

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PERFORMA MESIN MENGGUNAKAN CAMPURAN BAHAN**  
**BAKAR PREMIUM DENGAN ETHANOL TERHADAP DAYA DAN**  
**TORSI PADA TOYOTA KIJANG INNOVA TIPE 1TR-FE**

**Disusun untuk Memenuhi Satu Persyaratan Progam Diploma 3**  
**untuk Menyangang Sebutan Ahli Madya**



**Oleh :**  
**Farkhan**  
**5211312051**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIKUNIVERSITAS**  
**NEGERI SEMARANG**  
**2015**

---

## HALAMAN PENGESAHAN

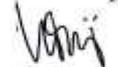
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Farkhan  
NIM : 5211312051  
Program Studi : Teknik Mesin Diploma III  
Judul : Analisis Performa Mesin Menggunakan  
Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Ethanol  
Terhadap Daya dan Torsi pada Toyota Kijang  
Innova Tipe ITR-FE

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III 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

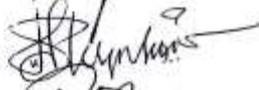
(  )

### Dewan Penguji

Pembimbing : Drs. Masugino, M.Pd.  
NIP.195207211980121001

(  )

Penguji Utama : Drs. Suprpto, M.Pd.  
NIP.195508091982031002

(  )

Penguji Pendamping : Drs. Masugino, M.Pd.  
NIP.195207211980121001

(  )

Ditetapkan di Semarang  
Tanggal:

Mengesahkan,  
a.n. Dekan  
Penjabat Bidang Akademik



Drs. Djoko Adi Widodo M.T.  
NIP.195909271986011001

## ABSTRAK

Farkhan, 2015, "Analisis Performa Mesin Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Ethanol Terhadap Daya dan Torsi pada Toyota Kijang Innova Tipe 1TR-FE". Program Studi Teknik Mesin Diploma III, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Masugino, M.Pd.

Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik daya dan torsi Toyota kijang Innova 1TR-FE dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dengan ethanol.

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 mesin dari awal hingga akhir. Metode dokumentasi digunakan untuk mencari data-data yang berkaitan dengan topik tugas akhir dari buku jurnal, dan internet. Sedangkan metode wawancara yaitu dengan cara mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada dosen pembimbing laporan tugas akhir dan kepada dosen pembimbing lapangan pada saat melakukan pengujian performa.

Pengujian dengan komposisi 10%, 20% dan 30% aditif meningkatkan daya dan torsi walaupun sedikit dan faktor lain dengan penambahan aditif dapat mengurangi masalah polusi akibat emisi gas buang hasil pembakaran berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksida (CO), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>).

P norm atau daya selalu naik pada putaran mesin rendah, menengah dan tinggi. Sedangkan M norm atau torsi naik pada putaran mesin rendah hingga menengah, tetapi pada putaran mesin menengah hingga tinggi mengalami penurunan. P wheel atau daya roda sama seperti P norm selalu naik pada putaran mesin rendah, menengah dan tinggi walaupun nilainya lebih kecil. P drag atau daya tarik terjadi setelah akselerasi, selalu meningkat pada tiap putaran mesin, dapat dikatakan simulasi angin dari depan sehingga pengujian seperti kondisi normal berkendara.

**Kata kunci** : Premium dengan ethanol, Daya, Torsi.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Performa Mesin Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Ethanol Terhadap Daya dan Torsi pada Toyota Kijang Innova Tipe 1TR-FE”**.

Dalam membuat Tugas Akhir ini tidak lepas dari dorongan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd. sebagai Dekan Fakultas Teknik.
2. Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd. sebagai Kepala Jurusan Teknik Mesin.
3. Widi Widayat, ST, MT. sebagai Kepala Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
4. Drs. Masugino, M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing.
5. R. Imanu Danar Herunandi. sebagai Dosen Pembimbing Lapangan.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan kasih dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini, saran dan kritik

yang bersifat membangun dari pembaca sangat diperlukan. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Semarang, 3 Agustus 2015

Farkhan

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Permasalahan .....	2
C. Tujuan .....	3
D. Manfaat .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Performa Mesin .....	5
B. Daya Mesin .....	6
C. Torsi Mesin .....	7
D. Bahan Bakar Bensin .....	7
E. Nilai Oktan .....	9
F. Ethanol .....	10
G. Pembakaran pada Motor Bensin .....	11

