

PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP LAJU KEAUSAN MATERIAL KOMPOSIT MATRIKS ALUMINIUM BERPENGUAT PARTIKEL KERAMIK

Dwi Rahmalina¹, Rahmat Candra Priana¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasila
Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

Kata kunci:

Komposit Matriks
Aluminium, Kekasaran
Permukaan, Keausan

Email penulis:

Rahmatcandra887@gmail.com

Abstract

Komposit yang digunakan untuk pengaplikasian pada *disc brake* kendaraan bermotor dengan memenuhi tingkat kekasaran permukaan. Salah satu katakarakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Permukaan adalah batas yang memisahkan antara benda padat dengan sekelilingnya. Penelitian ini menyajikan pengaruh kekasaran permukaan terhadap laju keausan material komposit matriks aluminium berpenguat partikel keramik. Material yang digunakan dalam pembuatan spesimen uji berupa Al-7Si-6Mg-5Zn dengan bahan penguat 5% SiC dan 5% grafit menggunakan metode *Squeeze Casting*. Tingkat kekasaran suatu permukaan menjadi peranan penting, khususnya yang menyangkut masalah gesekan. Keausan dan ketahanan terhadap lelah. Pengukuran tingkat kekasaran (Ra) menggunakan tiga variasi yaitu proses pengecoran, proses milling dan proses pengamplasan. Standart yang digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan pada setiap proses yaitu DIN 4763. Kekasaran permukaan dari hasil proses pengecoran 5.384 μm , milling 4.082 μm , dan pengamplasan 0.17 μm . Dari hasil tingkat kekasaran setiap variasi dilakukan pengujian keausan. Kekasaran permukaan sangat mempengaruhi tingkat keausan yang terjadi pada pengujian keausan, dimana hasil tertinggi dari proses pengecoran mengalami laju keausan sebesar $2.016 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, proses milling sebesar $2.497 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$ dan proses pengamplasan sebesar $2.783 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam industri otomotif meliputi komponen-komponen sepeda motor dengan berbagai macam merek dan produk, sehingga persaingan antar produsen semakin kuat. Dari segi kualitas, mutu, bahkan harga produk. *Disc brake* merupakan salah satu komponen yang ada pada kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat kendaraan dari kecepatan awal hingga kecepatan tertentu atau menghentikan laju kendaraan. Jika rem tidak berfungsi dengan baik maka akan berakhir dengan kecelakaan.

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Permukaan adalah batas yang memisahkan antara benda padat dengan sekelilingnya. Parameter yang digunakan untuk memeriksa kualitas permukaan komponen dengan menggunakan parameter Ra. Parameter Ra merupakan nilai rata-rata absolut penyimpangan, karena nilai Ra lebih sensitif terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan (Rochim, 2001).

Pada penelitian kekasaran permukaan yang dilakukan oleh (Yunus, 2012) dengan material Al Mg Si 3.6082 DIN 1725 menunjukkan bahwa besarnya Ra adalah 0.698 atau 69.8% dipengaruhi oleh variabel *cutting speed*, *feed rate*, dan *dep of cut* dan 30.2% dipengaruhi oleh variabel lain. Nilai *Standart Error of the Estimate* (SEE) adalah 0.123057 yang digunakan untuk menilai kelayakan *surface roughness*. Tingkat kehalusan suatu permukaan memang menjadi peranan yang sangat penting dalam suatu komponen, khususnya yang menyangkut masalah gesekan, keausan dan ketahanan terhadap kelelahan (Gajek & Szczyplinski, 2012).

Sistem pengereman berbasis gesekan merupakan perangkat umum untuk mengubah energi kinetik menjadi energi termal melalui gesekan antara bantalan rem dengan permukaan *disc brake*. Panas yang terjadi pada *disc brake* merupakan faktor dari kekuatan gesekan yang dipengaruhi oleh beban, kecepatan, dan koefisien gesek. Perubahan suhu *disc brake* untuk proses pengereman meningkat sangat cepat setiap penerapan pengereman. Semakin banyak pengulangan pengereman, semakin tinggi suhu yang terjadi pada *disc brake*. Selama proses pengereman beruntun, kapasitas pendinginan *disc brake* tidak cukup untuk menurunkan suhu permukaan mendekati suhu awal, yang menyebabkan permukaan pada *disc brake* memiliki suhu tinggi (Jared, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Belhoucine, Abu Bakar & Bouchetara, 2014) dengan menggunakan material *cast iron* FG15, bahwa permukaan *disc brake* yang bergerak pada cakram berubah menjadi titik panas dan fenomena titik panas ini disebabkan oleh panas yang tidak seragam. Kenaikan pada zona tertentu berasal dari jalur gesekan yang bergerak kearah rem cakram. Oleh karena itu, gesekan yang terjadi pada permukaan

disc brake menjadi kasar atau rusak. Tingkat kekasaran permukaan akibat gesekan bisa bervariasi tergantung dari koefisien gesek yang terjadi pada *disc brake* dan jenis material yang digunakan untuk *disc brake*.

