

ANALISIS SISTEM ALAT UJI GAYA GESEK OLI

Najamudin, Indra Surya dan Dian Sutiantoro
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung

ABSTRAK

Pelumas memiliki peranan yang sangat vital pada kinerja mesin. Untuk menghasilkan kerja mesin yang optimal, diperlukan kualitas pelumas yang baik sesuai dengan yang direkomendasikan. Salah satu unsur yang penting adalah mampu mengantisipasi faktor gesekan yang terjadi akibat gesekan antar komponen mesin.

Penggunaan di masyarakat saat ini lebih memperhatikan merk suatu produk tertentu daripada pengetahuan yang sebenarnya tentang kualitas pelumas. Dengan alat uji gesek oli ini, setidaknya dapat digunakan untuk mengetahui secara mandiri, besarnya gaya gesek yang terjadi pada pelumas.

Dengan prinsip persamaan gaya tangensial, momen puntir dan gaya gesek yang terjadi pada alat, dengan menggunakan kunci momen, akan dapat ditentukan besarnya koefisien gesek pelumas. Pada uji coba yang dilakukan terhadap 5 macam merk pelumas, dapat diketahui besarnya koefisien geseknya. Nilai koefisien gesek ini memiliki korelasi dengan besar moment yang terjadi. Terdapat hubungan antara nilai moment dengan koefisien gesek, bahwa semakin besar momen yang diberikan pada saat pengujian maka semakin kecil koefisien geseknya.

Kata kunci : pelumas, uji gesek oli, koefisien gesek, gaya gesek

Pendahuluan

Sistem pelumasan sangatlah penting dalam suatu kinerja permesinan. Hal ini dikarenakan faktor gaya gesek yang timbul dari komponen – komponen dalam suatu rangkaian mesin yang berputar dan saling bersinggungan. Sehingga diperlukan sistem pelumasan yang dapat menjaga agar komponen – komponen dalam mesin tersebut dapat bekerja dengan baik. Oli merupakan solusi yang tepat dalam masalah ini seperti yang kita ketahui didalam kehidupan sehari – hari kita, telah banyak ditemukan berbagai macam jenis oli dengan berbagai merk. Oli – oli dengan berbagai merk ini mempunyai keunggulan dan kekurangan yang berbeda pada masing – masingnya.

Pada umumnya masyarakat lebih mengenal oli dari merk tapi tidak mengetahui kualitas dari oli tersebut dalam melindungi komponen – komponen pada rangkaian mesin kendaraan bermotor dari faktor gaya gesek yang terjadi pada saat komponen – komponen tersebut saling bersinggungan. Untuk itu, dengan adanya alat yang dapat digunakan sebagai alat pengujian gaya gesek oli, maka dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana

kualitas oli dalam mengantisipasi faktor gesekan yang terjadi pada mesin.

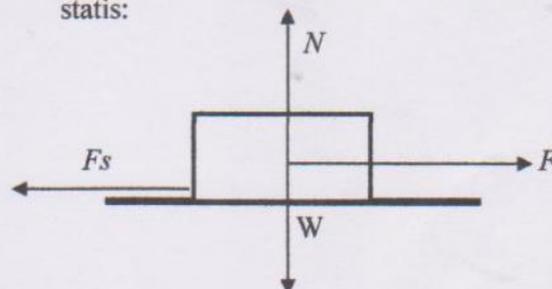
Dasar Teori

Gesekan terjadi pada dua permukaan benda yang saling bersinggungan dan terdapat gerak relatif antara keduanya. Gerak tersebut menghasilkan gaya untuk menghambat laju benda, gaya gesekan selalu berlawanan arah dengan gerak benda.

