

NASKAH PUBLIKASI

**PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES  
VARIASI *CALCIUM CARBONATE* DENGAN  
PEREKAT *PHENOLIC RESIN***



**Disusun Dan Diajukan Sebagai Syarat-syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun oleh:

**SUPRIYANTO**  
**D200080086**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
NASKAH PUBLIKASI**

**Naskah Publikasi, " PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM *NON* ASBES VARIASI *CALCIUM CARBONATE* DENGAN PEREKAT *PHENOLIC RESIN*", telah disetujui pembimbing dan disahkan Ketua Jurusan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.**

Dipersiapkan oleh:

Nama : **SUPRIYANTO**  
NIM : **D200080086**

Disetujui pada:

Hari : *Selasa*  
Tanggal : *3 mei 2016*

Pembimbing Utama



**Bambang W Febriantoko, ST, MT**

**HALAMAN PENGESAHAN  
NASKAH PUBLIKASI**

Naskah publikasi berjudul "**Pengujian Performa Kampas Rem *non* Asbes Variasi *Calcium Carbonate* dengan Perekat *Phenolic Resin***", telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SUPRIYANTO**

NIM : **D200080086**

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *14 Maret 2016*

**Tim Penguji :**

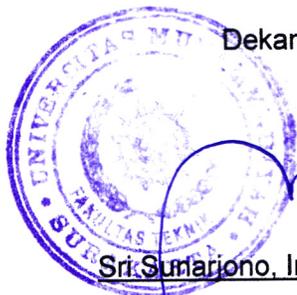
Ketua : Bambang W. Febriantoko, ST., MT

Anggota 1 : Joko Sedyono, Ph.D

Anggota 2 : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT

  
.....  
  
.....  
  
.....

Dekan,



Sri Sumariono, Ir. MT, Ph.D

## PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH PUBLIKASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah publikasi dengan judul :

### **PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI CALCIUM CARBONATE DENGAN PEREKAT PHENOLIC RESIN**

yang dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta,      Maret 2016

Yang menyatakan,



SUPRIYANTO

# **PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI CALCIUM CARBONATE DENGAN PEREKAT PHENOLIC RESIN**

**Supriyanto, Bambang W. Febriantoko**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosura

email : [yantosupri380@yahoo.com](mailto:yantosupri380@yahoo.com)

## **ABSTRAKSI**

*Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan khususnya kendaraan darat. Terutama pada saat kendaraan berkecepatan tinggi fungsi kampas rem memiliki peranan penting, bahkan keselamatan jiwa manusia tergantung pada kemampuan dari bahan kampas rem. Maka diperlukan rancangan khusus pada bahan kampas tersebut.*

*Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium, serbuk karbon, serat fiberglass, serbuk kuningan, graphite, barium sulfat,  $\text{CaCO}_3$  dan phenolic resin sebagai pengikatnya. Pembuatan kampas rem dipress dengan beban 7,5 ton selama 7 menit, disintering selama 60 menit dengan temperature 200 °C.*

*Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekerasan Digital Shore Durometer dan uji gesek. Dari data hasil penelitian uji kekerasan dan gesek diketahui bahwa serbuk  $\text{CaCO}_3$  mempengaruhi harga kekerasan dan keausan spesimen kampas, dimana dari serbuk  $\text{CaCO}_3$  yang divariasikan dengan berat 3 gram, 4 gram, dan 5 gram daya yang paling baik yaitu serbuk  $\text{CaCO}_3$  berat 3 gram. Namun tingkat keausan masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan kampas Indopart.*

**Kata kunci : Kampas rem, Komposisi, serbuk, kekerasan, keausan**

## **ABSTRACTION**

*Brake is one component of a motor vehicle that serves to slow or stop the vehicle, especially a ground vehicle. Especially when a high-speed vehicle brake function has an important role, even human lives depend on the efficacy of the brake lining material. It would require a special design on the canvas material.*