a. Pembakaran Sempurna .....	12
b. Pembakaran Tidak Sempurna .....	13
H. Proses Pembakaran Motor Bensin .....	13
I. Pengujian Menggunakan Dinamometer .....	16
<b>BAB III ANALISIS PERFORMA MESIN .....</b>	<b>18</b>
A. Alat dan bahan .....	18
B. Proses pelaksanaan .....	18
C. Hasil Penelitian .....	28
D. Pembahasan .....	32
<b>BAB IV PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
A. Simpulan .....	35
B. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Keseimbangan Energi pada Motor Bakar.....	5
Gambar 2.2	Proses Siklus Pembakaran Mesin Bensin.....	16
Gambar 2.3	<i>Chasis Dynamometer</i> .....	17
Gambar 3.1	Mobil Kijang Innova .....	19
Gambar 3.2	Dinamometer .....	19
Gambar 3.3	Penempatan kendaraan pada roller .....	19
Gambar 3.4	Pemasangan tali pengikat .....	20
Gambar 3.5	Pemasangan kabel temperatur oli .....	20
Gambar 3.6	Pemasangan kabel masa .....	21
Gambar 3.7	Menghidupkan dinamometer.....	21
Gambar 3.8	Penyesuaian roda terhadap roller.....	22
Gambar 3.9	<i>Blower</i> .....	22
Gambar 3.10	Mencampur premium dengan ethanol .....	23
Gambar 3.11	Mengisi bahan bakar .....	23
Gambar 3.12	Tampilan software LPS 3000 .....	24
Gambar 3.13	Pengisian v-target 90km/h .....	24
Gambar 3.14	Melakukan <i>constan speed test</i> .....	25
Gambar 3.15	Pengisian data kendaraan .....	26
Gambar 3.16	Mengatur <i>driving trial</i> .....	26
Gambar 3.17	Melakukan <i>running test</i> .....	27

Gambar 3.18	Grafik hasil pengujian .....	27
Gambar 3.19	Grafik pengujian dengan komposisi 10% .....	28
Gambar 3.20	Grafik pengujian dengan komposisi 20% .....	30
Gambar 3.21	Grafik pengujian dengan komposisi 30% .....	31
Gambar 3.22	Diagram daya dari pengujian komposisi 10%, 20% dan 30% .	33
Gambar 3.23	Diagram torsi dari pengujian komposisi 10%, 20% dan 30% ..	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai-nilai oktan dari jenis bahan bakar beserta rasio kompresi ..... 10

Tabel 2.2 Perbandingan sifat fisika antara ethanol dengan bensin ..... 11

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengujian dengan komposisi 10% .....	38
Lampiran 2. Hasil pengujian dengan komposisi 20% .....	39
Lampiran 3. Hasil pengujian dengan komposisi 30% .....	40
Lampiran 4. Surat tugas dosen pembimbing tugas akhir .....	41
Lampiran 5. Lembar pengajuan tugas akhir .....	42
Lampiran 6. Pernyataan selesai pekerjaan lapangan .....	43

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Seperti yang kita ketahui minyak bumi termasuk dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), maka diperlukan adanya suatu usaha untuk mencari bahan bakar baru yang dikembangkan untuk menjadi campuran bahan bakar premium sebagai alternatif dengan perbandingan tertentu. Bahan bakar premium memiliki angka oktan rendah yaitu 88, angka oktan pada bahan bakar mesin bensin menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara-bahan bakar sebelum waktunya (*self-ignition*), terbakarnya campuran udara-bahan bakar di dalam mesin bensin sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena ketuk (*knocking*) yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin (Muku, 2009 : 26). Faktor lain yang menjadi masalah adalah polusi akibat emisi gas buang hasil pembakaran bahan bakar premium yang berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksida (CO), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon yang tidak terbakar, serta unsur metalik seperti timbal (Pb) menjadi perhatian serius karena dampak kinerja gas tersebut yang dapat menurunkan tingkat kesehatan dan keselamatan kehidupan manusia (Sulistyo, 2009 : 196). Untuk mengatasi dampak dari pembakaran bahan bakar premium dengan menggunakan ethanol sebagai campuran bahan bakar premium sebagai alternatif karena meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor.

Ethanol biasa disebut dengan etil alkohol adalah obat psikoaktif yang dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan banyak digunakan sebagai pelarut berbagai macam bahan kimia, salah satunya untuk pelarut campuran bahan bakar. Ethanol sendiri didapat dari destilasi bahan baku nabati yaitu jagung dan ubi-ubian. Ethanol secara teoritik memiliki angka *research octane* di atas standar maksimal bensin, yaitu 108.6 dan *motor octane* 89.7.

Dengan beberapa kelebihan dari ethanol maka perlu dilakukannya pengujian performa terhadap kendaraan. Pengujian performa campuran premium dengan ethanol yang dilakukan salah satunya diharapkan dapat mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap daya dan torsi mesin. Daya merupakan kemampuan kendaraan untuk mencapai kecepatan tertinggi dalam waktu tertentu, sedangkan torsi merupakan gaya atau kemampuan mesin untuk menggerakkan kendaraan dari posisi diam sampai berjalan.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan mengangkat topik mengenai pengujian performa premium dengan zat aditif sebagai bahan penyusunan tugas akhir dengan mengambil judul Analisis Performa Mesin Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Ethanol Terhadap Daya dan Torsi Pada Toyota Kijang Innova Tipe 1TR-FE.

## **B. Permasalahan**

Dari latar belakang yang dipaparkan, maka permasalahan yang diambil dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh campuran bahan bakar premium dengan ethanol terhadap torsi mesin?