Macam – macam gaya gesek :

Gaya gesekan statis

Gaya gesekan yang timbul pada benda yang diam disebut gaya gesekan statis (f_s). Sebagai contoh, mekanisme gambar di bawah ini bisa menjelaskan gaya gesek statis:



Pada gambar sebuah balok yang memiliki berat W terletak diatas bidang datar kasar dan ditarik oleh gaya sebesar F . Gaya reaksi bidang terhadap balok sebesar N dengan arah vertical keatas tegak lurus bidang sentuh. Gesekan antara balok dengan bidang sentuh menyebabkan balok belum dapat bergerak. Gaya gesekan yang mempertahankan balok tetap diam disebut gaya gesekan statis. Jika gaya F mendatar pada balok diperbesar maka pada gaya yang sama gaya gesekan statis pada lantai juga ikut naik. Ini terus berlangsung sampai balok dalam keadaan tepat akan bergerak. Besar gaya gesekan statis f_s berbanding lurus dengan gaya normal N .

$$f_s \text{ maks} = \mu_s \cdot N$$

keterangan :

f_s (maks) = Gaya gesekan statis (N)

μ_s = Koefisien gesekan statis

N = Gaya normal (N)

Gaya gesekan kinetis

Sebuah balok yang terletak diatas bidang datar seperti pada gambar 2.1 diberi gaya F mendatar, ternyata balok tetap diam. Kemudian, gaya diperbesar secara perlahan sehingga balok mulai bergerak. Berarti ada perubahan gaya gesekan yaitu perubahan gaya gesekan statis menjadi gaya gesekan kinetis. Gaya gesekan kinetis adalah gaya gesekan pada saat benda bergerak. Besar gaya gesekan kinetis yaitu :

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

Dari hal diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

$F < f$: benda dalam keadaan diam

$F = f$: benda tepat akan bergerak

$F > f$: benda dalam keadaan bergerak

Minyak Pelumas

Pelumas adalah suatu fluida cairan yang berfungsi untuk mereduksi keausan antara dua permukaan yang bergerak saling bergesekan. Suatu bahan cairan dapat dikategorikan suatu pelumas jika mengandung bahan dasar bisa berupa oil based atau water /glycol based) dan paket aditif.

Fluida yang dimaksud disini adalah oli yang biasa disebut sesuai dengan fungsinya yaitu minyak pelumas. Adapun jenis – jenis oli antar lain :

Oli mineral

Oli mineral berbahan oli dasar (oil base) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan.

Oli Sintesis

Oli sintesis biasanya terdiri atas polyalphalifins yang datang dari bagian terbersih dari pemilahan dari oli mineral. Minyak pelumas merupakan suatu fluida yang mempunyai fungsi dan karakteristik.

Minyak pelumas antara lain berfungsi untuk :

1. Membentuk lapisan film minyak
 - Mencegah kontak langsung dua bagian mesin yang bergesekan.
 - Mengurangi gesekan dan keausan
2. Pendingin
Menyerap panas yang terjadi pada bagian – bagian mesin.
3. Penyekat
Mencegah kebocoran, misalnya melapisi (mengisi) *clearance piston* dan *cylinder liner*.
4. Pembersih
Membersihkan (mengendapkan) endapan – endapan kotoran pada bagian – bagian mesin yang dilaluinya.
5. Mencegah terjadi karat (proses korosi)
6. Media pemindah daya
7. Media pemindah tenaga (hidrolis system dan brake system)

Minyak pelumas juga mempunyai beberapa sifat antara lain

1. Viscosity Minyak Pelumas

- *Viscosity* menunjukkan derajat kekentalan minyak pelumas, semakin besar *viscosity*, minyak pelumas makin kental.
- *Viscosity* dinyatakan SAE (Society of Automatic Engineer)
Engine Oil : SAE 10 W Single Grade
SAE 30 W Single Grade

2. Viscosity Index

- *Viscosity* sangat terpengaruh dengan temperature.

