

**PEMAJUAN *VALVE TIMING* TERHADAP PENINGKATAN PERBANDINGAN
KOMPRESI AKTUAL, TORSI DAN DAYA ; UPAYA UNTUK MENINGKATKAN
UNJUK KERJA MESIN
[PENELITIAN PADA SEPEDA MOTOR HONDA GL PRO NEOTECH]**

Muji Setiyo, Bagiyo Condro P

Program Studi Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang

email : muji_setiyo@yahoo.com

Abstrak

Konsep kendaraan modern adalah terpenuhinya tuntutan tentang daya mesin yang besar, hemat pemakaian bahan bakar, dan rendah kadar emisi gas buang dengan efisiensi mesin yang tinggi. Salah satu upaya untuk meningkatkan unjuk kerja mesin adalah dengan meningkatkan tekanan kompresi mesin. Besarnya tekanan kompresi mesin salah satunya ditentukan oleh panjang langkah kompresi aktual.

Sepeda motor Honda GL Pro Neotech 160 cc standar dengan katup masuk ditutup pada 35° setelah TMB memiliki langkah kompresi aktual sepanjang 145° atau 46,07 mm, volume langkah aktualnya sebesar 145,97 dan memiliki perbandingan kompresi aktual sebesar 8,45. Dengan cara memajukan valve timing, penutupan katup hisap menjadi lebih awal, sehingga langkah kompresi aktual menjadi lebih panjang, volume langkah aktual menjadi lebih besar, dan tekanan kompresi meningkat.

Penelitian dilakukan dengan mengkaji secara teori terhadap pengaruh pemajuan valve timing terhadap geometri mesin. Unjuk kerja mesin diuji pada dinamo meter untuk mengetahui output torsi dan daya yang dihasilkan mesin.

Dengan pemajuan valve timing sebesar 10°, diperoleh langkah kompresi sepanjang 47,74 mm (naik 1,67 mm), dengan volume langkah aktual 151,27 cc (naik 5,3 cc) dan menghasilkan perbandingan kompresi sebesar 8,72. Penelitian pada 4000 rpm sampai 10000 rpm dengan interval rekam data setiap 250 rpm, mampu meningkatkan torsi rata-rata sebesar 3,55 %, dan meningkatkan daya rata-rata 3,14 %.

Kata kunci : *valve timing, kompresi aktual, daya, torsi.*

Pendahuluan

Metode untuk meningkatkan unjuk kerja mesin yang lazim dilakukan adalah dengan cara modifikasi mesin untuk meningkatkan volume mesin dengan memperbesar luasan torak dan memperpanjang langkah torak atau dengan pemangkasan kepala silinder untuk menaikkan perbandingan kompresi. Metode lainnya dengan perbaikan sistem bahan bakar, perombakan sistem pengapian dan lain-lain yang semua metode itu membutuhkan perombakan pada mesin atau penggantian komponen mesin baik secara parsial maupun secara paket. Metode tersebut tentu membutuhkan biaya modifikasi yang relatif tinggi.

Honda GL PRO Neotech mengusung mesin empat langkah dengan sistem pemasukan dan pembuangan fluida kerja (campuran bahan bakar – udara) dikendalikan oleh mekanisme katup. Katup hisap dan katup buang membuka dan menutup sesuai dengan kontur *cam shaft* dengan durasi bukaan sesuai dengan standar pabrik. Tertib buka katup (*valve timing*) dikendalikan oleh *cam shaft* yang digerakkan sproket melalui mekanisme *timing chain* secara siklusoidal sesuai dengan langkah kerja mesin.

Ditinjau dari proses kompresi dan ekspansi, besar kecilnya tenaga pembakaran dipengaruhi oleh optimalisasi sistem pengisian silinder dan ketepatan pembuangan gas sisa pembakaran. Melihat konstruksi mekanisme katup yang dipakai pada sepeda motor Honda GL PRO Neotech, sangat memungkinkan untuk dilakukan pengajuan *valve timing* dengan tujuan untuk memperbaiki efisiensi volumetris sepanjang langkah hisap dan mempercepat pembuangan gas sisa pembakaran pada akhir langkah buang.

