

ANALISA KEMAMPUAN BLOK SILINDER TERHADAP GESEKAN PISTON PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI SHOGUN 125 TAHUN 2014 DI BENGKEL YELHANA MOTOR

Muhammad Yunus

Fakultas Teknik Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
m.yunus@gmail.com

Abstract. *The sliding contact load with alternating translational motion that occurs repeatedly on the surface of the hole in the cylinder (cylinder liner) by the piston can result in scratches on the surface and worn material. Large scratches and wear on the surface of the cylinder hole can result in engine failure and can result in a replacement cylinder liner. In this study, the cylinder hole wear due to the piston contact load was investigated. wear test equipment is made and developed specifically to examine the wear of components due to contact with translational motion. Test equipment that has been developed is representative enough to be used as a wear test tool on components that experience alternating contact and movement. From the wear test results of the cylinder liner material due to contact for 20 hours loading with a pressure of 0.8 MPa, the wear is quite large, which is 0.71 grams and the wear rate (mass lost per hour) tends to be constant which is about 0.03 - 0.04 grams per hour. This shows that there is no change in mechanical properties in the material cylinder liner due to the friction load by the piston.*

Key words: *Cylinder liner, Wear, Contact, Piston.*

Abstrak. Beban kontak luncur dengan gerak translasi bolak-balik yang terjadi berulang-ulang pada permukaan lubang dalam silinder (cylinder liner) oleh piston dapat mengakibatkan goresan pada material permukaan dan aus. Goresan dan keausan yang cukup besar pada permukaan lubang silinder dapat mengakibatkan kerja mesin terganggu dan dapat berakibat pada penggantian cylinder liner. Pada penelitian ini, keausan lubang silinder akibat beban kontak luncur oleh piston diinvestigasi. alat uji aus dibuat dan dikembangkan khususnya untuk meneliti keausan komponen akibat kontak dengan gerak translasi. Alat uji yang telah dikembangkan cukup representatif untuk digunakan sebagai alat uji aus pada komponen yang mengalami kontak dan gerak translasi bolak-balik. Dari hasil uji aus material cylinder liner akibat kontak selama 20 jam pembebanan dengan tekanan 0.8 MPa terlihat keausan yang terjadi cukup besar yaitu 0.71 gram dan tingkat keausan (massa yang hilang per jam) cenderung konstan yaitu sekitar 0.03 – 0.04 gram per jam. Hal ini menunjukkan tidak terjadinya perubahan sifat mekanis pada material cylinder liner akibat beban gesek oleh piston.

Kata kunci: Aus, *Cylinder liner*, Kontak, Piston.

I. PENDAHULUAN

Saat ini sepeda motor dapat dianggap sebagai kebutuhan primer, Sepeda motor sangat praktis digunakan untuk bepergian jarak dekat maupun jarak jauh. Misalnya untuk keperluan pergi ke kantor, sekolah, berdagang, dan lain sebagainya. Sepeda motor lebih dipilih sebagai sarana untuk bepergian karena biaya dan waktu yang digunakan lebih sedikit jika dibandingkan

dengan kendaraan lain seperti mobil. Sepeda motor adalah salah satu jenis mesin atau pesawat motor bakar yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik, yaitu dengan cara merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, dan menggunakan energi tersebut untuk melakukan kerja mekanik.

Energi termal diperoleh dari pembakaran bahan bakar pada mesin itu

sendiri. Selaras dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, dan seiring dengan perkembangan serta kemajuan di bidang industri terutama dalam bidang permesinan, berbagai alat diciptakan untuk mempermudah dan menambah kenyamanan manusia dalam mencukupi kebutuhannya.

Salah satunya adalah di bidang otomotif, perkembangan dari bidang otomotif sendiri sangat pesat khususnya pada mesin motor 4 tak. Dalam motor 4 tak ada sebuah komponen Piston atau torak yaitu komponen mesin yang membentuk ruang bakar bersama-sama dengan blok silinder dan silinder head. Blok silinder adalah salah satu komponen yang sangat penting untuk melakukan siklus kerja mesin, serta piston harus mampu meneruskan tenaga hasil pembakaran ke crankshaft. Jadi dapat kita lihat bahwa blok silinder memiliki fungsi yang sangat penting dalam melakukan siklus kerja mesin dan dalam menghasilkan tenaga pembakaran.

