

PERANCANGAN MESIN UJI TRIBOLOGI *PIN-ON-DISC*

Eko Armanto*, Aan Burhanudin, Didi Dwi Krisnandi, Dian Prabowo, Ismoyo, Jamari
 Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang
 Jl.Prof. H. Sudarto, SH - Tembalang, Semarang
 * email: armantopoly@gmail.com

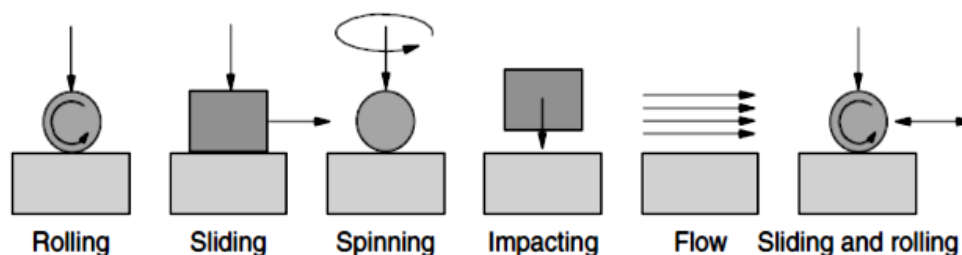
Abstrak

Makalah ini membahas tentang perancangan mesin uji tribologi *pin-on-disc*. *Pin-on-disc* adalah salah satu mesin uji gesek tribologi. Tribology salah satu ilmu terapan di bidang teknik mesin yang mempelajari gesekan, keausan dan pelumasan, memberikan kontribusi dalam upaya meminimalkan keausan dan kehilangan material akibat kontak antara dua permukaan karena berdampak pada efisiensi, hidup mesin, desain mesin, jadwal pemeliharaan mesin. Proses perancangan pada umumnya, terdiri dari beberapa tahapan meliputi tahapan, penyusunan dokumen, tahapan analisis masalah, penyusunan spesifikasi, tahapan perancangan konsep produk, dan tahapan pembuatan produk. Tahapan-tahapan perancangan di atas bersifat iteratif (*iterative*), artinya hasil setiap tahapan dijadikan umpan balik (*feedback*) bagi tahapan yang sebelumnya. Konsep produk biasanya diekspresikan dengan sketsa gambar tiga dimensi (*3D*) dengan uraian dan keterangan gambar.

Kata kunci: perancangan, *pin-on-disc*, gesekan, koefisien gesek

1. PENDAHULUAN

Salah satu fenomena yang terjadi dalam bidang pemesinan adalah fenomena kontak antar komponen. Kontak yang terjadi antar komponen bisa berupa *static contact*, *rolling contact*, atau *sliding contact*. Kontak mekanik (*contact mechanics*) merupakan hal yang penting, karena dapat mempelajari bagaimana struktur topografi permukaan (*asperity*) mengalami deformasi, sedangkan ilmu yang mempelajari tentang interaksi antar permukaan yang bergerak relatif satu sama lain adalah tribologi. Tribology, salah satu ilmu terapan di bidang teknik mesin yang mempelajari gesekan, keausan dan pelumasan, memberikan kontribusi dalam upaya meminimalkan keausan akibat kontak antara dua permukaan, sehingga dapat diterapkan di industri untuk menganalisa kasus kegagalan atau kerusakan pada komponen mesin. Gerak mekanik yang mengakibatkan gesekan dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1. Contoh gerak mekanik

