
ANALISA KEAUSAN *CYLINDER BEARING* MENGGUNAKAN TRIBOTESTER *PIN-ON-DISC* DENGAN VARIASI KONDISI PELUMAS

Darmanto¹, Wahid Nasruddin² dan Imam Syafa'at³

^{1,3} Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

² Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan Semarang 50236

*email : darmanto@unwahas.ac.id

Abstrak

Pin-on-disc merupakan salah satu komponen dari tribotester yang berfungsi untuk menguji tingkat keausan dan gesekan dari suatu material. *Pin-on-disc* terdiri dari pin yang berbentuk cylinder dan disc berbentuk piringan yang terbuat dari material baja st. 90. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat volume keausan dari pin dengan menggunakan variasi kondisi pelumasan. Pin diuji tanpa pelumasan, serta menggunakan pelumas SAE 40, SAE 90 dan SAE 140. Volume keausan tertinggi terletak pada pengujian tanpa pelumas yaitu $0,011 \text{ cm}^3$ dengan panjang jarak tempuh 7,24 Km, sedangkan volume keausan tertinggi pada pengujian menggunakan pelumasan adalah sama yaitu $0,0038 \text{ cm}^3$, namun yang membedakan adalah panjang jarak tempuh yang diperlukan. Sedangkan faktor keausan pin tanpa pelumas adalah $1,4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$, sedangkan nilai faktor keausan pada masing – masing kondisi pelumasan SAE 40, SAE 90 dan SAE 140 adalah $6,8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$, $4,7 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$ dan $4,8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$.

Keyword: Keausan pin, *Pin-on-disc*, Variasi pelumasan

PENDAHULUAN

Salah satu fenomena yang terjadi dalam bidang permesinan adalah fenomena kontak antar komponen. Kontak yang terjadi antar komponen bisa berupa *static contact*, *rolling contact*, ataupun *sliding contact*. Kontak mekanik (*contact mechanics*) merupakan hal yang penting, karena dapat mempelajari bagaimana struktur topografi permukaan (*asperity*) mengalami deformasi (Armanto, 2012).

Saat mesin beroperasi, komponen – komponen mesin akan saling bersinggungan dan mengalami sebuah kontak juga gesekan sesama komponennya, misalkan *ball bearing* dengan *inner race* dan *out race* pada *ball bearing*, gesekan piston terhadap dinding silinder dalam motor bakar dan lain sebagainya. Sistem permesinan akan terdapat kontak antara permukaan *part*, yaitu kontak yang berupa *point contact* (kontak titik), dan *line contact* (kontak garis), dan *surface contact* (kontak permukaan). Ketika kontak antar *part* tersebut dikenakan sebuah gaya mekanik, maka akan timbul suatu fenomena yang disebut keausan (*wear*) (Dawson, 1998).

Keausan (*wear*) adalah hilangnya materi dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gerakan mekanik. Keausan umumnya sebagai kehilangan materi yang timbul sebagai akibat interaksi mekanik dua permukaan yang bergerak *sliding* dan dibebani. Ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua permukaan saling bergesekan, maka akan ada keausan atau perpindahan materi. Keausan dapat dipengaruhi oleh faktor pembebanan, pelumasan, panjang lintasan, dan sifat dari material tersebut (Firmansyah, 2010).

Keausan ini merupakan sebuah hal yang mendasari tentang konsep Tribologi. Tribologi sendiri didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang gesekan, keausan, serta pelumasan yang terjadi pada proses gerak benda di dunia ini.

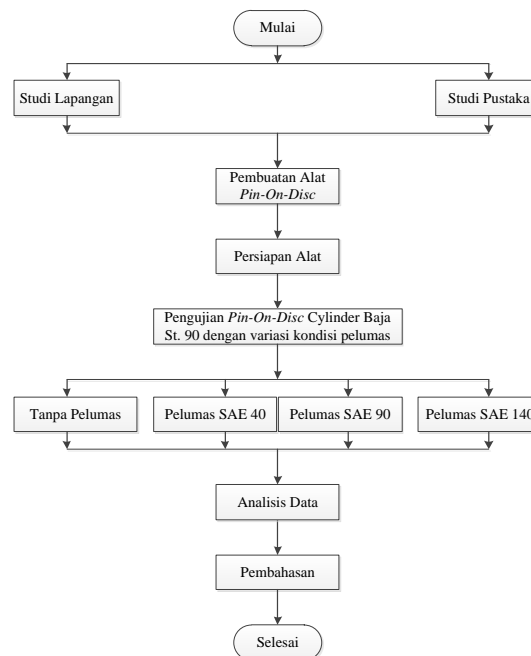
Pada penelitian kali ini menerapkan metode eksperimental menggunakan mesin uji tribologi *Pin-On-Disc*, mesin ini adalah alat uji gesek dan keausan yang terdiri dari *pin* dan *disk*. *Pin* memiliki berbagai bentuk dan ukuran, umumnya berbentuk bola atau berbentuk silinder batang, sedangkan *disk* atau piringan dengan tebal tertentu berbentuk plat berdiameter (Prabowo dkk., 2012).