*The materials used in this study is the aluminum powder, carbon powder, fiberglass fibers, brass powder, graphite, barium sulfate, CaCO<sub>3</sub> and phenolic resins as a binder. Manufacture of brake pressed with a load of 7.5 tons for 7 minutes, sintering for 60 minutes with a temperature of 200 ° C.*

*Tests performed include Digital Shore Durometer hardness test and friction test. From the research data hardness and friction is known that affect the price of CaCO<sub>3</sub> powder hardness and wear canvas specimens, which varied from CaCO<sub>3</sub> powder weighing 3 grams, 4 grams and 5 grams of the most excellent power ie CaCO<sub>3</sub> powder weighing 3 grams. However, the wear rate is still higher than the canvass Indopart.*

**Keywords: brake lining, composition, powder, hardness, wear**

## PENDAHULUAN

Serbuk logam juga dipakai sebagai bahan campuran dalam pembuatan kampas rem. Rem merupakan bagian kendaraan yang sangat penting dalam mendukung aspek keamanan berkendara, rem harus dapat menghentikan kendaraan secepat mungkin, dan memberikan kenyamanan saat sopir melakukan pengereman dengan tidak mengeluarkan suara berisik dan mempunyai tingkat kepakaman yang tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan dan bentuk serbuk logam pada bahan kampas rem.

## TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

1. Mencari pengaruh serbuk kalsium karbonat campuran berat 3 gram, 4 gram dan 5 gram terhadap ketahanan aus kampas rem.
2. Mencari perbandingan koefisien gesek pada masing - masing variasi kalsium karbonat dengan kampas rem *indopart* pada pengujian gesek kondisi kering, pengaruh air, dan pengaruh oli..
3. Mencari kualitas kekerasan pada kampas rem yang menggunakan variasi  $\text{CaCo}_3$  dibandingkan dengan kampas rem *indopart*.

Dalam pelaksanaan penelitian perlu adanya batasan masalah, yaitu :

1. Bahan yang digunakan untuk membuat kampas rem non asbes adalah menggunakan serat gelas (*fiberglass*) sebagai pengganti asbes dan menggunakan serbuk logam kuningan dan serbuk aluminium hasil penggergajian ditambah bahan lain seperti resin phenolic, kalsium

karbonat, graphite, dan barium sulfat.

2. Pengujian dilakukan dengan menguji gesek selama 1 jam dengan beban 15 kg atau gaya tekan 147 N dan uji kekerasan dengan metode Digital Shore *Durometer*.

## TINJAUAN PUSTAKA

Metalurgi serbuk adalah suatu metode alternatif yang digunakan untuk membuat produk jadi. Metode ini pada umumnya sering digunakan karena mempunyai nilai produktivitas dan efisiensi sangat baik serta lebih sedikit mengalami proses permesinan. (Sunardi dan Harry,2009).

Logam, keramik, kaca, dan acrylic yang diperkuat dengan serabut digunakan sebagai material gesekan pada rem otomotif. Pada umumnya, material gesekan berisi 5-25 % dari total komposisi yang digunakan serta jenis dan jumlah serabut juga mempengaruhi karakteristik rem dan tingkat keausan. (I.Mutlu,dkk.2005).

Ukuran pertikel *zircon* mempunyai peranan penting dalam kemampuan gesekan. Stabilitas gesekan ditandai dengan berubahnya temperatur pengereman, tekanan, dan kecepatan atau putaran yang merupakan aspek penting untuk sebuah pembuatan rem. (K.H.Cho.dkk,2007).

## LANDASAN TEORI

### 1. Logam Kuningan

Kuningan merupakan material yang sering dipakai pada kampas rem. Berfungsi meningkatkan gesekan saat basah, dan pemulihan.

Kuningan merupakan paduan antara tembaga dan *zinc*. Fase padat terjadi pada kondisi *Face Centered Cubic* (FCC). Nilai kekerasan dan

kekuatan kuningan dapat diketahui berdasarkan komposisi paduan dan cara pembuatannya. Densitas kuningan umumnya  $8,4 \text{ g/cm}^3$ , dan titik *melting* kuningan antara  $900^\circ\text{C} - 940^\circ\text{C}$ .

