

ANALISIS KEAUSAN & KOEFISIEN GESEK MENGGUNAKAN TRIBOMETER *PIN ON DISC* PADA BAJA AISI C1045 DENGAN VARIASI KETEBALAN *COATING DPRO NANO CERAMIC*

Muchammad Sulthon Imaddudien ^{*1}

Fakultas Teknik dan Informatika, Program Studi Teknik Mesin
Univeristas PGRI Semarang
Email : muchammadsulthonimaddudien@gmail.com

Althesa Androva

Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika
Universitas PGRI Semarang
Email : androthesa@gmail.com

Aan Burhanuddin

Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika
Universitas PGRI Semarang
Email : aan.burhanuddin@gmail.com

ABSTRACT

A tribometer is a tool used to determine the condition of a material in the components of a machine so that the age of the component material is known. Pin on disc is a component tool used for tribometers, this tool is used as a tool to calculate wear and friction of the material being tested. Pin on disc tribology test equipment is a tool used to test friction and wear which is divided into pins and discs. This research aims to determine the wear and friction coefficient of AISI C1045 steel against variations in coating thickness variation using a pin on disc tribometer. The highest wear value occurred in the 2 coating thickness variation experiment with a value of 76.73 gr/s.mm², while the lowest wear value occurred in the variation without coating with a value of -19.13 gr/s.mm². Furthermore, in the experiment, the highest coefficient of friction occurred in the 1 coating thickness variation with a value of 1.02, while the lowest coefficient value occurred in the variation without coating with a value of -0.2. The conclusion of this research is that the results of wear testing of specimens made from AISI steel show that variations in coating thickness affect the wear rate, where with 2 coating thickness variations the higher the wear value obtained compared to 3 variations.

Keywords : *pin on disc, wear, cof, coating*

ABSTRAK

Tribometer adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengetahui kondisi suatu material terhadap komponen-komponen suatu permesinan agar diketahui usia material komponen tersebut. *Pin on disc* adalah suatu alat komponen yang digunakan untuk tribometer, alat ini dipergunakan sebagai alat memperhitungkan keausan dan gesekan material yang diuji. Alat uji tribologi *pin on disc* adalah alat yang digunakan untuk uji gesek dan keausan yang terbagi dari *pin* dan *disc*. Penelitian ini bertujuan mengetahui keausan dan koefisien gesek pada baja AISI C1045 terhadap variasi ketebalan *coating* menggunakan tribometer *pin on disc*.

¹ Korespondensi Penulis.

Nilai keausan tertinggi terjadi pada percobaan variasi ketebalan 2 *coating* dengan nilai 76.73 gr/s.mm², sedangkan nilai keausan terendah terjadi pada variasi tanpa *coating* dengan nilai -19.13 gr/s.mm². Selanjutnya pada percobaan koefisien gesek nilai tertinggi terjadi pada variasi ketebalan 1 *coating* dengan nilai 1.02 sedangkan nilai koefisien terendah terjadi pada variasi tanpa *coating* dengan nilai -0.2. Kesimpulan penelitian ini yaitu, hasil pengujian keausan benda uji yang terbuat dari baja AISI bahwa pada variasi ketebalan *coating* mempengaruhi laju keausan, dimana pada variasi ketebalan 2 *coating* semakin tinggi nilai keausan yang diperoleh di banding ke 3 variasi.

Kata Kunci : pin on disc, keausan, koefisien gesek, lapisan.

PENDAHULUAN

Secara umum faktor yang mempengaruhi usia penggunaan dari sebuah mesin, misal seperti kualitas komponen, cara pemakaian, perawatan, dan lain sebagainya. Ditinjau dari komponen-komponen mesin itu sendiri, juga akan berbeda dalam hal beban kerjanya sehingga berpengaruh pada usia pakai produk. Ketika mesin sedang beroperasi, komponen-komponen mesin akan saling terhubung dan saling menjalin sebuah kontak termasuk gesekan sesama komponennya, contohnya *ball* dengan *inner race* dan *outer race* pada *ball bearing*. Seperti halnya gesekan piston dengan dinding silinder dalam motor bakar, gesekan *camshaft* terhadap katup motor bakar dan lain sebagainya. Akibat dari adanya kinerja komponen tersebut maka akan timbul pengkikisan atau sering disebut keausan (*wear*).

Keausan (*wear*) yaitu hilangnya materi dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gesekan mekanik. Keausan pada umumnya terjadi akibat hilangnya material yang timbul akibat interaksi antar dua permukaan yang bergerak *slidding* dan mempunyai beban atau dibebani. Ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika ada dua benda yang saling bergesekan, maka akan terjadi perpindahan materi atau keausan.

Tribometer adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengetahui kondisi suatu material terhadap komponen-komponen suatu permesinan agar diketahui usia material komponen tersebut. *Pin-on-disc* adalah suatu alat komponen yang digunakan untuk tribometer, alat ini dipergunakan sebagai alat memperhitungkan keausan dan gesekan material yang di uji. Alat uji tribologi *pin-on-disc* adalah alat yang digunakan untuk uji gesek dan keausan yang terbagi dari *pin* dan *disc*. *Pin* mempunyai banyak bentuk dan ukuran, lazimnya berbentuk bola dan silinder batang, sedangkan *disc* berbentuk piringan dengan tebal tertentu berbentuk plat diameter. Terjadinya keausan dipengaruhi oleh beberapa faktor dan mekanisme yang di pengaruhi oleh beberapa parameter, seperti bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri.