2. Bagaimana pengaruh campuran bahan bakar premium dengan ethanol terhadap daya mesin?

### **C. Tujuan**

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh campuran bahan bakar premium dengan ethanol terhadap daya dan torsi pada mesin.
2. Mengetahui perubahan daya dan torsi pada mesin setelah menggunakan campuran bahan bakar premium dengan ethanol.
3. Mengetahui daya dan torsi yang baik pada mesin setelah menggunakan campuran bahan bakar premium dengan ethanol dengan komposisi ideal.

### **D. Manfaat**

Laporan tugas akhir diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis
  - a) Memberikan hasil yang dianalisis 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 campuran bahan bakar premium dengan ethanol serta hal yang belum diketahui.

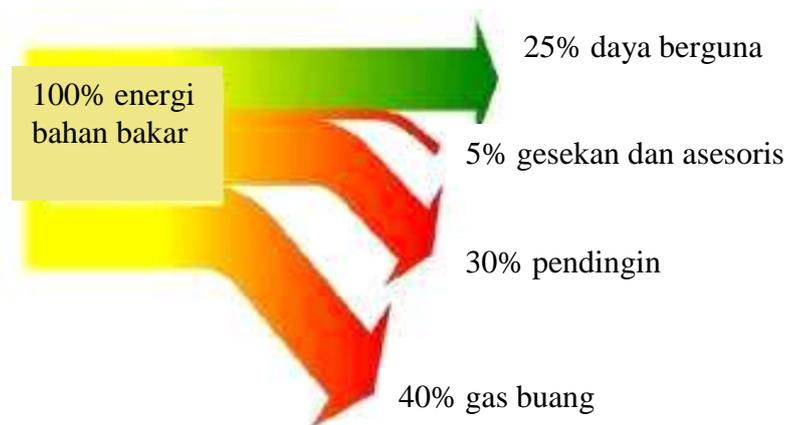
- b) Mampu melakukan analisis bahan bakar premium dengan ethanol sesuai prosedur serta mengetahui hasil analisis daya dan torsi pada mesin.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Performa Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut kemampuan mesin atau performa 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” (Basyirun, 2008 : 23).



Gambar 2.1 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar.  
(Basyirun, 2008 : 23)

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 (Sudiby, 2011 : 23).

## **B. Daya Mesin**

Putra Nurliansyah (2014 : 4) mengungkapkan bahwa daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. 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.

Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut diteruskan 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 (Basyirun, 2008 : 25). Sudiby (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 = Daya (Watt)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi mesin (Nm)

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

### C. Torsi Mesin

Putra Nurliansyah (2014 : 4) menjelaskan bahwa 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.

Basyirun (2008 : 23) menjelaskan bahwa 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. Piston bergerak menghasilkan gaya F yang memutar engkol dimana panjang engkol sebesar b, sehingga torsi dapat ditentukan dengan rumus :

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

Dimana :

T = torsi benda berputar (N.m)

F = gaya radial dari benda yang berputar (N)

b = jari-jari engkol (m)

### D. Bahan Bakar Premium

Kristanto (2001 : 57) menjelaskan premium yang dijual dipasaran merupakan campuran sejumlah produk yang dihasilkan dari berbagai proses. Melalui proses pencampuran (*blending*) tersebut maka sifat dari bahan bakar dapat diatur untuk memberikan karakteristik operasi seperti yang diinginkan. Salah satu sifat yang harus dipunyai dari premium adalah *Octane Number* dari bahan bakar tersebut. Penjelasan tersebut diperjelas oleh Nugraha (2007 : 4)

premium ( $C_8H_{18}$ ) merupakan cairan yang sangat mudah terbakar, bening dan tidak berwarna dengan baunya yang khas, sangat mudah menguap dan mengandung campuran *hydrocarbon* yang esensial. Secara umum premium mempunyai berat jenis (*specific gravity*) 0,27 – 0,77, nilai kalor yang rendah (10.400 – 11.000 kcal/kg), nilai oktan 85 – 100, titik pengapian mendekati  $500^\circ C$  dan titik nyala api  $-25^\circ C$  atau lebih. Bahan bakar yang beredar di Indonesia terbagi menjadi 3 jenis yaitu premium, pertamax, dan pertamax plus. Masing-masing jenis bensin tersebut mempunyai angka oktan yang berbeda-beda.

Wiratmaja (2010 : 18) menjelaskan bahwa ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi bensin sebagai bahan bakar yaitu :

1. Mudah tercampur dengan udara dan terdistribusi merata di dalam intake manifold.
2. Tahan terhadap detonasi atau *knocking*.
3. Tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang ditentukan (*preignition*).
4. Tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin.
5. Mudah ditangani apabila dalam keadaan genting.
6. Murah harganya dan mudah didapat.
7. Menghasilkan pembakaran yang bersih, tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.
8. Memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.
9. Tidak membentuk gum dan varnish yang dapat merusak komponen mesin.