Untuk memberikan kepastian bahwa permukaan dikontrol secara jelas oleh persyaratan tekstur permukaan. Nilai kekasaran permukaan menurut DIN 4763 dibagi menjadi 12 tingkat kekasaran. Dimana suatu kekasaran permukaan yang ditetapkan menurut standart DIN 4763, parameter kekasaran permukaan dengan kode N9 nilai $R_a = 4.8 - 9.6 \mu\text{m}$ untuk proses *gravity casting*, kode N8 dengan nilai $R_a = 2.4 - 4.8 \mu\text{m}$ untuk proses milling, dan kode N4 dengan nilai $R_a = 0.15 - 0.3 \mu\text{m}$ untuk proses *finishing*.

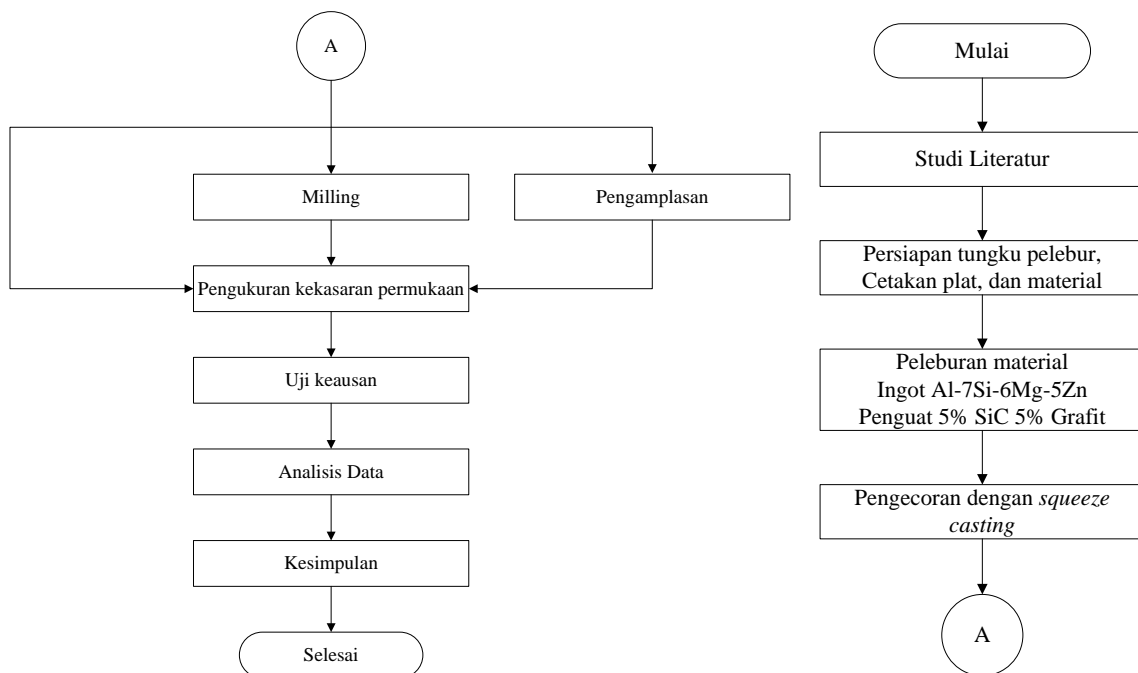
Komposit hibrid memiliki potensi tinggi dalam sistem pengereman, material ini dapat digunakan pada suhu tinggi dan memiliki sifat ulet. Komposit hibrid adalah sistem material dengan dua atau lebih penguat partikulat yang berbeda. (Stojanovic, Babic, Miloradovic, & Mitrovic, 2013) melakukan pengujian perilaku tribologi komposit hibrid A356 / 10 SiC / 3 grafit menunjukkan jumlah tingkat keausan komposit hibrid lebih kecil dengan jarak antara 50 m hingga 100 m dan pada komposit hibrid diketahui bahwa partikel lembut tidak mempertahankan nilai rata-ratanya. Morfologi permukaan yang aus diperiksa untuk memahami mekanisme keausan. Suhu dianggap memiliki efek terbesar pada keausan dan perilaku gesek. Suhu yang meningkat mempengaruhi sifat mekanik dan juga lebih cepat membentuk lapisan oksidasi, sehingga mengurangi kontak antara pad dan *disc brake*.

