

**PENGARUH UKURAN BESAR BUTIR TEMBAGA (CU)  
DAN ALUMINIUM (AL) NILAI KEKERASAN, KEAUSAN,  
DAN KOEFISIEN GESEK KAMPAS REM**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program  
Studi Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**oleh:**

**MUJIONO SEPTIAWAN**

**D 200 130 057**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH UKURAN BESAR BUTIR TEMBAGA (CU) DAN  
ALUMINIUM (AL) NILAI KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK  
KAMPAS REM**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**Mujiono Septiawan**  
**D 200 130 057**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH UKURAN BESAR BUTIR TEMBAGA (CU) DAN  
ALUMINIUM (AL) NILAI KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK  
KAMPAS REM**

**OLEH**  
**MUJIONO SEPTIAWAN**  
**D 200 130 057**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Surakarta pada hari Senin, tanggal 5 Maret 2018 dan  
dinyatakan telah memenuhi syarat  
Dewan penguji:**

1. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Bambang Waluyo Febriantoko, ST. MT

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Ir. Ngafwan, MT

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

**Dekan,**



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

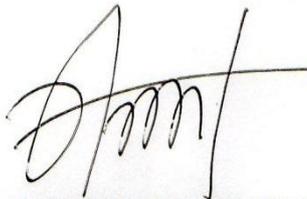
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Naskah Publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Maret 2018

Penulis



**MUJIONO SEPTIAWAN**

**D 200 130 057**

# **PENGARUH UKURAN BESAR BUTIR TEMBAGA DAN ALUMINIUM TERHADAP NILAI KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK KAMPAS REM**

## **Abstrak**

Dalam proses pembuatan kampas rem ini menggunakan bahan fiberglass, karbon tempurung kelapa, barium sulfat, kalsium karbonat, aluminium (Al) mesh 50 dan tembaga (Cu) mesh 50, 60, 100 dengan pengikat polyester dengan melakukan pengujian kekerasan standart ASTM D2240, foto mikro, keausan dan koefisien gesek pada kondisi kering, kondisi basah air, dan kondisi basah oli, dari pengujian kekerasan diperoleh nilai kekerasan tertinggi dari gabungan variasi tembaga (Cu) mesh 100 dan mesh 50 aluminium (Al) yaitu 80,69 dan hasil dari pengujian gesek mendapatkan nilai keausan tertinggi pada gabungan variasi tembaga (Cu) mesh 100 dan mesh 50 aluminium (Al) dengan hasil pengujian kering dengan nilai 19,488 mm<sup>3</sup>/jam, pengujian air dengan nilai 38,562 mm<sup>3</sup>/jam, dan pada pengujian oli dengan nilai 18,645 mm<sup>3</sup>/jam dan nilai koefisien gesek tertinggi pada gabungan variasi tembaga mesh 100 dan aluminium mesh 50 dengan nilai pengujian kering sebesar 0,7311, kondisi air dengan nilai 0,7764 dan pada pengujian oli sebesar 0,6203. Dari hasil pembahasan hasil pengujian dapat disimpulkan besar butiran tembaga (Cu) mempengaruhi nilai kekerasan, keausan dan koefisien gesek pada kampas rem.

**Kata Kunci:** Karbon Tempurung Kelapa, Serbuk Tembaga, Serbuk Aluminium, polyester, Kekerasan, Keausan, Koefisien Gesek

## **Abstract**

*In the process of making this brake pad using fiberglass material, coconut shell carbon, barium sulfate, calcium carbonate, aluminum (Al) mesh 50 and copper (Cu) mesh 50, 60, 100 with polyester binder by conducting ASTM D2240 standard hardness testing, , micro photo, wear and coefficient of friction on dry conditions, wet conditions of water, and oil wet conditions. From hardness testing obtained the highest hardness value of the combined variations of copper (Cu) mesh 100 and mesh 50 aluminum (Al) is 80.69 and the result of the friction test obtains the highest wear value on a mix of 100 mesh copper (Cu) variations and mesh 50 aluminum (Al) with dry test result with value 19,488 mm<sup>3</sup> / hour, water test with value of 38,562 mm<sup>3</sup> / hour, and on an oil test with a value of 18.645 mm<sup>3</sup> / hour and the highest coefficient of friction on the combined variations of copper mesh 100 and aluminum mesh 50 with dry test value of 0.7311, water conditions with a value of 0.7764 and at the oil test of 0.6203. From the results of the discussion of the test results can be concluded the large grains of copper (Cu) affect the value of hardness, wear and coefficient of friction on brake pads*

**Keywords:** Coconut Coconut Oil, Copper Powder, Aluminum Powder, Polyester, Hardness, Wear, Coefficient of Strength

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan teknologi sistem pengereman mengalami perkembangan yang pesat. Adanya sistem rem ABS (anti-lock braking system) yang berfungsi mencegah roda terkunci saat terjadi pengereman mendadak, sistem EBD (electronic brake distribution) yang berfungsi untuk mengatur tekanan minyak rem yang berbeda ke setiap roda dalam berbagai kondisi jalan, kecepatan, dan beban, serta sistem brake assist(BA)/ emergency brake assist (EBA) yang berfungsi menambah tekanan pengereman secara otomatis dengan mengukur kecepatan pedal rem yang diinjak. Namun semua hal itu tidak lepas dari yang namanya kampas rem.

Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan saat berkendara. Kampas rem secara umum yang ada di pasaran ada yang berbahan asbestos dan non-asbestos. Bahan yang terbuat dari asbestos memiliki kekurangan seperti pada dalam keadaan basah kampas akan terjadi blong atau kurang pakem, suhu maksimalnya 200°C, debunya dapat membahayakan kesehatan dan lebihharganya harganya lebih murah sedangkan bahan kampas rem non asbestos bahan serat 4-5 jadi dalam keadaan basah masih pakem,suhu maksimalnya 360°C, ramah lingkungan dan kekurangannya harganya lebih mahal.

