

## PENGARUH PENGGUNAAN PELUMAS SAE 40 TERHADAP KEAUSAN PIN BESI COR FCD PADA PENGUJIAN *TRIBOTESTER PIN ON DISC* DENGAN VARIASI BEBAN

Imam Syafa'at<sup>1\*</sup>, Muchammad<sup>2</sup>, Muhammad Irfan Zidni<sup>1</sup> dan Darmanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

\*Email: imamsyafaat@unwahas.ac.id

### Abstrak

*Keausan pada sebuah part dapat dicegah dengan menggunakan pelumas yang tepat, sehingga usia pakai part akan lebih lama. Pelumas SAE 40 biasa digunakan untuk pelumasan engine. Pelumas ini tergolong berviskositas sedang sehingga cocok untuk putaran engine mesin otomotif. Salah satu metode untuk melakukan pengujian terhadap keausan adalah metode pin on disc. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelumas SAE 40 terhadap keausan besi cor FCD yang bergesekan dengan material bearing dengan pengujian Tribotester Pin-on-Disc. Penelitian ini dilakukan pada material besi cor grafit bulat FCD 50 dan FCD 60 dengan pelumas SAE 40 pada beban 10 N dan 20 N. Pin terbuat dari besi cor digesekkan pada piringan material AISI 52100 yang berputar dalam periode waktu tertentu. Keausan yang terjadi pada pin kemudian diukur lebar keausannya. Dari lebar ini dapat dicari tinggi aus dan volume aus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume keausan terkecil terjadi pada material pin FCD 60 dengan beban 10 N dan nilai volume keausan terbesar terjadi pada material pin FCD 50 dengan beban 20 N. Dengan membandingkan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai viskositas pelumas maka nilai koefisien keausan material akan semakin kecil.*

**Kata kunci:** Besi Cor FCD, Keausan, Pelumas, Pin on Disc.

### PENDAHULUAN

Keausan pada sebuah *part* dapat dicegah dengan menggunakan pelumas yang tepat, sehingga usia pakai *part* akan lebih lama. Keausan yang terjadi pada *part* dapat diprediksi agar usia pakai *part* tersebut dapat diketahui. Menurut Bhushan (2013) Prediksi keausan yang akurat serta pengendalian keausan yang baik menjadi hal yang sangat penting dari segi ekonomi.

Keausan pada *part* dapat diuji dengan berbagai metode dan teknik. Pengujian tersebut dilakukan untuk mensimulasikan kondisi aktual saat terjadinya keausan. (Wahyuni dan Adnan, 2016). Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Pin-on-disc*. Keausan didefinisikan sebagai kerusakan yang terjadi secara bertahap pada permukaan yang disebabkan oleh gerakan relatif bahan atau benda lain (Bayer, 2004). Keausan pada sebuah permukaan yang bergesekan tidak dapat dipisahkan dari sifat material tersebut, namun keausan dapat dikendalikan. Keausan menjadi parameter penting dalam desain sebuah komponen karena dari segi ekonomi keausan bersifat merugikan.