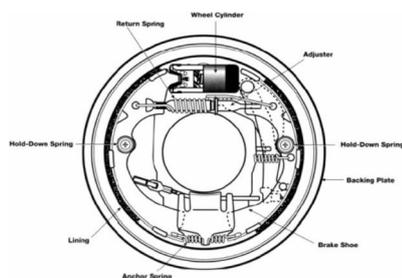
## 2. Rem

Rem adalah suatu peranti untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda. Energi kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan.

Semakin tinggi kemampuan kendaraan tersebut melaju maka semakin tinggi pula tuntutan kemampuan sistem rem yang lebih handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan.

### a. Rem Tromol

Tipe drum, rem ini terdiri dari sepasang kampas rem yang terletak pada piringan yang tetap (tidak ikut berputar bersama roda), dan drum yang berputar bersama roda. Dalam operasinya setiap kampas rem akan bergerak *radial* menekan drum sehingga terjadi gesekan antara drum dan kampas rem.



**Gambar 5.** Rem Tromol (sumber : <http://otomotif.web.id/sistem-rem-a42.html>)

### b. Rem cakram

Rem cakram terdiri dari piringan yang dibuat dari logam, yang dijepit oleh kampas rem (*brake pad*) yang didorong oleh sebuah torak yang ada dalam silinder roda. Untuk menjepit

piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna untuk memenuhi kebutuhan tenaga ini, pada rem cakram dilengkapi dengan sistem *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat. Sistem *hydraulic* terdiri dari master silinder, silinder roda, reservoir untuk tempat oli rem dan komponen penunjang lainnya.



**Gambar 6.** Rem Cakram (<http://www.motorera.com/dictionary/DI.html>)

## 3. Komposit

Definisi komposit dalam lingkup ilmu material adalah gabungan dua buah material atau lebih yang digabung pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat.

### 4. Matrik Phenolic Resin

*Phenolic resin* merupakan *resin* sintetik yang dibuat dengan mereaksikan *phenol* dengan *formaldehida*, wujudnya keras, kuat, awet, dan dapat dicetak pada berbagai kondisi. Bahan ini mempunyai kondisi tahan panas dan air yang baik dan dapat diberi macam-macam warna, sering digunakan sebagai bahan pelapis, laminating, pengikat batu gerinda, pengikat logam atau gelas, dapat dicetak menjadi kotak, isolator listrik, tutup botol, dan tangkai pisau.

### 5. Serat (Fiber)

Besar kecilnya kekuatan material komposit sangat tergantung dengan kekuatan *fiber* pembentukannya. Unsur utama dari bahan komposit adalah

serat, serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain. Serta menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit.

**6. Calcium Carbonate**

Calcium Carbonate / Kalsium karbonat adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CaCO<sub>3</sub>. Ini adalah zat yang umum ditemukan dibatuan disemua bagian dunia. Bentuk yang paling umum alam adalah kapur, dan marmer, diproduksi oleh sedimentasi dari cangkang siput fosil kecil, kerang, dan karang selama jutaan tahun.

**7. Sintering**

Sintering adalah pengikatan bersama antar partikel pada suhu tinggi. Sintering dapat terjadi di bawah suhu leleh (*melting point*).

**8. Gesekan**

Gaya gesek adalah hambatan yang terjadi pada suatu bagian saat bergerak. Gerakan yang dimaksud yaitu meluncur dan berputar.

Gesekan juga dipengaruhi oleh daya (*P*), apabila beban yang diterima pada sumber gesekan besar maka daya yang dibutuhkan juga akan semakin besar dan begitu pula sebaliknya. Hal ini juga dapat menunjukkan tingkat kekasatan atau kepakeman dari bahan gesekan.

$P = V \times I$ .....(1)

Keterangan :

P = daya yang dibutuhkan (watt)

V = tegangan (volt)

I = kuat arus (ampere)

Gesekan dibedakan menjadi dua yaitu :

**a. Gesekan Statik**

Gesekan statik adalah gesekan antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu sama lain.