Permasalahan yang ada di dalam dunia otomotif khususnya sepeda motor 4 tak atau 4 langkah banyak disebabkan oleh berkurangnya akselerasi dari sepeda motor, berkurangnya akselerasi sepeda motor dikarenakan ausnya boring silinder akibat dari gesekan piston. Boring silinder dan blok silinder merupakan dua bagian yang melekat satu sama lain yang berada di dalam mesin motor. Boring silinder terpasang erat pada blok, dan bahannya tidak sama. Boring silinder dibuat dari besi cor kelabu yang tahan terhadap gesekan dan panas, sedangkan blok silinder dibuat dari paduan alumunium yang hanya tahan terhadap panas.

Pada mulanya boring silinder dan blok silinder dibuat menjadi satu, namun sekarang pembuatan boring di sebuah blok dibuat terpisah tetapi tetap dipasang menyatu, dengan maksud boring silinder

dapat diganti bila keausannya sudah berlebihan.

Boring silinder merupakan tempat bergerak piston, tempat piston berada tepat di tengah Boring silinder. Meskipun telah mendapat pelumasan yang mencukupi tetapi keausan Boring silinder tetap tak dapat dihindari. Karenanya dalam jangka waktu yang tidak lama keausan tersebut pasti terjadi. Keausan Boring silinder bisa saja terjadi secara tidak merata sehingga dapat berupa keovalan atau ketirusan dan berdampak pada kinerja mesin yang kurang baik atau tidak sempurna .

II. KAJIAN TEORI

Pengertian Blok Silinder

Blok Silinder adalah salah satu alat pada motor yang bersifat statis yang fungsinya sebagai tempat Bergeraknya piston dalam melaksanakan proses kerja motor. Blok silinder dan cara mengatasi kerusakan blok silinder. Silinder motor 4 tak tidak terdapat lubang-lubang apapun di bagian dalam dinding silindernya. sedangkan Silinder motor 2 tak terdapat lubang-lubang pada bagian dalam dinding silinder.

Blok silinder dan ruang engkol merupakan bagian utama dari motor bakar. Bagian-bagian lain dari motor dipasangkan di dalam atau pada blok silinder, sehingga terbentuk susunan motor yang lengkap. Pada blok silinder ini terdapat lubang silinder yang berdinding halus, dimana torak bergerak bolak-balik dan pada bagian sisi-sisi blok silinder dibuatkan sirip-sirip maupun lubang-lubang mantel air pendingin yang digunakan untuk pendinginan motor.

Silinder bersama-sama dengan kepala silinder membentuk ruang bakar, yaitu tempat melaksanakan pembakaran bahan bakar. Blok silinder dan ruang engkol dapat dituang menjadi satu bagian atau terpisah

satu sama lain, kemudian disatukan dengan baut-baut. Variasi lain dalam konstruksi blok silinder ialah dengan pemasangan tabung silinder ke dalam blok silinder. Tabung ini dibuat dari besi tuang atau baja tuang.

Fungsi Blok Silinder

Blok Silinder berfungsi sebagai bidang kerja atau bidang gesek piston dalam proses kerja motor. Blok silinder sepeda motor merupakan bagian pokok sebuah motor. Bentuk dan konstruksi blok silinder tergantung pada beberapa faktor, antara lain:

1. jumlah silinder.
2. susunan silinder.
3. susunan katup.
4. jenis pendinginan.
5. letak poros kam.
6. tempat dudukan motor.
7. bahan serta cara pembuatannya.

Komponen Blok Silinder dan Fungsi Umumnya

Komponen Blok Silinder dan Fungsi adalah sebagai berikut:

1. *Water jacket*
Pada Blok silinder, terdapat ruang ruang kecil yang disebut water jacket. Water jacket ini sendiri berfungsi sebagai ruang untuk bersirkulasi air yang berguna mendinginkan mesin, lengkapnya ada pada penjelasan sistem pendingin.
2. *Piston*
Piston atau torak berfungsi untuk menghisap gas yang akan dibakar di ruang bakar serta memberikan tekanan pada saat langkah kompresi.
3. *Ring Piston*
Ring piston berfungsi untuk menahan kebocoran pada saat terjadi

pembakaran di ruang bakar serta meratakan oli yang ada di dinding blok silinder. penjelasan selengkapnya ada di penjelasan tentang piston.