Dengan memajukan *valve timing angle*, maka katup hisap dan katup buang akan dibuka dan ditutup lebih awal. Panjang langkah kompresi aktual menjadi lebih panjang meskipun dalam hitungan teoritis tidak berubah. Aliran gas baru dari karburator ke silinder akan menjadi lebih dini, *overlapping* katup terjadi lebih awal untuk melakukan langkah pembilasan gas bekas. Dari segi

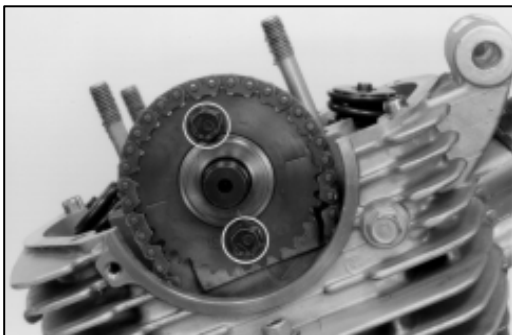
konstruksi, penggeseran tertib buka katup ini tidak akan mengganggu kerja mesin mengingat bentuk kepala torak yang datar sehingga aman dari benturan dengan katup saat putaran tinggi.

Melihat fenomena tersebut, perlu dilakukan kajian teori dan melakukan eksperimen untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemajuan valve timing angle tanpa merubah durasi bukaan katup terhadap peningkatan perbandingan kompresi aktual dan unjuk kerja mesin pada sepeda motor Honda GL PRO Neotech. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah peningkatan unjuk kerja mesin tanpa melakukan penggantian komponen mesin.

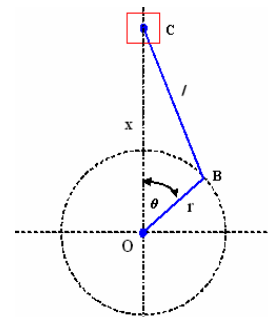
Valve Timing

Valve timing adalah waktu yang menyatakan posisi katup saat mulai membuka dan menutup. Timing valve lazim dinyatakan dalam derajat putaran engkol. Untuk memperbaiki efisiensi volumetris, maka katup hisap dibuka lebih dari 180 derajat engkol, yang dimulai beberapa derajat sebelum TMA sampai beberapa derajat lebih besar setelah TMB. Kaitannya dengan efisiensi pembuangan gas bekas, katup buang juga dibuka beberapa derajat sebelum TMB sampai beberapa derajat setelah TMA. Kondisi kedua katup yang saling membuka pada saat akhir langkah buang ini dinamakan *overlapping valve* yang bertujuan untuk pembilasan.

Agar posisi tertib buka katup ini tidak berubah saat mesin dibongkar, maka pada mekanisme katup diberi tanda pemasangan yang berupa titik, notasi huruf, maupun garis penyesuai antara sprocket cam shaft, kepala silinder, fly wheel, dan bak mesin. Gambar 1 berikut merupakan tanda pemasangan *timing valve* pada sepeda motor Honda GL PRO Neotech.



Gambar 1. Tanda pemasangan valve timing.



Gambar 2. Geometri Engkol

Geometri engkol

Geometri engkol adalah bangun yang dibentuk oleh mekanisme engkol dan torak melalui batang penghubung *connecting rod* saat mesin berputar dengan sudut tertentu. Gambar 2 berikut adalah kerangka geometri mesin yang terdiri dari engkol /crank, lengan /connecting rod, dan peluncur dalam hal ini adalah torak. Engkol membentuk sudut terhadap garis sumbu vertikal mesin. Hubungan geometri segitiga engkol antara panjang engkol, panjang connecting rod dan panjang lintasan torak dikenal dengan istilah *triangle relation*. *Triangle relation* ini menghubungkan titik titik O, B, C, dan X. selain itu ada sudut yang dibentuk oleh engkol yaitu sudut θ . Panjang engkol r yang merupakan setengah dari langkah torak selalu tetap, begitu juga panjang connecting rod l juga selalu tetap. Dengan demikian pada dinamika gerak mesin ada dua komponen yang panjang dan besarnya selalu berubah, komponen yang dimaksud adalah panjang lintasan X dan sudut engkol θ .

