

**PENGARUH BESAR BUTIR ALUMINIUM-SILIKON (Al-Si)
MESH 70, 80, DAN 100 DENGAN SERAT DAUN PANDAN DURI
DAN *FIBERGLASS* TERHADAP NILAI PENGUJIAN
KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK PADA
KAMPAS REM**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

PUPUT WIDIANTO

D 200 140 019

**PRGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH BESAR BUTIR ALUMINIUM-SILIKON (Al-Si)
MESH 70,80, DAN 100 DENGAN SERAT DAUN PANDAN DURI
DAN FIBERGLASS TERHADAP NILAI PENGUJIAN
KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK PADA
KAMPAS REM**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

PUPUT WIDIANTO

D 200 140 019

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH BESAR BUTIR ALUMINIUM-SILIKON (Al-Si)
MESH 70, 80, DAN 100 DENGAN SERAT DAUN PANDAN DURI
DAN FIBERGLASS TERHADAP NILAI PENGUJIAN
KEKERASAN, KEAUSAN, DAN KOEFISIEN GESEK PADA
KAMPAS REM**

OLEH

PUPUT WIDIANTO

D 200 140 019

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 20 Mei 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir. Sartono Putro, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Tri Widodo Besar Riyadi, S.T., M.Sc., Ph.D

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK.682

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, 20 Mei 2020

Penulis



PUPUT WIDIANTO

D 200 140 019

**PENGARUH BESAR BUTIR ALUMINIUM-SILIKON (Al-Si) MESH 70, 80,
DAN 100 DENGAN SERAT DAUN PANDAN DURI DAN FIBERGLASS
TERHADAP NILAI PENGUJIAN KEKERASAN, KEAUSAN, DAN
KOEFSIEN GESEK PADA KAMPAS REM**

Abstrak

Pada penelitian ini peneliti ingin memahami dan membuat sampel kampas rem sepeda motor dengan menggunakan bahan komposit yang ramah lingkungan dengan beberapa variasi komposisi bahan untuk mengetahui tingkat kekerasan, keausan dan koefisien gesek kampas rem tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fiberglass, serbuk aluminium (Al-Si) variasi mesh 70, 80, 100, serat daun pandan duri, kalsium karbonat, barium sulfat dan resin polyester BQTN 157 dengan katalis sebagai pengikat/matriks. Kemudian diuji gesek dengan beban 16 kg selama 3 jam dengan uji kering, uji air, uji oli lalu dihitung keausan dan koefisien gesek, dan diuji kekerasan dengan menggunakan alat Durometer dengan standar ASTM D2240. Dari hasil uji kekerasan nilai tertinggi pada variasi aluminium (Al-Si) mesh 70, 80, 100 adalah aluminium mesh 100 dengan nilai sebesar 89,48 HD. Hasil pengujian gesek nilai keausan tertinggi pada semua kondisi dari variasi aluminium (Al-Si) mesh 100 yaitu pengujian kering 42.44 mm³/jam, air 22.81 mm³/jam, oli 26.21 mm³/jam. Dari hasil pengujian gesek di dapat nilai koefisien gesek nilai tertinggi pada semua kondisi variasi aluminium (Al-Si) mesh 100 yaitu pengujian kering 0.663, air 0.644, dan oli 0.661. Pada foto mikro setelah diuji gesek kampas rem variasi mesh 70 mengalami kegagalan bonding adhesive sedangkan variasi mesh 80 dan 100 mengalami kegagalan bonding kohesif. Dari hasil pembahasan dapat di simpulkan besar butiran aluminium (Al-Si) mempengaruhi nilai kekerasan, keausan dan koefisien gesek kampas rem.

Kata kunci: serbuk Al-Si, serat daun pandan duri, fiberglass

Abstracts

In this study the researchers wanted to understand and make motorcycle brake pads using composite materials that are environmentally friendly with several variations in material composition to determine the level of hardness, wear and coefficient of friction of the brake lining. The materials used in this study were fiberglass, aluminum powder (Al-Si) variations of mesh 70, 80, 100, pandanus leaves fiber spines, calcium carbonate, barium sulfate and BQTN 157 polyester resin with catalyst as a binder/matrix. Then the friction with a load of 16 kg was tested for 3 hours with a dry test, water test, oiled test and then calculated the wear and coefficient of friction, and tested the hardness by using a Durometer with ASTM D2240 standard. From the results of the hardness test the highest value on the variation of aluminum (Al-Si) mesh 70, 80, 100 is 100 aluminum mesh with a value of 89.48 HD. The highest friction test results on all conditions of the variation of aluminum (Al-Si) mesh 100 are dry testing 42,44 mm³/hour, water 22,81 mm³/hour, oil 26,21 mm³/hour. From the results of friction testing the highest value of coefficient of friction can be obtained on all conditions of aluminum (Al-Si) mesh 100 variation, dry test 0.663, water 0.644, and

oil 0.661. In the micro photo after being tested the friction of the 70 mesh variation brake pad experienced bonding adhesive failure while the 80 and 100 mesh variation experienced cohesive bonding failure. From the results of the discussion it can be concluded that large amounts of aluminum granules (Al-Si) affect the value of hardness, wear and friction coefficient of brake lining.