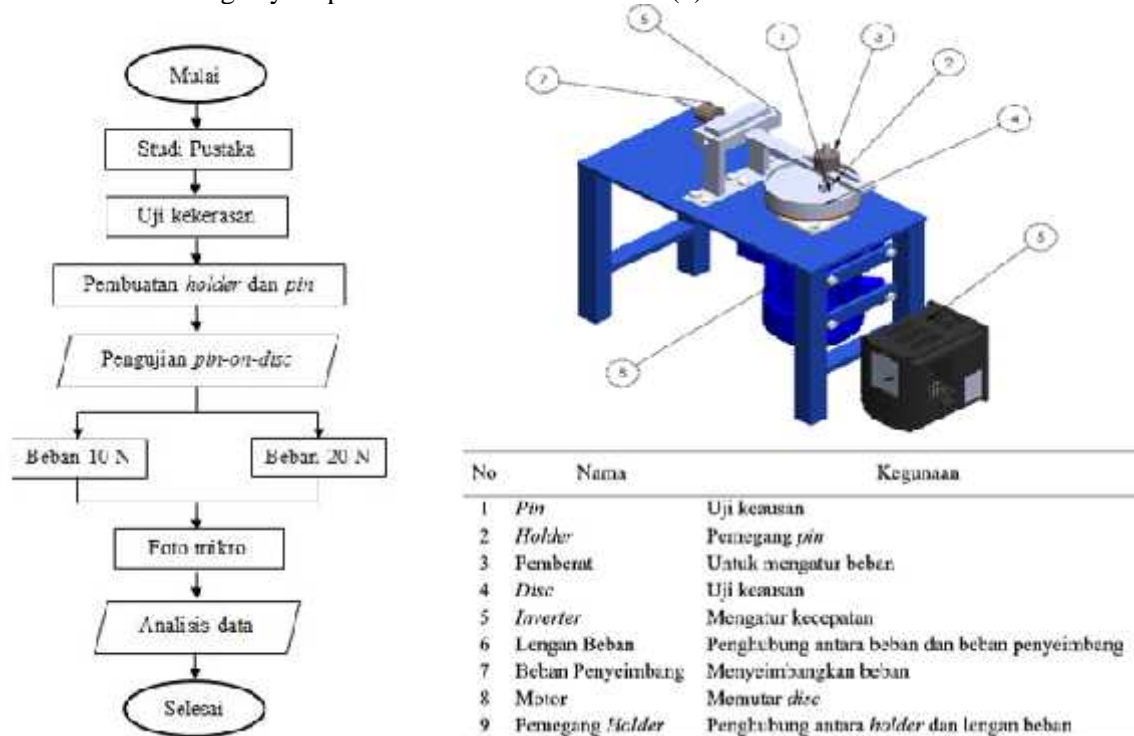
Penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2019) yang meneliti keausan besi cor FCD dengan pelumas SAE 10W-30 menunjukkan bahwa nilai koefisien keausan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan. Penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) yang meneliti keausan besi cor FCD dengan pelumas SAE 90 menunjukkan bahwa nilai koefisien keausan dipengaruhi oleh beban yang diterima permukaan.

Pelumas merupakan bahan yang digunakan untuk melapisi permukaan sebuah komponen. Pelapisan ini digunakan untuk melindungi permukaan komponen dari kerusakan yang diakibatkan karena faktor dari luar seperti keausan dan korosi. Pemilihan pelumas dengan viskositas rendah dipakai pada putaran kerja yang tinggi, untuk beban besar menghendaki pelumas dengan viskositas yang lebih tinggi (Sularso dan Suga, 2004). Pelumas dibagi menjadi pelumas dingin (W) dan pelumas panas (S). Minyak pelumas dengan kode W dipakai untuk daerah tropis, sedangkan kode S dipakai pada daerah subtropis. Penggunaan pelumas sangat penting pada komponen mesin yang bergesekan. Salah satu penggunaannya adalah pada *camshaft* dengan material besi cor yang

bergesekan dengan *shim* katup yang dengan material AISI. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan belum ada penelitian yang menguji keausan material FCD dengan pelumas SAE 40. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelumas SAE 40 terhadap keausan besi cor FCD yang bergesekan dengan material AISI 52100 dengan pengujian *Tribotester Pin-on-Disc*.

## METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan pada penelitian keausan ini ialah menggunakan pengujian *Pin-on-Disc*. Pada penelitian ini, digunakan variasi kekerasan material dengan pembebanan 10 N dan 20 N dengan pelumas SAE 40. Keausan *pin* diukur menggunakan foto mikro untuk mengetahui lebar keausan pada tiap jarak *sliding* 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, dan 600 m. Kemudian dilakukan perhitungan volume keausan, tinggi keausan, serta keausan menggunakan data dari lebar keausan. Alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1 (a) dan bagian-bagian mesin *Pin-on-Disc* dan fungsinya diperlihatkan dalam Gambar 1 (b).