**b. Gesekan Kinetik**

Gesekan kinetik atau dinamik terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lain dan saling bergesekan (seperti sebuah kereta luncur di tanah).

**9. Koefisien Gesek**

Koefisien gesek atau *Coefficient of Friction* (COF), disimbolkan dengan huruf Yunani  $\mu$ , yaitu suatu skala dimensional bernilai kecil yang menjelaskan perbandingan gaya gesek antara dua bagian dan gaya tekan keduanya. Koefisien gesek tergantung pada material yang digunakan.

Gesekan pada kampas rem dipengaruhi putaran maka perlu juga dicari besaran torsi yang dihasilkan.

$T = \frac{P}{\omega}$  .....(2)

Keterangan :

T = torsi (Nm)

P = daya (Watt)

$\omega$  = putaran sudut (rad/s)

Rumus koefisien gesek :

$\mu = T / (2 \times F_n \times r)$  .....(3)

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

F<sub>n</sub> = gaya tekan (N)

r = jari-jari lintasan (m)

**10. Wearness (Keausan)**

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif. Material jenis apapun akan mengalami keausan dengan mekanisme yang beragam. Berikut mekanisme- mekanisme yang terdapat pada fenomena keausan.

**a. Keausan Abrasif**

Keausan abrasif terjadi bila suatu partikel keras (*asperity*) dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak.

b. Keausan Adhesif

Keausan *adhesive* terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya pelekatan satu sama lain yang saling mengunci dan pada akhirnya terjadi pelepasan atau pengoyakan salah satu material akibat adanya tekanan lokal yang semakin tinggi pada partikel keras (*asperity*) dan mengakibatkan *asperity* cacat.

c. Keausan *Fatigue* (lelah)

Permukaan yang mengalami beban (*surface in compression*) dan berulang akan mengarah pada pembentukan retak – retak mikro (*microcracks*), retak – retak tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material (*cracks*). Tingkat keausan sangat tergantung pada tingkat pembebanan.

d. Keausan Korosif atau Keausan Oksidasi

Pada prinsipnya mekanisme ini dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di bagian permukaan oleh faktor lingkungan yang menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material pada lapisan permukaan akan mengalami keausan yang berbeda. Hal ini mengarah kepada perpatahan interface antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut.

e. Keausan Erosi (*Erosion wear*)

Proses erosi disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material.

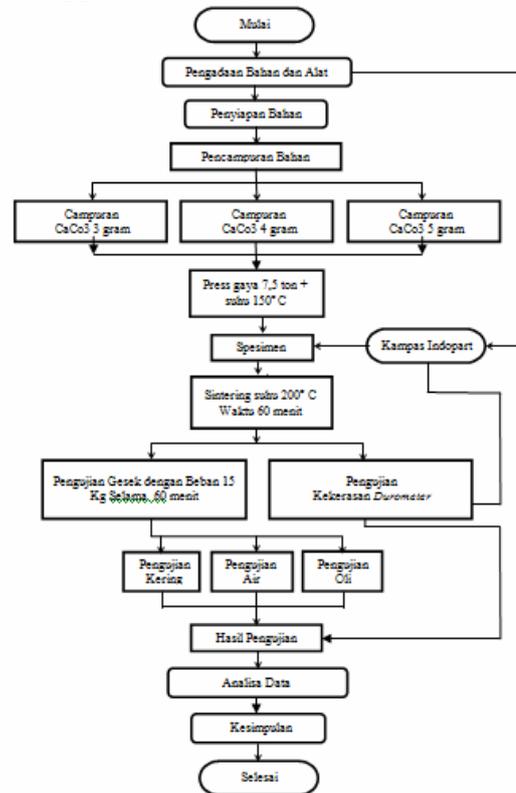
**11. Kekerasan**

Kekerasan adalah daya tahan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Definisi yang lain

adalah ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi plastis. Alat uji yang digunakan dengan metode *Durometer*.

