

**ABU SEKAM PADI SEBAGAI SERAT PENGUAT BAHAN FRIKSI
NON-ASBES PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI



Oleh :

Beril Tegar Purniawan

1403035014

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2019**

**ABU SEKAM PADI SEBAGAI SERAT PENGUAT BAHAN FRIKSI
NON-ASBES PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Sarjana Teknik Mesin



Oleh :

Beril Tegar Purniawan

1403035014

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2019**

Halaman Persetujuan

ABU SEKAM PADI SEBAGAI SERAT PENGUAT BAHAN FRIKSI
NON-ASBES PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

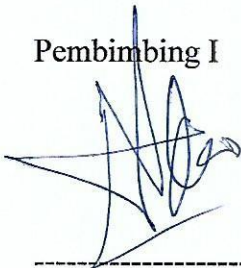
SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana
Teknik Mesin

Oleh:
Beril Tegar Purniawan
1403035014

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 31 Januari 2019

Pembimbing I



Agus Fikri, S.T., M.T., M.M

Pembimbing II



Drs. Mohammad Yusuf Djelly, M.M., M.T

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S. T., M.Sc

Halaman Pengesahan

ABU SEKAM PADI SEBAGAI SERAT PENGUAT BAHAN FRIKSI
NON-ASBES PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

SKRIPSI

Oleh:
Beril Tegar Purniawan
1403035014

Telah selesai melaksanakan Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 16 februari 2019



Pembimbing I : 
(Agus Fikri, S.T., M.T., M.M)

Pembimbing II : 
(Drs. Mohammad Yusuf Djelly, M.T., M.M)

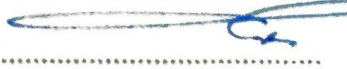
Penguji I : 
(Pancatarva Hesti Gunawan, S.T., M.T.)

Penguji II :


(Delvis Agusman, S. T., M.Sc)


Mengesahkan,
Dekan,
Fakultas Teknik UHAMKA

Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Delvis Agusman, S. T., M.Sc

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Beril Tegar Purniawan

NIM : 1403035014


Judul Skripsi : ABU SEKAM PADI SEBAGAI SERAT PENGUAT BAHAN
FRIKSI NON-ASBES PADA KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar kepustakaan.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 31 Januari 2019




Beril Tegar Purniawan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang memberikan kesempatan untuk menikmati segala keindahan dan keagungan-Nya. Sholawat dan salam tak lupa dihaturkan kepada nabi besar, nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman gelap sampai ke zaman yang terang seperti saat ini. Sehingga penelitian dan penulisan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah selesai dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata-I di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan sarjana Strata-I.

Penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya diberikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan untuk dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan sepenuhnya untuk yang terbaik, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Agus Fikri, S.T., M.T., M.M sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dari mulai penelitian hingga akhir penulisan Skripsi ini, hingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik
4. Bapak Drs. Mohammad Yusuf Djelly, M.T., M.M sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dari mulai teknis sampai akhir penulisan Skripsi ini.
5. Bapak Delvis Agusman, S.T., M.Sc. sebagai ketua program Studi Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
6. Bapak Rifky, S.T., M.M. sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam perkuliahan.
7. Seluruh dosen Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah membimbing dalam perkuliahan.

8. Seluruh teman-teman Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah memberikan semangat dalam perkuliahan sehari-hari.
9. Seluruh karyawan dan civitas akademik yang telah membantu kelancaran perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