Keyword: Al-Si powder, pandanus leaves fiber spines, fiberglass

1. PENDAHULUAN

Pemakaian kampas rem biasanya tidak lebih dari 10000 kali kontak pengeraman, artinya penggunaan dalam kota bisa jadi tidak lebih dari 6 bulan, apalagi terjadi keluhan umur yang lebih pendek akibat kampas rem ausnya tidak rata, sehingga pengeraman tidak efektif atau tukar-tukar adaptor rem. Keausan tidak merata bisa diakibatkan tekanan yang kurang seragam, akibat pemasangan yang kurang tepat, misalnya terlalu kencang pada pinnya, sehingga pin bukan berfungsi sebagai pin, tetapi sebagai titik putar yang mati. (Gustav Niemann, 1981)

Kekuatan bahan komposit partikel rem, sangat dipengaruhi besar partikel bahan matriknya dan proses pembuatannya. Kekuatan komposit partikel diperoleh maksimal pada ukuran 0,01 sampai 0,1 mm dan kekuatan *surface bonding*, pengepresan, dan *sintering*. Proses tersebut sangat jarang dipaparkan para produsen kampas rem, sehingga perlu adanya penelitian tentang : bahan dan proses yang standar secara ilmiah agar kampas rem bisa mudah dibuat di negara kita, sehingga sangat perlu pengembangan penelitian ini secara terus menerus. (Calister, 2005)

Serat daun pandan duri merupakan serat alami alternatif dalam pembuatan komposit, yang pemanfaatnya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dikemudian hari. Serat daun pandan duri didapat dengan cara membusukkan daun pandan sehingga serat dapat dengan mudah dipisahkan dengan bagian daun yang lain. Serat daun pandan duri yang digunakan pada penelitian berfungsi sebagai bahan penguat pada pembuatan komposit. Massa jenis serat daun pandan duri yaitu $0,96 \text{ gr/cm}^3$ (Salahudin, 2012).

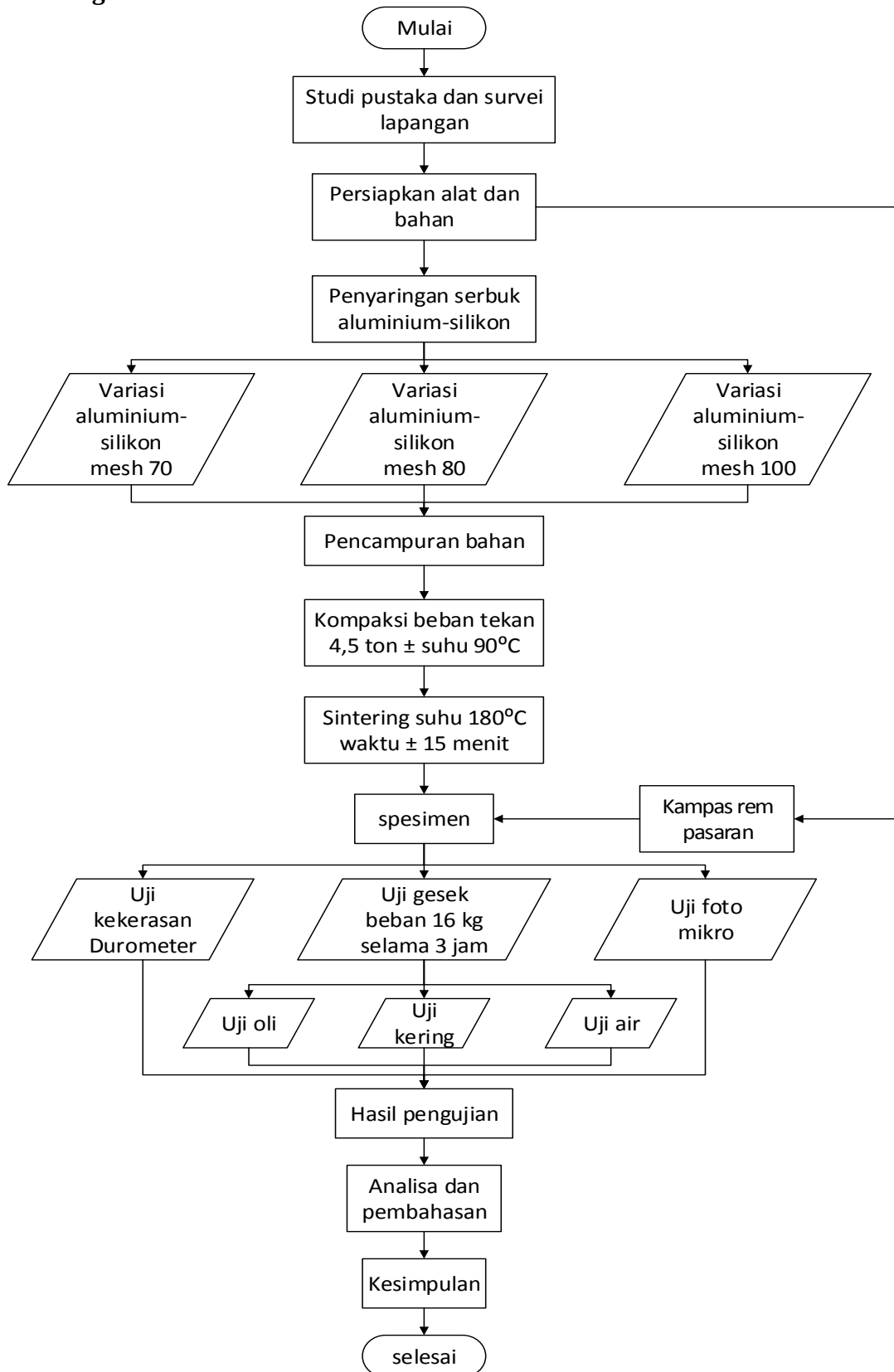
Aluminium merupakan logam dengan struktur kristal kubus, logam ini mudah ditempa, ulet, dan merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Faktor ukuran butiran serbuk mempengaruhi melekatnya serbuk dan epoxy sebagai penguat dan juga mempengaruhi nilai yang dihasilkan semakin kecil ukuran serbuk maka akan merekat