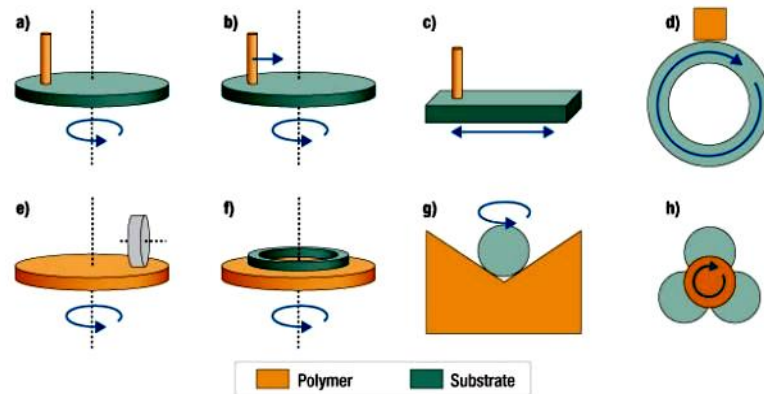
Dalam pengembangan ilmu tribologi terutama untuk keperluan penelitian, sangat dibutuhkan alat-alat pengujian khususnya alat uji gesekan dan keausan *pin-on-disc*. Di Indonesia alat-alat uji tribologi masih jarang sekali. Selama ini penelitian umumnya difokuskan pada simulasi. Maka penulis akan merancang mesin uji gesekan dan keausan, untuk mengukur gaya gesekan antara *pin* dan *disc*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin uji tribologi *Pin-on-disc* adalah alat uji gesek dan keausan yang terdiri dari *pin* dan *disc*. *Pin* memiliki berbagai bentuk dan ukuran, umumnya berbentuk bola atau bentuk silinder batang, sedangkan *disc* atau piringan dengan tebal tertentu berbentuk plat berdiameter. Penggunaan

mesin *pin-on-disc* pada umumnya digunakan untuk menguji keausan jenis *sliding* dan *rolling*. Dengan alat ini koefisien gesek antara *pin* dan *disc* (piringan uji) dapat diukur.

Perancangan dan pembuatan alat uji ini bertujuan untuk mengukur gaya gesek antara *pin* dan *disk*. Dengan gaya gesek dan beban pada *pin* koefisien gesek dapat diketahui, keausan akan dapat diketahui juga. Sesuai dengan aspek penelitian, manfaat alat secara umum adalah untuk memprediksi keausan yang terjadi, maka usaha pencegahan keausan dapat lebih efektif. Perawatan terhadap komponen pemesinan karena adanya keausan dapat lebih efisien. Performa sebuah mesin akan dapat berjalan dengan optimal. Hal ini akan berimbas pada nilai ekonomis, yaitu penghematan biaya perawatan ataupun penghematan energi. Contoh kasus gesekan dapat dilihat pada gambar 2.1



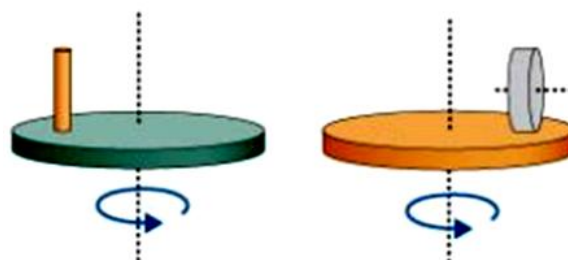
Gambar 2.1. Proses gesekan

3. METODOLOGI PERANCANGAN

Proses Perancangan

Perancangan alat uji ini bertujuan untuk membuat mekanisme gesekan *pin-on-disc* sebagai alat mengukur gaya gesek antara *pin* dan *disk*. Dengan gaya gesek dan beban pada *pin* koefisien gesek dapat diketahui, keausan akan dapat diketahui juga. Sesuai dengan aspek penelitian, manfaat alat secara umum adalah untuk memprediksi keausan yang terjadi, maka usaha

pencegahan keausan dapat lebih efektif. Perawatan terhadap komponen pemesinan karena adanya kontak mekanis dapat lebih efisien. Performa sebuah mesin akan dapat berjalan dengan optimal. Hal ini akan berimbas pada nilai ekonomis, yaitu penghematan biaya perawatan ataupun penghematan energi. Contoh penerapan kasus pengujian kontak pada mesin uji *pin-on-disc* dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Gesekan *pin-on-disc*.

Merancang produk

Merancang produk digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia merupakan suatu masalah yang perlu dipecahkan. Desain yang baik dan optimal hanya dapat dipastikan dengan mengikuti dan mentaati proses desain formal. Suatu pendekatan yang sistematis memungkinkan hasil perancangan yang jelas dan logis. Pada saat ini terdapat banyak metode perancangan yang

dikembangkan oleh para pakar desain yang berpengalaman. Pada prinsipnya, metode perancangan teknik tersebut memiliki tujuan yang sama.

