

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian terdahulu

Motor bakar adalah [mesin pembakaran dalam](#) yang dalam satu siklus pembakaran akan mengalami putaran langkah piston, ada 2 macam jenis dalam motor bakar yaitu jenis 2 tak dan 4 tak, putaran 2 tak yaitu hanya 2 kali berbeda dengan [putaranempat-tak](#) yang mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus pembakaran, meskipun keempat proses *intake*, kompresi, tenaga dan pembuangan juga terjadi.

Sebuah **silinder** dalam [mesin pembakaran dalam](#) dan [pompa](#) adalah bagian utama tempat [piston](#) bekerja. Pemakaian beberapa silinder biasanya disusun sejajar dalam satu garis di dalam [blokmesin](#). Silinder bisa dilapisi (*coating*) dengan [Nikasil](#). *Volume* dari sebuah silinder dapat dihitung dengan mengkalikan kuadrat jari-jari silinder dengan π dan jarak piston berpindah di dalam silinder (disebut *stroke* atau langkah). Maka, kapasitas mesin dari sebuah mesin mobil dapat dihitung dari banyaknya jumlah silinder dari mesin itu.

Sebuah piston terletak di dalam silinder bersama dengan [ring piston](#). Silinder biasanya terbuat dari besi tetapi sekarang ada juga yang terbuat dari aluminium (diasil silinder). Tiap masing-masing bahan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kerusakan silinder dapat terjadi dalam berbagai faktor misalnya penggunaan oli yang tidak sesuai yang ditentukan, kesalahan dalam penggunaan sehari-hari, usia piston tersebut. Hal ini dapat menyebabkan beberapa kendala pada mesin yaitu kompresi bocor, dinding

silinder baret,dinding piston baret,piston kocak,mesin kasar,dll. Oleh karena hal tersebut diperlukan perbaikan dalam mengatasi masalah tersebut yaitu dengan cara penggantian piston (*oversize*). Oversize adalah dimana penggantian piston dengan ukuran lebih besar.

Piston memiliki ukuran tertentu dan disesuaikan dengan ukuran pada dinding silinder. Misalnya pada sepeda motor umumnya piston memiliki ukuran perbedaan pada diameter piston (tinggi tetap). Ukuran tersebut dikeluarkan berbeda beda pada tiap pabrikan dan jenis sepeda motor,ukuran tersebut adalah 0,25,50,75,100,dan seterusnya dimana dinding silinder (*liner*) yang memadahi untuk piston tersebut hal ini disebut “kolter” pada dinding silinder dimana digunakan untuk memperbesar diameter silinder.

a. Pengujian cylinder diasil menggunakan dyno test

dilakukan uji pada kendaraan Jupiter mx dalam kondisi standar tanpa ada perubahan apapun. Motor tersebut diuji pada kilometer 34.000 dan usia kendaraan tersebut 8 tahun. Dapat kita lihat hasil yang dicapai kendaraan tersebut yaitu pada RPM 7235 mencapai puncak Daya tertinggi 11,8 HP dan Torsi maksimal 12,46 N.m pada Putaran 5961 RPM. Menurut spesifikasi yang di klaim Yamaha dapat dilihat tenaga maximal (Tenaga Kuda) Jupiter MX 135cc yaitu 11,33HP pada 8500 rpm sedangkan torsi maksimal 11,65N.m pada 5500RPM .Hasil tersebut dapat dibandingkan antara spesifikasi motor tersebut yang bersumber dari ATPM dan yang diuji dalam lapangan.

