

## PENGARUH VARIASI UNJUK DERAJAT PENGAPIAN TERHADAP KERJA MESIN

*Syahril Machmud<sup>1</sup>, Untoro Budi Surono<sup>2</sup>, Leydon Sitorus<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta

<sup>3</sup>Alumni Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta

Jalan Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 53122

e-mail : [syahril\\_ujb@yahoo.co.id](mailto:syahril_ujb@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

*This research aims to determine the influence of variations in the degree ignition, the engine performance, which is related to the power and torque of the 4 stroke petrol engine, use premium fuel with different speeds (rpm). In experiments used engine test bed, where the machine is placed on a pad that then engine output shaft connected to shaft dinotester and parameters measured in this study is Torque and Power. Magnets are used in the study is a magnet with a standard ignition, the ignition magnet with advanced degrees 3 ° and 6 ° from the point of default. The research results are achieved by the advanced degree ignition 6 ° from the point of default, the value of the maximum torque of 7.90 Nm, the engine speed between 6000 – 6500 rpm, the resulting maximum power of 7.3 hp at 7796 rpm engine speed.*

*Keywords : Degree Ignition, Torque, Power.*

### PENDAHULUAN

Salah satu bagian penting dalam proses pembakaran adalah sistem pengapian (*Ignition*). Pada motor bensin, terdapat busi pada celah ruang bakar yang dapat memercikkan bunga api yang kemudian membakar campuran bahan bakar dan udara pada suatu titik tertentu yang diinginkan dalam suatu siklus pembakaran. Penempatan titik penyalaan yang tepat, dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengoptimalkan energi dari pembakaran.

Waktu penyalaan adalah saat dimana bunga api dipercikkan oleh busi untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang dikompresi oleh piston, kemudian menghasilkan tekanan yang digunakan untuk menghasilkan langkah kerja. Gerakan piston saat terjadi proses penyalaan, dapat dianalisis melalui derajat pengapian. Derajat pengapian yang sesuai adalah salah satu faktor penting dalam memaksimalkan tekanan dalam ruang bakar dan pada akhirnya, menghasilkan efisiensi mesin dan daya mesin yang baik.

Penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi derajat pengapian, terhadap unjuk kerja mesin, yang berhubungan dengan daya dan torsi pada

mesin bensin 4 tak menggunakan bahan bakar premium.

Dalam penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Motor bensin yang digunakan adalah mesin bensin 4 langkah 1 silinder, yakni sepeda motor Honda Supra X.
2. Variasi derajat pengapian yang dilakukan, yakni memajukan titik pengapian sebesar 3° dan 6°, dari standarnya, dimana titik pengapian standar Honda Supra X, yakni 15° sebelum TMA (Titik Mati Atas).

### Prinsip kerja Mesin 4 Langkah ( 4 Tak )

#### 1. Langkah Hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), akibatnya terjadi pertambahan volume dan penurunan tekanan di atas piston. Pada langkah ini katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Karena perbedaan tekanan di luar dan di dalam silinder menyebabkan campuran bahan bakar akan mengalir masuk ke dalam silinder.

#### 2. Langkah Kompresi

Gerakan piston dari TMB menuju TMA, katup hisap maupun katup buang tertutup, akibatnya campuran bahan bakar di atas piston dimampatkan / dikompresikan sehingga tekanan dan suhu naik. Sewaktu piston mendekati pada TMA, busi memercikkan bunga api listrik (dari dua ujung elektrodanya). Percikan bunga api listrik ini membakar campuran udara dan bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran di dalam ruang bakar.

### 3. Langkah Kerja

Campuran udara dan bahan bakar yang terbakar secara berturut-turut, menimbulkan tekanan yang lama kelamaan menjadi maksimum. Tekanan maksimum ini menekan piston ke bawah dan baik tekanan maupun suhu dari gas pembakaran mulai mengurang. Gaya gerak yang ditimbulkan oleh gerakan piston ini diteruskan kepada poros engkol melalui batang piston (*connecting rod*) dan engkol, dengan demikian poros engkol dipaksa untuk berputar mengatasi tahanan geseran.

### 4. Langkah Buang

Katup buang terbuka dan gas sisa pembakaran ditekan keluar oleh piston yang bergerak ke atas. Begitu seterusnya dan proses berikutnya dimulai lagi dari langkah hisap.

## Sistem Pengapian

Sistem pengapian merupakan sistem yang digunakan untuk menghasilkan bunga api, guna melakukan pembakaran terhadap campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar dengan waktu pengapian (*Timing Ignition*) yang telah ditentukan. Untuk tercapainya loncatan bunga api pada busi, maka harus ada tegangan listrik yang cukup tinggi yang berkisar antara 10.000 sampai 20.000 Volt.