Pada proses pengujian menggunakan *Pin-On-Disc* juga bisa divariasi beban dan temperatur sesuai dengan kebutuhan penelitian. Namun pada penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan variasi pelumas yang berfungsi untuk memperkecil gesekan dan sebagai pendingin panas yang dihasilkan oleh material uji saat gesekan. Dalam penelitian ini spesimen yang digunakan adalah *Cylinder Baja St. 90* dengan variasi kondisi pelumasan pada *disc*.

METODE PENELITIAN

Metode atau cara yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengujian keausan baja St. 90 menggunakan alat tribotester *pin-on-disc* dengan variasi kondisi pelumasan dengan kecepatan putaran *disc* diatur menggunakan Inverter dengan kecepatan putaran 94,5 RPM, dan beban pada *pin* 1,025 Kg. Pada penelitian ini menggunakan empat macam kondisi pelumasan, yaitu tanpa pelumas, pelumas SAE 40, pelumas SAE 90 dan SAE 140.

Pada pengujian tanpa pelumas pengambilan data dilakukan 3 jam sekali selama 2 kali, pengambilan data pada SAE 40 dilakukan setiap 12 jam sekali selama 2 kali, pada SAE 90 pengambilan data dilakukan setiap 24 jam sekali serati pelumas SAE 140 dilakukan pengambilan data 24 jam sekali selama 2 kali. Berikut diagram alir penelitian seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian *pin-on-disc* dengan material uji baja ST 90 menggunakan alat tribotester, didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Data dan Hasil Pengujian *Pin-On-Disc* Material Baja ST. 90

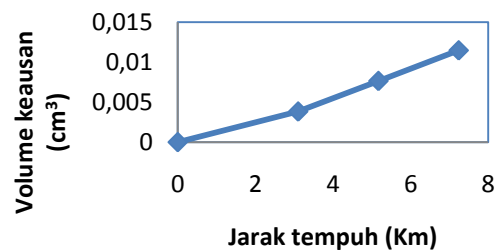
Tabel 1 Data *pin* dan *disc*

No.		Nilai	Satuan
1.	Kekasaran baja ST. 90	0,43	µm
2.	Kecepatan putaran	94,5	RPM
3.	Densitas baja ST. 90	7,75	Gram/cm ³
4.	Beban pengujian	1,025	Kg
6.	Kekerasan baja ST. 90	97/20	HRB/HRC
7.	Tensile strength, Ultimate	1855	MPa
8.	Tensile Strength, Yield	1593	MPa

Pengujian *pin-on-disc* tanpa pelumasan

Tabel 2 Hasil tanpa pelumasan

Waktu (jam)	Massa pin (gr)	Massa keausan (gr)	Volume keausan (cm ³)	Jarak Tempuh (Km)
0	52,84	0	0	0
3	52,81	0,03	0,0038	3,10
5	52,78	0,06	0,0076	5,17
7	52,75	0,09	0,011	7,24



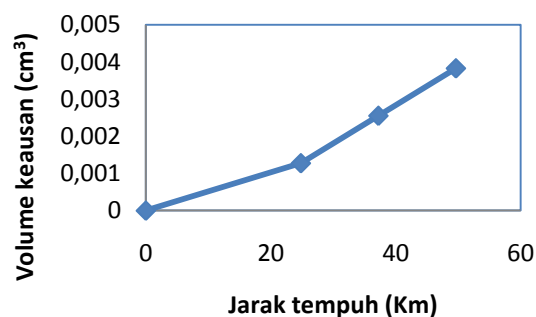
Gambar 2 Grafik hasil pengujian tanpa pelumasan

Pada Gambar 2 sumbu (x) adalah jarak tempuh sedangkan pada sumbu (y) adalah volume keausan. Volume keausan paling besar berada pada jarak tempuh 7,24 Km dengan nilai volume keausan 0,011 cm³, hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak tempuh yang digunakan maka semakin besar volume keausan yang terjadi pada *pin*. Sedangkan faktor keausan yang terjadi pada *pin* adalah $1,4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$.