Hasil kedua dilakukan uji pada kendaraan Jupiter MX dalam kondisi desain *Overbosh* yang baru selesai dipasang (*Inreyen*). Motor

tersebut diuji pada kilometer ± 34.323 menggunakan oli Castrol Magnetic dan memperoleh hasil yaitu pada RPM 7131 dapat kita lihat Daya tertinggi dicapai 12,7HP dan Torsi maksimal 13,46 N.m pada putaran 5995 RPM. Kondisi ini dikarenakan pengujian dalam kondisi pengapian standar terutama dalam CDI, pengapian atau tepatnya pada CDI Jupiter MX tersebut terdapat *Limitier*. Fungsinya adalah membatasi putaran mesin agar tidak melebihi yang ditentukan oleh Pabrik dikarenakan untuk membatasi peraturan kecepatan pada sepeda motor agar tidak melampaui batas, sehingga hasil yang dicapai kurang maximal.

Hasil ketiga dilakukan uji pada kendaraan Jupiter mx dalam kondisi desain overbosh yang setelah diuji selama ± 1000 KM. Motor tersebut diuji pada kilometer ± 35.373 menggunakan oli *Castrol Magnetic* dan memperoleh hasil yaitu pada Putaran 7690 RPM dan dapat kita lihat Daya tertinggi dicapai 12,6HP dan Torsi maksimal 13,19 N.m pada Putaran 6064RPM. Kondisi ini setelah pengujian selama sehari-hari.

Hasil pengujian menghasilkan data yang berbeda. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor misalnya kondisi piston,ring piston,oli,dll. Kondisi tersebut dikarenakan faktor usia kendaraan tersebut yang sudah berjalan sebanyak ± 34000 KM selama 8 tahun sehingga terjadi keausan akibat gesekan pada mesin.

Kondisi mesin *standard* dalam desain Diasil Silinder memiliki kelebihan dalam ketahanan dan bobot yang lebih ringan pada mesin sehingga menambah performa kendaraan. Keunggulan lainnya adalah dinding diasil silinder yang terbuat dari bahan yang lebih baik dari pada

liner yang berbahan besi. Faktor yang mempengaruhi terjadinya gesekan piston terhadap liner juga terjadi akibat kesalahan penggunaan misalnya penggantian oli secara berkala yang terlambat atau terkena banjir (air masuk kedalam mesin). Oleh karena itu didapat hasil perbandingan daya antara standar (Diasil) dan *Overbosh* yaitu 11,8 HP dibanding 12,7 HP mendapat selisih 0,9 HP dan Torsi maksimum 12,46 N.m dibanding 13,46 N.m mendapat selisih 1 N.m. Grafik.

b. Pengujian cylinder nikasil atau overbosh

Analisis yang kedua yaitu membandingkan hasil antara pengujian desain *Overbosh (inreyen)* dan desain *Overbosh* setelah diuji 1000 KM. Hasil yang didapat tidak jauh berbeda dengan kondisi semula (sebelum 1000KM) perbedaan setelah diuji didapat hasil perbandingan antara *Overbosh* dan *Overbosh 1000 KM* yaitu 12,7 HP dibanding 12,6 HP mendapat selisih 0,1 HP dan Torsi maksimum 13,46 N.m dibanding 13,19 N.m mendapat selisih 0,27 N.m. Penurunan performa ini dikarenakan beberapa faktor yaitu kondisi ring piston yang mulai menurun kerapatannya hal tersebut wajar dialami karena gesekan yang ditimbulkan antara ring piston dan liner. Berkurang dalam hitungan *Dyno test* 0,1 HP tidak berpengaruh besar terhadap performa jika pemakaian dalam sehari-hari.

Analisa yang ketiga yaitu membandingkan hasil antara pengujian Diasil Silinder dan desain *Overbosh* setelah diuji 1000 KM. Hasil yang didapatsangat jauh berbeda. Perbedaan setelah diuji didapat hasil perbandingan antara Diasil Silinder dan *Overbosh 1000 KM* yaitu 11,8 HP

dibanding 12,6 HP mendapat selisih 0,8 HP dan Torsi maksimum 12,46 N.m dibanding 13,19 N.m mendapat selisih 0,73 N.m. Peningkatan performa ini dikarenakan beberapa faktor yaitu kondisi piston yang sebelumnya baret dan dinding liner yang baret mengakibatkan bocornya kompresi sehingga mempengaruhi kinerja mesin. Grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar di atas.

c. Temperature

Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara kondisi standar dan kondisi *Overbosh* menggunakan *Infrared Thermometer* dilakukan secara bergantian. Gambar dapat dilihat pada gambar

Didapatkan hasil dari pengujian temperatur mesin yang dihidupkan selama 30 menit yaitu diuji setiap 10 menit secara bersamaan antara mesin standar dan *Overbosh* tanpa mematikan mesin. Kedua mesin tersebut diuji pada putaran 900 RPM (*Idle*).

