

## Analisis Keausan Pin Besi Cor FCD Type Point Contact Berpelumas SAE 140 Menggunakan Variasi Pembebanan

Imam Syafa'at\*, Mucamad Restu Anwar dan Agung Nugroho

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang

JL. Menoreh Tengah X/22, Semarang 50236, Indonesia

Email : imamsyafaat@unwahas.ac.id

### Abstrak

Pelumasan merupakan aktivitas pemberian minyak lumas pada mesin yang berfungsi untuk meminimalisir tingkat keausan pada mesin. Minyak lumas memiliki tingkat kekentalan dengan standar kekentalan dari badan internasional Society of Automotive Engineer (SAE) dengan kode awalan SAE di depan indeks kekentalan, yang mana harus disesuaikan dengan tipe dan kebutuhan mesin. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pelumas SAE 140 terhadap keausan besi cor FCD yang bergesekan dengan material AISI 52100 dengan pengujian Tribotester Pin-On-Disc. Penelitian ini dilakukan pada dua material besi cor grafit bulat dengan tingkat kekerasan FCD 50 dan FCD 60, variasi beban 10 N dan 20 N, variasi jarak sliding 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, dan minyak pelumas dengan kode SAE 140. Nilai tinggi keausan terbesar didapatkan pada material pin FCD 50 dengan beban 20 N yaitu 0,02396067 mm. Nilai volume keausan terbesar didapatkan pada material pin FCD 50 dengan beban 20 N yaitu 0,008519766 mm<sup>3</sup>. Nilai koefisien keausan terbesar didapat pada material pin FCD 50 dengan beban 20 N yaitu 1,47381E-10 mm<sup>3</sup>/N.mm. Nilai lebar keausan, tinggi keausan, volume keausan, dan koefisien keausan pada material pin FCD 50 lebih besar daripada nilai lebar keausan, tinggi keausan, volume keausan, koefisien keausan material pin FCD 60.

**Kata kunci:** besi cor, FCD, keausan, pelumas, pin-on-disc.

### PENDAHULUAN

Gesekan yang terjadi antara dua permukaan padatan yang bersinggungan dengan benda lain sehingga hilangnya sejumlah lapisan permukaan akan menimbulkan keausan. Menurut Dawson (1998) sistem permesinan memiliki kontak dengan antar permukaan part, yang terdiri dari kontak titik (*point contact*), kontak permukaan (*surface contact*) dan kontak garis (*line contact*). Hal ini dapat menimbulkan fenomena keausan yang akan timbul ketika kontak antar part dikenakan sebuah gaya mekanik. Menurut Firmansyah (2010) keausan merupakan hilangnya beberapa lapisan di bagian permukaan material yang diakibatkan adanya gesekan antara permukaan padatan dan benda lain. Keausan dapat terjadi jika terdapat kontak berupa gesekan antara 2 permukaan material atau lebih yang bergerak *sliding* dan dibebani.

Kusman (2019) dalam penelitian *pin-on-disc* dengan spesimen besi cor FCD menggunakan variasi nilai kekerasan pada

pin yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan tinggi keausan yang paling besar terjadi pada pin A dengan beban 20 N pada jarak tempuh 600 m dan tinggi keausan paling kecil terjadi pada pin B dengan beban 10 N pada jarak tempuh 100 m. Volume keausan yang paling besar terjadi pada pin A karena materialnya lebih lunak dibandingkan dengan pin B yang materialnya lebih keras, dengan jalur pengujian jarak tempuh dan beban yang sama. Nilai rata-rata koefisien keausan tertinggi terjadi pada pin A, karena material pin A lebih lunak dibandingkan dengan pin B yang materialnya lebih keras dengan jalur pengujian jarak tempuh dan beban yang sama.

Arifin (2019) melakukan penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat volume aus dari pin dengan pelumasan. Pin diuji dengan menggunakan pelumas SAE 10W/30. Volume keausan tertinggi dengan pelumasan terletak pada pengujian Pin A dengan beban 20 N dan jarak 600 m yaitu 0,024161 mm<sup>3</sup>. Volume keausan terkecil

pada disc besi cor B dengan jarak 200M. Perbedaan terletak pada jarak tempuhnya. Faktor keausannya adalah  $1,24E-07$   $\text{cm}^3/\text{N}\cdot\text{cm}$ . Jadi nilai kekerasan material berpengaruh terhadap volume aus koefisien aus dan tinggi aus.