Dalam hal ini peneliti ingin menggunakan bahan non-asbes. Karena lebih ramah lingkungan dan hanya memanfaatkan serat-serat alam yang memiliki karateristik yang baik serta harganya relatif terjangkau. Indonesia, merupakan negara penghasil kelapa terbesar di dunia dan pohon kelapa sendiri memiliki banyak fungsi mulai dari daun hingga akar, salah satunya tempurung kelapa sendiri. Tempurung kelapa hanya terbatas penggunaannya sebagai bahan bakar, arang aktif dan bahan baku pembuatan obat nyamuk. Kegunaan lain lagi dari tempurung kelapa bisa digunakan untuk bahan alternatif serat penguat gesek. Karena tempurung kelapa memiliki karakter fisik dan mekanik

yang baik yaitu kekerasan dan kerapatan tinggi, serta serapan air yang rendah (Kiswiranti, dkk. 2009).

Tembaga dan alumunium merupakan bahan pengantar listrik dan panas yang baik. Biasa digunakan dalam perangkat electronik dan dunia permesinan. Sehingga dalam hal ini penggunaan tembaga dan alumunium sangat cocok sebagai pengisi dari kampas rem itu sendiri, karena untuk mengantarkan panas yang terjadi akibat gesekan antara kampas rem dengan piringan atau tromol.

Sehingga dalam hal ini peneliti menggunakan bahan karbon tempurung kelapa, tembaga mesh 50,60, 100, dan alumunium mesh 50, bermetriks polyester dengan melakukan pengujian kekerasan dengan standar ASTM D2240, pengujian foto mikro, pengujian keausan dan koefisien gesek pada kondisi kering, pengaruh air, pengaruh oli dengan perbandingan variasi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian yaitu :

- 1) Bagaimana pengaruh ukuran besar butiran tembaga dan alumunium terhadap nilai kekerasan pada variasi kampas rem?
- 2) Bagaimana pengaruh ukuran besar butiran tembaga dan alumunium terhadap nilai keausan pada variasi kampas rem?
- 3) Bagaimana pengaruh ukuran besar butiran tembaga dan alumunium terhadap nilai koefisien gesek pada variasi kampas rem?

## **1.3 Batasan Masalah**

Untuk mengurangi kompleksitas dan pembahasan yang meluas, maka lingkup penelitian ini di batasi sebagai berikut :

- 1) Bahan yang diuji adalah karbon tempurung kelapa, serbuk alumunium, serbuk tembaga, barium sulfat, kalsium karbonat, fiberglass, bermetriks poliester.

- 2) Pengujian sifat mekanis dibatasi pada pengujian keausan dan koefisien gesek pada kondisi kering, basah, dan oli, pengujian kekerasan dengan standart ASTM D2240.
- 3) Penggunaan Alumunium mesh 50.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, sebagai berikut:

- 1) Mengetahui nilai kekerasan kampas rem dengan variasi Tembaga mesh 50, 60, 100 dan Alumunium mesh 50 dibandingkan dengan kampas rem merk Win Part
- 2) Mengetahui nilai keausan kampas rem dengan variasi Tembaga mesh 50, 60, 100 dan Alumunium mesh 50 dibandingkan dengan kampas rem merk Win Part
- 3) Mengetahui nilai koefisien gesek kampas rem dengan variasi Tembaga mesh 50, 60, 100 dan Alumunium mesh 50 dibandingkan dengan kampas rem merk Win Part.

#### **1.5 Tinjauan Pustaka**

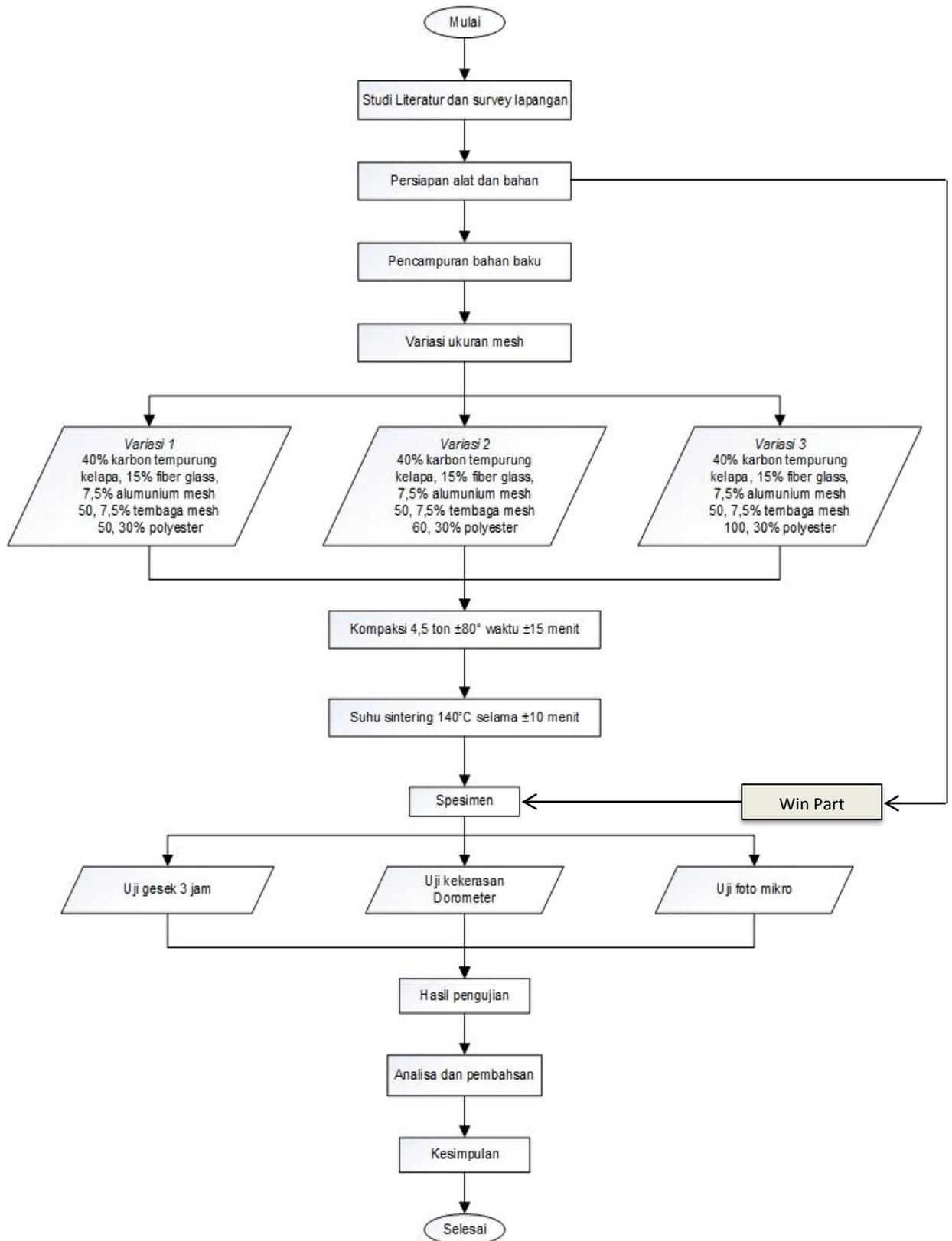
Santoso, dkk. (2016) melakukan penelitian tentang komposisi serbuk tempurung kelapa 20%, serbuk alumunium 40%, resin 40% memiliki angka yang mendaki kampas pembanding dengan nilai keausan  $0,071.10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg. Komposisi serbuk tempurung kelapa 20%, serbuk alumunium 40%, resin 40% memiliki angka yang mendaki kampas pembanding dengan nilai kekerasan 16,8 kgf/mm<sup>2</sup>. Dengan melakukan variasi komposisi serbuk tempurung kelapa sangat berpengaruh terhadap angka keausan dan angka kekerasan.