Tabel 2.1 Perbandingan Temperatur

Waktu	Standar	Overbosh
10 Menit	63,1 °C	59,2 °C
20 Menit	63,2 °C	61,0 °C
30 Menit	64,1 °C	61,7 °C
Rata-rata	63,46 °C	60,63 °C

Dari tabel diatas didapat hasil perbandingan sebesar 63,46 °C pada kondisi standar dan 60,63 °C pada kondisi *Overbosh*. Perbedaan temperatur adalah 2,83 °C lebih dingin *Overbosh* dibanding standar hal

tersebut dikarenakan desain overbosh yang berbahan besi melapisi dinding liner sehingga mereduksi panas pada bagian luar blok.

2.2 Motor Bakar

Menurut Ariawan et al., (2016: 52) mesin konversi energi adalah mesin yang merubah energi kalor menjadi energi mekanik yang kemudian disebut dengan motor bakar. Proses kerja motor bakar yaitu campuran bahan bakar dan udara disuplai oleh karburator menuju ruang bakar kemudian di ruang bakar tercampur dan terjadi pembakaran karena telah dikompresikan oleh piston dan dengan tambahan dari pengapian, sehingga poros engkol mampu berputar karena mendapat dorongan dari ledakan pembakaran tersebut yang kemudian menjadi energi mekanik.

Pengoperasian mesin motor bakar seharusnya dioperasikan sesuai dengan spesifikasi yang direkomendasikan dari pabrik agar fungsinya tetap berjalan dengan normal dan bisa mencapai kinerja yang maksimal (Sukidjo, 2011: 61).

a. Oli mesin

Oli menurut Raharjo (dalam Effendi dan Adawiyah, 2014: 4) “biasanya diperoleh dari pengolahan minyak bumi yang dilakukan melalui proses destilasi bertingkat berdasarkan titik didihnya”. Menurut *Environmental Protection Agency* EPA’s (dalam Effendi dan Adawiyah, 2014: 4), “proses pembuatan oli melalui beberapa tahap yaitu *Deasphalting* untuk menghilangkan kandungan aspal dalam minyak. Hidrogenasi untuk menaikkan 10 viskositas dan kualitas. Pencampuran katalis untuk menghilangkan lilin dan menaikkan temperatur pelumas

paraffin. Clay or hydrogen finishing untuk meningkatkan warna, stabilitas dan kualitas oli pelumas.

Arisandi et al., (2012: 57) menjelaskan bahwa “pelumas adalah zat kimia, yang umumnya cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek”. Menurut Siti Yubaidah (dalam Arisandi et al., 2012: 57) “semakin berat beban motor semakin menurun nilai dari viscositas pelumasnya.

Sukirno (dalam Effendi dan Adawiyah, 2014: 4) ”pelumas mesin mempunyai beberapa sifat penting yang sangat dibutuhkan agar minyak lumas dapat berfungsi dengan baik adalah:

- a) *Low volatility* atau tidak mudah menguap, terutama pada kondisi operasi. *Volatilitas* suatu minyak lumas penting sekali dalam pemilihan jenis pelumas dasar sesuai dengan pemakaian
- b) *Fluiditas* atau sifat mengalir dalam daerah suhu operasi
- c) Stabilitas selama periode pemakaian, d) *Kompatibilitas* atau kecocokan dengan bahan lain dalam sistem.

