

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI  
SERAT ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram  
DENGAN Matrik PHENOLIC RESIN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata  
Satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

**TIO ANAR PRABOWO**

**D200140158**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **TIO ANAR PRABOWO**

Nim : **D 200 140 158**

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **"ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI SERAT ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram DENGAN Matrik PHENOLIC RESIN"** merupakan hasil penelitian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauhnyanya yang saya ketahui penelitian saya bukan merupakan tiruan dari penelitian yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta maupun instansi lain, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Januari 2019

Yang menyatakan



Tio Anar Prabowo

## HALAMAN PERSETUJUAN

### **ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI SERAT ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram DENGAN Matrik PHENOLIC RESIN**

Diajukan Oleh:

**TIO ANAR PRABOWO**

**D200140158**

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing skripsi Jurusan Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk  
dipertahankan di hadapan tim penguji

Surakarta,



Bambang Waluyo Febriantoko, ST. MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI SERAT ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram DENGAN Matrik Phenolic Resin", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : TIO ANAR PRABOWO

NIM : D200140158

Disahkan pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 15 Januari 2019

Tim Penguji :

Ketua : Bambang Waluyo F, ST. MT.

Anggota I : Amin Sulistyanto, ST. MT.

Anggota II : Ir. Masyrukan, MT.

(.....)  
(.....)  
(.....)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph. D., IPM.

Ketua Jurusan,



Ir. Suproto, M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :  
Nomor 299/A.4-II/TM/IX/2018 tanggal 03 September 2018 tentang Pembimbing  
Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Bambang Waluyo F, ST., M.T.  
Pangkat/Jabatan :

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada  
mahasiswa :

Nama : Tio Anar Prabowo  
Nomor Induk : D200140158  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir  
Judul/Topik : Analisis Performa Kampas Rem Non Asbes  
Variasi Serat Enceng Gondok 1 gram, 2 gram, 3  
gram Dengan Matrik Phenolic Resin

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagai  
mestinya.

Surakarta, 10 September 2018  
Pembimbing

Bambang Waluyo F, ST., M.T.

*Keterangan :*  
Dibuat rangkap tiga (3)  
1. Untuk Kajur (Kordinator TA)  
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir  
3. Untuk Mahasiswa.

## **MOTTO**

Andaikan harapan seseorang dikurangi hingga titik nol, orang akan benar-benar menghargai semua yang dimiliki saat ini.

(Stephen Hawking)

Tidak ada satupun orang yang ingin dihina, begitupun aku, tetapi ketika aku ingin dipuji aku merasa menjadi manusia yang hina.

(Pidi Baiq)

Banyak belum tentu cukup, sedikit belum tentu kurang

(Sunan Kalijaga)

Hidup itu sendiri tapi tidak menyendiri

(Agus Priyanto)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terimakasih, dengan kerendahan hati skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua Orang Tua Tercinta, yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan, dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terima kasih yang bisa ananda berikan. Ananda berjanji suatu hari nanti akan membuat bangga ibu dan bapak.
2. Sahabat-sahabatku Teknik Mesin angkatan 2014, terimakasih atas persahabatan, kepedulian, dan semangat yang kalian berikan.
3. Teman-teman yang ada di bengkel Bapak Bambang (Joko, ST, Rizky, ST, Puyol, dan Dani), yang telah menemani dan memberi masukan dalam penyelesaian pembuatan kampas rem.
4. Teman-teman Teater Besi Tua yang senantiasa memberikan dorongan semangat, do'a dan hiburan ketika kebingungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Bambang Waluyo F, ST. MT. yang telah menyediakan alat dan tempat untuk pembuatan kampas rem.



**ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI SERAT  
ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram DENGAN Matrik  
PHENOLIC RESIN**

**ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi serat enceng gondok dengan matrik phenolic resin terhadap tingkat keausan, kekerasan, dan koefisien gesek sebagai bahan alternative kampas rem non asbestos, terhadap hasil kekerasan kampas rem yang dihasilkan dalam skala shore D, berikut keausan dan koefisien gesek.*

*Penelitian ini menggunakan bahanserat enceng gondok, phenolic resin, barium sulfat ( $BaSO_4$ ), serbuk alumunium, kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ), blackcarbon. Pengujian gesek menggunakan tiga kondisi, kondisi kering, kondisi air, kondisi olisedangkan uji kekerasan menggunakan Durometer.*

*Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa penambahan serat enceng gondok akan menambah nilai kekerasan dikarenakan mempunyai karakteristik yang keras dan ulet. Hasil keausan terbaik pada kondisi kering terdapat pada variasi serat enceng gondok 1 gram karena serat enceng gondok variasi 1 gram terlalu sedikit serat. Sedangkan nilai keausan terendah kondisi pengujian air dan kondisi pengujian oli pada variasi serat enceng gondok 3 gram. Karena sifat serat enceng gondok yang memiliki sifat mudah terhidrolisis. Hasil koefisien gesek tertinggi pada variasi 1 gram serat enceng gondok pada semua kondisi. Karena pada variasi 1 gram serat enceng gondok campuranya lebih padat dan tidak terlalu banyak serat.*

**Kata kunci** : Kampas Rem, Enceng Gondok, Kekerasan, Keausan, Koefisien Gesek.



**ANALISIS PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI SERAT  
ENCENG GONDOK 1 gram, 2 gram, 3 gram DENGAN Matrik  
PHENOLIC RESIN**

**ABSTRACT**

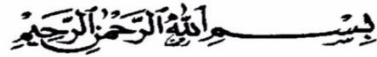
*This study aims to determine the effect of variations of eicchornia crassipes fiber with phenolic resin matrix on the level of wear, hardness, and coefficient of friction as a non asbestos brake pad alternative, on the results of brake paddy hardness produced on the D shore scale, along with wear and friction coefficient.*

*This research uses material eicchornia crassipes fiber, phenolic resin, barium sulfate ( $BaSO_4$ ), aluminum powder, calcium carbonate ( $CaCO_3$ ), black carbon. Friction testing uses three condition, dry condition, water testing condition, oil testing condition while hardness test uses Durometer.*

*test results show that adding eicchornia crassipes fibers will increase the hardness value because it has hard and ductile characteristics. The best wear results in dry conditions are found in variations of eicchornia crassipes fiber 1 gram because eicchornia crassipes fibers vary 1 gram too little fiber. While the lowest wear value of water testing conditions and oil testing conditions in variations of eicchornia crassipes fiber 3 grams. Because of the nature of eicchornia crassipes fibers which have easy hydrolyzed properties. The highest friction coefficient results in variations of 1 gram of eicchornia crassipes fiber in all conditions. Because in 1 gram variation the mixed eicchornia crassipes fiber is denser and not too much fiber.*

**Keywords** : Brake Pads, Eicchornia Crassipes, Hardness, Wear, Swipe Coefficient.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, semoga kita senantiasa dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang kita jadikan suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur Alhamdulillah penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi berjudul “Analisis Performa Kampas Rem Non Asbes Variasi Serat Enceng Gondok 1 gram, 2 gram, 3 gram Dengan Matrik Phenolic Resin”, dapat terealisasi atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph. D.,IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT selaku Pembimbing akademik sekaligus Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat mencapai gelar sarjana S-1.

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala

kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 2019  
Penulis,

Tio Anar Prabowo  
D200140158

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Komposit.....	7
2.2.2 Rem .....	11
2.2.3 Gesekan .....	12
2.2.4 Keausan.....	15

2.2.5 Kekerasan.....	16
2.2.6 Serat ( <i>Fiber</i> ).....	18
2.2.7 Alumunium.....	22
2.2.8 Karbon (Graphite) .....	22
2.2.9 Barium Sulfat ( $BaSO_4$ ) .....	23
2.2.10 Kalsium Karbonat ( $CaCO_3$ ) .....	24
2.2.11 Enceng Gondok .....	26
2.2.12Ukuran Mesh.....	28
2.2.13Sintering.....	29
2.2.14Proses Kompaksi .....	30
2.2.15 Matrik Phenolic Resin .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Penguraian Diagram Alir Penelitian .....	35
3.3 Bahan dan Alat .....	36
3.3.1 Bahan.....	36
3.3.2 Alat.....	40
3.4 Instalasi Pengujian.....	46
3.4.1 Alat Uji Gesek .....	46
3.4.2 Alat Uji Kekerasan.....	47
3.5 Spesimen Uji.....	48
3.6 Lokasi Penelitian.....	49
3.7 Prosedur Penelitian.....	50
3.8 Analisis Data .....	51
3.9 Kesulitan .....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil Pengujian.....	53
4.1.1 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Durometer Short D</i> .....	53
4.1.2 Hasil Pengujian Gesek .....	54