Desi Kiswiranti (2007) berpendapat bahwa serbuk tempurung kelapa dapat di jadikan sebagai bahan alternatif serat penguat bahan friksi non asbes pada pembuatan kampas rem pada sepeda motor. Hal ini disebabkan serbuk tempurung kelapa memiliki tingkat kekerasan 50-80 kgf.mm<sup>-2</sup> dan keausan  $5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/kg.

Irfan, Pramuko IP, Ngafwan. (2009) melakukan penelitian tentang kampas rem gesek dengan memberikan waktu sintering pada tekanan kompaksi sebesar 10 menit. Keausan suatu bahan komposit semakin besar atau semakin mudah aus dapat dipengaruhi oleh besarnya waktu yang diberikan pada proses kompaksi. Bila waktu penekanannya semakin besar maka tingkat keausan pun juga semakin besar. Nilai kekerasan suatu bahan juga terpengaruh oleh besar waktu penekanan kompaksi yang diberikan dalam proses pembuatan bahan kampas rem. Dalam pembuatan kampas, nilai kekerasan kampas juga berpengaruh dengan semakin besar kompaksi yang dibebankan maka semakin keras pula komposit tersebut. Karena komposit tersebut sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam proses pembuatan dari bahan menjadi komposit dan beberapa penyebabnya yaitu: variasi bahan, beban kompaksi yang diberikan serta lamanya beban kompaksi, dan pemanasan (*sinter*).

## **2. METODE**

### **2.1 Diagram Alir**



**Gambar 1.** Diagram Alir

## 2.2 Bahan dan Alat Penelitian

### 1) Bahan

Serbuk Tembaga Variasi Mesh 50, 60, dan 100, *Polyester BQTN 157*, *Fiberglass*, karbon kulit bambu, serbuk  $CaCO_3$ , Serbuk *Barium Sulfat*, *epoxy resin (A)* dan *epoxy hardener (B)*,

### 2) Alat

Mesin press, heater, dies (cetakan), *thermocontrol*, Plat kampas, jangka sorong, oven, blender, non-contact infrared thermometer, clamp meter, digital tachometer, timbangan digital

### 3) Alat Pengujian

Alat uji kekerasan Durometer Shore D, alat uji gesek dan alat uji foto mikro

## 2.3 Langkah Penelitian

### 2.3.1 Prosedur Pembuatan Kampas

Pada penelitian ini menggunakan ukuran butiran alumunium dan butiran tembaga sebanyak 9 pasang (18 spesimen) dengan berbagai pengujian yaitu pengujian kekerasan, pengujian gesek, dan pengujian foto mikro.



**Gambar 2** Kampas Rem

- a. Mempersiapkan bahan dan alat

- b. Melakukan penimbangan menggunakan timbangan digital sesuai dengan komposisi bahan yang digunakan.
- c. Lalu proses pencampuran bahan-bahan kering seperti fiberglas, karbon, tembaga, alumunium, barium sulfat dan calsium karbonat menggunakan blender
- d. Setelah bahan-bahan kering tercampur semua, lalu mencampur bahan kering tersebut dengan poliester, cobalt dan katalis secara manual di aduk-aduk sampai merata, setelah itu bahan udah tercampur semua di masukan ke dalam cetakan yang sebelumnya sudah dipasang plat kampak dan dikasih perekat.
- e. Kemudian cetakan di press dengan beban 4,5 ton selama 20 menit dengan suhu 80°C dan setelah selesai cetakan di diamkan selama 30 menit baru kemudian plat kampak dilepas dari cetakan.
- f. Kampak yang sudah jadi di sintering dengan suhu 140°C selama 10 menit setalh ini kampak bisa dilakukan pengujian kekerasan, pengujian gesek dan pengujian foto mikro, setelah itu diambil data dari pengujian tersebut.

### 2.3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat Durometer shore D dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan kampak rem pada beberapa bagian sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan rata-rata dari setiap bagian.

