

TUGAS AKHIR
DAYA DAN TORSI MESIN TOYOTA KIJANG
INNOVA MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR
PERTAMAX PLUS

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Diploma 3 untuk
Menyandang Sebutan Ahli Madya



Oleh :

Himawan Solikhin

5211312050

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Himawan Solikhin
NIM : 5211312050
Program Studi : Teknik Mesin D3
Judul : Torsi Dan Daya Mesin Toyota Kijang Innova
Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Plus

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

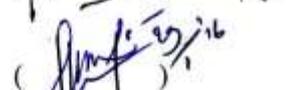
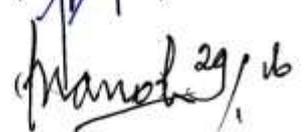
Panitia Ujian

Ketua : Rusiyanto S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002
Sekertaris : Dr. Rahmat Doni Widodo ST, MT.
NIP. 197509272006041002

 29/1/16
 29/1/16

Dewan Penguji

Pembimbing : Drs. Winarno D.R, M.Pd
NIP. 195210021981031001
Penguji Utama : Drs Suwahyo M.Pd
NIP.195905111984031002
Penguji Pendamping : Drs. Winarno D.R, M.Pd
NIP. 195210021981031001

 29/1/16
 29/1/16
 29/1/16

Ditetapkan di Semarang.
Tanggal:

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nur Qudus M.T
NIP. 196911301994031001

ABSTRAK

Himawan, 2015, “**Daya dan Torsi Mesin Toyota Kijang Innova Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Plus**”. Program Studi Teknik Mesin Diploma III, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Unniversitas Negeri Semarang. Drs Winarno, D.R., MPd.

Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui besaran daya dan torsi Toyota Kijang Innova ITR dengan menggunakan bahan bakar Pertamina plus.

Laporan tugas akhir ini menggunakan metode observasi, dokumentasi, dan wawancara. Metode observasi yaitu dengan cara mengamati dan mengerjakan secara langsung proses pekerjaan pada saat pengujian performa dari awal hingga akhir. Metode dokumentasi digunakan untuk mencari data-data yang berkaitan dengan topic tugas akhir dari buku, jurnal, dan internet. Sedangkan metode wawancara yaitu dengan cara mengajukan pertanyaan kepada dosen pembimbing dan dosen pembimbing lapangan saat melakukan praktikum.

Tujuan dibuatnya laporan tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui besaran daya dan torsi yang akan terjadi bila Toyota Kijang Innova menggunakan bahan bakar Pertamina plus. Selain mengetahui daya dan torsi, hasil lain yang diperoleh yaitu mengetahui karakteristik, kelebihan dan kekurangan Pertamina plus yang mempunyai nilai oktan 95 bekerja pada kendaraan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah penggunaan Pertamina plus pada mobil Toyota Kijang Innova daya maksimal yang dihasilkan sebesar 80 kW pada putaran 7000 RPM. Sementara daya yang dihasilkan pada putaran 7000 RPM cenderung mengalami penurunan karena keterlambatan timing pengapian dan kurangnya konsumsi bahan bakar seiring dengan putaran mesin yang semakin tinggi. Sedangkan pada torsi tertinggi dihasilkan pada putaran mesin 5000 RPM sebesar 132 Nm.

Kata kunci : Pertamina plus, Daya, Torsi

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat, Taufiq dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “**Daya Dan Torsi Mesin Kijang Innova Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Plus**”. Tugas akhir disusun dalam rangka melengkapi bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari semua pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ibu, Bapak dan kakak tercinta yang selalu mendoakan yang terbaik, dosen pembimbing Bapak Drs Winarno D.R, MPd, pembimbing lapangan Bapak R. iman Danar Herunandi, seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik, dan seluruh sahabat yang telah membantu dan mendoakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini. Besar harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 14 Januari 2016

Himawan Solikhin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Permasalahan	2
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Prestasi Mesin	4
B. Pengaruh Pertamina Plus Terhadap Daya Motor	5
C. Pengaruh Pertamina Plus Terhadap Torsi Motor	6
D. Nilai Oktan	7
E. Bahan Bakar Pertamina Plus.....	8
F. Proses Pembakaran pada Motor Bensin.....	9
G. Pengujian Performa Menggunakan Dinamometer.....	12

BAB III ISI	14
A. Alat dan Bahan.....	14
1. Alat.....	14
2. Bahan.....	15
B. Langkah Kerja Pengujian Performa	15
C. Hasil	24
D. Pembahasan.....	29
BAB IV PENUTUP	33
A. Simpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Keseimbangan Energi pada Motor	5
Gambar 2.2 <i>Chasis Dynamometer</i>	13
Gambar 3.1 Tali Pengikat Kendaraan	16
Gambar 3.2 Penempatan Kendaraan pada Roller	16
Gambar 3.3 Pemasangan Tali Pengikat	17
Gambar 3.4 Pemasangan Kabel Temperatur Oli.....	18
Gambar 3.5 Pemasangan Kabel Massa	18
Gambar 3.6 Menghidupkan Dinamometer.....	19
Gambar 3.7 Penyesuaian Roda Terhadap Roller	19
Gambar 3.8 Tampilan <i>Software Ips 3000</i>	20
Gambar 3.9 Melakukan <i>Constan Speed Test</i>	21
Gambar 3.10 Pengisian Data Kendaraan	22
Gambar 3.11 Mengatur <i>Driving Trial</i>	23
Gambar 3.12 Melakukan <i>Running Test</i>	23
Gambar 3.13 Grafik Hasil Penujian	24
Gambar 3.14 Grafik Daya dan Torsi Vs RPM Percobaan Pertama	25
Gambar 3.15 Grafik Daya dan Torsi Vs RPM Percobaan Kedua.....	27
Gambar 3.16 Grafik Daya dan Torsi Vs RPM Percobaan Ketiga	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Spesifikasi Bahan Bakar Bensin	36
Spesifikasi Mesin Toyota Kijang Innova 1TR.....	36
Hasil Uji Performa Percobaan 1	37
Hasil Uji Performa Percobaan 2.....	38
Hasil Uji Performa Percobaan 3.....	39
Lembar Pengajuan Tugas Akhir.....	40
Surat Tugas Dosen Pembimbing Tugas Akhir.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertamax plus adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamax plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *International World Wide Fuel Charter (IWWFC)*. Pertamax plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5 serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection (EFI)*, *Variable Valve Timing Intelligent (VVTI)*, dan *Turbochargers*. Dengan beberapa kelebihan yang dimiliki Pertamax plus maka perlu dilakukannya pengujian performa terhadap kendaraan. Performa suatu kendaraan dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian menggunakan alat yang bernama *dynamometer*. Pengujian performa Pertamax plus yang dilakukan dengan menggunakan *dynamometer* diharapkan dapat mengetahui seberapa besar pengaruh bahan bakar Pertamax plus terhadap performa mesin. Performa mesin yang dimaksud adalah besarnya daya dan torsi yang dihasilkan dari pengonsumsiannya Pertamax plus.

Torsi merupakan gaya atau kemampuan mesin untuk menggerakkan kendaraan dari posisi diam sampai berjalan. Sedangkan gaya merupakan dorongan atau tarikan yang diberikan kepada sebuah benda. Daya merupakan kemampuan kendaraan untuk mencapai kecepatan tertinggi dalam waktu tertentu. Pertamax plus tentunya memberikan perbedaan daya dan torsi dibandingkan dengan bahan bakar beroktan

rendah seperti premium. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian performa kendaraan dengan menggunakan bahan bakar Pertamina plus. Masalah lain yang umum terjadi dari penggunaan premium pada kendaraan yang mempunyai ratio kompresi tinggi adalah mesin akan mengalami *knocking*. *Knocking* merupakan terbakarnya campuran udara-bahan bakar di dalam mesin sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena ketuk yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin (Muku, 2009 : 26). Dalam menghindari efek knocking pada mesin, maka dianjurkan pengguna kendaraan bermotor untuk memakai bahan bakar dengan ratio kompresi tinggi.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penulis akan mengangkat topik mengenai pengujian performa Pertamina plus sebagai bahan penyusunan tugas akhir dengan mengambil judul Daya dan Torsi Mesin Toyota Kijang Innova Menggunakan Bahan Bakar Pertamina plus.

B. Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diambil dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimanakah karakteristik daya Toyota Kijang Innova 1TR dengan bahan bakar Pertamina plus ?
2. Bagaimanakah karakteristik torsi Toyota Kijang Innova 1TR dengan bahan bakar Pertamina plus ?

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan tugas akhir ini adalah :

1. Menganalisis karakteristik daya Toyota kijang Innova 1TR dengan bahan bakar pertamax bahan bakar pertamax.
2. Menganalisis karakteristik torsi Toyota kijang Innova 1TR dengan bahan bakar pertamax bahan bakar pertamax.

