

## UJI KEAUSAN BESI COR BERLAPIS *HARDCHROME* MENGUNAKAN *TRIBOTESTER PIN-ON-DISC*

Wahyu Anuwar Witoyo, Imam Syafa'at\*, Darmanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jln. Menoreh Tengah X/22 Sampangan, Semarang, Indonesia

\*Email: imamsyafaat@unwahas.ac.id

### Abstrak

Besi cor memiliki rasio kekuatan terhadap massa yang paling tinggi. sehingga banyak digunakan sebagai bahan komponen mesin, misalkan gesekan yang terjadi pada ring piston dengan bore cylinder yang merupakan komponen drive train dari sistem motor bakar. Akibat dari kerja komponen tersebut maka akan timbul adanya keausan permukaan komponen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fenomena keausan besi cor dengan perlakuan permukaan *electroplating hardchrome* dengan menggunakan metode pengujian pin on disk tribometer, yang dilakukan dengan pelumasan SAE 10w-30 pada pembebanan 10N dan 20N dengan kecepatan putaran 60rpm dan jarak 200m, 300m, 400m, 500m, 600m setiap jarak dilakukan pengukuran keausan pada spesimen pin dan disc. Hasil pengujian keausan pada spesimen yang terbuat dari material besi cor dan dilapisi *hardchrome* dengan menggunakan pelumas SAE 10W-30 memperoleh kesimpulan bahwa setiap jarak keausan pada disk meningkat, Perhitungan keausan dengan menggunakan metode Archard yang menunjukkan tinggi keausan tertinggi sebesar 0.016729 mm pada jarak 600m di disc A beban 10N dan terendah sebesar 0.003035 mm pada jarak 200 m di disc B beban 10n. Nilai volume keausan terbesar pada disc B beban 20N berkisar 1.1741mm<sup>3</sup> pada jarak 600 m. Serta volume keausan terendah pada disc A sebesar 0.2720 mm<sup>3</sup> pada jarak 200 m dengan jenis keausan yang terjadi adalah keausan abrasi.

**Kata kunci** : besi cor, *electroplating hardchrome*, kekasaran buatan, keausan abrasi.

### PENDAHULUAN

Sejalan semakin tingginya ilmu pengetahuan dan teknologi yang lebih modern, dalam dunia permesinan untuk memperpanjang umur pemakaian sebuah permesinan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, misalnya cara pemakaian, kualitas bahan dan cara perawatannya. Permasalahan yang terjadi setiap komponen mesin adalah adanya gesekan satu sama lain yang terjadi bila komponen-komponen dalam permesinan saling kontak. sehingga menimbulkan adanya keausan permukaan komponen.

Keausan (*wear*) dianggap sebagai fenomena permasalahan utama dalam sistem *tribology* dan didefinisikan sebagai hilangnya material dari permukaan yang bersinggungan di dalam gerakan *relative* yang dikendalikan oleh sifat material (kekerasan, keuletan, sifat termal), lingkungan (jenis pelumas, suhu), kondisi operasional (topografi permukaan, beban, kecepatan) dan geometri dari

permukaan yang bersinggungan (Cracaoanu, 2010).

Syafa'at (2008) secara prinsip, pelumasan berfungsi untuk mencegah keausan yang disebabkan oleh gesekan antar benda yang bergerak *relative*. Fungsi lain dari pelumas adalah untuk mengurangi gesekan, sebagai kompresi *seal*, meredam *noise*, sebagai pendingin bagian *part*, mencegah karat, dapat menjaga *part* tetap bersih.

(Watson & Gawne, 1997) telah mempraktikkan teknik pelapisan *chrome* terhadap besi cor, Bahan penekan *identor* atau *pin* berbahan besi dengan panjang 60 mm serta berdiameter 6,35 mm. Spesimen *flat* dilapisi *chrome* dengan nilai ketebalan 10  $\mu$ m dan 60  $\mu$ m. Di dalam praktiknya terdapat kegagalan lapisan setelah dilakukan pengujian *pin-on-flat*.