semakin kuat. Disamping itu serbuk yang tidak merata di dalam komposit menyebabkan penumpukan serbuk pada titik-titik tertentu yang mengakibatkan serbuk kurang mampu menahan beban yang diberikan. Kekuatan bahan komposisi partikel rem, sangat dipengaruhi oleh besar partikel, bahan matriknya dan proses pembuatannya, maka diambil langkah untuk mengatasi hal tersebut dengan membuat kampas rem yang ramah lingkungan dengan menggunakan bahan serat daun pandan duri, *fiberglass*, barium sulfat, kalsium karbonat dan serbuk aluminium dengan ukuran *mesh* 70, 80, dan 100 dengan matriks polyester.

Dalam penelitian ini, peneliti ingin mencari alternatif bahan kampas rem yang ramah lingkungan. Dengan memadukan serat alam dan serat buatan, yaitu serat daun pandan duri dan *fiberglass* dengan variasi Aluminium Silikon ukuran *mesh* 70, 80, dan 100. Pada bahan ini dipadukan dengan *barium sulfat*, *calcium carbonat*, dan *polyester* sebagai pengikatnya serta melakukan pengujian kekerasan ASTM D2240, pengujian foto mikro, pengujian keausan, dan koefisien gesek pada kondisi kering, air, dan oli yang mengacu standar SNI 09-2663-1992.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2. Bahan dan Alat

2.2.1. Bahan

- a) Resin Polyester BQTN 157
- b) Katalis
- c) Barium Sulfat
- d) Kalsium Karbonat
- e) Serbuk Aluminium-Silikon
- f) Plat Kampas rem bekas
- g) Anti Lengket
- h) Lem Epoxy
- i) Serat Daun Pandan Duri
- j) Fiberglass

2.2.2. Alat

- a) Mesin Press
- b) Cetakan (Dies)
- c) Heater
- d) Thermocontrol
- e) Infrared Thermometer
- f) Digital Tachometer
- g) Clamp meter
- h) Jangka Sorong
- i) Oven
- j) Kikir
- k) Alat uji gesek
- l) Alat uji kekerasan (Durometer Shore-D)
- m) Alat uji Foto Mikro

2.3. Langkah Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan variasi ukuran besar butiran Aluminium-silikon (Al-Si) sebanyak 18 spesimen. Dari masing-masing jenis variasi kampas rem digunakan untuk pengujian dilakukan berbagai pengujian yaitu pengujian kekerasan, pengujian gesek, dan foto mikro.