D. Manfaat

Laporan dari proyek tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan bagi para pembaca, sehingga pembaca dapat mengetahui cara melakukan pengujian performa kendaraan dengan prosedur yang benar.
2. Memberikan manfaat sebagai bahan wacana mengenai karakteristik daya dan torsi pada Toyota Kijang Innova dengan bahan bakar pertamax.
3. Bermanfaat sebagai bahan pembelajaran atau referensi dalam menganalisis performa suatu kendaraan dengan menggunakan bahan bakar tertentu.

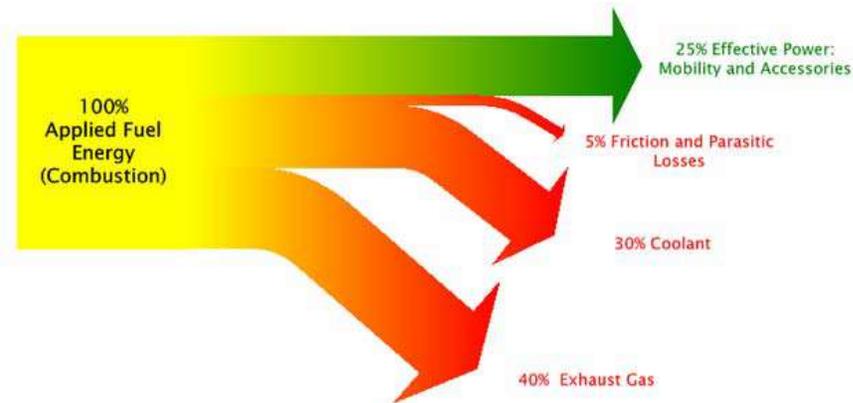
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Prestasi Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahanbakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut peforma mesin atau prestasimesin. Motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada.bahan bakar menjadi energi mekanik. Dayayang berguna akan langsung dimanfaatkan sebagai penggerak adalah daya pada poros.Proses perubahan energi dari mulai proses pembakaran sampai menghasilkan daya padaporos motor bakar melewati beberapa tahapan dan tidak mungkin perubahan energinya100%. Selalu ada kerugian yang dihasikan dari selama proses perubahan, hal ini sesuaidengan hukum termodinamika kedua yaitu "tidak mungkin membuat sebuah mesin yangmengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja" (Basyirun, 2008 : 2).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya dan torsi motor atau kemampuan motor. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain volume silinder, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, dan kualitas bahan bakar (Sudibyo, 2011 : 23).



Gambar 2.1 Keseimbangan energi pada motor bakar

B. Pengaruh Pertamina Plus Terhadap Daya Motor

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Penjelasan tersebut diperjelas oleh Wiratmaja (2010 : 20) yang mendefinisikan daya sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi.

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indiator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi didalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak (Basyirun, 2008 : 25). Sudibyo (2011 : 27) menjelaskan untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus :

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \text{ Nm/s (Watt)}$$

Dimana :

$P = \text{Daya (Watt)}$

$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$

$T = \text{Torsi mesin (Nm)}$

Dari rumus di atas daya motor dapat diketahui besarnya setelah diketahui berapa besar torsi (T) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan oleh motor itu.

C. Pengaruh Pertamina Plus Terhadap Torsi Motor

Torsi merupakan suatu kemampuan mesin untuk menggerakkan/memindahkan mobil/motor dari kondisi diam hingga berjalan. Torsi merupakan suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi pada mesin ruang bakar dalam terjadi pada langkah kompresi campuran bahan bakar dan udara yang kemudian menghasilkan ledakan dalam silinder akan mendorong piston turun sehingga menghasilkan tenaga untuk memutar poros engkol. Tenaga dari poros engkol kemudian disalurkan menuju *flywheel*. Suatu kendaraan apabila berada di jalanan menanjak atau mengangkat muatan yang berat, maka beban yang dihasilkan terhadap roda dan mesin akan lebih besar. Dalam hal tersebut kendaraan membutuhkan torsi yang besar.

Basyirun (2008 : 23) menjelaskan bahwa pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman pada stator yang dikenai beban sebesar w . mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan w

pengereman atau pembebanan. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F. Perumusan torsi adalah apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b, dengan data tersebut maka torsinya adalah :

$$T = w \times b \text{ (N.m)}$$

dimana:

$$T = \text{Torsi mesin (N.m)}$$

$$w = \text{beban (kg)}$$

$$b = \text{Jarak benda ke pusat rotasi (m)}$$

Besarnya torsi pada suatu kendaraan salah satunya dipengaruhi oleh hasil pembakaran pada ruang bakar mesin. Hasil pembakaran yang baik pada ruang bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pengapian, kompresi, dan kualitas bahan bakarnya. Apabila hasil pembakaran yang dihasilkan baik, maka torsi yang dihasilkan juga akan lebih meningkat dibandingkan torsi dengan bahan bakar kualitas rendah.

D. Nilai Oktan

Angka oktan merupakan acuan untuk mengukur kualitas bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin. Kristianto (2001 : 57) menyatakan bahwa makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan bensin untuk terjadi *knocking*. Angka oktan merupakan salah satu ukuran untuk mengidentifikasi karakteristik bensin. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar maka karakteristik bahan bakar

tersebut semakin baik. Angka oktan bahan bakar yang semakin tinggi dikhususkan untuk mesin dengan kompresi yang tinggi juga. Nilai oktan yang terdapat pada premium adalah 95.

E. Bahan Bakar Pertamina Plus

Produk BBM dari pengolahan minyak bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina Plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *International World Wide Fuel Charter* (IWWFC). Pertamina Plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5, serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), dan *Turbochargers*.

Pertamina Plus memiliki oktan tinggi, maka bahan bakar ini bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Pertamina Plus seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamina Plus dan Premium mempunyai nilai Oktan yang berbeda dikarenakan Pertamina Plus dihasilkan dengan penambahan zat aditif, sedangkan Premium dihasilkan dengan tidak adanya penambahan zat aditif. Bahan bakar Pertamina Plus memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan bakar beroktan rendah seperti premium.

F. Proses Pembakaran Pada Motor Bensin

Menurut Hidayat (2012 : 14), prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas dari hasil proses pembakaran. Pada motor bensin, energi gerak diperoleh dari proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam suatu ruang bakar. Proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar akan menghasilkan panas dan tekanan. Motor bensin yang digunakan pada umumnya adalah motor bakar torak (motor jenis piston), dimana energi hasil pembakaran yang berupa panas dan tekanan tinggi diubah menjadi energi gerak dengan cara menekan/mendorong torak. Gerakan bolak-balik dari torak diteruskan melalui batang penggerak ke poros engkol untuk diubah menjadi energi gerak putar (Nugraha, 2007 : 3).

Nugraha (2007 : 3) menjelaskan bahwa proses pembakaran berlangsung dalam temperatur tinggi, bahan bakar motor bensin harus memiliki beberapa persyaratan, diantaranya : (1) memiliki daya kalor tinggi (high caloric power), (2) tidak menimbulkan polusi dalam jumlah yang besar, dan (3) aman, murah dan mudah didapat untuk konsumsi umum. Bahan bakar yang digunakan pada motor bensin adalah bensin/gasoline (C_8H_{18}). Bensin merupakan cairan yang sangat mudah terbakar, bening dan tidakberwarna dengan baunya yang khas, sangat mudah menguap dan mengandung campuran hydrocarbon yang esensial. Secara umum bensin mempunyai beratjenis (specific gravity) 0,27 – 0,77, nilai kalor yang rendah (10.400 – 11.000kcal/kg), nilai oktan 85 – 100, titik pengapian mendekati $500^{\circ} C$ dan titik nyalaapi $-25^{\circ} C$ atau lebih.

Sifat mudah menguap dari bensin sangat diperlukan karena bensin yang masuk ke dalam silinder harus berbentuk gas untuk memudahkan kannya bercampur dengan udara secara homogen. Menurut Suyanto (2007 : 3), nilai oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bensin terhadap detonasi. Bensin dengan angka oktan lebih tinggi dapat dipakai pada motordengan kompresi yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih tinggi pula. Motor dengan kompresi tinggi menggunakan bensin yang beroktan rendah akan menyebabkan terjadinya detonasi sehingga tenaga yang dihasilkan akan rendah disamping terjadi kerusakan pada komponen motor.