Baja adalah material yang sering digunakan di dalam dunia permesinan, seperti halnya sektor industri, dalam sektor industri baja jenis ini sering banyak digunakan untuk membuat komponen mesin seperti *bearing*, roda gigi, *connecting rod*, poros. Akan tetapi sebelum digunakan untuk bahan baku komponen mesin baja tersebut harus melalui proses perlakuan panas untuk mendapatkan sifat yang sesuai lazimnya. Salah satu baja yang sering dipakai adalah jenis baja c1045, baja tersebut termasuk golongan baja karbon sedang, baja jenis ini mempunyai kandungan karbon sekitar 0,45 – 0,50.

Ditinjau dari beberapa faktor di sektor industri, *coating* atau pelapisan sangat diperlukan untuk mencegah terjadi korosi terhadap material yang digunakan, tujuan dari lapisan mungkin dekoratif, fungsional, atau keduanya. Pelapisan terdiri dari dua jenis, yaitu *liquid coating* dan *concrete coating*. Penelitian ini akan menganalisa keausan dan koefisien gesek pada baja AISI C1045 coating dan perbandingan keduanya.

Masalah pada penelitian ini sesuai dengan latar belakang diatas yaitu mengetahui bagaimana pengaruh kekuatan daya lekat *coating* terhadap baja c1045 ketika mengalami gesekan dan terjadi keausan, masalah yang kedua yaitu membandingkan hasil uji *coating* pada material yang sama menggunakan jenis *coating* yang berbeda.

Tinjauan pustaka pada penelitian ini akan dijelaskan hasil – hasil penelitian terdahulu yang bisa dijadikan acuan dalam judul penelitian ini. Penelitian terdahulu telah dipilih sesuai permasalahan dalam penelitian ini, sehingga diharapkan mampu menjelaskan maupun memberikan referensi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang telah dipilih.

1. Penelitian oleh Muhamad Taufik Ridwan dan Imam Syafa'at (2014) yang berjudul "ANALISIS KEAUSAN ALUMINIUM MENGGUNAKAN TRIBOTESTER PIN ON DISC DENGAN VARIASI KONDISI PELUMAS" Di Kota Semarang. 2. Penelitian oleh Sugeng Priyono, Imam Syafa'at, dan Henry Purwanto (2019) yang berjudul "ANALISA KEAUSAN PIN ON DISC BESI COR DENGAN KEKERASAN PERMUKAAN BUATAN DAN ELECTROPLATING HARDCHROME" Di Kota Semarang [3].

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi coating pada saat pengujian koefisien gesek menggunakan tribometer pin on disc [4].

METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan secara eksperimen dan analisis, kemudian dilakukan pendekatan secara langsung dengan cara pengamatan dan pengambilan data secara langsung. Dalam pendekatan maka akan dapat mengetahui hasil yang berbeda – beda pada pengaruh lapisan serta mempunyai kekurangan dan keunggulan masing – masing terhadap perbandingan perubahan gesekan disc terhadap kekuatan disc yang dihasilkan dari tribometer pada permukaan disc. Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimen.

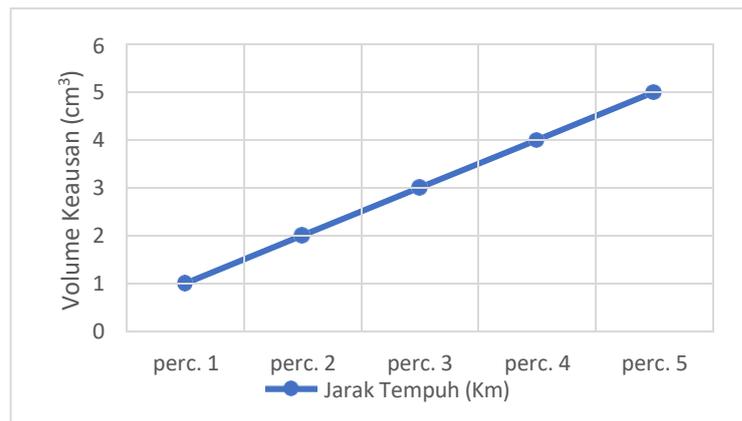
Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data, teknik pengumpulan data merupakan langkah terpenting dalam suatu penelitian. Penelitian tidak akan berjalan dengan lancar jika peneliti tidak mengetahui metode dalam pengumpulan data. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengujian tanpa coating

Tabel 2.1 Data hasil pengujian tanpa *coating*

No.	Waktu (Menit)	Koefisien Gesek	Berat pin (N)	Keausan (gr/s.mm ²)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				



Gambar 2.1 grafik hasil pengujian tanpa *coating*

HASIL DAN ANALISIS

Setelah melakukan pengujian pin on disc dapat diperoleh data koefisien gesek dan wear pada setiap benda uji dengan tiga kali percobaan, berikut gambar grafik yang telah diperoleh setelah pengujian selesai.

Hasil grafik tanpa *coating*

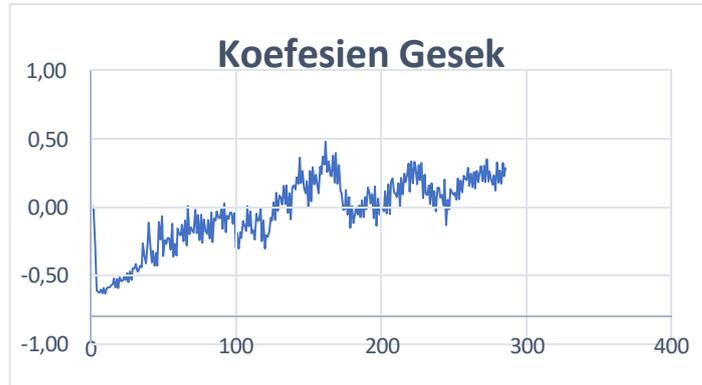
Koefisien gesek

Gambar grafik dibawah ini adalah hasil koefisien gesek setelah dilakukan pengujian pada variasi tanpa *coating* selama 5 menit.