- *Viscosity index* menunjukkan batas kemampuan minyak pelumas terhadap perubahan temperatur atau kestabilan *viscosity* minyak pelumas terhadap temperatur operasi.
 - Makin besar *viscosity index* menunjukkan semakin baik kestabilan minyak pelumas.
3. *Viscosity Index Improver*
- Untuk daerah mesin, minyak pelumas harus mempunyai *viscosity index* yang tinggi, sebab minyak pelumas harus beroperasi pada suhu yang berbeda – beda.
 - Untuk maksud tersebut dibuat *multi grade oil*, yaitu minyak pelumas dengan *viscosity* rendah ditambah dengan *viscosity index improver*, yang memelihara kestabilan minyak pelumas pada temperatur kerja mesin.
4. *Anti Oksidant dan Anti Korosif*
Bahan tambahan ini untuk menghindari terjadinya oksidasi dan korosif, dimana bahan tambahan ini berfungsi untuk memelihara kondisi minyak pelumas dan melindungi material dari oksidasi dan korosif.
5. *Pour Point Depressors*
- *Pour point* adalah suhu terendah dimana suatu fluida (zat cair) masih dapat mengalir karena gravitasi.
 - *Pour point depressor* adalah suatu zat tambahan digunakan untuk mempertahankan *viscosity* minyak pelumas pada temperatur rendah, minyak pelumas masih dapat mengalir pada temperatur rendah.
6. *Anti Foaming (anti berbusa)*
- Suatu zat cair yang mengalir pada kecepatan aliran yang tinggi akan membentuk busa atau gelembung – gelembung.
 - Pada lapisan minyak pelumas ada lapisan gelembung udara, sehingga ada tendensi gesekan yang lebih besar, jadi akan menyebabkan keausan yang cepat. Untuk menghindari hal diatas, maka pada minyak pelumas ditambahkan *anti foaming agent*.
7. *Detergency dan Dispergency*
Bahan ini ditambahkan sebagai bahan pencegah melibatnya sludge atau carbon yang melekat pada bagian – bagian mesin.
8. *Total Base Number (TBN)*
Untuk menetralkan asam yang terbentuk, maka pada minyak pelumas ditambahkan base. Harga *TBN* tidak boleh terlalu tinggi, hal ini untuk mencegah *melting point* (suhu yang dapat melelehkan logam) yang tinggi.
9. *Flash Point* yang tinggi
Flash point adalah suhu yang terendah, dimana minyak pelumas pada suhu tersebut dapat terbakar.
10. Minyak Pelumas harus mempunyai daya lekat yang baik.
Minyak pelumas harus tetap melekat pada logam, hal ini untuk mencegah terjadinya keausan pada saat mesin mulai bergerak (berputar), juga untuk melindungi bagian mesin terhadap udara.

Alat Penguji Gaya Gesek Oli

Alat penguji gaya gesek oli ini adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk menguji berbagai macam jenis oli yang ada dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar nilai gaya geseknya sehingga dapat diketahui perbedaan perbandingan gaya geseknya untuk masing – masing oli. Adapun bahan dan komponen yang digunakan pada alat penguji gaya gesek oli ini adalah sebagai berikut :

Motor Listrik

Dalam perencanaan ini, motor penggerak yang digunakan adalah motor listrik dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Kecepatan putaran : 1410 rpm
- Daya motor : 0,25 HP/186,5 Watt

Motor listrik ini berfungsi sebagai penggerak utama yang memutar poros melalui sabuk dan pulley.

Pulley

Pulley digunakan dalam sistem transmisi daya dari suatu poros ke poros yang lain dengan

perantara sabuk. Pulley juga digunakan untuk meneruskan putaran dari motor listrik dengan menggunakan perbandingan diameter pulley yang digunakan, perbandingan kecepatan merupakan kebalikan dari perbandingan diameter pulley yang digunakan.

Sabuk

Sabuk akan digunakan untuk mentransmisikan daya yang tidak memungkinkan dapat ditransmisikan dengan sistem roda gigi, karena jarak antara kedua poros yang jauh. Pada alat yang direncanakan menggunakan sabuk V karena mudah dalam penggunaan dan mudah mendapatkannya.

Poros

Poros yang direncanakan digunakan sebagai tempat pemasangan pulley. Selain itu juga berfungsi sebagai tempat pengujian oli dengan melumasi oli pada poros tersebut dan tempat terjadinya gesekan.

Pasak

Pasak merupakan suatu elemen yang digunakan untuk menahan atau sebagai pengunci bagian – bagian mesin. Dalam hal ini pasak digunakan untuk menggabungkan poros dengan pulley dan sebagai pengaman apabila terjadi kelebihan beban maka pasak akan lebih dahulu rusak sebelum terjadi kerusakan pada poros dan pulley.

Bantalan

Bantalan adalah suatu elemen yang berfungsi untuk menumpu poros yang berbeban, sehingga poros tersebut akan berputar halus, aman dan pada umumnya akan dapat bertahan lama karena kemungkinan terjadi keausan poros yang diakibatkan gesekan sangat kecil. Pada perencanaan ini bantalan yang digunakan adalah jenis *bantalan gelinding*.