Gambar 2 Kampas rem

- a) Mempersiapkan bahan dan alat.
- b) Melakukan perhitungan komposisi secara tepat.
- c) Setelah melakukan perhitungan komposisi secara tepat, bahan-bahan ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai dengan komposisi masing-masing bahan.
- d) Kemudian proses pencampuran bahan-bahan material kering, dicampur dengan menggunakan gelas plastik dan diaduk agar hasil dari pencampuran material dapat tercampur secara merata seperti fiberglass, serbuk aluminium (Al-Si), barium sulfat, kalsium karbonat, dan serat daun pandan duri.
- e) Setelah bahan-bahan kering tercampur semua, selanjutnya resin polyester dituangkan kedalam campuran bahan dan diaduk-aduk sampai merata, kemudian bahan dimasukkan kedalam cetakan yang sebelumnya telah dipasang plat kampas sebagai tempat bahan kampas rem yang diberi perekat epoxy resin.
- f) Langkah selanjutnya yaitu pengepresan dengan beban 4,5 ton dengan suhu 90°C selama 10 menit, lalu kampas dilepas dari cetakan dan di oven dengan suhu 180°C dengan waktu 15 menit.
- g) Setelah dicetak dan di oven, kampas rem kemudian dilakukan pengujian kekerasan, uji gesek, foto mikro sebelum pengujian gesek, dan foto mikro setelah pengujian gesek, setelah itu diambil data dari pengujian tersebut.

2.3.1. Pengujian kekerasan

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

2.3.2. Pengujian Gesek

Pengujian gesek dilakukan untuk mengetahui nilai keusan dan koefisien gesek kampas rem. Untuk menghitung nilai keausan menggunakan rumus:

$$Keausan = \frac{(T_0 - T_1)A}{t}$$

dimana:

T_0 : Tinggi awal (mm)

T_1 : Tinggi akhir (mm)

t : lama waktu pengujian (jam)

A : Luas permukaan (mm²)

Untuk mencari nilai koefisien gesek menggunakan rumus:

$$\mu = \frac{T}{(2 \cdot F_n \cdot r)}$$

dimana:

μ : Koefisien Gesek

T : Torsi (N.m)

F_n : Beban (N)

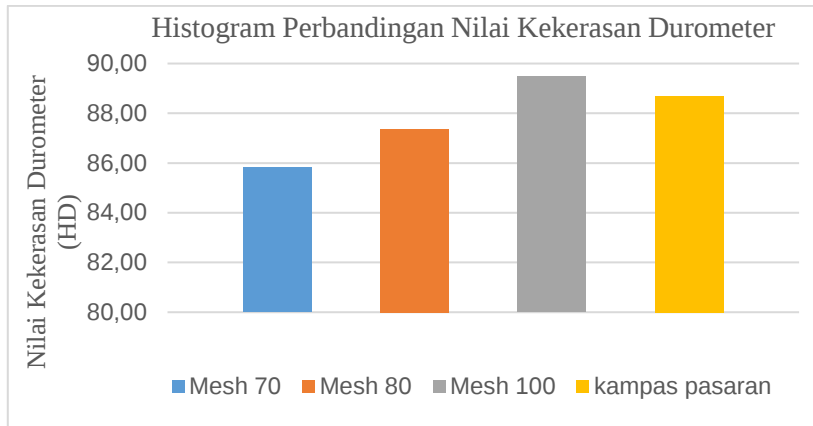
r : Jari-jari (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil uji kekerasan

Tabel 1 Hasil uji kekerasan

No	Variasi Kampas	Nilai Kekerasan
1	Mesh 70	85,83
2	Mesh 80	87,37
3	Mesh 100	89,48
4	Kampas rem pasaran	88,70



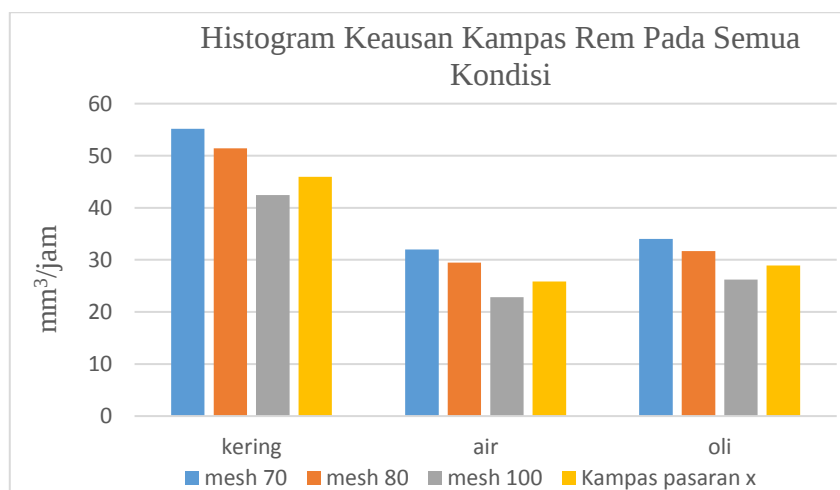
Gambar 3 Histogram perbandingan nilai kekerasan

Hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai tertinggi pada kampas rem *mesh* 100 sedangkan kekerasan kampas rem yang mendekati kampas rem *mesh* 100 ditunjukan pada kampas rem pasaran, hal ini membuktikan bahwa besar kecilnya variasi ukuran *mesh* yang digunakan akan berdampak pada nilai kekerasan.