Gambar 3.1 grafik koefisien gesek variasi tanpa *coating* percobaan pertama.

Pada gambar grafik 3.1 yaitu percobaan pertama, bisa dilihat nilai tertinggi terjadi pada koefisien gesek yaitu 0,46, sedangkan nilai terendah mencapai -0,59 dengan beban 2N.



Gambar 3.2 grafik koefisien gesek variasi tanpa *coating* percobaan kedua.

Pada gambar grafik 3.2 yaitu percobaan kedua bisa dilihat nilai yang tertinggi terjadi pada koefisien gesek yaitu 0,48, sedangkan nilai terendah mencapai -0,63 dengan beban 2N.

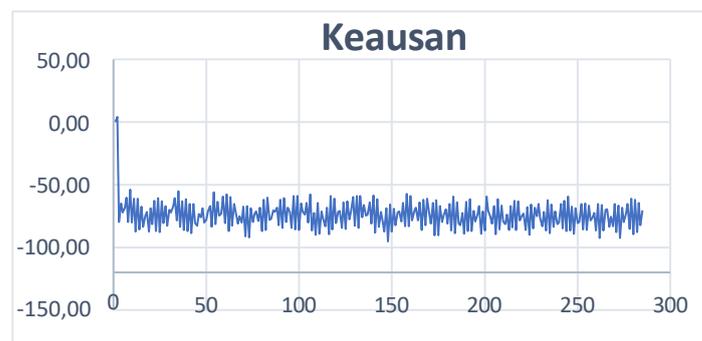


Gambar 3.3 grafik koefisien gesek variasi tanpa *coating* percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.3 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada koefisien gesek yaitu -0,06, sedangkan nilai terendah adalah -0,68 dengan beban 2N.

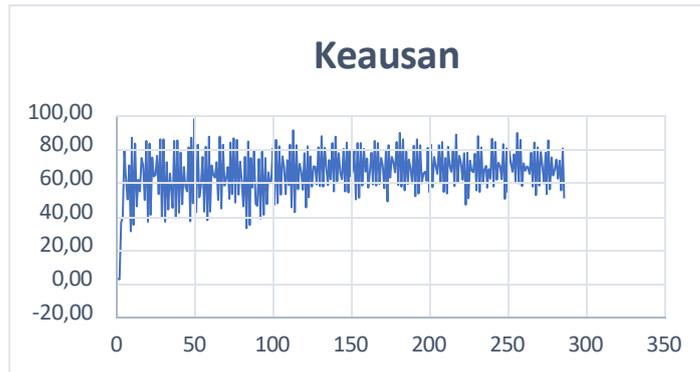
Keausan

Gambar grafik dibawah ini adalah hasil keausan setelah dilakukan pengujian pada variasi tanpa *coating* selama 5 menit.



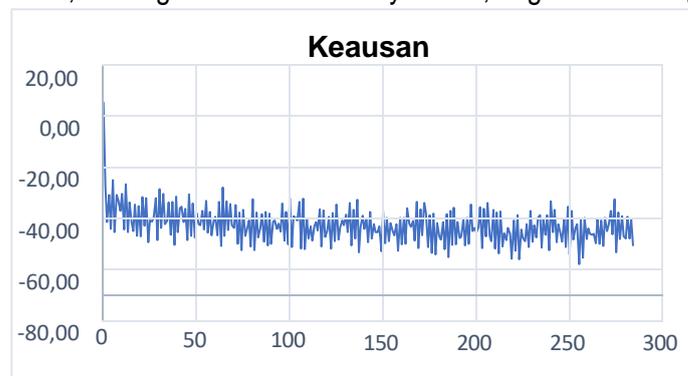
Gambar 3.4 grafik keausan variasi tanpa *coating* percobaan pertama.

Pada gambar grafik 3.4 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada keausan yaitu 4,06 gr/s.mm², sedangkan nilai keausan terendah yaitu -95,30 gr/s.mm² dengan beban 2N.



Gambar 3.5 grafik keausan variasi tanpa *coating* percobaan kedua.

Pada gambar grafik 3.5 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada keausan yaitu 95,06 gr/s.mm² , sedangkan nilai terendah yaitu 28,02 gr/s.mm² dengan beban 2N.



Gambar 3.6 grafik keausan variasi tanpa *coating* percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.6 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada keausan yaitu -28,61 gr/s.mm² , sedangkan nilai terendah yaitu -61,45 gr/s.mm² dengan beban 2N.

Hasil grafik setengah *coating*

Koefisien gesek

Gambar grafik dibawah ini adalah hasil koefisien gesek setelah dilakukan pengujian pada variasi setengah *coating* selama 5 menit.



Gambar 3.7 grafik koefisien gesek variasi setengah *coating* percobaan pertama.

Pada gambar grafik 3.7 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi pada terjadi koefisien gesek yaitu 0,95, sedangkan nilai terendah yaitu -0,51 dengan beban 2N.



Gambar 3.8 grafik koefisien gesek variasi setengah *coating* percobaan kedua.