Penelitian ini akan membahas tentang “ Pengaruh kekasaran permukaan terhadap laju keausan material komposit matriks aluminium berpenguat partikel keramik” dengan tujuan untuk mengetahui tingkat laju keausan dan koefisien kesek terhadap kekasaran permukaan pada material komposit aluminium matriks berpenguat partikel keramik. Untuk mendapatkan nilai laju keausan dari variasi kekasaran permukaan proses pengecoran, milling, dan pengamplasan.

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Alir

Diagram alir merupakan gambaran mengenai tahapan-tahapan pelaksanaan dari penelitian secara terstruktur, berikut ini merupakan gambaran dari diagram alir :



Gambar 1. Diagram Alir

2.2. Proses Pengecoran

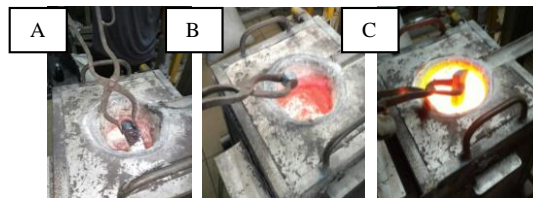
- Proses peleburan merupakan proses mencairkan aluminium pada dapur pengecoran dengan berat 2.021 kg. Material aluminium dengan berat 2.021 kg dimasukkan pada tungku *crucible*, kemudian dileburkan dengan temperatur yang dinaikan secara bertahap hingga mencapai 900°C sampai material aluminium mencair. Kemudian dilakukan proses degassing merupakan proses pemberian gas argon ke dalam tungku untuk membersihkan material yang sudah melebur dari kotoran/ *slag*. Pemberian gas argon pada

aluminium yang sudah melebur agar kotoran yang mengendap pada cairan aluminium naik ke permukaan. Kotoran yang sudah naik ke permukaan kemudian dikeluarkan menggunakan ladle.



Gambar 2 Proses Peleburan Aluminium dan Proses *Degassing*

- b) Proses *alloying* merupakan proses mencampurkan bahan paduan aluminium ke dalam tungku. Bahan paduan yang dimasukkan pertama yaitu Si (Silikon) dengan berat 0.1443 kg, kemudian memasukan material paduan berupa Zn dengan berat 0.0721 kg. Dan proses *alloying* terakhir yaitu memasukan material Mg dengan berat 0.1683 kg.



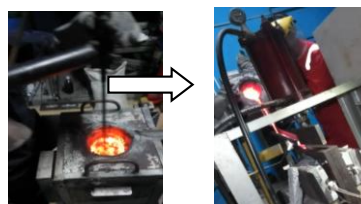
Gambar 3 Proses *Alloying* (A) Si, (B) Zn, (C) Mg

- c) Proses deggasing ke-2 ini dilakukan setelah material paduan sudah melebur bersama aluminium. Pemberian gas argon yang ke-2 ini membuat kotoran yang terdapat pada aluminium *alloy* (paduan) akan naik ke permukaan.
- d) Pada proses ini, dilakukan dengan menggunakan tungku pemanas. Tungku pemanas digunakan untuk memanaskan bahan penguat sebanyak 5% SiC dan 5% Grafit. Pada perhitungan bahan penguat 5% SiC dan 5% Grafit, maka didapatkanlah berat bahan penguat sebesar 0.1593 kg untuk SiC dan 0.0940 kg untuk Grafit. Bahan penguat yang sudah menjadi kemerahan, kemudian dikeluarkan menggunakan penjepit. Sebelum dituangkan ke dalam tungku peleburan, bahan penguat pada cawan diaduk menggunakan pengaduk agar lebih mudah saat penuangannya. Setelah dilakukan pengadukan, bahan penguat dituangkan ke dalam tungku peleburan yang berisikan aluminium paduan.



