



**PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN
PERTAMAX TERHADAP PERFORMA MESIN
MOTOR 4 LANGKAH 115 cc**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Cahyono

5201410028

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Cahyono
NIM : 5201410028
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Pertamina Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 115 cc

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

Ketua : Dr. M. Khumaedi, M.Pd.
NIP. 196209131991021001
Sekretaris : Wahyudi, S. Pd, M.Eng.
NIP. 198003192005011001


Tanda Tangan

()

()

Dewan Penguji

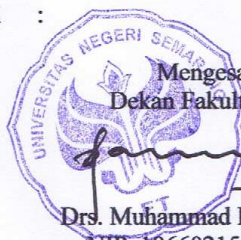
Pembimbing : Drs. Pramono
NIP. 195809101985031002
Penguji Utama I : Drs. Ramelan, M.T.
NIP. 195009151976031002
Penguji Utama II : Hadromi, S.Pd, M.T.
NIP. 196908071994031004

()

()

()

Ditetapkan tanggal :



Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151199102001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Cahyono
NIM : 5201410028
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Pertamina Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 115 cc”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2015



Cahyono
NIM. 5201410028

ABSTRAK

Cahyono. 2015. Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Pertamax Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 115 cc. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Drs. Pramono

Kata kunci : bioetanol, pertamax, performa mesin

Perkembangan teknologi dunia otomotif khususnya sepeda motor semakin pesat dan penggunaannya pun bertambah banyak tiap tahun. Banyak cara ditempuh untuk meningkatkan performa mesin termasuk di sektor pengapian dan bahan bakar. Disektor bahan bakar dengan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi termasuk pertamax yang dibutuhkan untuk mengimbangi tekanan kompresi yang tinggi. Untuk lebih meningkatkan nilai oktan salah satu alternatif yaitu dengan mencampurkan bioetanol pada bahan bakar pertamax. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana pengaruh campuran bioetanol dengan pertamax terhadap torsi dan daya pada mesin 4 langkah 115 cc (2) Pada komposisi berapakah dapat menghasilkan performa mesin terbaik motor 4 langkah 115 cc?

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Variable bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertamax murni (BP₀), BP₁₀ (campuran bioetanol 10% dan pertamax 90%), BP₂₀ (campuran bioetanol 20% dan pertamax 80%), BP₃₀ (campuran bioetanol 30% dan pertamax 70%). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah torsi dan daya.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penambahan bioetanol terhadap performa mesin motor 4 langkah 115 cc yaitu meliputi torsi dan daya. Secara umum pembakaran sempurna terjadi dengan penambahan nilai oktan bahan bakar yang tinggi untuk mengimbangi tekanan kompresi yang tinggi pula.

Peneliti mengambil kesimpulan dari penelitian ini pencampuran bioetanol dapat meningkatkan performa mesin mencapai titik maksimal pada campuran bahan bakar BP₂₀, tetapi pada campuran lebih dari 20% performa cenderung akan menurun. Performa mesin maksimal didapatkan pada bahan bakar campuran 20% bioetanol.

ABSTRACT

Cahyono. 2015. *The Influence of The Mixture of Bioethanol with Pertamina Fuel Toward The Performance Of 4 Stroke 115 cc Engine Motorcycle. Skripsi. Majoring in mechanical engineering faculty of engineering. Semarang state university. Drs. pramono*

Keywords: bioethanol, pertamax, engine performance

The development of automotive technology especially motorcycles grow and increase rapidly every year. There are many ways to improve engine performance including in the ignition and fuel such as by replacing CDI unlimiter in the ignition sector and using high-octane fuel like pertamax to balance the high compression pressure in the fuel sector. An alternative way to increase the octane value is by mixing bioethanol and pertamax fuel. Problems of this study were (1) How does a mixture of bioethanol with pertamax against torque and the power at 4 stroke 115 cc engine, (2) what composition the best engine performance 4 stroke 115 cc engine motorcycle can produce?

This research used experimental method. The independent variable that was used in this study was pure pertamax (BP₀), BP₁₀ (a mixture of 10% bioethanol and pertamax 90%), BP₂₀ (a mixture of 20% bioethanol and pertamax 80%), BP₃₀ (a mixture of 30% bioethanol and pertamax 70%). The dependent variable in this study was the torque and the power.

The result of the study showed that there was an influence by adding bioethanol to the engine performance 4 stroke 115 cc engine motorcycle which included the torque and the power. In general complete combustion happen increased of the fuel octane and balanced higher compression pressures also.

The researcher of this study concluded that the mixing of bioethanol could improve engine performance that reached the maximum point on the fuel mixture BP₂₀, however on a mixture of more than 20% performance tended to decline. Maximum engine performance obtained on a fuel mixture of 20% ethanol. CDI unlimiter could improve performance for a given supply of large ignition resulting in complete combust

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Jalani hidup dengan penuh kejujuran meskipun itu pahit. Yakin bahwa pertolongan Allah akan datang pada hambaNya yang mau berusaha. Restu dari orang tua adalah segalanya.

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan karya ini untuk:

1. Bapak Marno dan ibu Suryati , orang tua yang tiada henti menyayangi, mencintai dan berkorban.
2. Suryani, kakakku yang selalu mendoakan.
3. Teman-teman PTM 2010 dan Almamater Unnes

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan rahmat dan hidayah dari Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Pertamina Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 155 cc”. Skripsi ditulis dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 untuk mendapat gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati disampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fatur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik, Dr. M Khumaedi, M.Pd ketua Jurusan Teknik Mesin, dan Wahyudi, S.Pd, M.Eng, ketua program studi pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukkan-masukkan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.
3. Drs. Pramono, pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai

kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan sangat membantu penulisan karya ini.

4. Drs. Ramelan, MT, Hadromi, S.Pd, MT penguji I dan Penguji II yang telah memberikan masukan yang berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Semua dosen Teknik Mesin FT Unnes yang telah memberi bakal pengetahuan yang berharga.
6. Teman-teman Program Studi Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2010 dan teman-teman Rizky kos yang telah memberikan canda tawa dan kebesamaanya kepada penulis.
7. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran, masukan kepada penulis serta membantu proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

Semarang, Juni 2015



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN	
JUDUL.....	
i.....	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Penegasan Istilah.....	4
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
A. Landasan Teori.....	6
1. Bahan Bakar.....	6
2. Motor Bensin.....	14
3. Prinsip Kerja 4 Langkah	17
4. Parameter Performa Mesin.....	22
5. CDI.....	24
6. Kerangka Berfikir.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	31