3.2. Hasil uji keausan kampas rem pada semua kondisi

Tabel 2 Hasil Perhitungan Keausan Pada Semua Kondisi

No	Variasi Kampas	Nilai Keausan		
		kering	air	oli
1	mesh 70	55,14	32,00	34,04
2	mesh 80	51,40	29,50	31,66
3	mesh 100	42,44	22,81	26,21
4	Kampas pasaran	45,95	25,87	28,93



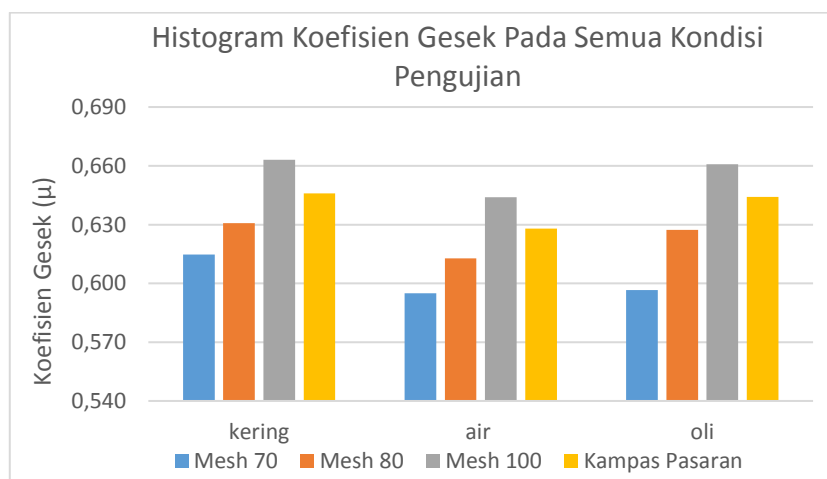
Gambar 4 Histogram perbandingan keausan kampas rem pada semua kondisi

Dari histogram perbandingan keausan rata-rata semua jenis kampas rem pada semua kondisi, diketahui bahwa nilai keausan terendah terjadi pada variasi kampas rem *mesh* 100 dikarenakan memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan juga struktur permukaan yang rapat, sedangkan keausan terendah dibawahnya terjadi pada kampas rem pasaran dengan menunjukan nilai 45,95 mm³/jam pada kondisi kering, 25,87 mm³/jam kondisi air, 28,93 mm³/jam kondisi oli, 46,87 mm³/jam. Berbeda dengan kampas variasi *mesh* 70, dan *mesh* 80 yang lebih besar nilai nilai keausannya. Hal ini bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kekerasan semakin kecil pula nilai keausan yang didapatkan.

3.3. Hasil uji koefisien gesek kampas rem pada semua kondisi

Tabel 3 Hasil Perhitungan Koefisien Gesek

No	Variasi Kampas	Koefisien gesek (μ)		
		kering	air	oli
1	mesh 70	0,615	0,595	0,597
2	mesh 80	0,631	0,613	0,627
3	mesh 100	0,663	0,644	0,661
4	Kampas pasaran	0,646	0,628	0,644



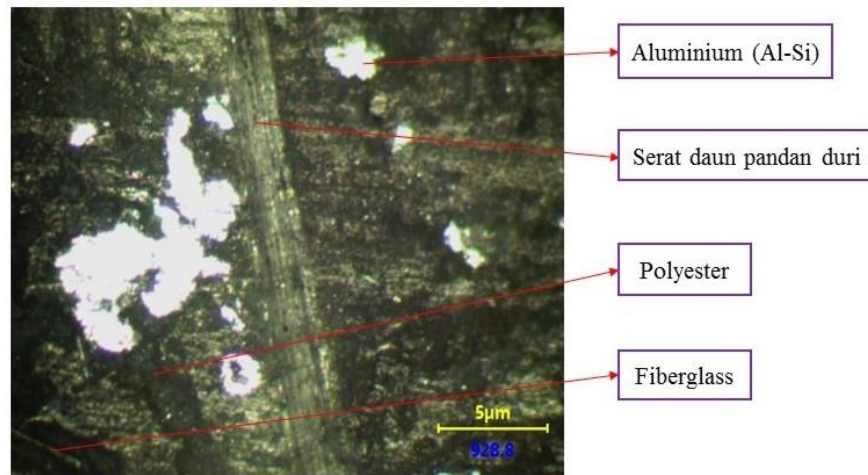
Gambar 5 Histogram perbandingan koefisien gesek kampas rem pada semua kondisi