**METODE PENELITIAN**

Berikut ini diagram alir yang menggambarkan proses alur penelitian:



**Gambar 7.** Skema Diagram Alir Penelitian

Pada tahap persiapan awal yaitu mencari acuan sebagai sumber dan dasar dalam melakukan penelitian ini. Tahapan selanjutnya melakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam proses penelitian.

Setelah semua bahan siap, mulailah pencampuran serbuk logam kuning dengan bahan lain seperti fiberglass, resin phenolic, kalsium karbonat, barium sulfat, graphit, dan dexton untuk pembuatan kampas rem sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Setelah semua bahan

tercampur dan dimasukkan dalam cetakan, lalu dilakukan pengepresan dengan tekanan 7,5 ton selama 7 menit. Setelah itu dilakukan sintering dengan menggunakan oven dengan suhu 200 °C selama 60 menit.

Hasil dari pembuatan kampas rem tersebutlah yang kemudian dilakukan pengujian keausan dan kekerasan. Dari data yang diperoleh akan dianalisa dan dibahas yang kemudian diambil kesimpulan dari pengamatan dan pengujian ini.

#### Bahan dan Alat

Bahan :

1. Plat kampas
2. *Fiberglass*
3. *Resin Phenolic*
4. Serbuk kuningan
5. Barium Sulfat ( $BaSO_4$ )
6. Grafite
7. Almunium
8. *Calcium Carbonat ( $CaCO_3$ )*
9. *Dexton Plastic Stell Epoxy dan Hardener*

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam proses penelitian ini, yaitu :

1. *Mixer Disk Mill*
2. Timbangan
  - a. Timbangan analog/manual
  - b. Timbangan digital MH-200
3. Cetakan kampas rem (*dies*)
4. Alat *press*
5. *Oven*
6. *Infrared Thermometer*
7. *Digital clampmeter*
8. *Digital Tachometer Non – Contact*
9. *Vernier Caliper*

#### Spesimen Uji

Penelitian kampas rem ini menggunakan 32 sampel kampas rem atau spesimen yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu 6 kampas rem variasi 3 gram  $CaCO_3$ , 6 kampas rem 4 gram  $CaCO_3$ , dan 6 kampas rem 4 gram

$CaCO_3$ . Dengan komposisi bahan uji sebagai berikut :

**Table 1.** Komposisi material Kampas rem

No	Nama Bahan	Berat (g)	Persentase (%)
1.	Serbuk Fiberglass	4	23.5
2.	Serbuk Kuningan	2	11.8
3.	Grafite	0.3	1.8
4.	Barite ( $BaSO_4$ )	3.5	20.6
5.	$CaCO_3$	3	17.6
6.	Resin Phenolic	2.5	14.7
7.	Serbuk Almunium	1.7	10
	Berat Total	17	100 %

#### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di dua tempat, yaitu

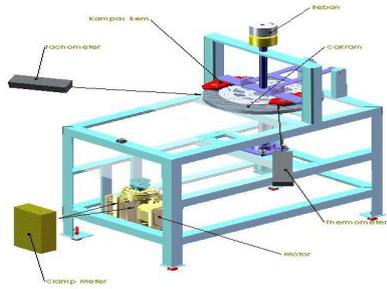
1. Pengujian Gesek dilakukan di Windan Rt 03/ Rw III gumpang Sukoharjo.
2. Pengujian kekerasan *Durometer* dilakukan di Solo Technopark.

#### Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara mencari bahan – bahan pembuatan kampas rem dan mencari referensi sebagai acuan dasar penelitian. Kemudian diproses dan ditentukan komposisinya. Bahan – bahan tersebut dicampur menjadi satu dan dimasukkan ke dalam cetakan dan dipres.

Setelah semua spesimen selesai dibuat maka spesimen siap untuk dilakukan pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian gesek  
Pengujian gesekan menggunakan mesin uji gesek. Penggunaan mesin ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan tingkat keausan spesimen yang dihasilkan dalam pengujian.