A. Rancangan Penelitian.....	31
B. Jenis Penelitian.....	32
C. Variabel Penelitian.....	32
D. Teknik Pengumpulan Data.....	33
E. Teknik Analisis Data.....	33
F. Alat dan Bahan.....	34
G. Tempat Penelitian.....	35
H. Prosedur Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Hasil Penelitian.....	38
B. Pembahasan.....	47
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Simpulan.....	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya.....	39
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Torsi.....	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip kerja Mesin 4 Langkah	17
Gambar 2.2 Diagram siklus aktual mesin Otto	19
Gambar 2.3 Diagram pV.....	20
Gambar 2.4 Geometri silinder, piston, batang torak dan poros engkol	22
Gambar 2.5 CDI Unlimiter yang Digunakan.....	27
Gambar 2.6 Spesifikasi CDI yang digunakan.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian	31
Gambar 4.1 Grafik Daya dan Putaran Mesin	40
Gambar 4.2 Grafik Torsi dan Putaran Mesin	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₀ (1).....54
Lampiran 2	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₀ (2).....55
Lampiran 3	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₀ (3).....56
Lampiran 4	Data Gabungan Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₀57
Lampiran 5	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₁₀ (1).....58
Lampiran 6	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₁₀ (2).....59
Lampiran 7	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₁₀ (3).....60
Lampiran 8	Data Gabungan Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₁₀61
Lampiran 9	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₂₀ (1).....62
Lampiran 10	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₂₀ (2)63
Lampiran 11	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₂₀ (3).....64
Lampiran 12	Data Gabungan Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₂₀65
Lampiran 13	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₃₀ (1).....66
Lampiran 14	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₃₀ (2)67
Lampiran 15	Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₃₀ (3).....68
Lampiran 16	Data Gabungan Hasil Pengujian Torsi dan Daya BP ₃₀69
Lampiran 17	Surat Tugas Dosen Pembimbing70
Lampiran 18	Persetujuan Seminar Proposal Skripsi.....71
Lampiran 19	Daftar Hadir Peserta Seminar Proposal Skripsi.....72
Lampiran 20	Surat ijin Penelitian73
Lampiran 21	Surat Bukti Telah Melakukan Penelitian.....74
Lampiran 22	Foto Dokumentasi penelitian.....75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dari era ke era semakin pesat, semakin meningkat pula kebutuhan manusia akan kendaraan untuk transportasi. Kemajuan teknologi dibidang transportasi yaitu terciptanya mesin *Otto*. Mesin *Otto* merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya. Termasuk teknologi pada sepeda motor yang semakin berkembang.

Pada masa sekarang ini sepeda motor banyak digunakan untuk kompetisi. Orang berlomba-lomba untuk meningkatkan performa mesin, banyak cara untuk meningkatkan performa kendaraan salah satunya dibagian pengapian, bahan bakar dan mesin. Bagian pengapian untuk dapat menaikkan performa dengan mengganti CDI (*Capacitor Discharge Ignition*), magnet dan koil. Pada bagian mesin yaitu dengan menaikkan kapasitas mesin atau membesarkan diameter piston (*bore up*) agar mesin performanya meningkat. Performa juga bisa didapatkan dengan cara mencampur bahan bakar, campuran yang biasa digunakan adalah bioetanol atau alkohol dari tumbuhan tetapi jika campuran berlebihan performa malah menurun. Bioetanol dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena bersih dari emisi bahan pencemar.

Bioetanol adalah etanol (alkohol) yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti jagung, gandum, kentang dan tebu. Hal ini kemudian diproses untuk membentuk aditif yang terbarukan atau menjadikan bahan bakar yang baik dengan biaya efektif dan ramah lingkungan. Salah satu fungsi alkohol adalah sebagai *octane booster*, artinya alkohol mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain ialah *oxygenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran bahan bakar dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara. Bahkan, alkohol berfungsi sebagai *fuel extender*, yaitu menghemat bahan bakar fosil (Prihandana dkk, 2008: 25)

Menanggapi hal tersebut maka jalan keluarnya adalah menghemat bahan bakar fosil atau mencari bahan bakar alternatif lain yang nilai oktannya sama atau lebih tinggi dari bahan bakar fosil. Perbandingan kompresi yang tinggi harus diimbangi pula dengan nilai oktan yang tinggi, semakin tinggi tekanan kompresi semakin tinggi nilai oktan yang dibutuhkan, agar efisiensi kerja mesin didapatkan.

Salah satu bahan bakar yang mempunyai nilai oktan lebih baik dari premium adalah pertamax. Pertamax adalah bensin tanpa timbal dengan kandungan aditif lengkap generasi mutakhir dan mempunyai RON 92 serta dianjurkan untuk kendaraan berbahan bensin dengan perbandingan kompresi tinggi (Winarno, 2011: 35).

Performa besar sepeda motor kompetisi memang dikhususkan untuk balap, tidak dapat dipakai untuk sehari-hari, maka dari itu untuk mendapatkan peningkatan performa, sepeda motor standar mengalami penggantian piston yang

sama bentuknya dengan yang dipakai pada sepeda motor kompetisi tetapi ukurannya lebih kecil agar dapat dipakai sehari-hari. Pada bagian noken as (*camshaft*) juga mengalami perubahan, akan tetapi tidak seperti sepeda motor kompetisi, sehingga sepeda motor tersebut biasa disebut semi kompetisi.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diadakan penelitian dengan judul “Pengaruh Campuran Bioetanol Dengan Pertamax Terhadap Performa Mesin Motor 4 Langkah 115 cc”.

B. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

1. Mesin yang digunakan adalah Motor 4 Langkah 115cc satu silinder yang perbandingan kompresinya 11 : 1.
2. Pengujian daya dan torsi dilakukan pada *dynamometer*.
3. Pengujian dilakukan dengan beban tetap.
4. Pengujian dilakukan saat putaran mesin yang sering di gunakan atau sesuai operasional 3000 rpm sampai 10000 rpm, dengan *range* 1000 rpm
5. Bahan bakar yang digunakan adalah pertamax murni dan campuran pertamax dengan bioetanol yang mempunyai kadar alkohol 96%, yaitu sebagai berikut: Pertamax murni atau tanpa campuran (BP₀), Bp₁₀(campuran pertamax 90 % dan bioetanol 10 %), Bp₂₀ (campuran pertamax 80 % dan bioetanol 20 %), Bp₃₀ (campuran pertamax 70 % dan bioetanol 30 %).
6. Dalam penelitian ini nilai kalor tidak dilakukan pengujian

7. Tidak dilakukan pengujian terhadap angka oktan bahan bakar campuran bioetanol dengan pertamax

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh campuran bioetanol dengan pertamax terhadap performa mesin sepeda motor?
2. Pada komposisi campuran berapakah dapat menghasilkan performa mesin terbaik pada sepeda motor?

D. Penegasan Istilah

1. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH), alkohol dari tumbuh-tumbuhan adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yang dihasilkan dari proses fermentasi glukosa (gula) dengan bantuan mikroorganisme yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Bioetanol yang digunakan untuk campuran pertamax dalam penelitian ini adalah bioetanol dengan kadar 96%.

2. Performa

Performa merupakan daya, torsi pada mesin motor 4 langkah 115 cc yang akan diteliti pada sepeda mator dengan perbandingan kompresi 11 : 1.

3. Torsi merupakan perkalian antara gaya yang dihasilkan dari tekanan hasil pembakaran pada torak dikalikan dengan jari – jari lingkaran poros engkol
4. Daya adalah kecepatan yang menimbulkan kerja motor selama waktu tertentu.
5. Perbandingan Kompresi

Perbandingan kompresi adalah perbandingan volume ruangan ketika piston berada dititik mati atas (TMA) dan titik mati bawah (TMB).

E. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh bioetanol pada mesin yang menggunakan CDI *unlimiter* terhadap performa mesin motor
2. Mendapatkan komposisi campuran untuk mendapatkan performa mesin terbaik

F. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan tentang pengaruh bioetanol terhadap performa mesin motor 4 langkah 115cc berbahan bakar Pertamina
2. Memberikan pengetahuan komposisi bahan bakar campuran bioethanol untuk mendapatkan perfroma mesin terbaik sepeda motor semi kompetisi
3. Memberikan pengetahuan campuran bahan bakar bagi yang mempunyai sepeda motor semi kompetisi

4. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lebih lanjut

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Bahan Bakar

a) Pengertian Bahan Bakar

Menurut Suprpto (2004: 5) bahan bakar merupakan bahan – bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin dapat berlangsung, sedangkan menurut Cengel dan Boles (2006: 52) setiap bahan yang dapat dibakar untuk melepaskan energi panas disebut bahan bakar. Konstituen utama bahan bakar terdiri dari hidrogen dan karbon, dan dilambangkan dengan rumus umum C_nH_m .