Hasil data yang diperoleh nilai koefisien gesek tertinggi didapatkan variasi kampas rem *mesh* 100, sedangkan nilai yang mendekati kampas rem *mesh* 100 ditunjukkan pada variasi kampas rem pasaran pada kondisi pengujian kering dengan

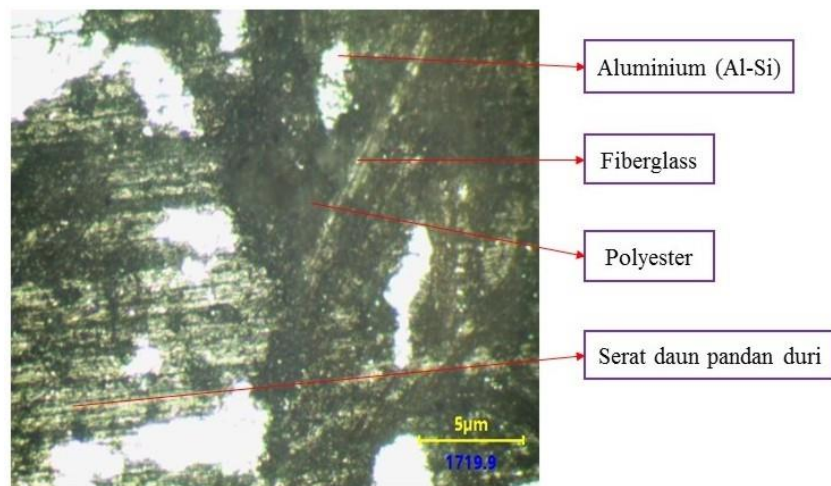
nilai 0,646, pengujian air 0,628, pengujian oli 0,644. Sehingga dengan ukuran butir yang kecil maka dapat meningkatkan nilai koefisien gesek. Hasil ini dipengaruhi oleh nilai torsi, semakin besar nilai torsi maka nilai koefisien gesek yang didapatkan juga semakin besar.

3.4. Hasil uji foto mikro

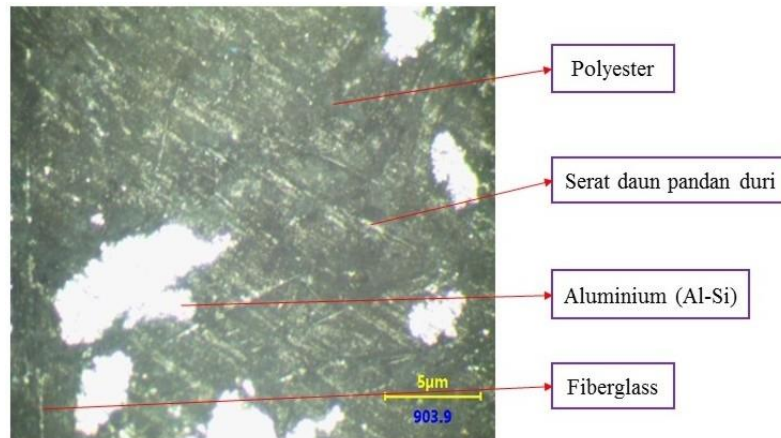
3.4.1. Hasil uji foto mikro sebelum uji gesek



Gambar 6 Foto Mikro Kampas Rem *Mesh 70* Sebelum Uji gesek (Pembesaran 100x)



Gambar 7 Foto Mikro Kampas Rem *Mesh 80* Sebelum Uji Gesek (Pembesaran 100x)

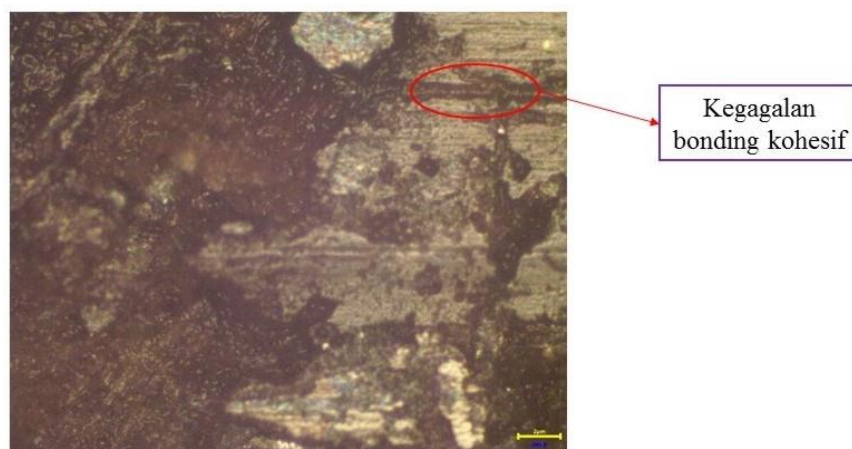


Gambar 8 Foto Mikro Kampas Rem *Mesh* 100 Sebelum Uji Gesek (Pembesaran 100x)