**Gambar 9.** Instalasi Pengujian (Bambang W.F.,2009)

2. Pengujian kekerasan  
 Pengujian kekerasan (*Hardnes*) dengan metode *Durometer* dipilih karena bahan termasuk jenis komposit. Sebelum pengujian dilakukan, spesimen harus mempunyai permukaan yang rata dan halus agar mudah dalam pengambilan data.



**Gambar 10.** Skema uji kekerasan *Brinell* (G.L.J.van Vliet dan W.Both, *Teknologi Untuk Bangunan Mesin.Bahan-Bahan 1,1984*)

Pengukuran bekas injakan penetrator dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 50 X (1 mm = 16 mm).

### Analisis Data

Analisis data dalam uji gesek untuk tiap – tiap spesimen yaitu dengan cara, mengukur ketebalan sebelum dan sesudah pengujian, mengukur suhu cakram sebelum dan sesudah pengujian, mengukur tegangan dan kuat arus serta putaran dari motor. Untuk pengujian kekerasan *brinell*, dilakukan empat kali penginjakan,

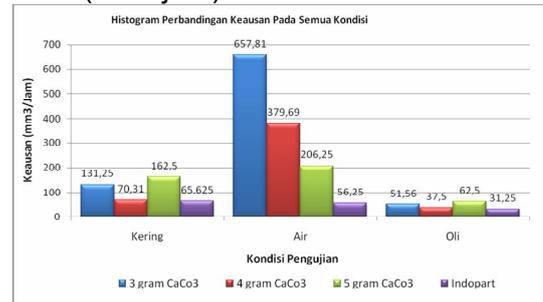
kemudian diukur diameter hasil injakan dan dirata – rata dan dihitung nilai kekerasannya (HB) dari perbandingan antara gaya F dan luas A dari segmen bola dari penginjakan yang dihitung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil analisis data

#### a. Pengujian Gesek

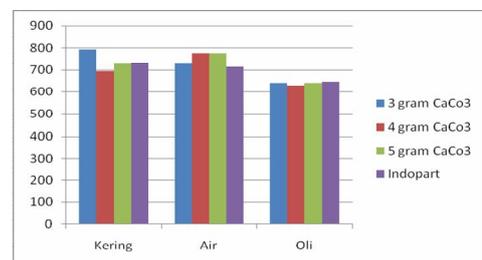
##### 1. Hasil penelitian besarnya keausan ( $\text{mm}^3/\text{jam}$ )



**Gambar 11.** Grafik Hubungan Jenis Kanvas Rem Terhadap Keausan

Dari hasil penelitian keausan, kanvas rem kalsium karbonat dalam semua kondisi kering, penyemprotan air, maupun penyemprotan oli masih kurang jika dibandingkan dengan kanvas rem *indopart*. Dari jenis variasi 3 gram CaCo<sub>3</sub> dan 5 gram CaCo<sub>3</sub> masih mendekati nilai keausan kanvas rem *indopart*, dari pada jenis kanvas rem 4 gram CaCo<sub>3</sub>.

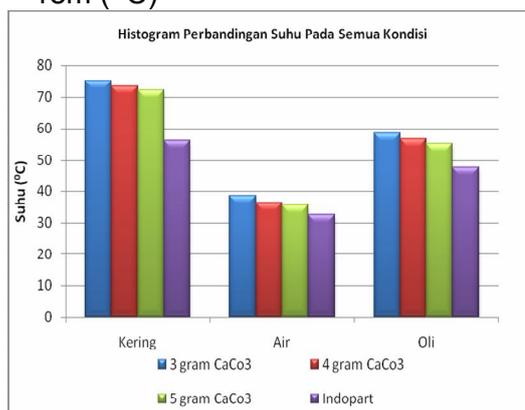
##### 2. Hasil perhitungan daya (watt)