Nugraha (2007 : 4) menjelaskan proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar pada motor bensin (4 tak) adalah sebagai berikut :

1. Campuran udara dan bahan bakar yang telah tercampur secara *homogeny* dimasukkan ke dalam ruang bakar dengan cara dihisap oleh gerakan torak.
2. Torak bergerak maju menekan campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar untuk menaikkan temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar.
3. Proses pembakaran dimulai saat busi memercikkan bunga api di dalam silinder yang berisi campuran udara dan bahan bakar yang telah dimampatkan oleh gerak maju torak. Percikan bunga api oleh busi yang dipasang pada suatu tempat pada ruang bakar terjadi dalam waktu yang sangat singkat dan menyalakan campuran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar. Meskipun loncatan bunga api listrik sangat singkat dan total energinya kecil, akan tetapi dengan tegangan yang sangat tinggi yaitu sekitar ± 15.000 volt antara elektroda busi yang mempunyai suhu

sangat tinggi akan mampu menimbulkan aliran arus listrik pada molekul-molekul campuran udara dan bahan bakar yang kerapatannya sangat tinggi H. Schuring(dalam Nugraha.2007 : 4). Saat busi memercikkan bunga api diperlukan waktu sesaat agar campuran udara dan bahan bakar bereaksi sehingga terjadi penundaan pembakaran, periode tenggang waktu ini disebut *ignition delay period*(keterlambatan pembakaran), setelah itu pembakaran baru dimulai dan penyebaran apinya dilanjutkan ke seluruh bagian dari silinder tersebut. Menurut Obert yang dikutip oleh Wardan Suyanto (dalam Nugraha. 2007 : 4), daerah dimana terjadinya tekanan pembakaran maksimal sekitar 5° sampai 10° setelah TMA. Pada daerah tersebut kemungkinan paling efektif untuk mendorong piston. Daerah tersebut harus dipertahankan dalam setiap keadaan, baik pada saat motor berputar lambat maupun saat berputar cepat.

4. Campuran udara dan bahan bakar terbakar di dalam ruang bakar sehingga menghasilkan lonjakan temperatur dan tekanan yang sangat tinggi. Gas hasil pembakaran yang bertemperatur dan bertekanan tinggi akan menekan ke segala arah namun satu-satunya dinding penahan yang memungkinkan dapat bergerak hanyalah torak, maka gas hasil pembakaran akan mendorong torak. Gerakan bolak-balik dari torak diteruskan melalui batang penggerak ke poros engkol untuk diubah menjadi energi gerak putar.
5. Gas sisa hasil pembakaran akan dibuang keluar dari ruang bakar (ke udara bebas) melalui saluran pembuangan sehingga menghasilkan emisi gas buang.

G. Pegujian Peforma Menggunakan Dinamometer

Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui peforma suatu kendaraan dengan mengukur daya dan torsi. Menurut cara pengukurannya, dynamometer dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Engine Dynamometer* (ED) dan *Chassis Dynamometer* (CD). Metode pengukuran dengan dynamometer tipe (ED) yaitu poros output mesin dihubungkan langsung dengan dynamometer, sedangkan untuk tipe CD pengukuran daya dilakukan melalui roda penggerak kendaraan. Dinamometer Chassis adalah dynamometer yang mengukur daya yang dialirkan melalui permukaan *drive roller* yang digerakkan oleh roda kendaraan yang sedang diukur. Kendaraan yang akan diukur pada umumnya diletakkan diatas *roller*, lalu kendaraan dijalankan menurut metode pengukuran yang ingin digunakan untuk mengetahui daya kendaraan yang terukur (Sinaga, 2012: 8).

Dinamometer mengapsorsi tenaga yang dikeluarkan oleh mesin dengan cara pengereman bertahap sejak mesin dalam keadaan idle hingga sampai ada RPM maksimum. Sebuah chassis dynamometer terdiri dari chassis itu sendiri dan sebuah *dynamometer* yang sebenarnya dapat menggunakan *dynamometer* tipe apa saja. *Dynamometer* yang digunakan disambung pada rolling road yang terdapat pada chassis sehingga dapat ikut berputar saat kendaraan diuji di atas roll. Penggunaan chassis *dynamometer* dibantu oleh beberapa peralatan atau sensor tambahan untuk mempermudah pengambilan data, maupun menjaga keamanan kendaraan saat diuji (Sinaga, 2012: 8).



Gambar 2.2 Chasis dynamometer.

BAB III

ANALISIS PEFORMA TOYOTA KIJANG INNOVA DENGAN

MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PERTAMAX PLUS

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian karakteristik daya dan torsi Toyota Kijang Innova 1TR adalah :

a. Dinamometer

Dinamometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pengujian peforma kendaraan. Dinamometer yang digunakan dalam pengujian bertujuan untuk mengetahui besar daya dan torsi pada Toyota Kijang Innova 1TR. Perangkat Dinamometer terdiri dari chasis dinamometer, roller, komputer, kabel massa, dan kabel temperatur oli. Spesifikasi dinamometer yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut :

1. Type : LPS 3000 Pult
2. Supply Voltage : 1 x 230 V
3. Frequency : 50 Hz
4. Rated Curent : 15 A
5. Fuse : 16 A
6. Max. Axle Load : 2500 kg

b. Tali pengikat

Tali pengikat berfungsi sebagai pengaman agar kendaraan yang diuji ketika dijalankan tidak bergerak ke depan melainkan tetap diam di roller dinamometer saat roda berputar.

c. Pengukur tekanan ban

Pengukur tekanan ban mempunyai fungsi untuk mengukur tekanan ban sebelum dilakukan pengujian. Tekanan ban yang tidak sesuai dengan spesifikasi mengakibatkan putaran roda tidak maksimal.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian adalah bahan bakar Pertamina plus dengan oktan 95. Bahan bakar Pertamina plus yang disediakan sebanyak 10 liter dan digunakan untuk tiga kali pengujian.

B. Langkah Kerja Pengujian Performa

Dalam melakukan pengujian performa terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sesuai prosedur. Pengerjaan langkah-langkah harus sesuai prosedur dimaksudkan agar saat dalam pengujian tidak terjadi kesalahan yang menyebabkan pengujian tidak berhasil atau dapat menyebabkan kerusakan pada alat pengujian. Langkah-langkah yang sesuai prosedur tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan sesuai prosedur pengujian.

Alat dan bahan yang digunakan antara lain dinamometer, tali pengikat, dan bahan bakar Pertamina plus yang akan digunakan untuk pengujian. Dinamometer adalah

alat yang berfungsi untuk mengukur performa kendaraan sedangkan tali pengikat berfungsi untuk menjaga agar kendaraan tetap diam di roller dinamometer.

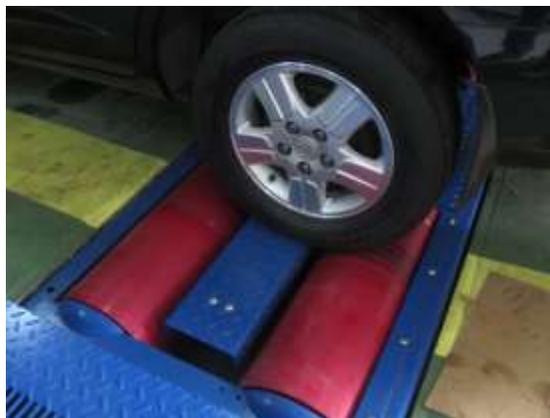


Gambar 3.1 Tali pengikat kendaraan.

Tali pengikat dipasang pada bagian belakang kendaraan dengan kekencangan yang baik. Kekencangan tali pengikat dapat disetel dengan cara menarik tuas penyetel.

2. Menempatkan kendaraan ke roller dinamometer.

Penempatan kendaraan pada roller dinamometer harus sesuai dengan jalur agar posisi kendaraan tepat di tengah roller.



Gambar 3.2 Penempatan kendaraan pada roller.

3. Memasang tali pengikat ke bagian belakang kendaraan sebagai pengaman.

Sesuaikan kekencangan tali pengikat dengan cara menarik tuas pengencangnya. Pemasangan tali pengikat bertujuan agar kendaraan tetap diam saat dilakukan running test.



Gambar 3.3 Pemasangan tali pengikat.

4. Memasang kabel temperatur oli.

Kabel temperatur oli dipasang dengan cara mencabut *deep stick* dan menggantinya dengan kabel temperatur oli. Kabel temperatur oli berfungsi untuk mendeteksi suhu oli di dalam mesin yang akan ditampilkan di layar komputer saat dilakukan pengujian performa. Hal yang perlu diperhatikan adalah kabel temperatur oli tidak boleh dimasukkan terlalu dalam. Apabila dimasukkan terlalu dalam maka akan mempunyai resiko terlilit poros engkol sehingga kabel akan ikut tertarik. Hal tersebut tentunya berakibat fatal yang dapat menyebabkan kerusakan pada alat.



Gambar 3.4 Pemasangan kabel temperatur oli.

5. Memasang kabel masa dari dinamometer ke body kendaraan. Kabel masa juga dapat dihubungkan dengan terminal negative baterai.



Gambar 3.5 Pemasangan kabel masa.

6. Menyalakan dinamometer dengan cara memutar *switch on* pada dinamometer.

Setelah dinamometer dinyalakan maka semua fungsinya akan aktif. Fungsi tersebut diantaranya adalah *lift up*, *lift down*, dan *blower*. *Lift up* dan *lift*

down berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan roda belakang yang mengakibatkan roda belakang dapat terhubung langsung dengan roller dinamometer.