### 3.2.3 Pengujian Gesek

Pengujian gesek digunakan untuk mengetahui nilai keausan dan koefisien gesek kampak rem. Untuk menghitung nilai keausan menggunakan rumus:

$$Keausan = \frac{(T0 - T1)A}{t}$$

Dimana :

T0 = tinggi awal kampas (mm)

T1 = tinggi akhir kampas (mm)

T = lama waktu pengujian (jam)

A = luas permukaan kampas (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk mencari nilai koefisien gesek menggunakan rumus :

$$\mu = \frac{T}{2 \times F_n \times r}$$

dimana :

$\mu$  = koefisien gesek

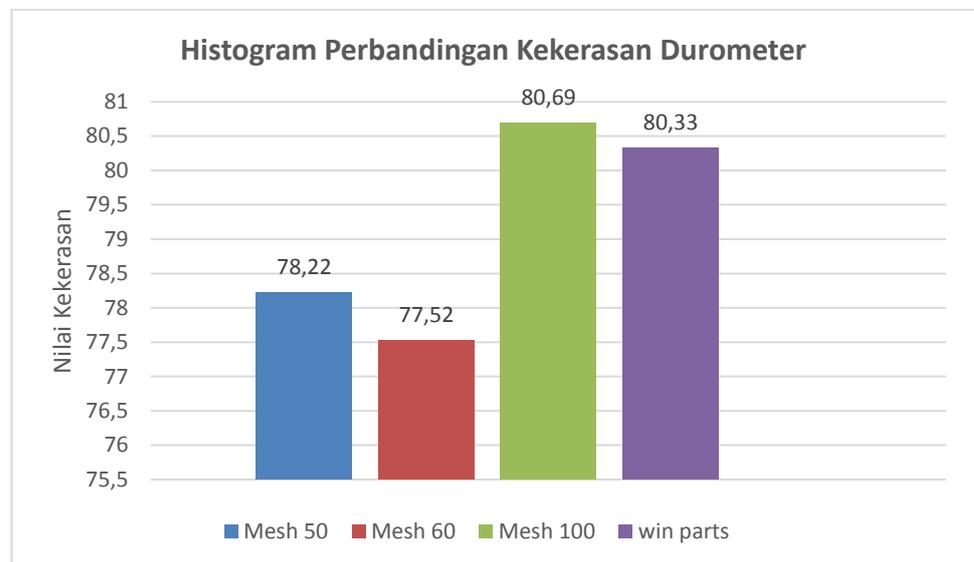
T = Torsi (N.m)

F<sub>n</sub> = beban (N)

r = jarak dari titik pembebanan ke kampas (m)

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Kekerasan Durometer Shore D

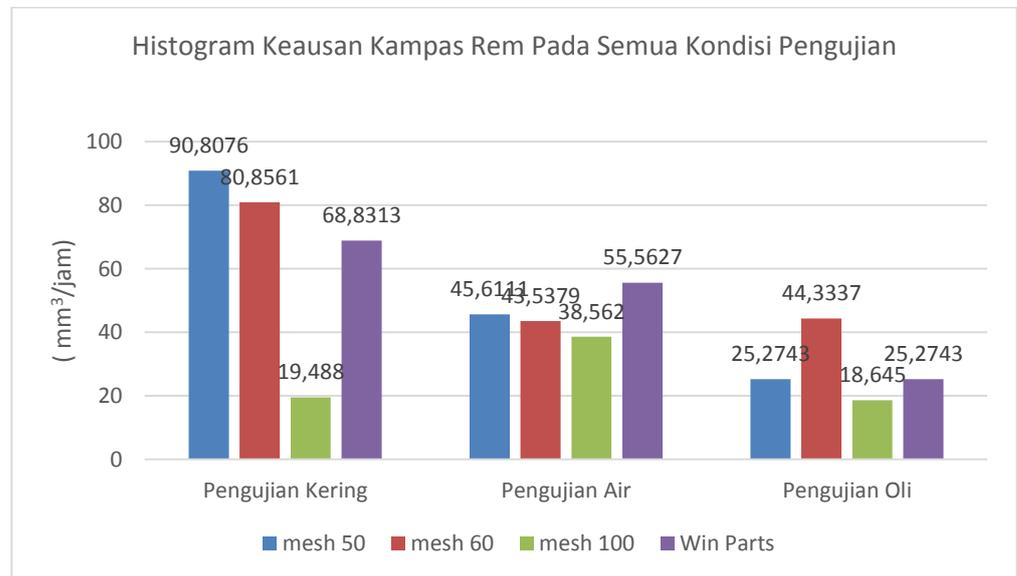


**Gambar 3** Histogram Perbandingan Kekerasan Durometer Shore D

Dari pengujian kekerasan ini didapatkan nilai kekerasan variasi kampas tembaga mesh 50 dan alumunium mesh 50 sebesar 78,22, variasi kampas tembaga mesh 60 dan alumunium mesh 50 sebesar

77,52, variasi kanvas tembaga mesh 100 dan aluminium mesh 50 sebesar 80,69, dan Win Part sebesar 80,33. Dari seluruh pengujian didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada variasi kanvas tembaga mesh 100 sebesar 80,69, hal ini ukuran butiran tembaga lebih kecil sehingga pengikatan pada pencampuran bahan menjadi lebih padat dan keras. Selain itu pencampuran bahan, tekanan pada saat proses kompaksi, dan lamanya waktu kompaksi bisa mempengaruhi perbedaan nilai kekerasan.

