

# Pengaruh Perubahan Waktu Pengapian Terhadap Daya Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamax Pada Mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI

Budianto<sup>1</sup>, Faisal Ismet<sup>2</sup>, Donny Fernandez<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kurangnya kesadaran pengguna kendaraan untuk melakukan service berkala karena sudah merasa bermesin EFI, dan masih banyaknya pengguna kendaraan EFI yang menggunakan bahan bakar premium. Penelitian ini akan memberi perlakuan pada dari waktu pengapian standar dengan memajukan ( $7^\circ$  dan  $9^\circ$  sebelum TMA) dan memundurkan ( $3^\circ$  dan  $1^\circ$  sebelum TMA). Hasil penelitian rata-rata daya dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax yang tertinggi yaitu pada waktu pengapian  $7^\circ$  sebelum TMA dengan daya yaitu 66,14 hp dan selanjutnya pada waktu pengapian  $9^\circ$  sebelum TMA dengan daya sebesar 63,1 hp, pada waktu pengapian  $5^\circ$  sebelum TMA didapat daya 60,62 hp, pada waktu pengapian  $3^\circ$  sebelum TMA didapat daya 55,69 hp dan daya yang paling rendah dihasilkan pada waktu Pengapian  $1^\circ$  sebelum TMA yaitu 51,60 hp.

## Kata Kunci

waktu pengapian, bahan bakar, daya

## ABSTRACT

This research is motivated by the lack of awareness of vehicle users to perform periodic service because they feel EFI engine, and there are many users who use the EFI vehicle premium fuel. This study will provide treatment at from a standard ignition timing by advancing ( $7^\circ$  and  $9^\circ$  before TDC) and rewind ( $3^\circ$  and  $1^\circ$  before TDC). The result of research the average power by using premium fuel and pertamax the highest, at  $7^\circ$  ignition time before TDC with a power that is 66.14 hp and thereafter at  $9^\circ$  ignition time before TDC with a power of 63.1 hp, the ignition timing  $5^\circ$  before TMA acquired 60.62 hp power, at the ignition time before TDC acquired  $3^\circ$  55.69 hp power and lowest power generated at the ignition time before TDC 1o namely 51.60 hp.

## Keywords

Ignition timing, fuel, power

---

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

<sup>1</sup> [budianto@yahoo.co.id](mailto:budianto@yahoo.co.id)

---

## PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang memerlukan engine sebagai penggerak mulanya, baik roda dua maupun roda empat. Motor bakar merupakan salah satu engine yang digunakan sebagai penggerak mula tersebut, yaitu merupakan suatu mesin konversi energi yang merubah energi kalor menjadi mekanik. Dengan adanya energi kalor sebagai suatu penghasil tenaga maka sudah semestinya memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran yang terjadi sebagai sumber kalor tersebut. Motor bensin (*Spark Ignition Engine*) merupakan bagian dari motor bakar torak dan disebut pula dengan motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Pada Internal Combustion Engine ini, proses pembakaran dan penghasil tenaga, berada pada satu tempat yaitu pada ruang bakar (silinder).

Proses pembakarannya terjadi karena adanya perubahan temperatur dan tekanan pada ruang pembakaran, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang terhisap masuk ke ruang bakar melalui katup hisap (*intake valve*) untuk dimampatkan, kemudian terbakar karena adanya loncatan bunga api listrik dari busi (*spark plug*) pada akhir langkah kompresi.

Untuk meningkatkan performa mesin motor pembakaran dalam, maka kesempurnaan proses pembakaran sangat berpengaruh terhadap tenaga mesin yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar. Untuk memperoleh pembakaran yang sempurna, berbagai upaya dapat dilakukan seperti meningkatkan tekanan kompresi, pencampuran bahan bakar dengan udara yang sesuai, serta penyetelan waktu pengapian yang tepat. Waktu pengapian (*ignition timing*) merupakan waktu dimana busi mulai menyalakan bunga api, pengapian campuran udara dan bahan bakar mencapai sempurna membutuhkan waktu kurang dari 2 milidetik. Bunga api pengapian harus dilepaskan lebih awal, dengan demikian, tekanan ledakan mencapai puncak setelah beberapa derajat

setelah titik mati atas pada poros engkol dan pembakaran berlangsung tanpa detonasi<sup>(1)</sup>.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan bagaimana pengaruh dari Waktu pengapian terhadap daya dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI. Dengan memvariasikan waktu pengapian dengan cara menggeser posisi distributor dan mencari waktu yang menghasilkan daya yang tinggi.