Tempat Penampung Oli

Tempat penampung oli ini digunakan sebagai tempat untuk meampung oli yang sedang diuji gaya geseknya dengan tujuan agar oli tidak tercecer dilantai.

Kunci Momen

Kunci momen merupakan alat yang digunakan sebagai pemberi tekanan pada bantalan uji yang telah dilumasi dengan oli yang akan diuji sehingga kedua poros akan bergesekan. Pada kunci momen ini juga dilengkapi dengan alat

ukur yang berfungsi untuk mengukur besarnya gaya yang diberikan.

Baut dan Mur

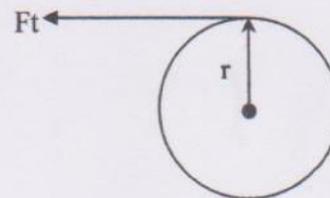
Baut dan mur pada alat pengujian gaya gesek oli ini digunakan untuk mengikat antara komponen dengan rangka. Tujuan pengikatan dengan baut dan mur ini adalah untuk mempermudah dalam melakukan perawatan, karena komponen yang dimaksud harus bias dilepas.

Rangka

Rangka berfungsi untuk menahan berat beban keseluruhan dari semua komponen yang terdapat pada alat ini, serta tempat untuk merakit komponen.

Penentuan Koefisien Gaya Gesek

Penentuan besarnya koefisien gesek dapat diperoleh dari mekanisme berikut:



Dari gambar diatas dapat ditentukan :

$$M_t = F_t \cdot r$$

Dimana :

M_t = Momen puntir (Kg.mm)

F_t = Gaya tangensial

r = Jari – jari bantalan uji

Selain itu, momen puntir juga dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M_t = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n}$$

Dimana :

M_t = Momen puntir (Kg.mm)

P_d = daya motor (Kw)

n = Putaran pada poros (Rpm)

Dengan daya motor dan putaran poros diketahui, maka dapat diperoleh besar momen puntir :

$$M_t = 9,74 \times 10^5 \frac{0,187}{500}$$

$$M_t = 364,2 \text{ Kg.mm}$$

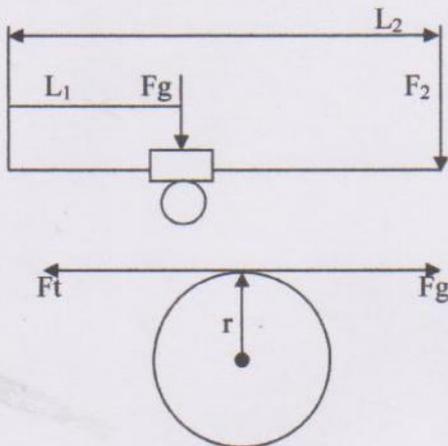
Selanjutnya, dengan persamaan lainnya, maka besar gaya yang dihasilkan:

$$M_t = F_t \times R$$

$$F_t = \frac{M_t}{R}$$

$$= \frac{364,2 \text{ Kg.mm}}{22 \text{ mm}}$$

$$= 17 \text{ Kg}$$



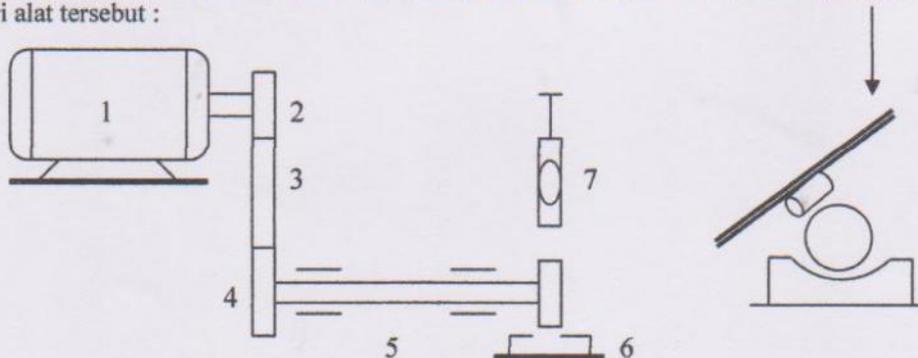
Gambar Diagram penentuan Koefisien Gaya Gesek

Dari diagram diatas maka bisa didapat :

$$\sum M = F_g \cdot L_1 - F_2 \cdot L_2$$

Prinsip Kerja Alat

Untuk memudahkan dalam pemahaman prinsip kerja alat in, maka penulis menyertakan sketsa gambar dari alat tersebut :



Gambar 2.2 Sketsa Alat Uji Gaya Gesek Oli

Dimana :

$F_2 \cdot L_2$: Momen yang didapat dari hasil pengujian pada masing - masing oli yang akan diukur pada kunci momen.

