ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY

Pengujian Eksperimental Panas Yang Timbul Akibat Gesekan Pada Kampas Rem Cakram Komposit Berbahan Serat Rami Dan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan Perekat Resin Epoksi

Kusmardin [1)], Lukas Kano Mangalla [2)], Samhuddin [3)]
[1] Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unuversitas Halu Oleo
[2,3] Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unuversitas Halu Oleo
Jl. H.E.A Mokodompit Kampus Baru Tridharma Anduonohu, Kendari
Email Penulis: Kusmardinmj@gmail.com

Article Info
Available online December 20, 2019

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui panas yang timbul dan laju abrasi akibat gesekan pada kampas rem cakram komposit berbahan serat rami, tempurung kelapa dengan perekat resin epoksi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer digital, abrasi, *stopwatch*, termometer, timbangan digital sedangkan bahan yang digunakan adalah serat rami, arang tempurung kelapa, dan resin epoksi. Perbandingan campuran serat rami, serbuk tempurung kelapa, dan resin epoksi yaitu untuk kampas 1 (30:30:40 %), kampas 2 (20:40:40 %), dan (40:20:40 %). Nilai laju abrasi terendah pada sampel ke 3 dengan komposisi (serat Rami 40 %, serbuk arang tempurung kelapa 20 %, dan resin epoksi 40 %) yaitu 0,00071 gr/s, nilai konduktivitas termal bahan turun pada nilai kandungan 30 % Rami, dan meningkat pada kandungan 40 % Rami.

Kata kunci: Kampas rem, laju abrasi, konduktivitas termal, rami dan epoksi

Abstract

The purpose of this study was to determine the heat that builds up and the rate of abrasion due to friction on the brake discs made of fiber composite jute, coconut shell with an epoxy resin adhesive. The tools used in this study is a digital thermometer, abrasion, stopwatch, thermometer, digital scales while the materials used are ramie fibers, coconut shell charcoal, and epoxy resin. Comparison of a mixture of ramie fiber, coconut shell powder, and epoxy resin namely for canvas 1 (30:30:40 %), canvas 2 (20:40:40 %), and (40:20:40 %). The lowest abrasion rate value in the 3rd sample with composition (40 % ramie fiber, coconut shell charcoal powder 20 %, and 40 % epoxy resin) is 0,00071 gr/ s, the thermal conductivity value of the material drops at 30 % ramie content, and increases in the 40 % content of ramie.

Keywords: *brake lining, abrasion rate, thermal conductivity, ramie and epoxy*

1. Pendahuluan

Kampas rem merupakan salah satu komponen sepeda motor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju sepeda motor secara nyaman [1]. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas diakibatkan sistem rem yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya [2]. Untuk mendapatkan pengereman yang maksimal maka dibutuhkan kampas rem dengan kemampuan pengereman yang baik [3].

Rem merupakan komponen yang sangat vital untuk keselamatan pengendara terutama pada komponen kampas rem. Kampas rem adalah suatu komponen yang sangat penting pada sepeda motor karena berfungsi memperlambat dan menghentikan putaran poros, mengendalikan poros dan untuk keselamatan pengendara sendiri. Kampas rem

merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam setiap kendaraan yang berfungsi memperlambat dan menghentikan laju kendaraan khususnya kendaraan darat terutama saat melaju dengan kecepatan tinggi. Secara konvensional kampas rem terbuat dari bahan asbestos dan unsur - unsur tambahan lainnya seperti SiC, Mn atau Co. Akan tetapi bahan asbestos memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami aus yang diakibatkan karena adanya gaya gesekan yang menghasilkan panas pada saat proses pengereman sehingga menyebabkan bahan kampas rem tersebut meleleh dan mengalami perubahan bentuk (susut/aus) dikarenakan titik leleh bahan kampas rem cakram tersebut yaitu 250 ^{o}C.

