

**PENGARUH PERUBAHAN DIAMETER PISTON DARI UKURAN STANDAR 57  
MENJADI OVERSIZE 62 DAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR**

**Nuradi**

<sup>1</sup> Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152  
Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**M. Kenta Agil**

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No.  
152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**ABSTRAK**

Torak atau piston adalah bagian terpenting pada sistem motor bakar kendaraan. Komponen ini bergerak secara bolak balik naik-turun untuk bisa mengubah energi panas menjadi tenaga mekanik dan menggerakkan kendaraan. Piston berperan dalam menahan ekspansi gas hasil pembakaran dan mengirimkan kekuatan ledakan ke poros engkol dalam bentuk gerakan putar. Piston juga dilengkapi dengan cincin segel di antara piston dan dinding silinder untuk fungsi tertentu. Pengertian tentang Piston adalah suatu bagian komponen penting pada mesin induk pada pengompresi yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya mengakibatkan kerja dari motor, dimana pada saat Piston bekerja dari TMA menuju TMB katup isap terbuka akhirnya udara masuk ke dalam silinder, kemudian piston dalam posisi bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup dan udara dalam silinder dimampatkan sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat. Sebelum piston mencapai TMA bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder bercampur dengan udara bertekanan dan bersuhu tinggi sehingga terjadi pembakaran/ledakan yang selanjutnya memutar poros engkol. Dari poros tersebut terjadi perubahan energi dari thermal menjadi energi mekanik.

Kata kunci : Torak Piston TMA TMB Silinder

**ABSTRACT**

*The piston or piston is the most important part of the vehicle's internal combustion engine system. This component moves back and forth to be able to convert heat energy into mechanical power and drive the vehicle. The piston plays a role in holding back the expansion of the combustion gases and sending explosive force to the crankshaft in the form of rotary motion. The piston is also equipped with a seal ring between the piston and the cylinder wall for certain functions. Understanding the piston is an important component part of the main engine in compression which produces a gas force which in turn results in the work of the motor, where when the piston works from TDC to TMB valve suction opens finally air enters the cylinder, then the piston moves from TMB to TDC, the suction valve and exhaust valve are closed and the air in the cylinder is compressed so that the air pressure and temperature increase. Before the piston reaches TDC the fuel is sprayed into the cylinder mixed with air pressure and high temperature resulting in combustion/explosion which in turn rotates the crankshaft. From the shaft there is a change of energy from thermal to mechanical energy.*

*Keywords: Cylinder Piston TMA TMB*

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Modifikasi bidang otomotif akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan beragam, hampir semua sistem dalam teknologi otomotif baik sepeda motor maupun mobil mengalami sentuhan modifikasi. Modifikasi bidang otomotif yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan unjuk kerja yang lebih baik dari sebuah sistem kerja otomotif. Dilakukan dengan sistem kerja yang standar, merubah spesifikasi komponen ataupun dengan cara memberi komponen tambahan. Modifikasi bidang otomotif merupakan peluang bisnis yang sangat menjanjikan sekaligus penuh tantangan, maka terjun kedalam bidang modifikasi otomotif dibutuhkan pengetahuan dasar tentang sistem kerja yang mendalam dan kreatifitas yang tinggi. Salah satu komponen mesin yang mengalami modifikasi yang trend saat ini adalah volume silinder (cc). Modifikasi volume silinder (cc) bertujuan untuk meningkatkan *performance* mesin sepeda motor. Mesin sepeda motor bebek standar di Indonesia produksi tahun 2017an yang rata rata berkapasitas 150 cc. Bagi pemilik sepeda motor produk dibawah tahun 2017an yang rata rata memiliki kapasitas mesin 150 cc merasa motornya kurang bertenaga terutama untuk kaum muda. Bisa diambil *alternative* memodifikasi kapasitas mesinnya dengan mengganti komponen milik motor bebek lainnya atau saling *subtitusi*. Untuk menaikkan volume silinder biasanya dilakukan ubahan pada diameter piston dan langkah piston. Dari uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian terhadap analisis pengaruh oversize piston terhadap kinerja motor membandingkan dengan laju konsumsi bahan bakar.

## TINJAUAN PUSTAKA

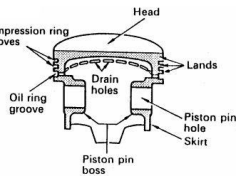
### Pengertian Piston

Piston adalah suatu bagian komponen penting pada mesin induk pada pengompresi yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya mengakibatkan kerja dari motor, dimana pada saat Piston bekerja dari TMA menuju TMB katup isap terbuka akhirnya udara masuk ke dalam silinder, kemudian piston dalam posisi bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup dan udara dalam *silinder* dimampatkan sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat. Sebelum piston mencapai

TMA bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder bercampur dengan udara bertekanan dan bersuhu tinggi sehingga terjadi pembakaran/ledakan yang selanjutnya memutar poros engkol. Dari poros tersebut terjadi perubahan energi dari *thermal* menjadi energi mekanik. Tidak pada motor diesel utama, piston digunakan untuk berbagai pesawat atau mesin, misalnya bengkel tambal ban yang mempunyai kompresor udara. Dalam hal ini Piston berfungsi memampatkan udara yang kemudian ditampung dalam suatu bejana *receiver*. Prinsip kerjanya sama yaitu memampatkan udara tapi letak perbedaannya pada penggunaan udara kompresi. Piston mendapatkan beban baik secara *thermis* maupun mekanis. Pada piston harus disalurkan gaya yang besar. Pada pembebanan besar tersebut lebih dari 10 Mpa (100 bar), piston harus kedap terhadap 8 tekanan gas dalam silinder, kedap tersebut terselenggara dengan adanya pegas piston dan cincin hantar.

Umumnya *material standart* yang digunakan untuk membuat *piston* adalah jenis *Aluminium Silicon Alloy* (seri 4032) yang mengacu pada AA (*Aluminium Association*) atau setara dengan A94032 (UNS). Jenis *aluminium* paduan seri 4032 ini memang di rekomendasikan untuk aplikasi komponen yang membutuhkan *koefisien* muai panas yang rendah seperti yang di butuhkan untuk komponen *piston* baik dengan proses tempah mau pun pengecoran. Bila dibandingkan dengan material piston tempa, maka komposisi antara piston hasil tempa berbeda pada jumlah kandungan Cu, Mg dan Ni. Pada piston tempa, kandungan Cu lebih besar yaitu 4,182 % sedangkan piston cor 1,139 % namun pada *piston* tempa tidak ada kandungan Mg dan sedikit Ni. Kandungan Cu yang besar berperan untuk meningkatkan kekuatan *piston*, namun untuk produk tempah tidak boleh melebihi 5,6 % karna dapat membentuk *CuAl* yang menjadikan rapuh. Pada *material piston* cor terdapat tambahan unsur Mg dan Ni 4 yang cukup signifikan sebesar masing-masing 1,179% dan 1,221% yang bertujuan untuk meningkatkan *piston* dan sebagai penghalus butir. Hasil uji kekerasan produk *piston* yang di buat dengan tempah memiliki nilai kekerasan rata-rata lebih tinggi sebesar 14,9% di banding produk piston cor yaitu sebesar 139,2HV

(produk tempah) dan 121,1HV (produk tempah). Di samping peranan komposisi *aluminium* paduan, peranan proses produksi khususnya dengan penempahan memberikan pengaruh dalam peningkatan kekerasan. Dalam proses tempa terjadi *strain hardening* (pengerasan regang), dimana bagian yang paling besar mengalami *deformasi* memiliki 1 lebih tinggi (Setyadi, 2018)



Gambar 2.1 Piston dan Bagian-bagiannya

(Sumber :

<https://www.lksotomotif.com/2018/09/fungsi-komponen-komponen-pada-piston.html>.)

Tidak hanya akibat koefisien panas hantar yang tinggi, tetapi juga akibat masa yang jauh berkurang, maka material ringan sangat cocok sekali untuk pembuatan piston asal beban termis tidak terlalu besar. Material ringan yang banyak digunakan dahulu adalah campuran aluminium-tembaga, sedangkan dewasa ini dipergunakan campuran *aluminium-silicon*, karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil.

### Susunan Piston

*Piston* terdiri atas tiga bagian, dimana bagian-bagian tersebut adalah:

#### a. Bagian Atas Piston (*Piston Crown*)

Bagian tersebut menampung gaya gas yang disalurkan pada pena piston. Material adalah baja tempa atau baja tuang. Bagian atas tersebut juga mengandung hanya bagian atas atau seluruh pegas *Piston*.



Gambar 2.2 Piston Crown Head

Sumber:

[https://favpng.com/png\\_view/car-car-ferrari-piston-ring-cylinder-png/stY046PW](https://favpng.com/png_view/car-car-ferrari-piston-ring-cylinder-png/stY046PW)

#### b. Bagian bawah Piston (*Piston Skirt*)

*Piston skirt* adalah bagian bawah piston, dengan pembilasan pintu sewaktu dalam kedudukan TMA piston harus tetap menutup pintu-pintu yang terdapat pada dinding *silinder* sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam ruang pembakaran yang akan mengakibatkan ketidak sempurnaan dalam pembakaran, dikarenakan adanya kebocoran tersebut. *Piston skirt* tersusun dari bahan material ringan, campuran aluminium dengan tembaga, sedang pada saat sekarang digunakan campuran aluminium dengan *silicon* karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil.



Gambar 2.3 Piston Skirt

(Sumber: [https://www.ms-](https://www.ms-motorservice.com/en/technipedia/post/seizure-due-to-insufficient-clearance-on-the-piston-skirt/)

[motorservice.com/en/technipedia/post/seizure-due-to-insufficient-clearance-on-the-piston-skirt/](https://www.ms-motorservice.com/en/technipedia/post/seizure-due-to-insufficient-clearance-on-the-piston-skirt/).)

#### c. Cincin Hantar (*Piston Ring*)

Pada piston juga terdapat cincin piston yang juga berfungsi untuk menunjang kerja piston di dalam silinder. Bagian atas piston tidak diijinkan mengenai dinding silinder karena bagian atas tersebut: sangat berpengaruh oleh perubahan termis. Selain itu pembentukan bram pada jarak piston antara pegas piston untuk tujuan tersebut, maka di atas bagian piston ditempatkan sebuah cincin hantar atau cincin mantel dengan diameter lebih besar yang menumpu pada dinding *silinder*. Adakalanya di bagian tersebut ditempatkan cincin jalan yang dibuat dari bahan campuran timah hitam-*bronz*. Cincin tersebut menonjol beberapa persepuluh mm diantara cincin hantar. Pada *piston trunk* bagian hantar tersebut *relatif* besar dibandingkan dengan pada *piston motor kepala silang*. Oleh sebab gaya samping juga lebih besar dan mencegah agar piston tidak mengadakan gerakan sebeb-bebasnya haruslah ada kelonggaran setepat-tepatnya dengan *silinder* dan dilumasi dengan sebaik-baiknya karena dengan adanya pelumasan maka gaya geasekan terhadap dinding silinder semakin kecil atau berkurang. Selain itu untuk memperkecil kebocoran udara

melalui celah antara piston dengan dinding *silinder*, maka piston harus dilengkapi dengan cincin *Piston* agar udara tidak terbebas atau bocor saat kompresi terjadi. Suatu kebocoran tertentu dari gas melalui ujungujung pegas paling atas diperlukan karena dengan demikian karena selisih tekanan gas diantara keseluruhan pegas. Adakalanya hanya pegas terbawah yang dilengkapi dengan kunci pegas rapat gas.

#### d. *Ring Piston.*

Fungsi *ring piston* adalah untuk mempertahankan kerapatan antara *piston* dengan dinding *silinder* agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. *Ring piston* mesin dua langkah sedikit berbeda dengan *ring piston* mesin empat langkah. *Ring piston* mesin dua langkah biasanya hanya dua *ring*, yang keduanya berfungsi sebagai *ring kompresi*. *Ring piston* memiliki *tekstur* yang *elastis*, sehingga saat dimasukkan ke *block silinder* dalam mengembang dan merapat untuk menutup celah. Secara umum komponen ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian atas, bagian tengah dan paling bawah. *Ring piston* paling atas merupakan *ring kompresi* satu. Masing-masing bagian *ring piston* memiliki fungsinya sendiri, Pada ring bagian atas berfungsi untuk menahan tekanan kompresi yang dihasilkan pada proses pembakaran. Pada bagian tengah berfungsi sebagai kompresi sekaligus menyapu pelumas atau oli *liner*. Sementara pada bagian bawah berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan membawa pelumas untuk *piston* dan *linernya*. Ring ketiga *ring oli* inilah yang menjaga oli diliner agar tidak ikut naik pada ruang bakar.

#### e. *Pen Piston.*

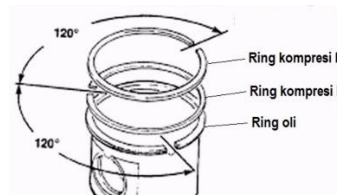
Pada pemasangan *piston* kita mengenal adanya *pen piston*. *Pen piston* berfungsi untuk mengikat *piston* terhadap batang piston. Selain itu, *pen piston* juga berfungsi sebagai pemindah tenaga dari *piston* ke batang *piston* agar gerak bolak-balik dari *piston* dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol. Walaupun ringan bentuknya tetapi *pena piston* dibuat dari bahan baja paduan yang bermutu tinggi agar tahan terhadap beban yang sangat besar.

Ketika akan mengganti piston, maka piston pin akan dilepas dengan cara membuka *snap ring* di sisi samping, kemudian pakai *tracker* atau di pukul. Karena itulah terkadang dalam proses

pelepasan *piston pin* yang kurang benar dapat membuat *piston pin* tergores dan rusak. Jadi pemeriksaan *piston pin* dapat dilihat secara *visual* apakah ada cacat, goresan, atau keausan pada *piston pin*. *Piston pin* yang aus akan membuat *piston* sangat mudah digerakkan, istilahnya kocak dan membuat suara berisik. Untuk itulah kebanyakan orang yang mengganti piston, biasanya diikuti dengan penggantian piston pin. Selain lebih aman, harganya juga tidak seberapa dibandingkan ongkos bongkar mesin. Repot kan kalau sudah terpasang semua, kemudian piston pinnya ternyata *trouble*.

#### f. *Stang Piston.*

Bagian lain dari piston yaitu batang *piston* sering juga disebut dengan setang *piston*, ia berfungsi menghubungkan *piston* dengan poros *engkol*. Jadi batang piston meneruskan gerakan *piston* ke poros *engkol*. Dimana gerak bolak balik *piston* dalam ruang *silinder* diteruskan oleh batang *piston* menjadi gerak putaran (*rotary*) pada poros engkol.



Gambar 2.4 Piston Ring

(Sumber : <https://www.teknik-otomotif.com/2016/09/piston-konstruksi-dan-fungsi.html>.)

### 2.1.1. Gaya Pada piston

Pada kinerja piston terdapat beberapa gaya yang berpengaruh terhadap kondisi piston tersebut gaya-gaya yang terdapat pada piston tersebut atas gaya gas pada puncak piston, pena piston dan ujung batang penggerak, dan gerak samping piston yang bergantung pada sudut penggerak maupun pada gaya-gaya tersebut. Piston haruslah tahan semua gaya tersebut dan dapat bergerak sebaik-baiknya di dalam silinder. Selain itu konstruksinya sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kebocoran gas dari ruang bakar, tetapi harus dapat memindahkan kalor dari piston ke dinding *silinder* dengan sebaik-baiknya supaya piston tidak terlalu panas. Temperatur



torak juga harus dijaga berada dalam batas yang diperbolehkan sehingga tetap dapat mempertahankan kekuatannya dan menghindari tegangan thermal dan temperatur tinggi.

### 2.1.2. Cara kerja Piston

Cara kerja Piston dapat dilihat pada waktu pembakaran motor diesel 4 langkah maupun 2 langkah :

a. Cara Kerja Piston Pada Motor 4 Langkah Sebagaimana telah diketahui bahwa proses tersebut di bagi dalam 2 putaran poros engkol dengan 4 langkah piston. Proses akan dibahas sejak piston berada di kedudukan teratas atau Titik Mati Atas (TMA). Kedudukan piston tersebut sama dengan 0 dan poros juga tidak ada kopel penggerak tersedia. Langkah berikutnya adalah :

#### 1. Langkah Masuk

Pada saat piston digerakkan oleh engkol akan terjadi penurunan tekanan akibat penambahan volume di atas piston melalui sebuah atau lebih katup masuk, digerakkan secara mekanis, udara dihisap dari atmosfer sekelilingnya.

#### 2. Langkah Kompresi

Pada saat piston sampai di titik mati bawah (TMB) arah gerakan akan membalik. Tidak lama kemudian katup masuk tertutup dan udara dalam silinder akan dikompresir pada langkah lebih lanjut dari piston. Tekanan dalam silinder akan meningkat 35 bar-40 bar, suhunya akan meningkat menjadi 550°C-600°C. pada saat piston mendekati kedudukan teratas (TMA) katup bahan bakar akan menyempitkan bahan dalam bentuk ke dalam dalam bentuk kedalam udara panas, campuran bahan bakar/udara oksigen akan menyala dengan segera.

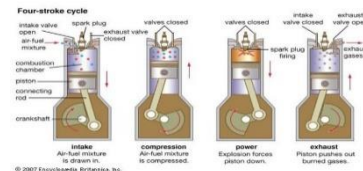
#### 3. Langkah Kerja/Usaha

Setelah piston mencapai TMA lagi dengan mulai langkah ke bawah, tekanan gas dalam silinder masih meningkat hingga 40 bar-50 bar, sedang suhu meningkat 1500°C-1600°C. Setelah pembakaran berakhir gas pembakaran akan berekspansi dengan silinder sebagai akibat volume yang

meningkat di atas piston. Tekanan dan suhu akan menurun dengan cepat menjelang akhir langkah kerja sebuah atau lebih katup buang terbuang tinggi keseluruhan gas buang. Pada langkah ekspansi pada saat katup buang tersebut akan berkisar 600°C-700°C dan tekanan 3-4 bar.

#### 4. Langkah Buang

Selama langkah ke atas berikut, gas pembakaran yang masih tertinggal dalam silinder didesak keluar silinder melalui katup buang yang terbuka. Tekanan gas lebih besar sedikit dari tekanan atmosfer. Sebelum langkah buang berakhir, katup masuk telah terbuka dan setelah mencapai TMA, proses akan dimulai lagi. Selama keempat langkah tersebut telah terjadi kerja positif dan kerja negative pada sisi atas dan sisi bawah Piston. Oleh karena tekanan (atmosfir) dibawah torak tidak berubah selama proses tersebut, maka result ante kerja di bawah Piston sama dengan 0 sehingga kerja tersebut tidak perlu diperhatikan selama langkah masuk oleh udara yang mengalir ke dalam silinder akan mengadakan sejumlah kerja kecil pada Piston (kerja positif).



Gambar 2.5 Siklus Kerja Mesin 4 Tak  
Sumber :

<https://otomotif.kompas.com/read/2021/04/26/151200815/cara-kerja-mesin-sepeda-motor-4-tak>

### 2.2. Temperatur Dan Pendinginan Piston

Gaya samping torak berubah-ubah arah, setiap kali sudut *ingklinasi* 23 batang penghubung berubah tanda, oleh karena itu bidang kontak antara *piston* dan dinding *silinder* berubah dari kanan ke kiri dan sebaliknya. Sementara *piston* menumbuk-numbuk dinding *silinder*, dimana gaya samping itu bekerja. Dalam beberapa keadaan tumbukan atau tamparan tersebut terjadi antara

TMA dan TMB. *Fenomena* tersebut dinamakan tamparan *piston* atau tumbukan *piston*. Tumbukan-tumbukan tersebut mengakibatkan terjadinya erosi karena *kavitasi*, pada dinding luar *silinder*, dimana terdapat air pendingin, tetapi bunyi juga mengganggu pada dinding *silinder* yang rusak atau apabila kelonggaran *Piston* dan *silindernya* terlalu besar.

### 2.2.1. *Temperature Pada Piston*

Panduan aluminium memiliki *konduktivitas thermal* yang baik tetapi *koefisien* pemuaian tersebut kira-kira 2x lebih besar dari pada silinder besi tuang atau baja. Bahkan pada logam panduan "Lo - Ex" (*Low Expantiori*) yang mengandung *silicon* untuk memperkecil pemuaian thermalnya, *koefisien* thermalnya masih 1,5x lebih besar. Selama mesin bekerja menghasilkan daya poros yang besar, pusat puncak *piston* dan tepi *piston* dapat bertemperatur berturut-turut 400°C, 200°C sampai 250°C, jadi temperatur kedua bagian dapat berbeda 150°C. Hal inilah yang menyebabkan mengapa *Piston* memuai lebih banyak dari pada *silinder*. Supaya kelonggaran antara *piston* dan dinding *silinder* cukup besarnya, maka *Piston* harus dibuat kecil. Menunjukkan ide tersebut di atas yaitu bahwa torak dibuat dari dua 24 bagian yang berbentuk kerucut. Kerucut bagian atas adalah bagian puncak *piston* dimana dibuat alur-alur cincin kompresi. Bagian bawah kadang dibuat berbentuk *silinder* saja, tetapi dalam beberapa hal *piston* dibuat dari beberapa bagian kerucut. Bagian-bagian piston lainnya juga mengalami perubahan bentuk jika *temperatur* naik. Pada mesin-mesin dengan supercharger, daya porosnya dapat diperbesar, tetapi temperatur *Piston* naik. Maka jika temperatur *Piston* jadi terlampaui tinggi, cincin *Piston* dapat macet di dalam alurnya. Untuk mencegah terjadinya keadaan yang merugikan tersebut *Piston* harus didinginkan dengan sebaik-baiknya.

### 2.2.2. Pendinginan Pada Piston

Pendingin *piston* dapat dilakukan dengan menyempatkan minyak pelumas dari ujung batang penggerak ke bagian bawah *piston*. Dengan cara itu maka pendinginan *piston* dapat memindahkan panas *piston* ke dinding *silinder* melalui cincin *Piston* tidak penting. Untuk motor 4 langkah dengan *piston* trunk hanya

bagian atas alur pegas yang didinginkan dengan minyak pelumas yang dialirkan melalui saluran sebelah dalam (yang dituang) sebagian besar panas yang diambil oleh *piston* secara langsung diserahkan kepada dinding *silinder* melalui pegas *piston* dan selanjutnya diserahkan kepada air pendingin *silinder*. Pemilihan minyak pelumas sebagai bahan pendingin untuk *piston* trunk dapat dipahami, minyak tersebut dialirkan melalui saluran dalam poros engkol dan dalam batang penggerak. Minyak pelumas atau pendingin dapat dengan mudah mengalir keluar dari piston dan dengan mudah 25 masuk ke dalam kotak engkol. Untuk mencegah agar tidak terlalu banyak pelumas terlempar pada dinding *silinder*, khusus pada motor besar minyak pelumas disalurkan melalui saluran dalam batang gerak ke bagian bawah dari kotak engkol.

### 2.3. Fungsi dan Jenis Ring Piston

Fungsi dari *ring piston* adalah untuk mencegah terjadinya kebocoran oli. *Piston* pada dasarnya memiliki dua bagian: *Piston Crown* dan *Piston Skirt*. *Piston Crown* berisi alur annular untuk *Piston Ring* dan *Piston Skirt* mengambil batang penghubung melalui pin, pin 'mengapung' pada permukaan bantalan di piston dan tetap secara aksial oleh *circlips*. Mahkota *piston skirt* dan dihubungkan dengan ekstensi baut. Fungsi piston i) Penerima tenaga pembakaran ii) Meneruskan tenaga pembakaran iii) Membawa cincin torak sebagai pengikat dan menyapu dinding silinder iii) Menerima tekanan hasil pembakaran campuran gas dan meneruskantekanan untuk memutar poros engkol (*crank shaft*) melalui batang *piston* atau *connecting road*.

### 2.4. Dasar-Dasar Perhitungan Volume Silinder

#### 2.4.1. Kapasitas mesin

Volume yang terbentuk akibat pergerakan piston dari titik mati bawah menuju titik mati atas (dan sebaliknya). Volume langkah ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus volume tabung dengan satuan cc.

$$V_s = \frac{\pi \times d^2 \times l \times n}{4000}$$

$V_s$  : volume langkah (cc)  
 $d$  : diameter silinder (mm)  
 $l$  : panjang langkah (mm)  
 $n$  : jumlah silinder

Rumus diatas juga dikenal sebagai volume perpindahan piston karena piston bergerak dari posisi TMB (titik mati bawah) ke TMA (titik mati atas). Persamaan ini memperlihatkan mengapa volume perpindahan piston bertambah besar bila silinder diperbesar disbanding memperbesar langkah. Hal ini karena diameter  $\propto$  dikuadratkan, sementara langkah tidak. Artinya, dengan memperbesar diameter, maka perbandingan kompresi akan menjadi lebih tinggi.

### 2.5. Perbandingan Kompresi

Perbandingan kompresi adalah perbandingan volume silinder dan ruang antara awal langkah kompresi (katup masuk mulai tertutup) dan setelah akhir langkah kompresi saat piston berada pada titik mati atas (TMA) :

$$R_c = \frac{V_c + V_{ef}}{V_c}$$

$R_c$  : perbandingan kompresi  
 $V_{ef}$  : volume efektif (cc)  
 $V_c$  : volume sisa / volume ruang bakar (cc)

### 2.6. Metode Perhitungan Performa/Prestasi Mesin

Pada umumnya kinerja suatu mesin bisa diketahui dari membaca dan menganalisa parameter yang ditulis dalam sebuah laporan atau *media* lain. Biasanya kita akan mengetahui daya, *torsi* dan konsumsi bahan bakar spesifik dari mesin tersebut. Parameter itulah yang menjadi pedoman praktis prestasi sebuah mesin. Secara umum daya berbanding lurus dengan luas *piston*, sedangkan *torsi* berbanding lurus dengan *volume* langkah. Parameter tersebut *relative* penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan operasi dan tingkat pembebanan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang dihasilkan oleh suatu mesin.

- Konsumsi bahan bakar spesifik dan laju konsumsi bahan bakar
- Konsumsi bahan bakar spesifik / *Specific Fuel Consumption* (Sfc) adalah banyaknya

bahan bakar yang dipakai setiap detik untuk menghasilkan satu satuan daya dan waktu Laju konsumsi bahan bakar dapat diperoleh dengan persamaan (Ariens & Berenschot, 1988;13)

$$mf = \frac{1}{t} \times pbb \text{ (g/s)}$$

Dimana :

$t$  : waktu konsumsi bahan bakar setiap 1 ml (s)  
 $\rho$  : massa jenis bahan bakar (gr/cm<sup>3</sup>)  
 $\rho_{prem}$  : 0,73 gr/cm<sup>3</sup> untuk premium (pertamina)

### - Efisiensi

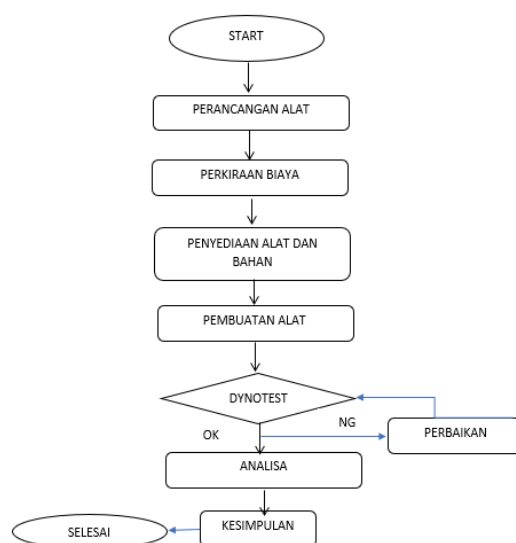
Efisiensi adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus terhadap jumlah energy yang disuplai per siklus yang dapat dilepaskan selama pembakaran. (Heywood, 1988;52)

$$\eta_f = \frac{1}{sfc \times Q_{HV}}$$

dimana :  
 $Q_{HV}$  : nilai kalor rendah bahan bakar (KJ/Kg) : 45000 KJ/Kg untuk premium  
 $Sfc$  : konsumsi bahan bakar spesifik (mg/J)

## METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alur Membesarkan diameter *piston* dari ukuran *standart* 57 ke ukuran 60



Gambar 3.1. Diagram Alur Perancangan

### 3.1 Bahan dan Alat

Komponen komponen dari alat uji yang dibutuhkan adalah :

- Sepeda motor Honda Vario Tahun 2017

Tipe : 4 Langkah

Kapasitas *silinder* : 150 cc

Jumlah *silinder* : 1

Daya *Maksimum* : 13,1 PS / 700 rpm

*Torsi maksimum* : 1.37 Kgf.m/5000 rpm 2.

- Piston sepeda motor BRT (Bintang Racing Team)

Jumlah : 1 buah

Ukuran : *standart* (57) dan *oversize* 2 (62.0)

- *Dynotest*

*Dynotest* digunakan untuk mengukur kinerja maksimal dari torsi dan *power* motor. Fungsi *dynotest* sebagai alat ukur untuk mengetahui kinerja maksimal dari torsi dan *max power* yang dihasilkan mesin motor *Isolator*.



Gambar 3.1. Mesin *Dyno Test*.

Pada gambar 3.1 menunjukkan mesin *dyno test* yang akan dilakukan untuk mengetahui *performa* mesin motor secara akurat. Yang bisa diukur dengan alat ini adalah pencapaian *torsi* per rpm (*Rotation Per Minute*), tenaga mesin per rpm, *torsi* dan tenaga mesin puncak serta kecepatan tertinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Literatur Spesifikasi Sepeda Motor Honda Vario Tahun 2017

Spesifikasi sepeda motor Honda Vario tahun 2017 untuk pemasaran *produsen* memberikan informasi data tentang mesin (*spesifikasi mesin*) sepeda motor. Informasi data mengenai spesifikasi mesin sepeda motor yang biasa diberikan *produsen* dalam memasarkan produk mereka.

Mesin Honda Vario 150 menghasilkan tenaga maksimum 13 hp pada 8500 rpm dan *torsi*

puncak 13,4 Nm pada 5000 rpm. Untuk *transmisi*, mesin dipadukan dengan *gearbox otomatis V-Matic* yang mengirimkan tenaga ke roda belakang. *Respon throttle skuter* baik dari awal untuk pergi, dan ada cukup daya di seluruh kisaran *rev*. Ini mengambil kecepatan dengan cara yang terkontrol dan *linier*.

Mesin disempurnakan dan bebas getaran seperti yang dilakukan Honda. Ini juga dilengkapi dengan sistem pemberhentian *Idling* merek untuk mencegah *wastage* bahan bakar selama menganggur dalam jangka waktu yang lama. Bersama *PGM-Fi*, *efisiensi* bahan bakar Honda Vario yang sangat baik adalah 52 kmpl. Ini dapat bell kecepatan tertinggi 110 kmph.

Di bagian pengereman, Honda Vario 150 2021 hanya menggunakan rem depan cakram dan rem belakang tromol. Untuk mendukung *sistem* pengereman, *skutik* ini hanya dibekali *Combi Brake System* (CBS), tanpa adanya fitur atau teknologi *Anti-lock Braking System* (ABS).

Honda Vario 150 2021 mengusung konstruksi mesin yang sama, yakni mesin 1 *silinder*, 4 langkah, *SOHC*, berpendingin cairan, eSP, dan dengan *ACG starter*. *Diameter piston* 57,3 mm dan *stroke* 57,9 mm, dengan *rasio* kompresi mesin yang dihasilkan 10,6:1.

Sistem suplai bahan bakarnya juga sudah *injeksi*.

Mengutip dari laman Honda Cengkareng Motor, Vario 150 dilengkapi dengan mesin 4 langkah, *SOHC* dengan pendingin cairan berkubikasi 149,3 cc. *Sistem* suplai bahan bakar motor ini menggunakan *PGM-FI* (*Programmed Fuel Injection*).

Tabel 4.1. Spesifikasi mesin sepeda motor Honda vario Tahun 2017.

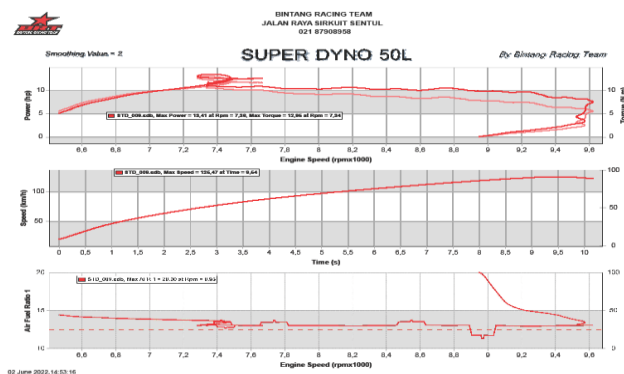
Spesifikasi Mesin	Contoh Data
Tipe Mesin	4 Langkah, SOHC dengan pendingin ciran
Sistem Bahan Bakar	Injeksi (PGM-FI)
Busi	ND U27EPR-9, NGK CPR9EA-9
Stater	Pedal & <i>Electrick</i>



Kopling	Otomatis, Setrifugal, Tipe kering
Torsi Maksimum	12,8 N.m / 500 rpm
Daya Maksimum	9,3 KW / 8500 rpm
Perbandingan kompresi	10,6 : 1
Volume Langkah	149,3 cc
Diameter x Langkah	57,3 x 57,9

Tabel 4.2. Ukuran piston sepeda motor Honda Vario Tahun 2017

No	Ukuran piston	Diameter piston (mm)	Diameter silinder (mm)
1	Standart	57.3	57.4
2	Oversize (500)	62.0	62.1



Gambar 4.1. hasil *Dyno Test* dengan ukuran piston *standart* 57.

Penjelasan dari hasil grafik diatas dengan diameter piston 57. di dapati hasil sebagai berikut :

$$\text{Max Torque} = 12,95 \text{ di putaran Rpm} = 7,34$$

$$\text{Max Power} = 13,41 \text{ di putaran Rpm} = 7,36$$

$$\text{Max Speed} = 125,47 \text{ dengan waktu} = 9,54$$

$$\text{Max AFR} 1 = 20,00 \text{ diputaran Rpm} = 8,95$$

#### PEMBACAAN GRAFIK

*Grafik dyno test* terdiri dari beberapa jenis seperti:

- *Grafik* pengujian tunggal

Gambar *grafik* pengujian tunggal terdiri dari satu *grafik*, hasil dari beberapa kali *running* yang diambil rata-rata. Dari hasil tersebut dapat dilihat kenaikan Y terhadap X, dan *peak point*. *Peak point* adalah nilai Y tertinggi yang berada di X tertentu misalnya *power maksimum* sebesar 120 PS pada 11000 RPM (X=RPM, Y=power(PS)). Dalam *grafik* ini juga dapat dilihat X *maksimum* menghasilkan Y tertentu (RPM tertinggi yang dicapai menghasilkan *power* tertentu setelah melewati *peak point*). Bentuk *grafik* merupakan karakter asli dari mesin yang diuji.

Dari *grafik* pengujian tunggal ini dapat dilihat banyak hal seperti:

- *Peak power/Power maksimum.*
- *Peak torsi/Torsi maksimum.*
- *Rpm maksimum.*
- *Top speed/Kecepatan maksimum.*
- *Akselerasi maksimum.*
- *Jarak tempuh.*
- *Waktu tempuh.*
- *Limiter point.*

*Best Performance Range* (*area* kerja mesin lam menghasilkan *performa* terbaik, satuan lam Rpm, misalkan BPR terbaik suatu mesin adalah 7500-12500 Rpm, biasanya titik tinggi BPR adalah *Peak point*, setelah melewati *peak point* *performa* mesin cenderung menurun, etc.

#### *Grafik* *Komparasi*

*Grafik komparasi* merupakan gabungan beberapa *grafik* hasil *dyno test* dari dua hal yang berbeda, entah *set up* atau tipe kendaraan yang berbeda. Tujuan dari *komparasi* ini adalah untuk membandingkan atau melihat perbedaan antara dua *grafik* atau lebih. Setelah melihat perbedaan *grafik* ini *tunner* dapat mengambil kesimpulan untuk melakukan hal yang dianggap perlu. Contoh:

- Dua buah *chamshaft* A dan B dikomparasikan oleh *dynamometer* pada

kendaraan yang sama dengan hasil komparasi:

*chamshaft* A memiliki Rpm *peak point* lebih rendah dari B, kesimpulan *Chamshaft* A memiliki akselerasi yang baik dibanding B dan digunakan di lintasan pendek atau *corner* tajam, *chamshaft* B lebih cocok untuk *high speed* dan *rolling corner*.

- Dua buah tipe kendaraan A dan B dikomparasikan akan terlihat kelebihan, kekurangan dan karakter masing-masing. Berdampak terhadap cara mengendarai kendaraan tersebut.

#### SATUAN

Hasil pengukuran menggunakan *dynamometer* menghasilkan beberapa satuan yaitu:

Tenaga / Power :

- HP (*Horse Power*), DK (Daya Kuda (Indonesia)) 1 HP adalah daya sebesar 735.5 watt diukur secara *metrik*

- PS (*Pferderstaerke*) *jerman*

1 PS adalah daya sebesar 745.7 watt diukur secara mekanik

- kW (*kiloWatt*)

1 kW = 1.341 HP

1 kW = 1.360 PS

1 PS = 0.9863 HP

1 HP = 1.0138 PS

- Ada sedikit perbedaan nilai antara PS dan HP, beberapa *engineer* menganggap nilai kecil tersebut sebagai *toleransi* sehingga dapat diartikan bahwa PS dan HP dianggap sama, walaupun sebenarnya berbeda.

*Torsi/Momen*:

- Nm (*Newton meter*) = 0.1020 kgf.m

- 1 kgf.m = 9.8 Nm

Putaran:

- Rpm (*Revolusi per menit*)

Kecepatan/*Velocity*:

- Km/h (*Kilometer per jam*)

- Mph (*Mile per detik*) *US*

Waktu:

- s (Detik), (d) Indonesia

Jarak:

- m (meter)

*Akselerasi*:

- m/s<sup>2</sup>



Gambar 4.2. Proses pengosongan tangki Bahan Bakar Pertamax.

Pada gambar 4.2. menunjukkan proses pengosongan tangki bensin motor honda vario tahun 2017, bahan bakar yang digunakan untuk penelitian yaitu bahan bakar pertamax dengan oktan 92. Peralatan yang digunakan sangat sederhana sekali yaitu :

1. Selang berukuran 40 cm.
2. Botol Aqua ukuran 1 liter.
3. Bensin secukupnya.



Gambar 4.3. Proses pengukuran Bahan Bakar Pertamax menggunakan Gelas Ukur.

Pada gambar 4.3. Menunjukkan proses pengukuran bahan bakar pertamax menggunakan

gelas ukur dengan takaran bahan bakar 100 ml.



Gambar 4.4. Jumlah Kilometer sebelum melakukan pengisian Bahan Bakar Pertamax 48703.0 (km).

Pada gambar 4.4. Menunjukkan jumlah Km sebelum melakukan analisa pengukuran bahan bakar pada sepeda motor honda vario tahun 2017. Proses ini dilakukan sebelum melakukan *oversize piston*.

Ketirusan dan *keovalan* memiliki arti yang berbeda. Ketirusan, adalah bentuk keausan *silinder* jika dilihat dari bagian samping

*silinder*. Bentuk keausan ini akan berbentuk tirus karena ada perbedaan diameter *silinder* bagian bawah dan atas. Perbedaan ini akan menunjukkan besar ketirusan.

*Keovalan*, adalah bentuk keausan *silinder* mesin jika dilihat dari bagian atas. *Silinder* yang normal, pasti akan berbentuk lingkaran sempurna jika dilihat dari atas. Namun ketika terjadi keausan di salah satu sisi *silinder*, bentuknya pun menjadi lebih *oval*.

Untuk *Diameter Silinder standart* piston 57,3 maka *Diameter Silinder* 57,1 mm dan panjang langkah 57,9 mm, maka :

$$V_s = [(3,14) \times (57,3 \text{ mm})^2 \times (57,9 \text{ mm}) \times (1)] / 4000$$

$$V_s = 596.921,882 \text{ mm}^3 / 4000$$

$$V_s = 149,23 \text{ mm}^3$$

$$V_s = 149,23 \text{ cc}$$

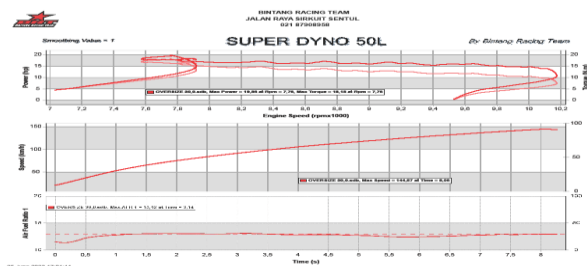
Untuk diameter *Silinder Oversize* piston 62,0 maka *Diameter Silinder* 62,0 mm dan panjang langkah 57,9 mm, maka :

$$V_s = [(3,14) \times (62 \text{ mm})^2 \times (57,9 \text{ mm}) \times (1)] / 4000$$

$$V_s = 696.862,264 \text{ mm}^3 / 4000$$

$$V_s = 174,71 \text{ mm}^3$$

$$V_s = 174,71 \text{ cc}$$



Gambar 4.14. hasil *Dyno Test Oversize 62*

Penjelasan dari hasil grafik diatas dengan diameter *Oversize Piston* 62.0 didapati hasil sebagai berikut :

$$Max Torque = 18,18 \text{ di putaran } Rpm = 7,76$$

$$Max Power = 19,86 \text{ di putaran } Rpm = 77,6$$

$$Max Speed = 144,87 \text{ dengan waktu} = 8,06$$

$$Max AFR 1 = 13,12 \text{ dengan waktu} = 3,14$$

## PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil Penelitian diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggantian Piston dari ukuran *standart* 57 menjadi *oversize* 62 membuat CC menjadi besar dari 150cc menjadi 175cc.
2. Setelah melakukan *Oversize Max Torque* bertambah dari 12,95 menjadi 18,18.
3. Setelah melakukan *Oersize Max Power* bertambah dari 13,41 menjadi 19,86.
4. Setelah melakukan *Oversize* pemakaian bahan Bakar menjadi lebih boros dari sebelum melalukan *Oversize* . Sebelum melakukan *Oversize* dengan jumlah Bahan Bakar 100ml dapat menepuh jarak 5,3km, Setelah melakukan *Oversize* dengan jumlah Bahan Bakar 100ml dapat menempuh jarak 4,2km.

Dalam rancangan komponen – komponen motor empat langkah, penulis menyarankan agar :

1. Pemasangan *Ring Piston* harus dilakukan dengan benar, agar tidak terjadi kebocoran gas dan oli yang dapat mengurangi tekanan kompresi yang telah dihasilkan pada ruang bakar.
2. Ukuran jarak antara ujung *ring piston* sebelum dan sesudah terpasang tidak boleh sama. Jarak ujung *ring piston* harus lebih rapat ketika dalam keadaan terpasang.
3. Bahan - bahan yang digunakan untuk setiap komponen motor harus dipilih sesuai dengan *spesifikasinya*, agar komponen – komponen tersebut mampu menahan beban ataupun tekanan yang diberikan kepada komponen saat proses kerja mesin motor terjadi.

### 5.2 Saran

1. Menggunakan bahan bakar dengan *Oktan* tinggi.
2. Untuk sektor pengapian dianjurkan

menggunakan busi *racing* agar pengapian tetap *stabil*.

3. Untuk meminimalisir gesekan pada mesin dianjurkan mengganti Oli yang memiliki tingkat kekentalan lebih tinggi.
4. Menggunakan *Packing* ori agar tidak terjadi kebocoran pada Mesin tersebut.
5. Mengganti Knalpot *Racing* agar pembuangan lebih *Maximal*.
6. Motor yang digunakan sebagai kendaraan uji sebaiknya menggunakan motor dengan *varian* baru agar hasilnya lebih *revlan*.
7. Lakukan perawatan *preventife* pada *engine* yang baru dilakukan *oversize blok silinder*, seperti, melakukan pemanasan yang cukup sebelum kendaraan dioperasikan.
8. Lakukan pergantian oli yang teratur sesuai jadwal, serta gunakan filter udara yang baik untuk menghindari debu atau kotoran yang dapat masuk ke dalam blok silinder guna mengurangi laju keausan pada dinding silinder dan ring serta piston.
9. Lakukan inreyen pada motor dengan benar, dengan melakukan masa inreyen yang benar pada motor akan membuat usia pakai komponen motor menjadi lebih panjang. Cara melakukan inreyen pada motor yaitu :
  - a) Usahakan tidak melakukan motor secara extreme pada 500Km pertama, seperti memutar *throttlet gas* dengan penuh pada saat menyalakan mesin motor atau sering melakukan pengereman mendadak.
  - b) Putaran mesin dengan stabil sesuai anjuran buku pedoman pemakai motor. Gesekan berlebihan yang dihasilkan putaran mesin yang tinggi akan memperpendek usia pemakaian komponen motor.
  - c) Jangan mengangkut beban yang berlebihan.
  - d) Ketika motor sudah menempuh jarak 1.000 Km, segera mengganti oli motor. Hal ini bertujuan untuk

menghilangkan sisa-sisa gram saat proses perakitan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kristanto Philip. 2015. “Motor Bakar *Torah Teori* dan Aplikasinya”.
2. Mulyono, S., Gunawan & Maryanti B. (2013). Pengaruh Penggunaan Dan Perhitungan *Efisiensi* Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Untuk Kerja Motor Bakar
3. Karan Supriadi, Wagino, T. S. (2018). Pengaruh *Variasi Oversize* Piston Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Yamaha Mio *Sporty*. *Automotive Engineering Education Journal*, 1(2)
4. Julius Jama. Dkk, 2008, Teknik Sepeda Motor Jilid 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional
5. Prasetyo, G. B. 2014. Modifikasi Volume Silinder Motor Tossa 100cc Menjadi 110cc Untuk Meningkatkan Performa Mesin. Malang. Jurnal Sistem.
6. Dynojet. 2019. Dynojet Model 200i. Diakses pada 19 Juli 2019, dari <https://dynojet.co.uk/dynamometers/powersports-dynamometers/model200i>.
7. Gilang, B., Santoso, B., dan Hadi, S. 2016. Pengujian Mesin Sepeda Motor 100 CC Menggunakan Dinamometer Generator AC 10 KW. Mekanika.
8. Hariyadi, S., dan Maftukhin. 2016. Analisa Pengaruh Oversize Piston terhadap Kinerja Motor dan Konsumsi Bahan Bakar. Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik.
9. Prasetyo, G. B. 2014. Modifikasi Volume Silinder Motor Tossa 100cc Menjadi 110cc Untuk Meningkatkan Performa Mesin. Malang. Jurnal Sistem.
10. Sukidjo, F. X. 2011. Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium dan Pertamina. In Forum Teknik.