Hubungan segitiga engkol (dengan asumsi tidak ada offset piston) tersebut dapat dievaluasi dengan hukum cosinus seperti persamaan berikut :

$$l^2 = r^2 + x^2 - 2 \cdot r \cdot x \cdot \cos A \quad \dots\dots\dots 1$$

Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi adalah nisbah yang menyatakan perbandingan volume langkah ditambah volume ruang bakar dibandingkan dengan volume ruang bakar. Volume langkah secara teoritik dihitung dari gerakan torak dari TMB ke TMA. Perbandingan kompresi dinyatakan dengan ϵ dalam bentuk rumus adalah sebagai berikut (Arends,1980) :

$$\epsilon = \frac{V_s + V_c}{V_c} \dots\dots\dots 2$$

Untuk mendapatkan tekanan akhir langkah kompresi yang tinggi tanpa mengurangi ekspansinya, maka dapat dilakukan dengan mempertinggi nilai perbandingan kompresi. Biasanya dengan meningkatkannya perbandingan kompresi, akan meningkatkan tekanan dan temperatur akhir kompresi.

Penghitungan langkah mesin pada kompresi aktual tidak dihitung dari TMB, melainkan dari posisi katup hisap menutup. Mengingat bahwa gerakan torak adalah gerak translasi dan engkol berotasi, maka untuk mengetahui posisi torak dari TMB saat katup hisap menutup perlu dilakukan analisa posisi dengan diagram kinematis mekanisme engkol torak.

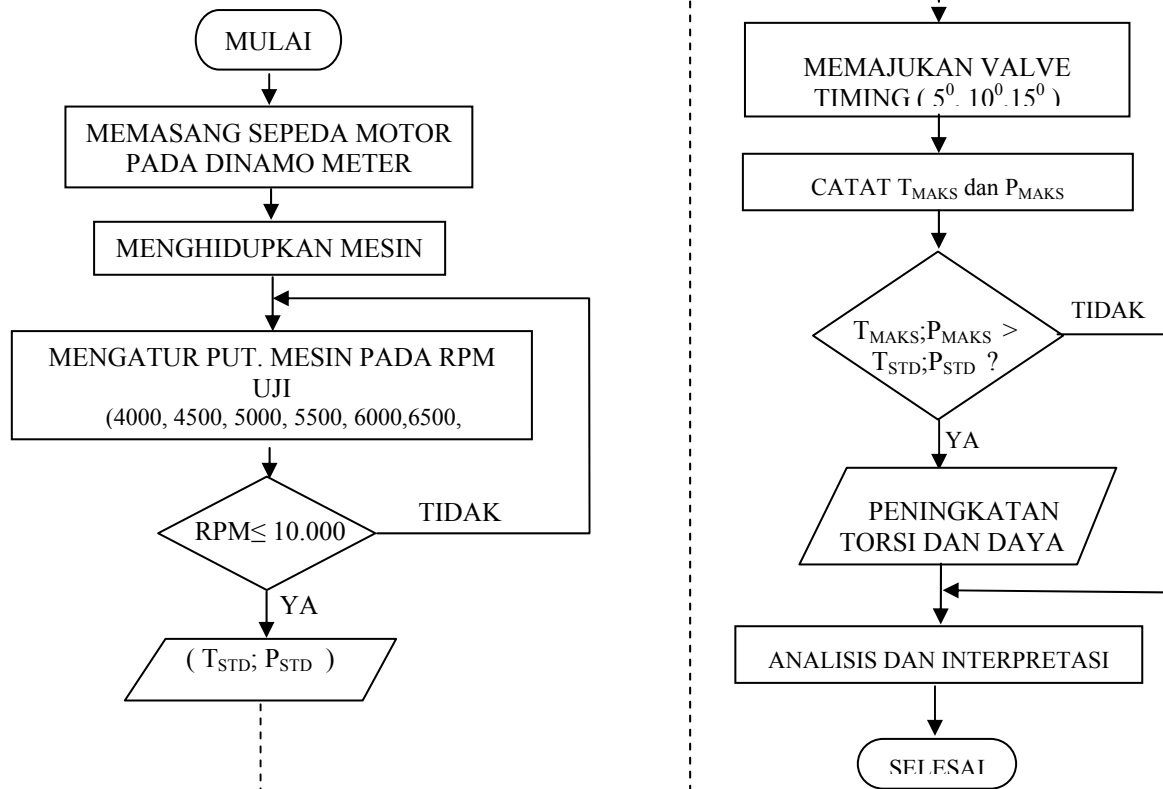
Metodologi

Bahan dan Alat

Tabel 1. Bahan dan Peralatan penelitian

No	Bahan	Jumlah	Tipe / Spesifikasi	Alat	Jumlah	Spesifikasi
1	Sepeda motor	1 unit	GL PRO NEOTECH	Dinamo meter	1 unit	
2	Bensin	5 Liter	Premium SPBU	<i>Timing light</i>	1 unit	Sanped
3	Busi	1 pcs	BP 7 HS	<i>Compression tester</i>	1 unit	Sanped
4	Minyak pelumas	1 liter	Mesran enduro	Kunci T 12 mm	1 pcs	Tekiro
5	Gasket cam shaft	1 pcs		Kunci T 10 mm	1 pcs	Tekiro
6				Kunci T 8 mm	1 pcs	Tekiro