Pembuatan komposit berbahan serat alam dan penguat serbuk telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Bahan penelitian yang digunakan adalah serat kulit buah pinang dan penguat serbuk alumina (Al_2O_3) dengan pengikat resin poliester. Dari penelitian didapatkan kekerasan Vickers 23,26 kg/mm^2 dan keausan 2.506E-06 gr/mm^2.detik [4].

Serat Rami berpotensi untuk digunakan sebagai penguat pada komposit dengan matriks resin karena 45% kandungan serat rami dapat meningkatkan kekuatan tarik suatu komposit dengan matriks resin poliester hingga 33,8 % [5]. Kekuatan tarik pada bahan gesek merupakan salah satu parameter penting dalam aplikasi kampas rem. Selain serat, bahan kampas rem juga mengandung bahan pengisi untuk meningkatkan kekerasannya. Kekerasan yang tinggi menyebabkan laju keausan bahan kampas rem menjadi lambat/rendah. Bahan pengisi biokomposit yang digunakan adalah tempurung kelapa karena memiliki lapisan yang keras yang terdiri-dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Ada dua jenis silika, yaitu silika koloidal dan karbotermal. Silika kuarsa memiliki kekerasan Vickers 12 GPa dan modulus Young 94 GPa [6]. Selain kuat dan keras sifat yang dibutuhkan pada kampas rem adalah harus ringan untuk mengurangi beban pada saat pengereman. Material kampas rem pada suatu kenderaan automotif dari bahan non asbestos dengan memanfaatkan serat rami dan partikel tempurung kelapa menjadi permasalahan yang diteliti, sehingga penelitian ini diharapkan dapat membuat kampas rem dari bahan serat rami, partikel pengisi tempurung kelapa dan perekat polimer jenis resin polyester dengan parameter komposisi campuran untuk mendapatkan laju keausan dan massa jenis yang rendah.

2. Metode Penelitian

Metode penelitianyang digunakan adalah kualitatif ekperimental dengan desain pre-test, post-test, group design, design ini bertujuan agar mengetahui sebelum diberikan perlakuan dan sesudan diberikan perlakuan.

2.1. Persmaan Yang Digunakan

a. Rumus menghitung laju perpindahan panas yang mengalir secara konduksi, [7].

$$q_k = -k.A\frac{\partial T}{\partial x} \quad (1)$$

Keterangan:
q_k = laju perpindahan panas konduksi (J/s)
K = konduktivitas termal bahan (J/s.m.k)
A = luas penampang tegak lurus terhadap arah aliran panas (m^2).
$\frac{\partial T}{\partial x}$ = gradien suhu (perubahan temperatur terhadap arah x (K/m).

b. Rumus menghitung massa jenis bahan [8].

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Keterangan:
ρ = masa jenis (kg/m^3) atau (g/cm^3)
m = massa (kg atau gram)
v = volume (m^3 atau cm^3)

c. Rumus menghitung laju abrasi kampas [9].

$$\dot{m} = \frac{m_{0-m_{10}}}{T} \quad (3)$$

Keterangan :
$\dot{m}$ = laju aliran masa (J/s)
m_0 = masa awal (g)
m_{10} = masa akhir (g)
T = waktu (s)

d. Rumus menghitung laju fluks perpindahan panas [10].

$$q'' = \frac{K.\ \Delta T}{x} \quad (4)$$

Keterangan :

q'' = laju perpindahan panas (J/s)
K = konduktifitas termal bahan (J/s.m.K)
ΔT = Perbedaan temperatur K)
x = tingi sampel (m)

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Masa jenis

Tabel 1. Masa jenis bahan yang dihasilkan

No	Massa Jenis Bahan	Hasil
1	Massa Jenis Bahan 1 (rami 20%, arang 40%, resin 40%)	6,512.32 kg/m^3
2	Menghitung Massa Jenis Bahan 2 (rami 30%, arang 30%, resin 40%)	6,499.72 kg/m^3
3	Massa Jenis Bahan 3 (rami 40%, arang20%, resin 40%)	6,554.16 kg/m^3