L_1 : 80 mm

Maka :

$$\sum M = 0$$

$$F_g \cdot L_1 - F_2 \cdot L_2 = 0$$

$$F_g = \frac{F_2 \cdot L_2}{L_1}$$

$$F_g = \frac{M}{L_1}$$

Untuk menentukan koefisien gesek maka diperoleh :

$$F_t = \mu \cdot F_g$$

$$\mu = \frac{F_t}{F_g}$$

$$\mu = \frac{M / L_1}{F_t \times L_1 / M}$$

Dimana :

μ = Koefisien Gesek

F_t = Gaya yang dibutuhkan hingga poros diam (Kg)

L_1 = Jarak (80 mm)

M = Momen torsi yang diberikan melalui kunci momen (Kg.mm)

Keterangan :

1. Motor Listrik
2. Pulley Penggerak
3. Sabuk
4. Pulley yang digerakan
5. Poros
6. Tempat Penampung Oli
7. Kunci Momen

Prinsip kerja dari alat penguji gaya gesek oli ini adalah apabila motor dihubungkan ke arus listrik maka motor berputar, putaran motor ini akan menggerakkan pulley pada poros motor. Kemudian dihubungkan dengan menggunakan sabuk untuk memutar pulley berikutnya. Poros beserta bantalan uji yang ada di pulley ini akan ikut berputar. Selanjutnya tempat penampungan oli diisi dengan oli yang akan diuji, kira – kira sampai menyentuh bantalan uji tersebut. Lalu ditekan dengan menggunakan kunci momen hingga putaran dari poros tersebut berhenti. Pada saat itulah kita dapat membaca besarnya momen yang diberikan, yang bisa dilihat pada alat ukur pada kunci momen tersebut.

Proses Pengujian

Langkah – langkah pengujian :

1. Persiapkan alat uji beserta kelengkapannya dan persiapkan juga oli (minyak pelumas) yang akan diuji
2. Isi tempat penampungan oli dengan oli yang akan diuji sampai oli tersebut menyentuh bantalan uji.
3. Hidupkan alat penguji gaya gesek oli.
4. Kemudian bantalan uji tersebut diberi gaya dengan menggunakan kunci momen sampai putaran motor berhenti.
5. Setelah motor berhenti, baca berapa besar momen yang diberikan yang dapat dilihat pada alat pengukur yang tertera pada kunci momen tersebut.
6. Lakukan pengujian pada oli sebanyak 3 kali percobaan.
7. Ambil rata – rata nilai dari percobaan yang dilakukan.
8. Masukkan rata –rata nilai dari percobaan oli yang duji pada rumus yang diketahuin untuk mengetahui nilai

koefisien gaya gesek pada masing – masing oli (minyak pelumas)

9. Masukkan data hasil pengujian kedalam tabel pengujian.
10. Setelah selesai melakukan pengujian bersihkan alat penguji gaya gesek oli tersebut dari oli yang tercecer.

Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai tipe merk olie dan selanjutnya dilakukan pengujian dengan alat ini. Pengujian terhadap oli (minyak pelumas) yang dilakukan sebanyak 3 kali percobaan kedalam tabel dan ambil rata – rata nilai yang didapat pada alat uji gaya gesek oli tersebut, nilai koefisien gesek pada masing – masing oli yang diuji antara lain sebagai berikut :