**Gambar 12.** Grafik Hubungan Jenis Kanvas Rem Terhadap Nilai Daya

Dari perhitungan daya, kampas rem indopart dalam kondisi kering, rata-rata lebih baik daripada kampas rem variasi *Calcium Carbonate*. Ini ditunjukkan oleh nilai daya kampas rem indopart sebesar 730,8 watt sedangkan kampas rem variasi kalsium karbonat sebesar 794,2 watt (3 gram  $\text{CaCo}_3$ ), 693,6 watt (4 gram  $\text{CaCo}_3$ ), dan 727,2 watt (5 gram  $\text{CaCo}_3$ ). Untuk kondisi penyemprotan air, kampas rem variasi  $\text{CaCo}_3$  lebih baik, terbukti dari nilai daya kampas rem lebih besar daripada indopart yang hanya 712,8 watt. Dalam kondisi penyemprotan oli, kampas rem indopart lebih baik daripada kampas rem  $\text{CaCo}_3$ . Ini ditunjukkan dari nilai daya yaitu sebesar 646,4 watt di atas dari jenis kampas rem variasi kalsium karbonat..

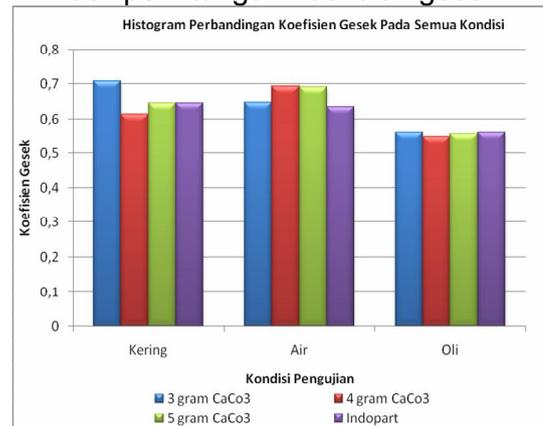
### 3. Hasil penelitian suhu akhir kampas rem ( $^{\circ}\text{C}$ )



**Gambar 13.** Grafik Hubungan Jenis Kampas Rem Terhadap Suhu Akhir

Dari hasil percobaan dan pembacaan suhu akhir kampas rem, secara keseluruhan kampas rem *indopart* lebih baik dari pada kampas rem variasi  $\text{CaCo}_3$ . Ini ditunjukkan baik dalam kondisi kering, kondisi penyemprotan air, dan penyemprotan oli nilai dari suhu kampas rem *indopart* lebih rendah daripada kampas rem  $\text{CaCo}_3$ .

### 4. Hasil perhitungan koefisien gesek



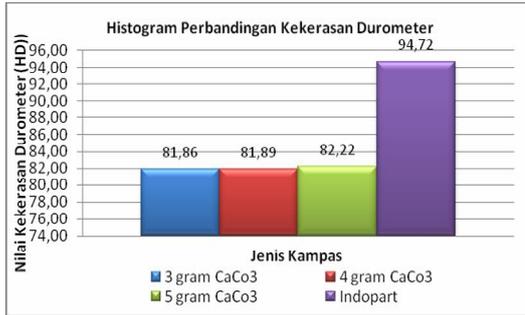
**Gambar 15.** Grafik Hubungan Jenis Kampas Rem Terhadap Nilai Koefisien Gesek

Dari hasil perhitungan koefisien gesek kampas rem, dalam kondisi kering kampas rem variasi 3 gram  $\text{CaCo}_3$  lebih baik daripada *indopart*. Ini terbukti dari nilai koefisien gesek kampas rem 3 gram  $\text{CaCo}_3$  sebesar 0.7085, sedangkan nilai koefisien gesek kampas rem *indopart* sebesar 0.6446, namun variasi 4 gram dan 5 gram  $\text{CaCo}_3$  masih di bawah *indopart*.

Tetapi dalam kondisi kampas rem diberikan penyemprotan air, kampas rem  $\text{CaCo}_3$  lebih baik. Ini dibuktikan dari nilai koefisien gesek kampas rem  $\text{CaCo}_3$  semua diatas kampas *indopart*.