Massa jenis bahan didapatkan sebagai berikut : Massa Jenis Bahan 1 (rami 20%, arang 40%, resin 40%) = 6,512.32 kg/m^3, Massa Jenis Bahan 2 (rami 30%,arang 30%, resin 40%) = 6,499.72 kg/m^3, Massa Jenis Bahan 3 (rami 40%,arang20%, resin 40%) = 6,554.16 kg/m^3

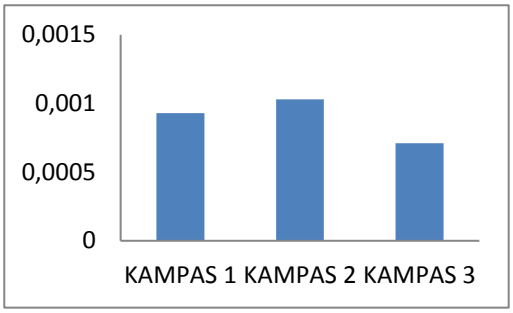
3.2 Laju Abrasi Kampas

Tabel 2. Hasil hitung Laju abrasi

No	Laju Abrasi Kampas	Hasil
1	Laju Abrasi Kampas 1 Selama 10 Menit	0,00093 gr/s
2	Laju Abrasi Kampas 2 Selama 10 Menit	0,00103 gr/s
3	Laju Abrasi Kampas 3 Selama 10 Menit	0,00071 gr/s

Hasil hitung Laju abrasi didapatkan sebagai berikut:

Laju Abrasi Kampas 1 selama 10 Menit = 0,00093 gr/s, Laju abrasi kampas 2 selama 10 menit = 0,00103 gr/s, laju abrasi kampas 3 selama 10 menit = 0,00071 gr/s



Gambar 1. Diagram 1 nilai laju abrasi kampas

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai laju abrasi terbesar terdapat pada kampas 2 (serat rami 30 %, serbuk arang tempurung kelapa 30 %, dan resin epoxy 40 %) yaitu senilai 0,00103 gr/s dan terendah terdata pada sampel 3 dengan komposisi (serat rami 40 %,serbuk arang tempurung kelapa 20 %, dan resin epoksi sebesar 40 %) yaitu sebesar 0,00071 gr/s. Maka dari diagram diatas dapat diketahui bahwa pada penelitian ini kampas 3 merupakan sampel yang paling bagus untuk digunakan dikarenakan nilai laju aliran massa yang paling kecil, hal terebut terjadi karena semakin kecil nilai laju abrasi, semakin kecil pula jumlah massa yang terkikis, menyebabkan kampas semakin awet dalam penggunaannya.

3.3. Koefisien Konduktifitas Termal Bahan

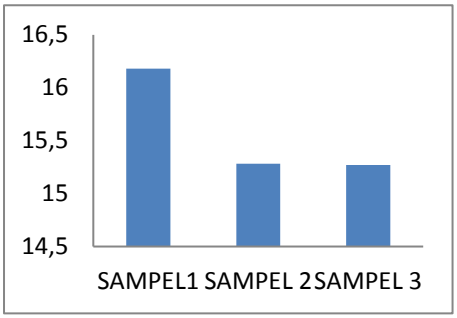
a. Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 5 menit

Tabel 3. Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 5 menit.

No	Koefisien Konduktifitas Termal Bahan	Hasil
1	Kampas 1 Selama 5 Menit	16,182 W/m.k
2	Kampas 2 Selama 5 Menit	15,238 W/m.k
3	Kampas 3 Selama 5 Menit	15,271 W/m.k

Hasil hitung konduktifitas termal bahan sebagai berikut: Kampas 1 selama 5 menit=16,182 W/m.K, kampas 2 selama 5 menit

= 15,238 W/m.K, kampas 3 selama 5 menit = 15,271 W/m.K.