Penelitian Syafa'at, dkk (2020) menggunakan SAE 90 dengan variasi pembebanan. Material yang dipakai jenis besi cor FCD 50 dan FCD 60 dengan beban yang diterima pin sebesar 10 N dan 20N. Hasil penelitian menunjukkan nilai volume keausan, tinggi keausan akan meningkat seiring dengan bertambahnya jarak sliding. Akan tetapi pada pin B dengan beban 10 N nilai volume keausan dan tinggi keausan paling kecil. Nilai koefisien keausan pada pin B dipengaruhi oleh besarnya kekerasan material dengan beban yang diberikan pada viskositas tinggi. Semakin besar beban yang diberikan pada pin akan meningkatkan nilai koefisien keausan.

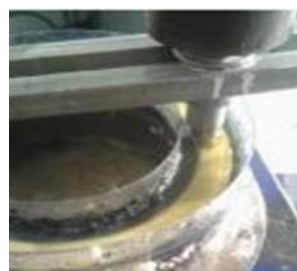
Dari penelitian *pin-on-disc* yang pernah dilakukan, peneliti melakukan analisis keausan besi cor FCD variasi pembebanan dengan nilai kekerasan material pada pin yang berbeda berpelumas SAE 140. Analisis keausan ini bertujuan untuk mengetahui volume keausan, tinggi dan koefisien keausan.

#### METODE PENELITIAN

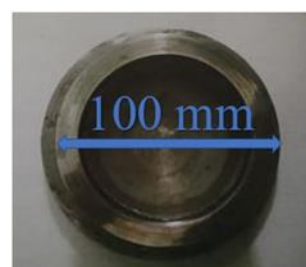
Metode penelitian ini menggunakan alat tribometer pin-on-disc sebagai alat uji keausan. Dalam pengujian ini, keausan dengan metode pin-on-disc menggunakan variasi beban dengan kekerasan material FCD 50 (79,5 HRB) dan FCD 60 (86,5 HRB) berbentuk pin dengan berpelumas SAE 140 dengan beban yang diterima pin 10 N dan 20 N.

Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah *pin* besi cor dengan diameter 9,5 mm panjang 19 mm. Sesuai diperlihatkan pada gambar 1, komponen berikutnya adalah *disc* yang digunakan untuk pengujian dengan prinsip kerja diputar oleh motor listrik sebesar 60 rpm. Bahan *disc* AISI 52100 dengan kekerasan 60 HRC diameter 100 mm dapat dilihat gambar 2. Pelumasan dilakukan dimana sebagian pin dicelupkan ke dalam pelumas. Sehingga kondisi pelumasan bisa dikategorikan

sebagai *elasto hydronamic lubrication* (lihat Gambar 3). Pelumas SAE 140 *standart* API GL-5MT-1.



Gambar 1. Pin



Gambar 2. Disc



Gambar 3. Sistem pelumasan

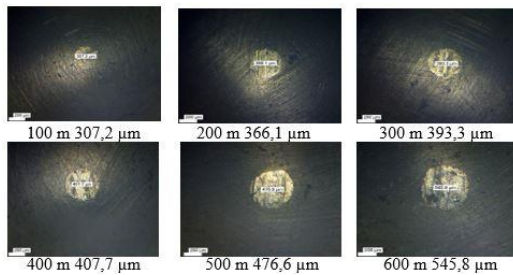
Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan material untuk mengetahui perbandingan kekerasan pin. Pengujian pin-on-disc berguna untuk mengetahui lebar keausan pin yang hilang selama pengujian. Dari lebar keausan tersebut akan dianalisis nilai volume keausan, tinggi keausan dan koefisien dengan melakukan perbandingan penelitian yang sudah ada.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Foto Mikro Pin A