Flow Chart Penelitian



Hasil Dan Pembahasan

Tabel 3 Data spesifikasi kerja katup

Kondisi standar		Kondisi pemajuan 10 derajat	
Item	Spesifikasi	Item	Spesifikasi
Katup masuk	Buka : 10° sebelum TMA Tutup : 35° setelah TMB	Katup masuk	Buka : 20° sebelum TMA Tutup : 25° setelah TMB
Katup buang	Buka : 35° sebelum TMB Tutup : 5° setelah TMA	Katup buang	Buka : 45° sebelum TMB Tutup : 5° sebelum TMA

Sumber : BPR Sepeda Motor Honda GL PRO Neotech

Perhitungan Perbandingan Kompresi Aktual / Efektif

Secara teoritik, rasio kompresi mesin GL PRO Neotech sesuai dengan data spesifikasi dalam buku panduan reparasi disebutkan sebesar 9,0:1. Jika diketahui volume langkah torak adalah sebesar 156,6 cm³, maka volume ruang bakar V_c dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= (\varepsilon \cdot V_c) - V_s \\ V_c &= (9 \cdot V_c) - 156,6 \\ V_c &= 156,6 / 8 \\ \mathbf{V_c} &= \mathbf{19,6 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Perbandingan kompresi aktual kondisi standar (STD)

Pada kondisi standar (STD), langkah torak actual dihitung dari mulai katup hisap menutup. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa panjang langkah torak (s) adalah sebesar 46,05 mm. volume langkah toraknya menjadi :

$$\begin{aligned} V_s &= \pi / 4 \cdot D^2 \cdot s \\ V_s &= 3,14 / 4 \cdot 63,5^2 \cdot 46,05 \\ V_s &= 145,97 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= (V_s + V_c) / V_c \\ \varepsilon &= (145,97 + 19,6) / 19,6 \\ \mathbf{\varepsilon} &= \mathbf{8,45 : 1} \end{aligned}$$

Perbandingan kompresi efektif kondisi advance (10⁰)

Pada kondisi advance, proses kompresi dimulai lebih awal 10⁰ dari kondisi standar. Dalam derajat engkol, langkah kompresi terjadi selama 155⁰ putaran engkol. Pada kondisi advance 10⁰, volume langkahnya menjadi :

$$\begin{aligned} V_s &= \pi / 4 \cdot D^2 \cdot s \\ V_s &= 3,14 / 4 \cdot 63,5^2 \cdot 47,75 \\ V_s &= 151,27 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= (V_s + V_c) / V_c \\ \varepsilon &= (151,27 + 19,6) / 19,6 \\ \mathbf{\varepsilon} &= \mathbf{8,72 : 1} \end{aligned}$$

Dilihat dari hasil perhitungan kompresi aktualnya, dengan pengajuan *valve timing* 10⁰ memberikan efek terhadap peningkatan volume langkah aktual dan perbandingan kompresi aktual.