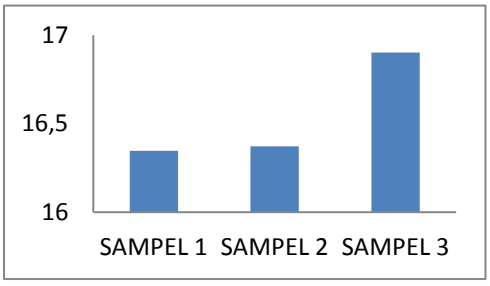
Gambar 2. Diagram Nilai konduktifitas termal bahan.

b. Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 10 menit

Tabel 4. Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 10 menit

No	Koefisien Konduktifitas Termal Bahan	Hasil
1	Kampas 1 Selama 10 Menit	16,347 W/m.k
2	Kampas 2 Selama 10 Menit	16,372 W/m.k
3	Kampas 3 Selama 10 Menit	16,902 W/m.k

Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 10 menit adalah sebagai berikut : Kampas 1 Selama 10 Menit = 16,347 W/m.k, Kampas 2 Selama 10 Menit = 16,372 W/m.k, Kampas 3 Selama 10 Menit = 16,902 W/m.k.



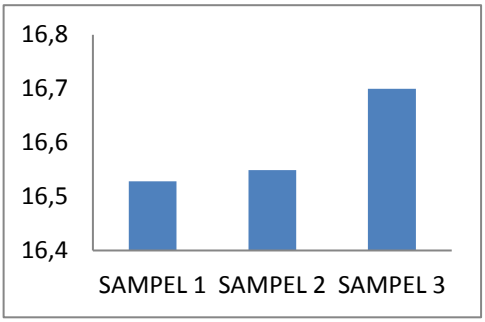
Gambar 3. Diagram konduktifitas termal bahan selama 10 menit

c. Kampas 1 Selama 15 Menit

Tabel 5.Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 15 menit.

No	Koefisien Konduktifitas Termal Bahan	Hasil
1	Kampas 1 Selama 15 Menit	16,528 W/m.k
2	Kampas 2 Selama 15 Menit	15,947 W/m.k
3	Kampas 3 Selama 15 Menit	16.700 W/m.k

Hasil hitung konduktifitas termal bahan selama 15 menit adalah sebagai berikut: Kampas 1 selama 15 menit = 16,528 W/m.K, Kampas 2 selama 15 menit = 15,947 W/m.K, Kampas 3 selama 15 menit = 16.700 W/m.K.



Gambar 4. Diagram konduktifitas termal bahal selama 15 menit

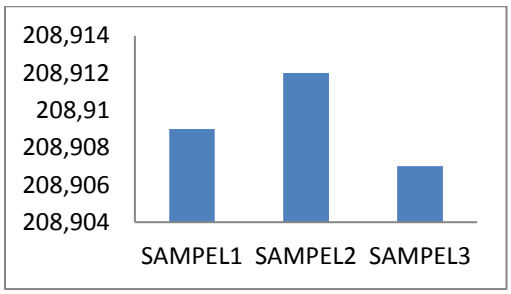
3.3 Perpindahan Panas

a. Kampas 1 selama 5 menit

Tabel 6. Hasil hitung perpindahan panas

No	Perpindahan panas	Hasil
1	Bahan 1 Selama 5 Menit	208.909 w/m2
2	Bahan 2 Selama 5 Menit	208.912 w/m^2
3	Bahan 3 Selama 5 Menit	208,907 W/m^2

Hasil hitung perpndahan panas selama 5 menit adalah sebagai berikut bahan 1 Selama 5 menit = 208.909 W/m^2, bahan 2 Selama 5 menit = 208.912 W/m^2, bahan 3 Selama 5 menit = 208,907 W/m^2.