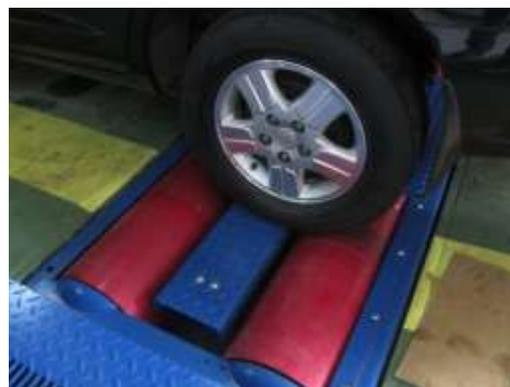


Gambar 3.6 Menghidupkan dinamometer.

7. Menyalakan komputer yang telah terhubung dengan dinamometer. Komputer berfungsi sebagai alat untuk mengendalikan dinamometer melalui *software* LPS 3000.

8. Melakukan penyesuaian gerakan roda kendaraan dengan roller dinamometer.

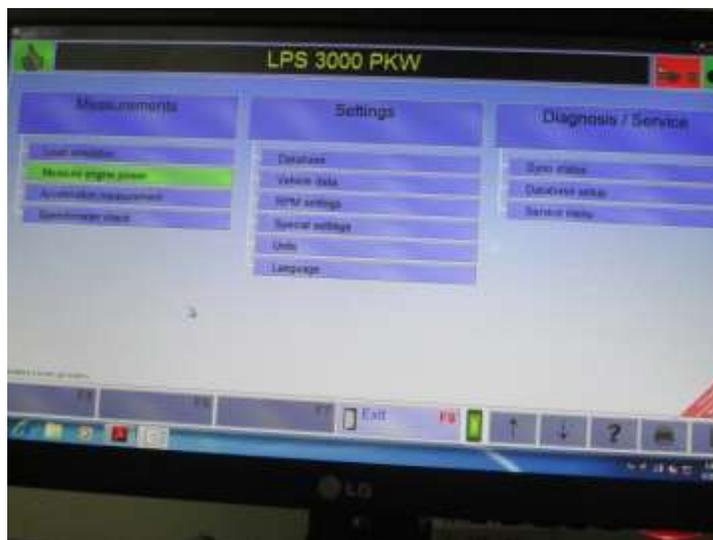
Penyesuaian gerakan roda dilakukan dengan cara menjalankan roda belakang untuk menyesuaikan putaran. Saat roda belakang berputar maka secara otomatis roda akan menyesuaikan posisi yang tepat pada roller.



Gambar 3.7. Penyesuaian roda terhadap roller.

9. Membuka *software* LPS 300 pada komputer.

LPS 3000 merupakan sebuah *software* yang berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan kerja dari dinamometer. Di dalam *software* tersebut terdapat beberapa menu yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian performa. Menu yang digunakan dalam pengujian performa adalah menu *measurement*. Di dalam *software* LPS 300 akan ditampilkan menu *measurement*. Pengukuran performa dapat dilakukan dengan cara memilih pilihan *load simulation* pada menu *measurement*. Langkah selanjutnya adalah memilih *constan speed* pada sub menu *load simulation* kemudian mengisi parameter v-target sebesar 90 km/h.

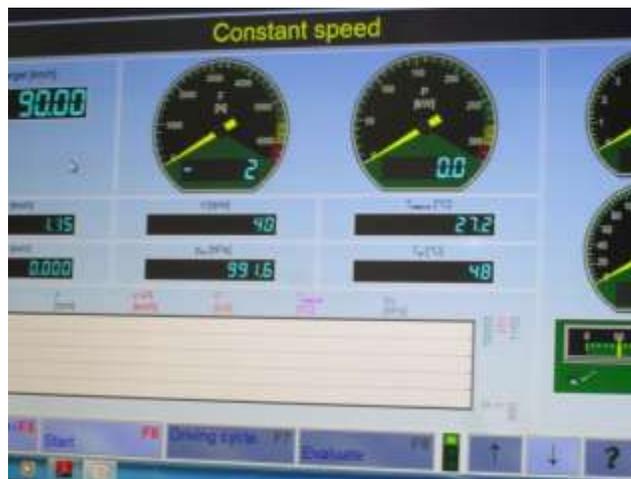


Gambar 3.8. Tampilan *software* lps 3000.

10. Melakukan *constan speed test*.

Constan speed test dilakukan dengan cara memilih pilihan start pada tampilan *constan speed*. Selanjutnya jalankan kendaraan sampai kecepatan 90 km/jam dan

menahan kecepatan tersebut selama 15 detik kemudian memilih pilihan stop dan pedal gas harus segera dilepas. Langkah ini bertujuan untuk menyesuaikan kecepatan kendaraan dengan dinamometer. Setelah penyesuaian kecepatan selesai maka langkah selanjutnya adalah memilih pilihan next untuk melanjutkan ke tahap berikutnya.



Gambar 3.9. Melakukan constan speed test.

11. Mengisi data-data kendaraan yang akan dilakukan pengujian. Data-data tersebut antara lain adalah sebagai berikut :
- a) Motor type : otto
 - b) Supercharging : no
 - c) Transmission : manual
 - d) Slip : no slip
 - e) Drive : front drive
 - f) Power class : 70 k
 - g) Power correction : ISO
 - h) Limit values : Vmax 200 km/h RPM 8000

i) Rotating inertia : standard inertia

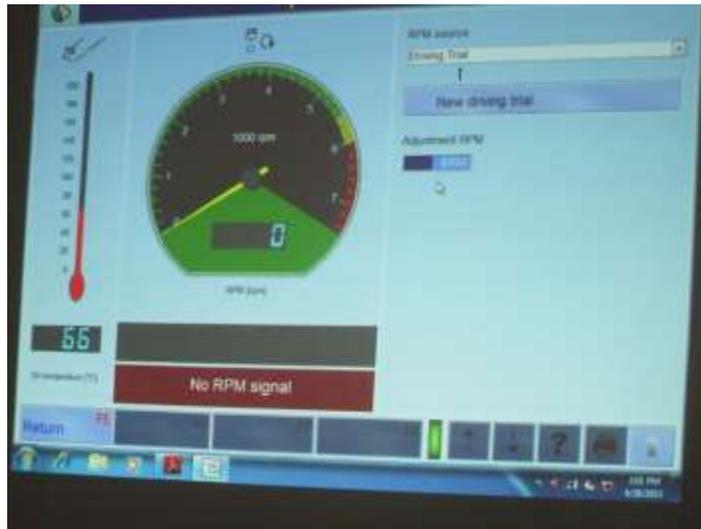
Data-data tersebut harus diisi sesuai dengan spesifikasi kendaraan. Langkah selanjutnya adalah memilih pilihan continue.



Gambar 3.10. Pengisian data kendaraan.

12. Memilih pilihan *new driving trial*.

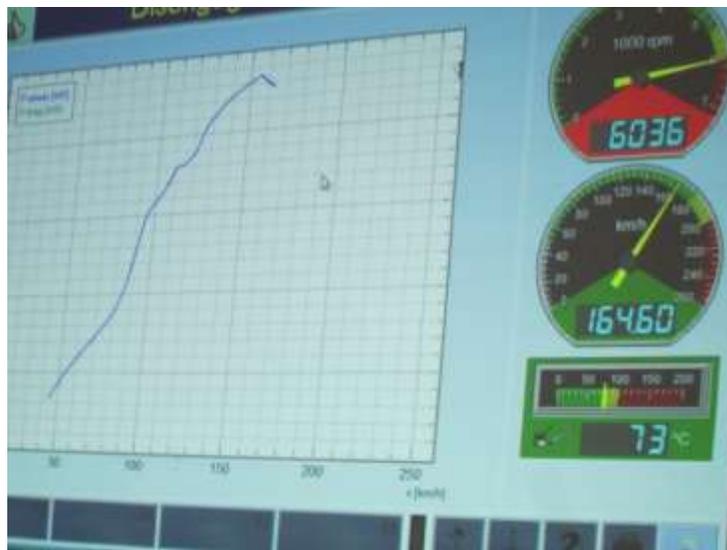
New driving trial adalah proses untuk melakukan percobaan running test mengisi *adjustment* RPM sebesar 7000 dan confirm. Setelah pilihan RPM disesuaikan maka selanjutnya adalah menyesuaikan RPM tersebut dengan cara menjalankan kendaraan sampai 7000 RPM dengan 5 gigi percepatan secara bertahap. Apabila sudah tercapai 7000 RPM maka gas ditahan beberapa detik dan pilih continue.



Gambar 3.11. Mengatur driving trial.