Melihat perlu adanya batasan masalah agar pokok pembahasan tidak keluar dari konteks, maka dibuatlah batasan masalah yaitu hanya meneliti tentang pengaruh perubahan waktu pengapian terhadap daya dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari seberapa besar pengaruh dari Waktu pengapian terhadap daya dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai wacana untuk meningkatkan wawasan mengenai pengaruh perubahan waktu pengapian terhadap daya dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI, dan dapat memberikan gambaran dan pengetahuan mengenai teknologi waktu pengapian yang menghasilkan daya yang maksimal maka dapat diaplikasikan pada motor bensin empat langkah 4 silinder berbahan premium dan pertamax.

## DASAR TEORI

Bagian Torsi (momen puntir) suatu motor adalah kekuatan poros engkol yang akhirnya menggerakkan kendaraan. Kekuatan putar poros ini pada mesin dihasilkan oleh pembakaran yang efeknya mendorong piston naik turun. Piston naik turun menyebabkan poros engkol yang kemudian akan ditransfer

menuju ke roda-roda penggerak sehingga mencapai ke roda <sup>(1)</sup>.

Daya mesin adalah besarnya kerja mesin selama waktu tertentu. Daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya berkaitan dengan kecepatan dan putaran atas mesin, hal ini terlihat dari seberapa cepat kendaraan itu mencapai suatu kecepatan tertentu dengan waktu sesedikit mungkin, dengan satuan kW (Kilowatt) atau HP (*Horsepower*) <sup>(4)</sup>.

Dinamometer adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque) dan kecepatan putaran (RPM) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Dinamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang diperlukan untuk mengop erasikan suatu mesin. Dalam hal ini, maka diperlukan dinamometer. Dinamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut Dinamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut dinamometer absorsi/ penyerap. Dinamometer yang dapat digunakan, baik penggerak maupun penyerap tenaga disebut dinamometer aktif atau universal.

Tekanan Efektif Rata-Rata Tekanan efektif rata-rata (Brake Mean Effective Pressure) yang merupakan tekanan rata-rata yang bekerja pada piston selama langkah kerja dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Bmep = \frac{0,45 \times N \times Z}{A \times L \times i \times N_d}$$

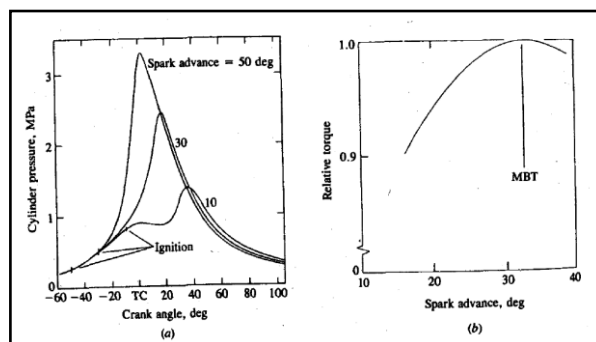
dimana :

- N = tenaga kuda poros (HP)
- A = luas penampang torak (m<sup>2</sup>)
- L = panjang langkah torak (m)
- I = jumlah silinder
- N<sub>d</sub> = putaran motor (rpm)
- Z = jumlah putaran poros engkol menyelesaikan satu siklus kerja

Waktu pengapian adalah waktu terjadinya loncatan bunga api pada busi saat akhir langka kompresi, sehingga terjadi pembakaran di ruang bakar. Waktu

pengapian dinyatakan dengan sudut yang merupakan perbandingan posisi piston saat terjadi loncatan bunga api pada busi dengan posisi paling atas yang di capai piston (TMA), saat posisi piston berada di titik mati atas (TMA) merupakan sudut 0° waktu pengapian. Bila waktu pengapian terjadi sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) sudut pengapian dikatakan positif, begitu juga sebaliknya dinyatakan negatif bila posisi piston melewati titik mati atas (TMA) <sup>(1)</sup>.