Pada gambar grafik 3.8 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada koefisien gesek yaitu 0,96, sedangkan nilai terendah yaitu -0,27 dengan beban 2N.

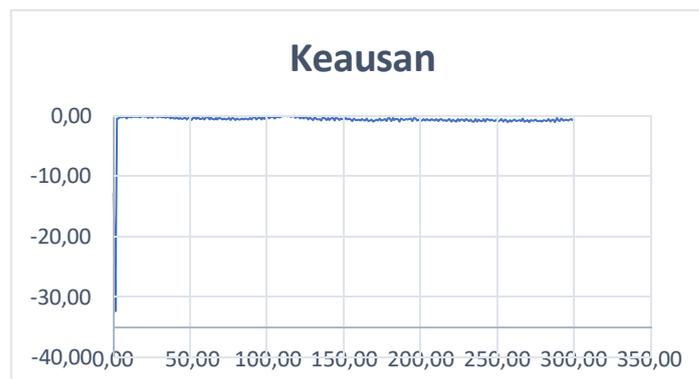


Gambar 3.9 grafik koefisien gesek variasi setengah *coating* percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.9 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada koefisien gesek yaitu 2,032, sedangkan nilai terendah yaitu 0 dengan beban 2N.

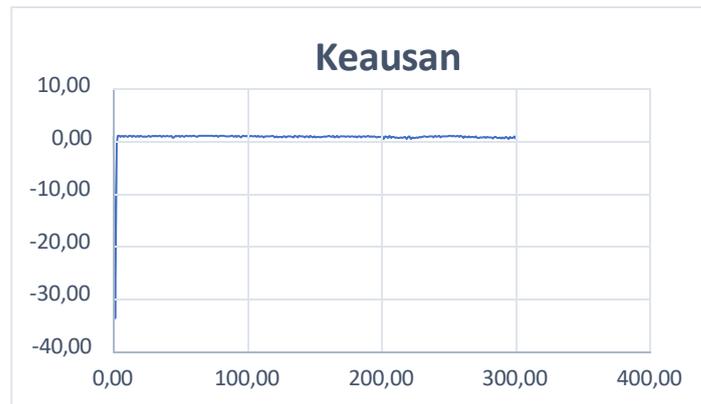
Keausan

Gambar grafik dibawah ini adalah hasil Keausan setelah dilakukan pengujian pada variasi setengah *coating* selama 5 menit.

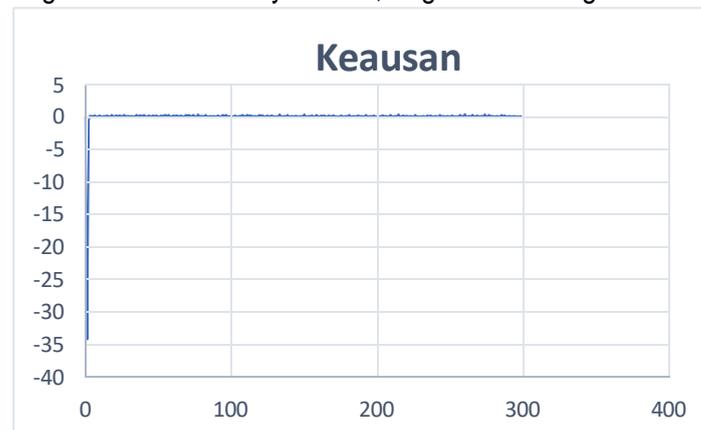


Gambar 3.10 grafik keausan variasi setengah *coating* percobaan pertama.

Pada gambar grafik 3.10 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi terjadi pada keausan yaitu -0,06 gr/s.mm², sedangkan nilai terendah yaitu -32,28 gr/s.mm² dengan beban 2N.



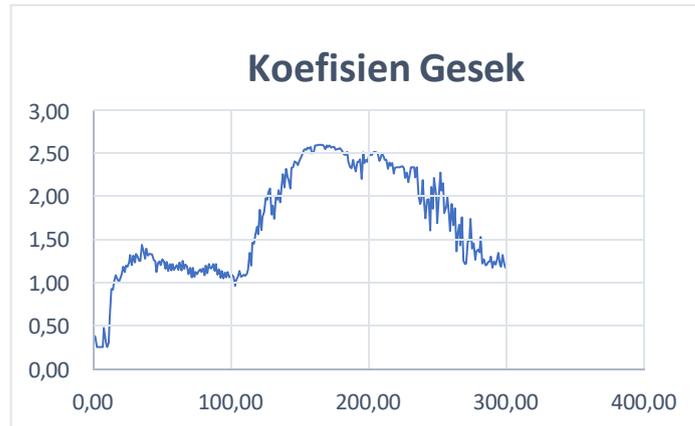
Gambar 3.11 grafik keausan variasi setengah *coating* percobaan kedua. Pada gambar grafik 3.11 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu 0,01 gr/s.mm² , sedangkan nilai terendah yaitu -34,69 gr/s.mm² dengan beban 2N.



Gambar 3.12 grafik keausan variasi setengah *coating* percobaan ketiga. Pada gambar grafik 3.12 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu 0,362 gr/s.mm² , sedangkan nilai terendah yaitu -34,193 gr/s.mm² dengan beban 2N.

Hasil grafik 1 lapisan coating
Koefisien gesek

Pada gambar grafik dibawah ini adalah hasil koefisien gesek setelah dilakukan pengujian pada variasi ketebalan 1 *coating* selama 5 menit.



Gambar 3.13 grafik koefisien gesek variasi 1 *coating* percobaan pertama.