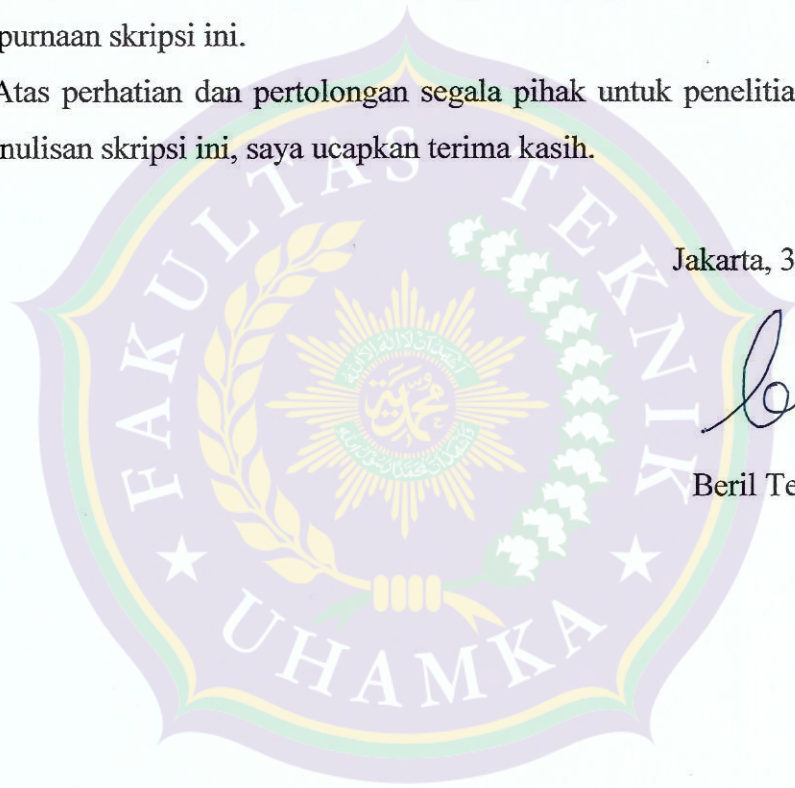
Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini memang tidak terlepas dari kesalahan baik penulisan, susunan kata, maupun bentuk data yang disajikan. Oleh karena itu, mohon kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini.

Atas perhatian dan pertolongan segala pihak untuk penelitian, penyusunan dan penulisan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.

Jakarta, 31 Januari 2019



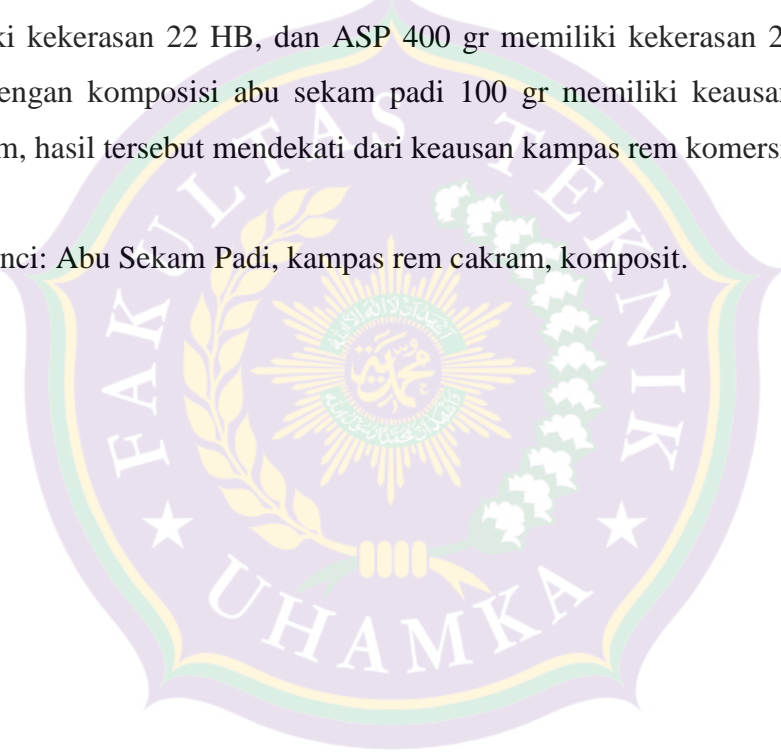
Beril Tegar Purniawan



ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kampas rem cakram kendaraan bermotor dengan sifat fisis dan sifat mekanik yang baik, menggunakan Abu sekam padi sebagai pengganti bahan asbes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu sekam padi untuk kampas rem kendaraan bermotor yang dihasilkan memenuhi spesifikasi kampas rem cakram sesuai dengan SNI 09-0143-1987 dan kampas rem komersil yang ada dipasaran. Komposisi ASP 100 gr memiliki kekerasan 25 HB, ASP 200 gr memiliki nilai kekerasan 23 HB, ASP 300 gr memiliki kekerasan 22 HB, dan ASP 400 gr memiliki kekerasan 21 HB. Bahan friksi dengan komposisi abu sekam padi 100 gr memiliki keausan $7,711 \times 10^{-6}$ mm³/mm, hasil tersebut mendekati dari keausan kampas rem komersil merk YSP.