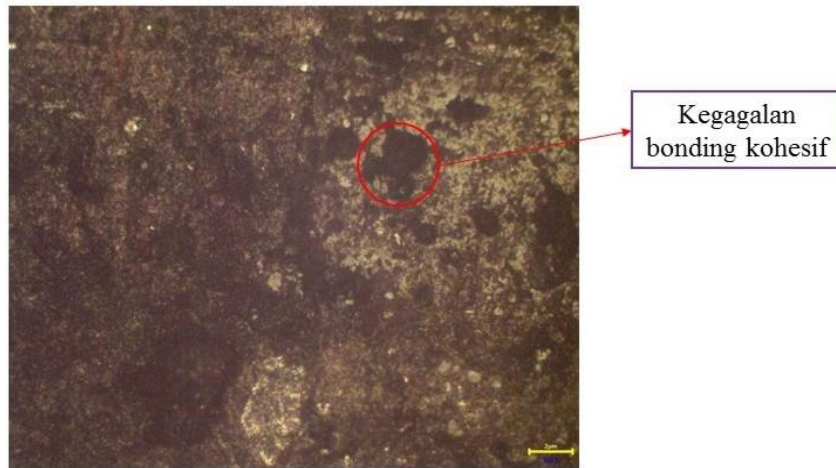
3.4.2. Hasil foto mikro setelah uji gesek



Gambar 9 Foto Mikro *Mesh* 70 Setelah Uji Gesek (Pembesaran 100x)



Gambar 10 Foto Mikro *Mesh* 80 Setelah Uji Gesek (Pembesaran 100x)



Gambar 11 Foto Mikro Mesh 100 Setelah Uji Gesek (Pembesaran 100x)

Dari hasil foto mikro dapat dianalisa dan diambil kesimpulan, setelah dilakukan pengujian gesek, kampas rem variasi *mesh* 70 mengalami kegagalan bonding *adhesive*. Pada kampas rem variasi *mesh* 80 mengalami kegagalan bonding *cohesive*. Sedangkan pada kampas rem variasi *mesh* 100 mengalami kegagalan bonding *cohesive*. Kegagalan bonding *cohesive* terjadi karena kegagalan pada sendi perekat yang terjadi di lapisan perekat sehingga terjadi perpatahan antara resin dengan resin karena kemampuan tidak baik pada ikatan. Sedangkan kegagalan bonding *adhesive* terjadi karena kegagalan ikatan pada sambungan antara perekat dengan serbuk pengisi. Sehingga mengakibatkan terlepasnya serbuk pengisi dan perekat atau resin.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan alat *Durometer Shore D* menunjukan bahwa kekerasan mendapatkan nilai 85,83 HD untuk *mesh* 70, 87,37 HD untuk *mesh* 80, dan 89,48 HD untuk *mesh* 100. Dari data yang diperoleh bisa dianalisis bahwa nilai kekerasan kampas rem tertinggi didapatkan variasi *mesh* 100 dengan nilai 89,48 HD, dimana nilai kekerasan kampas rem pasaran lebih kecil dengan nilai kekerasan 88,7 HD dibanding dengan nilai kekerasan *mesh* 100. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa besar kecilnya ukuran *mesh* yang digunakan dalam pembuatan kampas rem akan mempengaruhi tingkat kekerasannya.

2. Hasil pengujian keausan menunjukkan perbandingan keausan rata-rata semua jenis kampas rem pada semua kondisi, diketahui bahwa nilai keausan terendah terjadi pada variasi kampas rem *mesh* 100 dikarenakan memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan juga struktur permukaan yang rapat, sedangkan keausan terendah dibawahnya terjadi pada kampas rem pasaran dengan menunjukkan nilai 45,95 mm³/jam pada kondisi kering, 25,87 mm³/jam kondisi air, dan 28,93 mm³/jam kondisi oli. Berbeda dengan kampas variasi *mesh* 70, dan *mesh* 80 yang lebih besar nilai-nilai keausannya. Hal ini dikarenakan kecilnya ukuran *mesh* yang digunakan sehingga mengakibatkan struktur kampas menjadi keras dan padat
3. Hasil data yang diperoleh nilai koefisien gesek tertinggi didapatkan kampas rem variasi *mesh* 100, sedangkan nilai yang mendekati kampas rem variasi *mesh* 100 terjadi pada kampas rem pasaran pada kondisi pengujian kering dengan nilai 0,646, pengujian air 0,628, dan pada pengujian oli 0,644. Sehingga dengan ukuran butir yang kecil maka dapat meningkatkan nilai koefisien gesek. Hasil ini dipengaruhi oleh nilai torsi, semakin besar nilai torsi maka nilai koefisien gesek yang didapatkan juga semakin besar.