4. *Batang torak atau connecting rod*
Batang torak atau connecting rod adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung piston dengan sumbu engkol atau *crank shaft*.
5. *Sumbu engkol atau Crank Shaft*
Sumbu engkol berfungsi sebagai komponen untuk mengubah tenaga vertical (dari atas ke bawah) yang dihasilkan piston menjadi tenaga rotari (berputar).
6. *Pulley CrankShaft*
Pulley Crank shaft berfungsi sebagai poros dimana dihubungkan dengan poros lain seperti pulley Cam Shaft, alternator, untuk memberikan tenaga putaran.
7. *Metal*
Fungsi dari metal adalah melapisi atau menjadi bantalan untuk stang piston dan berfungsi untuk menjadi bantalan ketika *Crankshaft* berputar sebetulnya metal sendiri terdapat dua jenis yakni metal jalan dan metal duduk.
8. *Fly Wheel* atau Roda Gila
Fly Wheel berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh mesin ke sistem pemindah daya seperti kopling dan tranmisi.

Jenis konstruksi Dan Bahan Blok Silinder

Jenis konstruksi dan bahan blok silinder adalah sebuah istilah yang menunjuk kepada "layout" piston dalam sebuah mesin pembakaran dalam. Istilah "blok" sering digunakan juga sebagai

pengganti kata mesin dalam terminologi, penggunaan umumnya adalah blok V dan mesin V, keduanya menunjuk ke hal yang sama.

Dalam dunia permesinan dapat dikategorikan sesuai fungsi-fungsinya tersendiri, teknologi permesinan maupun teknik mesin Automotif sangat memiliki ketergantungan terhadap kemajuan teknik mesin produksinya juga atau yang sering kita kenal dengan “mesin perkakas”. Di dalam perancangan segala konstruksi mesin yang ada pada mekanika otomotif pada dasarnya bersumber dari perancangan sejak dasar oleh permesinan produksi.

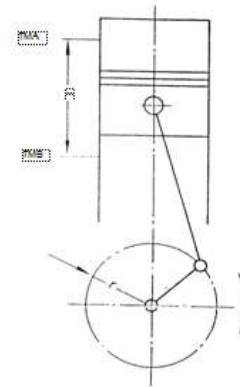
Konstruksi blok silinder terbuat dari beberapa bahan antara lain:

1. Silinder besi tuang atau cast iron
2. Blok silinder paduan aluminium dengan *sleeve* besi
3. Blok Silinder Aluminium

Cara Kerja Motor 4 Langkah (4 TAK) - Sebelum membahas mengenai cara kerja atau prinsip kerja dari motor 4 tak, harus anda ketahui terlebih dahulu definisi dari motor 4 tak. Motor 4 langkah adalah motor yang dalam satu siklus kerjanya (hisap, kompresi, kerja dan buang) membutuhkan 4 langkah piston (2 kali turun, 2 kali naik), 2 putaran poros engkol menghasilkan 1 kali langkah usaha. Jadi motor 4 tak untuk menghasilkan 1 langkah usaha membutuhkan 4 gerakan piston yang terdiri dari 2 kali gerakan turun dan 2 kali gerakan naik.

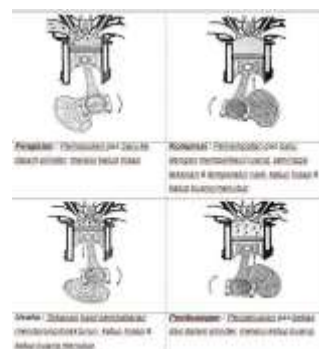
Untuk lebih memahami tentang pengertian dari motor 4 tak ini, akan saya share secara khusus di lain kesempatan. Dan berikut adalah penjelasan tentang cara kerja motor 4 tak. Sebelumnya pahami terlebih dahulu tentang komponen utama dan fungsinya. Untuk memulainya kita bahas tentang TMA dan TMB. TMA (Titik mati atas) disebut juga dengan TDC (TOP Dead Center) merupakan batas teratas (paling atas) yang dapat piston capai

didalam silinder. TMB (Titik mati bawah) disebut juga dengan BDC (Bottom Dead Center) merupakan titik terbawah yang dapat dicapai piston didalam silinder. Yang menjadi acuan adalah piston bagian atas. R merupakan panjang langkah piston disebut juga dengan STROKE.