Menurut Maleev (1945: 42) bahan bakar yang digunakan pada mesin pembakaran dalam di bedakan menjadi tiga yaitu gas, cair, dan padat. Komposisi utama dari bahan bakar terdiri dari hydrogen dan karbon. Biasanya sering disebut sebagai hidrokarbon. Rumus kimia dari bahan bakar adalah C_mH_n . Namun demikian hingga saat ini bahan bakar yang paling sering dipakai adalah bahan bakar mineral cair. Hal ini dilakukan karena banyaknya keuntungan – keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan bahan bakar dengan jenis mineral salah satunya adalah sifat zat cair yang menyesuaikan tempat atau wadahnya.

Karakteristik dan nilai pembakaran yang dimiliki oleh setiap bahan bakar berbeda – beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat – sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan – bahan kimia kedalam bahan bakar tersebut, dengan harapan

akan mempengaruhi daya anti *knocking* atau daya letup dari bahan bakar, dan dalam hal ini menunjukkan apa yang dinamakan dengan bilangan oktan (*octane number*). Proses pembakaran bahan bakar dalam motor bensin atau mesin pembakaran dalam sangat dipengaruhi oleh bilangan tersebut, sedangkan di motor Diesel sangat dipengaruhi oleh bilangan setana (*cetane number*).

Angka oktan merupakan karakteristik bahan bakar yang menggambarkan seberapa baik bahan bakar akan atau tidak akan menyala sendiri (Pulkabrek, 1997: 143). Angka oktan ini merupakan skala numerik yang dihasilkan dengan membandingkan karakteristik penyalaan dini bahan bakar dengan bahan bakar standar dalam tes mesin tertentu pada kondisi operasi tertentu. Dua bahan bakar referensi standar yang digunakan adalah *isooctane* (C_8H_{18}) (2,2,4 *trimethylpentane*), yang diberi angka oktan (ON) 100, dan *n-heptana* (C_7H_{16}), yang diberi angka oktan 0. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar, semakin kecil kemungkinan akan terbakar sendiri. Mesin dengan rasio kompresi rendah dapat menggunakan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih rendah, tetapi mesin kompresi tinggi harus menggunakan bahan bakar beroktan tinggi untuk menghindari penyalaan sendiri dan mengetuk (*knocking*).

Menurut Ramelan (2011: 24) bilangan setana adalah bilangan yang menunjukkan kesetaraan antara bahan bakar yang dipergunakan motor Diesel dengan campuran *polyolefine* ($C_{16}H_{34}$) dan *methyl naphthalene* ($C_{11}H_{10}$). Contoh : bahan bakar dengan bilangan setana 55 berarti bahan bakar tersebut setara (bukan sama) dengan campuran 55 % *polyolefine* ($C_{16}H_{34}$) dan 45 % *methyl naphthalene* ($C_{11}H_{10}$).

Bilangan setana merupakan ukuran kualitas penyalaan bahan bakar yang mengindikasikan kesiapan bahan bakar mesin Diesel untuk menyala secara spontan pada kondisi temperatur dan tekanan tertentu di ruang bakar. Semakin tinggi

bilangan setana semakin mudah terbakar atau titik nyalanya semakin rendah, waktu penundaaan antara injeksi atau penyemprotan bahan bakar dan penyalaan semakin pendek dan kualitas penyalaan semakin baik. Pada kenyataannya, penggunaan bahan bakar diesel yang memiliki nilai bilangan setana yang lebih besar dari kondisi yang dibutuhkan mesin tidak menambah performa mesin.

Tujuan dari pembakaran bahan bakar adalah untuk memperoleh energi yang disebut energi panas (*heat energy*). Hasil pembakaran bahan bakar berupa energi panas dapat dibentuk menjadi energi lain, misalnya: energi mekanis, energi penerangan dan sebagainya. Oleh karena itu, setiap hasil pembakaran bahan bakar akan didapatkan suatu bentuk energi yang lain yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Sisa-sisa gas hasil pembakaran dalam bahan bakar harus diperhatikan. Oleh karena sisa gas dari pembakaran yang kurang sempurna akan dapat berpengaruh negatif dan membahayakan lingkungan. Sisa pembakaran ini mengandung gas-gas beracun dan membahayakan seperti NO_x, CO, HC, partikel, dan Pb (timah hitam), terutama ditimbulkan oleh pembakaran pada motor bensin. Sedangkan hasil pembakaran yang ditimbulkan oleh motor Diesel akan dapat menimbulkan gas asap yang berwarna hitam gelap yang akan mengotori lingkungan.

b) Bahan Bakar Bioetanol

Salah satu bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan bensin adalah etanol. Etanol yang sering juga disebut etil alkohol. Rumus kimia etanol adalah C₂H₅OH. Etanol bersifat cair pada temperatur kamar. Etanol dapat dibuat dari proses pemasakan, fermentasi dan distilasi beberapa jenis tanaman seperti tebu, jagung, singkong atau tanaman lain yang kandungan karbohidatnya tinggi. Bahkan dalam beberapa penelitian ternyata etanol juga dapat dibuat dari selulosa atau limbah hasil pertanian (biomassa),

sehingga etanol memiliki potensi cukup cerah sebagai pengganti bensin (Handayani, 100).

Beberapa karakteristik bahan bakar yang mempengaruhi kerja mesin bensin adalah:

a) Nilai Oktan

Angka oktan merupakan karakteristik bahan bakar yang menggambarkan seberapa baik bahan bakar akan atau tidak akan menyala sendiri (Pulkrabek, 1997: 143). Semakin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi dan *knocking*. Berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat. Cara menentukan angka oktan bahan bakar yaitu dengan mengadakan suatu perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar standar. Ada dua cara menentukan bilangan oktan yang hasilnya disebut dengan RON (*Research Octane Number*) dan MON (*Motor Octane Number*).

Pengujian RON (*Research Octane Number*) ditentukan dengan menguji suatu bahan bakar di dalam suatu tabung reaksi, sedangkan pengujian *Motor Octane Number* (MON) menggunakan bahan bakar yang sama di uji dengan menggunakan mesin tes yang dapat diatur suhu, tekanan, kecepatan dan kompresinya. Mesin ini dinamakan mesin CFR (*Coordination Fuel Research*). Bahan bakar bioetanol memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada pertamax yaitu *research octane* 111 dan *motor octane* 92. Nilai indeks *anti-knock* adalah suatu bilangan rata-rata dari RON dan MON. Nilai indeks ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Pulkrabek, 1997: 144):

$$\text{Anti - knock Indeks} = (\text{RON} + \text{MON}) / 2 \text{ atau } \text{ON} = \frac{\text{RON} + \text{MON}}{2} \quad (1)$$

Jadi untuk bahan bakar etanol nilainya adalah $(111 + 92) / 2 = 101.5$.