*Variations in spark timing relative to top center affected the pressure development in the engine cylinder. If combustion starts too early in the cycle, the work transfer from the piston to the gases in the cylinder at the end of the compression stroke is too large; if combustion starts too late, the peak cylinder pressure is reduced and the expansion stroke work transfer from the gas to the piston decreases. There exists a particular spark timing which gives maximum engine torque at fixed speed, and mixture composition and flow rate. It is referred to as MBT-maximum brake torque timing* <sup>(3)</sup>



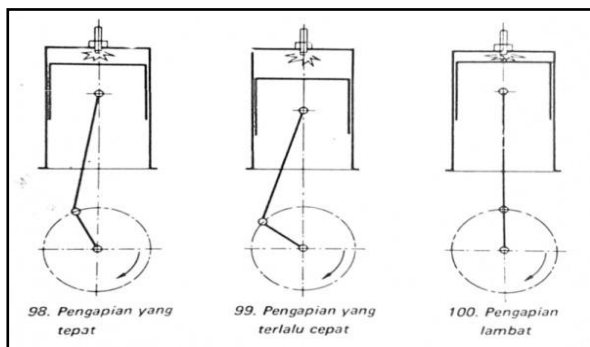
Gambar 1. Perbandingan waktu pengapian terhadap tekanan dan torsi

Sumber: John B.Heywood (1988:374)

Dari pernyataan diatas menyatakan bahwa “Variasi dalam waktu pengapian relatif mempengaruhi terhadap tingginya tekanan perkembangan dalam silinder mesin. Jika pembakaran dimulai terlalu dini dalam siklus, transfer kerja dari gas pembakaran ke piston dalam silinder pada akhir langkah kompresi terlalu besar, jika pembakaran dimulai terlambat, tekanan puncak silinder berkurang dan transfer kerja langkah ekspansi dari gas ke piston berkurang. Terdapat waktu pengapian

tertentu yang memberikan torsi mesin maksimum pada kecepatan tetap, dan komposisi campuran dan laju aliran, hal ini disebut sebagai MBT (*maximum brake torquetiming*)

Untuk memperoleh daya yang maksimal, saat pengapian ini harus tepat, bila pengapian terlalu maju, maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlangsung dan pemampatan yang masih berjalan, akan terbakar sendiri, hal ini akan menjadikan kerugian, sedangkan bila pengapian terlambat, detonasi berkurang, akan menurunnya daya. Apabila pengapian terlambat, ruang di atas piston pada akhir pembakaran sudah membesar, bahwa sebagian kecil dari kalor berubah menjadi tekanan, akibatnya sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal dalam motor <sup>(1)</sup>.



Gambar 2. Waktu pengapian  
Sumber: Arends & Berenschot (1996:70)

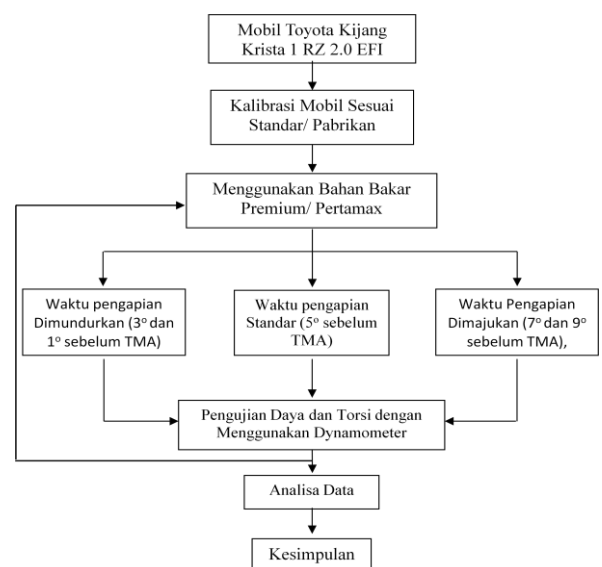
Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih dan mempunyai nilai oktan 88. Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin dengan batas kompresi hingga 9,0:1 pada semua jenis kondisi, namun tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan knocking <sup>(2)</sup>.

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9,1 : 1 sampai 10,0 : 1). Bensin dengan bilangan

oktana tinggi mempunyai periode penundaan yang panjang (5).

Bilangan Oktan adalah angka yang menunjukkan kesamaan atau kesetaraan performa yang diberikan oleh suatu bahan bakar gasoline dengan kemampuan yang diberikan oleh campuran dalam % volume antara iso-Oktan dan normal-Heptan yang diuji menggunakan mesin standar CFR F1, artinya bila bahan bakar Pertamina memiliki angka oktan 92 maka pertamax tersebut memiliki kemampuan yang sama dengan bahan bakar standar yang terbuat dari 92% iso-Oktan dan 8% normal-Heptan jika diuji menggunakan mesin standar CFR F1. Bilangan oktana dari suatu bahan bakar adalah bilangan yang menyatakan berapa persen volume iso-oktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana dan heptana normal yang mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan bakar bakar tersebut <sup>(2)</sup>.