Gambar 5. Diagram hasil hitung perpindahan panas

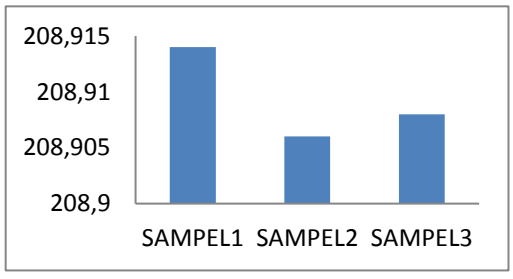
Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai perpindahan panas terbesar terdata pada sampel 2 (Serat rami 30 %, serbuk arang tempurung kelapa 30%, dan resin epoxi 40%) yaitu senilai 208,912 W/m2, dan terendah terdata pada sampel 3 dengan komposisi (Serat rami 40%, serbuk arang tempurung kelapa 20%, dan resin epoxi sebesar 40%) yaitu sebesar 208,907 W/m2.

b. Bahan 2 Selama 10 Menit

Tabel 7. Hasil hitung perpindahan panas

No	Perpindahan panas	Hasil
1	Bahan 1 Selama 10 Menit	208,914 W/m^2
2	Bahan 2 Selama 10 Menit	208,906 W/m^2
3	Bahan 3 Selama 10 Menit	208,908 W/m^2

Hasi hitung perpindahan panas selama 10 menit adlah sebagai berikut:
Bahan 1 selama 10 menit = 208,914 W/m^2, Bahan 2 selama 10 menit = 208,906 W/m^2, Bahan 3 selama 10 menit = 208,908 W/m^2.



Gambar 6. Diagaram hasil hitung perpindahan panas selama 10 menit

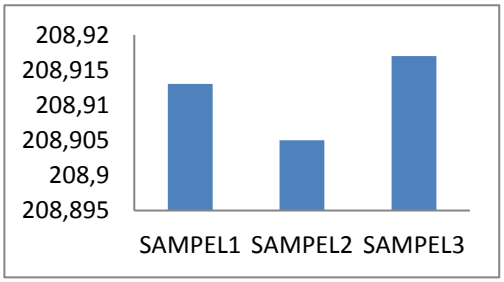
Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai perpindahan panas terbesar terdata pada sampel 1 (Serat rami 20 %, serbuk arang tempurung kelapa 40 %, dan resin epoxi 40 %) yaitu senilai 208,914 W/m^2, dan terendah terdata pada sampel 2 dengan komposisi (Serat rami 30 %, serbuk arang tempurung kelapa 30%, dan resin epoksi sebesar 40 %) yaitu sebesar 208,906 W/m^2.

c. Bahan 3 selama 15 menit

Tabel 8. Hasil hitung perpindahan panas bahan selama 15 menit

No	Perpindahan panas	Hasil hitung
1	Bahan 1 Selama 15 Menit	208,913 W/m^2
2	Bahan 2 Selama 15 Menit	208,905 W/m^2
3	Bahan 3 Selama 15 Menit	208,913 W/m^2

Hasil hitung bahan selama 15 menit adalah sebagai berikut Bahan 1 selama 15 menit = 208,913 W/m^2, bahan 2 selama 15 menit = 208,905 W/m^2, bahan 3 selama 15 menit = 208,913 W/m^2.



Gambar 7. Diagram hasil hitung perpindahan panas pada bahan selama 15 menit

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai perpindahan panas terbesar terdata pada sampel 3 (Serat rami 40 %, serbuk arang tempurung kelapa 20 %, dan resin epoksi 40 %) yaitu senilai 208,917 W/m^2, dan terendah terdata pada sampel 2 dengan komposisi (Serat rami 30 %, serbuk arang tempurung kelapa 30%, dan resin epoksi sebesar 40 %) yaitu sebesar 208,905 W/m^2. Menurut Sani pada tahun 2015, adanya gaya gesekan menghasilkan panas pada saat proses pengereman sehingga menyebabkan bahan kampas rem tersebut menjadi meleleh. Dapat diketahui bahwa pada penelitian ini sampel 3 merupakan sampel yang

paling bagus untuk digunakan dikarenakan nilai perpindahan panasnya yang paling kecil.