b) Nilai Kalor

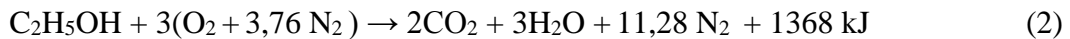
Nilai kalor merupakan jumlah kalor yang dihasilkan satu kilogram bahan bakar apabila pembakaran terjadi secara sempurna. Pembakaran sempurna yaitu pembakaran dimana semua konstituen yang dapat terbakar di dalam bahan bakar habis terbakar, sehingga tidak ada lagi bahan bakar yang dapat terbakar tersisa. Pembakaran sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang bereaksi dengan oksigen hanya akan menghasilkan CO₂, seluruh unsur H menghasilkan H₂O dan seluruh S menghasilkan SO₂. Nilai kalor bioetanol lebih kecil dari nilai kalor bensin yaitu 26.805 kJ/kg sedangkan bensin sebesar 42.690 kJ/kg (Jeuland dkk., 2004:562), hal ini karena adanya oksigen dalam struktur bioetanol. Berarti untuk mendapatkan energi yang sama jumlah bioetanol yang diperlukan akan lebih banyak. Adanya oksigen dalam bioetanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih miskin jika dibandingkan dengan bensin, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan unjuk kerja yang diinginkan.

c) *Volatility*

Volatility suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting, kerana jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran. Zat yang sulit menguap tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin bensin meskipun memiliki nilai kalor yang besar. Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar.

c) Pembakaran dan Perbandingan Udara Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada Motor Pembakaran Dalam – jenis Otto biasanya sejenis Hidro Karbon (HC). Dengan menganggap bahwa bahan bakar yang digunakan adalah Etanol maka reaksi pembakaran terjadi sebagai berikut :



Perhitungan perbandingan antara perbandingan % volume N_2 dengan % volume O_2 pada udara bebas yaitu 79% / 21% menghasilkan 3,76 dengan menganggap gas lainnya seperti argon, CO_2 dan lainnya sangat kecil. Reaksi pembakaran tersebut terjadi di dalam ruang bakar pada tekanan dan suhu yang tinggi. Motor Bakar Dalam yang baik mempunyai komposisi gas buang berupa CO_2 , H_2O , N_2 seperti reaksi diatas, namun adakalanya terjadi pembakaran yang kurang sempurna sehingga akan menghasilkan emisi gas berupa CO, HC, NO_x , partikel, Pb dan sebagainya, gas tersebut juga bersifat beracun.

Agar dapat terjadi pembakaran yang sempurna diperlukan perbandingan yang tepat antara massa udara / massa bahan bakar (*Air Fuel Ratio*).

$$\text{AFR} = \frac{\text{Massa Udara}}{\text{Massa bahan bakar}} \dots\dots\dots(3)$$

Pembakaran etanol dengan oksigen

$$\text{AFR}_{\text{stoi}} = \frac{3 \times 32}{1 \times (24+6+16)} = 2,08 \dots\dots\dots(4)$$

Pembakaran etanol dengan udara

$$\text{AFR}_{\text{stoi}} = \frac{3 (32+3,76 \times 28)}{1 \times (24+6+16)} = 8,96 \dots\dots\dots(5)$$

d) Campuran Bioetanol dengan Pertamina

Pertamax merupakan salah satu produk unggulan Pertamina yang diproduksi untuk kendaraan dengan perbandingan kompresi 9,1:1 sampai 10:1, bila perbandingan kompresi pada kendaraan lebih dari 10:1 maka disarankan menggunakan Pertamax Plus. Bioetanol merupakan alkohol dari fermentasi tumbuhan yang digunakan sebagai bahan bakar yang memiliki banyak manfaat. Pencampuran bioetanol dengan Pertamax akan menghasilkan bahan bakar bernilai oktan tinggi. Keuntungan dari pencampuran ini adalah bahwa bioetanol cenderung akan menaikkan bilangan oktan dan mengurangi emisi CO₂.

Campuran bioetanol dan Pertamax menghasilkan bahan bakar yang setara dengan Pertamax Plus. Nilai oktan yang tinggi harus diimbangi dengan tekanan kompresi yang tinggi pula. Tekanan kompresi rendah diberi bahan bakar oktan tinggi maka akan percuma, tenaga tidak bertambah dan efisiensi tidak didapat. Bahan bakar ini baiknya digunakan pada kendaraan yang mempunyai perbandingan kompresi 10:1 keatas agar efisiensi bahan bakar bisa didapat, sehingga performa mesin meningkat.

e) Pengaruh Pemakaian Bioetanol Terhadap Unjuk Kerja Mesin

Mesin yang berbahan bakar alkohol secara teoritis akan memiliki unjuk kerja yang lebih tinggi jika digunakan pada mesin bensin yang mempunyai kompresi mesin yang tinggi. Hal ini disebabkan karena etanol memiliki bilangan oktan yang lebih tinggi sehingga memungkinkan penggunaan rasio kompresi yang lebih tinggi pada mesin *Otto*. Korelasi antara efisiensi dengan rasio kompresi berimplikasi pada fakta bahwa mesin *Otto* berbahan bakar bioetanol (sebagian atau seluruhnya) memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin.

Bioetanol memerlukan campuran yang lebih kaya daripada bensin, tetapi karena bilangan oktannya yang lebih tinggi maka pembakaran etanol lebih efisien. Untuk mengetahui secara detail tingkat keekonomisan bioetanol jika dibandingkan dengan bensin tentunya diperlukan kajian dan penelitian yang lebih mendalam. Dari penelitian B2TP BPPT konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gasohol 20% angkanya mencapai 23.25 gr/jam, sedangkan pada premium mencapai 23 gr/jam dan pertamax 20.57 gr/jam (Handayani, 101).

f) Bahan Bakar Pertamax

Pertamax adalah bensin tanpa timbal dengan kandungan aditif legkap generasi mutakhir dan mempunyai RON 92 serta dianjurkan untuk kendaraan berbahan bensin dengan perbandingan kompresi tinggi (Winarno, 2011: 35). Bahan bakar pertamax disarankan untuk kendaraan yang mempunyai nilai kompresi 9-10. Kendaraan jika sering menggunakan pertamax mesinnya terawat karena pertamax dapat membantu membersihkan kotoran atau kerak yang ada dalam ruang bakar.

Angka oktan adalah prosentase volume *isooctane* di dalam campuran antara *isooctane* dengan *normal – heptana* yang menghasilkan intensitas *knocking* atau daya ketokan dalam proses pembakaran ledakan dari bahan bakar yang sama dengan bensin yang bersangkutan. *Isooctane* sangat tahan terhadap ketokan atau dentuman di beri angka oktan 100, *heptane* yang sangat sedikit tahan terhadap dentuman di beri bilangan 0. Pada motor percobaan, bermacam – macam bensin dibandingkan dengan campuran *isooctane* dan *normalheptana* tersebut. Bilangan oktan untuk bensin adalah sama dengan banyaknya prosen *isooctane* dalam campuran itu. Semakin tinggi *Octane Number* bahan bakar menunjukkan daya

bakarnya semakin tinggi. Bensin yang ada dipasaran di kenal ada tiga kelompok: (1) *Reguler- grade*, (2) *Premium-grade* (3) *Third-grade Gasoline*. Adapun di Indonesia Pertamina mengelompokkannya menjadi: bensin, premium, aviaton gas dan super 98 (Suprptono, 2004:14).