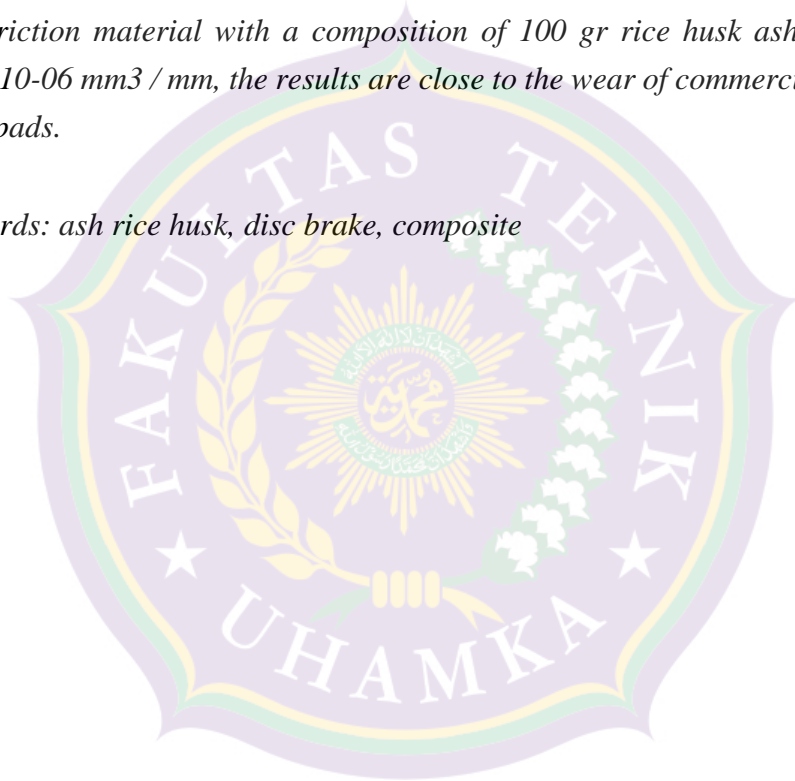
Kata kunci: Abu Sekam Padi, kampas rem cakram, komposit.



ABSTRACT

The aim of this research is to obtain motor vehicle disc brake shoes with good physical properties and mechanical properties, using rice husk ash as a substitute for asbestos material. As shown at the result ,that rice husk ash for the brake linings of motorized vehicles fulfilled the specifications of disc brake pads in accordance with SNI 09-0143-1987 and commercial commercial brake linings. The composition of ASP 100 gr has a hardness of 25 HB, ASP 200 gr has a hardness of 23 HB, ASP 300 gr has a hardness of 22 HB, and ASP 400 gr has a hardness of 21 HB. Friction material with a composition of 100 gr rice husk ash has wear of $7,711 \times 10^{-6}$ mm³ / mm, the results are close to the wear of commercial YSP brand brake pads.

Keywords: ash rice husk, disc brake, composite



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Rem.....	6
2.2.2 Rem Cakram	7
2.2.3 Sifat Mekanik Kampas Rem.....	8
2.3 Metalurgi Serbuk.....	8
2.3.1 Proses Kompaksi	8
2.3.2 <i>Sintering</i>	9
2.4 Material Komposit Untuk Kampas Rem	10
2.5 Sekam padi.....	12