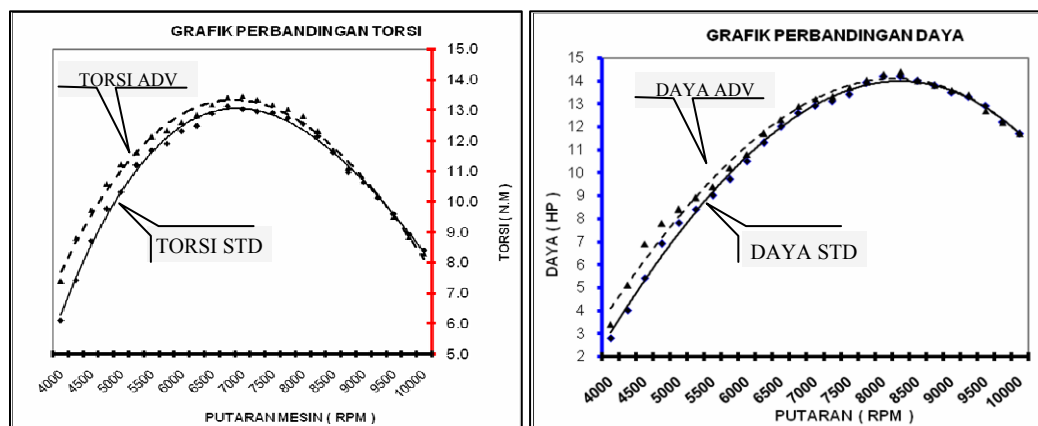
Hasil uji unjuk kerja mesin

Unjuk kerja mesin merupakan kolaborasi antara torsi atau momen putar dan daya mesin. Dalam sebuah mesin dengan diameter torak dan panjang langkah torak yang sama, besar kecilnya torsi mesin dipengaruhi oleh tekanan pembakaran dan optimalisasi sistem pemasukan dan pembuangan gas dalam silinder. Sedangkan daya mesin merupakan besaran yang menyatakan determinasi fungsi dari besarnya torsi dan putaran mesin. Dari hasil uji unjuk kerja atau prestasi mesin pada unit dynamo meter diperoleh data uji riil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Uji Dino Test

RPM	TORSI (N.M)		POWER (HP)		RPM	TORSI (N.M)		POWER (HP)	
	STD	ADV 10 ⁰	STD	ADV 10 ⁰		STD	ADV 10 ⁰	STD	ADV 10 ⁰
4000	6.10	7.40	2.80	3.40	7250	12.96	13.34	13.10	13.30
4250	7.43	8.80	4.00	5.10	7500	12.90	13.18	13.40	13.70
4500	8.71	9.73	5.40	6.90	7750	12.73	13.03	13.90	14.00
4750	9.76	10.58	6.90	7.80	8000	12.56	12.81	14.20	14.30
5000	10.33	11.23	7.82	8.40	8250	12.14	12.32	14.20	14.40
5250	11.20	11.62	8.40	8.90	8500	11.61	11.68	14.00	14.00
5500	11.68	12.13	9.00	9.40	8750	10.97	11.12	13.80	13.80
5750	11.91	12.33	9.70	10.20	9000	10.63	10.66	13.50	13.60
6000	12.31	12.60	10.50	10.80	9250	10.12	10.18	13.30	13.40
6250	12.47	12.83	11.30	11.70	9500	9.61	9.48	12.90	12.70
6500	12.89	13.18	12.00	12.30	9750	8.92	8.84	12.20	12.20
6750	13.12	13.40	12.60	12.90	10000	8.40	8.29	11.70	11.70
7000	13.02	13.46	12.90	13.20					

Dalam bentuk grafik, data uji pada table 4 dapat ditampilkan sebagai berikut:



Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Dengan pemajuan timing valve sebesar 10⁰, diperoleh peningkatan volume silinder aktual dari 145,97 cc menjadi 151,27 cc. Sehingga perbandingan kompresi aktualnya naik dari 8,45 :1 menjadi 8,72 :1.
2. Dengan pemajuan timing valve 10⁰, diperoleh peningkatan unjuk kerja mesin dengan peningkatan torsi rata rata sebesar 3,55 % dan peningkatan daya rata rata 3,14 %.

Daftar Pustaka

- Crouse, William, 1995, *Automotive Engine*, Mc Graw- Hill School Publishing Company, New York.
- Dasuki, Faisal, 1977, *Motor Bakar Bensin*, Devission Training Center, PT Astra Motor, Jakarta.
- Graham Bel, A, 1981, *Performance Tuning In Theory And Practice Four Stroke*, Lawrence Drive, california.
- Honda, 1995, *Buku Pedoman Reparasi Sepeda Motor Honda GL PRO NEOTECH*, PT Astra Honda Motor, Jakarta.
- Pudjanarsa, Astu, 2002, *Mesin Konversi Energi*, Andi Offset, Yogyakarta
- Soenarto, Nakoela, dkk, 2002, *Motor Serba Guna*, PT Pradnyana Paramita, Jakarta
- Sud/Sp, 1988, *Dasar motor*, Modul Praktikum Teknik Otomotif, PPGT/VEDC, Malang.