2. Motor Bensin

Suriansyah (2010: 29) menyatakan bahwa motor bensin merupakan salah satu jenis mesin konversi energi sebagai penggerak mula yang menggunakan energi kimia sebagai bahan bakar. Energi *thermal* yang diperoleh dari pembakaran digunakan untuk melakukan kerja mekanis pada poros engkol. Prinsip kerja motor bensin adalah motor yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran berlangsung didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bakar piston/torak mempergunakan satu atau lebih silinder dimana terdapat piston yang bergerak bolak-balik atau translasi diubah menjadi gerak putar atau rotasi poros engkol. Gas hasil pembakaran mampu menggerakkan piston yang diteruskan batang penghubung (*connecting road*) dan dihubungkan dengan poros engkol. Ada beberapa hal yang mempengaruhi unjuk kerja mesin bensin, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan bensin sebagai bahan bakar, tekanan udara masuk ruang bakar. Semakin besar perbandingan udara mesin akan semakin efisien, akan tetapi semakin besar perbandingan kompresi akan menimbulkan *knocking* pada mesin yang berpotensi menurunkan daya mesin,

bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin. Untuk mengatasi hal ini maka harus dipergunakan bahan bakar yang memiliki angka oktan tinggi. Angka oktan pada bahan bakar mesin Otto menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya (*self ignition*) yang menimbulkan *knocking*. *Knocking* adalah timbulnya suara nglitik akibat adanya gelombang tekanan yang sangat besar yang menumbuk dinding silinder. Untuk memperbaiki kualitas campuran bahan bakar dengan udara maka aliran udara dibuat turbulen, sehingga diharapkan tingkat homogenitas campuran akan lebih baik (Handayani: 99).

Menurut Wartawan (1997: 41) kualitas anti detonasi suatu bahan bakar adalah hal yang utama. Jika kualitas anti detonasi bahan bakar terlalu rendah akan timbul detonasi atau ngitik, sedangkan jika kualitas anti detonasi terlalu tinggi akan menghilangkan terjadinya detonasi dan suara mesin akan menjadi halus. Ada dua penyebab terjadinya detonasi yaitu, pertama yang disebabkan oleh penyalaan dini campuran bahan bakar dan udara, kedua angka oktan bahan bakar terlalu rendah.

knocking (pukulan) :

knocking atau pukulan gas pembakaran terhadap kepala torak maupun terhadap dinding silinder disebabkan beberapa hal. Penyebab *knocking* pada motor bensin menurut Ramelan (2011: 22) antara lain disebabkan :

- a. Detonasi atau campuran bahan bakar dan udara terbakar sendiri sebelum busi meloncatkan bunga api, penyebabnya suhu didalam silinder pada waktu kompresi terlalu tinggi melebihi titik nyala bahan bakar, dapat pula karena ada kerak-kerak yang membara di dalam silinder.

- b. Bilangan oktan atau *octane number* (ON) bahan bakar yang terlalu rendah karena semakin rendah bilangan oktan bahan bakar semakin mudah terbakar.
- c. Penyalaan bahan bakar yang terlalu maju akan berakibat gerak torak menuju TMA langkah kompresi berbenturan dengan laju pembakaran yang berasal dari bunga api busi.
- d. Laju pembakaran jauh melebihi kecepatan torak, penyebabnya adalah beban motor atau kendaraan terlalu besar, putaran motor seperti tertahan yang berakibat gerakan torak seperti terhambat.

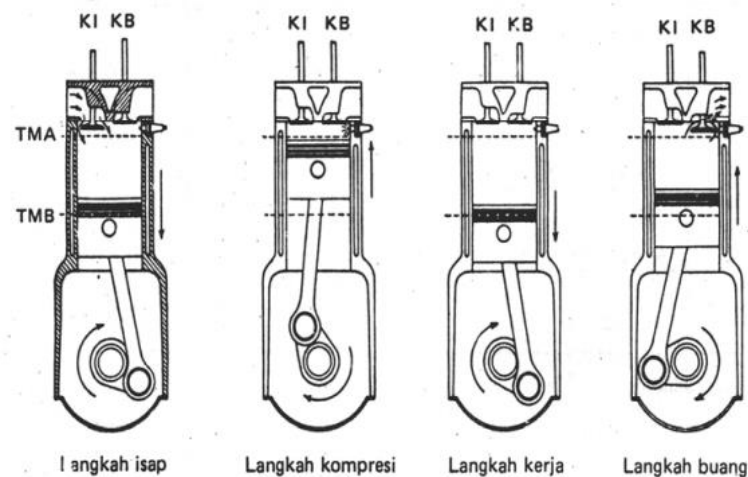
Orang awam sering menyebut *knocking* sebagai suara ngelitik, dan suara ini sering terjadi dengan frekuensi yang sangat kuat yang mampu menembus dinding baja sehingga terdengar dari luar mesin.

Seberapa banyak campuran bahan bakar dengan udara yang mampu dibakar secara efektif didalam mesin sangat berhubungan dengan hasil *output* tenaganya. Campuran bahan bakar dengan udara yang ideal yaitu sekitar 1 : 15 sampai 1 : 13. Mesin berkapasitas besar akan menghasilkan tenaga atau kemampuan mesin yang besar pula. Pemahaman tentang kemampuan mesin, sebagaimana yang disampaikan oleh Hidayat (2012: 22-23) sebagai berikut :

Kemampuan mesin adalah prestasi suatu mesin/motor yang erat hubungannya dengan daya yang dihasilkan. Beberapa hal yang memengaruhi kemampuan mesin, antara lain : volume silinder perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, pemasukan campuran udara dan bahan bakar (efisiensi pengisian) dan efisiensi daya motor. Sedangkan maksud dari porting ialah usaha untuk meningkatkan atau memperbaiki efisiensi volumetrik dengan mengoptimalkan aliran gas ke dalam ruang bakar.

3. Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah

Wartawan (1997: 19) menyatakan bahwa mesin 4 langkah adalah salah satu pesawat yang melakukan perubahan atau transformasi bentuk kimia (pembakaran bahan bakar) menjadi tenaga gerak mekanik. Langkah piston adalah gerak piston tertinggi, disebut titik mati atas (TMA) sampai yang terendah disebut titik mati bawah (TMB). Sedangkan siklus kerja ialah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak-balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup.



Gambar 2.1 Prinsip kerja mesin 4 langkah

Prinsip kerja motor bensin adalah sebagai berikut (Ramelan, 2011:3-4):

a. Langkah Penghisapan (pemasukan)

Torak bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk mulai terbuka dan katup buang tertutup, lalu gerakan torak mengakibatkan suatu isapan. Terjadi tekanan kerendahan dalam silinder, atau tekanan di dalam silinder lebih rendah dari pada tekanan atmosfer (udara luar). Hal ini mengakibatkan gas baru (campuran bahan bakar dan udara) masuk dan mengisi silinder.

b. Langkah Kompresi (pemampatan)

Dalam langkah ini, torak bergerak dari TMB ke TMA dan katup masuk maupun katup buang tertutup. Kemudian gas di atas torak termampatkan (ditekan atau dikompresi). Tekanan dan temperatur dalam silinder meningkat, beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi meloncatkan bungan api dan terjadilah pembakaran.