Kerangka konseptual pada dasarnya untuk menjelaskan secara teoritis antara variabel yang diteliti. Pada penelitian ini kerangka konseptual berfungsi untuk memberi gambaran mengenai penelitian pengaruh waktu pengapian terhadap daya pada mobil Toyota Kijang 1 RZ 2.0 EFI.



## METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini digolongkan pada penelitian pendekatan eksperimen. Penelitian dengan pendekatan eksperimen merupakan penelitian yang digunakan

untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan". Penelitian ini menggunakan model eksperiment *pretest-posttest control group design*<sup>(7)</sup>.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui performa terhadap pengaruh waktu pengapian motor bensin. Desain penelitian ini terdapat dua kelompok penelitian. Kelompok pertama tidak diberi perlakuan, kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol dan kelompok kedua diberi perlakuan (X) yang disebut kelompok eksperimen. Jadi, dalam model ini terdapat dua kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol.

Definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Dinamometer adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (*torque*) dan kecepatan putaran (RPM) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Dinamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu mesin. Dalam hal ini, maka diperlukan dinamometer. Dinamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut Dinamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut dinamometer absorsi/ penyerap. Dinamometer yang dapat digunakan, baik penggerak maupun penyerap tenaga disebut dinamometer aktif atau universal<sup>(8)</sup>.

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas, yaitu kondisi yang mempengaruhi munculnya suatu gejala. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel bebas adalah pengaruh waktu pengapian dan jenis bahan bakar pada motor bensin.
2. Variabel terikat, yaitu himpunan sejumlah gejala yang memiliki aspek atau unsur di dalamnya yang menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi variabel lain. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah daya pada mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI.

3. Variabel kontrol, merupakan semua faktor yang dapat mempengaruhi hasil kerja yang dilakukan oleh mesin. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah temperatur mesin.

Objek penelitian merupakan sasaran atau objek yang dijadikan pokok pembicaraan dalam penelitian. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah daya motor<sup>(7)</sup>.

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Alat Penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah

- a. *Timing light*, digunakan sebagai alat untuk mengetahui/ melihat waktu pengapian (saat busi memercikkan bunga api)
- b. *Dynamometer*, digunakan sebagai alat untuk mengukur tenaga/ daya, dan gaya puntir (torsi), atau tenaga.

#### 2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Premium
- b. Pertamina

#### 3. Spesifikasi Mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI

Tabel 1. Spesifikasi Toyota Kijang Krista

Engine	
Model	1 RZ-E – 4 Cylinder Inline
Isi Silinder (cc)	1998
Diameter x Langkah (mm)	86,0 x 86,0
Mekanisme Katup	8 katup, SOHC, Penggerak Rantai
Perbandingan Kompresi	9,0:1
Torsi Maksimum (kgm/rpm)	15,4/2800
Tenaga Maksimum (PS/rpm)	97/4800
Viskositas dan Grade Oli	5W-30/API SL, SJ, EC
Sistem Bahan Bakar	
Tipe Bahan Bakar	Pertamax
Tipe Pemasukan Bahan Bakar	EFI ( <i>Electronic Fuel Injection</i> )
Kapasitas tangki (liter)	55
Sistem Pengapian	
Jenis Pengapian	ESA ( <i>Electronic Spark Ignition</i> )
<i>Ignition Timing</i>	5° Sebelum TMA

Sumber: <http://rinisumasdi.blogspot.com/20090301archive.html>

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primeryang digunakan adalah daya motor yang dihasilkan oleh mobil dengan waktu pengapian standar, waktu pengapian yang dimajukan dan waktu pengapian yang dimundurkan, sedangkan data sekundernya adalah data temuan penelitian yang berasal dari berbagai referensi sebagai data penguat penelitian. Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI yang dilaksanakan di bengkel Dastek Jl. Soekarno Hatta No. 168, Pekanbaru Riau.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di bengkel Dastek Jl. Soekarno Hatta No. 168 Pekanbaru Riau, pada tanggal 16April 2015, maka berikut adalah hasil dan pembahasan:

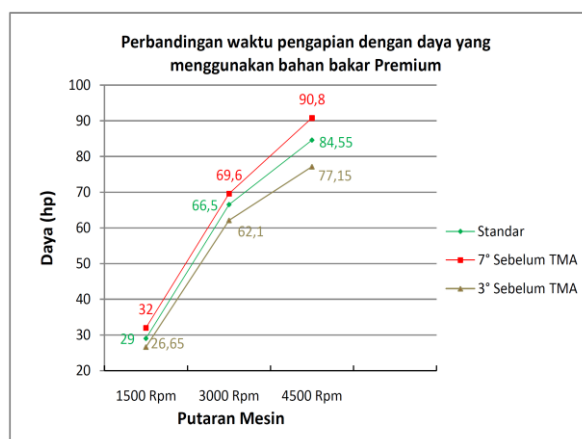
### Hasil

Berdasarkan hasil penelitian didapat hasil, yaitu mengenai Pengaruh Peubahan Waktu Pengapian Terhadap Daya Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamax Pada Mobil Totota Kijang Krista 2.0 EFI.Berikut disajikan data daya yang dihasilkan pada perubahan waktu pengapian yang standar (5° sebelum TMA), yang dimajukan (7° dan 9° sebelum TMA),dan yang dimundurkan (3° dan 1° sesudah TMA) dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax, maka diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 2. Daya menggunakan Premium

Waktu Pengapian	Suhu Mesin	Putaran Mesin (RPM)								
		1500			3000			4500		
		I	II	Rata-rata	I	II	Rata-rata	I	II	Rata-rata
5°	90°C	29,1	28,9	29,0	67,2	65,8	66,5	84,4	84,7	84,55
7°	90°C	31,8	32,2	32,0	69,9	69,3	69,6	91,6	90,0	90,8
9°	90°C	29,5	29,2	29,35	67,4	68,6	68,0	87,9	83,9	85,9
3°	90°C	27,2	26,1	26,65	62,5	61,7	62,1	76,4	77,9	77,15
1°	90°C	25,3	24,7	25,0	58,8	58,0	58,4	69,7	70,8	70,25

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat di konversi kedalam bentuk grafik sebagai berikut.

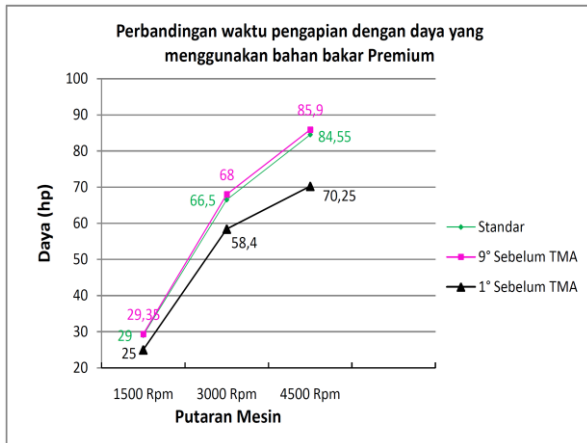


Gambar 3. Grafik perbandingan daya menggunakan bahan bakar premium

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar premium. Grafik yang berwarna hijau menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian standar (5° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 29 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 66,5 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 84,55 hp.

Grafik yang berwarna merah menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimajukan (7° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 32 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 69,6 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 90,8 hp.

Grafik yang berwarna coklat menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimundurkan (3° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 26,65 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 62,1 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 77,15 hp.



Gambar 4. Grafik perbandingan daya menggunakan bahan bakar premium

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar premium. Grafik yang berwarna hijau menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian standar (5° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 29 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 66,5 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 84,55 hp.

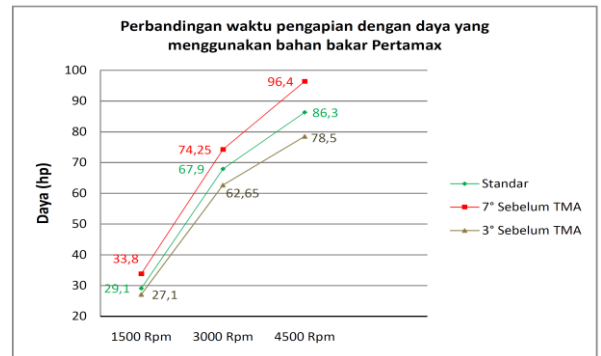
Grafik yang berwarna ungu menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimajukan (9° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 29,35 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 68 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 85,9 hp.

Grafik yang berwarna hitam menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimundurkan (1° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 25 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 58,4 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 70,25 hp.

Tabel 3. Daya menggunakan pertamax

Waktu Pengapian	Suhu Mesin	Putaran Mesin (RPM)								
		1500			3000			4500		
		I	II	Rata-rata	I	II	Rata-rata	I	II	Rata-rata
5°	90°C	29,3	28,9	29,1	67,5	68,3	67,9	85,9	86,7	86,3
7°	90°C	33,7	33,9	33,8	74,0	74,5	74,25	96,0	96,8	96,4
9°	90°C	31,6	32,7	31,9	70,7	70,4	70,55	92,5	93,4	92,95
3°	90°C	27,2	27,0	27,1	63,0	62,3	62,65	79,0	78,0	78,5
1°	90°C	25,4	25,2	25,3	58,9	58,5	58,7	72,4	71,4	71,9

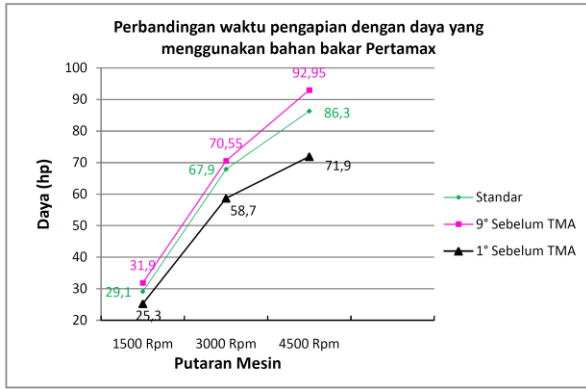
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat di konversi kedalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik perbandingan daya menggunakan bahan bakar pertamax

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertamax. Grafik yang berwarna hijau menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian standar (5° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 29,1 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 67,9 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 86,3 hp. Grafik yang berwarna merah menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimajukan (7° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 33,8 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 74,25 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 96,4 hp.

Grafik yang berwarna coklat menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimundurkan (3° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 27,1 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 62,65 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 78,5 hp.

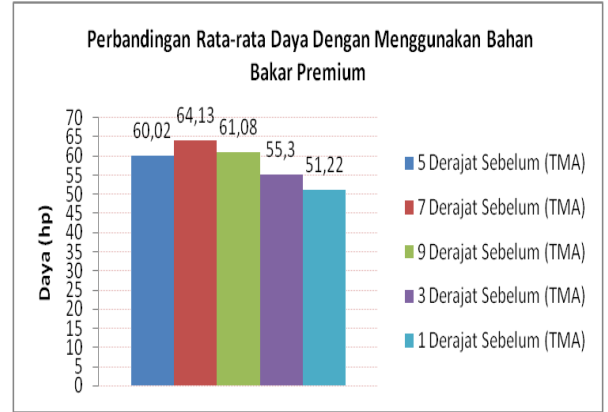


Gambar 6. Grafik perbandingan daya menggunakan bahan bakar pertamax

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari dua kali pengujian pada masing-masing putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar premium. Grafik yang berwarna hijau menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian standar (5° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 29,1 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 67,9 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 86,3 hp.

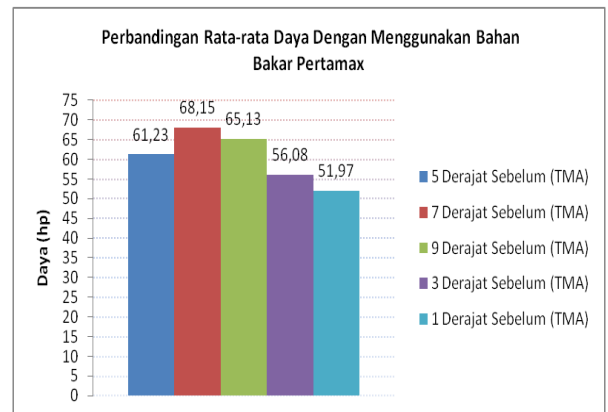
Grafik yang berwarna ungu menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimajukan (9° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 31,9 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 70,55 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 92,95 hp.

Grafik yang berwarna hitam menunjukkan besarnya daya pada waktu pengapian yang dimundurkan (1° sebelum TMA) pada putaran 1500 Rpm, 3000 Rpm dan 4500 Rpm. Dayayang terendah pada putaran 1500 Rpm, yaitu 25,3 hp, pada putaran 3000 Rpm sebesar 58,7 hp dan daya yang tertinggi pada putaran 4500 Rpm yaitu 71,9 hp.



Gambar 7. Grafik perbandingan rata-rata daya menggunakan bahan bakar premium

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari semua putaran mesin, dapat kita lihat dari grafik di atas bahwa daya yang tertinggi yaitu pada waktu pengapian 7° sebelum TMA dengan besarnya daya yaitu 64,13 hp dan selanjutnya pada waktu pengapian 9° sebelum TMA dengan daya sebesar 61,08 hp, pada waktu pengapian 5° sebelum TMA didapat daya 60,02 hp, pada waktu pengapian 3° sebelum TMA didapat daya 56,08 hp dan daya yang paling rendah dihasilkan pada waktu Pengapian 1° sebelum TMA yaitu 51,22 hp.



Gambar 8. Grafik perbandingan rata-rata daya menggunakan bahan bakar premium

Angka yang ditampilkan pada persentase daya merupakan rata-rata yang diambil dari semua putaran mesin, dapat kita lihat dari grafik di atas bahwa daya yang tertinggi yaitu pada waktu pengapian 7° sebelum TMA dengan besarnya daya yaitu 68,15 hp dan selanjutnya pada waktu pengapian 9° sebelum TMA dengan daya sebesar 65,13 hp, pada waktu pengapian 5° sebelum TMA didapat daya 61,23 hp, pada



waktu pengapian 3° sebelum TMA didapat daya 56,08 hp dan daya yang paling rendah dihasilkan pada waktu pengapian 1° sebelum TMA yaitu 51,97 hp.

## Pembahasan

Waktu pengapian yang standar dalam penelitian ini merupakan cara pengambilan data dengan menggunakan spesifikasi waktu pengapian yang tepat dengan standar (5° sebelum TMA). Pada waktu pengapian standar merupakan waktu pengapian yang tepat karena pada waktu pengapian banyak memper timbangkan beberapa aspek yaitu emisi gas buang, konsumsi bahan bakar dan daya yang dihasilkan, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Arends & Berenscot (1994:69), "Bila pengapian terlalu maju, maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlangsung dan pemampatan yang masih berjalan, akan terbakar sendiri. Hal ini akan menjadikan kerugian. Sedangkan bila pengapian terlambat, detonasi berkurang, akan tetapi berarti juga menurunnya daya. Apabila pengapian terlambat, ruang di atas piston pada akhir pembakaran sudah membesar, bahwa sebagian kecil dari kalor berubah menjadi tekanan. Akibatnya sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal dalam motor".

Hasil dari penelitian waktu pengapian yang dimajukan (7° dan 9° sesudah TMA) menghasilkan daya yang relatif lebih besar jika dibandingkan dengan waktu pengapian yang standar, akan tetapi pada waktu pengapian yang dimajukan (9° sebelum TMA) dengan menggunakan bahan bakar premium terjadi detonasi atau *knocking* pada *engine* sehingga daya yang dihasilkan menurun bila dibandingkan waktu pengapian (7° sebelum TMA), sedangkan daya yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax memiliki daya yang tertinggi pada waktu pengapian yang dimajukan (7° sebelum TMA) yaitu 96,4 hp pada 4500 Rpm dan daya yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar premium relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax, daya yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar

premium yaitu 90,8 hp pada 4500 Rpm, ini karena dengan menggunakan bahan bakar premium detonasi atau *knocking* pada *engine* akan mudah terjadi bila waktu pengapian dimajukan, sedangkan bila menggunakan bahan bakar pertamax lebih tahan terhadap detonasi atau *knocking* pada *engine* karena pada bahan bakar pertamax memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibanding bahan bakar bensin, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Arismunandar bahwa Bahan bakar Pertamax memiliki angka oktan 92, maka pertamax tersebut memiliki kemampuan yang sama dengan bahan bakar standar yang terbuat dari 92% iso-Oktan dan 8% normal-Heptan jika diuji menggunakan mesin standar CFR F1<sup>(1)</sup>.

Hasil dari penelitian pada waktu pengapian yang dimundurkan (3° dan 1° sebelum TMA) menghasilkan daya yang relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan waktu pengapian yang standar, pada waktu pengapian yang dimundurkan (3° sebelum TMA) dengan menggunakan bahan bakar premium menghasilkan daya 77,15 hp pada 4500 Rpm dan dengan menggunakan bahan bakar pertamax daya yang dihasilkan tidak jauh berbeda yaitu 78,5 hp pada 4500 Rpm, sedangkan pada waktu pengapian yang dimundurkan (1° sebelum TMA) dengan menggunakan bahan bakar premium menghasilkan daya 70,25 hp pada 4500 Rpm dan dengan menggunakan bahan bakar pertamax daya yang dihasilkan tidak jauh berbeda yaitu 71,9 hp pada 4500 Rpm, dari hasil penelitian pada waktu pengapian yang dimundurkan (3° dan 1° sebelum TMA) daya yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar premium dan bahan bakar pertamax tidak jauh berbeda.

Pada waktu pengapian yang dimundurkan tidak terdapat detonasi atau *knocking* pada *engine* hanya saja terdapat penurunan daya yang dihasilkan karena apabila pengapian terlambat, ruang bakar pada piston pada saat akhir pembakaran sudah membesar, dan ledakan pembakaran menjadi berkurang sehingga akan menurunkan daya yang dihasilkan, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Daryanto Jika pencetus bunga api terlalu

lambat (*late*) maka piston sudah melakukan langkah ekspansi sebelum terbentuk tekanan tinggi akibatnya tenaga yang dihasilkan tidak maksimal”.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan pada waktu pengapian yang dimajukan relatif lebih besar dibandingkan dengan yang standar pada saat menggunakan bahan bakar premium.
2. Daya yang dihasilkan pada waktu pengapian yang dimundurkan relatif lebih kecil dibandingkan dengan yang standar saat menggunakan bahan bakar premium.
3. Dengan menggunakan bahan bakar pertamax, daya yang dihasilkan pada waktu pengapian yang dimajukan relatif lebih besar dibandingkan dengan yang standar.
4. Pada saat menggunakan bahan bakar pertamax, daya yang dihasilkan pada waktu pengapian yang dimundurkan relatif lebih kecil dibandingkan dengan yang standar.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah lakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Bagi masyarakat khususnya para pemilik kendaraan bermotor bensin sebaiknya memeriksawaktu pengapian pada kendaraan/ service berkala sesuai rekomendasi pabrik, karena dari hasil penelitian, waktu pengapian yang tepat sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan, sehingga nantinya diharapkan timbul kesadaran untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan kendaraan dengan memeriksawaktu pengapian yang tepat/ dengan service berkala.
2. Bagi pemilik kendaraan dengan spesifikasi perbandingan kompresi yang tinggi hendaknya menggunakan bahan bakar pertamax karena dapat

memaksimalkan daya yang dihasilkan kendaraan<sup>(4)</sup>.

3. Bagi kampus Universitas Negeri Padang supaya lebih melengkapi fasilitas pendukung yang ada agar bisa mendukung dan mempermudah penelitian yang dilakukan, karena pada penelitian daya ini dilakukan di Pekanbaru, karena alat uji dinamometer ini belum ada di kampus Universitas Negeri Padang.

## DAFTAR RUJUKAN

- (1) Arends, Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta : Erlangga.
- (2) Bandem, Wayan. 2009. *Upaya Peningkatan Unjuk Kerja Mesin dengan Menggunakan Sistem Pengapian Elektronik pada Kendaraan Bermotor*. Bandung: Universitas Udayana.
- (3) B.Heywood John. 1988. *Internal Combustion Engines Fundamentals*. New York: McGraw-Hill.
- (4) Daryanto. 1995. *Step Teknik Otomotif*. Jakarta : Bumi Aksara.
- (5) Hasan Maksum, dkk. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press.
- (6) Rinisumadi, 2009. *Spesifikasi Toyota Kijang Krista* (online) dalam <http://rinisumasdi.blogspot.com/20090301arhive.html>, Diakses tanggal 3 Pebruari 2015.
- (7) Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- (8) Turnip, Jakson. 2010. *Pengujian Dan Analisa Performasi Motor Bakar Diesel Menggunakan Biodisel Dimetil Ester B-10 Dan B-12*. Medan: Universitas Sumatra Utara.