Kualitas oli ditentukan oleh bahan dasar pada proses pembuatan oli dan zat aditif yang digunakan, semakin lengkap aditif yang terkandung dalam oli maka kualitas oli tersebut semakin baik untuk digunakan, tanpa adanya zat aditif pada oli 11 maka oli akan mudah terkontaminasi dan fungsi oli sebagai oli sebagai minyak pelumas menjadi kurang maksimal.

Oli *pelumas* berfungsi untuk melumasi setiap komponen pada mesin dan mencegah keausan pada komponen mesin, sebagai pembersih kotoran serbuk bekas pecahan komponen mesin dan mencegah timbulnya

karat, serta sebagai pendingin pada mesin terutama pada piston yang bergesekkan dengan dinding silinder.

Oli pelumas dibedakan menjadi dua yaitu *single grade* dan *multi grade*. Oli *single grade* adalah oli yang tingkat *viscositas* atau kekentalannya tetap pada suhu mesin dingin dan suhu mesin panas misalnya SAE 40, oli ini biasanya digunakan pada negara yang memiliki cuaca relatif stabil atau tidak dipengaruhi oleh perubahan temperatur. Sedangkan oli *multi grade* adalah oli yang memiliki dua tingkatan *viscositas* atau kekentalannya misalnya SAE 15W40, artinya oli tersebut memiliki kekentalan SAE 10 pada mesin dingin dan SAE 40 pada suhu mesin panas dan banyak digunakan pada negara yang memiliki cuaca ekstrim.

2.3 Performa Mesin

Menurut (Basyirun, 2008 : 23). Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar, sehingga menghasilkan daya yang berguna disebut kemampuan mesin performa mesin motor dan agar berjalan lebih baik . Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Dapat dilihat daya berguna bagiannya sebesar 25% yang artinya mesin hanya mampu menghasilkan sebesar 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan asesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin. Kalau digambar dengan

hukum termodinamika kedua yaitu “tidak mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja.

2.4 Daya Mesin

Putra Nurliansyah (2014 : 4) mengungkapkan bahwa daya mesin motor dapat dilihat output kinerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya mesin dapat dijelaskan oleh beberapa penelitian.

Menurut Wiratmaja (2010 : 20) telah menjelaskan mendefinisikan daya sebagai hasil kinerja daya mesin atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi.

Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Kinerja atau Daya tersebut dapat diteruskan pada torak mesin yang bekerja secara bolak-balik di dalam ruang silinder mesin motor. Pada dasarnya dalam silinder mesin, telah terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar ini dapat dijelaskan dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak di dalam mesin yang bekerja bolak balik (Basyirun, 2008 : 25). Sudibyo (2011 : 27) telah mendefinisikan motor 4 langkah dengan rumus:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$$

$$P = \text{60 Nm/s (Watt)}$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi mesin (Nm)

Dapat dilihat dari rumus di atas bahwa daya motor dapat diketahui performanya daya diketahui berapabesar torsi (T) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan oleh motor itu.

2.5 Torsi Daya Mesin

Menurut Putra Nurliansyah (2014 : 4) telah menjelaskan bahwa torsi daya mesin adalah sebagai ukuran kemampuan mesin sat melakukan kerja yakni menggerakkan atau menggerakkan mobil atau motor dari kondisi diam menjadi berjalan. Pada torsi berkaitan dengan kemampuan akselerasi atau putaran rpm mesin.

Basyirun (2008 : 23) menjelaskan bahwa torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Piston bergerak menghasilkan gaya F yang memutar engkol dimana panjang engkol sebesar b, sehingga torsi dapat ditentukan dengan rumus :

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

Dimana :

$$T = \text{torsi benda pada berputar (N.m)}$$

$$F = \text{gaya atau radial pada benda yang berputar searah (N)}$$

$$b = \text{adalah jari jari engkol (m)}$$

2.6 Bahan Bakar Premium

Menurut Kristanto (2001 : 57) mendefinisikan pada premium yang dijual pada dipasaran merupakan campuran sejumlah produk yang

dihasilkan dari berbagai proses. Setelah melalui proses untuk pencampuran (*blending*) tersebut maka diketahui sifat dari bahan bakar dapat diatur untuk memberikan karakteristik operasi seperti yang kita inginkan. Pada sifat yang harus dimiliki dari bahan bakar premium adalah *Octane Number* dari bahan bakar tersebut. Dapat diteliti dan dijelaskan oleh Nugraha (2007 : 4) premium (C_8H_{18}) merupakan cairan yang sangat mudah terbakar, bening dan tidak berwarna yang mencolok dengan bau yang unik, sangat mudah menguap dan telah mengandung campuran pada *hydrocarbon* yang menjadikan efisiensi.

Secara umum bahan bakar premium mempunyai massa (*specific gravity*) 0,27 – 0,77, dan nilai nilai cukup kalor yang rendah (10.400 – 11.000 kcal/kg), nilai oktan 85 – 100, titik pengapian mendekati $500^{\circ}C$ dan titik nyala api $-25^{\circ}C$ atau lebih. Bahan bakar yang beredar di Indonesia telah terbagi menjadi 3 jenis bahan bakar yaitu premium, pertamax, dan pertamax plus. Masing-masing bahan bakar jenis bensin tersebut mempunyai angka oktan berbeda-beda.

2.8 Blok cylinder diasil



Gambar 2.1 Blok Cylinder Diasil

John Lenny Jr, 2011, fasa *hypereutectic* silicon AL-Si paduan lebih jenuh dengan silicon , dan selama pembentukan paduan partikel larut dalam alumunium cair dan tidak dapat dipisahkan .namun diatas titik jenuh dikenal sebagai titik *eutectic* silicon akan tidak larut tapi agak mengendap dalam bentuk Kristal. Biasanya , ini titik jenuh dalam alumunium terjadi kira-kira 12% atau lebih dalam konsentrasi silicon. *Hypereutectic* AL-Si paduan berkisar dari 12% sampai 20% atau dalam lebih konsentrasi silicon.ppartikel dasar silicon dari hypereutectic AL-Si paduan yang mengkristal dari cetakan selama proses pengecoran. Hasil kristalisasi akan meningkat ketahanan pakai material di daerah blok liner cylinder.

W. Kasprzak, dkk, 2010, Sifat tribological blok cylinder di kendalikan oleh ukuran Kristal silicon utama, distribusi, dan paparan tinggi dari matriks aluminium. Kekerasan blok cylinder diperlukan panas utamanya ditentukan oleh volume paduan AL-Si dan fasa *eutectic* silicon. Selain kekerasan dari aluminium matriks, sebagian besar dikendalikan oleh Cu dan Mg melalui proses presipitasi hardening.

Menurut Gallardo Valteirra, 2008, komposisi paduan aluminium silicon yang memenuhi syarat manufaktur dan kinerja untuk liner cylinder blok menggunakan proses pengecoran berbiaya rendah seperti cetakan pasir silika. Paduan terdiri dalam berat Si 13% - 14%, Cu 2,3 - 2,7%, 0,1% - 0,4% Fe, 0,1% - 0,45% Mn, 0,1% - 0,30% Mg, 0,1% - 0,6% Zn 0,05% - 0,11% Ti, 0,4% - 0,8% Ni 0,01% - 0,09% Sr, dan sisa nya menjadi aluminium paduan apapun, paduan ini memiliki karakteristik mesin yang sangat baik, memberikan permukaan halus secara signifikan,dan meningkat kan nilai

produk blok cilider. Biaya manufaktur blok cylinder berkurang di sekitar 40% dibandingkan dengan menggunakan paduan komersial saat ini. Sebelum yang memerlukan material besi sebagai material besi sebagai bahan baku dinding liner. Unsur Si primer yang hadir secara substansial seragam tersebar dan unsur tembaga tidak terpisah selama proses pengerasan dan pendinginan.