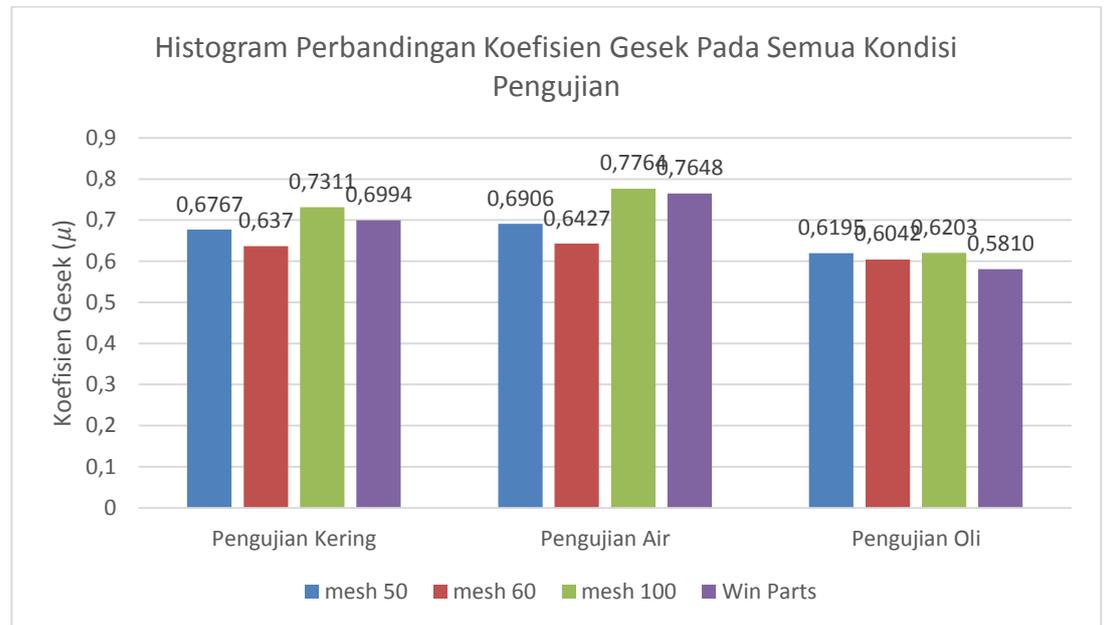
### 3.2 Hasil Perhitungan Pengujian Gesek Nilai Keausan Rata-rata



**Gambar 4** Histogram Hasil Perhitungan Pengujian Gesek Nilai Keausan pada semua kondisi

Dari hasil pengujian di atas menunjukkan nilai keausan kanvas dengan variasi tembaga mesh 100 dan aluminium dengan mesh 50 memiliki nilai pada kondisi pengujian kering 19,488 mm<sup>3</sup>/jam, kondisi pengujian air 38,562 mm<sup>3</sup>/jam, dan pada kondisi oli 18,645 mm<sup>3</sup>/jam jadi ukuran butiran tembaga yang lebih kecil menyebabkan struktur kanvas padat sehingga pori-pori pada permukaan lebih kecil dan menghambat laju keausan kanvas.

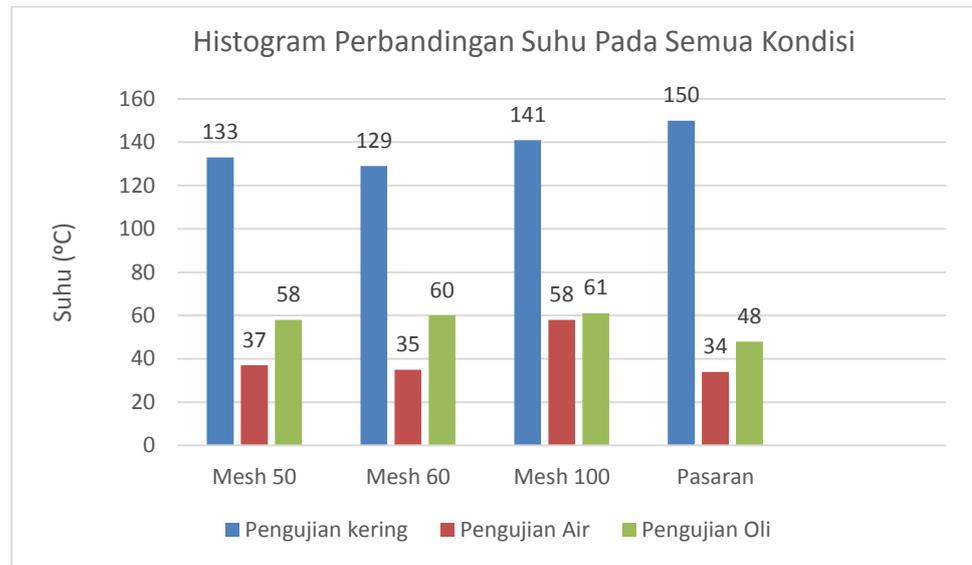
### 3.3 Hasil Perhitungan Pengujian Gesek Nilai Koefisien Gesek Rata-rata



**Gambar 5** Histogram Perbandingan Koefisien Gesek Pada Semua Kondisi Pengujian

Dari hasil pengujian gesek di atas menunjukkan nilai koefisien gesek tertinggi adalah pada variasi mesh tembaga 100 dan mesh alumunium 50 dengan nilai pengujian kering dengan nilai 0,7311, pengujian air dengan nilai 0,7764, dan pengujian oli dengan nilai 0,6203 sehingga ukuran butiran dapat meningkatkan nilai koefisien gesek dan semakin besar nilai torsi maka nilai koefisiennya juga semakin besar.