Kusumanigrum (2013 : 2) menjelaskan bahwa bensin adalah susunan hidrokarbon yang dihasilkan dengan cara menyuling oli mentah. Sifat yang dimiliki bahan bakar yaitu:

1. Mudah menguap pada temperatur normal.
2. Tidak berwarna tembus pandang dan berbau.
3. Mempunyai titik nyala rendah ( $-10^{\circ}$  sampai  $-15^{\circ}$ ).
4. Mempunyai berat jenis yang rendah (0,60 sampai 0,78).
5. Menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500 sampai dengan 10,50 kcal/kg) sedikit meninggalkan karbon setelah dibakar.

#### **E. Nilai Oktan**

Suyanto (dalam Nugraha. 2007 : 3) menjelaskan bahwa nilai oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi. Bahan bakar dengan angka oktan lebih tinggi dapat dipakai pada motor dengan kompresi yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih tinggi pula. Motor dengan kompresi tinggi menggunakan bahan bakar beroktan rendah akan menyebabkan terjadinya detonasi sehingga tenaga yang dihasilkan rendah disamping terjadi kerusakan pada komponen motor. Sifat mudah menguap dari bahan bakar yang masuk kedalam silinder harus berbentuk gas untuk memudahkan bercampur dengan udara secara homogen.

Kristianto (2001 : 57) menyatakan bahwa makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan bahan bakar 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. Berikut ini adalah tabel nilai-nilai oktan dari jenis bahan bakar beserta rasio kompresinya:

Tabel 2.1 Nilai-nilai Oktan Dari Jenis Bahan Bakar Beserta Rasio Kompresi.

Nilai Oktan Pada Bahan Bakar di Indonesia		
Jenis BBM	Nilai Oktan	Rasio Kompresi
Premium	88	7:1 – 9:1
Pertamax	92	9:1 – 10:1
Pertamax Plus	95	10:1 – 11:1

#### F. Ethanol

Kabib (2009 : 3) menjelaskan bahwa premium yang memiliki angka oktan 88, nilai oktan yang rendah akan cenderung menimbulkan *knocking* ketika *compression ratio* dari *engine* dinaikan. Biasanya cara yang digunakan untuk menaikkan angka oktan dengan menambahkan zat aditif seperti ethanol. Penjelasan tersebut diperjelas oleh Wiratmaja (2010 : 18) menyatakan bahwa ethanol dipasaran dikenal dengan nama alkohol, ethanol memiliki rumus molekul  $C_2H_5OH$ . Alkohol atau Ethanol ini adalah bahan kimia dalam bentuk cairan yang bening, tidak berwarna, mudah menguap, memiliki aroma yang tajam, dan terasa pedih di kulit. Ethanol dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai bahan yang digunakan untuk pelarut, bahan anti septik, bahan baku pembuatan eter serta minuman keras. Ethanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti premium. Dalam penggunaannya ethanol juga relatif aman terhadap lingkungan dan manusia.

Perbandingan karakteristik fisika ethanol dengan premium dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2.2 Perbandingan Sifat Fisika Antara Ethanol Dengan Premium.

Property	Ethanol	Premium
Chemical formula	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>4</sub> sd C <sub>10</sub>
Carbon	52,2 %	85 – 88
Hydrogen	13,1 %	12 – 15
Oxygen	34,7 %	0
Octane Number Research Octane	108	90 – 100
Motor Octane	92	81 – 90

Prasetyo (2009 : 2) menjelaskan bahwa bioethanol memiliki banyak keuntungan baik sebagai bahan bakar dalam bentuk campuran atau murni, yaitu:

1. Panas penguapan yang tinggi
2. Titik nyala yang rendah
3. Perubahan volume gas yang besar
4. Nilai kalor pembakaran spesifik yang tinggi
5. Angka oktan yang tinggi
6. Karakteristik lainnya memungkinkan bioethanol dapat mencapai efisiensi yang cukup tinggi (15%)

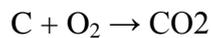
#### **G. Pembakaran Pada Motor Bensin**

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu Yeliana, dkk, 2004 (dalam Wiratmaja. 2010 : 17). Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan

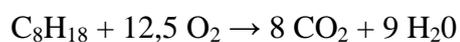
bunga api listrik dari busi yang terjadi pada saat beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara yang telah dikompresikan oleh gerakan torak dari titik mati bawah menuju titik mati atas.

Wiratmaja (2010 : 18) menjelaskan bahwa secara umum hanya terdapat tiga unsur yang penting di dalam bahan bakar, yaitu Karbon, Hidrogen, Sulfur (Belerang). Dalam proses pembakaran energi kimia diubah menjadi energi dalam bentuk panas dimana dalam setiap pembakaran dihasilkan gas sisa hasil dari proses pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi beberapa komponen-komponen gas buang antara lain  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  dan  $\text{CO}$ .