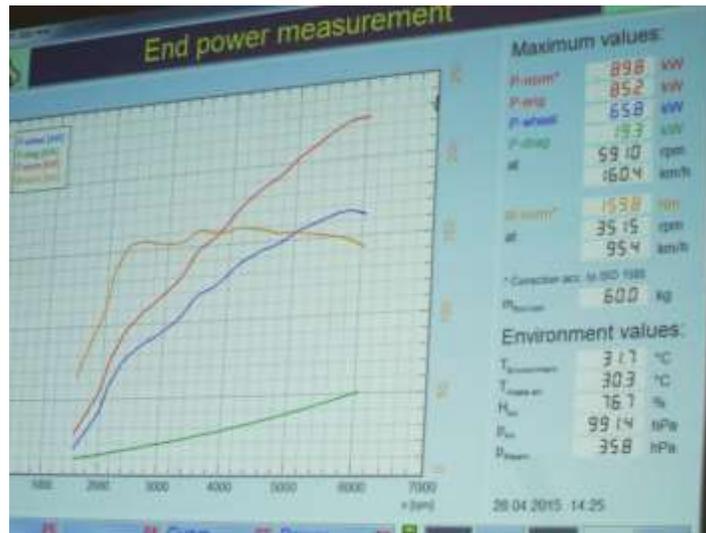
13. Melakukan *running test*.

Running test dilakukan dengan cara menjalankan kendaraan sampai RPM 7000 dengan 5 gigi percepatan secara bertahap dan cepat. Setelah tercapai 7000 RPM lepas pedal gas.



Gambar 3.12. Melakukan running test.

14. Grafik hasil pengujian selanjutnya akan ditampilkan beberapa saat setelah pedal gas dilepas.



Gambar 3.13. Grafik hasil pengujian.

C. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian performa dengan menggunakan bahan bakar Pertamina plus didapatkan data-data berupa daya terhadap putaran mesin dan torsi terhadap putaran mesin. Pengujian performa dilakukan dengan melakukan tiga percobaan pengujian secara bertahap untuk mendapatkan data yang paling akurat. Data-data yang diperoleh kemudian diolah hingga menjadi grafik daya dan torsi terhadap putaran mesin. Hasil dari pengujian performa tersebut adalah sebagai berikut :

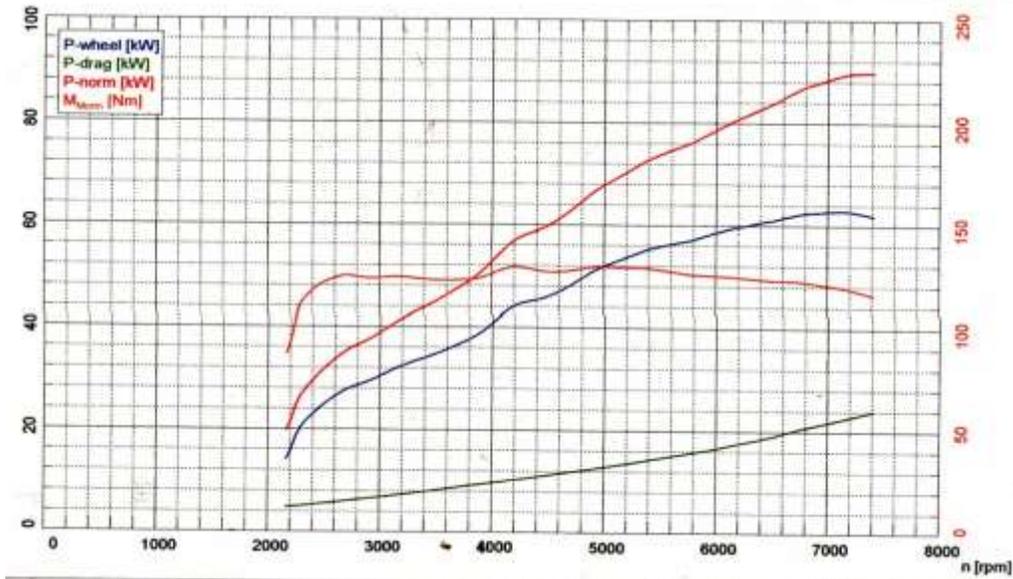
1. Pengujian daya pada percobaan pertama

Dari grafik terlihat bahwa terjadi kenaikan daya seiring dengan bertambahnya putaran mesin (rpm).

Vehicle type: KIJANG INNOVA TH.2005
 License plate: H 8675 MS
 Inspector: SONIKA MAULANA
 Otto-Motor / No or mechanical charg
 Manual transmissi
 UJI PERTAMAX PLUS 1

Measurement date: 30.04.2015 (8:59)

Page



Gambar 3.14. Grafik daya dan torsi vs rpm percobaan pertama.

Dari grafik terlihat bahwa terjadi kenaikan daya seiring dengan bertambahnya putaran mesin (rpm). Pada 2500 RPM besar daya yang dihasilkan yaitu 32 kW. Pada rpm 3000 menghasilkan daya sebesar 38 kW. Sedangkan pada rpm 3500 menghasilkan daya 45 kW. Selanjutnya pada rpm 4000 menghasilkan daya sebesar 52 kW. Daya pada rpm 4500 adalah 60 kW. Kemudian pada rpm 5000 menghasilkan daya sebesar 68 kW. Pada rpm 5500 dan 6000 daya yang dihasilkan yaitu 74 kW dan 78 kW. Saat rpm 6000 dan 7000 daya yang dihasilkan adalah 84 kW dan 88 kW.

Pada grafik torsi terlihat bahwa terjadi kenaikan dan penurunan torsi. Kenaikan dan penurunan torsi cenderung terjadi pada putaran rendah sampai menengah. Sementara pada putaran tinggi, torsi cenderung mengalami penurunan. Pada 2500 RPM besarnya torsi yang dihasilkan adalah sebesar 125 Nm, 3000 RPM menghasilkan torsi sebesar 126 Nm, 3500 RPM menghasilkan torsi sebesar 126 Nm, 4000 RPM menghasilkan torsi sebesar 127 Nm, 4500 RPM menghasilkan torsi 128 Nm, 5000 RPM menghasilkan torsi 130 Nm, 5500 menghasilkan torsi 129 Nm, 6000 RPM menghasilkan torsi 125 Nm. Selanjutnya pada 6500 RPM dan 7000 RPM adalah 124 Nm dan 120 Nm.

2. Pengujian daya dan torsi percobaan kedua



Gambar 3.15. Grafik daya dan torsi vs rpm percobaan kedua.

Dari hasil pengujian performa Toyota Kijang Innova 1TR percobaan yang kedua, didapatkan grafik yang menunjukkan besar daya dan torsi. Daya yang dihitung dari grafik adalah P-norm, sementara torsi yang dihitung adalah M-norm.

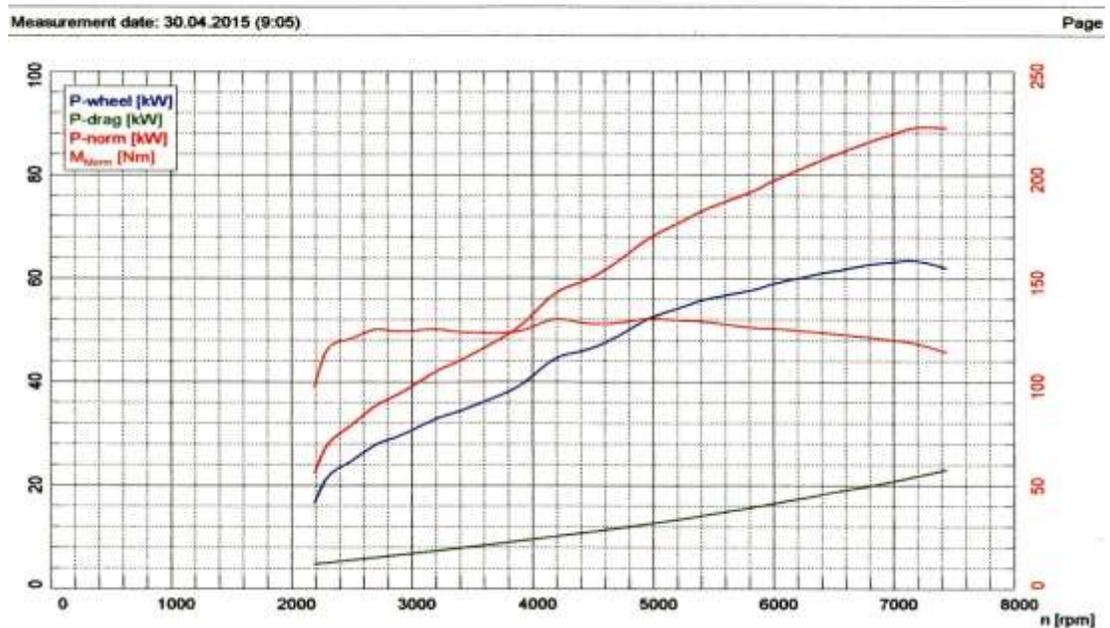
Dari grafik percobaan kedua di atas, terlihat bahwa terjadi kenaikan besarnya daya seiring dengan bertambahnya putaran mesin (rpm) sama seperti percobaan pertama. Pada 2500 RPM besarnya daya yang dihasilkan adalah sebesar 32 kW, 3000 RPM menghasilkan daya sebesar 40 kW, 3500 RPM menghasilkan daya sebesar 46 kW, 4000 RPM menghasilkan daya sebesar 54 kW, 4500 RPM menghasilkan daya 62 kW, 5000 RPM menghasilkan daya 70 kW, 5500 RPM menghasilkan daya 74 kW, dan 6000 RPM menghasilkan daya 80 kW. Sedangkan pada putaran 6500 RPM dan 7000 RPM daya yang dihasilkan adalah 84 kW dan 88 kW.