Gambar 1. (a) Diagram alir penelitian, (b) Mesin *Pin-on-Disc*

Penelitian ini dilakukan pada dua buah spesimen *pin* dengan material FCD 50 dan FCD 60 dan dilakukan pengujian keausan terhadap spesimen *disc* dengan material AISI 52100. Kecepatan putar motor listrik diatur pada kecepatan 60 rpm dan foto mikro dilakukan pada tiap jarak *sliding* 100 m. Spesifikasi spesimen uji ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi bahan pengujian

Spesimen	Jenis Material	Rata-rata Kekerasan Material		
		HRB	HRC	HB
Pin A	Besi Cor FCD 50	79,5	-	143
Pin B	Besi Cor FCD 60	86,5	-	167
Disc	AISI 52100	-	60	627



Gambar 2. (a) Pin (b) Disc

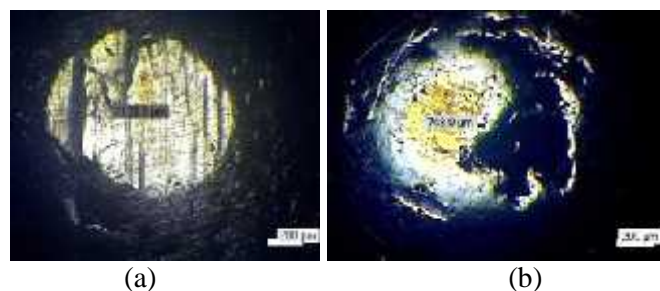
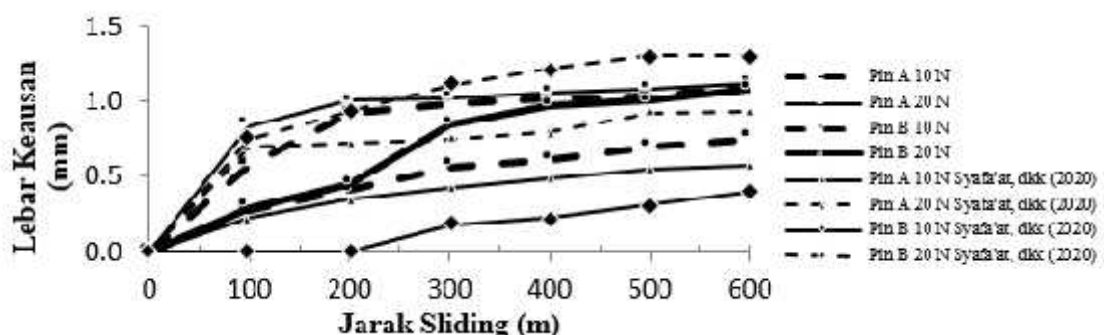
*Pin* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan besi cor FCD 50 (*pin* A) dan FCD 60 (*pin* B) berbentuk *hemisphere* berdiameter 9,5 mm. Komposisi bahan FCD adalah 3,4% C, 1,5% Si, 0,6% Mn dan sisanya adalah Fe. Untuk FCD 50 mengandung 0,02% Mg dan komposisi 0,03% Mg dan 0,03% Cr ditambahkan ke FCD 60 (Muchammad dkk, 2018). Bahan *disc* adalah material AISI 52100 dengan kekerasan 60 HRC dan standarisasi logam dapat diartikan 5 (baja *chromium steel*), 2 (*chromium steel* ditambah *sulphur & fosfor*), 3 angka terakhir (karbon baja  $1/100 \times 100 = 1\%$ ).

Dalam penelitian ini pelumas yang digunakan ialah SAE 40 API Service CD/SF. Pelumas tersebut produksi PT. Pertamina Lubricant dengan merk Mesran tipe B SAE 40. SAE 40 menunjukkan bahwa nilai viskositas pelumas sebesar 40 Ns/mm<sup>2</sup> ([www.pelumas.pertamina.com](http://www.pelumas.pertamina.com)).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lebar Keausan *Pin*

Pengukuran nilai lebar keausan *pin* dilakukan dengan foto mikro yang kemudian dilakukan pengukuran dengan *software Image Raster*. Hasil pengujian keausan *pin* ditunjukkan pada Gambar 3 (a) dan (b). Perubahan nilai lebar keausan *pin* pada tiap jarak *sliding* ditunjukkan pada Gambar 4. Pada ujung *pin* yang difoto tersebut terlihat keausan.