Wiratmaja (2010 : 18) menjelaskan contoh pembakaran secara kimia antara karbon (C), hidrogen (H) dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) dapat dilihat pada reaksi di bawah ini:



Sedangkan proses pembakaran secara teoritis suatu bahan bakar bensin (isooktan) dapat dilihat pada reaksi di bawah ini:



Secara umum proses pembakaran pada motor bensin dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu:

a. Pembakaran Sempurna (Normal)

Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua unsur yang dapat terbakar di dalam bahan bakar membentuk gas  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sehingga tak ada

lagi bahan bakar yang tersisa. Mekanisme pembakaran sempurna dalam motor bensin dimulai pada saat terjadi loncatan bunga api listrik dan busi. Selanjutnya api membakar campuran bahan bakar udara yang berada disekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua campuran bahan bakar – udara habis terbakar (Wiratmaja, 2010 :18).

#### b. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan suatu gejala yang dinamakan dengan detonasi atau sering disebut *knocking*. Hal ini terjadi karena disebabkan proses pembakaran yang tidak serentak pada saat langkah kompresi belum berakhir (busi belum memercikan bunga api) ditandai dengan adanya pengapian sendiri yang muncul mendadak pada bagian akhir dari campuran. Campuran yang telah terbakar akan menekan campuran bahan bakar yang belum terbakar. Akibatnya, campuran bahan bakar yang belum terbakar tersebut temperaturnya meningkat sehingga melewati temperatur untuk menyala sendiri (Wiratmaja, 2010 : 18).

### H. Proses Pembakaran Motor Bensin

Nugraha (2007 : 3) menjelaskan bahwa 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 atau mendorong torak. Gerakan bolak-balik dari torak diteruskan melalui batang penggerak ke poros engkol untuk diubah menjadi energi gerak putar.

Karena 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 besar, dan (3) aman, murah dan mudah didapat untuk konsumsi umum. Bahan bakar yang digunakan pada motor bensin adalah premium. Premium merupakan cairan yang sangat mudah terbakar bening dan tidak berwarna dengan baunya yang khas sangat mudah menguap dan mengandung campuran *hydrocarbon* yang esensial. Secara umum premium mempunyai berat jenis (*specific gravity*) 0,27 – 0,77, nilai kalor yang rendah (10.400 – 11.000 kcal/kg), nilai oktan 85 – 100, titik pengapian mendekati 500°C dan titik nyala api -25°C atau lebih. Sifat mudah menguap dari premium sangat diperlukan karena bensin yang masuk ke dalam silinder harus berbentuk gas untuk memudahkannya bercampur dengan udara secara homogen (Nugraha, 2007 : 3).

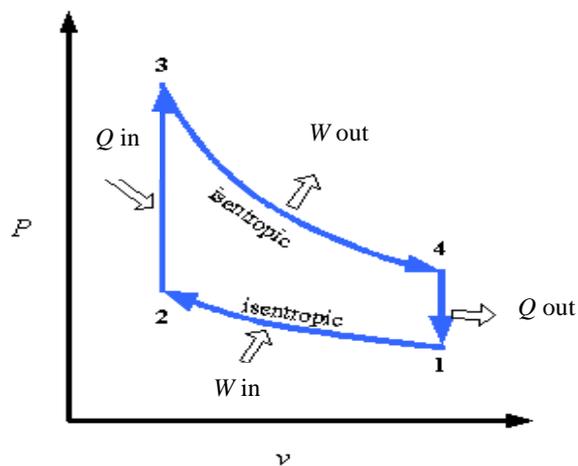
Nugraha (2007 : 4) menjelaskan proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar pada motor bensin (4 tak) adalah sebagai berikut:

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 temepnatur dan tekanan di dalam ruang bakar.

3. Proses pembakaran dimulai saat busi memercikan 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 sangat kecil, akan tetapi dengan tegangan yang sangat tinggi yaitu sekitar  $\pm 15.000$  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 memercikan 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  $5^\circ$  sampai  $10^\circ$  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.

- Gas sisa hasil pembakaran akan dibuang keluar dari ruang bakar (ke udara bebas) melalui saluran pembuangan sehingga menghasilkan emisi gas buang.



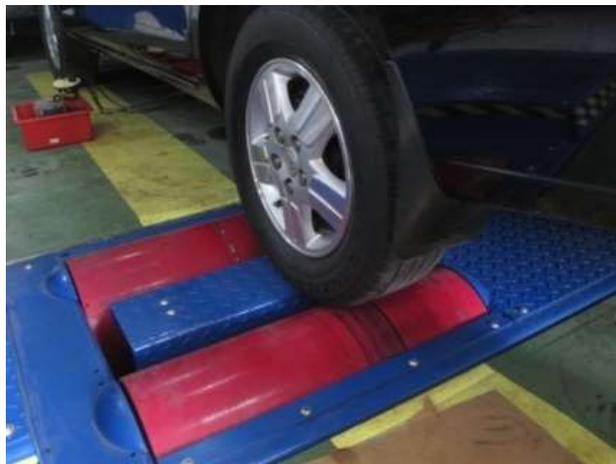
Gambar 2.2 Proses Siklus Pembakaran Mesin Bensin.