Tabel 9. Nilai laju aliran massa, konduktifitas *thermal* bahan, dan massa jenis untuk setiap sampel

No.	Komposisi	$\dot{m}$	Waktu	Sampel	k	ρ	q''
1	KAMPAS 1 (Rami 20%, Arang 40%, Resin 40%)	0,00093 gr/s	5 menit	1	16,182 w/ m.k	6,512 kg/m³	208,909 w/m²
				2	15,238 w/m.k		208,912 w/m³
				3	15,271 w/m.k		208,907 w/m³
2	KAMPAS 2 (Rami 30%, Arang 30%, Resin 40%)	0,00103 gr/s	10 menit	1	16,347 w/m.k	6,499 kg/m³	208,914 w/m²
				2	16,372 w/m.k		208,906 w/m³
				3	16,902 w/m.k		208,908 w/m³
3	KAMPAS 3 (Rami 40%, Arang 20%, Resin 40%)	0,00071 gr/s	15 menit	1	16,528 w/m.k	6,554 kg/m³	208,913 w/m²
				2	15,947 w/m.k		208,905 w/m³

4. **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai laju abrasi terendah terdata pada sampel ke 3 dengan komposisi (serat rami 40 %, serbuk arang tempurung kelapa 20 %, dan resin epoxy 40 %) yaitu sebesar 0,00071 gr/s
2. Nilai konduktifitas termal bahan akan turun maksimal pada nilai kandungan 30% rami, dan akan naik untuk komposisi kandungan 40 % rami.

5. Saran

Bagi peneliti selanjutnya yang ingin menyempurnakan penelitian ini agar dalam pembuatan kampas perlu memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Kandungan Rami dalam kampas sebanding besarnya konduktifitas bahan kampas, semakin besar Rami maka semakin besar konduktifitas bahan.
2. Untuk kandungan Rami 40 % (kampas 3), bahan kampas menjadi keras dan tahan gesekan.

Daftar Pustaka

[1] P. I. Purboputro, “Pengembangan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu, Fiber Glass, Serbuk Aluminium Dengan Pengikat Resin Polyester Terhadap Ketahanan Aus Dan Karakteristik Pengeremannya,” *Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (Snast) Periode iii,* pp. 367-373, 2012.

[2] A. A. D. A. A, Qomaruddin and K. M, “Analisa Gesekan Pengereman Hidrolis (Rem Cakram) Dan Tromol Pada Kendaraan Roda Empat Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *Prosiding Snatif Ke -4,* pp. 667-678, 2017.

[3] M. A, Z. A and Sujita., “Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol Dan Kecepatan Sepeda Motor Honda Supra X125 Terhadap Keausan Kampas Rem,” *Dinamika Teknik Mesin,* vol. Volume 2 No.2, pp. 100-107, 2012.

[4] A. Aminur, M. Hasbi and Y. Gunawan, “Proses Pembuatan Biokomposit Polimer Serat Untuk Aplikasi Kampas Rem,” in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* , Jakarta, 2015.

[5] H. W. K, “Diversifikasi Serat Pulp Untuk Produk Inovatif,” *Journal Lignocellulose Technol,* vol. 01, pp. 15-25, 2016.

[6] Sutikno, P. M. M.S and H. Santiko., “Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem Otomotif,” 2011.

[7] A. Bejan, “Heat transfer,” New York , John Wiley & Sons, 1993.

[8] N. B. Prawira and A. Rouf, “Perancangan Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Menggunakan Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik,” *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS),* Vols. Vol.8, No.2, p. 143~154, 2018.

[9] A. Yuwono, Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing), Jakarta:

Departemen Metalurgi Dan Material FakultasTeknik Universitas Indonesia, 2009.

[10] Sukamto and B. A.J., “Analisa Perpindahan Panas Kampas Rem Pada Sepeda Motor,” 2013.