Pada gambar 3.13 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 2,60, sedangkan nilai terendah yaitu 0,26 dengan beban 2N.



Gambar 3.14 grafik koefisien gesek variasi 1 *coating* percobaan kedua.

Pada gambar grafik 3.14 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 2,05, sedangkan nilai terendah yaitu 0 dengan beban 2N.

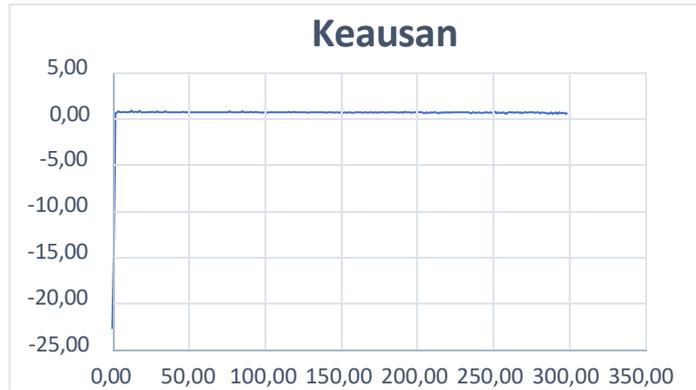


Gambar 3.15 grafik koefisien gesek variasi 1 *coating* percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.15 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 1,124, sedangkan nilai terendah yaitu -0,328 dengan beban 2N.

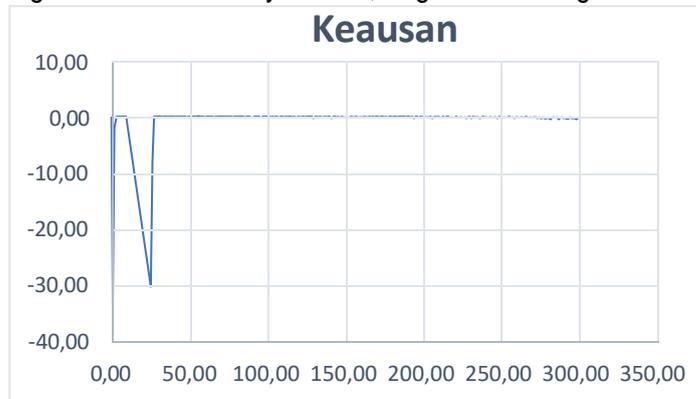
Keausan

Pada gambar grafik dibawah ini adalah hasil keausan setelah dilakukan pengujian pada variasi ketebalan 1 *coating* selama 5 menit.



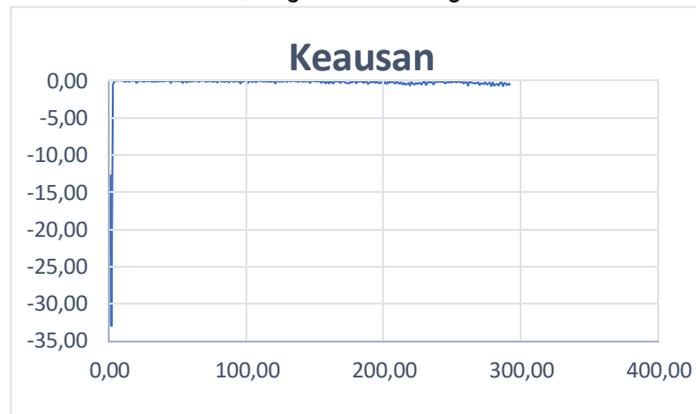
Gambar 3.16 grafik keausan variasi 1 *coating* percobaan pertama.

Pada gambar grafik 3.16 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu 0,21 gr/s.mm², sedangkan nilai terendah yaitu -23,39 gr/s.mm² dengan beban 2N.



Gambar 3.17 grafik keausan variasi 1 *coating* percobaan kedua.

Pada gambar 3.17 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu 0,09 gr/s.mm², sedangkan nilai terendah -30,34 gr/s.mm² dengan beban 2N.



Gambar 3.18 grafik keausan variasi 1 *coating* percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.18 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu 0 gr/s.mm², sedangkan nilai terendah yaitu -33,033 gr/s.mm² dengan beban 2N.

Hasil grafik variasi ketebalan 2 coating
Koefisien gesek

Pada gambar grafik dibawah ini adalah hasil koefisien gesek setelah dilakukan pengujian pada variasi 2 coating selama 5 menit.



Gambar 3.19 grafik koefisien gesek variasi 2 coating percobaan pertama.

Pada gambar 3.19 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 1,83, sedangkan nilai terendah yaitu 0,09 dengan beban 2N.



Gambar 3.20 grafik koefisien gesek variasi 2 coating percobaan kedua.

Pada gambar 3.20 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 0,91, sedangkan nilai terendah yaitu -0,59 dengan beban 2N.

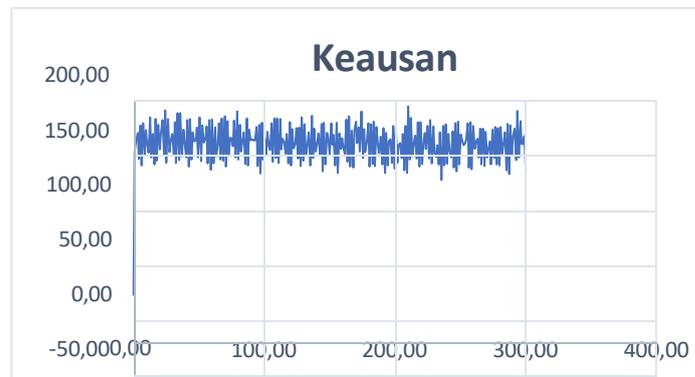


Gambar 3.21 grafik koefisien gesek variasi 2 coating percobaan ketiga.