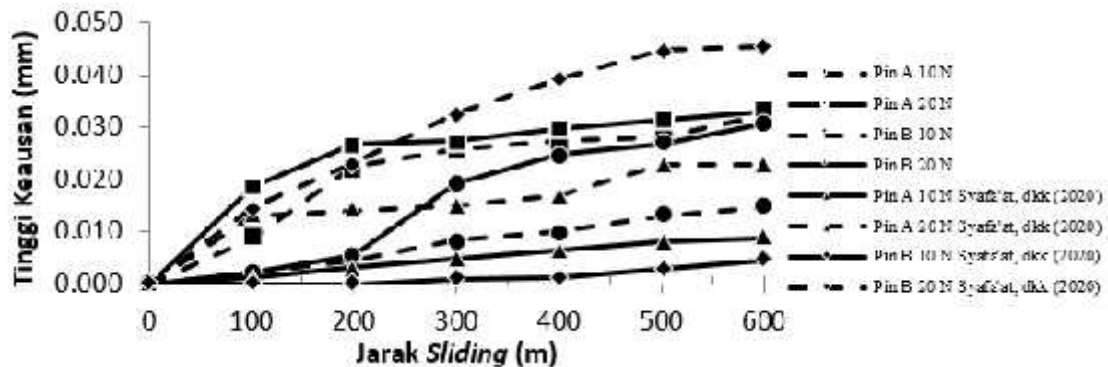
Gambar 3. (a) Keausan *pin* A beban 10 N jarak *sliding* 600 m, dan (b) Keausan *pin* B beban 10 N jarak *sliding* 600 mGambar 4. Grafik nilai lebar keausan *pin* A dan *pin* B

Dari Gambar 4 diketahui bahwa seiring dengan bertambahnya jarak *sliding* maka nilai lebar keausan semakin meningkat. Nilai lebar keausan terkecil *pin* A sebesar 0,5788 mm terjadi pada beban 10 N dengan jarak *sliding* 100 m. Nilai lebar keausan terbesar *pin* A sebesar 1,1171 mm

terjadi pada beban 20 N dengan jarak *sliding* 600 m. Sedangkan pada *pin* B nilai lebar keausan terkecilnya sebesar 0,2788 mm pada beban 10 N dan jarak *sliding* 100 m dan nilai lebar keausan terbesarnya 1,0789 mm pada beban 20 N dengan jarak *sliding* 600 m. Penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) dengan pelumas SAE 90 menunjukkan nilai lebar keausan yang cenderung lebih rendah. Pada *pin* A beban 10 N dengan jarak *sliding* 100 m nilai lebar keausannya 0,2215 mm dan pada beban 20 N dengan jarak *sliding* 600 m nilai lebar keausannya sebesar 0,9316 mm. Pada *pin* B terjadi ketidaksempurnaan hasil pengujian yang mengakibatkan hasil pengujian kurang akurat, namun secara keseluruhan nilai lebar keausan ini lebih kecil, hal ini disebabkan karena kontak langsung antar material yang diuji menggunakan pelumas SAE 90 lebih sulit terjadi, sehingga nilai keausan yang terjadi lebih kecil. Perbandingan penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar viskositas pelumas yang digunakan maka nilai lebar keausan nya akan semakin kecil. Hal ini sangat logis karena dengan viskositas yang tinggi, kemampuan mengambat terjadinya aus semakin besar. Jika melihat penelitian Khafidh dan Jamari (2014) penelitian ini mempunyai kecenderungan yang serupa, hanya saja dalam penelitiannya menggunakan pelumas dengan multigrade SAE 15W-40.

### Volume Keausan *Pin*

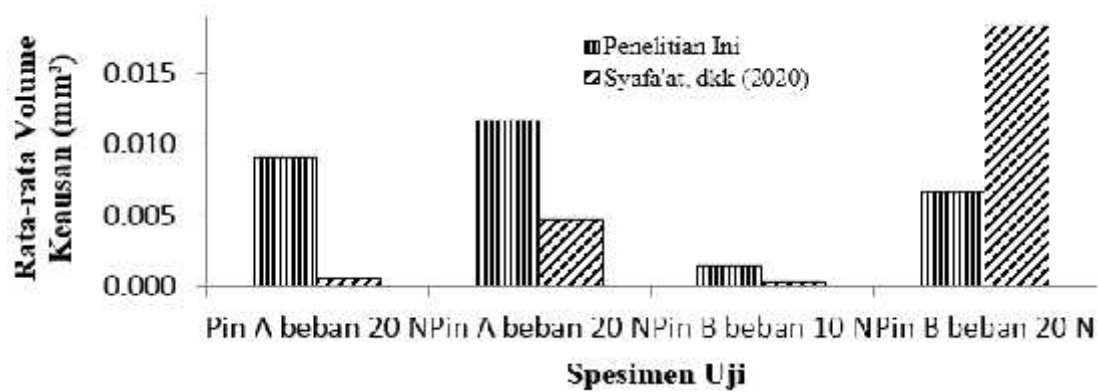
Dengan data lebar keausan *pin*, maka dapat dihitung volume keausan *pin* tersebut. Hasil perhitungan volume keausan *pin* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai volume keausan *pin* A dan *pin* B