Gambar 4. Pemanasan Penguat Dan Pencampuran Bahan Penguat

- e) Proses *Stirring* merupakan proses pengadukan bahan penguat dengan aluminium paduan pada tungku peleburan. Proses *Squeeze casting*, proses penuangan ke dalam cetakan, lalu diberikan penekanan pada cetakan yang berisi material cair.



Gambar 5 Proses *Stirring* Dan Penuangan Material Ke Cetakan

2.3. Proses Milling

Proses milling merupakan proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar, dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara pahat yang berputar dengan benda kerja yang tercekam pada ragum. Mesin CNC Milling Emco T.U-3A mempunyai tiga gerakan utama yaitu gerakan berputarnya alat potong/spindle, kecepatan gerak potong dan kedalaman potong. Jenis pahat

yang digunakan pada proses milling dengan menggunakan mesin CNC milling Emco T.U-3A yaitu pahat coromill endmill berdiameter 40 mm.



Gambar 6 CNC Milling Emco T.U-3A

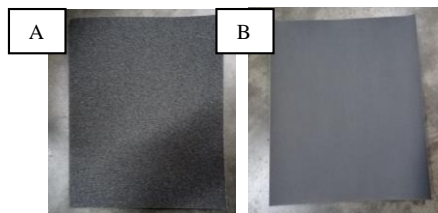
Pada proses milling menggunakan CNC milling Emco T.U-3A dilakukan pemakanan pada dengan parameter *cutting speed* 1000 rpm, *feed rate* 90 mm/menit, *dept of cut* 1 mm. Proses milling dilakukan untuk meratakan bagian permukaan pada material sampel uji.



Gambar 7 Proses Milling

2.4. Pengamplasan

Proses pengamplasan adalah proses untuk menghaluskan permukaan suatu benda dengan cara digosok. Permukaan kasar pada amplas itulah yang akan digunakan untuk menghaluskan permukaan. Kertas amplas ini dibedakan melalui *grade* atau tingkatan kekasarannya. Semakin besar angka *grade*, menunjukkan bahwa kertas amplas tersebut semakin halus.



Gambar 8 Kertas Amplas *Grade* (A) 60, dan (B) 800

Mesin yang digunakan dalam proses pengamplasan yaitu mesin amplas Metkon Forcipol 2V. Pada proses pengamplasan dimulai dari kertas amplas dengan *grade* terendah terlebih dahulu yaitu *grade* 60 hingga kertas amplas *grade* 800 dan dilakukan secara bertahap.



Gambar 9 Mesin Amplas Metkon Forcipol 2V

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengukuran Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan merupakan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan metode sentuh dengan menggunakan *surface roughness tester* Mitotoyo SJ-201. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan standar DIN 4763 untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan dari suatu material menurut pengerjaannya. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali pada setiap variasi yang telah dilakukan

pada proses pengecoran, milling, dan pengamplasan. Hasil pengukuran kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

Sampel		Ra (μm)	Rata - rata (μm)
Proses	Pengukuran		
Gravity Casting (A)	1	5.44	5.384
	2	5.35	
	3	5.27	
	4	5.26	
	5	5.60	
Milling (B)	1	3.92	4.082
	2	4.05	
	3	4.16	
	4	4.13	
	5	4.15	
Pengamplasan (C)	1	0.18	0.17
	2	0.27	
	3	0.19	
	4	0.15	
	5	0.14	

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan setiap proses berbeda. Nilai kekasaran permukaan tertinggi pada proses *gravity casting* dengan nilai rata-rata kekasarannya mencapai 5.384 μm yang sesuai dengan standar *alteams manufacturing*. Standar ini diambil dari proses penuangan cairan ke dalam rongga cetakan. Pada proses milling didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan 4.082 μm dan nilai kekasaran terendah pada proses pengamplasan dengan nilai rata-ratanya 0.17 μm . Pada proses milling masuk pada kelas N8, dan proses pengamplasan kelas N4 pada standart DIN 4763:1981.

Nilai kekasaran permukaan tertinggi yang terjadi pada proses *gravity casting* dikarenakan adanya kekasaran pada permukaan cetakan yang digunakan, dan penyusutan yang terjadi pada material. Sedangkan pengaruh kekasaran permukaan pada proses milling seperti pahat yang digunakan, kecepatan putaran, kedalaman pemotongan, dan kecepatan gerak potong. Proses kekasaran permukaan terkecil pada proses pengamplasan karena dilakukan pengamplasan dengan menggunakan kertas amplas *grade* 60, 100, 220, 500, 800 dan 1000 secara berurutan.