Pada gambar grafik 3.21 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi pada koefisien gesek yaitu 0,603, sedangkan nilai terendah yaitu -0,461 dengan beban 2N.

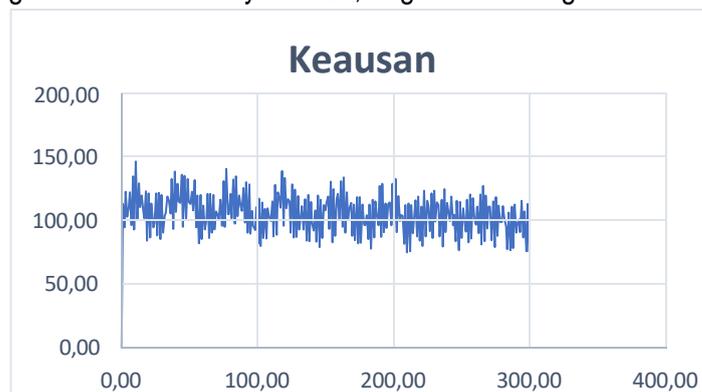
Keausan

Pada gambar grafik dibawah ini adalah hasil keausan setelah dilakukan pengujian pada variasi ketebalan 2 *coating* selama 5 menit.



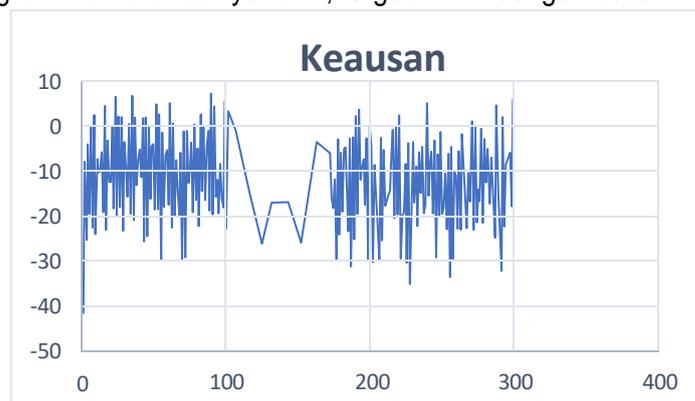
Gambar 3.22 grafik keausan variasi ketebalan 2 *coating* percobaan pertama.

Pada gambar 3.22 yaitu percobaan pertama, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu $170,76 \text{ gr/s.mm}^2$, sedangkan nilai terendah yaitu $104,45 \text{ gr/s.mm}^2$ dengan beban 2N.



Gambar 3.23 grafik keausan variasi ketebalan 2 *coating* percobaan kedua.

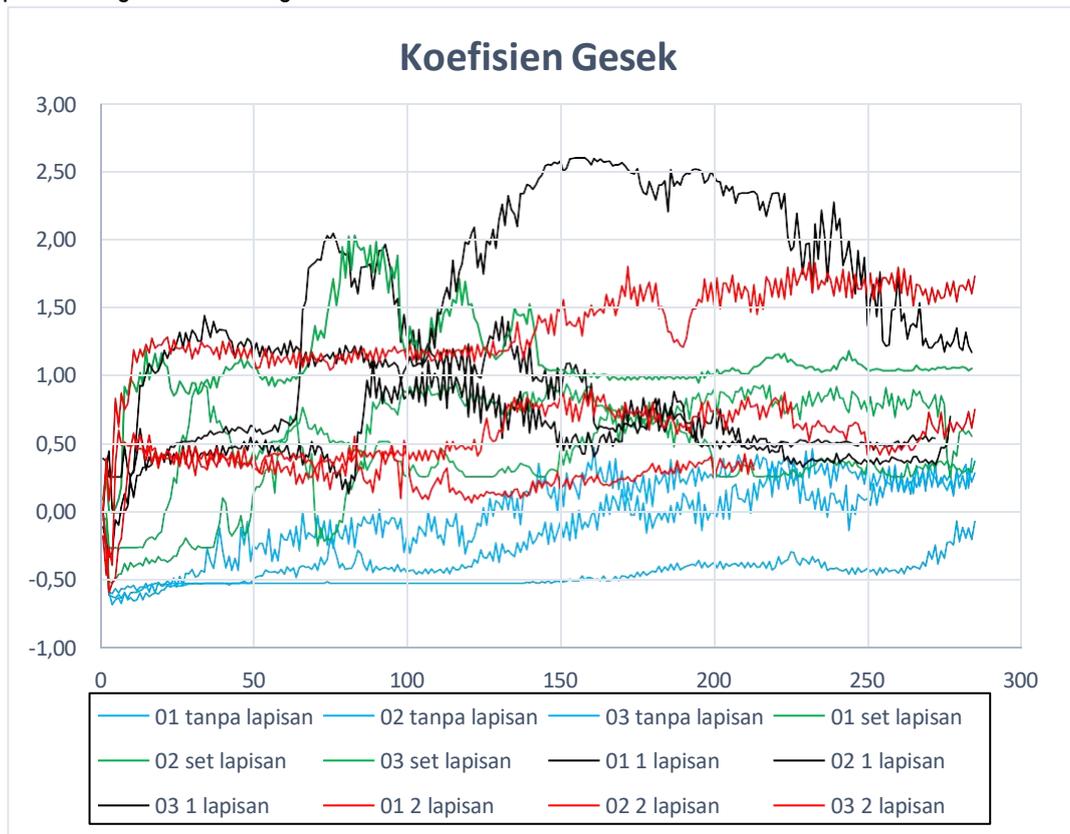
Pada gambar 3.23 yaitu percobaan kedua, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu $146,29 \text{ gr/s.mm}^2$, sedangkan nilai terendah yaitu $74,79 \text{ gr/s.mm}^2$ dengan beban 2N.