Pada umumnya, tahapan perancangan meliputi :

- a. Tahapan penyusunan dokumen
- b. Tahapan analisis masalah dan penyusunan spesifikasi
- c. Tahapan perancangan konsep produk
- d. Tahapan pembuatan produk

Tahapan-tahapan perancangan di atas bersifat iteratif (*iterative*) , artinya hasil setiap tahapan dijadikan umpan balik (*feedback*) bagi tahapan yang sebelumnya. Pengembangan produk merupakan salah satu sarana bagi perusahaan agar mampu bersaing dengan perusahaan lain yang membuat produk sejenis. Karena untuk setiap produk baru yang dihasilkan akan memiliki suatu kelebihan dari produk lain yang sejenis, sehingga dikatakan produk itu memiliki *competitive value* (nilai keunggulan)

Kriteria Perancangan

Membangun kriteria sangatlah dibutuhkan karena akan menentukan kebutuhan yang akan dipakai untuk merancang alat atau mesin.

Tahap permulaan dalam perancangan adalah menentukan kebutuhan (*need*) secara umum, selanjutnya kriteria perancangan yang diharapkan untuk mencapai tujuan perancangan secara umum, kriteria pembuatan mesin uji *pin-on-disc* dikelompokkan menjadi dua, yaitu: (Dieter, G.E., 1991)

Kriteria *musts*, yaitu kriteria yang harus dipenuhi:

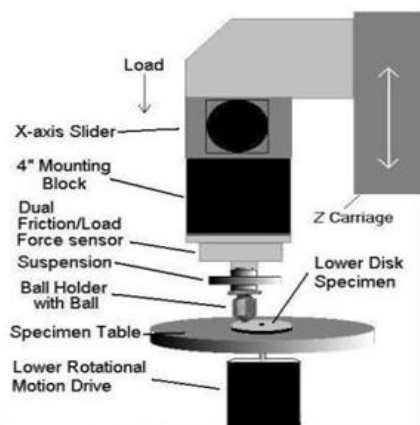
- A. Aman, meliputi:
 - Aman bagi operator
 - Aman bagi lingkungan
- B. Berfungsi, meliputi
 - Mampu mengukur gaya geser yang terjadi
 - Mampu mengontrol putaran dalam periode tertentu dengan keterulangan yang baik
 - Mampu mengontrol panas yang terjadi

Kriteria *wants*, yaitu kriteria yang diharapkan terpenuhi

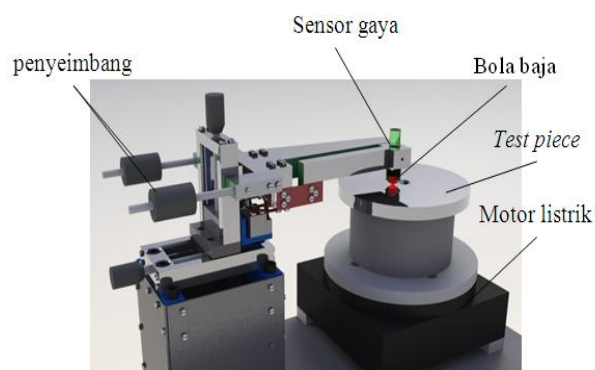
- A. Membuat mesin yang murah biaya pengoperasiannya
- B. Membuat mesin yang murah harganya

Pemilihan Alternatif

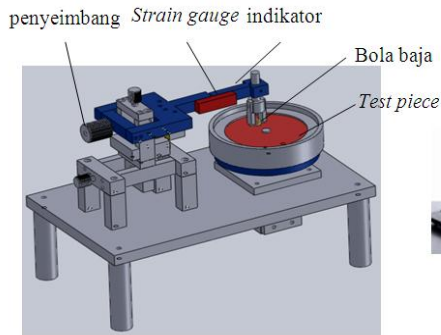
Konsep produk adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk. Konsep produk merupakan gambaran singkat tentang bagaimana suatu produk dapat memenuhi kebutuhan dan dapat dibuat. Konsep produk biasanya di- ekspresikan dengan sketsa gambar tiga dimensi (3D) dengan uraian atau ke- terangan gambar. Penulis menemukan beberapa alternatif bentuk rancangan mesin yang telah direncanakan, langkah selanjutnya adalah diadakan penilaian terhadap semua alternatif desain.