Nasrudin (2016) Menganalisis keausan *cylinder* baja st90 menggunakan *Tribotester pin-on-disc* dengan variasi pelumas menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa

pelumasan memiliki volume keausan yang paling tinggi, yaitu  $0,011 \text{ cm}^3$ . Pada kondisi pelumasan volume keausan yang terjadi pada *pin* tidak mengalami perubahan dengan nilai volume keausan yang tertinggi pada SAE 40 sebesar  $0,0038 \text{ cm}^3$ . SAE 90 dengan nilai volume keausan sebesar  $0,0038 \text{ cm}^3$ . Dan SAE 140 dengan nilai keausan volume keausan sebesar  $0,0038 \text{ cm}^3$ . Semakin tinggi nilai dari viskositas suatu pelumas maka semakin kecil volume keausan yang terjadi pada *pin*.

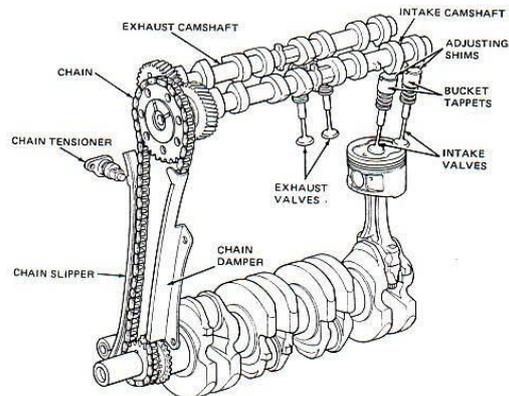
Keausan besi cor grafit bulat telah diteliti oleh (Muchammad dkk., 2018) untuk aplikasi *Cylinder liner* menggunakan *tribotester pin on disk*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume dan tinggi keausan yang terjadi pada besi cor FCD 50 (79,5 HRB), FCD 50 (82 HRB), dan FCD 60 (86,5 HRB). Analisa perhitungan menggunakan penurunan geometri (Archard, 1953). volume keausan dan tinggi keausan yang paling besar terjadi pada besi cor FCD 50 dengan kekerasan 79,5 HRB.

Sugiharto (2017) menganalisis keausan dengan membandingkan dua buah spesimen yang berbeda. Kedua spesimen tersebut berupa *disc* FCD 50 dan FCD 60 dengan alur buatan hasil pembubutan *knurling* DIN 82 melalui pengujian tribometer *pin-on-disc* tanpa pelumas. Jenis *knurling* yang dipakai adalah RBL *left-hand spiral* dengan *pitch* 0,3 mm. *Pin* berbentuk bola dengan standar AISI 52100 berdiameter 9,5 mm. Tingkat keausan tertinggi pada *disc* FCD 50 dengan volume keausan  $6,9581 \text{ mm}^3$  pada jarak 600m. Dan nilai keausan terendah pada *disc* FCD 60 dengan volume  $0,8742 \text{ mm}^3$  pada jarak 200 m. Dari analisa tersebut disimpulkan nilai kekerasan material berpengaruh terhadap volume keausan, koefisien keausan dan tinggi keausan.

Keausan baja ST.40 menggunakan tribotester *pin-on-disc* pernah dilakukan oleh (Rohadi dkk., 2013) dengan kondisi pelumas menggunakan SAE 40 dan SAE 140. Pengujian tersebut menunjukkan *pin* dengan variasi pelumas didapatkan penurunan berat *pin* yang besar pada pengujian *pin* dengan variasi tanpa pelumas sebesar 3,74 g. sedangkan penurunan berat *pin* yang kecil

sebesar 0,02 g pada pengujian menggunakan pelumas SAE 140.

Pengerasan permukaan atau melakukan penambahan lapisan permukaan dapat mengurangi nilai keausan dari sebuah material. Perlakuan permukaan merupakan suatu cara untuk merancang permukaan benda padat dengan merubah, dan menambah bahan baru sebagai pelapis, secara umum bersifat sebagai pelindung dan meningkatkan unjuk rupa. Salah satu jenis perlakuan permukaan adalah dengan metode pelapisan listrik yaitu *electroplating hardchrome*. *Electroplating hardchrome* adalah jenis penambahan lapisan permukaan yang berbahan dasar kromium. Penambahan lapisan Hardchrome secara umum dilakukan pada alat-alat industri yang bergerak, salah satu aplikasinya adalah camshaft. fungsi dari camshaft adalah sebagai penggerak katup hisap untuk memasukkan bahan bakar dari intake manifold ke saluran port menuju ruang bakar (Priyono dkk., 2019). mekanisme cam dapat dilihat seperti pada gambar 1.