### 3.4 Hasil pengamatan Suhu Akhir

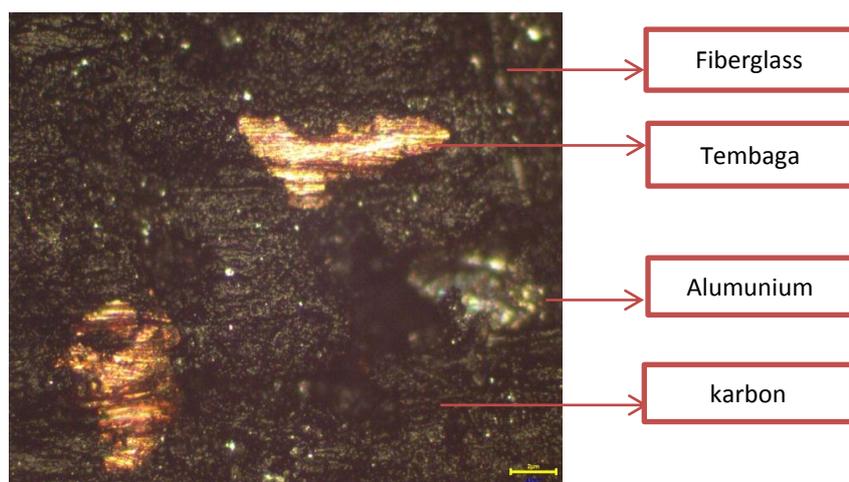


**Gambar 6** Histogram Perbandingan Suhu Pada Semua Kondisi

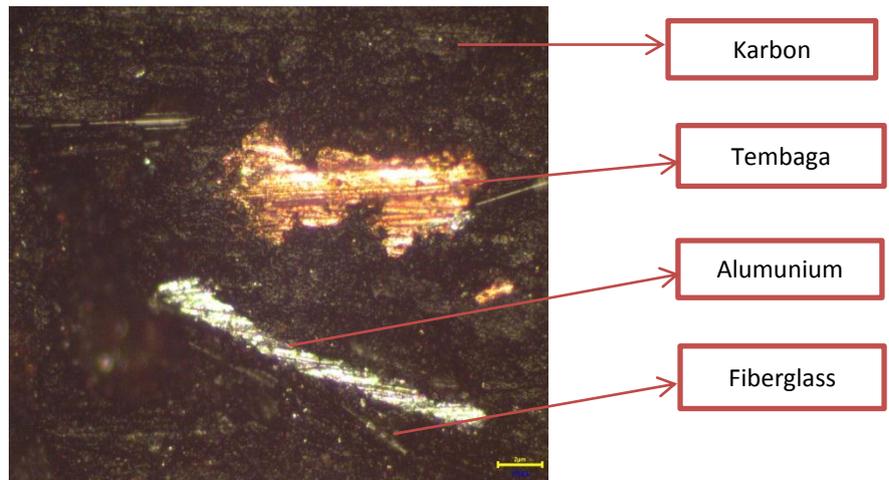
Dari hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa suhu variasi alumunium dan tembaga yang memiliki suhu tertinggi adalah mesh 100 tembaga dan mesh 50 alumunium dengan nilai pada kondisi pengujian kering  $141^{\circ}\text{C}$ , pengujian air  $58^{\circ}\text{C}$ , dan pengujian oli  $61^{\circ}\text{C}$  hal ini di sebabkan karena ukuran butiran tembaga yang kecil rambatan panas yang terjadi semakin cepat.

### 3.5 Hasil Pengujian Foto Mikro

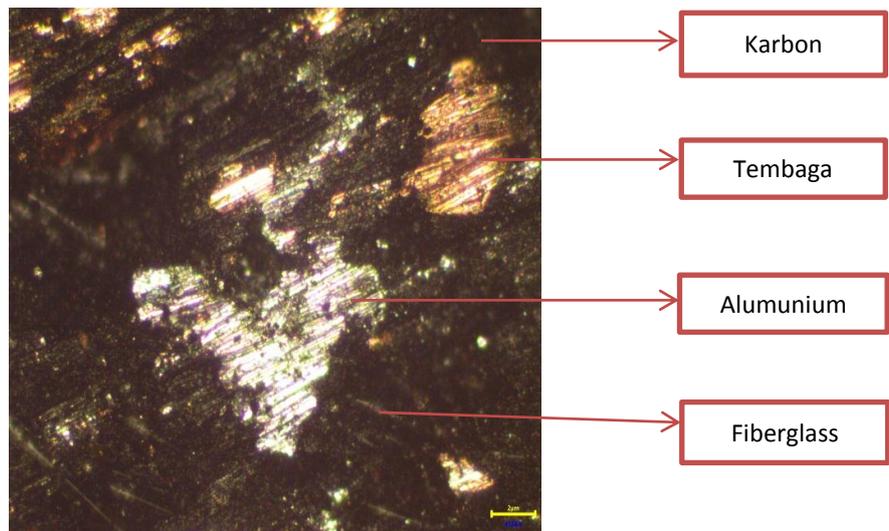
#### 3.5.1 Foto Mikro Kampas Sebelum Pengujian Gesek



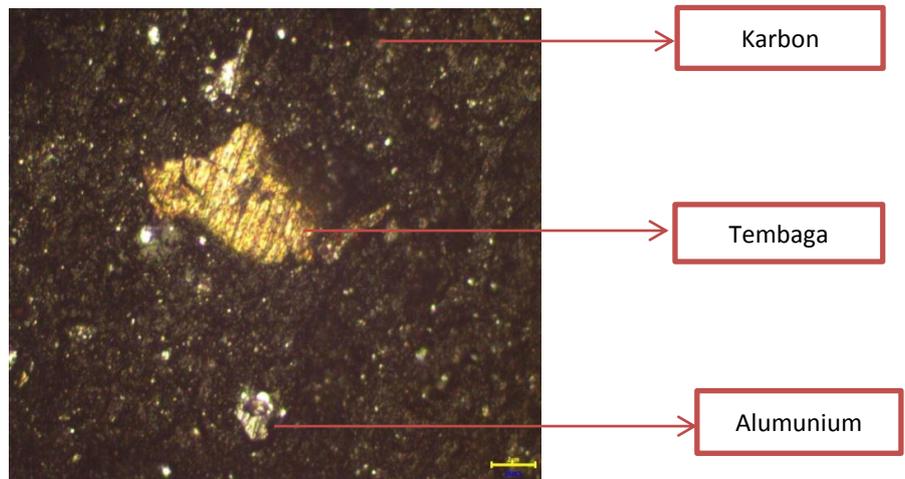
**Gambar 7** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 50 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



**Gambar 8** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 60 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