Pada grafik torsi percobaan kedua, terlihat bahwa terjadi kenaikan dan penurunan torsi. Kenaikan dan penurunan torsi cenderung terjadi pada putaran rendah sampai menengah. Sementara pada putaran tinggi, torsi cenderung mengalami penurunan. Pada 2500 RPM besarnya torsi yang dihasilkan adalah sebesar 125 Nm, 3000 RPM menghasilkan torsi sebesar 128 Nm, 3500 RPM menghasilkan torsi sebesar 126 Nm, 4000 RPM menghasilkan torsi sebesar 130 Nm, 4500 RPM menghasilkan torsi 130 Nm, 5000 RPM menghasilkan torsi 133 Nm, 5500 menghasilkan torsi 130 Nm, 6000 RPM menghasilkan torsi 129 Nm. Dan pada 6500 RPM dan 7000 RPM torsi yang dihasilkan adalah 124 Nm.

3. Pengujian daya dan torsi percobaan ketiga

Dari hasil pengujian performa Toyota Kijang Innova 1TR pada percobaan ketiga, didapatkan grafik yang menunjukkan besar daya dan torsi. Daya yang dihitung dari grafik adalah P-norm, sementara torsi yang dihitung adalah M-morm.

UJI PERTAMAX PLUS 2



Gambar 3.16. Grafik daya dan torsi vs rpm percobaan ketiga.

Dari grafik percobaan ketiga, terlihat bahwa terjadi kenaikan besarnya daya seiring dengan bertambahnya putaran mesin (rpm) sama seperti pada percobaan pertama dan kedua. Pada 2500 RPM besarnya daya yang dihasilkan adalah sebesar 32 kW, 3000 RPM menghasilkan daya sebesar 39 kW, 3500 RPM menghasilkan daya sebesar 46 kW, 4000 RPM menghasilkan daya sebesar 53 kW, 4500 RPM

menghasilkan daya 60 kW, 5000 RPM menghasilkan daya 68 kW, 5500 RPM menghasilkan daya 74 kW, 6000 RPM menghasilkan daya 79 kW. Selanjutnya pada RPM 6500 dan RPM 7000 adalah 84 kW dan 88 kW.

Pada grafik torsi percobaan ketiga, terlihat bahwa terjadi kenaikan dan penurunan torsi sama seperti percobaan pertama dan kedua. Kenaikan dan penurunan torsi cenderung terjadi pada putaran rendah sampai menengah. Sementara pada putaran tinggi, torsi cenderung mengalami penurunan. Pada 2500 RPM besarnya torsi yang dihasilkan adalah sebesar 121 Nm, 3000 RPM menghasilkan torsi sebesar 125 Nm, 3500 RPM menghasilkan torsi sebesar 124 Nm, 4000 RPM menghasilkan torsi sebesar 125 Nm, 4500 RPM menghasilkan torsi 129 Nm, 5000 RPM menghasilkan torsi 130 Nm, 5500 RPM menghasilkan torsi 129 Nm, 6000 RPM menghasilkan torsi 125 Nm. Selanjutnya pada torsi 6500 RPM dan 7000 RPM adalah 124 Nm dan 120 Nm.

D. Pembahasan

1. Pengujian Pertama

Berdasarkan hasil pengujian, besar daya tertinggi yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR pada percobaan pertama adalah sebesar 88 kW pada putaran mesin 7000 RPM. Pada putaran yang lebih tinggi yaitu di atas 7000 RPM, daya yang dihasilkan cenderung dapat bertambah sebentar, namun kemudian akan jatuh turun dengan pesat. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Winarno (2011: 38), penurunan daya yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh telatnya timing pengapian pada putaran tinggi dan kurangnya konsumsi bahan bakar seiring bertambahnya

putaran mesin. Hal tersebut mengakibatkan tekanan dan temperatur pembakaran di ruang bakar mengalami penurunan. Terjadinya penurunan tekanan dan temperatur pembakaran juga akan menurunkan energi yang dihasilkan oleh mesin sehingga daya yang dihasilkan juga akan mengalami penurunan. Penurunan daya pada putaran tinggi juga dapat diakibatkan karena pembukaan katup hisap yang berjalan semakin cepat. Hal tersebut mengakibatkan konsumsi ke ruang bakar akan menurun yang mengakibatkan penurunan energi dan torsi yang dihasilkan oleh mesin.

Sedangkan pada torsi, torsi tertinggi yang dihasilkan dari percobaan pertama adalah sebesar 130 Nm pada putaran 5000 RPM. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Machmud (2013: 63) yang menjelaskan bahwa penurunan torsi dapat diakibatkan karena berkurangnya derajat pengapian atau keterlambatan timing pengapian seiring dengan meningkatnya putaran mesin sehingga proses pembakaran menjadi pendek. Hal tersebut akan mengakibatkan tekanan hasil pembakaran menjadi berkurang sehingga torsi yang dihasilkan juga berkurang.

2. Pengujian kedua

Berdasarkan hasil pengujian, besar daya tertinggi yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR pada percobaan kedua adalah sebesar 88 kW pada putaran 7000 RPM. Pada putaran yang lebih tinggi yaitu di atas 7000 RPM, daya yang dihasilkan cenderung menurun. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Winarno (2011: 38) yang menjelaskan bahwa penurunan daya terjadi karena semakin tinggi

putaran mesin maka semakin terjadi keterlambatan pada penyalaan percikan bunga api busi. Hal tersebut mengakibatkan tekanan dan temperatur pembakaran di ruang bakar mengalami penurunan. Terjadinya penurunan tekanan dan temperatur pembakaran juga akan menurunkan energi yang dihasilkan oleh mesin sehingga daya yang dihasilkan juga akan mengalami penurunan. Hal lain yang mempengaruhi penurunan daya adalah karena pembukaan katup hisap yang semakin cepat sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar ke ruang bakar berkurang. Berkurangnya konsumsi pada ruang bakar akan menurunkan energi yang dihasilkan mesin sehingga daya yang dihasilkan juga akan turun.

Pada pengujian, torsi tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar 132 Nm pada 5000 RPM. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan oleh Machmud (2011: 63) yang menjelaskan bahwa penurunan torsi disebabkan karena pendeknya proses pembakaran atau biasa disebut dengan keterlambatan timing pengapian seiring dengan kenaikan putaran mesin. Pendeknya proses pembakaran tersebut menyebabkan gaya dorong piston menurun sehingga torsi yang dihasilkan juga akan menurun.

3. Pengujian ketiga

Dari hasil percobaan pengujian ketiga, besar daya tertinggi yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR adalah sebesar 7000 kW pada putaran mesin 7000 RPM. Pada putaran yang lebih tinggi yaitu di atas 7000 RPM, daya yang

dihasilkan cenderung menurun. Berdasarkan hasil penelitian Winarno (2011: 38) yang menjelaskan bahwa penurunan daya dapat disebabkan oleh faktor telatnya timing pengapian dan kurangnya konsumsi bahan bakar seiring dengan putaran mesin yang semakin tinggi. Telatnya timing pengapian mengakibatkan tekanan dan temperatur pembakaran di ruang bakar mengalami penurunan. Terjadinya penurunan tekanan dan temperatur pembakaran juga akan menurunkan energi yang dihasilkan oleh mesin sehingga daya yang dihasilkan juga akan mengalami penurunan. Faktor lainnya adalah karena terjadinya penurunan konsumsi pada putaran mesin yang semakin tinggi. Hal tersebut karena pembukaan katup akan bergerak sangat cepat seiring bertambahnya putaran mesin.

Torsi tertinggi yang dihasilkan Toyota Kijang Innova 1TR pada percobaan ketiga adalah sebesar 130 Nm pada putaran mesin 5000 RPM. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Machmud (2011: 63) yang menjelaskan bahwa penurunan torsi terjadi karena pendeknya proses pembakaran akibat keterlambatan timing pengapian. Hal tersebut akan mengakibatkan penurunan tekanan hasil pembakaran sehingga gaya dorong piston berkurang yang menyebabkan torsi akan berkurang.