Gambar 5 menunjukkan perbandingan peningkatan nilai volume keausan *pin* pada tiap jarak *sliding*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai volume keausan terkecil sebesar 0,000062 mm<sup>3</sup> pada *pin* B dengan beban 10 N pada jarak *sliding* 100 m. Sedangkan nilai volume keausan terbesarnya sebesar 0,016 mm<sup>3</sup> pada *pin* A dengan beban 20 N pada jarak *sliding* 600 m. Penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) dengan material dan pembebanan yang sama menggunakan pelumas SAE 90 menunjukkan nilai volume keausan lebih kecil. Nilai volume keausan terkecilnya sebesar 0,000013 mm<sup>3</sup> pada *pin* B beban 10 N dengan jarak *sliding* 300 m. Pada jarak *sliding* sebelum 300 m belum terlihat keausan pada *pin*. Sedangkan nilai volume keausan terbesarnya sebesar 0,03 mm<sup>3</sup> pada *pin* B dengan beban 20 N pada jarak *sliding* 600 m. Dari perbandingan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai viskositas pelumas maka akan menurunkan nilai volume keausan.

Perbandingan nilai rata-rata volume keausan *pin* antara penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) yang melakukan penelitian serupa dengan pelumas SAE 90 dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 6.

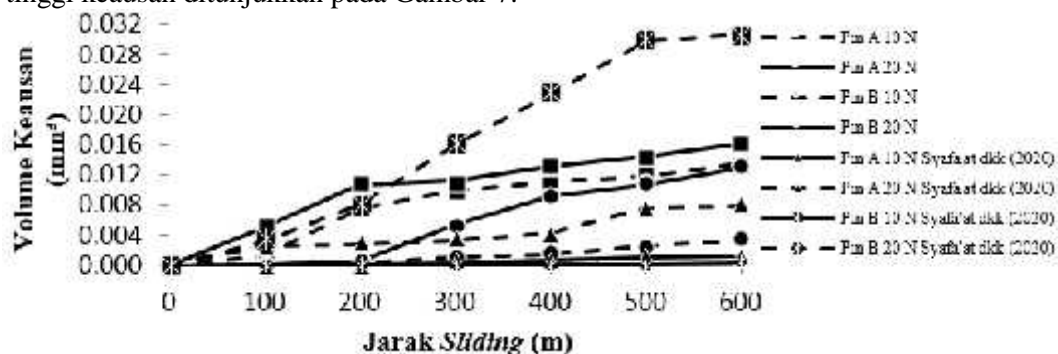


**Gambar 6. Perbandingan nilai rata-rata volume keausan pin**

Dari Gambar 6 menunjukkan pengujian menggunakan pelumas SAE 40 nilai rata-rata volume keausan terkecil *pin* sebesar 0,00144 mm<sup>3</sup> terjadi pada *pin* B dengan beban 10 N. Sedangkan pada pengujian yang dilakukan Syafaat, dkk (2020) dengan pelumas SAE 90 nilai rata-rata volume keausan terkecil *pin* sebesar 0,000069 mm<sup>3</sup> terjadi pada *pin* B dengan beban 10 N. Hanya terdapat satu penyimpangan yaitu pada *pin* B dengan beban 20 N yang disebabkan karena kurang sempurna pengujian yang dilakukan. Namun secara keseluruhan nilai rata-rata volume keausan pengujian menggunakan pelumas SAE 90 lebih kecil dibandingkan menggunakan pelumas SAE 40. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai viskositas pelumas maka nilai volume keausannya semakin menurun.