1. Koefisien gesek pada oli I (Mesran)

$$M_1 = 5,8 \text{ Kg.m} = 5800 \text{ Kg.mm}$$

$$\mu_1 = \frac{ft \times l_1}{m_1}$$

$$\mu_1 = \frac{17 \times 80}{5800}$$

$$\mu_1 = 0,234$$

2. Koefisien gesek pada oli II (Federal oil Ultratec)

$$M_2 = 6 \text{ Kg.m} = 6000 \text{ Kg.mm}$$

$$\mu_1 = \frac{ft \times l_1}{m_1}$$

$$\mu_1 = \frac{17 \times 80}{6000}$$

$$\mu_2 = 0,226$$

3. Koefisien gesek pada oli III (Yamalube)

$$M_3 = 6,5 \text{ Kg.m} = 6500 \text{ Kg.mm}$$

$$\mu_1 = \frac{ft \times l_1}{m_1}$$

$$\mu_1 = \frac{17 \times 80}{6500}$$

$$\mu_1 = 0,209$$

4. Koefisien gesek pada oli IV (Top 1)

$$M_4 = 7 \text{ Kg.m} = 7000 \text{ Kg.mm}$$

$$\mu_1 = \frac{ft \times l_1}{m_1}$$

$$\mu_1 = \frac{17 \times 80}{7000}$$

$$\mu_1 = 0,194$$

5. Koefisien gesek pada oli V (BM 1)

$$M_5 = 8 \text{ Kg.m} = 8000 \text{ Kg.mm}$$

$$\mu_1 = \frac{ft \times l_1}{m_1}$$

$$\mu_1 = \frac{17 \times 80}{8000}$$

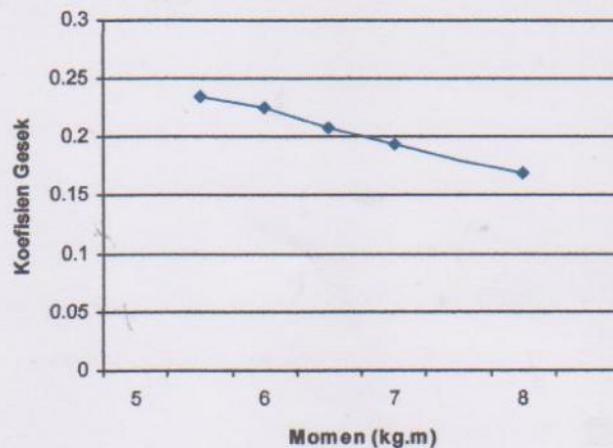
$$\mu_1 = 0,17$$

$$\mu_5$$

Tabel hasil pengujian

No	Oli yang diuji	Momen (Kg.m)				Koef Gesek (μ)
		I	II	III	Rata2	
1	Mesran	5,8	5,9	5,7	5,8	0,234
2	Federal oil ultratec	6	6	6	6	0,226
3	Yamalube	6,5	6,5	6,5	6,5	0,209
4	Top 1	6,9	7	7,1	7	0,194
5	BM 1	7,9	8	8	8	0,17

Grafik Hubungan Antara Momen Dengan Koefisien Gesek



Kesimpulan

Dari penjelasan uraian dan perhitungan dari bab – bab sebelumnya maka penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut :

- Gesekan terjadi pada dua permukaan yang saling bersentuhan dan terdapat gerak relatif antara keduanya. Gerak tersebut menghasilkan gaya untuk menghambat laju benda.
- Gaya gesekan selalu berlawanan arah dengan gerak benda
- Perhitungan dari hasil pengujian terhadap olie yang ada di pasaran:
 - Koefisien gesek pada oli Mesran (μ) : 0,234
 - Koefisien gesek pada oli Federal Oil Ultratec (μ) : 0,226
 - Koefisien gesek pada oli Yamalube (μ)
 - Koefisien gesek pada oli Top 1 (μ) : 0,194
 - Koefisien gesek pada oli BM 1 (μ) : 0,17
- Semakin besar momen yang diberikan pada saat pengujian maka semakin kecil koefisien geseknya

Saran

- Pada pembuatan alat uji ini agar diperhatikan bahan yang digunakan terutama pada bantalan uji pada poros

harus memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap pengaruh gesekan pada saat pengujian agar tidak cepat rusak.

2. Bahan tempat terjadinya gesekan dengan bantalan uji harus lebih rendah ketahanannya dari bantalan uji agar kita lebih mudah menggantinya dan memiliki biaya yang lebih murah.
3. Kalibrasi alat uji sehingga akan diperoleh nilai penyimpangan (*error*) alat.