Dalam kondisi penyemprotan oli, kampas rem *indopart* lebih baik daripada kampas rem variasi  $\text{CaCo}_3$ . Ini ditunjukkan dari nilai koefisien gesek pada gambar 15 namun hanya selisih sedikit masih mendekati nilai koefisien gesek dari kampas rem *indopart*.

## b. Hasil Pengujian Kekerasan Durometer



**Gambar 16.** Grafik Hubungan Jenis Kampas Rem Terhadap Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan Durometer menunjukkan bahwa kampas rem indopart lebih keras daripada kampas rem  $CaCo_3$ . Nilai kekerasan kampas rem variasi  $CaCo_3$  sebelum dilakukan sintering lebih keras jika dibandingkan dengan variasi  $CaCo_3$  setelah dilakukan sintering.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Dari data hasil penelitian, dapat diketahui pada pengujian air nilai keausan sangat tinggi, ini berarti variasi  $CaCo_3$  akan cepat habis jika digunakan dalam kondisi terkena air.
2. Pengaruh lingkungan berupa kering, penyemprotan menggunakan air, dan oli, berpengaruh terhadap suhu yang ditimbulkan kampas rem pada saat proses pengereman. Dari semua variasi  $CaCo_3$  suhu yang dihasilkan masih di atas kampas rem indopart. Semakin rendah suhu hasil pengereman maka kerja kampas rem akan maksimal.
3. Nilai kekerasan kampas rem non asbes variasi  $CaCo_3$  dari variasi 3 gram, 4 gram dan 5 gram nilainya semakin meningkat, tapi dibandingkan dengan kampas rem indopart lebih rendah. Sehingga nilai

keausan kampas rem variasi  $CaCo_3$  lebih tinggi dari indopart, sehingga kampas variasi *Calcium Carbonate* akan cepat habis dibanding kampas indopart.

## PERSANTUNAN

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT., yang telah banyak memberikan anugrah dan hidayah-Nya kepada peneliti khususnya.
2. Bapak Bambang W. F. dan keluarga.
3. Ayah dan ibu beserta keluarga.
4. Teman-teman satu tim. Totok Susilo, Rizki Adrianto, Eko Susilo, Darmawan, Lanang.
5. Teman-teman dan rekan-rekan semua mahasiswa Teknik Mesin UMS yang tidak dapat disebutkan satu-satu.

Terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan baik dalam segi materiil dan spirituil sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar.

Alhamdulillahirobbil Allamin..

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Siswandono, M., 2009. *Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Gesek Sepatu*. Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Mesin UMS, Agustus 2009, Surakarta.
- Anoname, 1981. *Penggunaan Asbestos Secara Aman*. Konvensi K3.
- ASM Handbook, 1990. *Friction Lubrication And Wear Technology*. ASM International Volume 18, USA.
- German, R.M., 1984. *Powder Metallurgy Science*. Metal Powder Industries Federation. Princeton, New Jersey.
- Hartomo, A. J., Rusdiharsono, A., Hardjono, D., 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*, Andi Offset . Yogyakarta.
- Kalpakjian, S., Schmid, Steven R., 2003, *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, Fourth Edition, Illinois Institute of Technology, Chicago.
- Kurniawan Alek, 2009. *Kampas Rem Berbahan Serbuk Kayu dan Serabut Kelapa*.<http://www.google.com/kampas-rem-berbahan-serbuk-kayu-dan.html>
- Setiaji, R.2009. *Laporan Awal Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Kekerasan*.[http://www.Scribd.com/doc/12359063/uji\\_kekerasan.pdf](http://www.Scribd.com/doc/12359063/uji_kekerasan.pdf) 26 Desember 2009.
- Setiaji, R.2009. *Laporan Awal Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Keausan*.[http://www.Scribd.com/doc/217044/uji\\_keausan.pdf](http://www.Scribd.com/doc/217044/uji_keausan.pdf) 26 Desember 2009.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester\\_resin](http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester_resin)
- [http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Activated\\_Carbon.jpg](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Activated_Carbon.jpg)