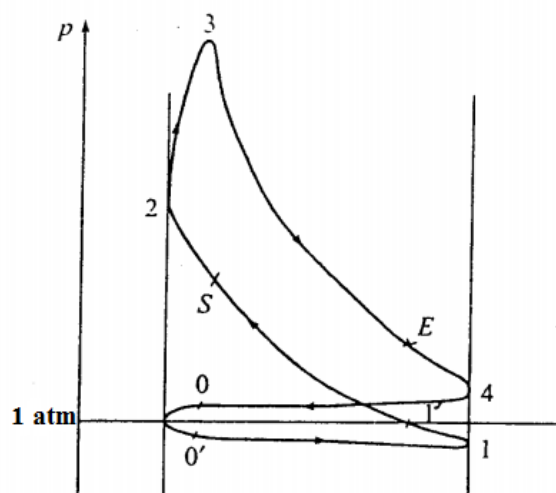
c. Langkah Usaha (kerja, ekspansi)

Pembakaran menimbulkan tekanan dan temperatur tinggi. Torak bergerak dari TMA menuju TMB karena desakan gas pembakaran, kemudian tenaga yang terdapat pada torak diteruskan ke poros engkol oleh batang torak. Sebagian tenaga disimpan dalam roda gila untuk langkah berikutnya.

d. Langkah Pembuangan (*exshhaust*)

Dalam langkah ini, torak bergerak dari TMB ke TMA. Katup buang terbuka dan gas hasil pembakaran (bekas) di desak keluar silinder. Selanjutnya kembali ke langkah semula.

Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah isap. Poros engkol telah melakukan dua putaran penuh dalam satu siklus terdiri dari empat langkah, isap, kompresi, usaha, buang yang merupakan dasar kerja daripada mesin empat langkah. Dari empat langkah torak hanya satu langkah saja yang menghasilkan tenaga, yaitu langkah usaha.



(Gupta, 2009: 17)

Gambar 2.2 Diagram siklus aktual mesin *Otto*

Diagram pada gambar 2 merupakan siklus aktual dari mesin *Otto*. Adapun urutan prosesnya adalah sebagai berikut:

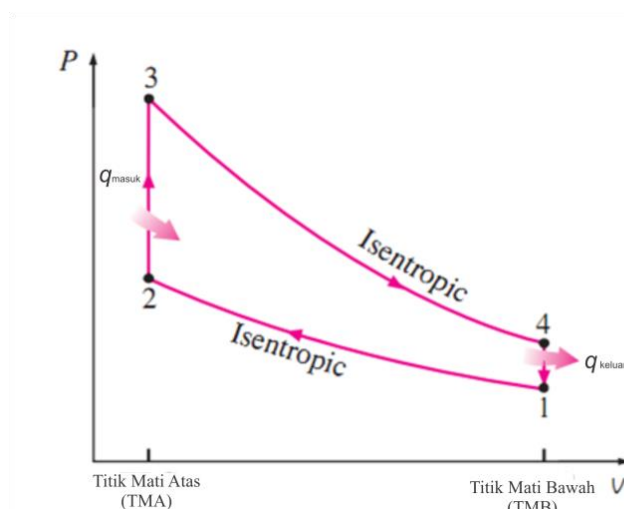
Proses 0-1 : langkah isap.

Proses 1'-2 : langkah kompresi.

Proses 3-4 : langkah ekspansi atau langkah kerja.

Proses 4-0' : langkah buang.

Fluida kerja dari siklus *Otto* adalah campuran bahan bakar – udara. Pada siklus *Otto*, selama proses pembakaran membutuhkan sumber panas. Pada langkah isap, tekanannya lebih rendah dibandingkan dengan langkah buang. Proses pembakaran dimulai dari penyalaan busi (*ignition*) sampai akhir pembakaran. Proses kompresi dan ekspansi tidak adiabatik, karena terdapat kerugian panas yang keluar dari ruang bakar.



(Cengel dan Boles, 2006: 494)

Gambar 2.3 Diagram pV siklus *Otto* pada sebuah mesin bensin

Gambar 2 adalah sebuah diagram pV untuk model dari proses termodinamik pada sebuah mesin bensin. Model ini disebut siklus *Otto* (*Otto cycle*). Adapun urutan prosesnya sebagai berikut :

Proses 1-2: kompresi isentropik dari gas ideal, dimana piston bergerak menuju TMA (titik mati atas), campuran udara – bahan bakar yang berada di dalam silinder ditekan dan dimampatkan, sehingga tekanan dan temperatur dalam silinder meningkat.

Proses 2-3: pemasukan kalor pada volume konstan. Campuran bahan bakar - udara yang telah terkompresi mulai terbakar akibat percikan api yang ditimbulkan oleh busi. Akibat proses pembakaran ini maka temperatur dan tekanan di ruang bakar meningkat.

Proses 3-4: ekspansi isentropik dari gas ideal. Tekanan yang ditimbulkan pada proses pembakaran mendorong piston turun menuju TMB (titik mati bawah), langkah ini disebut langkah kerja (ekspansi). Pada langkah ini katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selama proses ekspansi ini temperatur dan tekanan mulai turun.

Proses 4-1: pelepasan kalor pada volume konstan. Piston bergerak menuju titik mati atas mendorong gas di dalam silinder melalui katup buang.

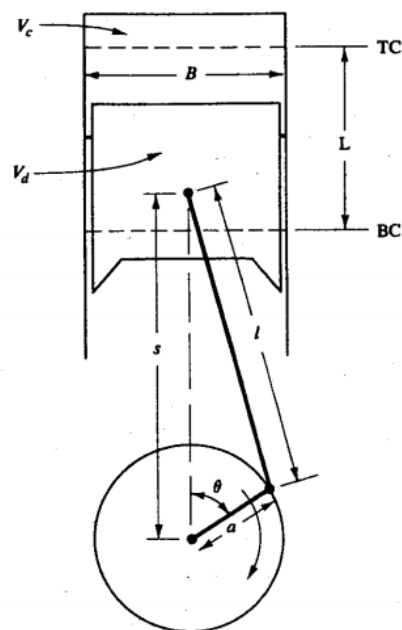
Selama langkah hisap tekanan di dalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer. Pada akhir langkah hisap tekanan naik kembali, karena sifat kelembaban udara yang masuk ke dalam silinder. Selama langkah kompresi tekanan dan temperatur campuran bensin dengan udara semakin naik. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA, campuran bahan bakar dan udara dinyalakan, membuat tekanan dan temperatur naik, dan selanjutnya terjadi pengembangan gas (*ekspansi*); di mana gas bertekanan tinggi mendorong piston dan tekanannya semakin turun. Beberapa saat sebelum TMB, katup buang dibuka sehingga tekanan semakin turun. Pada saat piston berada di TMB, tekanan gas masih lebih tinggi dari tekanan atmosfer, tetapi gas ini akhirnya di dorong keluar oleh piston pada tekanan sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Pada saat piston mencapai TMA terjadi peristiwa katup isap dan katup buang terbuka bersamaan, proses ini disebut *overlap katup*.

4. Parameter dalam Performa Mesin

Menganalisis performa mesin berfungsi untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik, perbandingan bahan bakar dan udara, daya keluaran. Berikut ditampilkan rumus-rumus dari beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan unjuk kerja motor bakar torak:

a) Torsi

Torsi adalah gaya tekan putar pada bagian yang berputar (Jama, 2008: 23), Torsi juga merupakan perkalian antara gaya yang dihasilkan dari tekanan hasil pembakaran pada torak dikalikan dengan jari – jari lingkaran poros engkol. Pada gambar 2.4 gaya yang dihasilkan dari tekanan pembakaran ditunjukkan sepanjang l dan a merupakan jari – jari lingkaran poros engkol.