2.6	Abu Sekam Padi (ASP).....	13
2.7	Magnesium oksida (MgO)	144
2.8	Matrik Resin Epoxy	15
2.9	Perhitungan Geometri Komposit	166
2.9.1	Fraksi Berat.....	17
2.9.2	Fraksi Volume.....	17
2.10	Pengujian Sifat Mekanik.....	177
2.10.1	Kekerasan <i>Brinell</i>	177
2.10.2	Pengujian Keausan	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2	Desain Penelitian	20
3.3	Variabel penelitian.....	20
3.3.1	Variabel Bebas	20
3.3.2	Variabel Terkendali.....	20
3.4	Alat dan Bahan yang Digunakan	21
3.4.1	Alat	21
3.4.2	Bahan.....	22
3.5	Prosedur Penelitian	23
3.5.1	Penyiapan Bahan	23
3.5.2	Pengukuran Komposisi	23
3.5.3	Pencampuran	25
3.5.4	Proses Kompaksi	26
3.5.5	Sintering.....	26
3.6	Diagram Alur Penelitian	27
3.7	Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data	28
3.7.1	Pengambilan Data	28
3.7.2	Teknik Pengolahan Data	28
BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Temuan Penelitian	29
4.1.1	Data Penyusutan <i>Sintering</i>	29

4.1.2	Data Pengujian Kekerasan.....	29
4.1.3	Data Pengujian Keausan	30
4.2	Pembahasan	31
4.2.1	Sintering	31
4.2.2	Kekerasan.....	32
4.2.3	Keausan	33
4.2.4	Hubungan antara Kekerasan Dan Keausan	35
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN.....		37
5.1	Simpulan	37
5.1	Saran	37
DAFTAR KEPUSTAKAAN.....		38
DAFTAR LAMPIRAN.....		42



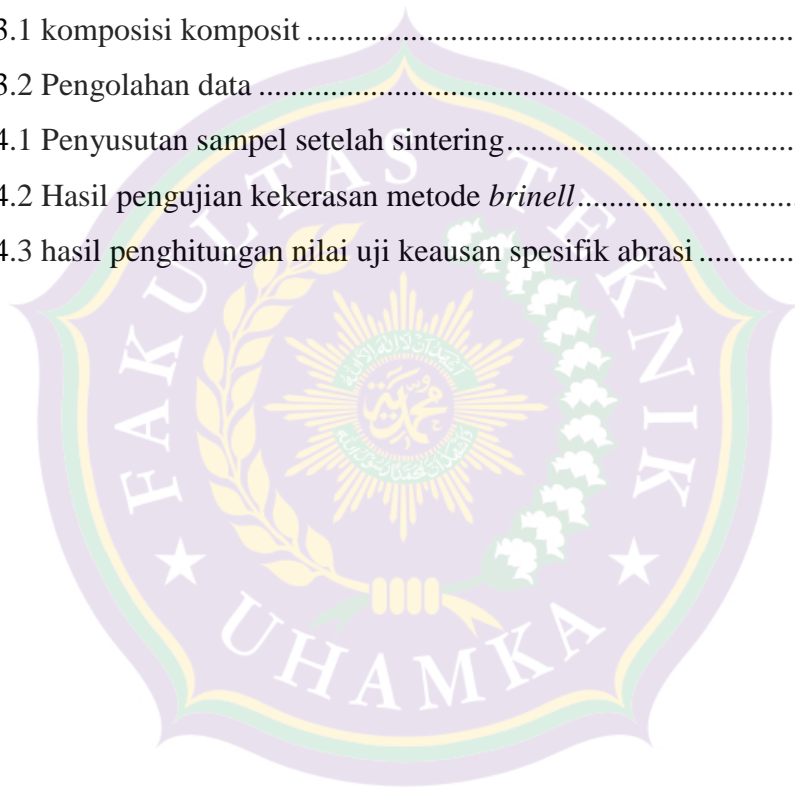
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rem Cakram.....	7
Gambar 2.2 Notasi Rem Cakram	7
Gambar 2.3 Jenis-jenis Kompaksi	9
Gambar 2.4 Sekam Padi.....	12
Gambar 3.1 diagram alir penelitian.....	27
Gambar 4.1 Kekerasan dengan Variasi ASP.....	32
Gambar 4.2 keausan dengan Variasi ASP	34
Gambar 4.3 Hubungan Nilai Tipikal Kekerasan dan Keausan	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar SNI dan Kampas Rem Komersil.....	8
Tabel 2.2 Komposisi Kimia sekam padi	12
Tabel 2.3 Komposisi abu sekam padi	14
Tabel 2.4 karakterisasi silika.....	13
Tabel 2.5 Sifat dan karakteristik MgO.....	15
Tabel 2.6 sifat mekanik resin epoxy	16
Tabel 3.1 komposisi komposit	28
Tabel 3.2 Pengolahan data	28
Tabel 4.1 Penyusutan sampel setelah sintering.....	29
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan metode <i>brinell</i>	30
Tabel 4.3 hasil penghitungan nilai uji keausan spesifik abrasi	31



DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Uji Keausan	42
a. ASP 100 gr.....	42
b. ASP 200 gr.....	43
c. ASP 300 gr.....	44
d. ASP 400 gr.....	45
e. <i>Resin Epoxy</i>	46
f. Kampas Rem YSP	47



DAFTAR NOTASI

No	Nama	Lambang Besaran Pokok	Satuan	Lambang Satuan
1	Nilai kekerasan metode <i>Brinell</i>	HB	Kilogram/milimeter persegi	Kg/mm ²
2	Beban	P	Kilogram Force	Kgf
3	Diameter indentor	D	Milimeter	mm
4	Diameter bekas lekukan	d	Milimeter	mm
5	Tebal cincin	B	Milimeter	mm
6	Diameter cincin	d	Milimeter	mm
7	Lebar jejak rata-rata	b	Milimeter	mm
8	Laju keausan spesifik	W _s	Milimeter/kilogram	mm/kg
9	kecepatan		Meter/detik	m/s
10	Beban	p	kilogram	kg
11	Jarak luncur	x	meter	m
12	Massa komposit	mc	gram	g
13	Massa jenis serat	p _f	Gram/sentimeter kubik	g/cm ³
14	Massa jenis pengisi	p _p	Gram/sentimeter kubik	g/cm ³
15	Massa jenis matrik	p _m	Gram/sentimeter kubik	g/cm ³
16	Fraksi massa <i>fiber</i> /serat	W _f	persen	
17	Fraksi massa <i>filler</i> /pengisi	W _p	persen	
18	Fraksi massa <i>binder</i> /matrik	W _m	persen	
19	Volume serat/ <i>fiber</i>	v _f	Sentimeter kubik	cm ³
20	Volume pengisi/ <i>filler</i>	v _p	Sentimeter kubik	cm ³
21	Volume matrik/ <i>binder</i>	v _m	Sentimeter kubik	cm ³
22	Massa serat/ <i>fiber</i>	w _f	gram	g
23	Massa pengisi/ <i>filler</i>	w _p	gram	g
24	Massa matrik/ <i>binder</i>	w _m	gram	g

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Friction material termasuk salah satu bahan habis setelah pakai, salah satu contoh penggunaannya adalah sebagai komponen kampas rem kendaraan bermotor. Seiring peningkatan populasi kendaraan bermotor dari tahun ke tahun maka kebutuhan bahan friksi untuk kampas rem juga meningkat. Beberapa aplikasi bahan friksi diantaranya adalah untuk kampas rem sepeda motor, mobil, truk, dan pesawat terbang (Lu, Tang, & Wright, 2002). Bahan gesek yang digunakan untuk kampas rem *automobile* dapat dikelompokkan menjadi bahan gesek keramik, bahan gesek organik non asbes dan bahan gesek semi logam (Tomášek, Kratošová, Yun, Fan, & Lu, 2007).