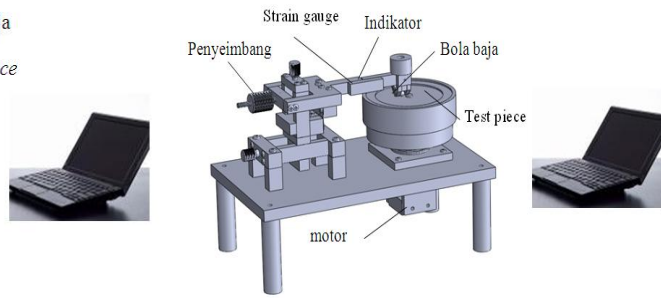
Gambar Alternatif 1 (ASTM G99-95)



Gambar Alternatif 2 (Tim Wolda 2010)



Gambar Alternatif 3



Gambar Alternatif 4

Pembobotan Kriteria

Penilaian kriteria dibuat menurut tingkat kepentingan, semakin penting semakin tinggi nilainya. Penilaian ini dilakukan untuk dapat menyimpulkan mengenai analisa terhadap beberapa desain yang akan dilakukan, dengan cara me-berikan bobot atau point pada alternatif desain tersebut. Setiap kriteria dibanding-kan satu persatu, angka 1 dimasukkan kedalam matrik bila kriteria itu lebih baik dari kriteria pembanding atau 0 yang dimasukkan ke dalam sel matrik yang dianggap kurang penting. Lihat contoh tabel 1, .(Cross, Nigel ,1989:123- 124)

Tabel 1. Perbandingan kriteria

Kriteria	Perbandingan kriteria														Jumlah				
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B		C	D	E	F
A	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	5
B	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	3
C	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	2
D	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
F	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4

A = Kelengkapan Alat

B = Kemudahan pengoperasian

C = Kemudahan proses pembuatan

D = Kemudahan mendapatkan komponen

E = Kemudahan perawatan

F = konstruksi

Berikut adalah hasil penilaian dari keempat alternatif bentuk rancangan dari berbagai responden. Bobot dimasukkan dalam tabel, Untuk mempermudah pemilihan desain, dibuat tabel perbandingan kriteria yang berisi bobot nilai berdasarkan pertimbangan diatas. Tabel penilaian (Cross Nigel, 1989) dari keempat alternatif dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Alternatif

No	Kriteria	Bobot	Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		Alternative 4	
			Nilai	Bobot x nilai	Nilai	Bobot x nilai	Nilai	Bobot x nilai	Nilai	Bobot x nilai
1	A	5	2	10	1	5	5	25	5	25
2	B	3	3	9	4	12	3	9	3	9
3	C	2	3	6	3	6	3	9	3	9
4	D	1	1	1	1	1	5	5	5	5
5	E	0	3	0	3	0	3	0	3	0
6	F	4	3	12	2	8	2	8	3	12
	Jumlah			37		32		56		60

Berdasar perhitungan dari 4 alternatif nilai yang tertinggi adalah alternatif 4 memiliki skor tertinggi, maka alternatif 4 sebagai alternatif terbaik, sehingga dipilih sebagai alternatif yang akan ditindak lanjuti (dibuat).

