terbentuk antara material rotor dan gesekan [3].

Berbagai jenis bahan kampas rem digunakan dan digunakan dalam sistem pengereman yang berbeda pula. Kampas rem pada umumnya terdiri dari serat asbes yang mengandung karsinogenik yang dapat menyebabkan penyakit ISPA, kanker, asbesitosis , fibrosis sampai dengan penyakit kronis

**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

yang dapat menyebabkan kematian jika terhisap dan mengendap didalam paru-paru [4].

Beberapa penelitian untuk menggantikan asbes dalam pembuatan kampas rem telah di pelajari seperti serbuk gergaji yang dapat meningkatkan koefisien gesek kampas rem [5][6][7], *cocopeat* yang dapat meningkatkan densitas dari kampas rem [1][8][9], sekam padi yang dapat meningkatkan koefisien gesek kampas rem [6][10][11], dan karbon dari tempurung kelapa yang dapat menambah kekerasan kampas rem menjadi bahan potensial yang digunakan dalam industri kampas rem [12][13][14].

Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan diatas tidak ada yang menggabungkan antara serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol formaldehyde*. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian lain adalah penelitian ini menggunakan serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol- formaldehyde* sebagai matriks dan menggabungkannya untuk mengetahui pengaruh komposisi serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol-formaldehyde* sebagai matriks terhadap koefisien gesek dan laju keausan kampas rem agar mendapatkan laju aus dan koefisien gesek yang sesuai standar yaitu stndar SNI 09-0143-1987.



**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

## 12 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka didalam perumusan masalah ini akan dikaji metode:

1. Bagaimana pengaruh serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol-formaldehyde* terhadap laju aus kampas rem komposit.
2. Bagaimana pengaruh serbuk gergaji, *cocopeat*, karbon tempurung kelapa, sekam padi dan resin *phenol-formaldehyde* terhadap koefisien gesek kampas rem komposit.

## 13 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, ada beberapa pertanyaan penelitian yang akan di kaji:

1. Berapa laju aus kampas rem yang *difabrikasi* dari serbuk kayu, *cocopeat*, sekam padi, dan karbon tempurung kelapa?
2. Berapa koefisien gesek kampas rem yang *difabrikasi* dari serbuk kayu, *cocopeat*, sekam padi, dan karbon tempurung kelapa?

Tujuan utama penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan laju aus kampas rem rekayasa terhadap ratio komposisi kamps rem
2. Menentukan koefisien gesek kampas rem rekayasa terhadap ratio komposisi kamps 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

#### 14 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh lingkup permasalahan dari beberapa aspek sebagai berikut :

1. Bahan yang diuji adalah serbuk kayu, *cocopeat*, sekam padi, dan karbon tempurung kelapa.
2. Pengujian sifat mekanik dibatasi pada pengujian laju aus, koefisien gesek, densitas, porositas dan *SEM* dari kampas rem berbahankomposit.
3. Komposisi pencampuran dibagi menenjadi 12 komposisi
4. Standar pengujian laju aus dan koefisien gesek yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia 09-0143-1987

#### 15 Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis adalah sebagai berikut

1. Penelitian ini dapat menentukan tingkat kegunaan rekayasa kampas rem komposit.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan formula produksi kampas rem komposit yang baru.
3. Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam pembuatan kampas rem komposit.





**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

## 16 Sistematika Penyajian

Sistematika penulisan tesis diuraikan sebagai berikut :

### A. Bagian Awal

1. Halaman Sampul
2. Halaman Judul
3. Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme
4. Halaman Pernyataan Orisinalitas
5. Halaman Pengesahan
6. Kata Pengantar
7. Halaman Pernyataan Persetujuan Tesis untuk Kepentingan Akademi
8. Abstrak
9. Daftar Isi
10. Daftar Tabel
11. Daftar Gambar
12. Daftar Lampiran

### B. Bagian Utama

1. Bab 1 Pendahuluan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka.
3. Bab 3 Metoda Penelitian dan Objek Penelitian.
4. Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan.
5. Bab 5 Simpulan dan Saran.