Bahan gesek asbes telah terbukti menyebabkan penyakit kanker pada para pekerja di industri dan konsumen, sehingga banyak negara maju telah menghentikan produksi bahan gesek asbes (Louis, 2004) dan (Jacko, Tsang, & Rhee, 2003), dan debu yang diturunkan dari serat para aramid dapat menyebabkan kerusakan paru-paru dan sistem pernafasan (Cherie, J.W., Gibson, H., McIntosh, C., Maclaren, W.M. and Linchae, 2000). Dibanding dengan kampas rem logam, komposit karbon memiliki sifat-sifat termal dan mekanik lebih baik dan lebih ringan (Liu, Fan, Ma, Tan, & Qiao, 2006). Bahan friksi komposit berdasarkan polimer banyak dikembangkan karena memiliki banyak keuntungan, diantaranya adalah unjuk kerja pengereman yang baik, waktu hidup panjang, kegaduhan pengereman rendah dan berat jenis rendah (Shojaei, Fahimian, & Derakhshandeh, 2007). Abu sekam padi dapat dijadikan sebagai alternatif serat penguat bahan friksi karena memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang baik, yaitu kekerasan, sifat tahan aus, ketahanan termal dan kekakuan yang tinggi (Hardana, 2006), oleh karena itu bahan gesek dari bahan organik perlu dikembangkan.

Abu sekam padi mengandung silika (SiO_2) dengan kisaran 86,9% - 97,3% (Widwiasuti, Mulyasuryani, & Sabarudin, 2013), dimana SiO_2 merupakan *ingredient* (komponen) pembuatan bahan gesek. Untuk meningkatkan nilai tambah,

abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai serat penguat bahan gesek. Titik leleh dari SiO₂ yaitu sekitar (1423 ± 50) °C. *Modulus Young* SiO₂ sebesar 94 GPa. Kekerasan *Vickers* SiO₂ sebesar 12 GPa (Barsoum, 1997).

Penelitian ini perlu dilakukan untuk memanfaatkan potensi abu sekam padi yang memiliki kandungan silika yang sangat tinggi, dimana silika ini merupakan komponen pengeras bahan friksi (Sutikno, 2010). Upaya telah dilakukan untuk mengembangkan bahan gesek yang ramah lingkungan, meskipun masih ada potensi untuk berkontribusi terhadap penggunaan bahan gesek dengan komposit karbon. Penelitian ini dilakukan tiga hal yaitu merencanakan komposisi bahan penyusun, proses kompaksi, dan sintering. Kemudian sampel kampas rem komposit di uji untuk mengetahui kekerasan kampas rem, dan laju keausan yang juga berpengaruh pada kekerasan sampel kampas rem tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat penguat abu sekam padi terhadap sifat mekanik, kekerasan dan keausan untuk aplikasi kampas rem non-asbes.

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Pembatasan masalah dilakukan untuk mencegah masalah tidak melebar dari pembahasan utama, maka permasalahan hanya dibatasi pada:

1. Bahan kampas yang digunakan Abu sekam padi, Magnesium oksida (MgO), dengan pengikat Resin *epoxy*.
2. Komposisi bahan penyusun komposit untuk kampas rem menggunakan perbandingan abu sekam padi 100 gr, 200 gr, 300 gr, dan 400 gr.
3. Pengujian sampel uji keausan dengan menggunakan mesin uji *Ogoshi*, sesuai dengan standar ASTM G99 dan uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan *brinell* sesuai dengan standar ASTM E10.

1.4 Tujuan Penelitian

Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap sifat fisik dan mekanik (kekerasan) bahan gesek non-asbes.
2. Mengetahui pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap sifat fisik dan mekanik (keausan) bahan gesek non-asbes.
3. Mengetahui kesesuaian nilai kekerasan dan keausan dengan standar yang telah ditetapkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Mahasiswa
 - a. Menambah wawasan tentang pembuatan kampas rem cakram non-asbes.
 - b. Menambah wawasan tentang pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan penyusun kampas rem.
2. Manfaat bagi Instansi Perguruan tinggi
 - a. Dapat menambah referensi dalam pembuatan kampas rem cakram sepeda motor berbahan limbah pertanian (abu sekam padi).
 - b. Dapat menambah kepustakaan tentang komponen otomotif khususnya kampas rem cakram bahan penyusun abu sekam padi.
3. Manfaat bagi Industri
 - a. Dapat memberikan solusi untuk pengembangan kampas rem berbahan dasar abu sekam padi.
 - b. Dapat memberikan solusi pembuatan komponen otomotif khususnya kampas rem cakram yang tidak merusak lingkungan dan kesehatan, dengan pemanfaatan limbah pertanian (abu sekam padi).