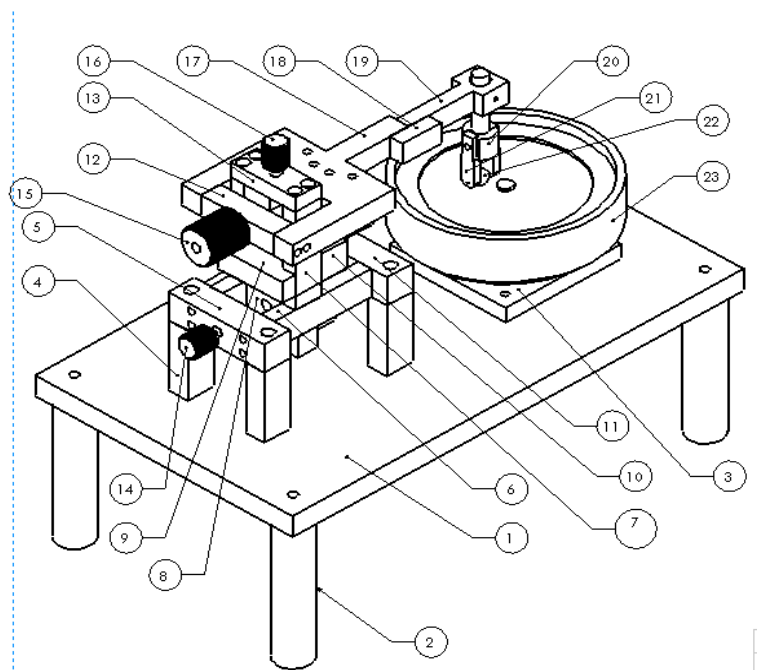
4. HASIL

Hasil proses perancangan mesin uji tribologi *pin-on-disc* adalah dalam bentuk konsep gambar perakitan dan gambar kerja lengkap yang menjadi panduan pembuatan alat tersebut. Dari beberapa pertimbangan dalam perancangan maka hasil perancangan pembuatan mesin uji tribologi *pin-on-disc* seperti gambar 4.1. Perancangan mesin uji tribologi *pin-on-disc* ini direncanakan sebagai alat pengujian keausan, tipe *sliding contact* dan *rolling contact*. Pengujian menggunakan mesin uji *pin-on-disc* ini dapat diperoleh gaya gesek, koefisien gesek.

- *Pin* dirancang agar dapat digunakan untuk pengujian *sliding contact*, dan *Rolling Contact*.
- *Pin* dirancang agar dapat disetel (berubah posisi) dimaksudkan agar dalam pengujian dapat dilakukan lebih dari satu jalur.
- Tempat *disc* dirancang agar benda uji dapat diganti dengan mudah.
- Perencanaan pembuatan pemegang *pin* (bola baja) yang semula panjangnya dirancang sedekat mungkin agar tidak terjadi momen puntir, dan dapat diatur possisinya.

Tabel 3 Spesifikasi rencana alat

No	Parameter	Keterangan
1	Putaran	5 Rpm sampai dengan 30 Rpm
2	Jarak rolling	Disc (material uji) Ø 95 mm
3	Beban	0,05 N sampai dengan 5 N
4	Temperatur	25 °C sampai dengan 85°C
5	Bola baja	Diameter 6 mm sampai dengan 10 mm



Gambar 4.1. Hasil perancangan

5. KESIMPULAN

Dalam perancangan mesin uji tribologi *pin-on-disc* setiap langkah akan terjadi pemilihan alternatif dan terjadi *iterative*, dan harus mempertimbangkan banyak faktor. Beberapa faktor adalah kelengkapan alat, kemudahan pembuatan, kemudahan pengoperasian, kemudahan mendapatkan komponen, kemudahan perawatan. Dari 4 alternatif yang terpilih adalah alternatif ke 4 karena banyak keunggulan dengan nilai tertinggi 60, jumlah kelengkapan alat unggul, konstruksi pemegang *pin* mengalami beberapa perubahan disebabkan ada perubahan loadcell. Kelengkapan alat berkaitan dengan data dan hasil proses pengujian, seperti gaya gesek, temperatur, kecepatan kontak dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Archard, J.F.1953.*Contact and rubbing of flat surfaces*, Journal of Applied Physics, 24, pp. 981-988.
- Chang, W.R. Etsion, I, dan Bogy,L, 2000 *An Elastic Model for the contact of Rough Surfaces* vol 109.pp257-263.
- Dieter, G.E., (1991), *Engineering Design A Materials and Processing Approach*, 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc. London: Professional.
- Dowson, D. *History of Tribology*, Second edition, Engineering Publishing, 1998.
- Harsokoesoemo, Darmawan, (2004) *Pengantar Perancangan Teknik*, Edisi ke 2, ITB Bandung.
- Ismail, R. 1997. *Topographical Change of Engineering Surface due to Running-in of Rolling Contacts*. Laboratory for Surface Technology and Tribology, University of Twente.
- Jamari, J, 2006, *Running-in of Rolling Contacts*, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Jamari, J. & Schipper, D.J., 2006, "An elastic-plastic contact model of ellipsoid bodies," *Tribology Letters*, 21 (3), pp. 262-271.
- Jamari, J. 2005. *Running-in of Rolling Contacts*, PhD thesis, Twente University, The Netherland, 2006
- Johnson, K. L1985, *Contact Mechanics* Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- Pugh, Stuart (1990), *Total Design*, Addison-Wesley Publising Company.
- Sebastian Tim Wolda, Master student of Mechanical Engineering Department University of Twente, Netherland 2010.
- Stachowiak, G.W.2005 *Engineering Tribology Third Edition*, Elsevier Inc.USA.2005.
- Wang,W; dkk.2000.*Experimental Study of the Real Time Change in Surface Roughness During Running-in for PEHL Contact*. Shanghai University, Shanghai, China, 2000.