(Heywood,1988:44)

Gambar 2.4 Geometri silinder, piston, batang torak dan poros engkol

Torsi poros maksimum pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh campuran udara dengan bahan bakar yang tinggi masuk ke dalam mesin, di mana posisi batang torak tegak lurus dengan poros engkol. Torsi dapat diperoleh dari hasil kali antara gaya dengan jarak, sehingga dapat ditulis persamaan sebagai berikut (Heywood,1988:46) :

$$T = F \times b \quad (6)$$

Dimana :

$T =$ Torsi (N.m)

$F =$ gaya penyeimbang yang diberikan (N)

$b =$ jarak lengan torsi (m)

b) Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya atau tenaga itu adalah kecepatan yang menimbulkan kerja motor selama waktu tertentu. Daya dinyatakan dalam kilowatt (kW), tenaga kuda (tk), *horse power* (hp), *parde kracht* (pk), *pferde stark* (ps), dan sebagainya.

Daya yang di dapat oleh motor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- 1) Daya indikator merupakan daya motor secara teoritis, yang belum dipengaruhi oleh gesekan mekanik yang terjadi di dalam mesin maupun daya untuk menggerakkan alat - alat aksesori.
- 2) Daya usaha atau daya efektif ialah yang berguna sebagai penggerak atau daya poros.

Untuk menghitung besarnya daya pada motor 4 langkah digunakan rumus (Heywood, 1988: 46) :

$$P = 2\pi NT \dots\dots\dots(7)$$

atau

$$P(kW) = 2\pi \times N(\text{rev/s}) \times T(N.m) \times 10^{-3} \dots\dots\dots(8)$$

Dalam satuan hp:

$$P(\text{hp}) = \frac{N \left(\frac{\text{rev}}{\text{m}} \right) \times T(\text{lb} \cdot \text{ft})}{5252} \dots\dots\dots(9)$$

Dalam satuan PS:

$$Ne(PS) = \frac{\pi \times n}{30} \times T \times \frac{1}{75} \dots\dots\dots(10)$$

$$N_e (PS) = \frac{T (kgf.m) \times n (rev/min)}{716,2} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

P, Ne = Daya efektif (kW, HP, PS)

N,n = putaran mesin (rpm)

T = torsi (N.m, lbf.ft, kgf.m)

1 Hp = 1,014 PS

1 HP = 0,735 kW

1 kW= 1,34 Hp

1 PS = 0,9863 hp = 0,7355 kW

5. **CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)**

CDI merupakan sebuah perangkat elektronik sebagai pengatur pengapian (*ignition*) dan kelistrikan yang terdapat pada sebuah kendaraan khususnya sepeda motor dan berperan membaca sensor yang mengatur waktu pengapian yang terdapat pada mesin, kemudian diolah secara digital dalam CDI. Besarnya energi yang tersimpan didalam kapasitor inilah yang sangat menentukan seberapa kuat busi memercikan api untuk memantik campuran gas dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan dalam kapasitor maka semakin kuat percikan api yang dihasilkan di busi untuk memantik campuran bahan bakar dengan catatan diukur dengan penggunaan koil yang sama. *Capacitor Discharge Ignition* atau CDI yang dipasang pada pengapian sangat berpengaruh pada performa kendaraan yang kita gunakan. Penggunaan pengapian yang baik maka pembakaran di ruang bakar akan

tuntas dan sempurna sehingga panas yang dihasilkan dari pembakaran optimal. Semakin panas hasil pembakaran di ruang bakar artinya semakin besar ledakan yang dihasilkan dari campuran gas di ruang bakar sehingga menghasilkan energi gerak yang besar pula dimesin.

Adapun Prinsip Kerja dari CDI menurut Hidayat (2012:162-163), yaitu :

1. Tegangan aki 12 volt yang masuk ke dalam regulator di dalam CDI untuk distabilkan dan diumpun ke *travo step up*.
2. Tegangan yang masuk ke travo di naikan menjadi 300 volt dengan sistem *switching* yang di lakukan oleh model PWM control (*Pulse Wide Modulation*) dan di kendalikan mikro komputer.
3. Tegangan keluaran travo diserahkan oleh diode dan keluaran menjadi sumber tegangan DC. Kemudian digunakan untuk mengisi kapasitor dan siap dipicu koil.
4. Mikro komputer memberikan perintah SCR untuk pembungan muatan kapasitor (*capacitance discharge*) dengan 300 volt
5. Muatan kapasitor dibuang melalui *ignition koil* dan diperbesar oleh koil menjadi 35.000 volt.
6. Saat mikro komputer menentukan waktu pembuangan kapasitor itulah yang disebut *timing* pengapian.

Sistem CDI mempunyai banyak keunggulan yang membuatnya masih digunakan sampai sekarang. Sifat-sifat dari sistem CDI menurut Hidayat (2012:164) yaitu sebagai berikut :

- a. Macetnya motor karena titik-titik kontak dapat dihindarkan.

- b. Tidak terjadi loncatan bunga api yang melintasi celah titik-titik kontak seperti pada platina, dan karena voltase sekunder stabil sehingga start dan performa yang sangat baik pada kecepatan rendah terjamin.
- c. Saat putaran tinggi bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih stabil sehingga mesin akan bekerja secara optimal.
- d. Tidak memerlukan adanya penyetelan *ignition* karena tidak memakai titik-titik kontak dan *cam*.
- e. Busi tidak mudah kotor karena voltase sekunder lebih tinggi.
- f. Sirkuit yang ada dalam sistem CDI dibungkus dalam cetakan plastik, sehingga lebih tahan air dan kejutan.

Berdasarkan pematudaya, sistem pengapian dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Sistem pengapian CDI-AC yang merupakan dasar dari sistem pengapian CDI dan menggunakan pematudaya dari sumber arus listrik bolak-balik berasal dari spul motor (Dynamo AC/alternator).
2. Sistem pengapian CDI-DC yang menggunakan pematudaya dari sumber arus listrik searah (Dinamo DC, Baterai/ACCU). Sistem pengapian CDI-AC adalah sistem pengapian elektronik dengan arus listrik yang berasal dari koil eksitasi (peristiwa loncatnya *electron* dari orbit yang dalam ke orbit yang lebih luar karena daya tarik atau gaya tolak radiasi partikel bermuatan pada koil) , sedangkan sistem CDI-DC adalah sistem pengapian elektronik dengan sumber arus listrik berasal dari baterai. Pada pengapian standar CDI-DC biasanya mempunyai *limiter*, kelemahan dari pengapian ini adalah arus yang dihasilkan berasal dari baterai dan adanya pembatasan atau putaran

mesin. Kondisi baterai sangat berpengaruh pada suplai arus ke unit CDI, bila arus baterai lemah maka arus yang disuplai ke CDI kecil dan akan berpengaruh pada tegangan output dari koil ke busi. Hal ini juga akan berpengaruh pada kesempurnaan pembakaran. Sistem pengapian CDI juga dapat menyesuaikan dengan perubahan beban dan perubahan kecepatan yang terjadi pada kendaraan saat mesin bekerja, semakin besar putaran mesin semakin besar pula daya yang dihasilkan.

Penggunaan CDI *unlimiter* kebanyakan untuk sepeda motor kompetisi. Kemampuan CDI menyuplai pengapian sampai dengan 15000 RPM, yang berarti di atas kemampuan putaran mesin sepeda motor yang di gunakan.



Gambar 2.5 CDI *Unlimiter* yang digunakan

CDI *Unlimiter* jenisnya bervariasi seperti *hyper band*, *dual band* dan *programable*. CDI *programable* adalah CDI yang dapat di atur seluruhnya mulai dari timing pengapian dan limiter perpindahan kecepatan sesuai kebutuhan sepeda motor. CDI ini penggunaannya untuk sepeda motor kompetisi atau balap, sedangkan CDI *unlimiter* dapat digunakan untuk sepeda motor standar agar

performanya meningkat. Karena CDI standar bawaan motor mempunyai limiter disetiap perpindahan giginya.