Gambar 1. Cara kerja motor 4 tak

Untuk memahami cara kerja dari motor 4 tak, anda perlu mengetahui beberapa komponennya seperti poros engkol, connecting rod, piston, busi, katup hisap, katup buang, intake manifold, exhaust manifold dan lain sebagainya. Cara atau Prinsip Kerja Motor 4 Langkah (4 Tak) Ada 4 langkah gerakan piston dalam satu siklus motor 4 tak, yaitu langkah hisap (intake), langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang. Yang akan saya jelaskan adalah motor 4 tak yang menggunakan bahan bakar bensin, bukan diesel.



Gambar 2. Empat langkah gerakan piston dalam 1 siklus

III. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Adapun tempat dilakukannya penelitian, pengambilan data dan pengukuran material yaitu dibengkel Bengkel Yelhana Motor Jl.Ahmad Yani Desa Sukaraja Kecamatan Gedongtataan Kabupaten Pesawaran. Kegiatan penelitian untuk Tugas Akhir ini akan dilaksanakan pada bulan Mei 2018 sampai dengan bulan Agustus 2018 dengan disesuaikan pada pekerjaan di Bengkel Yelhana Motor.

Alat Dan Bahan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan maksimal maka diperlukan alat dan bahan yang sebagai berikut:

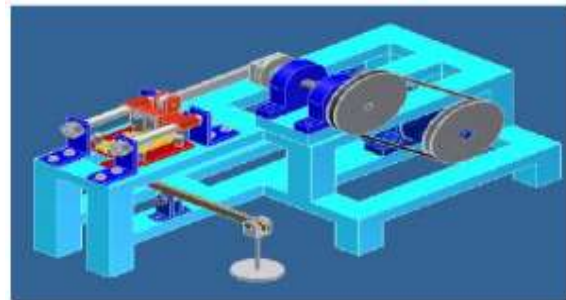
1. Mesin Suzuki Shogun Fd 125
2. Dial Bore Gauge atau juga dikenal dengan Cylinder Gauge
3. Mistar Baja
4. Mikrometer sekrup
5. Fernier Caliper
6. Mesin Korter
7. Feeler gauge
8. Tool box
9. Blok Silinder
10. Piston Atau Torak
11. Amplas.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian berisikan langkah pembuatan suatu penelitian dan pengamatan. Dalam sebuah metodologi terdapat urutan-urutan proses pengolahan data yaitu metode data dan metode analisis sehingga didapatkan hasil ataupun kesimpulan.

Uji keausan dilakukan dengan alat uji aus yang akan dikembangkan sesuai dengan digram Uji dilakukan dengan tekanan kontak 0.8 MPa yang ekuivalen dengan beban 577 gram, panjang langkah sekitar 60

mm dan dengan kecepatan putar engkol 60 rpm. Pengujian dilakukan dengan lama pembebanan 10 jam (spesimen 1), 15 jam (spesimen 2) dan 20 jam (spesimen 3) dan dilakukan pengamatan pada masing-masing spesimen setiap 1 jam untuk dilakukan pengukuran massa yang hilang dengan menggunakan timbangan dengan sensitifitas 0.01 gram.



Gambar 3. Mesin Uji Aus Kontak Pin To Flat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Keausan dengan beban kontak (kontak pin to flat) dan gerak translasi bolak-balik telah dapat dikembangkan dengan baik. Adapun spesifikasi alat uji yaitu, panjang langkah dapat mencapai 100 mm dengan kecepatan putar sekitar 310 r.p.m. dengan daya motor 0.5 Hp. Alat uji cukup representatif untuk dipergunakan dalam uji keausan material sebagai akibat dari gesekan. Untuk perlu diperhatikan bahwa mengingat faktor gesekan komponen- komponen alat uji ini belum menjadi perhatian, maka setiap kali melakukan uji, besar beban kontak perlu dilakukan kalibrasi untuk memperoleh tingkat akurasi beban yang baik.

Material Cylinder liner atau sering disebut boring cylinder pada motor Suzuki shogun 125 terbuat dari besi cor kelabu, struktur mikro dengan pembesaran 100x dari material cylinder liner. Dari gambar struktur mikro terlihat adanya grafit (warna hitam) yang membentuk flake, hal ini muncul karena dalam pembentukan besi cor kelabu, jumlah karbon yang berlebih tidak

larut dalam paduan pada fasa austenitnya. Secara visual besi cor kelabu dapat dikenali dengan memperhatikan warna permukaan patahan material yaitu terlihat berwarna abu-abu. Secara umum besi cor kelabu memiliki kandungan karbon (2,5 – 3,5) %, silikon (1,5 – 3,0) %, mangan (0,5 – 0,8) %, sulfur (max. 0,15%), dan fosfor (max. 0,25%). Kekuatan tarik besi cor ini antara 179 – 293 MPa, kekerasan 140 – 270 HV.