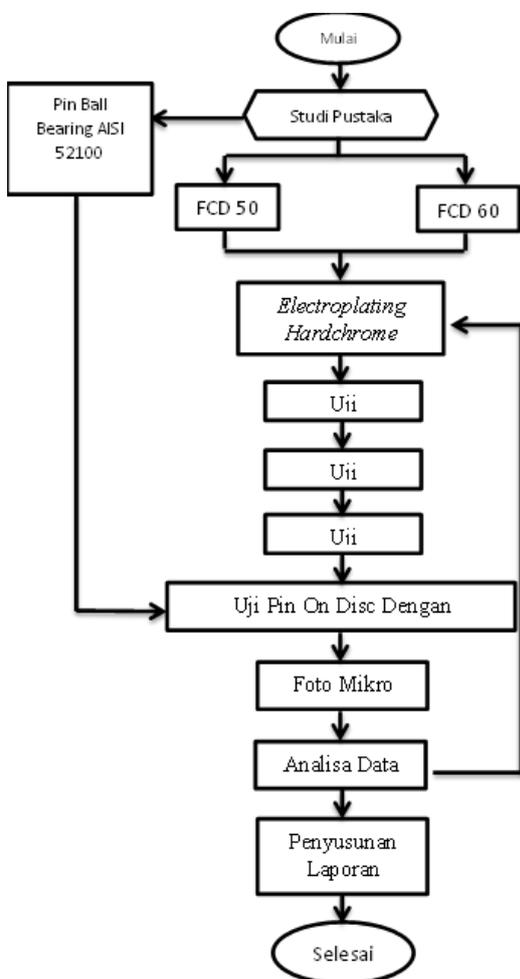
**Gambar 1. Mekanisme Camshaft (HPM E-Learning System)**

*Tribometer* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur gesekan dan keausan antara dua permukaan. Alat *Tribometer pin-on-disc* adalah alat uji gesek untuk mengetahui keausan pada *pin* dan *disc*. Berbagai ukuran dan bentuk *pin* dapat digunakan, misalnya seperti bentuk bola atau silinder tabung, dan *disc* berbentuk piringan dengan plat berdiameter tebal berbagai ukuran. Pemakaian alat *pin on disc* untuk mengetahui keausan berjenis *rolling* dan *sliding*. Dari penelitian diatas belum ada

penelitian lebih lanjut mengenai lapisan *hardchrome* menggunakan pelumasan. Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukan analisa pengujian *pin-on-disc* untuk mengetahui ketahanan gesek permukaan besi cor berlapis *electroplating hardchrome* menggunakan pelumas SAE 10W-30 yang dapat mengurangi gesekan antara *pin* dan *disc* yang saling bersinggungan.

## METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan cara pengujian keausan besi cor berlapis *hardchrome* menggunakan alat tribotester *pin-on-disc* dengan pelumas SAE 10w-30 dan kecepatan putaran *disc* diatur menggunakan Inverter dengan kecepatan putaran 60 rpm dan beban pada pin 10N dan 20N dengan menempuh jarak 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, dan 600 m seperti pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Alur Penelitian

Bahan yang digunakan untuk eksperimen yakni bahan uji (*specimen*) berupa dua buah besi cor berbentuk *disc* A dan *disc* B berdiameter 151,50 mm dan tebal keseluruhan 25,60 mm. Lanhkah selanjutnya adalah proses *electroplating* yang terdiri dari pengerjaan awal, proses pelapisan dan pengerjaan akhir pelapisan listrik krom keras. Tahapan selanjutnya pengujian *pin-on-disc* (POD) dengan pelumas SAE 10w-30 pada *disc*. Pengujian foto mikro kedua spesimen (*disc*) setelah proses pelapisan permukaan dan pengujian gesekan, tahap selanjutnya dilakukan foto mikro untuk mengetahui bentuk keausan akibat gesekan *pin-on-disc*.