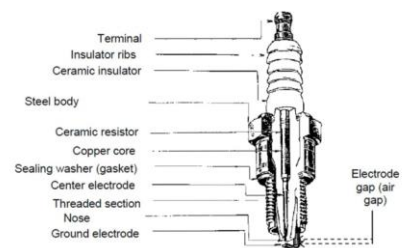
Sistem pengapian ini memiliki beberapa komponen yang sangat penting untuk terciptanya bunga api pada saat pembakaran, diantaranya adalah :

### 1. Magnet

Magnet ditempatkan pada roda penerus yang dipasangkan pada poros engkol. Inti besi ditempatkan sebagai stator. Magnet berputar bersama-sama dengan putaran poros engkol dan antara inti besi dengan magnet terdapat celah kecil. Putaran magnet ini akan menimbulkan listrik dalam lilitan primer pada inti besi dan akibat gerakan cam, titik kontak akan terbuka, maka akan terjadi arus listrik tegangan tinggi yang memungkinkan terjadinya loncatan bunga api pada busi.

### 2. Busi (*Spark Plug*)

Busi merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menciptakan loncatan bunga api saat dialiri arus listrik tegangan tinggi. Kedua elektroda pada busi dipisahkan oleh isolator agar loncatan listrik hanya terjadi diantara ujung elektroda. Bahan isolator itu sendiri haruslah memiliki tahanan listrik yang tinggi, tidak rapuh terhadap kejutan mekanik dan panas.



Gambar 1. Konstruksi Busi

### 3. Koil Pengapian (*Ignition Coil*)

Koil pengapian berfungsi mengubah sumber tegangan rendah dari baterai atau koil sumber (12 V) menjadi sumber tegangan tinggi (10 KV atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam sistem pengapian.



Gambar 2. Koil Pengapian

#### 4. CDI dan Pulser

CDI (*Capacitive Discharge Ignition*) merupakan sebuah perangkat elektronik sebagai pengatur pengapian (*ignition*) dan kelistrikan (*electricity*) yang terdapat pada sebuah sepeda motor dan berperan membaca sensor yang mengatur waktu pengapian yang terdapat pada mesin, lalu diolah secara digital dalam CDI. Hasil pemrosesan CDI berupa output yang akan mengatur perangkat pengapian untuk melakukan pembakaran (*combustion*) bahan bakar di dalam ruang bakar (*combustion chamber*) sebuah mesin sepeda motor.

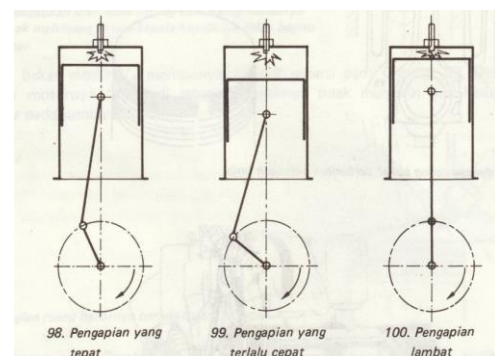
Sensor pengatur *timing* pengapian terdapat pada bagian ruang magnet sebuah mesin. Sensor berupa pulser (*pick-up coil*) akan membaca tonjolan (*Trigger Magnet*) yang terdapat pada sisi luar pelat dudukan (*sitting*) magnet. Magnet yang terhubung dengan poros engkol (*crankshaft*) akan berputar sesuai dengan putaran mesin. Semakin tinggi putaran mesin, maka semakin tinggi pula putaran magnet yang akan berpengaruh terhadap pembacaan pulser terhadap tonjolan sisi luar *sitting plate* magnet.

CDI mengandalkan pulser (*pick-up coil*). Pulser ini memberi sinyal

berdasarkan putaran magnet. Sinyal itu dikirim ke CDI, yang kemudian memerintahkan busi menembak. Dalam CDI, sinyal pulser diterima dioda penyearah arus, lalu dicekal resistor dan diterima beberapa kapasitor, sebelum dilepas ke koil yang kemudian diteruskan ke busi.