Gambar 4. Struktur mikro material silinder blok

Tabel 1. Kekerasan Silinder Blok Suzuki Shogun 125

No	Foto	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	HV
1		0,0937	0,0932	0,0934	212
2		0,0932	0,0929	0,0931	213
3		0,0927	0,0933	0,0930	214
$HV = \frac{212 + 213 + 214}{3} = 213$ Kekerasan rata-rata,					

Hasil uji keausan dengan beban 577gr atau tekanan sekitar 0.8 Mpa dengan lama pembebanan 10, 15 dan 20 jam dengan pengamatan dilakukan setiap jam. Uji keausan dilakukan pada kondisi kering atau tanpa pelumas, walaupun pada kondisi sebenarnya pelumasan akan terjadi pada kontak permukaan antara permukaan cylinder liner dan ring piston. Demikian pula panas dipermukaan kontak yang terjadi

akibat panas pembakaran dan juga panas akibat gesekan antara permukaan cylinder liner dan ring piston tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini. Walaupun hal ini tentunya akan mempengaruhi kegagalan yang dapat terjadi pada material cylinder liner.

Dari hasil penelitian tingkat keausan yaitu massa yang hilang setiap jam pembebanan cenderung konstan baik pada uji keausan dengan total pembebanan selama 10 jam, 15 jam dan sampai 20 jam. Rata-rata tingkat keausan sebesar 0.03 gram/jam untuk lama pembebanan 10 jam dan 0.04 gram/jam untuk lama pembebanan 15 jam dan 20 jam. Kondisi ini menunjukkan dengan lama pembebanan sampai 20 jam belum menunjukkan adanya perubahan perilaku sifat mekanis material yang dapat mempengaruhi keausan yaitu tidak mengalami peningkatan kekerasan akibat beban gesekan atau tidak mengalami proses work hardening.

Dari kondisi ini terlihat bahwa tingkat keausan material cylinder liner akan sangat tergantung pada kondisi operasi dimana kontak terjadi antara cylinder liner dan ring piston, seperti besar beban kontak, kondisi pelumasan permukaan kontak, suhu permukaan kontak baik akibat panas pembakaran maupun suhu yang timbul akibat gesekan, dan partikel ketiga yang terperangkap dalam daerah kontak.

Dari hasil terlihat total massa yang hilang (keausan) yang terjadi pada material cylinder liner mengalami peningkatan yang cukup besar, total massa yang hilang setelah 10 jam pembebanan mencapai 0.33 gram, meningkat menjadi 0.64 gram setelah pembebanan mencapai 15 jam dan pada pembebanan sampai 20 jam total massa yang hilang sebesar 0.71 gram. Peningkatan jumlah massa yang hilang dari 10 jam pembebanan sampai 20 jam mengalami peningkatan sekitar dua kali yaitu dari 0.33 gram sampai 0.71 gram. Tingkat keausan pada material cylinder liner yang sangat

besar akibat kontak kering ini tentunya akan sangat tidak baik bagi umur cylinder liner, umur cylinder liner akan menjadi sangat pendek.

Kondisi permukaan setelah mengalami keausan selama pembebanan 10jam, 15 jam dan 20 jam. Dari geometri permukaan setelah mengalami keausan tidak nampak perbedaan yang berarti antara pembebanan 10 jam sampai 20 jam. Ketiga kondisi permukaan tersebut memperlihatkan permukaan yang tentunya lebih kasar dari kondisi sebelum mengalami pembebanan. Permukaan nampak penuh dengan goresan-goresan dan cekungan-sekungan kecil akibat terlepasnya material berupa partikel di daerah tersebut.

Tabel 2. Masa hilang matrial silinder oleh gesekan piston selama 10 jam

No.	Lama Pembebanan (jam)	Massa (gram)	Massa Hilang (gram)
1	0 (kondisi awal)	11.41	0
2	1	11.38	0.03
3	2	11.35	0.03
4	3	11.32	0.03
5	4	11.29	0.03
6	5	11.26	0.03
7	6	11.23	0.03
8	7	11.20	0.03
9	8	11.16	0.04
10	9	11.13	0.03
11	10	11.08	0.05
Total Massa yang Hilang (gram)			0.33
Rata-rata = total massa hilang/jam			0.03

Tabel 2. adalah sumber data penelitian yang didapat dari hasil penelitian pada blok silinder sepeda motor tahun 2014 dengan lama pengujian gesekan selama 10 jam.