Pengujian *pin-on-disc* dengan pelumas SAE 40

Tabel 3 Data hasil pengujian dengan pelumas SAE 40

Waktu (jam)	Massa Pin (gr)	Massa Keausan (gr)	Volume keausan (cm ³)	Jarak tempuh (Km)
0	52,43	0	0	0
24	52,42	0,01	0,0012	24,8
36	52,41	0,02	0,0025	37,2
48	52,40	0,03	0,0038	49,6



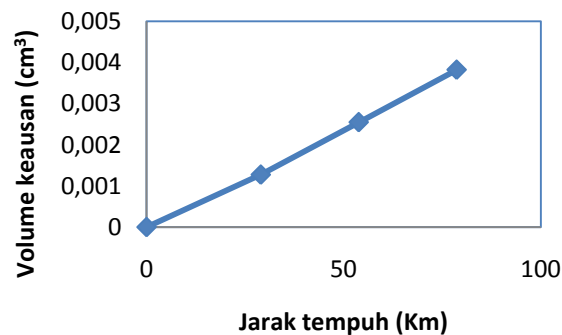
Gambar 3 Gambar hasil pengujian dengan pelumas SAE 40

Pada Gambar 3 sebagai sumbu (x) adalah jarak tempuh sedang untuk sumbu (y) merupakan volume keausan yang terjadi pada *pin*. Pada penggunaan pelumas SAE 40 volume keausan yang terjadi pada *pin* mengalami kenaikan, volume keausan *pin* yang paling tinggi berada pada jarak tempuh 49,6 Km dengan nilai volume keausan *pin* $0,0038 \text{ cm}^3$. Untuk nilai faktor keausan yang terjadi pada *pin* adalah $6,8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$.

Pengujian *pin-on-disc* dengan pelumas SAE 90

Tabel 4 Data hasil pengujian dengan pelumas SAE 90

Waktu (jam)	Massa Pin (gr)	Massa Keausan (gr)	Volume Keausan (cm^3)	Jarak Tempuh (Km)
0	52,37	0	0	0
28	52,36	0,01	0,0012	28,9
52	52,35	0,02	0,0025	53,7
76	52,34	0,03	0,0038	78,6



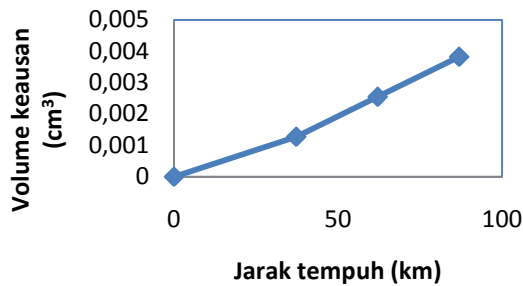
Gambar 4 Grafik hasil pengujian dengan pelumas SAE 90

Pada Gambar 4 sebagai sumbu (x dan y) adalah jarak tempuh dan volume keausan pada *pin*. Pada pengujian dengan pelumas SAE 90 (gambar 4) nilai dari volume keausan *pin* selalu mengalami kenaikan seiring dengan jauhnya jarak tempuh yang digunakan. Volume keausan yang paling tinggi berada pada jarak tempuh 78,6 Km dengan nilai volume keausan *pin* $0,0038 \text{ cm}^3$. Untuk faktor keausan yang terjadi pada *pin* adalah $4,7 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$. hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak tempuh yang digunakan maka semakin besar volume keausan yang terjadi pada *pin*.

Pengujian *pin-on-disc* dengan pelumas SAE 140

Tabel 5 Data hasil pengujian dengan pelumas SAE 140

Waktu (jam)	Massa (gr)	Massa keausan (gram)	Volume keausan (cm^3)	Jarak tempuh (Km)
0	52,26	0	0	0
36	52,25	0,01	0,0012	37,2
60	52,24	0,02	0,0025	62,0
84	52,23	0,03	0,0038	86,8