#### Saat Pengapian (*Ignition Timing*) dan Pembakaran

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api listrik, maka diperlukan waktu tertentu bagi bunga api untuk merambat di dalam ruang bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit kelambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Oleh karenanya, agar diperoleh output maksimum pada *engine* dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar  $10^\circ$  setelah TMA), periode perlambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*Ignition timing*) untuk memperoleh output mesin yang semaksimal mungkin. Akan tetapi karena diperlukan waktu untuk perambatan api, maka campuran udara dan bahan bakar harus dibakar sebelum TMA. Saat terjadinya pembakaran ini disebut dengan saat pengapian (*Ignition Timing*).



Gambar 3. Saat pengapian

Loncatan bunga api terjadi sesaat piston mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Saat loncatan api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum piston mencapai TMA. Pada

pembakaran sempurna setelah penyalaan dimulai, api menjalar dari busi dan menyebar keseluruhan arah dalam waktu yang sebanding, dengan 20 derajat sudut engkol atau lebih, untuk membakar campuran sampai mencapai tekanan maksimum. Kecepatan api umumnya kurang dari 10 – 30 m/ detik. Panas pembakaran dari TMA diubah dalam bentuk kerja dengan efisiensi yang tinggi. Kelambatan waktu akan menurunkan efisiensi dan ini disebabkan rendahnya tekanan akibat pertambahan volume dan waktu penyebaran api yang terlalu lambat.

Bila Proses pembakaran dimulai dari awal sebelum TMA (menjauhi TMA), tekanan hasil pembakaran meningkat, sehingga gaya dorong piston meningkat (kerja piston menuju gas pada ruang bakar). Jika proses sudut penyalaan dimundurkan mendekati TMA, maka tekanan hasil pembakaran maksimum lebih rendah, bila dibandingkan tekanan hasil pembakaran maksimum, bila sudut penyalaan dimulai normal. Hal ini dikarenakan, pada saat sudut penyalaan yang terlalu dekat dengan TMA, pada saat busi memercikkan bunga api dan api mulai merambat, gerakan piston sudah melewati TMA, sehingga volume ruang bakar mulai membesar. Sehingga walaupun terjadi kenaikan tekanan hasil pembakaran, sebagian telah diubah menjadi perubahan volume ruang bakar. Efek yang terjadi adalah kecilnya kerja ekspansi yang diterima oleh piston.

**METODE PENELITIAN**

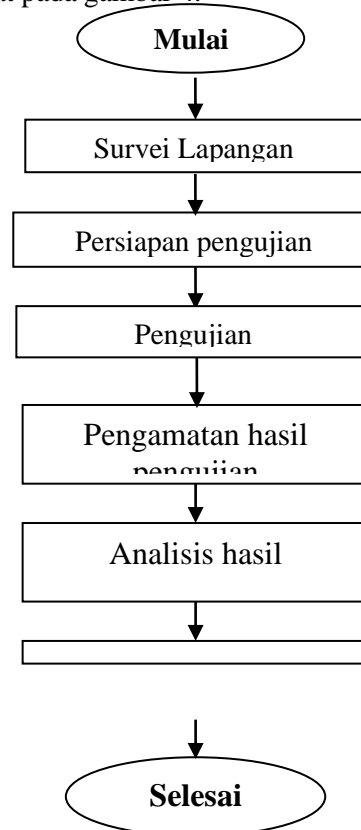
**Alat dan Bahan yang Digunakan**

1. Spesifikasi Mesin :
  - a. Jenis : Honda Supra NF 100 D
  - b. Kapasitas tangki : 3,7 liter
  - c. Tipe mesin : 4 langkah, SOHC, pendinginan udara
  - d. Diameter x langkah : 50 x 49,5 mm
  - e. Volume langkah : 97,1 cc
  - f. Perbandingan kompresi : 9,0 : 1
  - g. Daya maksimum : 7,3 PS/8.000 rpm
  - h. Torsi maksimum : 0,74 kgf.m/6.000 rpm

- i. Sistem pengapian : CDI
2. Aki : 12 V; 3,5 Ah
3. Busi : ND U20FS, U22FS-U; NGK 6HSA, C7HSA
4. Tachometer : Digunakan untuk mengukur putaran mesin
5. Magnet

**Cara Penelitian**

Pelaksanaan penelitian diawali dengan survei lapangan, kemudian melakukan persiapan pengujian dengan mempersiapkan 3 jenis magnet yaitu magnet standar ( bawaan kendaraan ), magnet dengan derajat pengapian dimajukan 3° dan magnet dengan derajat pengapian dimajukan 6°. Pengujian dilakukan dengan memasang *Dynotester* pada roda belakang sepeda motor dan hidupkan mesin sampai pada putaran yang ideal. Setelah putaran ideal didapatkan, gas diperbesar sampai putaran maksimum dan lepas gas setelah mencapai putaran maksimum,. Pada pengujian ini akan didapat nilai daya dan torsi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Torsi**