<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Particulate composites</i> .....	9
<b>Gambar 2.2</b> <i>Fibrous Composite</i> .....	10
<b>Gambar 2.3</b> <i>Laminate Composite</i> .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Uji gesekan kampas rem .....	14
<b>Gambar 2.5</b> Pengujian kekerasan Durometer .....	18
<b>Gambar 2.6</b> Jenis-jenis komposit serat .....	20
<b>Gambar 2.7</b> Proses kompaksi .....	30
<b>Gambar 3.1</b> Skema Diagram Alir Penelitian .....	34
<b>Gambar 3.2</b> Phenolic Resin .....	36
<b>Gambar 3.3</b> Serat Enceng Gondok .....	37
<b>Gambar 3.4</b> Serbuk Amluminium .....	37
<b>Gambar 3.5</b> Barium Sulfat ( $BaSO_4$ ) .....	38
<b>Gambar 3.6</b> <i>Blackcarbon</i> .....	38
<b>Gambar 3.7</b> Calcium Carbonat( $CaCO_3$ ) .....	39
<b>Gambar 3.8</b> Plat Besi .....	39
<b>Gambar 3.9</b> Mesin Press.....	40
<b>Gambar 3.10</b> Cetakan.....	41
<b>Gambar 3.11</b> Oven.....	41
<b>Gambar 3.12</b> <i>Non-contact Infrared Thermometer</i> .....	42
<b>Gambar 3.13</b> Clam Meter.....	43
<b>Gambar 3.14</b> Digital Tachometer .....	43
<b>Gambar 3.15</b> Jangka Sorong .....	44
<b>Gambar 3.16</b> Timbangan Digital.....	44
<b>Gambar 3.17</b> Mess.....	45
<b>Gambar 3.18</b> Mesin Mixer .....	45
<b>Gambar 3.19</b> Thermocontrol .....	46
<b>Gambar 3.20</b> Alat Pengujian Gesek .....	46
<b>Gambar 3.21</b> Instalasi Pengujian Gesek .....	47
<b>Gambar 3.22</b> Alat Pengujian Kekerasan <i>Durometer</i> .....	48



<b>Gambar 3.23</b> Spesimen Kampas Rem Variasi Serat Ampas Tebu 1 gram, 2 gram, dan 3 gram .....	49
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Perbedaan Nilai Kekerasan Kampas Rem setelah di Oven.....	53
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Keausan Rata-rata .....	54
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Daya Rata-rata.....	56
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Kecepatan Sudut Rata-rata ..	57
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Torsi (Nm) Rata-rata .....	58
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Koefisien Gesek Rata-rata ...	60
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap suhu Rata-rata .....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel2.1</b> Berat jenis berbagai jenis serat alam .....	28
<b>Tabel2.2</b> Ukuran Mesh .....	29
<b>Tabel3.1</b> Komposisi Kampas Rem .....	48
<b>Tabel4.1</b> Hasil Pengujian Kekerasan setelah di Oven .....	53
<b>Tabel4.2</b> Hasil Perhitungan Keausan pada Semua Kondisi .....	54
<b>Tabel4.3</b> Hasil Perhitungan Daya Rata-Rata .....	55
<b>Tabel4.4</b> Hasil Perhitungan Kecepatan Sudut Rata-Rata .....	57
<b>Tabel4.5</b> Hasil Perhitungan Torsi Rata-Rata .....	58
<b>Tabel4.6</b> Hasil Perhitungan Koefisien Gesek.....	59
<b>Tabel4.7</b> Hasil Pengamatan Suhu Akhir Kampas Rem.....	61

## DAFTAR SIMBOL

F	= Gaya gesek	(Newton)
A	= Luasan Kampas	(mm <sup>2</sup> )
I	= Kuat Arus	(Ampere)
N	= Gaya Normal	(Newton)
N	= Putaran	(rpm)
P	= Daya	(Watt)
p	= Beban	(Kg)
T	= Torsi	(N.m)
V	= Tegangan	(Volt)
$\omega$	= Kecepatan Sudut	(rad/s)
$\mu$	= Koefisien Gesek	