Gambar 3.24 grafik keausan variasi ketebalan 2 *coating* percobaan ketiga.

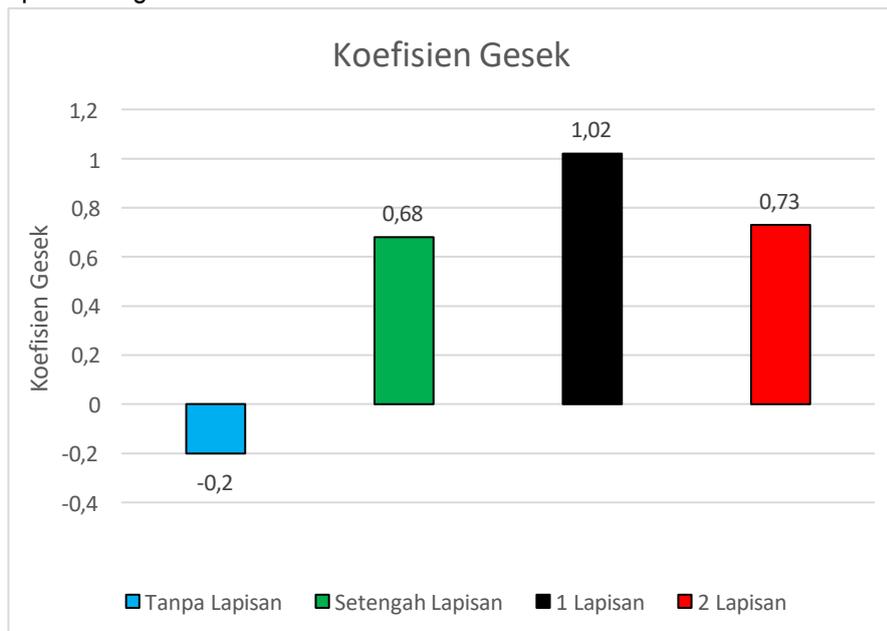
Pada gambar grafik 3.24 yaitu percobaan ketiga, bisa kita lihat nilai tertinggi pada keausan yaitu $7,192 \text{ gr/s.mm}^2$, sedangkan nilai terendah yaitu $-41,777 \text{ gr/s.mm}^2$ dengan beban 2N.

Hasil grafik perbandingan koefisien gesek



Gambar 3.25 grafik perbandingan koefisien gesek.

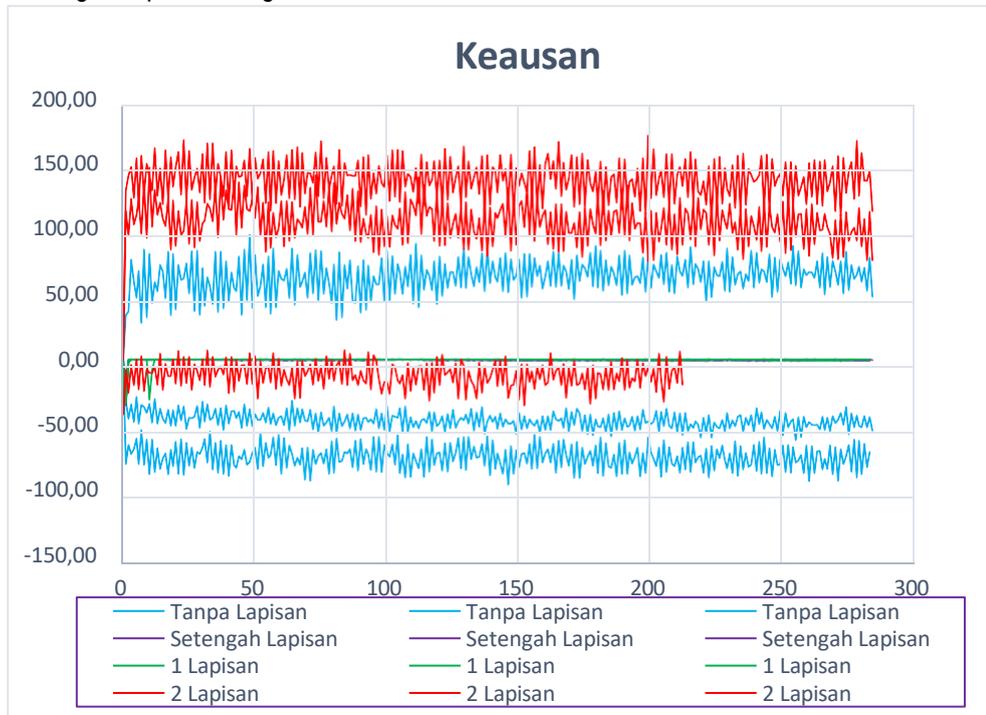
Setelah dilakukan pengujian menggunakan tribometer pin on disc dengan beban 2N, pada grafik perbandingan didapat hasil pada gambar 3.25 yaitu koefisien tertinggi terjadi pada percobaan pertama dengan variasi 1 coating 1, sedangkan nilai terendah terjadi pada percobaan ketiga dengan variasi tanpa coating.