#### Tinggi Keausan Pin

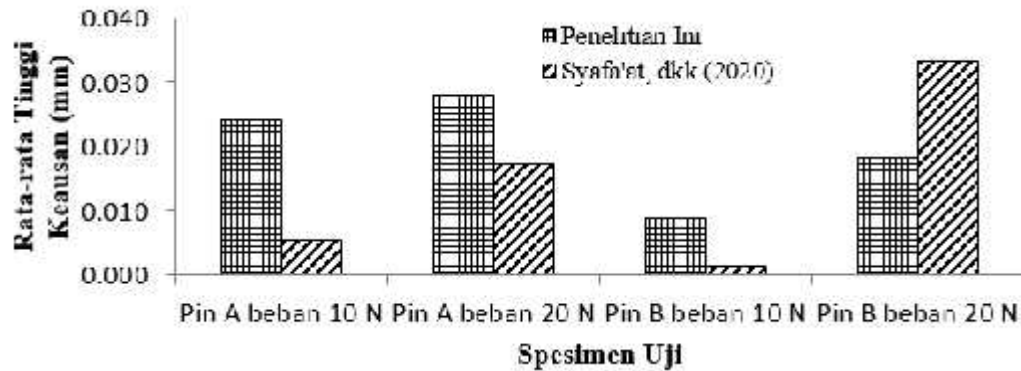
Dari data lebar keausan dan data volume keausan, maka dapat diperoleh data tinggi keausan. Grafik nilai tinggi keausan ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Grafik nilai tinggi keausan pin A dan pin B**

Dari Gambar 7 menunjukkan nilai tinggi keausan *pin*. Nilai tinggi keausan terkecil dalam pengujian ini sebesar 0,002046 mm pada *pin* B dengan jarak *sliding* 100 m. Pada pengujian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) menunjukkan nilai tinggi keausan terkecil sebesar 0,000864 mm pada *pin* B dengan jarak *sliding* 300 m. Dengan menggunakan pelumas SAE 90 untuk mencapai awal keausan dengan material dan beban yang sama dibutuhkan jarak *sliding* lebih panjang. Hal ini menunjukkan bahwa nilai viskositas pelumas berpengaruh terhadap tinggi keausan. Semakin besar nilai viskositas pelumas maka nilai tinggi keausan semakin kecil.

Perbandingan nilai rata-rata tinggi keausan *pin* antara penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) yang melakukan penelitian serupa dengan pelumas SAE 90 dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 8.

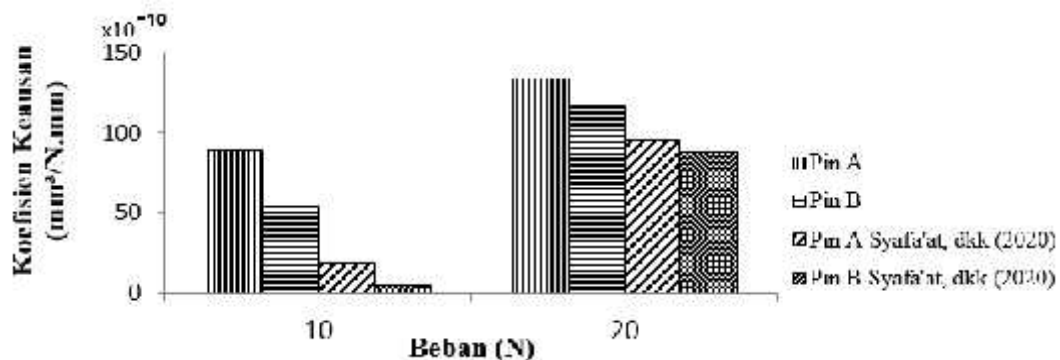


**Gambar 8. Perbandingan nilai rata-rata tinggi keausan *pin***

Dari Gambar 8 diketahui bahwa nilai rata-rata tinggi keausan *pin* dengan pelumas SAE 40 lebih besar dari nilai rata-rata tinggi keausan *pin* dengan pelumas SAE 90. Nilai rata-rata tinggi keausan terkecil terjadi pada *pin* B dengan beban 10 N. Dengan menggunakan pelumas SAE 40, nilai rata-rata tinggi keausan terkecilnya sebesar 0,00878 mm. Sedangkan menggunakan pelumas SAE 90 nilai rata-rata tinggi keausan terkecilnya sebesar 0,00152 mm. Hanya terdapat satu penyimpangan yaitu pada *pin* B dengan beban 20 N. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai viskositas pelumas maka nilai tinggi keausannya semakin menurun dan nilai tinggi keausan berbanding lurus dengan nilai volume keausan.