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan yang diambil dari laporan tugas akhir ini adalah:

1. Karakteristik daya yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR mengalami peningkatan dari putaran rendah sampai putaran tinggi. Daya maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 80 kW pada putaran 7000 RPM. Sementara pada putaran di atas 7000 RPM daya yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan yang diakibatkan karena keterlambatan timing pengapian dan kurangnya konsumsi bahan bakar seiring dengan putaran mesin yang semakin tinggi.
2. Karakteristik torsi yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR mengalami peningkatan dan penurunan dari putaran mesin rendah sampai tinggi. Berkurangnya torsi dapat terjadi karena pendeknya proses pembakaran yang diakibatkan oleh keterlambatan timing pengapian. Torsi tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar 132 Nm pada putaran mesin 5000 RPM.

B. Saran yang diberikan pada laporan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk meningkatkan daya yang dihasilkan oleh kendaraan, disarankan untuk menggunakan bahan bakar yang beroktan tinggi seperti Pertamax

plus. Hal lain yang dapat dilakukan untuk menambah daya kendaraan adalah dengan cara memajukan timing pengapian.

2. Untuk meningkatkan torsi, disarankan menggunakan bahan bakar yang beroktan tinggi seperti Pertamina plus. Hal lain yang bisa dilakukan untuk meningkatkan torsi kendaraan adalah dengan cara memajukan timing pengapian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Pertamina, (online), (<http://id.wikipedia.org/wiki/Pertamax>, diakses tanggal 14 Mei 2015).
- Basyirun dkk. 2008, *Mesin Konversi Energi*, Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Hidayat, Wahyu, 2012. *Motor Bensin Modern*, Jakarta : Rineka Cipta.
- Kabib, Marsuki, 2009, Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champor Terhadap Peformasi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4K, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Volume 2 Nomor 2.
- Kristanto, Philip, 2001, Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan Methyl Tertiary Buthyl Ether Pada Bensin, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 3, Nomor 2.
- Machmud, Syahril, 2023, Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin, *Jurnal Teknik*, Volume 3 Nomor 1.
- Muku, I Dewa, Made Krishna, 2009, Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Volume 3 Nomor 1.
- Nugraha, Beni, Setya, 2007, Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor, *Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan*, Volume 5 Nomor 2.
- Sudiby, Agus, 2011, *Pengaruh Ketebalan Ring (Shim) Penyetel Terhadap Tekanan Pembukaan Injektor Pada Motor Diesel*, Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Gajayana Malang.
- Winarno, joko, 2011, Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap unjuk Kerja Motor Bensin, *Jurnal Teknik*. Volume 1 Nomor 1.
- Wiratmaja, I Gede. 2010. Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Volume 4 Nomor 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi bahan bakar bensin

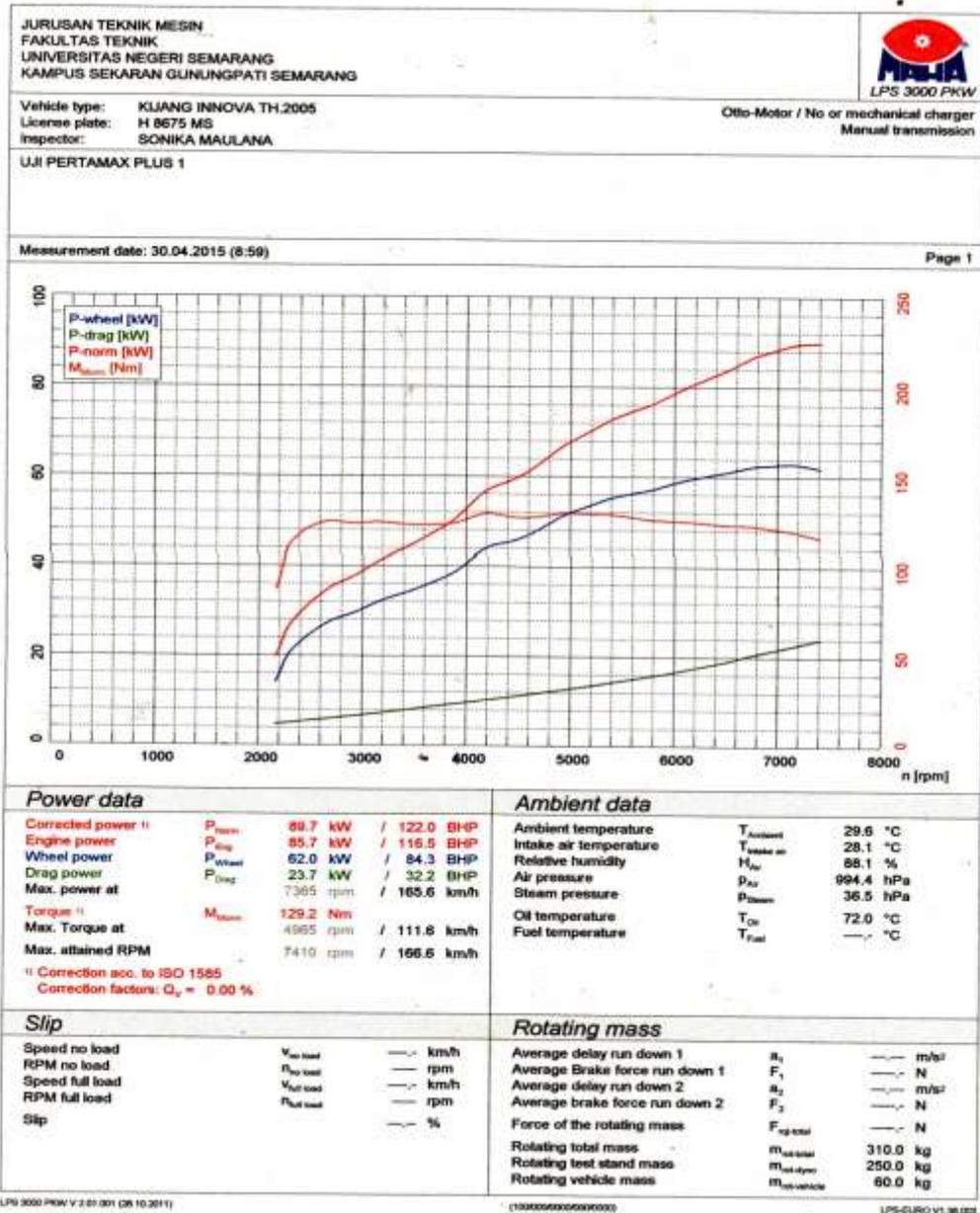
BAHAN BAKAR BENGIN			
Nama Produk	RON	Additive	Rasio Kompresi
	Min 88	-	7:1 – 9:1
	Min 92	<ul style="list-style-type: none"> • Detergency • Corrothion Inhibitor • Demulsifier 	9:1 – 10:1
	Min 95	<ul style="list-style-type: none"> • Detergency • Corrothion Inhibitor • Demulsifier 	10:1 – 11:1
	Min 100	<ul style="list-style-type: none"> • Detergency • Corrothion Inhibitor • Demulsifier 	> 11:1



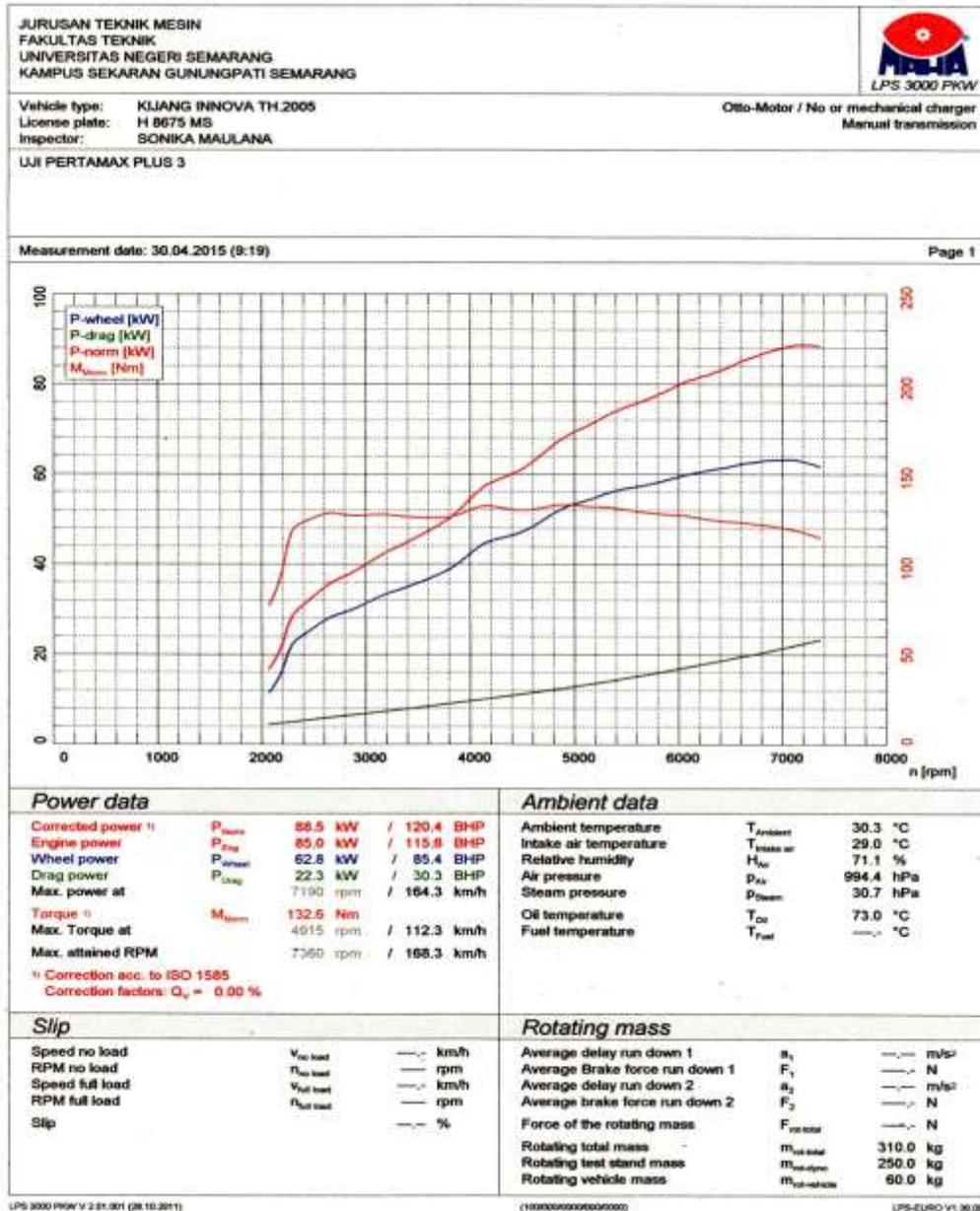
Lampiran 2. Spesifikasi mesin toyota kijang innova 1TR