4.2. Saran

Dari hasil penelitian ini, penulis mempunyai beberapa saran untuk dilakukan pada penelitian selanjutnya dalam proses pengembangan pembuatan kampas rem yaitu:

1. Pada saat pencampuran bahan, usahakan bahan tercampur secara merata, hal ini berdampak pada kualitas kampas rem yang dihasilkan.
2. Pada proses pembuatan kampas rem, usahakan lakukan penekanan yang tinggi, hal ini bertujuan untuk memperoleh struktur kampas rem dengan kepadatan yang tinggi.
3. Coba beberapa kali pada saat proses kompaksi dan pemanasan dalam pembuatan kampas rem, sehingga memperoleh spesimen kampas rem yang sesuai.
4. Pada proses *sintering*, perhatikan pemberian panas ke kampas rem dan perhitungkan waktu pemanasannya. Karena pada proses ini berdampak pada tingkat kekerasan kampas.
5. Proses pengujian perlu dilakukan dengan standar-standar yang lain sehingga di dapatkan data yang optimal.

6. Pada koefisien gesek kampas rem tergantung dari campuran matrik dengan logamnya dan pada penelitian ini campuran pada bahan lebih menyeluruh.
7. Koefisien gesek kampas rem tergantung pada kontribusi harga dari komponen-komponen partikel komposit tersebut, sehingga yang terukur adalah koefisien gesek kampas rem secara keseluruhan, Serta Untuk kontribusi koefisien gesek pada komponen-komponennya perlu adanya penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2006. *Standards and Literature References for Composite Materials*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, PA.
- Awaludin, Diki. (2018). *Variasi Ukuran Mesh (Al-Si) dan Karbon Tempurung Kelapa dengan Menggunakan Polyester BQTN 157 terhadap Nilai Pengujian Kekerasan, Keausan dan Koefisien Gesek Kampas Rem*. Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik, Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Calister, Mc. Graw Hill. 2005. *Material Science*. London.
- Charles A. Harper. 1996. *Handbook of Plastics, Elastomer, and Composite*. S.T Peters; Mcgraw-Hill.
- Efendi, Sofyan (2010). *Analisa pengaruh sifat mekanikal terhadap campuran serat daun pandan duri dengan matrik polyester*. Universitas Islam Riau.
- German. R.M, (1984). *Powder Metallurgi Science. Metal Power Federation*. Pricenton, New Jersey.
- Gibson RF. 1994. *Principles Processing and Composite Material*. Mc-Grandhill Book Company, New York.
- Gustav Niemann. 1981. *Design of Machine Elemen*. Mc. Graw Hill; India
- Jones RM. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Scripta Book, Company. Washington DC.
- Kiswiranti, Desi. (2007). *Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non-Asbes Pada pembuatan Kampas*

- Rem Sepeda Motor.** Laporan Tugas Akhir Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Semarang; Universitas Negeri Semarang.
- Salahudin, X. (2012). *Kajian Pengembangan Serat Daun Pandan Di Kabupaten Magelang Sebagai Bahan Komposit Interior Mobil.* Fakultas Teknik; Universitas Tidar Magelang.
- Schwartz MM. 1984. *Composite Material, Handbook.* McGraw Hill, Inc. New York, USA.
- Setiaji, Rahmawan. (2009). *Pengujian Keausan.* (<https://www.scribd.com>)
- Setiawan, Irfan. (2009). *Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Ketahanan Kampas Rem Gesek Sepatu.* Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik. Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Setiyanto, Imam, (2009). *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Gesek Sepatu.* Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Mesin UMS; Surakarta.
- Smith, William F. (1990). *Principles of Material Science and Engineering*, second edition. Mc. Graw Hill Publishing Company.
- Stolk, Kros. (1994). *Elemen Kontruksi Bangun Mesin.* Elemen Mesin. Jakarta; Erlangga.
- Van Vliet, G.L.J, dan Both, W. (1984). *Teknologi Untuk Bangun Mesin, Bahan-Bahan 1.* Jakarta; Pradnya Paramita.