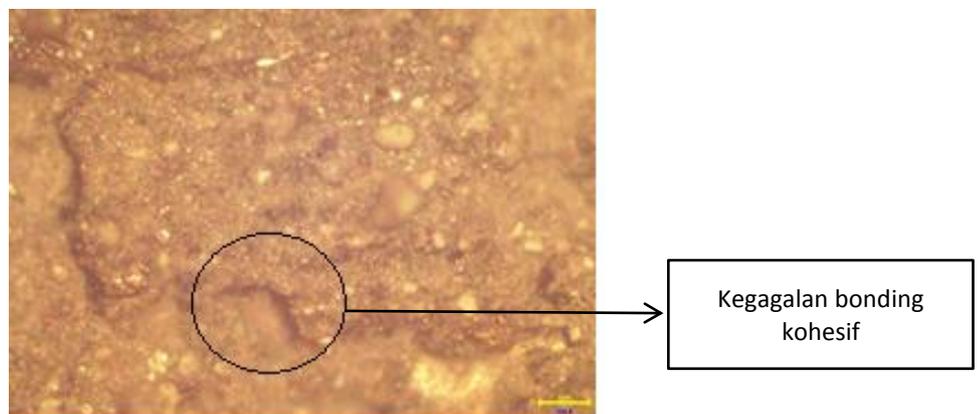
**Gambar 9** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 100 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



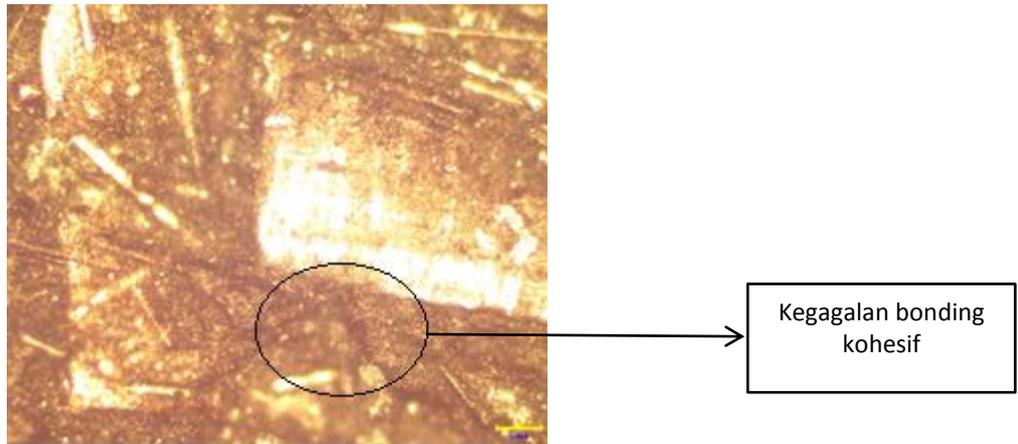
**Gambar 10** Foto Mikro dari Win Part

Dari pengujian struktur mikro diatas menunjukkan bagian-bagian yang menyusun kamps yaitu tembaga, alumunium, fiberglass, dan karbon dengan ukuran mesh tertentu dan dalam hal ini resin polyester telah tercampur merata mengikat tembaga, alumunium, fiberglass, dan karbon.

### 3.5.2 Foto Mikro Kamps Setelah Pengujian Gesek

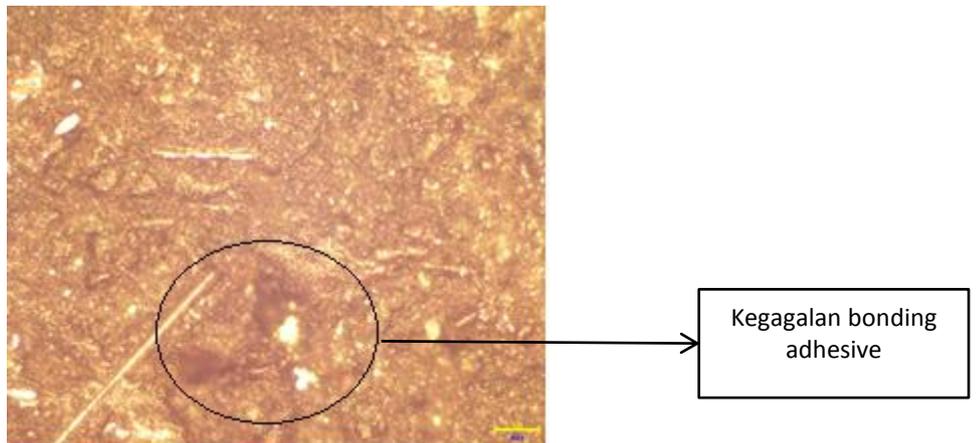


**Gambar 11** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 50 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



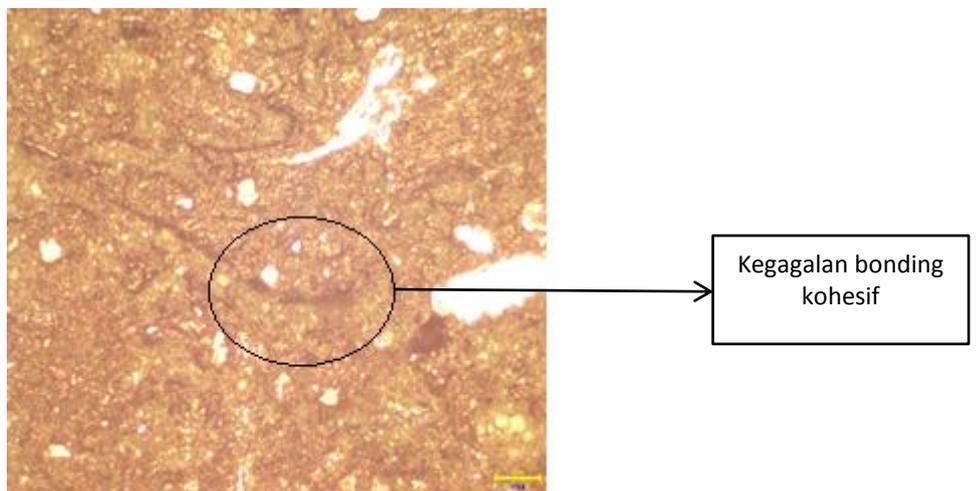
Kegagalan bonding kohesif

**Gambar 12** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 60 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