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Adam, F., Balakrishnan, S., & Wong, P.-L. (2006). Rice Husk Ash Silica As a Support Material for Ruthenium Based Heterogenous Catalyst. *Journal of Physical Science*, 17(2), 1–13.
- Adid A. Hermansyah, Hafid, G. (2005). pengaruh temperatur dan waktu terhadap keras endap (precipitation hardening) pada connecting pad sepeda motor. *Metal Indonesia*, 027, 35–43.
- Akhmad, H. (2009). *Buku Paduan Praktikum Karakterisasi Material 1*. Depok: Universitas Indonesia.
- Barsoum, M. . (1997). *Fundamentals of Ceramics* (Print book). New York: New York : McGraw Hill.
- Cherie, J.W., Gibson, H., McIntosh, C., Maclaren, W.M. and Linchae, G. (2000). Exposure to Fire Airborne Dust Amongst Processor of Para-Aramid. *Institute of Occupational Medicine*, 39(4), 403–425.
- Danarto, Y. C., Nur, A., Setiawan, D. P., & Kuncoro, N. D. (2010). Pengaruh Waktu Operasi Terhadap Karakteristik Char Hasil Pirolisis Sekam Padi Sebagai Bahan Pembuatan Nano Struktur Supermikroporous Carbon. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*.
- EL-Tayeb, N. S. M., & Liew, K. W. (2009). On the dry and wet sliding performance of potentially new frictional brake pad materials for automotive industry. *Wear*, 266(1–2), 275–287. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2008.07.003>
- George, D. E. (1993). *Metalurgi Mekanik*. (A. B. S. Djaprie, Ed.) (ke-tiga). Jakarta: Erlangga.
- German, R. M. (1984). Powder Metallurgy Science, Metal Powder Industries Federation, Princeton. *New Jersey*, 6692–8540.
- Gibson, R. F. (1994). *Principles of composite material mechanics*. CRC press.
- Hardana, R. S. (2006). *Pengaruh Fraksi Volume Komposit Poliester Yang Diperkuat Serbuk Sekam Padi (Rice Husk Flour) Terhadap Sifat Mekaniknya*. Universitas Brawijaya.
- Harper, C. A. (1996). *Handbook of Plastics and Elastomers* (Print book). New York: McGraw-Hill Inc.

- Ismunadji, S. (1998). *Padi 1* (1st ed.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Jacko, M. G., Tsang, P. H. S., & Rhee, S. K. (2003). *Automotive Friction Material Evolution During The Past Decade. Automotive Friction Materials Evaluation During The Past Decade* (Vol. 100).
- Kalpakjian, S. (2003). *Manufacturing Processes for Engineering Materials* (fourth Edi). Chicago: Pearson.
- Kiswiranti, D. (2009). Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Sepeda Motor. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (Indonesian Journal of Physics Education)*, 5(1), 62–66. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPFI>
- Klabunde, K. J. (2001). Introduction to nanotechnology. *Nanoscale Materials in Chemistry*, 1–13.
- Liu, Y., Fan, Z., Ma, H., Tan, Y., & Qiao, J. (2006). Application of nano powdered rubber in friction materials. *Wear*, 261(2), 225–229. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.10.011>
- Louis, S. (2004). US Survey shows imports of asbestos brake materials increasing. *St. Louis*.
- Lu, Y., Tang, C.-F., & Wright, M. A. (2002). Optimization of a commercial brake pad formulation. *Journal of Applied Polymer Science*, 84(13), 2498–2504. <https://doi.org/doi:10.1002/app.10606>
- M.B. Waldron., B. L. D. (1978). *Sintering*. London: Hayden & Sons.
- Marsudi, A. H. (2014). *Pengaruh Gaya Kompaksi Pada Pembuatan kampak Rem dengan Resin Serbuk Sebagai Pengikat*. Teknik Mesin : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Morshed, M. M., & Haseeb, A. S. M. A. (2004). Physical and chemical characteristics of commercially available brake shoe lining materials: A comparative study. *Journal of Materials Processing Technology*, 155–156(1–3), 1422–1427. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.04.232>
- Muhammad. Reza., P. (2017). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin dan Resin Polyester Dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat. *Teknologi Kimia Unimal*, 6 : 2(November), 63–72.