### I. Pengujian Menggunakan Dinamometer

Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui performa suatu kendaraan dengan mengukur daya dan torsi. Menurut cara pengukurannya, dinamometer dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Engine Dynamometer* (ED) dan *Chassis Dynamometer* (CD). Metode pengukuran dengan dinamometer tipe (ED) yaitu poros output mesin dihubungkan langsung dengan dinamometer, sedangkan untuk tipe CD pengukuran daya dilakukan melalui roda penggerak kendaraan. *Dynamometer Chassis* adalah dinamometer yang mengukur

daya yang dialirkan melalui permukaan *drive roller* yang digerakan oleh roda kendaraan yang sedang diukur (Sinaga, 2012 : 8).

*Dynamometer* 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 disambungkan 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 pengabilan data, maupun menjaga keamanan kendaraan saat diuji (Sinaga, 2012 : 8).



Gambar 2.3 Chasis Dynamometer

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Simpulan yang dapat diambil dari laporan tugas akhir ini adalah:

1. Pengujian performa daya dan torsi yang dihasilkan oleh Toyota Kijang Innova 1TR-FE dengan campuran bahan bakar premium dan ethanol berpengaruh terhadap daya mengalami peningkatan pada putaran rendah sampai putaran tinggi mesin, sedangkan pada torsi menurun.
2. Dari tiga kali pengujian yaitu 10%, 20% dan 30% aditif. Daya tertinggi terjadi di pengujian ketiga sebesar 88.8 kW diputaran mesin 6745 RPM, sedangkan torsi tertinggi sebesar 139.3 Nm diputaran mesin 4735 RPM. Daya terendah terjadi di pengujian pertama sebesar 88.6 kW diputaran mesin 6955 RPM, sedangkan torsi sebesar 137.1 Nm diputaran mesin 4700 RPM.
3. Komposisi ideal dari ketiga pengujian adalah 30% aditif dengan daya sebesar 88.8 kW diputaran mesin 6745 RPM, dan torsi sebesar 139.3 Nm diputaran mesin 4735 RPM.

#### **B. Saran**

Saran yang diberikan pada laporan tugas akhir ini adalah:

1. Penggunaan campuran bahan bakar premium dengan ethanol dapat mengurangi masalah polusi akibat emisi gas buang hasil pembakaran

berupa karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbonmonoksida (CO), oksida nitrogen ( $\text{NO}_x$ ).

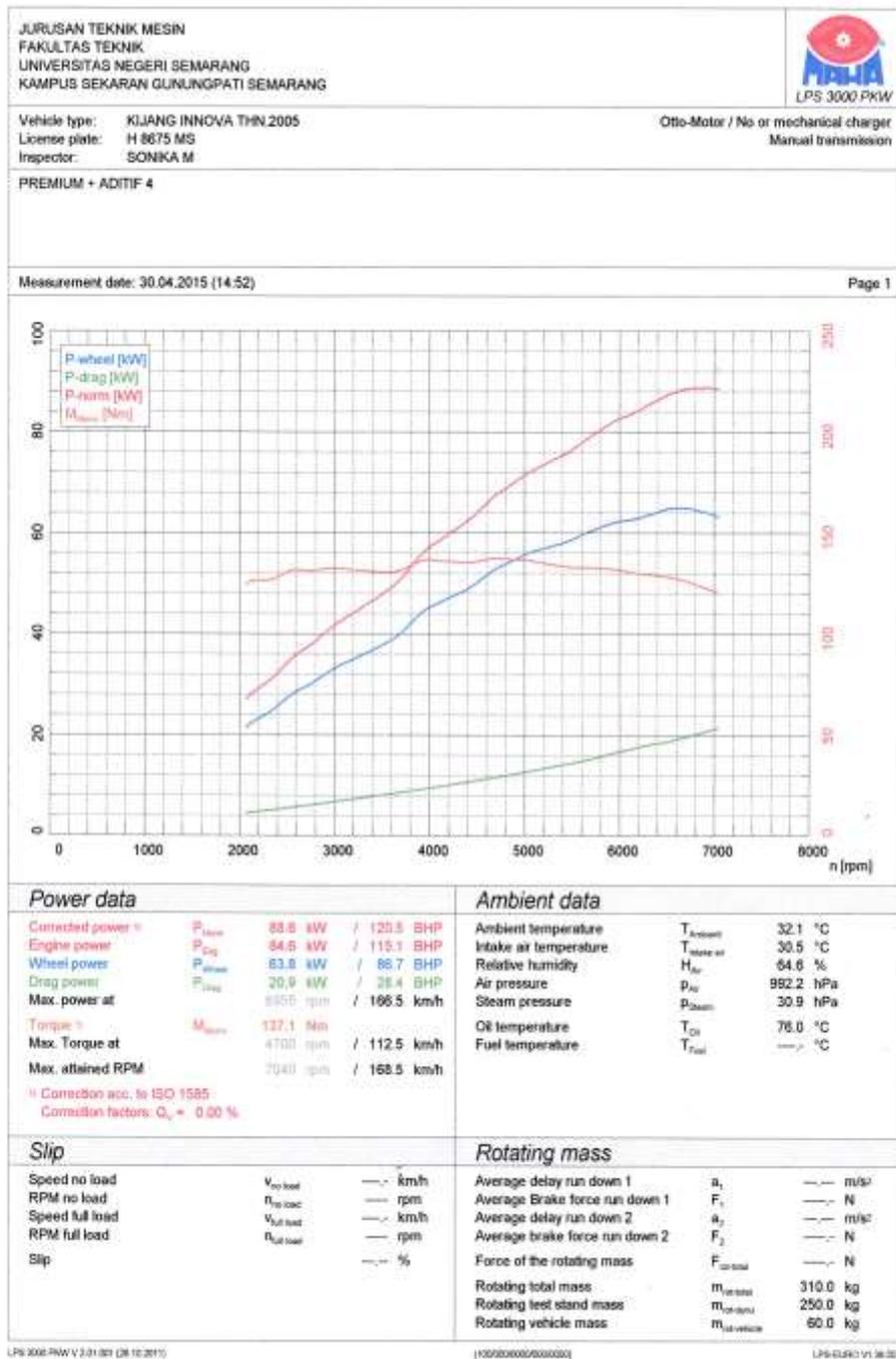
2. Pengujian 10%, 20% dan 30% aditif daya dan torsi tertinggi terletak pada pengujian dengan komposisi 30% aditif dan mobil sebaiknya memiliki kompresi yang baik karena campuran bahan bakar premium dengan ethanol agar dapat terbakar sempurna.
3. Pengujian dengan komposisi ideal perlu dilakukan penyesuaian dan penyetelan mesin agar hasil yang diperoleh lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