Kegagalan bonding adhesive

**Gambar 13** Foto Mikro dengan variasi tembaga mesh 100 dan alumunium mesh 50 pembesaran 100x



Kegagalan bonding kohesif

**Gambar 14** Foto Mikro dari Win Part

Dari pengujian struktur mikro sebelum pengujian menunjukkan beberapa bagian penyusun kanvas mulai dari tembaga, aluminium, karbon, fiberglass, dan pengikat polyester yang saling mengikat rata antar partikel dan setelah itu dilakukan pengujian gesek selama 3 jam pada permukaan kanvas dan terjadi adanya kegagalan bonding adhesive dan kegagalan bonding kohesif. Kegagalan bonding adhesive yaitu fenomena lepasnya ikatan antar partikel yang disebabkan polyester dengan tembaga atau aluminium tidak menyatu dengan baik, sedangkan kegagalan bonding kohesif yaitu fenomena pecah patahnya ikatan polyester terhadap kanvas yang kurang kuat.

#### **4. PENUTUP**

##### **4.1 Kesimpulan**

- a. Nilai kekerasan kanvas rem dengan variasi tembaga mesh 100 dan aluminium mesh 50 memiliki nilai paling besar yaitu 80,69 skala shore D dan sedangkan nilai kekerasan terendah pada variasi tembaga mesh 60 dan aluminium mesh 50 dengan nilai 77,52 shore D dari hasil tersebut di simpulkan besar butiran tembaga dan aluminium mempengaruhi nilai kekerasan kanvas rem.
- b. Dari hasil pengujian keausan kanvas menunjukkan bahwa variasi kanvas tembaga mesh 100 dan aluminium mesh 50 memiliki nilai keausan paling rendah dari semua pengujian dari pengujian kering dengan nilai 19,488 mm<sup>3</sup>/jam, pengujian air dengan nilai 38,562 mm<sup>3</sup>/jam, dan pada pengujian oli dengan nilai 18,645 mm<sup>3</sup>/jam jadi besar butiran tembaga dan aluminium sangat mempengaruhi nilai keausan kanvas rem yang di sebabkan struktur kanvas yang padat akan memperlambat laju keausan itu sendiri.
- c. Hasil pengujian gesek menunjukkan nilai koefisien gesek dengan nilai tertinggi pada semua kondisi yaitu variasi tembaga mesh 100 dan aluminium mesh 50 dengan nilai pengujian kering sebesar 0,7311,

kondisi air dengan nilai 0,7764 dan pada pengujian oli sebesar 0,6203. Dari hasil pegujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran butiran maka akan meningkatkan koefisien gesek dari kondisi kering, air maupun oli dan semakin besar nilai torsi maka akan semakin besar nilai koefisien geseknya.

## **PERSANTUNAN**

Assalamualikum Wr. Wb

Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala hormat ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bapak Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bapak Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT selaku pembimbing tugas akhir.

Bapak Bambang Waluyo F, ST.MT yang telah membantu dalam penyediaan alat-alat penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir

Keluarga tercinta dan sahabat yang selalu memberikan dukungan semangat baik moril maupun materil.

Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

## **DAFTAR PUSTAKA**

ASTM D2240-**Durometer Hardness**

Calister, Mc. Graw Hill. 2005. *Material Science*, London.

German. R.M., 1984. *Powder Metallurgi Science. Metal Power Federation*.  
Princeton, New Jersey.

Gibson, R.F., 1994. *Principle Of Composite Material Mechanic*. McGraw-Hill  
International Book Company, New York.

- Irfan, Pramuko, Ngafwan.,(2009) *pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap ketahanan kampas rem gesek sepatu*. Laporan tugas akhir fakultas teknik mesin UMS, 2009, Surakarta
- Kiswiranti, Sugiarto, Hindarto N, Sutikno., (2009) *pemanfaatan serbuk tempurung kelapa sebagai alternatif serat penguat bahan friksi non-asbestos pada kampas rem sepeda motor*. Semarang : jurnal jurusan fisika, fakultas matematika, dan ilmu pengetahuan alam. Universitas Negeri Semarang
- Kiswiranti Desi., (2007) *pemanfaatan serbuk tempurung kelapa sebagai alternatif serat penguat bahan friksi non-asbestos pada pembuatan kampas rem sepeda motor*. Semarang : skripsi fisika, Universitas Negeri Semarang
- Santoso, Estriyanto Yuyun, Wijayanto Danar Susilo., (2016) *Pemanfaatan campuran serbuk tempurung kelapa dan aluminium sebagai material alternatif kampas rem sepeda motor non-asbestos*. Laporan tugas akhir program studi teknik mesin UNS, Surakarta
- Setiaji, Rahmawan. 2009. *Pengujian Keausan*. ([www.scribd.com](http://www.scribd.com)). Diakses pada tanggal 5 Agustus 2017
- Smith, William F. (1990). *Principles of Material Science and Engineering*, second edition. Mc. Graw Hill Publishing Company.
- Stolk, Kros., 1994, *Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*, Elemen mesin.Erlangga, Jakarta.
- Van Vliet, G.L.J, dan Both, W., 1984, *Teknologi Untuk Bangunan Mesin, Bahan-Bahan I*, Pradnya Paramita, Jakarta
- <http://www.otosentrum.com/teknologi-sistem-rem>
- <http://m-edukasi.kemdikbud.go.id>
- [www.scribd.com/doc/21704473/uji-keausan](http://www.scribd.com/doc/21704473/uji-keausan)