

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERFORMA MESIN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR
PREMIUM TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA TOYOTA KIJANG
INNOVA *ENGINE* 1TR-FE**

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



Oleh :

Azhar Mardiansyah

5211312043

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

2015

HALAMAN PENGESAHAN

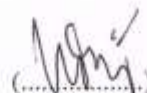
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Azhar Mardiansyah
NIM : 5211312043
Program Studi : Teknik Mesin D3
Judul : Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova Engine 1TR-FE

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

Panitia Ujian

Ketua : Dr. Samsudin Anis, S.T., M.T.
NIP.197601012003121002

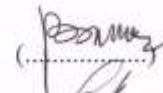


Sekretaris : Widi Widayat, S.T., M.T.
NIP. 197408152000031001



Dewan Peguji

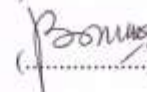
Pembimbing : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.
NIP. 196704051994021001



Penguji Utama : Dr. Karnowo, S.T., M.T.
NIP. 197706062005011001



Penguji Pendamping : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.
NIP. 196704051994021001

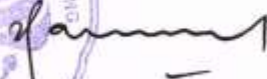


Ditetapkan di Semarang

Tanggal : 18 Agustus 2015



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Drs. H. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 1966021511021001

ABSTRAK

Mardiansyah, Azhar. 2015. “Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova *Engine* 1TR-FE”. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dosen pembimbing: Dr. M. Burhan R. W., M.Pd., pembimbing lapangan: R. Ambar Kuntoro M. G., A.Md.

Bahan bakar yang disubsidi oleh pemerintahlah yang dipilih masyarakat sebagai bahan bakar kendaraan yaitu premium. Bahan bakar minyak premium berwarna kekuningan yang jernih yang dipasarkan oleh Pertamina. Premium memiliki angka oktan atau *Research Octane Number* (RON) terendah dari bahan bakar minyak yang lain, yakni 88. Tujuan dari analisis ini untuk mengetahui kondisi performa mesin dengan mengetahui daya dan torsi yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar premium.

Pengambilan data analisis dilakukan dengan alat uji *dinotest* yang tersedia di laboratorium teknik mesin Universitas Negeri Semarang. *Dinotest* merupakan alat untuk mengetahui hasil daya dan torsi dari kendaraan. Pengujian dengan *dinotest* dengan cara dihubungkannya kabel dari *dinotest* ke oli mesin dan ke rangka mobil, mobil diposisikan berada di *roller dinotest*. *Dinotest* terhubung dengan monitor komputer dan CPU yang menggunakan *software* LPS 3000. Pengambilan data uji dengan menginjak pedal terus-menerus dengan 5 gigi percepatan bertahap, waktu menekan pedal tetap sampai RPM 6000. Beberapa kali pengujian data untuk menghasilkan daya dan torsi tertinggi rata-rata.

Hasil dari pengujian menggunakan bahan bakar premium yaitu menghasilkan torsi tertinggi rata-rata 164.6 (Nm) dengan RPM 3540 dan daya tertinggi rata-rata 88 (kW) di RPM 5607. Pada premium torsi yang dihasilkan lebih tinggi tetapi daya yang dihasilkan kecil.

Penggunaan bahan bakar premium ada pengaruhnya yaitu torsi yang dihasilkan menurun yang mengakibatkan daya yang dihasilkan berkurang. Suara mesin menjadi lebih berisik, karena bahan bakar premium mengandung angka oktan yang rendah serta mudah terbakar dan mesin Kijang Innova memiliki rasio kompresi yang tinggi yaitu 9,8:1. Batas standar premium pada rasio kompresi 9,0:1. Bahan bakar premium proses pembakarannya cepat, sebelum busi memercikan api pada saat TMB (titik mati bawah) bahan bakar premium sudah mulai terbakar. Sehingga terjadi tekanan yang besar di dalam silinder piston (detonasi). Itu yang menyebabkan adanya suara di mesin. Berdasarkan analisis performa mesin menggunakan bahan bakar, maka disarankan Kijang Innova rasio kompresinya tinggi 9,8:1 dianjurkan untuk bahan bakar dengan oktan tinggi seperti Pertamax dan Pertamax Plus.

Kata kunci : premium, daya, torsi, *dinotest*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova *Engine* 1TR-FE”. Tugas akhir ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Diploma 3 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesai dan tersusunnya tugas akhir ini bukan merupakan hasil dari segelintir orang, karena setiap keberhasilan manusia tidak akan lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. H. Muhammad Harlanu, M.Pd., dekan fakultas teknik UNNES
2. Dr. M. Khumaedi, M.Pd., ketua jurusan teknik mesin UNNES
3. Widi Widayat, ST, MT., ketua prodi teknik mesin diploma 3
4. Dr. M. Burhan R. W., M.Pd., dosen pembimbing.
5. R. Ambar Kuntoro M. G., A.Md., dosen pembimbing lapangan.
6. Dr. Karnowo, ST, M.T., dosen penguji.
7. Dosen teknik mesin Bpk. Soni K. dan teman-teman seperjuangan serta semua pihak tidak terkecuali yang telah membantu penyusunan tugas akhir.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya tugas akhir ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta pentingnya tugas akhir ini, semoga apa yang ada dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang,

Azhar Mardiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	2
C. Tujuan	2
D. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Dasar Motor Bakar	4
B. Proses Pembakaran	5
C. Prestasi Mesin	7
D. Prinsip Kerja Motor Bensin	9
E. Dasar Kerja Motor 4 Langkah	9
F. Torsi	11
G. Daya	12
H. Bahan Bakar	13
I. Angka Oktan	15
J. Dinotest	16
BAB III HASIL ANALISIS	18
A. Alat dan Bahan	18
B. Proses Pelaksanaan	18
C. Langkah Kerja Pengambilan Data	19
D. Hasil Penelitian	27
E. Pembahasan	30

BAB IV PENUTUP	33
A. Simpulan	33
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembakaran mesin bensin	7
Gambar 2.2 Keseimbangan energi pada motor bakar	8
Gambar 2.3 Torak dan mekanisme <i>cranking</i>	9
Gambar 2.4 Cara kerja motor bensin empat langkah	11
Gambar 2.5 Skema pengukuran torsi	12
Gambar 2.6 <i>Dinotest</i> pada laboratorium teknik mesin UNNES	17
Gambar 3.1 Mobil Kijang Innova	19
Gambar 3.2 <i>Dinotest</i>	19
Gambar 3.3 Pengisian bahan bakar	19
Gambar 3.4 Tombol <i>switch on</i> pada <i>dinotest</i>	20
Gambar 3.5 Mobil berada di <i>roller dinotest</i> dan diikat dengan pengaman	20
Gambar 3.6 Pengecakan ban dengan <i>roller dinotets</i>	21
Gambar 3.7 Pengecekan kondisi oli	21
Gambar 3.8 Kabel ke tangki oli	22
Gambar 3.9 Kabel massa ke <i>body</i> mobil	22
Gambar 3.10 Blower	22
Gambar 3.11 Tampilan aplikasi LPS 3000 PKW	23
Gambar 3.12 Pengisian v-target 90km/h	23
Gambar 3.13 <i>Load simulation</i> dan <i>constan speed</i>	24
Gambar 3.14 Proses <i>running test</i>	24
Gambar 3.15 Pengujian dengan pilihan <i>continous measurements</i>	25
Gambar 3.16 Pengisian Data	25
Gambar 3.17 Pengisian <i>new driving trial</i> dan RPM	26
Gambar 3.18 Salah satu hasil grafik dari penelitian bahan bakar premium 1	27
Gambar 3.19 Uji 1 premium	28
Gambar 3.20 Uji 2 premium	28
Gambar 3.21 Uji 3 premium	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ron dan rasio kompresi bahan bakar	16
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>dinotest</i> di laboratorium teknik mesin UNNES.....	16
Tabel 3.1 Hasil tertinggi daya dan torsi dengan bahan bakar premium.....	32
Tabel 3.2 Uji torsi (Nm).....	32
Tabel 3.3 Uji daya (Kw).....	31

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi penelitian	37
Lampiran 2 Hasil dengan bahan bakar premium	39
Lampiran 3 Pengajuan TA	42
Lampiran 4 Surat keputusan dekan FT UNNES	43
Lampiran 5 Surat alat dan bahan TA	44
Lampiran 6 Surat penyelesaian pengambilan data lapangan	46
Lampiran 7 Surat selesai bimbingan	47
Lampiran 8 Spesifikasi mobil Kijang Innova	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya jumlah kebutuhan hidup di Indonesia menyebabkan bahan bakar minyak yang dipilih sesuai dengan penghasilan masyarakat. Bahan bakar minyak yang utama digunakan kendaraan di Indonesia. Hasil pengolahan bahan bakar Indonesia banyak yang dihasilkan, salah satu yang sering dipakai kendaraan Indonesia yaitu bahan bakar kendaraan premium.