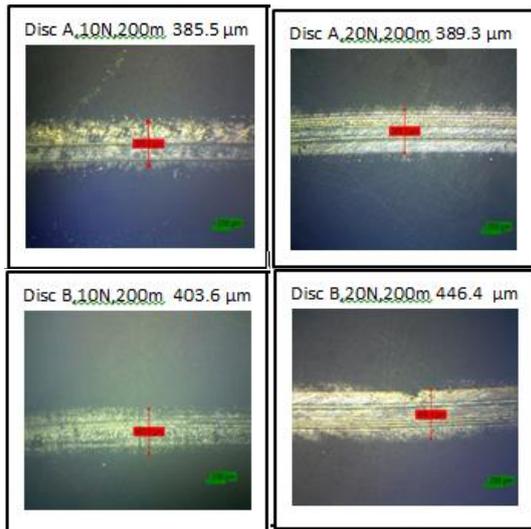
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian *pin-on-disc* menggunakan pelumas SAE 10w-30 dengan material besi cor FCD 50 dan FCD 60 menggunakan alat tribotester, didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 1. Permukaan *disc* A dan *disc* B kekasarannya meningkat dari sebelum di *hardchrome* dan setelah di *hardchrome*. Nilai peningkatan kekasaran *disc* B sebesar 26,77% dan *disc* A sebesar 20,15%. Nilai peningkatan kekerasan permukaan *disc* A sebesar 382% dan *disc* B sebesar 208%.

Tabel 1. Data *pin* dan *disc*

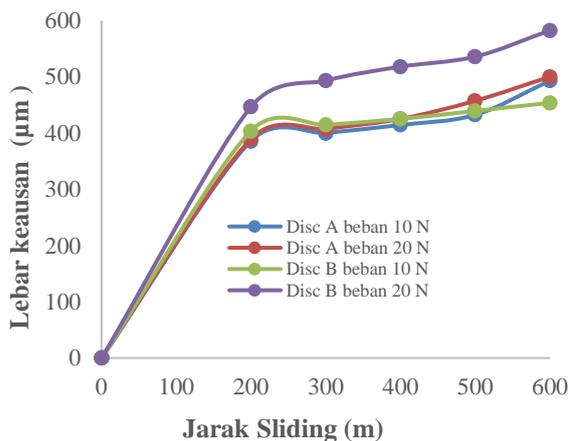
No		Nilai	
		Normal	<i>Hardchrome</i>
1	Kekasaran <i>disc</i> A	0.516 $\mu\text{m}$	0.62 $\mu\text{m}$
2	Kekasaran <i>disc</i> B	0.623 $\mu\text{m}$	0.786 $\mu\text{m}$
3	Kekerasan <i>disc</i> A	79.5 HRB	714.2 HV
4	Kekerasan <i>disc</i> A	86.5 HRB	530.6 HV
5	Beban pengujian	10N	20N
6	Ketebalan lapisan <i>disc</i> A	9.3 $\mu\text{m}$	
7	Ketebalan lapisan <i>disc</i> B	11.5 $\mu\text{m}$	

Foto mikro hasil eksperimen *disc* A dan *disc* B hanya pada jarak 200m dengan beban 10N dan 20N yang telah diukur lebar kontak ausnya dengan menggunakan mikroskop metalografi adalah sesuai dengan gambar 3.



Gambar 3. Foto mikro disc

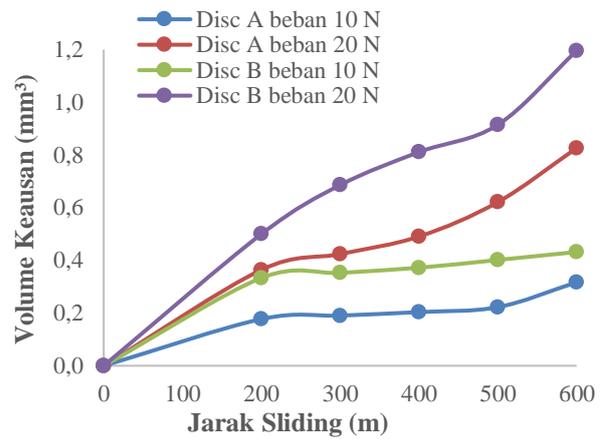
Berdasarkan gambar 3 dapat diambil keterangan semakin besar pembebanan pada pin dan bertambahnya jarak maka Semakin besar nilai lebar keausannya. Lebar Keausan Permukaan Disc dapat dilihat pada gambar 2 Waktu yang ditempuh dengan membandingkan jarak tempuh terhadap percepatan disc diatas sistem tribometer.