Tabel 2. Masa hilang matrial silinder oleh gesekan piston selama 10 jam

No.	Lama Pembebanan (jam)	Massa (gram)	Massa Hilang (gram)
1	0 (kondisi awal)	10.01	0
2	1	9.97	0.04
3	2	9.93	0.04
4	3	9.89	0.04
5	4	9.85	0.04
6	5	9.81	0.04
7	6	9.77	0.04
8	7	9.73	0.04
9	8	9.89	0.04
10	9	9.85	0.04
11	10	9.81	0.04
12	11	9.87	0.04
13	12	9.83	0.04
14	13	9.78	0.05
15	14	9.73	0.05
16	15	9.67	0.06
Total Massa yang Hilang (gram)			0.64
Rata-rata = total massa hilang/jam			0.04

Tabel 3. di atas adalah sumber data penelitian yang didapat dari hasil penelitian pada blok silinder sepeda motor tahun 2014 dengan lama pengujian gesekan selama 15 jam.

Tabel 4. Masa hilang matrial silinder oleh gesekan piston selama 20 jam

No.	Lama Pembebanan (jam)	Massa (gram)	Massa Hilang (gram)
1	0 (kondisi awal)	9.83	0
2	1	9.80	0.03
3	2	9.77	0.03
4	3	9.74	0.03
5	4	9.71	0.03
6	5	9.87	0.04
7	6	9.83	0.04
8	7	9.80	0.03
9	8	9.76	0.04
10	9	9.73	0.03
11	10	9.70	0.03
12	11	9.67	0.04
13	12	9.63	0.04
14	13	9.60	0.03
15	14	9.54	0.06
16	15	9.50	0.04
17	16	9.47	0.03
18	17	9.43	0.04
19	18	9.39	0.04
20	19	9.36	0.03
21	20	9.33	0.03
Total massa yang hilang (gram)			0.71
Rata-rata = total massa hilang/jam			0.04

Kedalaman goresan dapat terjadi karena asperity dari material ring piston yang lebih keras dari material cylinder liner dan juga mungkin karena partikel-partikel aus yang terperangkap pada daerah kontak yang kemudian menjadikan material aus (abrasive wear). Goresan- goresan yang cukup dalam ini tentunya akan mempengaruhi kondisi pelumasan permukaan kontak dan mungkin akan mempengaruhi proses pembakaran dalam ruang pembakaran, sehingga mempengaruhi kinerja mesin.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas ada beberapa kesimpulan yang bisa didapat setelah melakukan penelitian, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Tingkat keausan material *cylinder liner* (besi cor kelabu) akibat kontak dengan piston dengan beban 577 gram dan dengan lama pembebanan dari 10 jam sampai dengan 20 jam cenderung linier yaitu sekitar 0.3 gram/jam sampai 0.4 gram/jam.
2. Penyebab berkurangnya tenaga atau akselerasi mesin sepeda motor akibat gesekan yang terus menerus didalam blok silinder sehingga menyebabkan ketirisan, keovalan dan keausan.

Saran

Ada beberapa saran yang dapat disampaikan diantaranya sebagai berikut :

1. Selama penggunaan alat uji dan alat ukur agar lebih diperhatikan kebersihan alat tersebut, supaya alat dapat bekerja secara maksimal.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka lakukan pengukuran minimal 3 X pengukuran pada benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Divisi Servis Suzuki. Pedoman Pelatihan Teknis Sepeda Motor Tingkat Dasar. Jakarta : PT Indomobil Suzuki Internasional.
- Divisi Servis Suzuki. Pedoman Pelatihan Teknis Sepeda Motor Tingkat Lanjut. Jakarta : PT Indomobil Suzuki Internasional.
- Ludema, K.C. 1996. *Friction, Wear, Lubrication*. CRC: Press, Inc.
- Umaryadi. 2007. *Pendidikan Dasar Teknik Mesin 1*. Jakarta: Yudhistira.
- William, J. A. 1994. *Engineering tribology*. New York: Oxford University Press Inc.
- Yamagata, H. 2005. *The Science and Technology of Materials in Automotive Engines*. England: Woodhead Publising Limited.
- Suratman, M. 2009. *Servise Dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Jakarta: Pustaka Grafika.