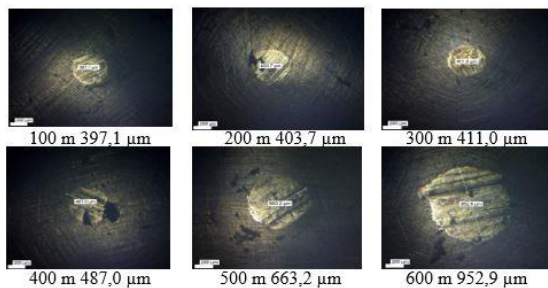
Pengujian yang dilakukan pada *pin* A dengan jarak tempuh 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, dan 600 m dan beban 10 N didapatkan hasil foto mikro seperti yang

ditunjukkan pada gambar IV.1. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* A yang didapatkan, diambil dalam skala 200  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 4. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* A dengan beban 10 N**

Hasil yang didapatkan pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa nilai lebar keausan *pin* A yang diuji menggunakan beban 10 N akan bertambah ketika jarak tempuh yang digunakan semakin besar. Selanjutnya, hasil foto mikro lebar keausan *pin* A yang diuji dengan beban 20 N ditunjukkan pada gambar 4.

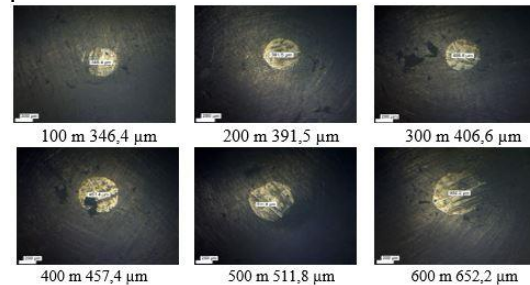


**Gambar 5. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* A dengan beban 20 N**

Hasil lebar keausan *pin* A yang ditunjukkan pada gambar 5. memiliki perbedaan nilai dengan hasil lebar keausan *pin* A yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Walaupun memiliki nilai yang berbeda, hasil lebar keausan *pin* A menggunakan beban 10 N dengan hasil lebar keausan *pin* A menggunakan beban 20 N memiliki kesamaan, yaitu nilai lebar keausan akan bertambah seiring bertambahnya jarak tempuh yang digunakan.

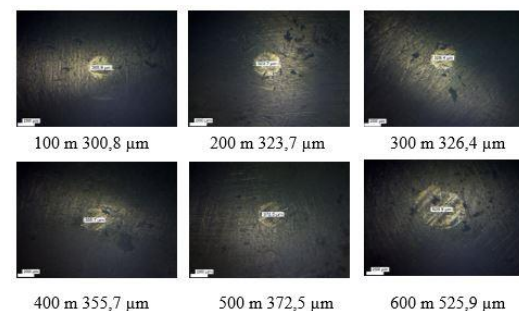
#### Hasil Foto Mikro *Pin* B

Pengujian yang dilakukan pada *pin* B dengan jarak tempuh yang telah ditentukan dengan beban 10 N didapatkan hasil foto mikro seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* A yang didapatkan, diambil dalam skala 200  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 6. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* B dengan beban 10 N**

Hasil yang didapatkan pada gambar 6 menunjukkan bahwa nilai lebar keausan *pin* B yang diuji menggunakan beban 10 N akan bertambah ketika jarak tempuh yang digunakan semakin besar. Selanjutnya, hasil foto mikro lebar keausan *pin* B yang diuji dengan beban 20 N ditunjukkan pada gambar 7.



**Gambar 7. Hasil foto mikro lebar keausan *pin* B dengan beban 20 N**

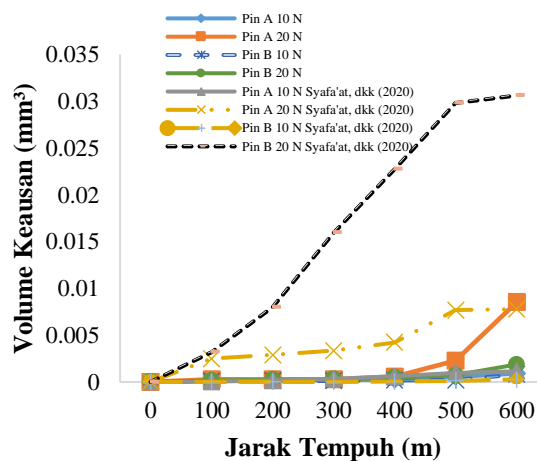
Hasil pengujian keausan *pin* B. Data yang didapat adalah seperti berikut. *Pin* B berbahan material FCD 60 dengan kekerasan 86,5 HRB, beban yang digunakan 10 N dan 20 N. Untuk beban 10 N, hasil yang didapatkan dengan variasi jarak tempuh 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, dan 600 m secara berurutan adalah 300,8  $\mu\text{m}$ , 323,7  $\mu\text{m}$ , 326,4  $\mu\text{m}$ , 355,7  $\mu\text{m}$ , 372,5  $\mu\text{m}$ , dan 525,9  $\mu\text{m}$ . Untuk beban 20 N, hasil yang