Gambar 4. Grafik lebar keausan disc A dan disc B

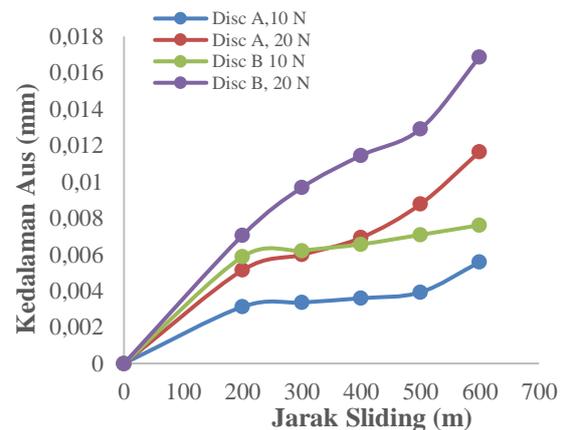
Hasil perbandingan lebar kontak keausan disc dapat dilihat pada gambar 4 perbandingan lebar kontak keausan disc tertinggi pada disc B dengan jarak 600 m sebesar 582.2 μm dan terendah pada disc A dengan jarak 200 m sebesar 385.8 μm. Nilai

volume keausan yang dialami disc A dan B ditiap-tiap jarak dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan volume keausan disc A dan disc B

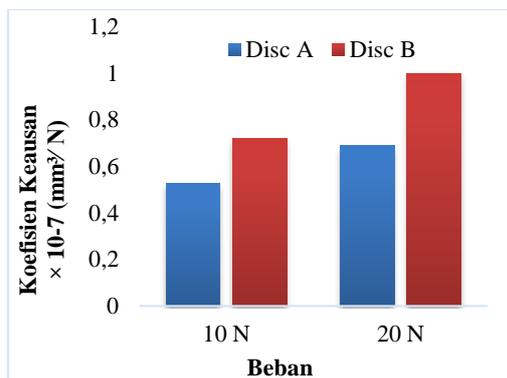
Dari gambar 5 volume keausan disc dapat dilihat nilai volume keausan tertinggi pada disc B beban 20N dengan jarak 600 m sebesar 1.1958 mm<sup>3</sup> dan terendah pada disc A beban 20N dengan jarak 200 m sebesar 0.1771 mm<sup>3</sup>. Kedalaman keausan dari pengujian kontak sliding antara pin dan kedua disc adalah terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik perbandingan tinggi keausan disc A dan disc B

Dari gambar 6 Nilai tinggi keausan tertinggi pada disc B dengan jarak 600 m sebesar 0.016879019 mm dan terendah pada disc A dengan jarak 200 m sebesar 0.00312336 mm. Pengaruh perubahan beban

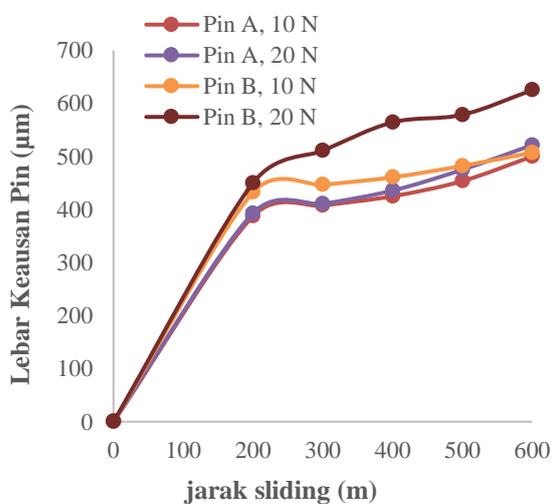
pada nilai koefisien aus dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Koefisien Aus

Pada gambar 7 diatas dapat dilihat bahwa nilai koefisien aus pada *disc A* pembebanan 10N jarak 600m sebesar  $5,25 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{N.mm}$ . lebih kecil dari *disc A* pembebanan 20N jarak 600m sebesar  $6,88 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{N.mm}$ . Sedangkan pada *disc B* pembebanan 10N jarak 600m sebesar  $7,19 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{N.mm}$ . lebih kecil dari *disc B* pembebanan 20N jarak 600m sebesar  $9,96 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{N.mm}$ . Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin besar pembebanan maka nilai koefisien gesek akan semakin besar.

### 3.3 Hasil Pengujian Pin Pada Alat Tribtester Pin-On-Disc



Gambar 8. Grafik lebar keausan pin

Dari grafik gambar 8 diatas dapat dilihat Lebar keausan *pin* terbesar terjadi pada *disc B* dengan jarak 600 m beban 20N sebesar 0,625 mm. Sedangkan nilai keausan terkecil pada *pin* terhadap *disc A* jarak 200 m beban 10N dengan lebar kontak aus sebesar 0,3874 mm . Nilai keausan kedua *pin* meningkat seiring bertambahnya jarak. Sedangkan pada *pin* terhadap kontak *disc B* rata-rata nilai kontak aus lebih tinggi dari kontak aus *pin* terhadap *disc A*. Besarnya nilai keausan *pin B* terhadap *disc B*, karena permukaannya yang sangat kasar. Sehingga kehilangan materi yang dialami semakin banyak.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Karakter permukaan *disc A* dan *disc B* kekasarannya meningkat dari sebelum di *hardchrome* dan setelah di *hardchrome*. Nilai peningkatan kekasaran tertinggi pada *disc B* sebesar 26,77% dan terendah pada *disc A* sebesar 20,15%. Nilai peningkatan kekerasan permukaan *disc A* sebesar 382% dan *disc B* sebesar 208%. Peningkatan nilai kekasaran permukaan dan kekerasan bahan, menjadikan nilai tinggi keausan tertinggi pada *disc B* dengan jarak 600 m beban 20N sebesar 0.0168790 mm dan terendah pada *disc A* dengan jarak 200 m beban 10N sebesar 0.0031233 mm. Dan volume keausan terbanyak pada *disc B* dengan jarak 600m beban 20N sebesar 1.1958 mm<sup>3</sup>. Serta volume keausan terendah pada *disc A* dengan jarak 200m beban 10N sebesar 0.1771 mm<sup>3</sup>. Jenis keausan yang terjadi adalah keausan *two body abrasion*, sehingga secara analitik nilai keausan meningkat seiring bertambahnya jarak dan waktu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Archard, J. F. (1953). Contact and rubbing of flat surfaces. *Journal of applied physics*. <https://doi.org/10.1063/1.1721448>
- Cracaoanu, I. (2010). *Effect of macroscopic wear on friction in lubricated concentrated contacts*. research.utwente.nl. <https://research.utwente.nl/en/publicatio>

- ns/effect-of-macroscopic-wear-on-friction-in-lubricated-concentrated-2
- Muchammad, Syafa'at, I., Hilmy, F., Tauviqirrahman, M., & Jamari. (2018). Wear analysis of spherical graphite cast iron using pin-on disc tribotester. *Journal of Physical Science*, 29, 15–26. <https://doi.org/10.21315/jps2018.29.s2.2>
- Priyono, S., Syafa'at, I., & Purwanto, H. (2019). Analisa Keausan Pin-on-Disc Besi Cor dengan Kekasaran Permukaan Buatan dan Electroplating Hardchrome. *Majalah Ilmiah Momentum*, 9(1), 148–162. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65%0Ahttp://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76>
- Rohadi, A., Darmanto, D., & ... (2013). Analisis Keausan Baja St. 40 Menggunakan Tribotester Pin-On-Disc Dengan Variasi Kondisi Pelumas. *Jurnal Ilmiah* .... <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/926>
- Watson, A., & Gawne, D. T. (1997). Chromium Electrolytes. In *Advances in Surface* .... Royal Society of Chemistry.