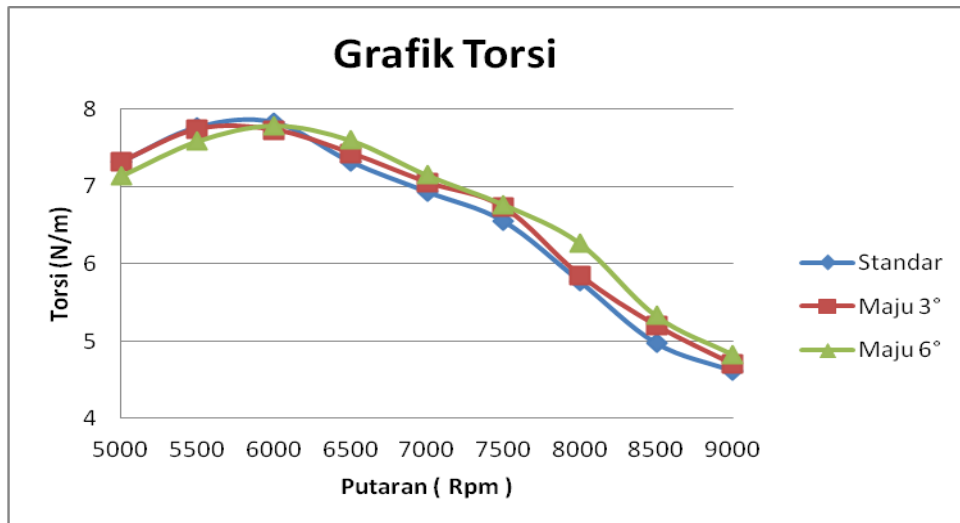
Dari hasil pengujian torsi untuk berbagai variasi derajat pengapian, diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 1 Data torsi pada berbagai putaran**

Putaran( Rpm )	Torsi ( N.m )		
	Pengapian Standar	Pengapian maju 3°	Pengapian maju 6°
5000	7,32	7,32	7,14
5500	7,77	7,74	7,59
6000	7,83	7,73	7,79
6500	7,32	7,43	7,60
7000	6,93	7,05	7,15
7500	6,55	6,73	6,77
8000	5,77	5,85	6,27
8500	4,97	5,20	5,33
9000	4,61	4,70	4,83

Torsi maksimum yang dicapai dari masing – masing derajat pengapian adalah :  
 ( Hasil Torsi yang dihasilkan terlampir pada Hasil *Print Out* Pengujian *Dynotest* )

- 1) Derajat pengapian standar : 7,86 N.m / 5854 Rpm
- 2) Derajat pengapian yang dimajukan 3° dari standar : 7,89 N.m / 6155 Rpm
- 3) Derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standar : 7,90 N.m / 6194 Rpm



**Gambar 5. Torsi vs Rpm**

Berdasarkan grafik hasil pengujian di atas, bahwa torsi dari semua jenis variasi derajat pengapian, memiliki kecenderungan yang sama yaitu mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan setelah mendapatkan torsi maksimal

seiring bertambahnya putaran mesin. Untuk derajat pengapian standar, torsi maksimal dicapai sebesar 7,86 N.m pada 5854 Rpm. Sedang variasi derajat pengapian yang maju sebesar 3° dari standarnya, torsi maksimal dicapai sebesar 7,89 N.m pada 6165 Rpm.

Serta untuk derajat pengapian yang maju 6° dari standarnya, Torsi maksimal dicapai sebesar 7,90 pada 6194 Rpm. Hal ini dikarenakan, pada saat derajat pengapian dimajukan, maka proses pembakaran menjadi panjang, sehingga pencampuran bahan bakar dan udara menjadi lebih baik

sehingga tekanan hasil pembakaran menjadi lebih tinggi. Dengan meningkatnya tekanan di ruang bakar, maka gaya dorong piston juga meningkat, sehingga torsi yang dihasilkan menjadi lebih besar pada putaran menengah keatas.