Menurut Soleh Setiawan, 2006, pengaruh variasi penambahan tembaga (Cu) dan jenis cetakan pada proses pengecoran terhadap tingkat kekerasan paduan aluminium silicon (Al-Si). Dengan variasi penambahan tembaga (Cu) maka akan mempengaruhi tingkat kekerasan paduan aluminium silicon (Al-Si) pada setiap jenis cetakan yang berbeda. Tingkat kekerasan yang optimal untuk paduan aluminium silicon (Al-Si) yaitu pada penambahan tembaga 8% dengan jenis cetakan logam. Dari penelitian ini dapat dijadikan dasar pengembangan penelitian selanjutnya, yang relevan dengan masalah yang dibahas dalam penelitian ini.

2.9 Blok cylinder nikasil



Gambar 2.3 Blok Cylinder Nikasil

Lapisan Lubang Silinder Parameter penting untuk aplikasi mesin ringan & kecepatan tinggi adalah pemilihan material & modifikasi permukaan dengan lapisan keras pada lubang blok silinder. Rasio kekuatan terhadap berat juga

menjadi parameter penting untuk pertimbangan desain karena memiliki banyak keuntungan misalnya peningkatan efisiensi bahan bakar, daya dukung beban, dll. Untuk pengembangan blok silinder berbobot ringan untuk aplikasi yang dibawa udara, penggunaan liner besi tuang telah digantikan oleh teknologi lapisan keras pada permukaan dinding silinder. Di INDIA, teknologi pelapisan lapisan keras pada Aluminium ditemukan dalam aplikasi. Berikut jenis lapisan permukaan lapisan keras di atas Aluminium telah berhasil dicapai di luar negeri.

- a) Nikasil (lapisan komposit Ni + SiC)
- b) Lapisan krom keras
- c) Apticoat 750 (Ni + Ceramic composite) yang dikembangkan oleh M / s SAT Poeton Ltd., Inggris untuk mobil balap

d) Lapisan Nikasil

Lapisan nikasil pada dasarnya adalah lapisan dispersi elektrokimia pada lubang silinder di mana partikel Silicon Carbide (SiC) tersebar di matriks Nikel. Biasanya diinginkan untuk mengendapkan lapisan sebebaskan mungkin dari tegangan tarik. Dalam hal ini NIKASIL menunjukkan perilaku yang sangat menguntungkan dimana tegangan tidak melebihi 120 N / mm^2 . Matriks Nikel dicirikan oleh kekerasan hingga 550 VPN serta sejumlah keuletan. Partikel Silicon Carbide yang diperkuat, yang dapat diidentifikasi dalam matriks Nikel sebagai titik-titik gelap di bawah mikroskop yang memiliki kekerasan mendekati 2500 VPN. Ukuran partikel dibatasi hingga 4 mikron karena partikel yang lebih kasar tidak disukai dalam kondisi aus dengan bagian kawin

(cincin piston). Dispersi seragam partikel silikon karbida dalam matriks nikel terutama bergantung pada rasio campuran nikel & silikon karbida & juga kerapatan arus. Blok silinder berlapis NIKASIL memiliki performa mesin yang lebih baik di atas blok besi tuang atau blok Aluminium dengan liner besi tuang.

e) Pelapisan Chrome Keras

Pelapisan krom keras pada blok silinder paduan Aluminium dilakukan melalui deposisi elektroplating. Dalam proses ini blok silinder dibuat katoda & anoda, biasanya terbuat dari timbal (Pb), larutan asam. Dimensi anoda bergantung pada diameter lubang & panjang langkah blok silinder. Ketebalan lapisan dikontrol dengan mengetahui total luas permukaan lubang silinder & menyesuaikan kerapatan arus. Telah dilaporkan bahwa ketebalan lapisan 60-70 mikron pada permukaan lubang blok silinder Aluminium memberikan efisiensi bahan bakar & konduktivitas termal yang lebih baik dibandingkan dengan blok silinder Besi Cor atau tong Aluminium yang dilengkapi dengan liner Besi Cor.