- Ngafwan. (2006). Pemanfaatan limbah sekam padi untuk pembuatan komposit hambat panas menggunakan matrik resin, 7(1), 17–23.
- Nugraha, S., Setiawati, J. (2003). Peluang Agribisnis Arang Sekam, Warta Litbang Pertanian Indonesia, Balai Penelitian Pascapanen Pertanian, 25(4), 1–2.
- Prasad, C. S., Maiti, K. N., & Venugopal, R. (2001). Effect of rice husk ash in whiteware compositions. *Ceramics International*, 27(6), 629–635. [https://doi.org/10.1016/S0272-8842\(01\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0272-8842(01)00010-4)
- Prasetya, H. A. (2016). Pengaruh Silika Dari Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Substitusi Asbes Untuk Pembuatan Kampas Rem Menggunakan Bahan Karet Alam. In *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik* (Vol. 5).
- Pratama. (2011). *Analisa sifat mekanik komposit bahan kampas rem dengan penguat fly ash batubara. Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash Batubara*. Universitas Hasanuddin.
- Ramli, Z., & Bahruji, H. (2003). Synthesis of ZSM-5 type zeolite using crystalline silica of rice husk ash. *Malaysian Journal of Chemistry*, 5(1), 48–55.
- Santoso, S., Estriyanto, Y., & Wijayanto, D. S. (2013). Studi Pemanfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa-Aluminium Sebagai Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin*, 2(1).
- Shackelford, J. F., Han, Y.-H., Kim, S., & Kwon, S.-H. (1992). *CRC materials science and engineering handbook*. CRC press.
- Shojaei, A., Fahimian, M., & Derakhshandeh, B. (2007). Thermally conductive rubber-based composite friction materials for railroad brakes - Thermal conduction characteristics. *Composites Science and Technology*, 67(13), 2665–2674. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2007.03.009>
- Sony. (2005). *Kekuatan Bending dan Tarik Komposit Berpenguat Serbuk Tempurung Kelapa dan Abu Sekam Padi yang Dikombinasikan dengan Epoxy*. Teknik Mesin : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suhardiman., S. M. (2017). Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat Dari Komposit Polimer Serbuk Padi dan Tempurung Kelapa. *JURNAL INOVTEK POLBENG*, 07(2), 210–214.
- Sularso. (2013). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Bahan Elemen Mesin*. (P.

- AKA, Ed.) (11th ed.). Jakarta: Pt. Pradnya, Paramita.
- Sumanto. (1994). *Pengetahuan Dasar Teknik Mesin*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Surdia, T., & Saito, S. (1985). *Pengetahuan bahan teknik*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutikno. (2010). Pembuatan bahan gesek kampas rem menggunakan serbuk tempurung kelapa sebagai pemodifikasi gesek. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 95–100.
- Tomášek, V., Kratošová, G., Yun, R., Fan, Y., & Lu, Y. (2007). Effects of ZrSiO₄ in Non-Metallic Brake friction Material on Friction Performance. *Journal of Materials Science*, 44(1), 266–273. <https://doi.org/10.1007/s10853-008-3041-z>
- Vlack, V. (1994). *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Non Logam)*. (Alih Bahasa Sriati Djaprie, Ed.) (ke-lima). Teknik Metalurgi. Universitas Indonesia. Erlangga: Jakarta.
- Widwastuti, H., Mulyasuryani, A., & Sabarudin, A. (2013). Extraction of Pb 2 + using Silica from Rice Husks Ash (RHA) – Chitosan as Solid Phase. *J. Pure App. Chem. Res*, 2(1), 42–47.
- Widyastut dan, & Akbar, T. (2013). Pengaruh Temperatur dan Waktu Tahan Sintering Terhadap Kekerasan dan Modulus Elastisitas MMCs Pb-Sn Menggunakan Proses Metalurgi Serbuk Untuk Aplikasi. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1).