Masyarakat pada umumnya menggunakan bahan bakar minyak premium yang disubsidi dari APBN oleh pemerintah karena harganya yang relatif murah. Bahan bakar minyak premium berwarna kekuningan yang jernih. Premium dipasarkan oleh Pertamina. Premium memiliki angka oktan atau *Research Octane Number* (RON) terendah dari bahan bakar minyak yang lain, yakni 88.

Selain itu, faktor lainnya dapat disebabkan oleh harga bahan bakar minyak yang semakin tinggi, sehingga keinginan setiap pengendara akan menginginkan yang lebih hemat dan efisien. Juga faktor yang sangat berpengaruh adalah permasalahan kondisi performa mesin. Pengujian performa menggunakan *dinotest*. Mesin pada kendaraan Toyota Kijang Innova berkompresi tinggi yaitu 9,8:1. Mesin yang berkompresi tinggi harus diimbangi dengan penggunaan bahan bakar.

Berdasarkan latar belakang yang dibuat, penulis melakukan pengujian analisis tugas akhir dengan judul “Analisis Performa Mesin

Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova *Engine 1TR-FE*”.

B. Permasalahan

Dari latar belakang yang dipaparkan, maka permasalahan yang di ambil dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Apa pengaruh nilai oktan dari bahan bakar premium terhadap daya dan torsi pada mesin ?
2. Bagaimana perubahan daya dan torsi pada mesin ketika menggunakan premium?

C. Tujuan

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka tujuan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh nilai oktan dari bahan bakar premium terhadap daya dan torsi pada mesin.
2. Mengetahui perubahan daya dan torsi pada mesin setelah menggunakan premium.

D. Manfaat

Tugas akhir yang akan disusun yang akan disusun diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis

- a) Memberikan hasil yang di analisis terhadap pengembangan ilmu bagi teknik mesin.
- b) Hasil dari tugas akhir akan menjadi kajian dan informasi bagi mahasiswa teknik mesin dan dunia kerja.

2. Manfaat praktis

- a) Mendapat ilmu pengetahuan tentang bahan bakar serta hal yang belum diketahui.
- b) Mampu melakukan analisis bahan bakar premium dengan benar sesuai prosedur dan mengetahui hasil analisis daya dan torsi pada mesin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah (Winarno dan Karnowo, 2008 : 65).

Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi. Sedangkan mesin pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan lebih beragam, mulai dari bahan bakar padat sampai bahan bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakai untuk keluaran daya yang besar dengan bahan bakar murah. Pembangkit tenaga listrik banyak menggunakan mesin uap. Untuk kendaraan transpot mesin uap tidak banyak dipakai dengan pertimbangan

konstruksinya yang besar dan memerlukan fluida kerja yang banyak (Winarno dan Karnowo, 2008 : 65).

B. Proses Pembakaran

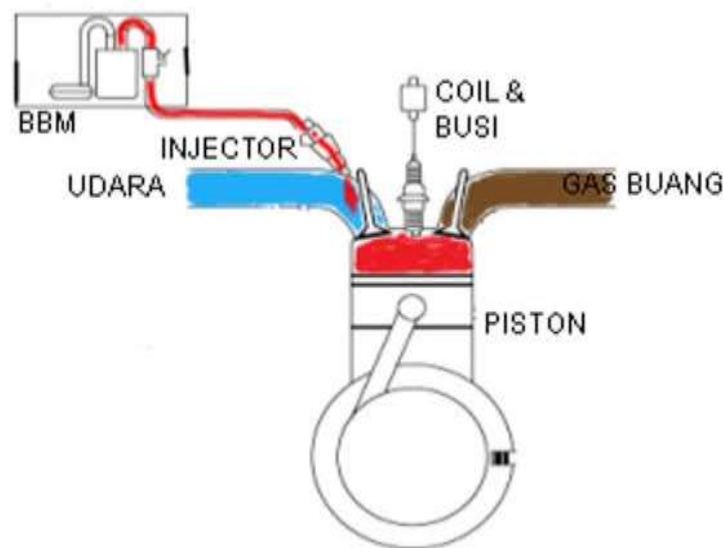
Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen diiringi kenaikan panas dan nyala. Pada pembakaran dalam silinder motor, pembentukan panas itulah yang dibutuhkan. Hasil reaksi kimia dibuang sebagai asap, dan tenaga panas itu selanjutnya akan diubah menjadi tenaga mekanis (Agus, 2010 : 24).

Campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api listrik, maka diperlukan waktu tertentu bagi bunga api untuk merambat di dalam ruang bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit kelambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Oleh karenanya, agar diperoleh output maksimum pada *engine* dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar 10° setelah TMA), periode perlambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*Ignition timing*) untuk memperoleh output mesin yang semaksimal mungkin. Akan tetapi karena diperlukan waktu untuk perambatan api, maka campuran udara dan bahan bakar harus dibakar sebelum TMA. Saat terjadinya pembakaran ini disebut dengan saat pengapian (*Ignition Timing*). Loncatan bunga api terjadi sesaat piston mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Saat loncatan api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum piston mencapai TMA (Syahril, dkk, 2013 : 60-61).

Pada pembakaran sempurna setelah penyalaan dimulai, api menjalar dari busi dan menyebar keseluruhan arah dalam waktu yang sebanding, dengan 20° sudut engkol atau lebih, untuk membakar campuran sampai mencapai tekanan maksimum. Kecepatan api umumnya kurang dari 10 – 30 m/detik. Panas pembakaran dari TMA diubah dalam bentuk kerja dengan efisiensi yang tinggi. Kelambatan waktu akan menurunkan efisiensi dan ini disebabkan rendahnya tekanan akibat penambahan volume dan waktu penyebaran api yang terlalu lambat. Bila proses pembakaran dimulai dari awal sebelum TMA (menjauhi TMA), tekanan hasil pembakaran meningkat, sehingga gaya dorong piston meningkat (kerja piston menuju gas pada ruang bakar). Jika proses sudut penyalaan dimundurkan mendekati TMA, maka tekanan hasil pembakaran maksimum lebih rendah, bila dibandingkan tekanan hasil pembakaran maksimum, bila sudut penyalaan dimulai normal. Hal ini dikarenakan, pada saat sudut penyalaan yang terlalu dekat dengan TMA, pada saat busi memercikkan bunga api dan api mulai merambat, gerakan piston sudah melewati TMA, sehingga volume ruang bakar mulai membesar. Sehingga walaupun terjadi kenaikan tekanan hasil pembakaran, sebagian telah diubah menjadi perubahan volume ruang bakar. Efek yang terjadi adalah kecilnya kerja ekspansi yang diterima oleh piston (Syahril, dkk, 2013 : 60-61).

Proses pembakaran yang tertulis dalam jurnal Machmud Syahril, Untoro Budi Suro dan Leydon Sitorus sangat berpengaruh untuk torsi dan daya, dimana percikan yang terlalu cepat atau terlalu lambat dalam siklus mesin sangat mempengaruhi performa mesin, menimbulkan getaran yang berlebihan, dan

bahkan merusak mesin. *Timing* pengapian juga mempengaruhi umur mesin, konsumsi bahan bakar, dan tenaga mesin. *Timing* pengapian untuk proses pembakaran yang sesuai pada mesin akan juga berpengaruh maksimal pada proses pembakaran yang dihasilkan di dalam silinder yaitu untuk menghasilkan torsi kemampuan mesin yang maksimum (Syahril, dkk, 2013 : 60-61).



Gambar 2.1 Pembakaran mesin bensin (Yohanes, 2012)

C. Prestasi Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut kemampuan mesin atau prestasi mesin. Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Dari gambar terlihat daya berguna bagiannya hanya 25% yang artinya mesin hanya mampu menghasilkan 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan asesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air

pendingin. Kalau digambar dengan hukum termodinamika kedua yaitu tidak mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja (Winarno dan Karnowo, 2008 : 93).

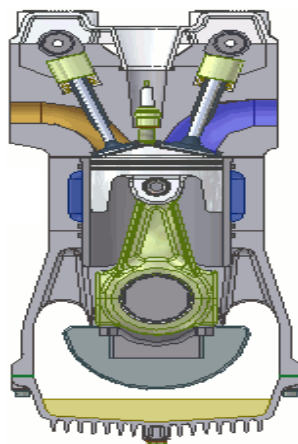


Gambar 2.2 Keseimbangan energi pada motor bakar (Winarno dan karnowo 2014 : 4)

Kemampuan mesin ada 3 yaitu, pertama diameter silinder adalah diameter dimana torak atau piston akan berada untuk bergerak bolak-balik sedangkan langkah torak adalah jarak antara titik mati atas dengan titik mati bawah, yang kadang-kadang antara diameter silinder dan langkah torak digunakan untuk membedakan jenis perbandingan. Kedua, besarnya volume silinder adalah sama dengan volume udara yang berada di dalam ruangan antara titik mati atas dengan titik mati. Ketiga, rasio kompresi menunjukkan berapa jauh campuran udara dan bahan bakar yang dihisap selama langkah hisap dikompresikan dalam silinder selama langkah kompresi (Nurliansyah, dkk, 2014 : 4).

D. Prinsip kerja Motor Bensin

Campuran bahan bakar dan udara dihisap ke dalam silinder, kemudian dikompresikan oleh torak saat bergerak ke titik mati atas. Karena adanya proses pembakaran yang disebabkan oleh percikan bunga api dari busi, maka akan menghasilkan temperatur dan tekanan gas yang besar, yang mendorong torak untuk berekspansi menuju titik mati bawah. Gerak bolak balik torak dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol melalui batang torak. Gerak putar inilah yang menghasilkan tenaga pada kendaraan. Posisi tertinggi yang dicapai oleh torak di dalam silinder disebut titik mati atas, dan posisi paling terendah yang dicapai torak disebut titik mati bawah. Jarak Bergeraknya torak antara titik mati atas ke titik mati bawah disebut langkah torak (I Dewa, 2009 : 27).



Gambar 2.3 Torak dan mekanisme *cranking* (I Dewa, 2009 : 27)

E. Dasar Kerja motor 4 Langkah

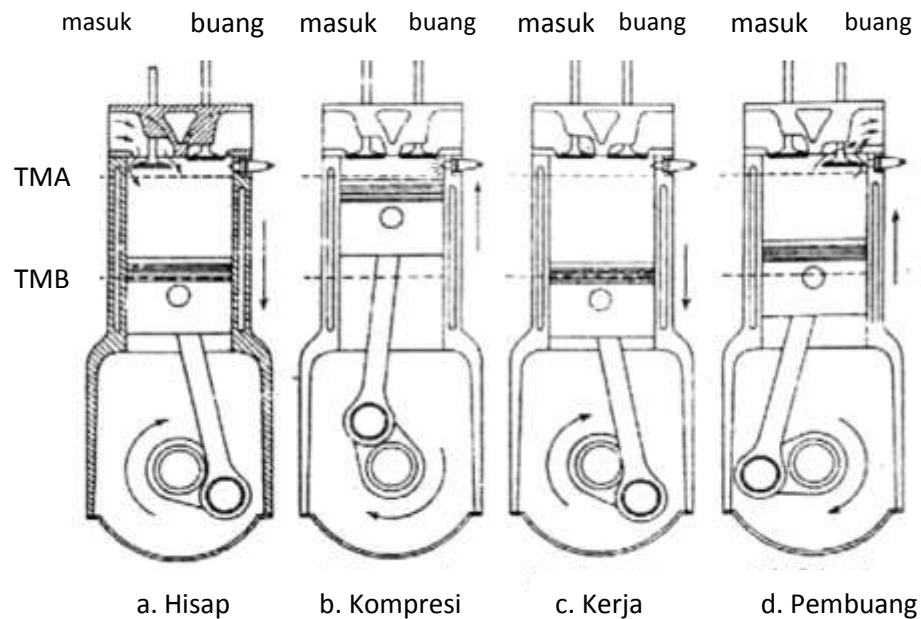
Motor bensin empat langkah memerlukan empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Keempat langkah tersebut adalah langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah pembuangan (I Gede, 2010 : 17).

Langkah hisap terjadi ketika torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah akan menghasilkan tekanan yang sangat rendah di dalam ruang silinder sehingga campuran bahan bakar udara akan masuk mengisi silinder melalui katup masuk yang terbuka saat langkah hisap sampai torak meninggalkan titik mati bawah, sementara katup buang dalam keadaan tertutup (I Gede, 2010 : 17).

Langkah kompresi dimulai torak meninggalkan titik mati bawah menuju titik mati atas, mengkompresikan campuran bahan bakar udara didalam silinder, bunga api listrik diumpankan melalui busi ketika torak berada beberapa derajat poros engkol sebelum titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara untuk menghasilkan temperatur dan tekanan yang tinggi (I Gede, 2010 : 17).

Langkah kerja dimulai ketika torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah, gerakan torak ini terjadi karena gas panas hasil pembakaran berekspansi sehingga memperbesar volume silinder (I Gede, 2010 : 17).

Langkah terakhir adalah langkah pembuangan, terjadi ketika torak bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas menekan gas sisa hasil pembakaran keluar melalui katup buang yang berada dalam posisi terbuka dan katup masuk dalam keadaan masih tertutup, katup buang akan tertutup dan katup masuk akan terbuka ketika torak bergerak kembali melakukan langkah hisap berikutnya (I Gede, 2010 : 17).



Gambar 2.4 Cara kerja motor bensin empat langkah (I Gede, 2010 : 17)

F. Torsi

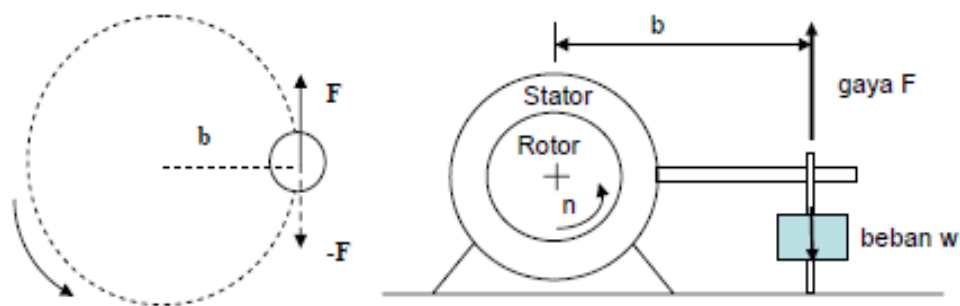
Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin (Nurliansyah, dkk, 2014 : 4).

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal seperti sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebagai b , dengan data tersebut torsinya adalah (Winarno dan Karnowo, 2008 : 98)

$$T = F \times b \text{ (N.m)} \quad (1)$$

Dengan : T = Torsi benda berputar (N.m)
 F = Gaya keliling dari benda yang berputar (N)
 b = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.



Gambar 2.5 Skema pengukuran torsi (Winarno Dwi dan Karnowo, 2008 : 98)

G. Daya

Daya mesin adalah hubungan kemampuan mesin untuk menghasilkan torsi maksimal pada putaran tertentu. Daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan (Nurliansyah, dkk, 2014 : 4).

Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak (Winarno dan Karnowo, 2008 : 99).

$$N_e = N_i - (N_g + N_a) \text{ (HP)} \quad (2)$$

Dimana :
 N_e = daya efektif atau daya poros (HP)
 N_i = daya indikator (HP)
 N_g = kerugian daya gesek (HP)
 N_a = kerugian daya asesoris (HP)

$$P = n \cdot T \text{ (watt)} \quad (3)$$

Dengan : P = daya (watt)

$$n = \text{putaran} \left(\frac{1}{\text{sekon}} \right)$$

$$T = \text{torsi (Nm)}$$

Sehingga, $P = n \left(\frac{1}{\text{sekon}} \right) \cdot T \text{ (Nm)}$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{\text{Joule}}{\text{Sekon}} \cdot 10^{-3} = \text{kW}$$

Dengan : w = usaha (J)
 t = waktu (s)

H. Bahan Bakar

Banyak macam dan jenis bahan bakar baik dalam bentuk cair, padat, maupun gas yang masing-masing mempunyai nilai bakar yang berbeda. Bahan bakar yang umum digunakan oleh motor bakar antara lain, bensin, solar, BBG (bahan bakar gas), bensol, dan lain-lain. Bahan bakar yang berbentuk cair paling populer adalah bahan bakar minyak (BBM) atau yang biasa disebut adalah bensin. Jenisnya yaitu, pertama premium adalah bensin yang telah diberi *TEL (tetra ethyl lead)* dan bernilai oktan 88, premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih, 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*. Kedua 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, bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida. Ketiga pertamax plus merupakan jenis bahan bakar produksi Pertamina dengan angka oktan 95, warna pertamax plus merah tua, bensin jenis ini baik digunakan pada mesin dengan perbandingan 10,1:1 sampai 11,0:1 untuk menghindari detonasi (*knocking*). Jenis bahan bakar minyak ini telah memenuhi standar *performance Interntional World Wide fuel Charter* atau *WWFC* (Nurliansyah, dkk, 2014 : 5).

Bensin adalah susunan hidrokarbon yang dihasilkan dengan cara menyuling oli mentah. Sifat yang dimiliki bensin yaitu mudah menguap pada temperatur normal, tidak berwarna tembus pandang dan berbau, mempunyai titik nyala rendah (-10° sampai -15°), mempunyai berat jenis yang rendah (0,60 sampai 0,78), menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500 sampai dengan 10,50 kcal/kg) sedikit meninggalkan karbon setelah dibakar (Kusuma, dkk, 2013 : 2-3).

Sebagai bahan bakar utama untuk kendaraan bermotor saat ini, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi bensin sebagai bahan bakar yaitu mudah tercampur dengan udara dan terdistribusi merata di dalam *intake manifold*, tahan terhadap detonasi atau *knocking*, tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang ditentukan (*preignition*), tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin, mudah ditangani apabila dalam keadaan genting,

murah harganya dan mudah didapat, menghasilkan pembakaran yang bersih tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin, memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tidak membentuk *gum* dan *varnish* yang dapat merusak komponen mesin (I Gede, 2010 : 18).

I. Angka Oktan

Angka oktan merupakan acuan untuk mengukur kualitas dari bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin. Makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan bensin untuk terjadi *knocking* (Rahardjo, 2001 : 97).

Angka oktan yang merupakan salah satu faktor utama untuk mengetahui kualitas bensin adalah nilai ketahanan suatu bahan bakar bersama dengan udara terhadap terjadinya penyalaan disaat langkah kompresi atau disebut dengan kemampuan anti-ketukan. Artinya, walaupun pada saat langkah kompresi temperatur campuran udara-bahan bakar meningkat, tetapi energi yang dihasilkan tidak cukup untuk membakar campuran tersebut. Proses pembakaran baru terjadi setelah busi menghasilkan loncatan bunga api listrik pada saat torak mendekati titik mati atas pada akhir langkah kompresi. Karena itu angka oktan juga berkaitan dengan perbandingan kompresi dari motor. Semakin tinggi angka oktan suatu bahan bakar, semakin tinggi pula ketahanannya terhadap penyalaan dini pada saat kompresi tinggi, tanpa dipengaruhi oleh penyalaan dari busi. Berhubungan dengan angka oktan ini maka ASTM (*american society for testing and materials*) menetapkan suatu standar penilaian anti ketukan dari suatu bahan bakar bensin. Standarisasi bahan bakar ini diharapkan industri otomotif dapat memproduksi

motor yang dapat beroperasi tanpa terjadi ketukan dengan menggunakan kualitas bahan bakar yang sesuai (Philip, 2002: 26-27).

Tabel 2.1 Ron dan rasio kompresi bahan bakar (mobilku, 2015)

Nama Produk	Ron	Rasio Kompresi
Premium	88	7:1-9:1
Pertamax	92	9:1-10:1
Pertamax Plus	95	10:1-11:1

J. Dinotest

Pengujian dilakukan menggunakan alat *dinotest*. *Dinotest* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada kendaraan.

Tabel 2.2 Spesifikasi *dinotest* di laboratorium teknik mesin UNNES

<i>Ser. No / Date Of Production</i>	501558-001/2012-10-01
<i>Projet</i>	P501558
<i>Type</i>	LPS 3000 PULT
<i>Supply Voltage</i>	1 x 230 V AC, N, PE
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Rated Current</i>	15 A
<i>Fuse Protection</i>	16 A
<i>Max : Axle Load</i>	25.000 Kg
<i>Product</i>	GERMAN
<i>Merk</i>	MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & co. KG



Gambar 2.6 *Dinotest* pada laboratorium teknik mesin UNNES

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan

1. Proses pengujian menggunakan bahan bakar premium ada pengaruhnya, torsi yang dihasilkan menurun yang mengakibatkan daya yang dihasilkan berkurang. Pada saat menggunakan bahan bakar premium mesin sedikit bersuara, karena bahan bakar premium mengandung angka oktan yang rendah serta mudah terbakar dan mesin kijang innova memiliki rasio kompresi yang tinggi 9,8:1. Batas standar premium pada rasio kompresi 9,0:1. Bahan bakar premium proses pembakarannya cepat, sebelum busi memercikan api pada saat TMB (titik mati bawah) bahan bakar premium sudah mulai terbakar. Sehingga terjadi tekanan yang besar di dalam silinder piston (detonasi) yang mengurangi hasil pembakaran. Itu yang menyebabkan adanya suara di mesin (ketukan).
2. Perubahan hasil uji pada premium yaitu menghasilkan torsi tertinggi 164.6 (Nm) dengan RPM 3540 dan daya hasil tertinggi 88 (kW) di RPM 5607. Perubahan untuk torsi langkah kerjanya menurun akibat ketukan yang diakibatkan premium terbakar lebih dahulu yang menyebabkan hasil daya yang rendah. Untuk pengujian dengan bahan bakar premium yang saya lakukan hasilnya tidak jauh berbeda dengan standar torsi dan daya mobil Kijang Innova walaupun hasilnya masih dibawah standar tetapi hampir mendekati, karena pengujian yang dilakukan Nasmoco mobil dalam dalam

keadaan baru dimana mesin belum digunakan. Sedangkan mobil yang saya uji sudah dipakai dan berumur.

B. Saran

Sebelum praktik kita dianjurkan harus tahu alat yang akan digunakan. Untuk kijang innova yang rasio kompresinya tinggi 9,8:1 dianjurkan untuk bahan bakar dengan oktan tinggi seperti pertamax dan pertamax plus. Sehingga mesin akan berumur panjang serta dihindarkan dari *knocking* (suara yang timbul didalam silinder piston karena bahan bakar sudah terbakar sebelum waktunya).

DAFTAR PUSTAKA

- Khristanto, Philip. 2002. “*Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether* Sebagai Aditif *Octane Booster* Bahan Bakar Motor Bensin”. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra*. Vol.4 No.1 April 2002 (25-31)
- Kusumaningrum, Putri Prahara., Ranto dan Ngatou Rohman. 2013. “Pengaruh Variasi Jumlah *Plat Stainless Steel* Dan Variasi Pemasangan Saluran *Brown Gas* Pada Elektroliser Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor SUPRA-X 125R CW Tahun 2010”. *Jurnal FKIP UNS* Vol.2 No.2 2013 (1-9)
- Machmud, Syahril., Untoro Budi Surono dan Leydon Sitorus. 2013. “Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin”. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta* Vol. 3 No.1 (58-64)
- Muku, I Dewa Made Khrisna., dan I Gusti Ketut Sukadana. 2009. “Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar”. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Universitas Udayana Bali* Vol. 3 No. 1, April 2009 (26 – 32)
- Putra, Nurliansyah., Husin Bugis dan Ranto. 2014. “Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin Dan Variasi Rasio Kompresi Pada Sepeda Motor SUZUKI SHOGUN FL 125 SP Tahun 2007”. *Jurnal FKIP UNS* Vol. 2 No. 3 2014 (1-11)
- Raharjo, Winarno Dwi., dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang : UNNES PRESS
- Suyatno, Agus. 2010. “Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin”. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin PROTON Universitas Widyagama Malang* Vol. 2 No. 2 (23 – 27)

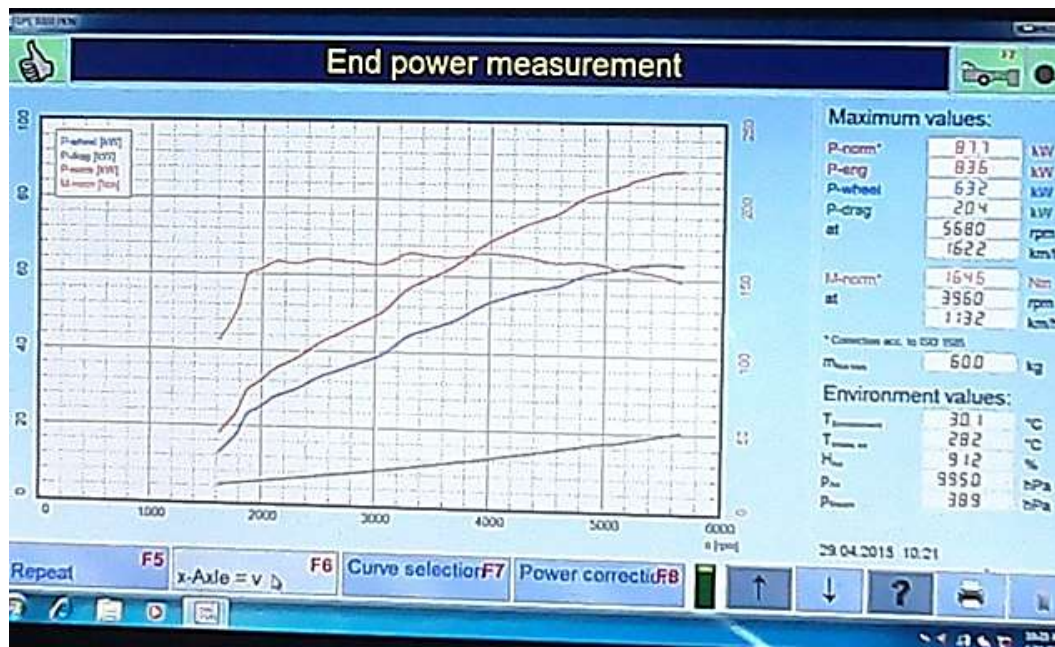
- Sumber pada gambar 2.1. Pustaka Digital Indonesia. 2012. “Kisah Bensin, Si Biang Keresehan Seluruh Rakyat Indonesia”.
(<http://pustakadigitalindonesia.blogspot.com/2012/03/kisah-bensin-si-biang-keresehan-seluruh.html>). (Diakses 12 Mei 2015)
- Sumber pada tabel 2.1. www.mobilku.org. 2015. “Harga Petralite, Spesifikasi, RON, Oktan, Kompresidan Kandungan”.
(<http://www.mobilku.org/2015/04/harga-petralite-spesifikasi-ron-oktan.html>). (Diakses 5 Mei 2015)
- Tirtoatmodjo, Rahardjo. 2001. “Pengaruh *Naphtalene* Terhadap Perubahan Angka Oktan Bensin, Unjuk Kerja Motor dan Gas Buangnya”. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra* Vol. 3 No. 1 April 2001 (97-101)
- Wiratmaja, I Gede. 2010. “Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian *Biogasoline*”. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Universitas Udayana Bali* Vol. 4 No.1. April 2010 (16-25)

LAMPIRAN

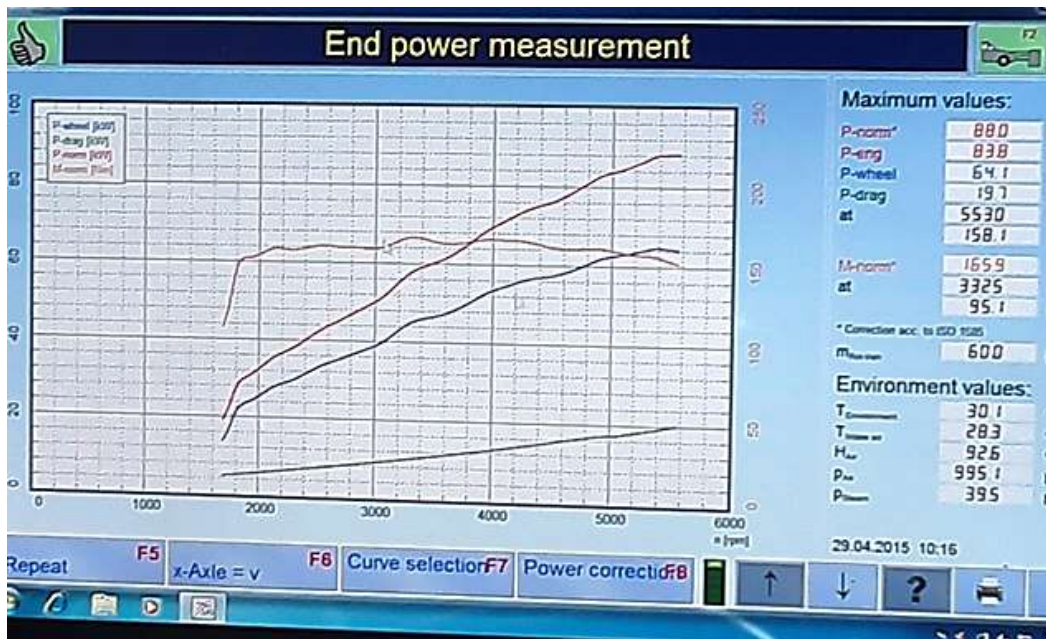
Lampiran 1 Dokumentasi penelitian



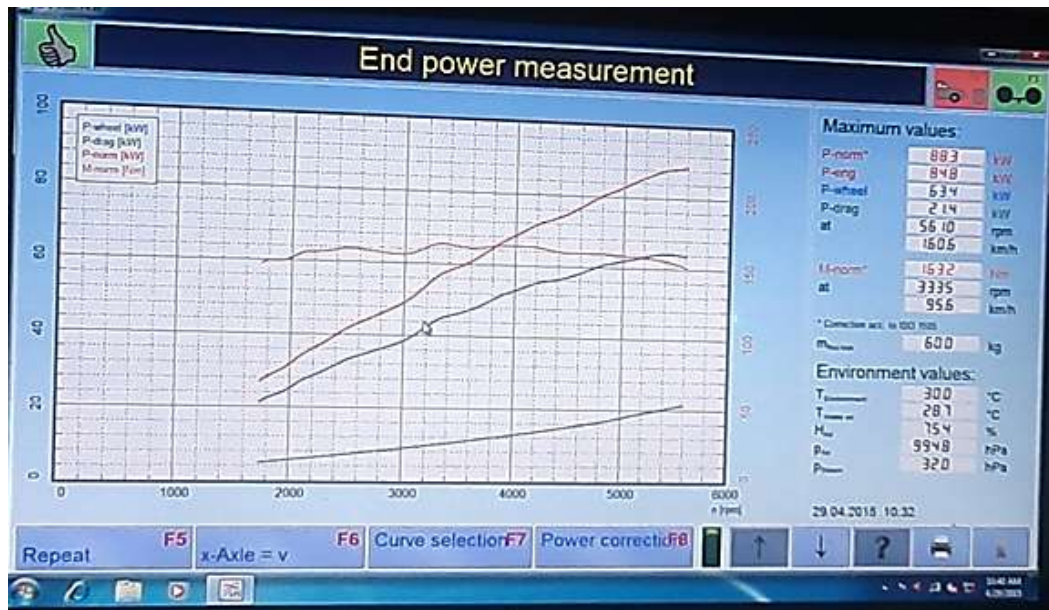
Pengaturan *dinotest* pada saat pengujian data



Hasil pengambilan data uji 1

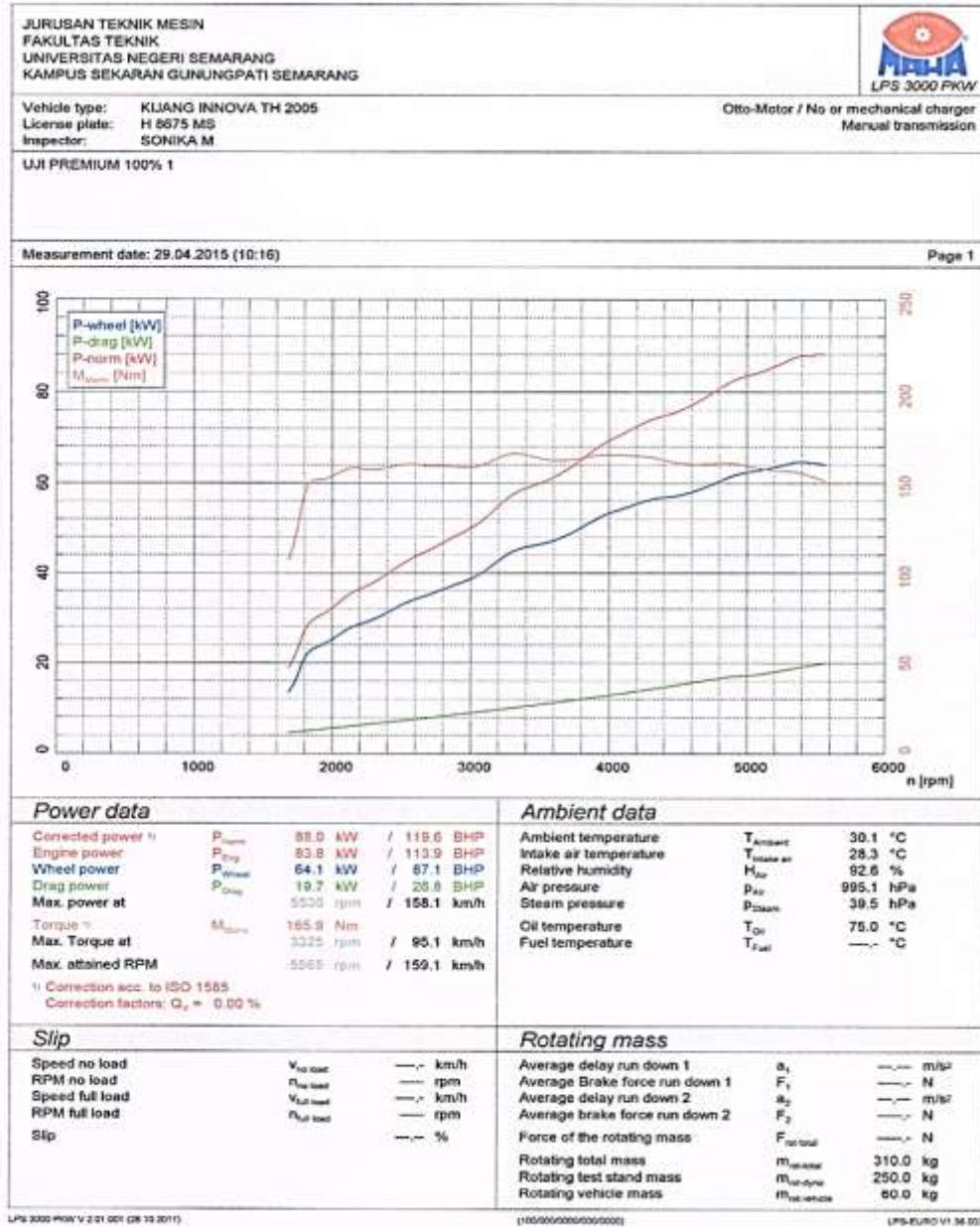


Hasil pengambilan data uji 2

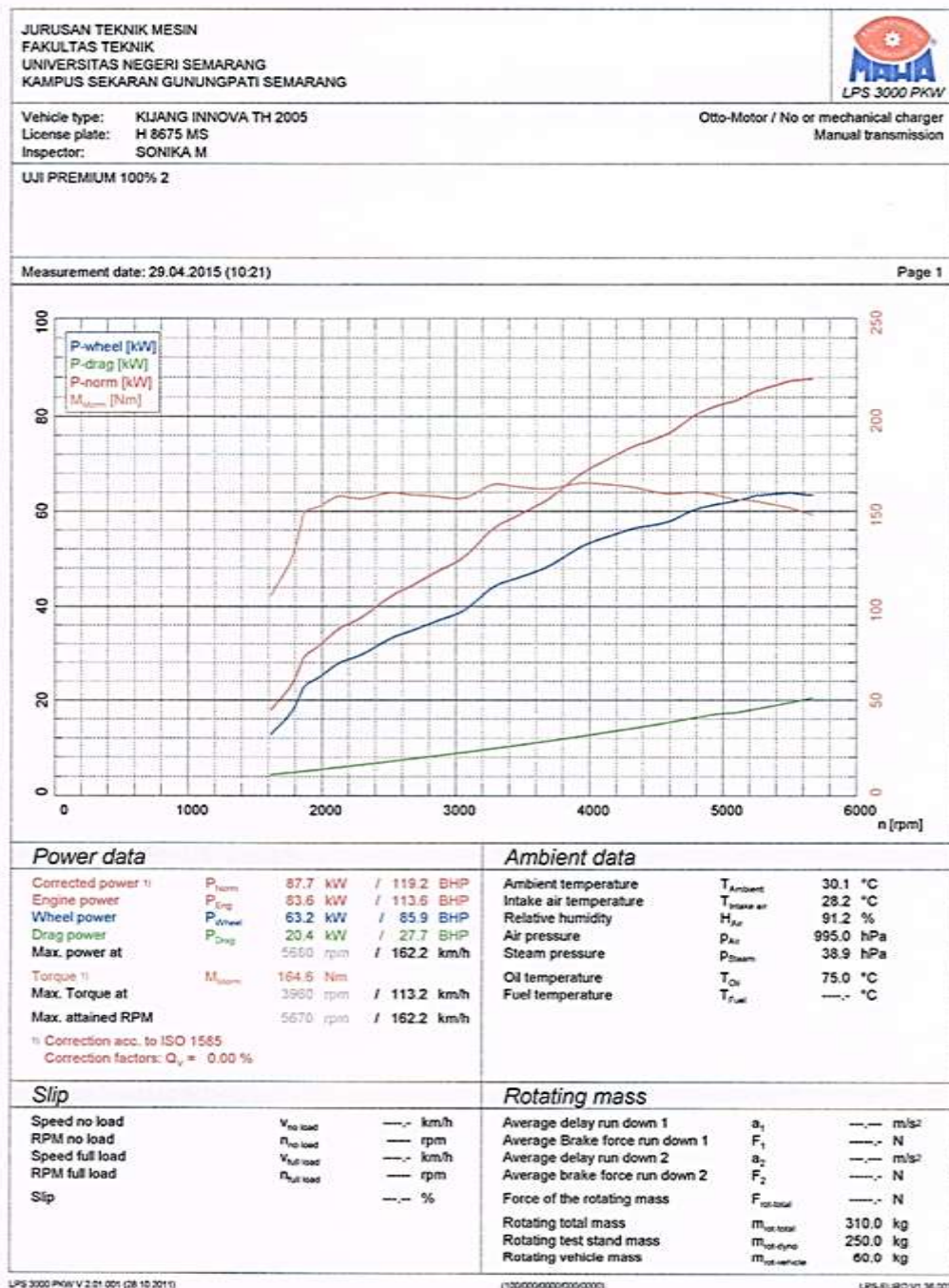


Hasil pengambilan data uji 3

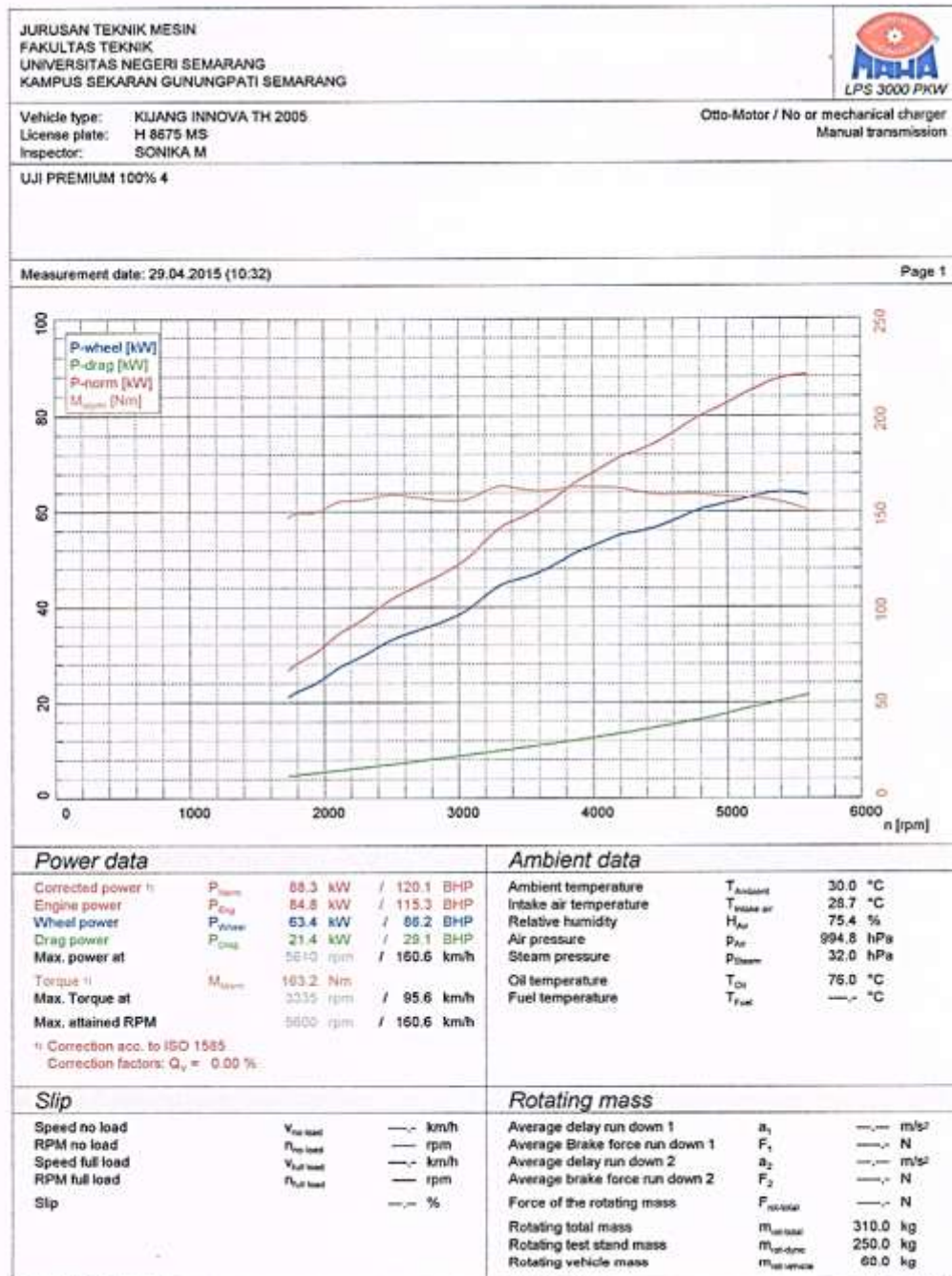
Lampiran 2 Hasil dengan bahan bakar premium



Uji premium 1



Uji premium 2



LPS 3000 PKW V 2 (1-301 (28.10.2011))

(1000000000000000)

LPS-CURD V1.36.003

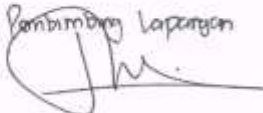
Uj premium 3


Lampiran 3 Pengajuan TA

LEMBAR PENGAJUAN TA DAN DOSEN PEMBIMBING TA
(Juga dibuat lembar terpisah untuk pengajuan surat tugas)

Nama : AZHAR MARDIANIYAH SKS telah ditempuh 106 SKS
 NIM : 5211312043
 Topik TA : UJI PERFORMA MESIN PREMIUM
 Topik TA disetujui untuk dilaksanakan, dengan Dosen Pembimbing Drs. M. Burhan R.W., MPd

Semarang, 31 MARET 2015
 Kaprodi D3 TM,

Pembimbing Lapangan

 R. Ambar Kuntoro M.G., A.Md
 NIP. 79071110091232


 Widi Widayat, S.T., MT
 NIP. 197408152000031001

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING OLEH DEKAN

Nomor surat tugas : 440 / FT - UNNES / 2015
 Tanggal ditetapkan : 31 Maret 2015
 Pembimbingan dilaksanakan : mulai sampai
 Nama pejabat yang menetapkan : Drs. H. Muhammad Harlanu, M. Pd.
 NIP. 1966021511021001

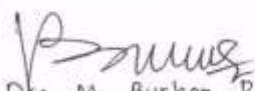
PERSETUJUAN JUDUL TA

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

Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium
Terdapat Daya Dan Torque Pada Toyota Kijang Innova
Engine ITR- FE

dan segera disusun proposal TA-nya.

Semarang, 6 Mei 2015
 Dosen Pembimbing TA,


 Drs. M. Burhan R.W., M.Pd.
 NIP. 196704051994021001

6

Lampiran 4 Surat keputusan dekan FT UNNES



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 Nomor : 140 /FT - UNNES/2015
 Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

Memimbang : Bahwa untuk mempertancar 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, penjelasan 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 362/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 :

Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama	:	Drs. M Burhan R.W., M.Pd.
NIP	:	196704051994021001
Pangkat/Golongan	:	Pembina Tk. I, IV/b
Jabatan Akademik	:	Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir :

Nama	:	Azhar Mardiansyah
NIM	:	5211312043
Prodi	:	D3 Teknik Mesin
Judul	:	Uji Performa Mesin Premium

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.



DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 31 Maret 2015
 DEKAN


 Drs. H. Muhammad Harlanu, M.Pd.
 NIP. 1966021511021001

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing

Lampiran 5 Surat alat dan bahan TA

**PERALATAN DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN SELAMA KEGIATAN
PENELITIAN / TUGAS AKHIR MAHASISWA**

NAMA : AZHAR MARDIANSYAH
 NIM : 5211312043
 PRODI : TEKNIK MESIN D3
 PEMBIMBING : Drs. M. BURHAN R. W., M. Pd
 JUDUL PENELITIAN : Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya dan Torque Pada Toyota Kijang Innova engine ITR-FE

JANGKA WAKTU :
 TEMPAT PENELITIAN : LAB. OTOMOTIF / TEKNIK MESIN / UNNES
 PLP AHLI : WAHYU ADY PK, ST

PERALATAN

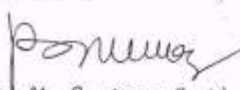
NO	NAMA PERALATAN	ALAT KATEGORI	JUMLAH
1	Alat uji Dinotors		1
2	Komputer + CPU		1
3	Blower		1
4	Printer		1
5	Gelas ukur 7 liter		1
6	Nampan		1
7	Ikatan Mobil (pengaman sabuk)		1
8			

BAHAN


NO	NAMA BAHAN	JENIS BAHAN	JUMLAH
1	Bahan Bakar Premium 88		10 liter
2	Mobil Toyota Kijang Innova engine ITR-FE		1
3			
4			
5			
6			
7			
8			

CATATAN VERIFIKASI:

MENGETAHUI,
PEMBIMBING


 Drs. M. Burhan R. W., M. Pd.
 NIP. 196704051994021001

SEMARANG,
MAHASISWA


 AZHAR MARDIANSYAH
 NIM. 5211312043

DATA HASIL KEGIATAN PENELITIAN / TUGAS AKHIR MAHASISWA


NAMA : AZHAR MARDIANSYAH
 NIM : 5211312043
 PRODI : TEKNIK MESIN D3
 PEMBIMBING : Drs. M. Burhan R. W., M.Pd
 JUDUL PENELITIAN : Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova engine ITR-PE

JANGKA WAKTU :
 TEMPAT PENELITIAN : LAB. OTOMOTIF / TEKNIK MESIN / UNNES
 PLP AHLI : WAHYU ADY PK, ST


NO	KEGIATAN	HASIL	STANDART / KET
1.	Hasil pengujian 1	- Daya tertinggi : 88 kW - Torsi tertinggi : 165.9 Nm - Daya tertinggi (RPM) : 5530 - Torsi tertinggi (RPM) : 3325	standar yang di gunakan di perusahaan MAZMOCO Semarang : - Torsi : 16,6 kgm atau 162 Nm di RPM 4000 - Daya : 136 kW di RPM 5600
2.	Hasil pengujian 2	- Daya tertinggi : 87.7 kW - Torsi tertinggi : 164.6 Nm - Daya tertinggi (RPM) : 5680 - Torsi tertinggi (RPM) : 3360	
3.	Hasil pengujian 3	- Daya tertinggi : 88.3 kW - Torsi tertinggi : 163.2 Nm - Daya tertinggi (RPM) : 5610 - Torsi tertinggi (RPM) : 3335	* Standar yang di gunakan MAZMOCO Semarang menggunakan BB Premium.
*	Hasil rata-rata tertinggi dari pengujian 1, 2, 3	- Daya : 88 kW di RPM 5607 - Torsi : 164.6 Nm di RPM 3540	
*	Pengujian menggunakan Bahan bakar Premium 88		

CATATAN:

MENGETAHUI,
PEMBIMBING


 Drs. M. Burhan R. W., M.Pd
 NIP. 196704051994021001

SEMARANG,
MAHASISWA


 AZHAR MARDIANSYAH
 NIM. 5211312043

Lampiran 6 Surat penyelesaian pengambilan data lapangan

PERNYATAAN SELESAI PEKERJAAN LAPANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, pembimbing lapangan atas nama mahasiswa program studi Diploma 3 Teknik Mesin,

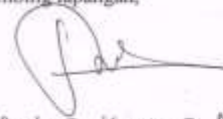
Nama : AZHAR MARDIANSYAH
 NIM : 5211312093

Telah menyelesaikan pekerjaan lapangan di lab / workshop dengan baik. Pekerjaan yang telah dilaksanakan adalah

Analiis Pertama Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Dan Torqi Pada Toyota Kijang Innova - Engine ITR-FE

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dimaklumi.

Semarang, 29 April 2015
 Pembimbing lapangan,



R. Ambar Kuntoro M.G., A.Md
 NIP. 79071110091232

Lampiran 7 Surat selesai bimbingan

PERNYATAAN SELESAI BIMBINGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah pembimbing Tugas Akhir mahasiswa :

Nama : AZHAR MAEDIANSYAH
 NIM : 5211312043
 Program Studi : Teknik Mesin D3

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah SELESAI melaksanakan bimbingan Tugas Akhir yang berjudul :

Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium
 Terhadap Daya Dan Torque Pada Toyota Kijang Innova
 Engine ITR-FE

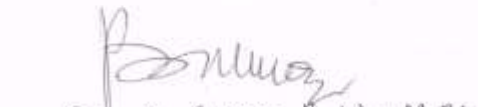
dan tugas akhir tersebut siap untuk DIUJIKAN.

Mengetahui,
 Ketua Program Studi D3 TM



Widi Widayat, ST. MT.
 NIP. 19740815200031001

Semarang, 22/6 2015
 Dosen Pembimbing,



Dr. M. Burhan R.W., M. Pd.
 NIP. 196704051994021001

Lampiran 8 Spesifikasi mobil Kijang Innova

Dimensi		
Panjang / Overall Length (Mm)		4,585
Lebar / Overall Width (Mm)		1,775
Tinggi / Overall Height (Mm)		1,750
Jarak Sumbu / Wheelbase (Mm)		2,750
Jarak Pijak	Depan	1,510
	Belakang	1,510
Berat Kosong / Curb Weight (Kg)		1,545

Chasis		
Transmisi / Transmission	Manual 5 Kecepatan / 5 Speed Manual	
Perbandingan Gigi / Gear Ratio	1st	3.928
	2nd	2.142
	3rd	1.397
	4th	1.000
	5th	851
	Reverse	4.743
Suspensi / Suspension	Depan / Front	Double Wishbone Dengan Pegas Koil & Stabilizer / Double Wishbone With Coil Spring & Stabilizer
	Belakang / Rear	4 Link Dengan Pegas Koil Dan

		Lateral Rod / 4 Link With Coil Spring And Lateral Rod
Sistem Rem / Brake System	Depan / Front	Cakram Berventilasi / Ventilated Disc
	Belakang / Rear	Tromol / Drum
	Sistem Tambahan	LSPV
Velg & Ukuran Ban / Velg & Tire Size	Alloy Wheel , 205 / 65 R15	Steel Black + Wheel Cap ,195/70r14
Mesin / Engine		1 TR-FE
Tipe Mesin / Engine Type	4 Silinder Segaris, 16 KatuP, 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)