### C. Bagian Akhir

1. Daftar Pustaka.
2. Lampiran.

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 Kesimpulan dan Saran merupakan bab yang berisi tentang uraian jawab dari target target objektif dan tujuan penelitian. Bab ini akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil laju aus pada temperatur 100°C antara  $0,75 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  sampai  $0,016 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  (standar maksimal 1,02), hasil laju aus pada temperatur 150°C antara  $1,4 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  sampai  $0,023 \times 10^{-7} \text{cm}^3/\text{Nm}$  (standar maksimal 2.04).
2. Hasil koefisien gesek pada temperatur 100°C antara 0,14 sampai 0,06 (standar  $0.30 - 0.60 \pm 0.1$ ). Koefisien gesekan pada temperatur 150°C antara 0,06 sampai 0,02 (standar  $0.25 - 0.60 \pm 0.12$ ).
3. Semakin besar partikel *mesh* yang digunakan maka akan semakin besar koefisien geseknya dan semakin besar porositasnya, semakin halus *mesh* yang digunakan semakin kecil gaya geseknya dan semakin besar densitasnya.

#### 5.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian ini untuk penelitian selanjutnya yaitu penelitian ini mengkaji beberapa bahan komposit dengan fraksi berat, maka untuk kebutuhan penelitian berikutnya diharapkan adanya penelitian tentang penelitian tentang pabrikan dari serbuk kayu, *cocopeat* (serabut kelapa), sekam padi, dan karbon tempurung kelapa dengan *variabel* suhu dan tekanan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fendy Kussuma H S and Sutikno, "Testing of mechanical characteristics of coconut fiber reinforced for composite brake pads for two-wheeled vehicles," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 546, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/546/4/042018.
- [2] S. G. Amaren, D. S. Yawas, and S. Y. Aku, "Effect of periwinkles shell particle size on the wear behavior of asbestos free brake pad," *Results Phys.*, vol. 3, pp. 109–114, 2013, doi: 10.1016/j.rinp.2013.06.004.
- [3] R. Ertan and N. Yavuz, "An experimental study on the effects of manufacturing parameters on the tribological properties of brake lining materials," *Wear*, vol. 268, no. 11–12, pp. 1524–1532, 2010, doi: 10.1016/j.wear.2010.02.026.
- [4] M. Jayaraman, "Mechanical Performance of Coir and Glass Fibre Reinforced Hybrid composite materials for Automotive Brake Pad Mechanical Performance of Coir and Glass Fibre Reinforced Hybrid composite materials for Automotive Brake Pad," no. September, 2018.
- [5] A. Kholil, S. T. Dwiyati, A. Sugiharto, and I. W. Sugita, "Characteristics composite of wood powder, coconut fiber and green mussel shell for electric motorcycle brake pads," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1402, no. 5, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/5/055095.
- [6] J. Abutu, S. A. Lawal, M. B. Ndaliman, and R. A. L. Araga, "An Overview of Brake Pad Production Using Non-Hazardous Reinforcement Materials.," *Acta Tech. Corvinensis-Bulletin Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 143–156, 2018.
- [7] S. S. Lawal, K. C. Bala, and A. T. Alegbede, "Development and production of brake pad from sawdust composite," *Leonardo J. Sci.*, no. 30, pp. 47–56, 2017.
- [8] T. O. Oladokun, J. T. Stephen, A. Adebayo, and G. J. Adeyemi, "Effect of Moulding Pressure on Brake Lining Produced from Industrial Waste Material: Sawdust," *Eur. J. Eng. Res. Sci.*, vol. 4, no. 6, pp. 62–68, 2019, doi: 10.24018/ejers.2019.4.6.1368.
- [9] J. Abutu, S. A. Lawal, M. B. Ndaliman, R. A. Lafia-Araga, O. Adedipe, and

### 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



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. A. Choudhury, "Production and characterization of brake pad developed from coconut shell reinforcement material using central composite design," *SN Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2019, doi: 10.1007/s42452-018-0084-x.
- [10] H. A. Prasetya, "Pengaruh Silika Dari Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Substitusi Asbes Untuk Pembuatan Kampas Rem Menggunakan Bahan Karet Alam," *Pros. Semin. Nas. Kulit, Karet dan Plast. Ke-5*, pp. 153–162, 2016.
- [11] S. A. Bahari, K. H. Isa, M. A. Kassim, Z. Mohamed, and E. A. Othman, "Investigation on hardness and impact resistance of automotive brake pad composed with rice husk dust," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1455, pp. 155–161, 2012, doi: 10.1063/1.4732485.
- [12] M. Sutikno, P. Marwoto, and S. Rustad, "The mechanical properties of carbonized coconut char powder-based friction materials," *Carbon N. Y.*, vol. 48, no. 12, pp. 3616–3620, 2010, doi: 10.1016/j.carbon.2010.06.015.
- [13] A. E. Pramono, A. Zulfia, and J. W. Soedarsono, "Physical and Mechanical Properties of Carbon-Carbon Composite Based Coconut Shell Waste," *J. Mater. Sci. Eng.*, vol. 5, no. January, pp. 12–19, 2011.
- [14] A. E. Pramono, A. Zulfia, and J. W. Soedarsono, "Wear Properties of Carbon-Carbon Composites Processed by Hot Press (HP) Based on Coal Waste Powder," *J. Mater. Sci. Eng. B*, vol. 1, pp. 43–47, 2011.
- [15] C. Pinca-Bretotean, A. L. Craciun, A. Josan, and M. Ardelean, "Friction and wear characteristic of organic brake pads material," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 477, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/477/1/012009.
- [16] M. A. Sai Balaji and K. Kalaichelvan, "Optimization of a non asbestos semi metallic disc brake pad formulation with respect to friction and wear," *Procedia Eng.*, vol. 38, pp. 1650–1657, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.06.201.
- [17] A. Grkić, D. Mikluc, S. Muždeka, Ž. Arsenić, and Č. Duboka, "A model for the estimation of brake interface temperature," *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 61, no. 6, pp. 392–398, 2015, doi: 10.5545/sv-jme.2014.2364.
- [18] I. O. P. C. Series and M. Science, "Hardness and wear rate of basalt / alumina



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- / shellfish powder reinforced phenolic resin matrix hybrid composite brake lining pads Hardness and wear rate of basalt / alumina / shellfish powder reinforced phenolic resin matrix hybrid composite brake lining ,” pp. 0–6, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/539/1/012012.
- [19] I. K. A. Atmika, I. D. G. Ary Subagia, I. W. Surata, and I. N. Sutantra, “Study of the mechanical properties of hybrid composite basalt / alumina / shells for brake lining pads,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 201, no. 1, pp. 5–10, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/201/1/012009.
- [20] W. Wang and G. Huang, “Characterisation and utilization of natural coconut fibres composites,” *Mater. Des.*, vol. 30, no. 7, pp. 2741–2744, 2009, doi: 10.1016/j.matdes.2008.11.002.
- [21] Sutikno, B. Pramujati, S. D. Safitri, and A. Razitania, “Characteristics of natural fiber reinforced composite for brake pads material,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1983, 2018, doi: 10.1063/1.5046282.
- [22] M. A. Maleque, A. Atiqah, R. J. Talib, and H. Zahurin, “New natural fibre reinforced aluminium composite for automotive brake pad,” *Int. J. Mech. Mater. Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 166–170, 2012.
- [23] M. Asif, K. Chandra, and P. S. Misra, “Development of Iron Based Brake Friction Material by Hot Powder Preform Forging Technique used for Medium to Heavy Duty Applications,” *J. Miner. Mater. Charact. Eng.*, vol. 10, no. 03, pp. 231–244, 2011, doi: 10.4236/jmmce.2011.103015.
- [24] A. Socalici, E. Ardelean, L. Pascu, and V. Putan, “Friction and wear behaviour of composite materials containing organic components,” *Mater. Plast.*, vol. 54, no. 2, pp. 269–273, 2017, doi: 10.37358/mp.17.2.4831.
- [25] C. P. Bretotean, A. L. Craciun, A. Josan, and E. Ardelean, “Experimental study of sintered friction material with coconut fiber for brake pads,” *Mater. Plast.*, vol. 55, no. 3, pp. 389–392, 2018, doi: 10.37358/mp.18.3.5052.
- [26] P. Jenis, T. Phenol, and T. Karakteristik, “Pembuatan Resin Phenol Formaldehyde Sebagai Prekursor Untuk Preparasi Karbon Berpori :,” vol. 5, no. 1, pp. 30–34, 2011.
- [27] P. Cong, H. Wang, X. Wu, G. Zhou, X. Liu, and T. Li, “Braking performance



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

- of an organic brake pad based on a chemically modified phenolic resin binder,” *J. Macromol. Sci. Part A Pure Appl. Chem.*, vol. 49, no. 6, pp. 518–527, 2012, doi: 10.1080/10601325.2012.676928.
- [28] P. Cai, Y. Wang, T. Wang, and Q. Wang, “Effect of resins on thermal, mechanical and tribological properties of friction materials,” *Tribol. Int.*, vol. 87, pp. 1–10, 2015, doi: 10.1016/j.triboint.2015.02.007.
- [29] B. Praveenkumar and S. Darius Gnanaraj, “Case Studies on the Applications of Phenolic Resin-Based Composite Materials for Developing Eco-Friendly Brake Pads,” *J. Inst. Eng. Ser. D*, vol. 101, no. 2, pp. 327–334, 2020, doi: 10.1007/s40033-020-00231-4.
- [30] A. M. Zaharudin, M. N. Berhan, and R. J. Talib, “The Effect of Phenolic Resin , Rubber , Calcium Carbonate and Graphite on Tribological Characteristic of Semi-Metallic Brake,” vol. 274, 2011, doi: 10.1063/1.3663127.
- [31] A. Triono, W. P. Ign, S. S. Brodjonegoro, and A. Ramelan, “Effect of phenolic resin and alignment to the quality of prototype composite railway brake blocks,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 789, pp. 352–355, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.789.352.
- [32] P. Nawangsari, Jamasri, and H. S. B. Rochardjo, “Effect of Phenolic Resin on Density, Porosity, Hardness, Thermal Stability, and Friction Performance as A Binder in Non-Asbestos Organic Brake Pad,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 547, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/547/1/012012.
- [33] B. Öztürk and S. Öztürk, “Effects of resin type and fiber length on the mechanical and tribological properties of brake friction materials,” *Tribol. Lett.*, vol. 42, no. 3, pp. 339–350, 2011, doi: 10.1007/s11249-011-9779-5.
- [34] E. Surojo, Jamasri, V. Malau, and M. N. Ilman, “Effects of phenolic resin and fly ash on coefficient of friction of brake shoe composite,” *ARN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 11, pp. 2234–2240, 2014.
- [35] Y. Wu, M. Zeng, Q. Xu, S. Hou, H. Jin, and L. Fan, “Effects of glass-to-rubber transition of thermosetting resin matrix on the friction and wear properties of friction materials,” *Tribol. Int.*, vol. 54, pp. 51–57, 2012, doi:



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

- 10.1016/j.triboint.2012.05.018.
- [36] S. Hisham, A. A. Faieza, N. Ismail, S. M. Sapuan, and M. S. Ibrahim, "Flexural mechanical characteristic of sawdust and chipwood filled epoxy composites," *Key Eng. Mater.*, vol. 471–472, pp. 1064–1069, 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.471-472.1064.
  - [37] G. Anbu, N. Manirethinam, K. P. Nitish, K. Pavithran, A. Priyadharsan, and S. Sabarigiri, "Review of development of brake pads using sawdust composite," *J. Crit. Rev.*, vol. 7, no. 4, pp. 252–254, 2020, doi: 10.31838/jcr.07.04.46.
  - [38] A. Mishra, "Dry Sliding Wear of Teak Wood -Epoxy Composites," vol. 3, no. 8, pp. 13–23, 2015.
  - [39] A. Singh, "Study of Mechanical Properties and Absorption Behaviour of Coconut Shell Powder-Epoxy Composites," *Int. J. Mater. Sci. Appl.*, vol. 2, no. 5, p. 157, 2013, doi: 10.11648/j.ijmsa.20130205.12.
  - [40] J. Sarki, S. B. Hassan, V. S. Aigbodion, and J. E. Oghenevweta, "Potential of using coconut shell particle fillers in eco-composite materials," *J. Alloys Compd.*, vol. 509, no. 5, pp. 2381–2385, 2011, doi: 10.1016/j.jallcom.2010.11.025.
  - [41] A. E. Pramono, M. Z. Nura, J. W. M. Soedarsono, and N. Indayaningsih, "Effect of sintering temperature on the relationship of electrical conductivity and porosity characteristics of carbon ceramic composites," *J. Ceram. Process. Res.*, vol. 20, no. 4, pp. 333–346, 2019.
  - [42] A. E. Pramono, A. Zulfia, and J. W. Soedarsono, "Effect of HP Process Temperature on the Density and Porosity of Carbon-Carbon Composites Made of Coal Waste Powder," *J. Mater. Sci. Eng. B*, vol. 1, no. August, pp. 316–322, 2011.
  - [43] A. E. Pramono, P. N. Jakarta, A. Zulfia, and J. Wahyuadi, "Properties of Wear Rate of Composites Made of Carbon," no. October, 2014.
  - [44] K. Shibata, T. Yamaguchi, and K. Hokkirigawa, "Tribological behavior of RH ceramics made from rice husk sliding against stainless steel, alumina, silicon carbide, and silicon nitride," *Tribol. Int.*, vol. 73, pp. 187–194, 2014,



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

- doi: 10.1016/j.triboint.2014.01.021.
- [45] W. E. Primaningtyas, R. R. Sakura, Suheni, I. Syafi'I, and A. A. G. A. D. Adhyaksa, "Asbestos-free Brake Pad Using Composite Polymer Strengthened with Rice Husk Powder," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 462, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/462/1/012015.
- [46] A. B. D. Nandiyanto *et al.*, "The effects of rice husk particles size as a reinforcement component on resin-based brake pad performance: from literature review on the use of agricultural waste as a reinforcement material, chemical polymerization reaction of epoxy resin, to experiments," *Automot. Exp.*, vol. 4, no. 2, pp. 68–82, 2021, doi: 10.31603/ae.4641.
- [47] S. D. Saravanan, M. Senthikumar, and S. Shankar, "Effect of particle size on tribological behavior of rice husk ash-reinforced aluminum alloy (alsi10mg) matrix composites," *Tribol. Trans.*, vol. 56, no. 6, pp. 1156–1167, 2013, doi: 10.1080/10402004.2013.831962.
- [48] T. I. Mohammed, O. O. Ojo, and O. E. Olufemi, "Laboratory Study of a Lignocellulosic Biomass as an Alternative Base Material for Brake Pads," *Curr. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 1, pp. 1–14, 2018, doi: 10.9734/cjast/2018/43332.
- [49] S. Hisham, A. A. Faieza, N. Ismail, S. M. Sapuan, and M. S. Ibrahim, "Tensile properties and micromorphologies of sawdust and chipwood filled epoxy composites," *Key Eng. Mater.*, vol. 471–472, pp. 1070–1074, 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.471-472.1070.
- [50] P. E. IMOISILI, C. M. IBEGBULAM, and T. I. ADEJUGBE, "Effect of Concentration of Coconut Shell Ash on the Tensile Properties of Epoxy Composites," *Pacific J. Sci. Technol.*, vol. 13, no. 1, pp. 463–468, 2012.
- [51] S. A. Bahari *et al.*, "Frictional and heat resistance characteristics of coconut husk particle filled automotive brake pad," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1455, pp. 162–168, 2012, doi: 10.1063/1.4732486.
- [52] S. Savetlana *et al.*, "Fly ash/phenolic resin composite for brake pad application: Fabrication, materials and thermal properties," *Compos. Theory Pract.*, vol. 20, no. 3–4, pp. 95–101, 2020.





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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [53] P. Shenoy, M. Viau, K. Tammel, F. Innings, J. Fitzpatrick, and L. Ahrné, “Effect of powder densities, particle size and shape on mixture quality of binary food powder mixtures,” *Powder Technol.*, vol. 272, pp. 165–172, 2015, doi: 10.1016/j.powtec.2014.11.023.
- [54] S. S. Lawal, K. C. Bala, and A. T. Alegbede, “Development and production of brake pad from sawdust composite,” no. 30, pp. 47–56, 2017.
- [55] M. D. N. Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, “Densitas dan Porositas Batuan,” *Fis. Lab.*, no. January 2017, pp. 1–3, 2017, doi: 10.13140/RG.2.2.21184.89607.