Gambar 3.26 diagram batang perbandingan koefisien gesek.

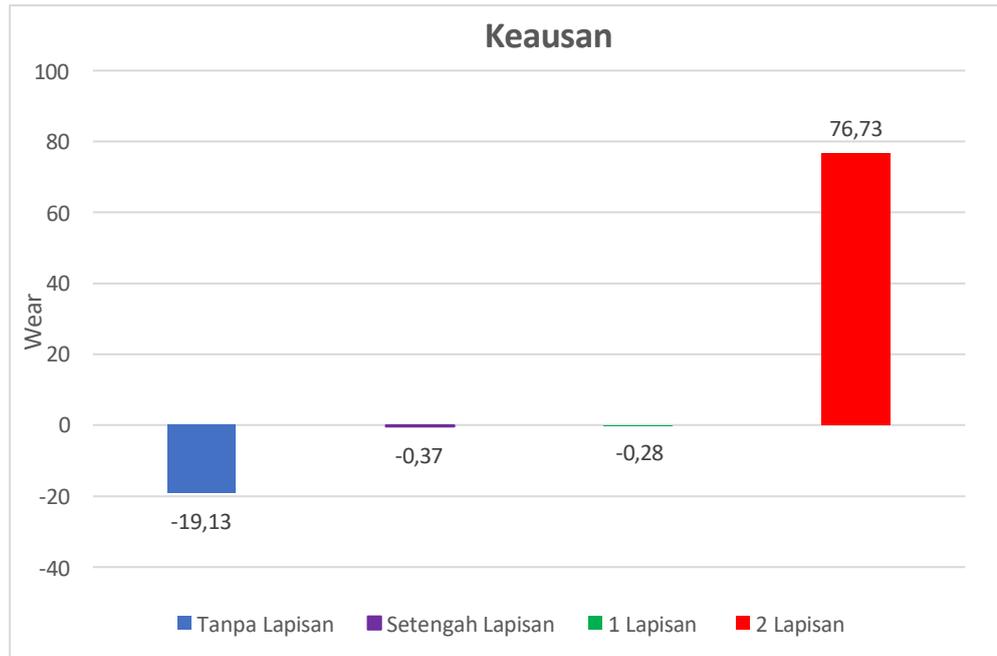
Setelah dilakukan pengujian pada material baja AISI C1045 menggunakan tribometer *pin on disc*, dapat kita lihat pada gambar 3.26 untuk nilai koefisien gesek yang terbesar terjadi pada variasi 1 coating yaitu sebesar 1,02, dan nilai koefisien gesek terendah terjadi pada variasi tanpa coating yaitu dengan nilai -0,2.

a. Hasil grafik perbandingan keausan



Gambar 3.27 grafik perbandingan keausan.

Setelah dilakukan pengujian tribometer *pin on disc* pada material baja AISI C1045 didapat hasil pada gambar grafik perbandingan keausan 3.27, dimana nilai tertinggi terjadi pada variasi 2 coating pada pengujian pertama, sedangkan nilai terendah terjadi pada variasi tanpa coating pengujian pertama dengan beban 2N.



Gambar 3.28 diagram batang perbandingan keausan.

Dari gambar diatas bisa kita lihat, diagram perbandingan wear pada variasi setengah *coating* dan variasi 1 *coating* hasil keduanya memiliki selisih yang sangat sedikit, dimana setengah lapisan dengan nilai -0,37, sedangkan variasi 1 lapisan dengan nilai -0,28. Pada variasi 2 *coating* yaitu hasil tertinggi dengan nilai 76,73, sedangkan pada variasi tanpa lapisan memiliki nilai terendah yaitu -19,13.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pada material baja AISI C1045 dengan variasi *coating* menggunakan tribometer pin on disc dengan beban 2N, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian diketahui bahwa variasi ketebalan *coating* mempengaruhi koefisien gesek maupun laju keausan, dimana pada variasi tanpa *coating* koefisien gesek mengalami penurunan dengan nilai 0.2, sedangkan pada variasi ketebalan 1 *coating* koefisien gesek mengalami kenaikan dengan nilai 1.02. Dan nilai laju keausan pada variasi 2 *coating* mengalami kenaikan dengan nilai 76.73 gr/s.mm², sedangkan variasi tanpa *coating* mengalami penurunan dengan nilai 19.13 gr/s.mm²

DAFTAR PUSTAKA

- Darmanto dkk, & 2014. (n.d.). *Analisis Keausan Alumunium Menggunakan Tribotester Drngan Variasi Kondisi Pelumas.*
- Darmanto dkk, & 2017. (n.d.). *Analisa Keausan Cylinder Bearing Menggunakan Tribotester Pin on disc Dengan Variasi Kondisi Pelumas.*
- Imam Syafa'at dkk, 2020 Universitas Wahid Hasyim Semarang. (2010). *pada material alumunium dan kuningan dengan menggunakan tribometer.* 144–149.

- Sugeng Priyono dkk, & 2019. (n.d.). *Analisa Keausan Pin On Disc Besi Cor Dengan Kekasaran Permukaan Buatan dan Electroplating Hardchrome*.
- Yanto Ahmad, U. D. S. 2011. (n.d.). *Perhitungan Keausan Berbasis FEM Pada Sistem Rolling Contact*. 6–14.
- Randy Rifaldi, dan Mulianti Universitas Negeri Padang, (2019). *Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045*. 1.