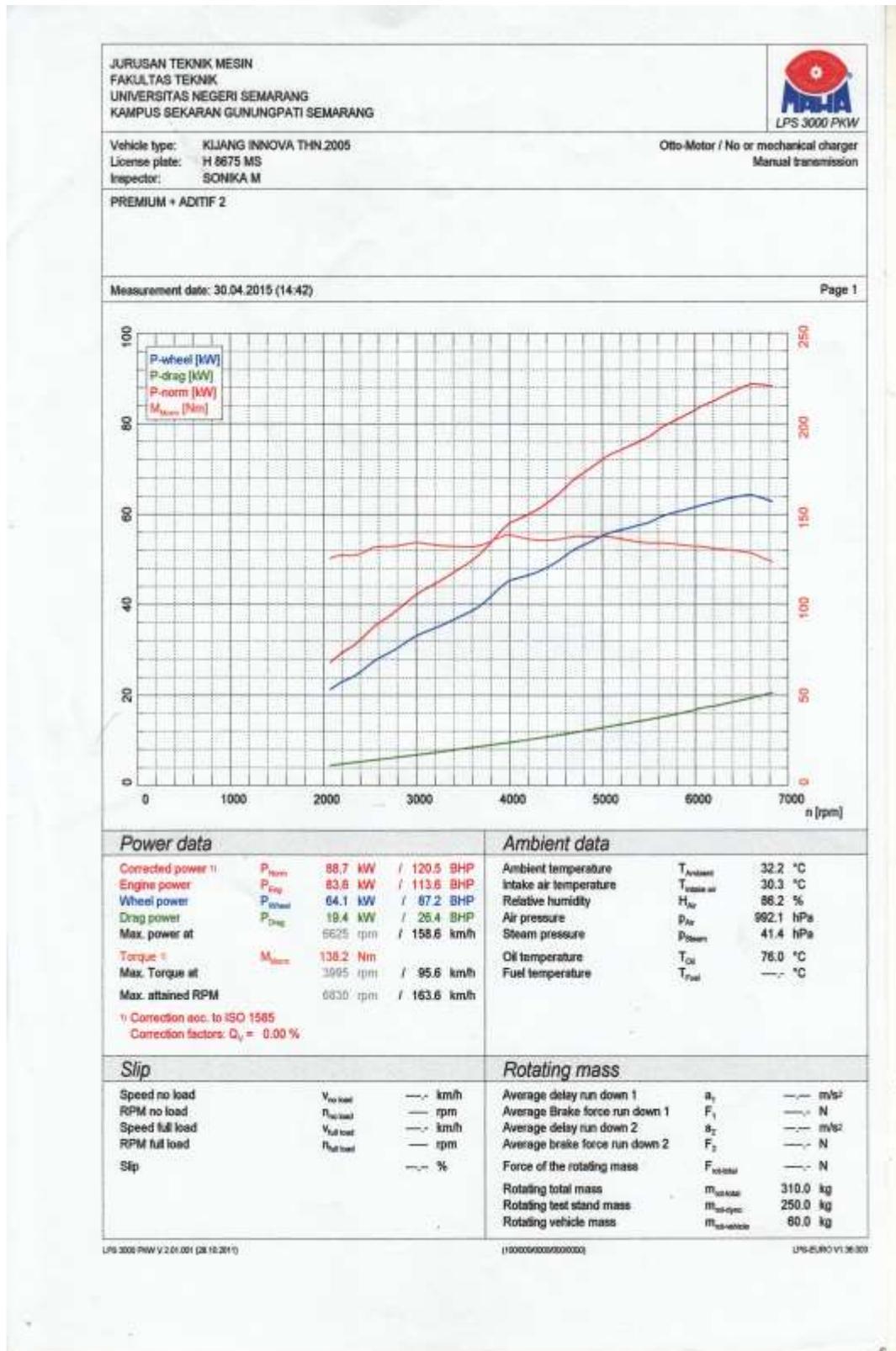
- Basyirun, dkk. 2008, *Mesin Konversi Energi*, Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Kristanto Philip, 2001, Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan Methyl Tertiary Buthyl Ether Pada Bensin, *Jurnal Teknik Mesin*, Volume 3 Nomer 2.
- Muku I Dewa Made Krishna, dkk. 2009, Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Volume 3 Nomer 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.
- Prasetyo Devanta B dan Patriayudha F, 2009, Pemakaian Gasohol sebagai Bahan Bakar Pada Kendaraan Bermotor, Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Putra Nurliansyah, dkk. 2014, Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin Dan Variasi Rasio Kompresi Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007, *Jurnal FKIP UNS*, Volume 2 Nomer 3 2014.
- Sinaga N dan Dewangga A, 2012, Pengujian Dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi Chassis Dinamometer Tipe Water Brake, *Rotasi*, Volume 14 Nomer 3 2012.
- Sudibyو Agus, 2011, *Pengaruh Ketebalan Ring (Shim) Penyetel Terhadap Tekanan Pembukaan Injektor Pada Motor Diesel*, Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Gajayana Malang.
- Sulistyo Bambang, dkk. 2009, *Pemanfaatan Ethanol sebagai Octane Improver Bahan Bakar Bensin Pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor Empat Langkah Satu Silinder*, Seminar Nasional Magister Sistem Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Wiratmaja I Gede, 2010, Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Volume 4 Nomor 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengujian dengan komposisi 10%.



