

PENGARUH MODIFIKASI LANGKAH PISTON DALAM KINERJA MESIN BENSIN 4 LANGKAH

Joko Prihartono¹⁾; Tan Rico Satria²⁾; Tahta Duta Dewangga³⁾

^{1) 2) 3)}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik-Universitas Tama Jagakarsa

Email: prihartonojoko2463@gmail.com, ricosatria0772@gmail.com

ABSTRAK

Untuk meningkatkan performa mesin, peneliti melakukan modifikasi terhadap kendaraan roda dua produksi 2015. Tujuan dari modifikasi ini adalah untuk meningkatkan performa mesin dengan menaikkan posisi *Big End* batang torak pada poros engkol sehingga lebih tinggi 1mm yang sebelumnya berukuran standar 55,1mm menjadi 56,1mm. Sehingga kapasitas volume ruang bakar motor yang sebelumnya 118cc menjadi 121cc. Untuk mengetahui daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dilakukan pengujian dengan menggunakan mesin dynotest. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh dua variasi poros engkol. Untuk daya maksimal dihasilkan pada poros engkol modifikasi sebesar 0,76 hp dan torsi maksimal sebesar 9,67 Nm. Sedangkan daya terendah dihasilkan pada poros engkol standar sebesar 9,97 hp dan torsi terendah 8,95 Nm. Untuk konsumsi bahan bakar didapat hasil rata-rata konsumsi bahan bakar lebih rendah didapatkan pada poros engkol standar.

Kata kunci: *Stroke up*, Daya, Torsi, Konsumsi bahan bakar

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daya yang dihasilkan oleh suatu mesin tergantung dari hasil pembakaran dari campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar, hal ini berarti bahwa semakin baik kualitas bahan bakar maka unjuk kerja yang dihasilkan semakin baik pula.

Volume total silinder adalah penjumlahan dari volume ruang bakar dan volume langkah. Volume ruang bakar adalah volume di atas torak pada saat torak berada di titik mati atas (TMA). Volume langkah adalah volume di atas torak sewaktu torak berada pada titik mati bawah (TMB) sampai garis titik mati atas (TMA). Volume langkah merupakan hasil perkalian dari luas permukaan torak dan panjang langkah torak. Semakin besar diameter torak dan

panjang langkah dari suatu mesin sepeda motor maka semakin besar volume langkahnya. Hal ini akan mempengaruhi nilai perbandingan kompresi menjadi lebih tinggi.

Untuk perlombaan, seringkali seorang mekanik melakukan perubahan pada mesin sepeda motor agar didapat unjuk kerja mesin yang prima. Salah satu caranya adalah memperpanjang langkah torak dengan menggunakan penstroke yang lebih panjang (*stroke up*). *Stroke up* dilakukan dengan mengubah posisi poros piston di poros engkol (*big end*) menjadi lebih jauh atau menggeser *big end* standar menjadi lebih dekat ke tepi daun poros engkol.

Hal ini dilakukan agar jarak naik turun piston dari titik mati atas ke titik mati bawah menjadi lebih jauh, kemudian berpengaruh pada panjang langkah menjadi lebih panjang. Dengan

langkah yang panjang akan menghasilkan momen yang lebih besar. Peneliti tertarik untuk mengetahui hasil unjuk kerja mesin sepeda motor yaitu daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dari sepeda motor yang dimodifikasi kedudukan pin poros engkolnya (pen stroke) yang menggunakan bahan bakar pertamax. Berdasarkan uraian di atas peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh memodifikasi langkah piston (*stroke*) dalam kinerja mesin bensin 4 langkah”.

Rumusan Masalah

Pengujian terhadap pengaruh penggunaan poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi terhadap performa mesin dan konsumsi bahan bakar.

Batasan Masalah

Poros engkol di pergunakan dalam penelitian ini adalah poros engkol standar dan modifikasi dengan menggunakan pen stroke 1mm

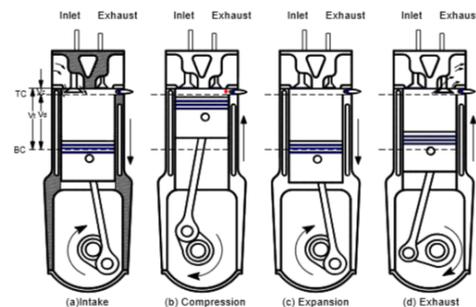
2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor Bakar

Motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar, jadi daya yang berguna akan langsung dimanfaatkan sebagai penggerak adalah daya pada poros. Motor (atau kadang-kadang sering disebut juga mesin) adalah bagian utama dari suatu alat atau kendaraan yang menggunakan mesin penggerak. Sepeda motor adalah alat transportasi yang digerakkan oleh mesin (motor). Jenis ini banyak digunakan karena harganya yang relatif murah.

Motor 4 langkah

Motor empat langkah bias disebut juga mesin 4 tak. Untuk melakukan kerja di butuhkan empat kali langkah, dalam hal ini dibutuhkan proses empat kali naik turunnya gerak piston, dua kali rotasi 720 derajat kruk as atau *Crankshaft* dan satu putaran 360 derajat noken as atau *Camshaft*. Motor bakar 4 langkah adalah motor yang mengerjakan satu siklus dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. Jadi dalam empat langkah tersebut telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan.



Gambar 2.1. Siklus Kerja Motor Bensin Empat Langkah

Komponen Kepala Silinder Mesin 4 Langkah.

a. Kepala Silinder Head

tempat mekanisme katup, ruang bakar, busi dan sebagai tutup blok.



Gambar 2.2. Kepala Cylinder Head

b. Torak Piston

Untuk memindahkan tenaga yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar ke poros engkol *Crank Shaft* melalui batang torak *connecting road*.



Gambar 2.3. Torak Piston



Gambar 2.6. Camshaft

c. Cincin Piston

Mencegah kebocoran gas bahan bakar saat langkah kompresi dan usaha. Mencegah masuknya oli pelumas ke ruang bakar. Memindahkan panas dari piston ke dinding silinder



Gambar 2.4. Ring Piston

d. Poros Engkol Crank Shaft

Mengubah gerak naik turun torak menjadi gerak berputar yang akhirnya menggerakkan roda-roda.



Gambar 2.5. Crank Shaft

e. Camshaft

Membuka dan menutup katup sesuai dengan waktu yang telah disesuaikan oleh *timing gear*.

Kemampuan Mesin

a. Diameter Silinder dan Langkah Torak

Diameter silinder (d), adalah ukuran melebar dari silinder. Panjang langkah (L), adalah jarak terjauh piston bergerak di dalam silinder, atau jarak gerakan piston dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA). Diameter silinder adalah diameter dimana torak atau piston akan berada untuk bergerak bolak-balik sedangkan langkah torak adalah jarak antara titik mati atas dengan titik mati bawah. Ukuran antara diameter silinder dan langkah torak digunakan untuk membedakan jenis perbandingan yang dipakai (atau dipakai sebagai ciri motor itu sendiri, Oleh motor tersebut yang dalam pelaksanaannya dibagi menjadi tiga kategori yaitu : (1) *long stroke*, (2) *square*, dan (3) *over square*.

b. Volume Silinder

Besarnya volume silinder adalah sama dengan volume udara yang berada di dalam ruangan antara titik mati atas dengan titik mati bawah yang kadang-kadang disebut dengan "*piston displacement*". Untuk menghitung volume silinder dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot i \dots(1)$$

Dimana :

- V_s : Volume silinder
- L : Panjang langkah torak
- D : Diameter silinder
- i : Jumlah silinder

c. Perbandingan Kompresi

Rasio kompresi didefinisikan sebagai perbandingan antara volume silinder dibagi dengan volume ruang bakar. Perbandingan kompresi menggambarkan berapa banyak campuran bahan bakar dan udara yang dapat dikompresikan dalam silinder motor. Perbandingan kompresi dihitung dengan jalan membagi jumlah atau volume udara yang berada di dalam silinder di atas piston pada saat piston berada pada TMB dengan jumlah atau volume udara yang ada di dalam ruang bakar di atas piston pada saat piston berada di TMA. Dengan lebih sederhana dapat dijelaskan bahwa perbandingan kompresi adalah perbandingan volume antara volume silinder ditambah volume ruang bakar dengan volume ruang bakar yang dapat dituliskan Dengan singkat sebagai berikut :

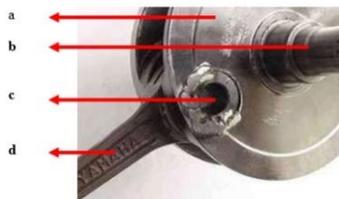
$$PK = Vs + Vc / Vc \dots(2)$$

Dimana :

- PK : Perbandingan kompresi
- Vs : Volume silinder
- Vc : Volume kompresi (ruang bakar)

d. Stroke Up

Stroke up artinya menaikkan panjang langkah piston. Stroke up dilakukan dengan mengubah posisi poros piston di poros engkol (*big end*) menjadi lebih jauh atau menggeser *big end* standar menjadi lebih dekat ke tepi daun poros engkol.

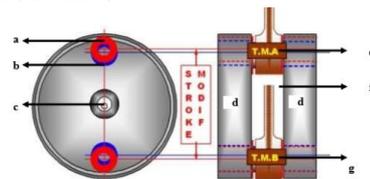


Gambar 2.7. Poros engkol yang sudah dimodifikasi.

Keterangan gambar :

- a. Bobot balance (*counterbalance weight*)
- b. Jurnal (*crank journal*)
- c. Pena engkol (*crank pin*)
- d. Batang torak

Gambar di atas menunjukkan perubahan posisi dari pen engkol (*crank pin*) menjadi lebih tinggi dari posisi semula atau lebih dekat ke tepi bobot balance. Perubahan posisi pena engkol ini yang sering disebut dengan istilah *stroke up*. *Stroke up* dilakukan agar jarak naik turun piston dari titik mati atas ke titik mati bawah menjadi lebih jauh, sehingga panjang langkah piston menjadi lebih panjang. Berikut ini ditunjukkan skema perubahan panjang langkah setelah poros engkol dimodifikasi :



Gambar 2.8. Perubahan panjang langkah setelah poros engkol di modifikasi

Keterangan gambar :

- a. Posisi pena engkol setelah di *stroke up*
- b. Posisi pena engkol sebelum di *stroke up*
- c. Titik tengah poros engkol
- d. Dinding silinder
- e. Posisi torak pada titik mati atas
- f. Ruang silinder

e. Bore Up

Bore up adalah upaya memperbesar kapasitas mesin dengan cara memperbesar diameter piston. Bore up dilakukan dengan cara memperbesar diameter piston yang diikuti dengan perubahan diameter dalam liner pada blok silinder.

Pabrikan motor sebenarnya menyediakan piston pengganti original dengan ukuran lebih besar yang sering disebut dengan piston *Oversize* (OS). Piston *Oversize* disediakan oleh pabrikan dengan ukuran yang lebih besar sedikit dari standarnya, yaitu hanya naik 0,5 mm (OS 50) sampai ukuran 3 mm (OS 300) dari ukuran piston standarnya. Jika *oversize* belum cukup maka kita dapat mengganti piston dengan diameter yang lebih besar dengan menggunakan piston dari sepeda motor lain dengan ukuran yang lebih besar.

Bore up berdampak pada peningkatan kapasitas mesin yang cukup tinggi, dengan meningkatnya kapasitas mesin maka rasio kompresi ikut meningkat. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan *bore up* adalah seberapa besar kapasitas mesin akan dinaikan, karena peningkatan kapasitas mesin dengan *bore up* berpengaruh pada kondisi blok silinder mesin.

Perhitungan Daya Motor

a. Daya

Yang dimaksud dengan daya motor adalah besarnya kerja motor tadi selama waktu tertentu Satuan daya yaitu KW (KiloWatt). Daya pada sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan alat. *Dynamometer*, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$Ne = T \times \omega \dots(3)$$

Dimana :

- Ne : daya poros (watt)
- T : torsi (N.m)
- ω : kecepatan sudut putar (rad/s) 1
- HP : 0,746 KW
- KW : 1,36 HP

b. Torsi

Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari *crankshaft*. Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter).

$$T = F \times b \dots(4)$$

Dimana :

- T : torsi (N.m)
- F : gaya (N)
- b : jarak benda ke pusat rotasi (m)

c. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dipergunakan dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan tenaga mekanis, laju pemakaian bahan bakar tiap detik dapat ditentukan dengan rumus.

$$mf = Mb/t [kg/detik] \dots(5)$$

Dimana :

- mf : laju aliran bahan bakar
- Mb : massa bahan bakar.

Sedangkan untuk massa bahan bakar dihitung dengan rumus :

$$Mb = Vb \cdot \rho b / 1000[kg] \dots(6)$$

Untuk bensin, dimana Vb adalah volume bahan bakar dalam *ml* dan (ρb) adalah massa jenis bahan bakar bensin 0,986 [kg/l].

d. Perbandingan Udara Bahan Bakar (AFR)

Perbandingan udara bahan bakar disebut dengan Air Fuel Ratio (AFR), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$AFR = \frac{m_a}{m_f}$$

Dimana :

- m_a = laju aliran massa udara

e. Chasis Dynamometer

Dinamometer atau *dyno test* adalah sebuah alat yang juga digunakan untuk mengukur putaran mesin atau rpm dan torsi dimana tenaga atau daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung. Informasinya diolah dari putaran mesin yang dilanjutkan pada proses transfer data putaran yang kemudian dikonversi pada nilai angka daya dan torsi yang hasilnya dapat dilihat pada sebuah layar monitor yang terhubung pada alat *dynamometer*.



Gambar 2.9. Dynamometer

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

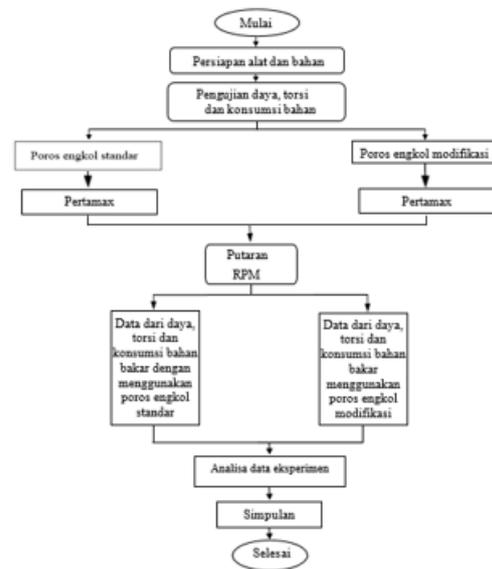
A. Bahan

- a. Satu unit sepeda motor tahun 2015 yang sudah di *tune up* agar sepeda motor kembali ke kondisi prima saat diteliti. Jenis bahan bakar yaitu pertamax.
- b. Dua jenis poros engkol yaitu poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi dengan cara *stroke up* sejauh 1.5mm.

B. Alat

Pengujian menggunakan *chassis dynamometer* Super Dyno 50L BRT.

Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

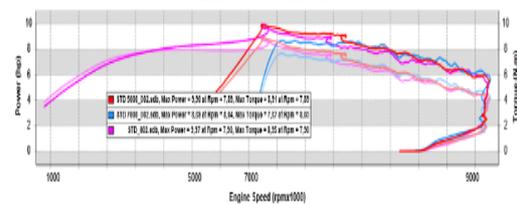


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.

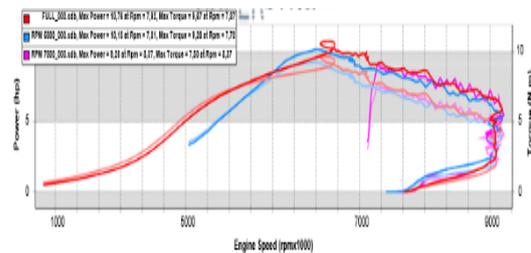
4. PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Pengujian Daya dan Torsi



Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian poros engkol standar.

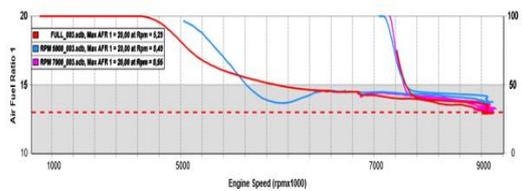


Gambar 4.2. Grafik hasil pengujian poros engkol modifikasi.

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 4.3. Grafik konsumsi bahan bakar poros engkol standar



Gambar 4.4. Grafik pemakaian bahan bakar poros modifikasi.

Perhitungan Kapasitas Mesin

Poros engkol standar

Diameter piston(D):52,5 mm:5,25cm
 Panjang langkah(L):55,1mm:5,51 cm
 Kapasitas mesin (Vs)= 0,785D²L
 = 0,785. (52,5)². 55,1 = 119 cc

Tumpuan engkol yang dirubah

spek mesin setelah stroke up 1 mm
 Diameter piston(D):52,5mm:5,25 cm
 Panjang langkah (L) : 55,1 + 1 mm
 :5,61 cm
 Kapasitas mesin (Vs) = 0,785. D². L
 = 0,785. (52,5)². 56,1 = 121 cc

Analisa Hasil Pengujian

Daya

Berdasarkan dari grafik pengujian diperoleh data mengenai perbedaan kinerja masing-masing poros engkol menunjukkan bahwa daya poros engkol standar daya maksimum yang dicapai sebesar 9,97 hp pada putaran 7900 Rpm, sedangkan pada poros engkol modifikasi menunjukkan bahwa daya maksimum yang dicapai sebesar 10,76 hp pada putaran 7920 Rpm.Perbedaan daya yang dihasilkan

karena adanya perubahan pada panjang langkah yang dilakukan pada poros engkol dengan menggeser posisi *big end* batang torak menjadi lebih tinggi. Dengan menaikkan posisi ujung besar batang piston, panjang langkah pada poros engkol diubah, sehingga membuat perbedaan pada tenaga yang dihasilkan. Hal ini meningkatkan daya. Namun demikian, rasio kompresi tetap konstan karena penggunaan paking aluminium setebal 1 mm.

Torsi

Dari grafik pengujian diperoleh data perbedaan torsi yang menunjukkan bahwa torsi poros engkol standar yang dihasilkan sebesar 8,95 (Nm) pada putaran 7900 Rpm, sedangkan pada poros engkol modifikasi torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 9,67 (Nm) pada putaran 7870 Rpm. Perbedaan torsi yang dihasilkan karena adanya perbedaan titik tumpu poros engkol (stroke). Oleh karena itulah maka motor yang lingkaran engkolnya besar tenaga yang dihasilkan akan lebih besar dibanding motor yang berdiameter atau radius engkol kecil, yang berarti pula motor dengan langkah yang panjang akan menghasilkan momen yang lebih besar.

Konsumsi bahan bakar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data perbedaan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan pada masing-masing poros engkol dan penggunaan jenis bahan bakar. Pada grafik di atas menunjukkan rata-rata konsumsi bahan bakar lebih rendah didapatkan pada poros engkol standar, adanya perbedaan konsumsi bahan bakar dikarenakan adanya perbedaan langkah piston setelah di modifikasi dimana langkah piston menjadi lebih

panjang dibandingkan dengan langkah piston standar.

5. KESIMPULAN

1. Daya yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar dibanding dengan poros engkol standar.
2. Torsi yang dihasilkan pada penggunaan poros engkol modifikasi lebih besar dibandingkan dengan poros engkol standar.
3. konsumsi bahan bakar pada poros engkol standar lebih rendah dibandingkan poros engkol modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto. 1998. Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Edisi Kelima, Bandung. Penerbit ITB.
2. Crouse, William. H. 1976. *Automotive Mechanics*, Seventh Edition. McGraw-Hill Book Company.
3. Majedi, F., & Puspitasari, I. (2017). Optimasi daya dan torsi pada motor 4tak dengan modifikasi crankshaft dan porting pada cylinder head. *JTT (Jurnal Teknolog iTerpadu)*, 5(1), 82-89.
4. Khoirul, H. N. (2016). Muhammad. Pengaruh Stroke Up Terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina. *Semarang: Universitas negeri Semarang*.
5. Taufiqur Rokhman. 2012. "Menghitung Torsi dan Daya Mesin pada Motor bakar," <https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2012/01/27/menghitung-torsi-dan-daya-mesin-pada-motor-bakar/>, diakses pada 31 Juli 2022 pukul 22.00.

6. Prihartono, J. (2020). "Perbedaan Pengaruh Sistem Injeksi Bahan Bakar Elektrik Dengan Dan Tanpa Dilengkapi Sistem Pengaturan Waktu Buka Tutup Katup, Terhadap Performa Mesin, Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang". *Presisi*, Vol 22(1), 10-17. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/presisi/article/view/738>
7. Prihartono, J., PB Boinsera (2015) "Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Perbandingan Pelumas Mineral Dan Sintetis" Vol 7 No 2 (2015) <https://ejournal.upp.ac.id/index.php/aptk/article/view/396>