didapatkan dengan variasi 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, dan 600 m secara berurutan adalah 346,4 μm, 391,5 μm, 406,6 μm, 457,4 μm, 511,8 μm, dan 652,2 μm.

**Volume Keausan Pin**

Hasil perhitungan volume keausan menggunakan persamaan (1) (Bayer, 2004). Dimana dalam persamaan tersebut, V adalah volume keausan, W adalah lebar aus hasil pengukuran pada pin, dan R adalah jari-jari pin.

$$V = \frac{\pi}{64} X \frac{W^4}{R} \tag{1}$$



**Gambar 8. Perbandingan Volume Keausan Pin**

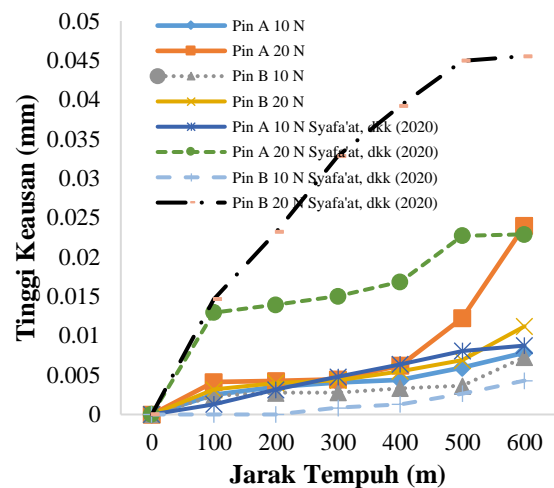
Pada gambar 8 disajikan hasil keausan volume pin setelah dilakukan pengujian. Nilai volume keausan yang didapatkan oleh Syafa'at, dkk (2020) menunjukkan bahwa semakin besar nilai jarak tempuh maka nilai volume keausan semakin besar. Hal tersebut sama halnya dengan hasil yang didapatkan oleh peneliti, yaitu semakin besar nilai jarak tempuh nilai volume keausan yang didapatkan semakin besar. Akan tetapi, terdapat perbedaan hasil nilai volume keausan yang didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Syafa'at, dkk (2020) dengan hasil nilai volume keausan yang didapatkan peneliti. Yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Syafa'at, dkk (2020) nilai volume keausan yang didapatkan cenderung lebih besar pada pin A daripada pin B. Hal ini disebabkan oleh pemilihan bahan material yang digunakan pada pin A

lebih keras daripada pin B. Sedangkan untuk hasil yang didapatkan oleh peneliti, nilai volume keausan yang didapatkan pada pin A lebih besar daripada nilai volume keausan pin B. Hal ini disebabkan oleh bahan material yang digunakan pada pin B lebih keras daripada pin A.

**Tinggi Keausan Pin**

Hasil perhitungan tinggi keausan menggunakan persamaan (2) Stachowiak dan Batchelor (2005). Dimana dalam persamaan tersebut, D adalah diameter pin dan W adalah lebar aus hasil pengukuran pada pin,

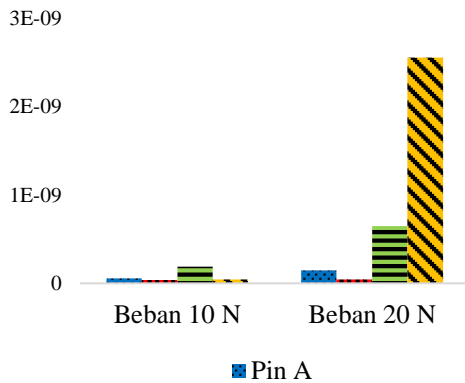
$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} [D^2 - W^2]^{1/2} \tag{2}$$