Lampiran 2. Hasil pengujian dengan komposisi 20%.



## Lampiran 3. Hasil pengujian dengan komposisi 30%



## Lampiran 4. Surat tugas dosen pembimbing tugas akhir.



**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor : 434 / FT - UNNES/2015

Tentang

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

**Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar 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.

**Mempertahakan** : Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII tanggal 25 Maret 2015

**MEMUTUSKAN**

**Menetapkan  
PERTAMA** : Menunjuk dan menugaskan kepada

1. Nama	: Drs. Masugino, M.Pd
NIP	: 195207211980121001
Pangkat/Golongan	: Pembina, IV/a
Jabatan Akademik	: Lektor Kepala

**Sebagai Pembimbing**

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir :

Nama	: Farkhan
NIM	: 5211312051
Prodi	: D3 Teknik Mesin
Judul	: Uji Performa Premium dengan Zat Aditif

**KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.



**Tembusan**

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing

## Lampiran 5. Lembar pengajuan tugas akhir.

**LEMBAR PENGAJUAN TA DAN DOSEN PEMBIMBING TA**

(Juga dibuat lembar terpisah untuk pengajuan surat tugas)

Nama : FARKHAN SKS telah ditempuh 106 SKS  
 NIM : 5211312051  
 Topik TA : Uji Performa Premium dengan zat adiktif  
 Topik TA disetujui untuk dilaksanakan, dengan Dosen Pembimbing Drs. Masugino M.pd

Pembimbing Lapangan

Semarang, 26 MARET 2015  
Kaprosdi D3 TM,
  
 R. Imanu Panar Heruandani

  
 Widi Widagati S.T.M.T.  
 NIP. 1.97.408.152.0000.51001
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING OLEH DEKAN**

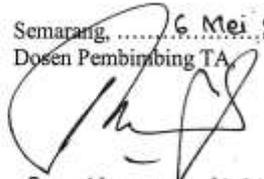
Nomor surat tugas : 434 / FT - UNNES / 2015  
 Tanggal ditetapkan : 31 Maret 2015  
 Pembimbingan dilaksanakan : mulai ..... sampai .....  
 Nama pejabat yang menetapkan : Drs. H. Mohammad Harlano, M.Pd  
 NIP. 1966021511021001

**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 CAMURAN BAHAN  
BAKAR PREMIUM DENGAN ETHANOL TERHADAP DAYA DAN  
TORSI PADA TOYOTA KIJANG INNOVA TIPE ITR-FE

dan segera disusun proposal TA-nya.

Semarang, 6 Mei 2015  
Dosen Pembimbing TA
  
 Drs. Masugino M.Pd.  
 NIP. 195207211980121001

## Lampiran 6. Pernyataan selesai pekerjaan lapangan.

## PERNYATAAN SELESAI PEKERJAAN LAPANGAN

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

Nama : FARKHAN  
 NIM : 5211312051

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

UJI PERFORMA MESIN MENGGUNAKAN CAMPURAN BAHAN  
 BAKAR PREMIUM DENGAN ETHANOL

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dimaklumi.

Semarang, 30 April 2015

Pembimbing lapangan,



R. Imanu Danar Herunandi

NIP. 74041013051369