#### Koefisien Keausan *Pin*

Nilai koefisien keausan dihitung menggunakan data volume keausan dengan jarak *sliding* terjauh yaitu 600 m. Perbandingan nilai koefisien keausan pada setiap spesimen uji antara penelitian yang dilakukan oleh Syafaat, dkk (2020) yang melakukan penelitian serupa dengan menggunakan pelumas SAE 90 dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 9. Perbandingan nilai koefisien keausan *pin***

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai koefisien keausan *pin* akan semakin kecil apabila menggunakan pelumas yang lebih kental. Dengan menggunakan pelumas SAE 40 nilai koefisien keausan terkecil terjadi pada *pin* B dengan beban 10 N yaitu sebesar  $5,388 \times 10^{-10} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$  dan nilai koefisien keausan terbesar terjadi pada *pin* A dengan beban 20 N yaitu sebesar  $1,34 \times 10^{-9} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ . Sedangkan dengan menggunakan pelumas SAE 90 (Syafaat, dkk, 2020) mendapatkan nilai koefisien keausan terkecil pada *pin* B dengan beban 10 N sebesar  $4,5757 \times 10^{-11} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$  dan nilai koefisien keausan terbesar terjadi pada *pin* A dengan beban 20 N sebesar  $9,5467 \times 10^{-10} \text{ mm}^3/\text{N.mm}$ . Dapat disimpulkan bahwa pelumas dengan nilai viskositas lebih tinggi dapat mencegah keausan lebih baik. Kendala dari penelitian ini adalah perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang memiliki hasil kurang akurat dari sisi pengukuran lebar aus. Material *pin* yang terbuat dari besi cor terlihat ada porositas sehingga hal ini juga mempengaruhi volume aus yang terbentuk.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian keausan yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai kekerasan material berbanding terbalik dengan nilai tinggi keausan. Disisi lain semakin besar beban yang diberikan maka nilai volume keausan semakin besar. Besar beban yang diberikan juga berpengaruh terhadap nilai koefisien keausannya. Dengan membandingkan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai viskositas pelumas maka nilai koefisien keausan material akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa pelumas dengan nilai viskositas lebih besar akan mencegah terjadinya keausan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. Z., (2019), *Analisis Keausan Pin Besi Cor dengan Pelumas Melalui Pengujian Tribotester Pin on Disc*. Tugas Akhir. Universitas Wahid Hasyim.
- Bayer, R. G., (2004), *Mechanical Wear Fundamentals and Testing: Second Edition, Revised and Expanded*, Tribology Consultant Vestal, New York, USA.
- Bhushan, B., (2013), *Introduction to Tribology Second Edition*, The Ohio State University, USA.
- Khafidh, M., Jamari, J., (2014), *Analisa Karakteristik Minyak Pelumas Jenis 15W-40 Produk Dalam Negeri Menggunakan Tribometer Pin-On-Ring*, prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Muchammad, M., Syafaat, I., Hilmy, F., Tauviqirrahman, M., Jamari, J., (2018), *Wear analysis of spherical graphite cast iron using pin-on disc tribotester*. *J. Phys. Sci.*, 29 (Supp. 2), 15–26, <https://doi.org/10.21315/jps2018.29.s2.2>
- Sularso, S., Suga, K., (2004), *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: Pradya Paramita.
- Syafaat, I., Muchammad, M., Darmanto, D., Triyanto, I., (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.
- Wahyuni Nur, Adnan M., (2016), *Ketahanan Aus dan Kekerasan Komposit Matrik Aluminium (AMCS) Paduan Aluminium Al-Si Ditambah Penguat Sic Dengan Metode Stir Casting*. Prosiding Seminar SNTI 2016.
- <http://pelumas.pertamina.com/> , diakses tanggal 20 Februari 2021 pukul 15.23.