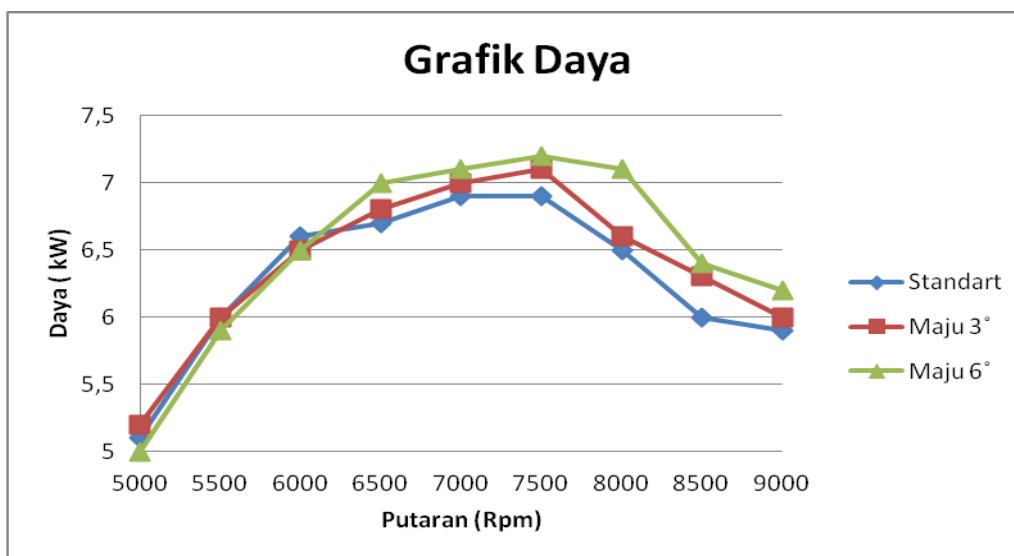
**2. Daya**

**Tabel 4.2 Daya pada Variasi Derajat Pengapian**

Putaran (Rpm)	Daya (Hp)		
	Pengapian Standar	Pengapian maju 3°	Pengapian maju 6°
5000	5,1	5,2	5,0
5500	6,0	6,0	5,9
6000	6,6	6,5	6,5
6500	6,7	6,8	7,0
7000	6,9	7,0	7,1
7500	6,9	7,1	7,2
8000	6,5	6,6	7,1
8500	6,0	6,3	6,4
9000	5,9	6,0	6,2

Daya maksimum yang dicapai dari masing – masing derajat pengapian adalah :  
 ( Hasil Daya yang dihasilkan terlampir pada Hasil *Print Out* Pengujian *Dynotest* )

- 1). Derajat pengapian standar : 7,0 Hp / 7625 Rpm
- 2). Derajat pengapian yang dimajukan 3° dari standar : 7,1 Hp / 7527 Rpm
- 3). Derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standar : 7,3 Hp / 7796 Rpm



**Gambar 6 Daya vs Putaran**

Pada Grafik di atas, dapat kita lihat bahwa pada setiap variasi derajat pengapian, daya efektif meningkat, kemudian cenderung menurun setelah daya maksimal dicapai, seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Daya maksimal pada ketiga variasi derajat pengapian, terjadi pada kisaran putaran 7000 Rpm sampai 8000 Rpm. Namun daya tertinggi diperoleh dari variasi derajat pengapian yang maju 6° dari standarnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan putaran mesin, semakin sedikit waktu proses pembakaran. Untuk itu, derajat pengapian perlu dimajukan, agar setiap siklus pembakaran memperoleh waktu yang cukup, untuk menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal. Dari grafik di atas dapat kita lihat, bahwa dengan memajukan derajat pengapian, menyebabkan peningkatan tekanan di ruang bakar, sehingga daya efektif yang dihasilkan akan besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data hasil pengujian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Pada derajat pengapian yang dimajukan dari standarnya, diperoleh peningkatan nilai prestasi pada mesin, dibanding derajat pengapian standar. Hal ini dapat dilihat dari

nilai torsi dan daya poros yang lebih besar pada derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, H. Bareenschot., 1980. *Motor Bensin*, Erlangga, Jakarta
- Dwi Krisbiantoro., 2009, *Pengaruh Penggunaan CDI Variable dan Variasi derajat Pengapian Terhadap Unjuk kerja mesin Honda Kharisma Dengan 2 Busi.*, Jurnal Skripsi Institut Teknologi Sepuluh Nopember., Surabaya.,
- Heywood, J.B., 1998, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Mc Graw Hill Int., New York
- Philip Kristanto. , Willyanto. , Djoko Wahyudi., April 2001, *Pengaruh Perubahan Pemajuan Waktu penyalaan Terhadap Motor Dual Fuel (Bensin-BBG)* , Jurnal Teknik Mesin Vol. 3, No.1 : 1 – 6., Universitas Kristen Petra.
- Soenarta N., Furuhamas S., 2002, *Motor Serba Guna*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Arismunandar., 1980. *Penggerak Mula Motor BakarTorak*, ITB, Bandung