MESIN / ENGINE		1TR-FE
Tipe Mesin / Engine Type		4 Silinder Segaris, 16 Katub, DOHC, VVT-i / 4 Cylinder in-line, 16 Valve, DOHC, VVT-i
Isi Silinder / Displacement (cc)		1,998
Diameter x Langkah / Bore x Stroke (mm x mm)		86.0 x 86.0
Daya Maksimum / Max Power (ps/rpm)		136 / 5,600
Torsi Maksimum / Max Torque (kgm/rpm)		18.6 / 4,000
Kapasitas Tangki / Tank Capacity (ltr)		55
Bahan Bakar / Fuel	Jenis / Type	Bensin / Gasoline
	Sistem / System	Sistem Injeksi Elektronik / Electronic Fuel Injection (EFI)

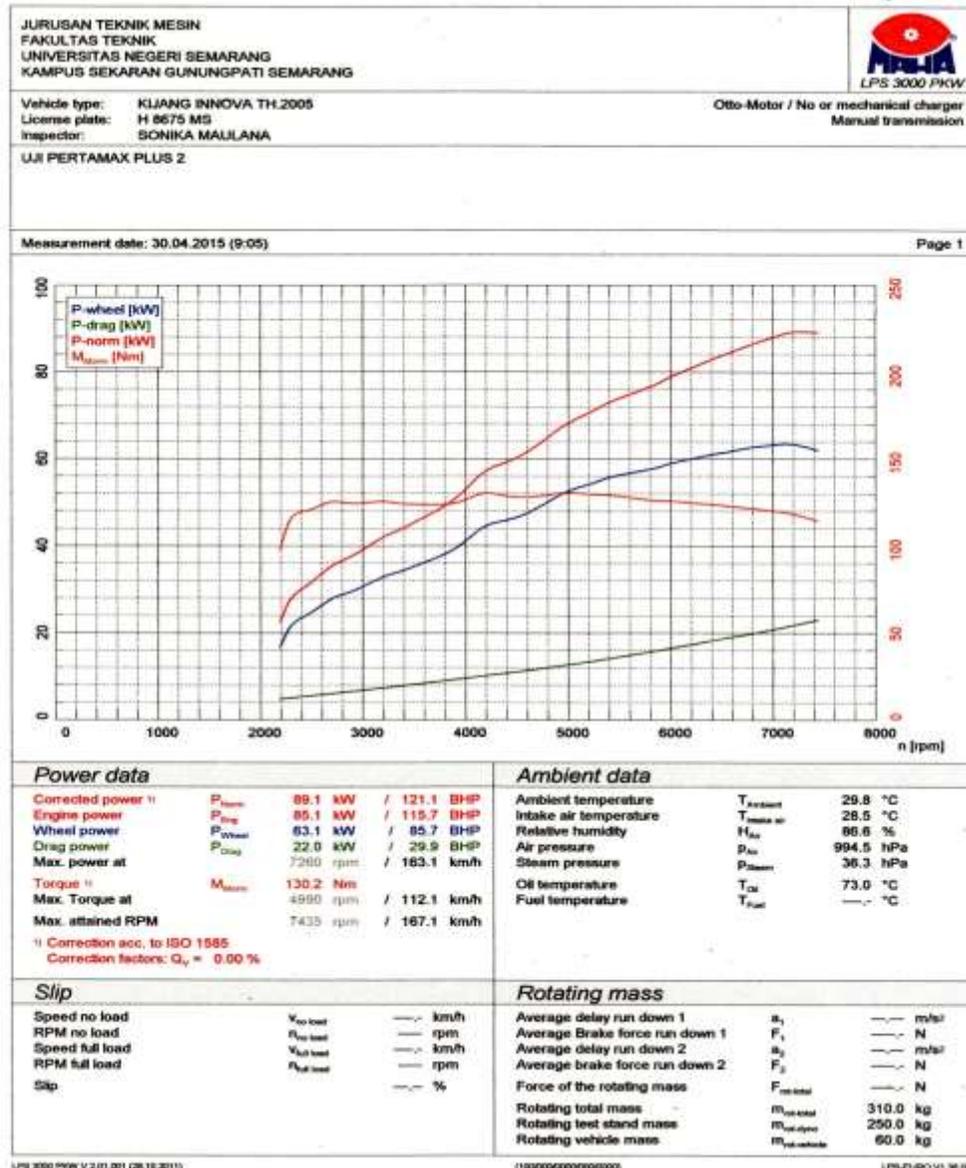
Lampiran 3. Hasil uji performa percobaan pertama



Lampiran 4. Hasil uji performa percobaan kedua



Lampiran 5. Hasil uji performa percobaan ketiga

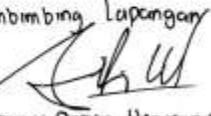


Lampiran 6. Lembar pengajuan tugas akhir

LEMBAR PENGAJUAN TA DAN DOSEN PEMBIMBING TA

(Juga dibuat lembar terpisah untuk pengajuan surat tugas)

Nama : Himawan Setiadin SKS telah ditempuh 106 SKS
 NIM : 521112020
 Topik TA : Uji Perseoroma Perseoroma Plus
 Topik TA disetujui untuk dilaksanakan, dengan Dosen Pembimbing Drs. Wimartha D.R., MPA

Pembimbing Lapangan

 R. Imohu Dancer Herunandi

Semarang
 Kaprodi D3 TM,


 Wid. Widayat, ST MT
 NIP. 19740815700031001

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING OLEH DEKAN

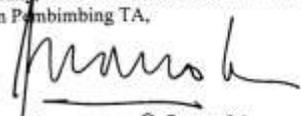
Nomor surat tugas :
 Tanggal ditetapkan :
 Pembimbingan dilaksanakan : mulai sampai
 Nama pejabat yang menetapkan :

PERSETUJUAN JUDUL TA

Judul TA harus sesuai dengan topik yang sudah ditetapkan oleh Prodi, dan dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing. Judul TA yang disetujui oleh dosen pembimbing adalah :

.....

dan segera disusun proposal TA-nya.

Semarang
 Dosen Pembimbing TA,

 Drs. Wimartha D.R., MPA
 NIP. 195710071981031001

Lampiran 7. Surat tugas dosen pembimbing tugas akhir


UNNES

**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor **400** /FT - UNNES/2015

Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang Bahwa untuk mempedancar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing

Mengingat

1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No 4301, penyalakan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78);
2. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor 302/P/2011, tanggal 24 Oktober 2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Memperhatikan Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Tanggal 25 Maret 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan
PERTAMA

Mensuruk dan menugaskan kepada

1. Nama	Drs. Winarno D.M., M.Pd
NIP	195210021981031001
Pangkat/Golongan	Pembina IV/a
Jabatan Akademik	Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir

Nama	Hilwan Solihin
NIM	6211312000
Prodi	D3 Teknik Mesin
Judul	Uji Portofolio Perawatan Plus

KEDUA

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan

DITETAPKAN DI SEMARANG
TANGGAL 31 Maret 2015


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Muhammad Hartono, S.Pd
NIP. 19521511021001

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing