

PERFORMA MESIN TERHADAP PENGGUNAAN MEKANISME DUAL VVT-I PADA MESIN BENSIN DENGAN METODE EKSPERIMENTAL

Akhdan Naufal^{1,a†††}, Wegie Ruslan^{2,b*}, dan Nely Toding Bunga^{3,c*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. Mobil adalah salah satu alat transportasi yang sangat diminati oleh masyarakat Indonesia. Dalam memnuhi harapan masyarakat akan sebuah mobil, pihak pabrikan biasanya terus berlomba dalam pengembangan teknologinya salah satunya dalam teknologi pengembangan mesin. Saat ini teknologi mesin yang terus berkembang adalah bagaimana bisa menghasilkan tenaga mesin yang besar namun tetap irit bahan bakar. Salah satu teknologi tersebut yang ada saat ini adalah *Variable Valve Timing with Intelligence* (VVT-I) yang sudah terkenal. Saat ini teknologi ini pun terus dikembangkan menjadi Dual VVT-I dengan keunggulan lebih bertenaga dan irit bahan bakar. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian menggunakan metode eksperimental langsung untuk menguji performa tenaga mesin yang dihasilkan dari dua generasi mesin tersebut menggunakan alat mesin *Dyno Test* dimana 2 mobil yang memiliki perbedaan mesin tersebut di test running sampai menyentuh limitnya sehingga dapat diukur hasil tenaga yang dihasilkan secara *real on wheel* dan didapat terjadi perbedaan sampai 3 Horse Power antara dua mesin tersebut dengan Dual VVT-I yang lebih tinggi.

Kata kunci— *Dual VVT-I, Tenaga mesin (horse power), Pertamina.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada zaman modern saat ini, manusia sangat membutuhkan alat transportasi, Mobil adalah salah satu alat transportasi yang saat sekarang ini sangat diminati oleh masyarakat Indonesia khususnya. Terkait dengan kebutuhan akan mobil yang semakin hari semakin tinggi, maka setiap produsen mobil terus mengembangkan teknologinya. Salah satunya mobil sejuta umat keluaran pabrikan Toyota, Toyota Avanza yang saat ini sudah mengeluarkan mesin generasi terbaru, Toyota Grand New Avanza Dual VVT-I.

Jika pada tahun 2000an tercipta sebuah teknologi VVT-I (*Variable Valve Timing with Intelligence*) yang berfungsi mengatur waktu dari buka dan tutupnya katup masuk ruang bakar pada mesin mobil sehingga bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dapat terbakar optimal dan menghasilkan performa mesin yang tinggi namun irit bahan bakar. Namun seiring berjalannya waktu di mana regulasi pemerintah akan batas ambang emisi gas buang *Euro 4*, dan performa mesin dari kompetitor yang tinggi, mesin dengan teknologi VVT-I (*Variable Valve Timing with Intelligence*) masih dirasa kurang untuk menghadapi itu semua.

Teknologi mesin pun terus dikembangkan sehingga pada tahun 2015an tercipta teknologi Dual VVT-I (*Variable Valve Timing with Intelligence*) sebagai penyempurna teknologi Single VVT-I. Pada teknologi Dual VVT-I (*Variable Valve Timing with Intelligence*) bukan hanya waktu buka tutup katup masuk (*intake*) saja yang diatur, akan tetapi waktu buka tutup katup buang (*exhaust*) juga diatur oleh mekanisme VVT-I sehingga dimaksudkan dapat menghasilkan performa mesin yang lebih baik serta pemakaian bahan bakar yang jauh lebih irit serta emisi gas buang yang rendah dan ramah lingkungan.

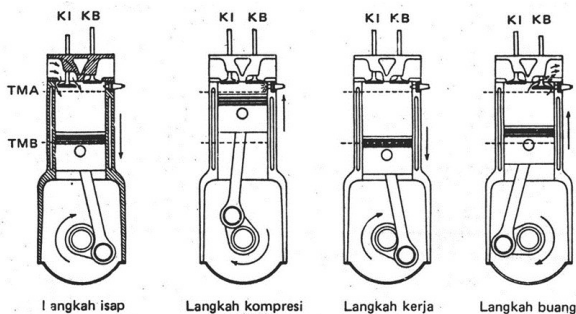
Pada penelitian ini, kita akan menguji 2 generasi mesin dengan teknologi berbeda tersebut untuk melihat perbedaan tenaga, serta torsi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin *DynoTest* untuk menguji tenaga mesin yang dihasilkan oleh masing-masing mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah membuktikan bahwa

†††† Corresponding author: akhdannaufal200@gmail.com.

memang tenaga yang dihasilkan pada mesin yang menganut sistem Dual VVT-I memiliki *output* tenaga yang lebih besar. Dalam penelitian ini digunakan juga bahan bakar keluaran Pertamina dengan produk Pertamina (RON 92) dan Pertamina Turbo (RON 98).

Motor Bakar

Motor Bakar Bensin atau dikenal dengan (*Otto Engine*) adalah merupakan salah satu dari beberapa jenis motor dengan sistem pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang saat ini banyak digunakan dan dikembangkan oleh banyak produsen otomotif baik kendaraan roda dua atau empat. Motor Bakar Bensin memiliki dua siklus yang dikenal oleh kalangan masyarakat secara umum, yaitu motor 4 langkah (*Four Stroke*) dan motor 2 langkah (*Two Stroke*). Pada motor 4 langkah sendiri terdapat 4 kali langkah piston naik turun atau 2 kali putaran poros engkol (*Crankshaft*) untuk 1 siklusnya, sedangkan untuk motor 2 langkah hanya memiliki 2 kali langkah piston naik turun atau 1 kali putaran poros engkol (*Crankshaft*) [2]. Untuk pengertian yang dimaksud langkah gerakan piston itu sendiri adalah gerakan piston yang bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) atau (*Top Death Center*) menuju Titik Mati Bawah (TMB) atau (*Bottom Death Center*) begitupun sebaliknya bergerak dari TMB ke TMA. Sesuai dengan penelitian ini, maka penulis hanya menjelaskan motor 4 langkah dengan detail penjelasan seperti berikut ini [3]:



Gambar 2. 1 Langkah Kerja Motor Bakar 4 Langkah [3]

Bahan Bakar Bensin

Bahan Bakar untuk Motor Bakar Bensin sangat erat kaitannya dengan proses pembakaran di dalam mesin. Proses pembakaran didalam mesin Motor Bakar Bensin akan berjalan dengan sangat baik dan efisien apabila bahan bakar yang kita gunakan memiliki kualitas yang sangat baik. Bahan Bakar Bensin untuk Motor Bakar Bensin biasanya terbuat dari *petroleum*, di mana terdiri dari komposisi campuran rangkaian *Hydrocarbon*.

1. Bahan Bakar Pertamina

Bahan Bakar yang juga banyak dijual di Indonesia ini memiliki angka RON (*Research Octan Number*) 92. Pertamina sendiri sama seperti bensin premium yang dihasilkan dari proses kilang minyak bumi dilepas pantai. Pada tahun 1999 adalah tahun Pertamina meluncurkan menyempurnakan bahan bakar sebelumnya yang bernama premix yang memiliki kandungan MTBE yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Pertamina memiliki emisi gas buang yang lebih bersih sehingga ramah bagi *catalytic converter* dan lingkungan pastinya. Memiliki performa yang baik karena tahan terhadap tekanan dan suhu yang tinggi sehingga mencegah terjadinya detonasi [5].

2. Bahan Bakar Pertamina Turbo

Pertamax Turbo adalah salah satu dari sekian banyak jenis bahan bakar yang dijual oleh Pertamina untuk mesin bensin. Pertama diluncurkan pada tahun 2016. Sama seperti Pertamina, bahan bakar ini tidak mengandung timbal. Pertamina Turbo memiliki angka RON (*Research Octan Number*) 98 yang artinya lebih tinggi di dibandingkan dengan Pertamina dengan nilai sulfur 0 ppm.

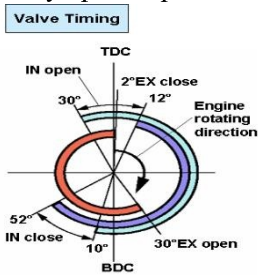
Dual Variable Valve Timing with Intelligence (Dual VVT-I)

Mesin pada Toyota Grand New Avanza generasi terbaru sudah menerapkan sistem Dual VVT-I, Dual VVT-I sendiri adalah sebuah mekanisme yang mampu mengatur waktu dan durasi dari buka dan tutupnya katup masuk dan katup buang. Hal ini dimaksudkan untuk untuk membuat mesin selalu berada pada posisi

optimumnya dari keadaan mesin idle sampai pada saat mesin berputar tinggi. Pada dasarnya, mesin dengan teknologi Dual VVT-I adalah mesin yang mampu mengoptimalkan torsi dan tenaga pada setiap putaran mesin, kecepatan kendaraan dan kondisi mengemudi secara langsung yang bertujuan untuk membuat konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien dan menurunkan emisi gas buang yang dihasilkan[8].

Besarnya pembukaan maksimal katup in/masuk berkisar pada 300 sebelum Titik Mati Atas (TMA) dan besarnya penutupan maksimal katup in/masuk akan berkisar pada 520 setelah Titik Mati Bawah (TMB). Untuk besarnya pembukaan dan penutupan katup ex/katup buang, yaitu untuk pembukaan berkisar 300 sebelum TMB dan besarnya penutupan berkisar 200 setelah TMA.

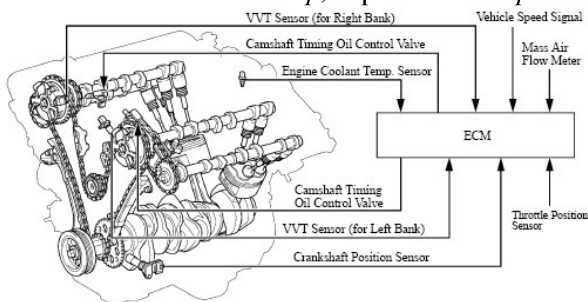
Sedangkan untuk besarnya pembukaan minimal katup in/masuk berkisar pada 120 sebelum TMA dan besarnya penutupan maksimal katup in/masuk akan berkisar pada 100 setelah TMB[6].



Gambar 2. 2 Timing Waktu Buka Tutup Valve VVT-I[8]

Sistem Dual VVT-I sendiri mempunyai cara kerja yang cukup sederhana. Untuk menghitung waktu lama buka tutup katup (*valve timing*) yang optimal, *Electronic Control Unit* (ECU) akan selalu menyesuaikan dengan kecepatan mesin, volume udara yang masuk, posisi *throttle*, dan temperatur air pendingin mesin. Agar target *valve timing* atau waktu buka tutup katup tercapai, sensor posisi *crankshaft* memberikan sinyal yang menjadi respon koreksi.

Sistem Dual VVT-i ini akan mengoreksi *valve timing* atau jalur keluar masuk bahan bakar dan udara begitupun dengan gas buang. Disesuaikan dengan pijakan pedal gas dan beban. yang ditanggung untuk menghasilkan torsi optimal di tiap-tiap putaran dan beban mesin. Dengan begitu akan menghasilkan tenaga yang optimal, hemat bahan bakar, serta ramah lingkungan. Teknologi ini membuat biaya pemeliharaan menjadi lebih minim karena *tune up*, seperti setel *klep* dan lain sebagainya tidak diperlukan lagi.



Gambar 2. 3 Konstruksi Mesin Dual VVT-I[8]

- *Oil Control Valve* (OCV) berfungsi sebagai pengatur aliran oli mesin yang akan disuplai ke VVT-i controller.
- *VVT-i controller* berfungsi untuk menghubungkan antara putaran dari putaran mesin ke *intake camshaft* dan mengatur pemajuan atau pemunduran kerja *intake camshaft*.
- *Cam angle sensor* berfungsi untuk memberikan koreksi kepada engine ECU terhadap sudut cam yang terjadi.
- *Crank angle sensor* berfungsi untuk sensor koreksi terhadap ketepatan pembukaan dan penutupan katup in/masuk beserta katup ex/keluar terhadap sudut engkol yang dibentuk.

Daya Mesin

Daya adalah merupakan besar nilai dari suatu kerja yang terukur yang dilakukan persatuan waktu. Biasanya satuan dari daya yang dihasilkan dari sebuah mesin kendaraan memiliki satuan yaitu Daya Kuda (*Horse Power*). Untuk satu daya kuda yang dihasilkan mesin memiliki nilai sama dengan kemampuan mengangkat beban seberat 75Kg sejauh 1 meter dan dalam waktu yang singkat, biasanya 1 detik[9].

$$P = \frac{2 \times \pi \times T}{60 \times 746}$$

Di mana:

P = Daya yang dihasilkan oleh mesin (kW)

T = Torsi mesin yang dihasilkan (N.m)

n = putaran mesin yang dilakukan saat pengujian (rpm)

Torsi Mesin

Torsi merupakan gaya yang bekerja pada poros engkol yang berputar. Torsi adalah hasil perkalian gaya tangensial dengan lengannya sehingga memiliki satuan Nm untuk (SI) dan lb.ft untuk (*British*) (Dicky Exoryanto, Jurnal ITS 2017). Sedangkan untuk persamaannya adalah seperti terlampir berikut:

$$P = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

Di mana:

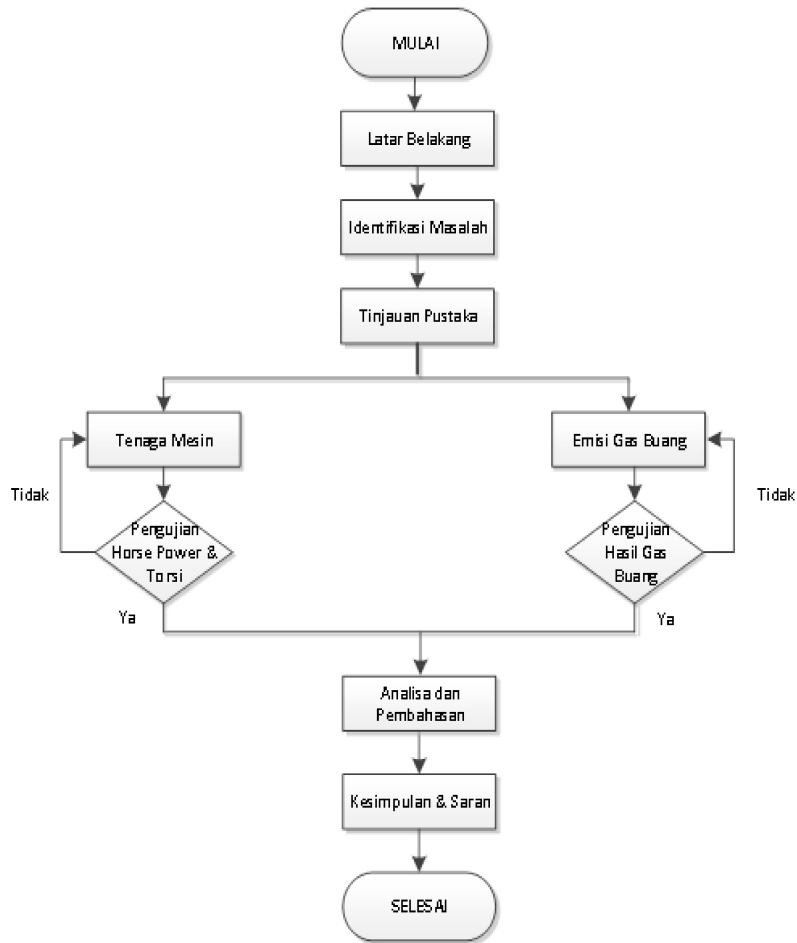
T = Torsi dari benda yang berputar (N.m)

P = Daya yang dihasilkan dari sebuah mesin (Watt)

n = Putaran mesin yang dilakukan mesin saat pengujian (rpm)

METODOLOGI

Pada penelitian ini, kegiatan yang dilakukan adalah menguji secara langsung tenaga mesin yang dihasilkan oleh dua generasi mesin tersebut.



Metode yang dilakukan dalam peneliiian adalah menggunakan alat test mesin *Dyno Test* yang biasanya juga menjadi satu dengan alat test emisi gas buang. Pengujian dilakukan pada setiap mesin dengan masing-masing menggunakan 2 bahan bakar yaitu Pertamina dan Ppertamax Turbo dan akan ditarik kesimpulan dari hasil pengetesan tersebut.

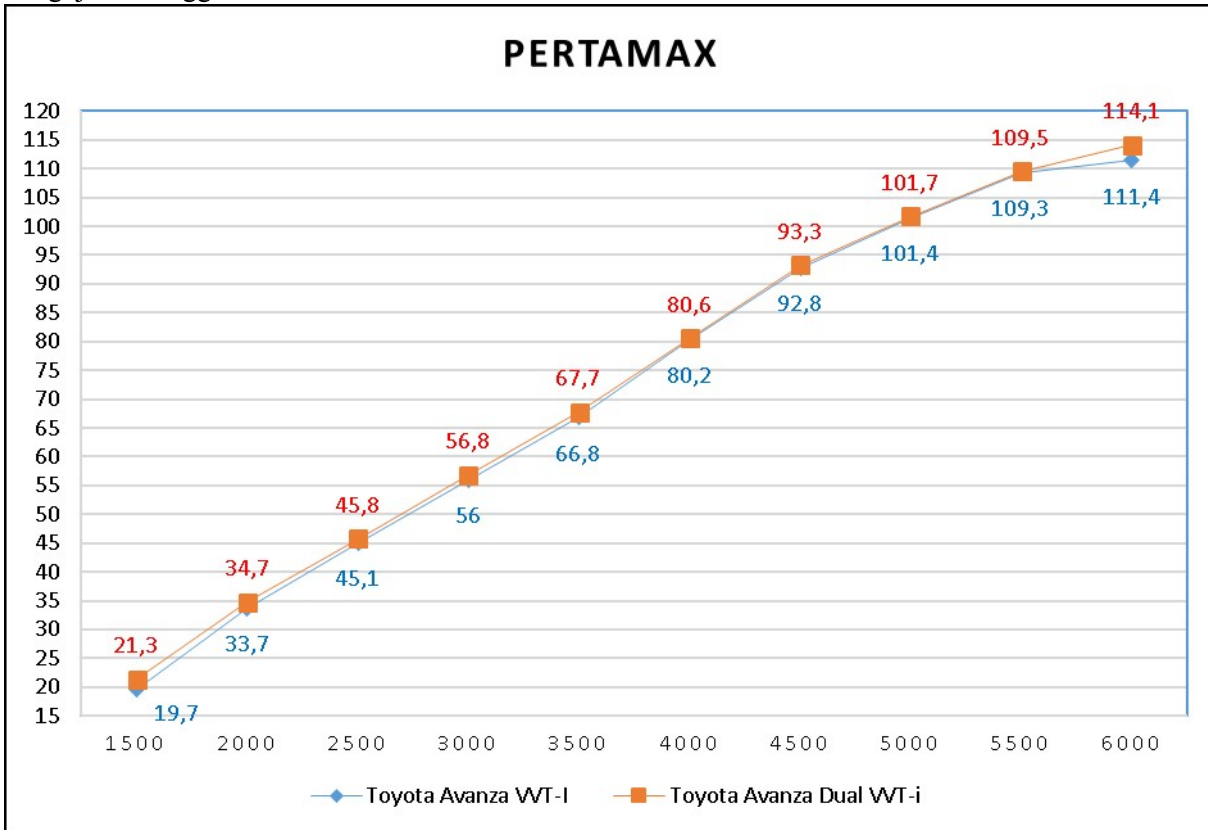
HASIL DAN PEMBAHASAN2) *Tenaga Mesin*

Setelah dilakukan pengujian pada mesin *DynoTest*, maka hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Pengujian Tenaga Mesin

No	Putaran Mesin (rpm)	Tenaga Mesin (hp)			
		Pertamax		Pertamax Turbo	
		Avanza VVT-I	Avanza Dual VVT-I	Avanza VVT-I	Avanza Dual VVT-I
1	1500	19,7	21,3	21,3	22,9
2	2000	33,7	34,7	34,7	34,7
3	2500	45,1	45,8	45,7	46,5
4	3000	56,0	56,8	56,5	56,9
5	3500	66,8	67,7	67,0	67,4
6	4000	80,2	80,6	80,8	81,2
7	4500	92,8	93,3	93,1	92,7
8	5000	101,4	101,7	101,9	101,2
9	5500	109,3	109,5	110,0	109,2
10	6000	111,4	114,1	112,5	115,8

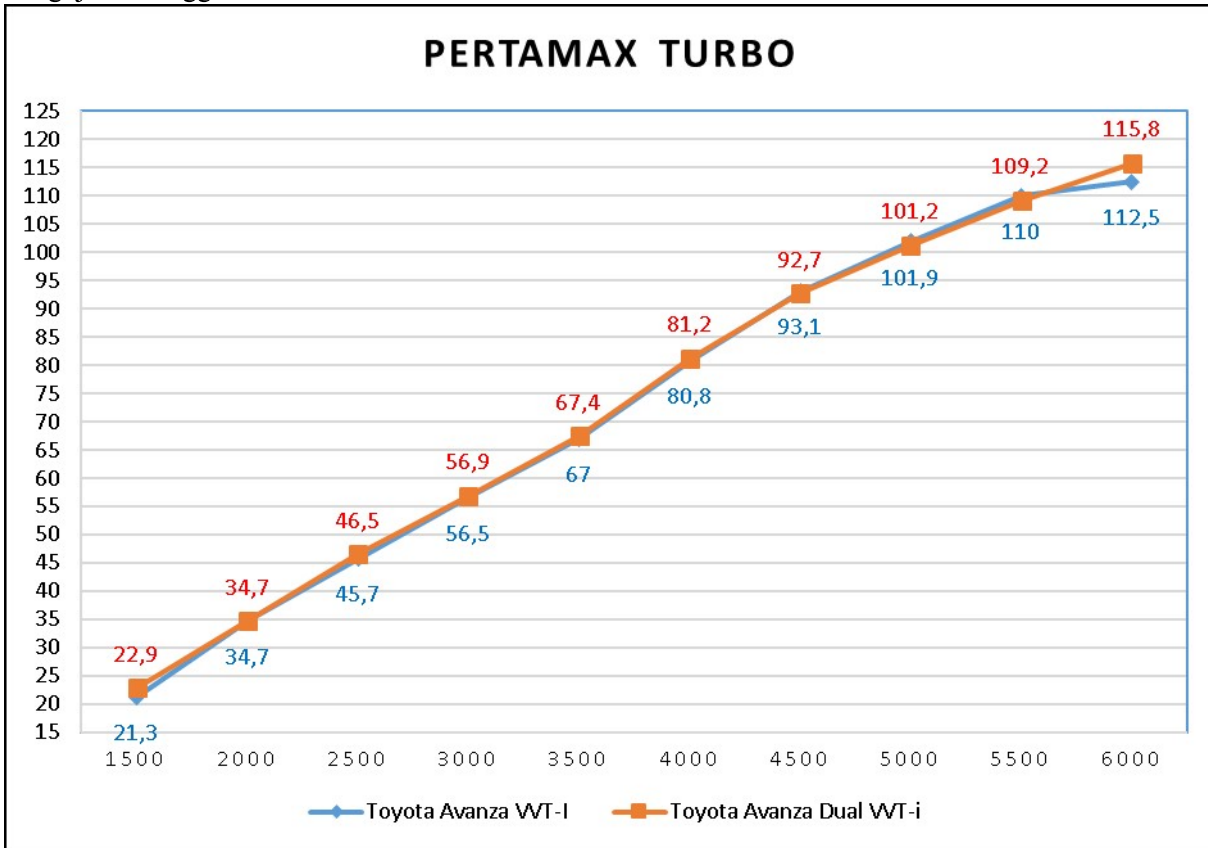
Pengujian Menggunakan Pertamina



Grafik 1 Hasil Pengujian Tenaga Mesin Menggunakan Pertamina

Keterangan Grafik: Dari grafik 1 diatas dapat di simpulkan bahwa mesin dengan Dual VVT-I memiliki tenaga yang lebih besar yaitu 114,1 hp di 6000 rpm di bandingkan dengan Single VVT-I yang memiliki tenaga sebesar 111,4 hp di 6000 rpm.

Pengujian Menggunakan Pertamina Turbo



Grafik 2 Hasil Pengujian Tenaga Mesin Menggunakan Pertamina Turbo

Keterangan Grafik: Dari grafik 2 diatas dapat di simpulkan bahwa mesin dengan Dual VVT-I memiliki tenaga yang lebih besar yaitu 115,8 hp di 6000 rpm di bandingkan dengan Single VVT-I yang memiliki tenaga sebesar 112,5 hp di 6000 rpm. Terjadi kenaikan tenaga sekitar 1 hp dengan memakai bahan bakar Pertamina Turbo.

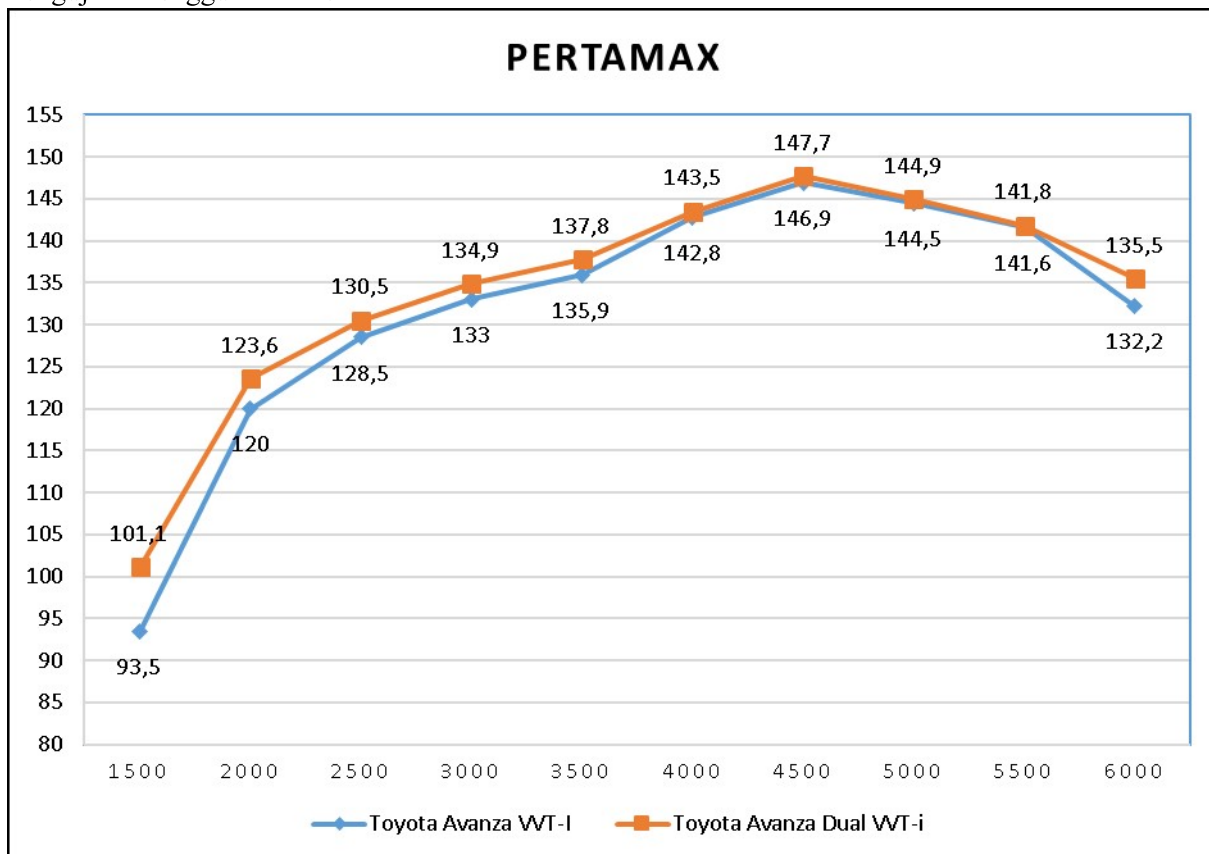
Torsi Mesin

Setelah dilakukan pengujian pada mesin *DynoTest*, maka hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil Pengujian Torsi Mesin

No	Putaran Mesin (rpm)	Torsi Mesin (N.m)			
		Pertamax		Pertamax Turbo	
		Avanza VVT-I	Avanza Dual VVT-I	Avanza VVT-I	Avanza Dual VVT-I
1	1500	93,5	101,1	101,1	108,7
2	2000	120,0	123,6	123,6	123,6
3	2500	128,5	130,5	130,2	132,5
4	3000	133,0	134,9	134,1	135,1
5	3500	135,9	137,8	136,4	137,2
6	4000	142,8	143,5	143,9	144,6
7	4500	146,9	147,7	147,4	146,7
8	5000	144,5	144,9	145,2	144,2
9	5500	141,6	141,8	142,5	141,1
10	6000	132,2	135,5	133,6	137,5

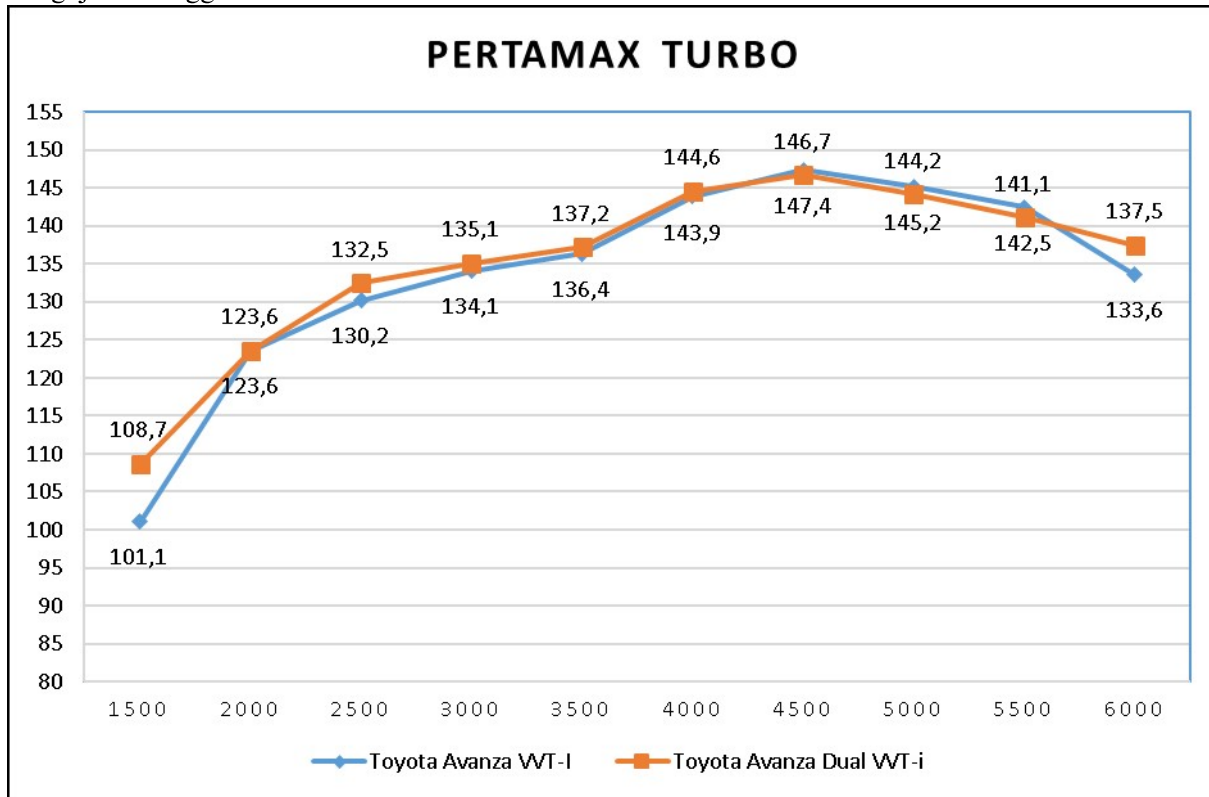
Pengujian Menggunakan Pertamax



Grafik 3 Hasil Pengujian Torsi Menggunakan Pertamax

Keterangan Grafik: Dari grafik 3 diatas dapat di simpulkan bahwa mesin dengan Dual VVT-I memiliki puncak torsi yang lebih besar yaitu 147,7 N.m di 4500 rpm di bandingkan dengan Single VVT-I yang memiliki torsi sebesar 146,9 N.m di 4500 rpm.

Pengujian Menggunakan Pertamina Turbo



Grafik 4 Hasil Pengujian Torsi Menggunakan Pertamina Turbo

Keterangan Grafik: Dari grafik 4 diatas dapat di simpulkan bahwa mesin dengan Dual VVT-I memiliki torsi yang lebih kecil yaitu 146,7 N.m di 4500 rpm di bandingkan dengan Single VVT-I yang memiliki tenaga sebesar 147,4 N.m di 4500 rpm. Dapat dilihat bila menggunakan Pertamina Turbo pencapaian puncak torsi mesin Dual VVT-I lebih kecil dibandingkan dengan Single VVT-I, namun penurunan di putaran mesin atas tidak terlalu signifikan di bandingkan dengan Single VVT-I.

KESIMPULAN

Dari semua pengujian baik secara eksperimental menggunakan mesin *DynoTest* serta beberapa perhitungan terkait daya, torsi di setiap putaran untuk membandingkan mesin dengan Teknologi *Single VVT-I* dengan *Dual VVT-I*, maka:

1. Daya yang dihasilkan dari mesin dengan teknologi *Dual VVT-I* memiliki perbedaan sebesar 2,7 hp lebih besar dibandingkan dengan teknologi *Single VVT-I* dengan menggunakan bahan bakar Pertamina, dan 3,3 hp lebih besar bila menggunakan Pertamina Turbo.
2. Torsi yang dihasilkan dari mesin dengan teknologi *Dual VVT-I* memiliki perbedaan sebesar 0,8 Nm lebih besar dibandingkan dengan teknologi *Single VVT-I* dengan menggunakan bahan bakar Pertamina dan 0,7 lebih kecil bila menggunakan Pertamina Turbo pada posisi puncak.
3. Terkait torsi bila menggunakan Pertamina turbo, *Dual VVT-I* memang lebih kecil ketika di puncak putaran yaitu 4500 rpm, namun diatas putaran tersebut penurunannya tidak signifikan sehingga di 6000 rpm, mesin dengan *Dual VVT-I* masih menghasilkan 137,5 Nm sedangkan *Single VVT-I* turun jauh menjadi 133,6 Nm.
4. Baik tenaga mesin maupun torsi akan membaik bila mesin menggunakan teknologi *Dual VVT-I*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sitorus, T. B. (2009). TINJAUAN TEORITIS PERFORMANSI MESIN BERTEKNOLOGI VVT-i. *Jurnal Dinamis*, 1(5), 19–29.

- [2] Amrullah, Sungkono, & Prastianto, E. (2016). *Analisis Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Prestasi Mesin*, 15-26.
- [3] Arismunandar, Wiranto., 1988, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Penerbit ITB, Bandung.
- [4] Kristanto, P., Willyanto, & Michael. (2001). *Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan Methyl Tertiary Buthyl Ether Pada Bensin*, 57-62.
- [5] Wahjudi, S. (2017). *Analisis Pencampuran Bahan Bakar Premium - Pertamina Terhadap Kinerja Mesin Konvensional*. III(2), 1–5.
- [6] Sumaryanta, I. M., Adnyana, I. W. B., Sukadana, I. G. K., Jurusan, D., Mesin, T., Udayana, U., ... Bali, J. (2017). Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Berbahan Bakar Pertamina Plus Dengan Pertalite Pada Rasio Kompresi Berbeda Terhadap Unjuk Kerja. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA*, 6(1), 23–28.
- [7] Anonim., 2001, *Training Manual Electronic Fuel Injection*, PT. Astra Daihatsu Motor Jakarta.
- [8] Toyota Astra Motor, *Technology Engine Dual VVT-i*. 2016. Diakses tanggal 20 Oktober 2018. <https://www.toyota.astra.co.id/technology/engine>
- [9] Majedi, F., & Puspitasari, I. (2017). *Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head*. 5(1).
- [10] Mei, N., Hasbi, M., & Sudia, B. (2016). *Studi Gejala Kerusakan Pada Mesin Toyota Avanza Berteknologi Vvt-I Tipe Mesin K3-Ve 1300 Cc*. 1(1), 30–34.
- [11] Prawoto. (2011). *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Gas Cair (Lgv) Dan Pertamina Pada Kondisi Uji Awal Dingin dan Panas*, 67-74.
- [12] Sukartono, Greg., 2015, *Modul Teori Mesin Otomotif II*, Departemen Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.
- [13] Mulyono, S., Gunawan, G., & Maryanti, B. (2014). Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 2(1), 28–35.
- [14] Astawa, K., Mesin, J. T., & Udayana, U. (2010). *PENCAPAIAN PERFORMA PADA KATUP VARIABEL TIMING FIXED TIMING UNTUK MESIN YANG OPTIMAL*, 68-74.
- [15] Hotlan m, himsar ambarita. tulus b. (2013). Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar. *Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Etanol*, 4(4), 251–264.
- [16] Nuarsa, I. M. (2011). PENGARUH PEMAKAIAN BAHAN BAKAR BENSIN PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP TORSI, DAYA EFEKTIF DAN SFC_e PADA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH EMPAT SILINDER. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1).
- [17] Handoyo, y. (2013). ANALISA PERFORMA ENGINE ESEMKA 1.5 i. 17-25.
- [18] Bayu, G., Esaputra, W., Kusuma, I. G. B. W., & Adhi, A. (2016). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Liquefied Gas for Vehicle (LGV) terhadap Konsumsi Bahan Bakar , SFC dan Emisi Gas Buang Pada Mobil. 2(2), 83–92.
- [19] Gandi Aditya, D. D. (2015). PERANCANGAN DYNOTEST PORTABLE UNTUK SEPEDA MOTOR DENGAN SISTEM MONITORING MENGGUNAKAN MODUL ISM FREKUENSI 2.4 GHz, 1231-1238.
- [20] Audri D Cappenberg. (2014). *Studi Tentang Berbagai Tipe Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Mobil Toyota Xxx*. 157–164