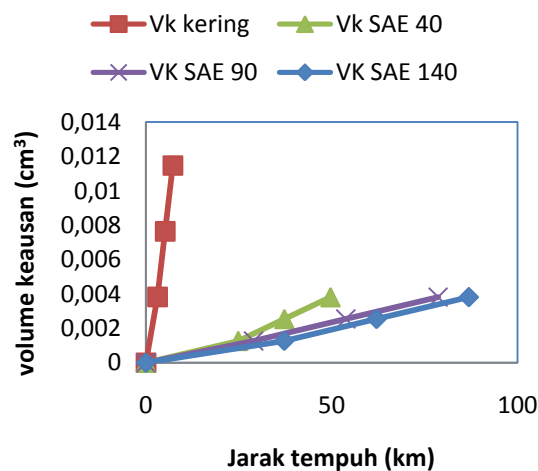


Gambar 5 Grafik hasil pengujian dengan pelumas SAE 140

Gambar 5 sebagai sumbu (y) adalah volume keausan pada *pin* dan pada sumbu (x) adalah jarak tempuh. Pada tabel IV.5 menunjukkan bahwa massa keausan *pin* hanya 0,01 gram dari massa sebelumnya, pada kondisi ini massa keausan SAE 140 sama dengan SAE 40 dan SAE 90, namun hal yang membedakan adalah jauhnya jarak tempuh yang dibutuhkan pada saat pengujian. Berdasarkan pada gambar IV.4 untuk memperoleh volume keausan *pin* yang paling tinggi 0,0038 cm³, membutuhkan jarak tempuh 86,8 Km, volume keausan *pin* pada kondisi pelumasan SAE 140 mengalami peningkatan seiring bertambahnya jarak tempuh yang digunakan. Pada kondisi pelumasan SAE 140 faktor keausan yang terjadi pada *pin* adalah $4,08 \times 10^{-11}$ cm³/N.cm.

Pembahasan Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian dan dilakukan analisis pada masing – masing kondisi pelumasan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:



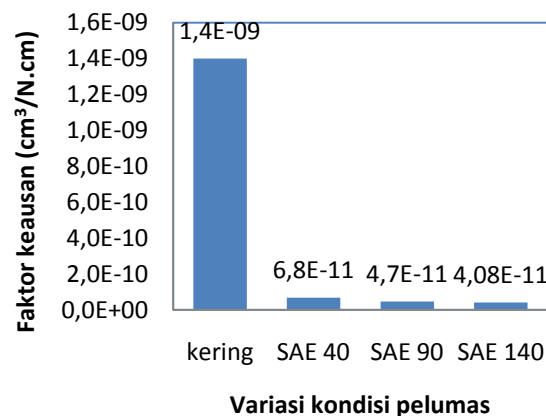
Gambar 6 Grafik hubungan volume keausan *pin* dengan jarak tempuh dengan variasi kondisi pelumasan

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa pelumasan memiliki volume keausan yang paling tinggi, yaitu 0,011 cm³, hal ini dikarenakan *pin* dan *disc* mengalami kontak secara langsung, berbeda dengan pada saat kondisi pelumasan, kontak yang terjadi pada *pin* dan *disc* dipengaruhi oleh nilai viskositas pelumas, apabila nilai viskositas atau kekentalan pelumas yang digunakan semakin tinggi maka volume keausan semakin kecil. Serta kekasaran permukaan pada *disc* sangatlah mempengaruhi keausan *pin*, karena pelumas dapat masuk kedalam celah dan mengendap didasar, sehingga nilai dari viskositas pelumasan sangatlah mempengaruhi gesekan yang terjadi antara *pin* dan *disc* (Septian, 2014). Pada kondisi pelumasan volume keausan yang terjadi pada *pin* tidak mengalami perubahan dengan nilai volume keausan yang tertinggi pada SAE

40 0,0038 cm³, SAE 90 dengan nilai volume keausan 0,0038 cm³ dan SAE 140 nilai volume keausan tertinggi 0,0038 cm³, namun yang membedakannya adalah jarak tempuh yang diperlukan untuk masing – masing jenis pelumas. Semakin tinggi nilai dari viskositas suatu pelumas maka semakin semakin kecil volume keausan yang terjadi pada *pin*. Pada pengujian yang dilakukan menggunakan pelumas dengan grade SAE 40, SAE 90, dan SAE 140.