**Gambar 9. Perbandingan data tinggi keausan pin**

Penelitian yang dilakukan oleh Syafa'at, dkk (2020) seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 menunjukkan nilai tinggi keausan yang mana nilai tinggi keausan semakin besar dengan jarak tempuh yang semakin besar. Hal ini sama halnya dengan hasil nilai tinggi keausan yang peneliti dapatkan, yaitu nilai tinggi keausan semakin bertambah saat jarak tempuh yang digunakan semakin besar. Tetapi terdapat perbedaan dalam hasil yang didapatkan, yaitu pada hasil yang didapatkan peneliti nilai tinggi keausan pin A lebih besar daripada nilai tinggi keausan pin B, sedangkan hasil yang didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Syafa'at, dkk (2020) nilai tinggi keausan pin B lebih besar

daripada *pin* A. Hal tersebut disebabkan oleh bahan material yang digunakan. *Pin* A menggunakan bahan material yang lebih keras daripada *pin* B.



**Gambar 10. Perbandingan Koefisien Keausan *Pin***

Nilai koefisien keausan *pin* B yang didapatkan oleh Syafa'at, dkk (2020) lebih besar dari pada nilai koefisien keausan *pin* A. Seperti terlihat pada gambar 10, hal ini disebabkan oleh bahan material yang digunakan pada *pin* A yang lebih keras daripada bahan material yang digunakan pada *pin* B. Berbeda dengan hasil yang didapatkan oleh peneliti, yaitu nilai koefisien keausan pada *pin* A lebih besar daripada nilai koefisien keausan pada *pin* B. Hal ini disebabkan oleh bahan material *pin* B lebih keras daripada *pin* A.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Semakin besar beban yang digunakan maka nilai lebar keausan, volume keausan, dan tinggi keausan pada *pin* A atau *pin* B akan semakin besar. Semakin besar jarak *sliding* yang digunakan maka nilai lebar keausan, volume keausan, dan tinggi keausan akan semakin besar. Nilai koefisien keausan *pin* A dengan beban 20 N didapatkan hasil yang lebih besar daripada nilai koefisien keausan *pin* A dengan beban 10 N. Kemudian untuk *pin* B, nilai koefisien yang dihasilkan saat beban yang digunakan 20 N lebih besar daripada nilai koefisien *pin* B dengan beban 10 N. Dan untuk *pin* A dan *pin* B, nilai koefisien *pin* A cenderung lebih besar daripada nilai koefisien *pin* B. Hasil

tersebut disebabkan oleh beban yang digunakan saat pengujian. Semakin besar beban yang digunakan maka semakin besar nilai koefisien keausan yang didapatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin., M Z. 2019. Analisis Keausan Pin Besi Cor dengan Pelumas Melalui Pengujian Tribotester Pin-On-Disc. Tugas Akhir. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Bayer, R G. 2004. Mechanical Wear Fundamentals and Testing: Second Edition, Revised and Expanded Tribology Consultant Vestal, New York. USA.
- Firmansyah. 2010. Tribologi Sistem. Retrieved Desember 2012, from <http://redyfirmansyah.blogspot.com/2010tribologisitem.html>.
- Ghufron, A., Syafa'at, I., dan Darmanto. 2016. Analisa Keausan Point Contact Menggunakan Tribometer Pin-On-Disc Dan Pemodelan Global Incremental Wear Model Dengan Variasi Pembebanan. Prosiding SNST. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Kusman. 2019. Analisis Keausan Pin Dengan Material Besi Cor Menggunakan Tribotester Pin on Disc Tanpa Pelumas. Tugas Akhir. University Wahid Hasyim. Semarang.
- Stachowiak dan Batchelor., (2005). Tribology In Practice Series, In Wear-Material, Mechanisms and Practice, John Wiley & Sons Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, England.
- Syafa'at, Darmanto, Triyanto, (2020), Studi Eksperimen Keausan Pin Besi Cor Berpelumas SAE 90 dengan Variasi Pembebanan Menggunakan Tribotester Pin-On-Disc, Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta, Vol 5 No.2.