3.2. Pengujian Keausan

Pengujian keausan menggunakan metode *ogoshi* dengan standar ASTM G99, pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui laju keausan. Pada pengujian keausan dengan kode sampel A untuk proses *gravity casting*, kode sampel B untuk proses milling, kode sampel C untuk proses pengamplasan. Dalam pengujian keausan metode *ogoshi* menggunakan parameter kecepatan 0.208 m/s, jarak luncur 66.6 m, dan beban 2.12 kg. Tebal cincin yang digunakan 4 mm dengan jari-jari 28 mm. Hasil dari pengujian keausan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Keausan

Kode Sampel	Kekasaran Permukaan (μm)	Rata-rata lebar alur abrasi B_o (mm)	B_o^3	Spesifikasi Abrasi (mm^2/kg)	Laju Keausan (mm^3/mm)
A	5.384	1.78	5.639	1.426×10^{-6}	2.016×10^{-6}
B	4.082	1.28	2.097	5.304×10^{-7}	2.497×10^{-7}
C	0.17	0.92	0.778	1.969×10^{-7}	2.783×10^{-7}

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa nilai spesifikasi abrasi tertinggi terdapat pada sampel A yaitu dari hasil pengecoran (*gravity casting*) yaitu $1.426 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Sedangkan untuk proses milling pada sampel B memiliki spesifikasi abrasi $5.304 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Dan nilai terendah pada sampel C hasil pengamplasan dengan nilai spesifikasi abarasi sebesar $1.969 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Pada laju keausan sampel A

memiliki nilai tertinggi sebesar $2.016 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, sampel B $2.497 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$, dan sampel C memiliki laju keausan terendah sebesar $2.783 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$.

4. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan pada material komposit aluminium matrik berpenguat partikel keramik, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Nilai dari pengukuran kekasaran permukaan tertinggi yaitu dari proses pengecoran mencapai $5.384 \mu\text{m}$, proses milling $4.082 \mu\text{m}$, dan kekasaran terendah terdapat pada proses *finishing* (pengamplasan) dengan nilai rata-ratanya $0.17 \mu\text{m}$.
2. Kekasaran permukaan mempengaruhi tingkat keausan yang terjadi pada pengujian keausan, dimana hasil dari proses pengecoran mengalami nilai spesifikasi abrasi tertinggi sebesar $1.426 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, proses milling sebesar $5.304 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$, dan nilai spesifikasi abrasi terendah dari proses pengamplasan sebesar $1.969 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$.
3. Besarnya nilai spesifikasi abrasi pada proses pengecoran membuat nilai dari laju keausan yang terjadi pada proses pengecoran sebesar $2.016 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, proses milling sebesar $2.497 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$ dan pengamplasan sebesar $2.783 \times 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{mm}$, sehingga tingginya laju keausan karena adanya pengaruh kekasaran permukaan yang tinggi yang mempengaruhi spesifikasi abrasi dari setiap proses.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEKDIKTI yang telah mendanai penulis dalam melakukan penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2017.

Daftar Pustaka

- Rochim, T. (2001). *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung: ITB.
- Yunus, M. (2012). *Analisa Parameter Kekasaran Permukaan Bahan Aluminium Jenis Al Mg Si 3.6082 DIN 1725 Pada Proses Pemesinan CNC Milling Teknik Mesin (Volume 4)*. Politeknik Negeri Sriwijaya., Palembang.
- Gajek, A., & Szczyplinski, W. S. (2012). *Some Tribological Characteristik Of Disc Brake Pads*. Cracow University Of Technology
- Jared, F. (2013). *Tribological Investigation On Automotive Disc Brake, MANE-6960 Friction And Lubrication*.
- Belhoucine, A., Abu Bakar, A. R., & Bouchetara, M. (2014). *Numercal Modeling Of Disc Brake System In Frictional Contact (Volume 36)*. Departemen Of Mechanical Engineering, USTO University, Algeria.
- Stojanovic, B., Babic, M., Miloradovic, N., & Mitrovic, S. (2013). *Tribological Behavior Of A356/ 10 SiC / 3 Gr Hybrid Composite In Dry Sliding Condition*. Faculty Of Engineering University Of Kragujevac.