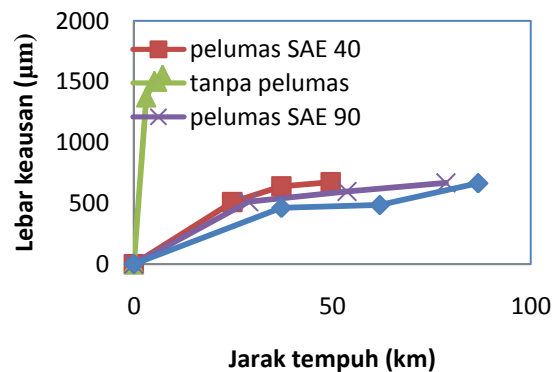
Tabel 6 Faktor Keausan yang Terjadi pada Pin

Kondisi Pengujian	Faktor keausan (cm ³ /N.cm)
Tanpa Pelumas	1,4 x 10 ⁻⁹
Pelumas SAE 40	6,8 x 10 ⁻¹¹
Pelumas SAE 90	4,7 x 10 ⁻¹¹
Pelumas SAE 140	4,08 x 10 ⁻¹¹



Gambar 7 Faktor keausan yang terjadi pada variasi kondisi pelumasan

Berdasarkan pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai dari faktor keausan pada kondisi tanpa pelumasan mempunyai nilai yang tinggi dibandingkan dengan pada kondisi yang memakai pelumas. Nilai faktor keausan pada *pin* tanpa pelumasan adalah 1,4 x 10⁻⁹ cm³/N.cm. sedangkan nilai faktor keausan pada masing – masing kondisi pelumasan SAE 40, SAE 90, dan SAE 140 adalah 6,8 x 10⁻¹¹ cm³/N.cm, 4,7 x 10⁻¹¹ cm³/N.cm dan 4,8 x 10⁻¹¹ cm³/N.cm. hal ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai viskositas atau kekentalan pelumas yang digunakan maka semakin kecil nilai dari faktor keausan tersebut.



Gambar 8 Grafik lebar keausan pin pada kondisi pelumasan

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil dari analisis foto mikro dengan pembesaran 50 kali, menunjukkan bahwa kondisi tanpa pelumas paling lebar keausannya, karena hal ini *pin* dan *disc* terjadi kontak secara langsung tanpa adanya pembatas, semakin jauh jarak tempuh yang digunakan

maka akan semakin lebar keausan *pin*. Selain waktu pengujian, tingkat kekasaran dari *disc* juga sangat mempengaruhi keausan.

Berbeda dengan kondisi pemakaian pelumas, lebar keausan sangatlah kecil karena hal ini dipengaruhi oleh adanya pelumas pada saat *pin* dan *disc* terjadi kontak/bergesekan, pelumas disini berada pada celah – celah kekasaran *disc*. Semakin tinggi nilai viskositas pelumasan, maka semakin jauh jarak tempuh yang digunakan dalam pengujian. Serta lebar keausan akan semakin mengecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada pengujian *pin-on-disc* menggunakan material uji baja St. 90 dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pengujian yang nilai volume keausannya paling tinggi terletak pada pengujian tanpa pelumas dengan nilai volume keausan $0,011 \text{ cm}^3$ sedangkan nilai volume keausan dari kondisi pemakaian pelumas SAE 40, SAE 90 dan SAE 140 adalah sama yaitu $0,0038 \text{ cm}^3$, namun yang membedakan adalah jarak tempuh yang diperlukan pada saat pengujian. Semakin tinggi nilai viskositas atau kekentalan dari pelumas maka volume keausannya semakin mengecil.
2. Faktor keausan yang terjadi pada kondisi tanpa pelumas adalah $1,4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$, sedangkan faktor keausan pada pemakaian pelumas SAE 40, SAE 90 dan SAE 140 adalah $6,8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$, $4,7 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$ dan $4,8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{N.cm}$. semakin tinggi nilai viskositas atau kekentalan pelumas yang digunakan pada pengujian maka semakin mengecil faktor keausan yang terjadi pada *pin*.
3. Berdasarkan hasil foto mikro, semakin jauh waktu yang digunakan maka semakin melebar keausan yang terjadi pada *pin*. Tetapi semakin tinggi nilai viskositas atau kekentalan dari pelumas yang digunakan dalam pengujian maka lebar keausan akan semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Dowson, D., (1998), *History of Tribology, 2nd Edition*, Profesional Engineering Publishing, London.
- Firmansyah, (2010), Tribologi Sistem, <http://redyfirmansyah.blogspot.com/2010/tribologi-sistem.html>, diakses 28 April 2016 jam 11.00 WIB
- Prabowo, D., Burhanuddin, A., Armanto, E., Krisnandi, D., dan Jamari, (2012), “Rancang bangun dan pengujian pemanas pada *disc* untuk alat uji Tribometer tipe *Pin-On-Disc*”, Prosiding SNST 3, UNWAHAS.
- Wahyu, S., (2014), Tribologi Keausan, Onlyposting.blogspot.co.id/2014/11/tribologi-keausan.html, diakses 13 Agustus 2016 jam 20.30 WIB.