Spesifikasi CDI Rextor yang digunakan:

	MIN	TYPICAL	MAX
OPERATING VOLTAGE	9 V	12,5 V	24 V
CURRENT CONSUMTION	1000 RPM 150 mA	5000 RPM 350 mA	15000 RPM 500 mA
ELECTRICAL	MIN COIL VOLTAGE 210 V AT 15000 RPM		
	POWER EFFICIENCY 75 %		
	CONTROLLER MICROCONTROLLER BY MOTOROLA/FREESCALE		
GENERAL	NUMB OF CYLINDER SINGLE		
	SENSOR TYPE PICK-UP COIL		
	STROKE 2 STROKE 4 STROKE		
	CONNECTOR STOCK ENGINE CDI SOCKET		
	SENSOR POSITION MAGNETO/CRANK SHAFT		
	CASE ALUMINIUM INTRUSION/PLASTIC		
MECHANICAL	ISOLATOR SOFT RESIN		
	MAX RPM 180000		
	MAX OPERATING TEMPERATUR ROOM 85 CELCIUS		

Gambar 2.6 Spesifikasi CDI yang digunakan

6. Kerangka Berfikir

Performa mesin bensin dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan bensin sebagai bahan bakar, tekanan udara masuk ruang bakar, nilai kalor, dan massa jenis bahan bakar.

Meningkatkan atau menurunkan performa sepeda motor dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satu diantaranya mencampurkan zat atau bahan bakar lain agar nilai oktan bahan bakar lebih tinggi. Zat atau bahan bakar tersebut salah

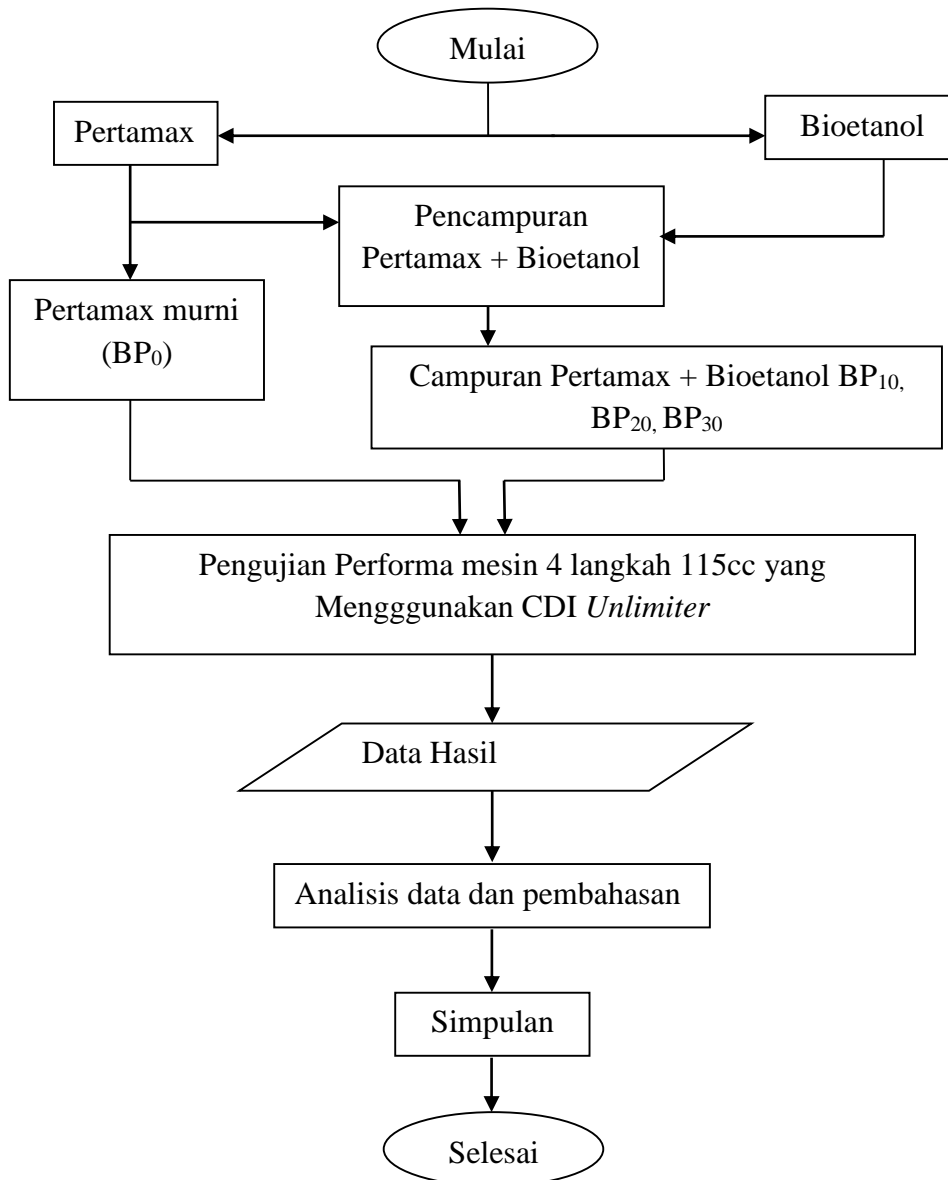
satunya adalah Bioetanol. Sepeda motor untuk kompetisi pada umumnya memiliki tekanan kompresi yang tinggi, maka dari itu membutuhkan bahan bakar yang mempunyai nilai oktan tinggi pula agar terjadi pembakaran sempurna. Bila bioetanol dicampurkan dengan pertamax, maka akan didapatkan nilai oktan tinggi pada campuran tersebut, sehingga didapatkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi serta dapat meningkatkan performa mesin. Bahan bakar yang baik adalah yang dapat mencegah terjadinya proses *knocking*. *Knocking* terjadi akibat tekanan kompresi yang tinggi tetapi oktan bahan bakar tersebut rendah, sehingga terjadi terbakarnya bahan bakar sebelum waktunya (*self ignition*). Semakin tinggi kandungan oktan suatu bahan bakar, semakin baik dalam mencegah *knocking* karena oktan yang tinggi dapat memperlambat pembakaran sehingga tidak terjadi *self ignition*. Nilai kalor bioetanol lebih kecil dari nilai kalor bensin yaitu 26.805 kJ/kg sedangkan bensin sebesar 42.690 kJ/kg (Jeuland dkk., 2004:562), hal ini karena adanya oksigen dalam struktur bioetanol. Karena kerja berhubungan dengan panas, sehingga jika panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar menurun maka daya yang dihasilkan juga menurun. Hal ini sangat berpengaruh pada performa.

Berdasarkan kerangka berfikir di atas maka adanya dugaan bahwa bahan bakar yang dicampur dengan bioetanol kemungkinan dapat menurunkan performa mesin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diaram Alir Rancangan Penelitian

B. Jenis Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penelitian ini menggunakan suatu metode pendekatan yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2009: 72). Dalam penelitian, perlakuan berupa penggunaan bahan bakar BP₀, BP₁₀, BP₂₀, dan BP₃₀ kemudian akan dilihat hasilnya berupa perubahan yang terjadi pada daya, torsi dengan menggunakan alat *dynamometer*.

C. Variabel penelitian dalam penelitian yang dilakukan adalah

a) Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya *variabel dependen* (terikat) (Sugiyono, 2009 : 39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pertamax murni (BP₀) atau tanpa campuran, BP₁₀ (campuran pertamax 90 % dan bioetanol 10 %), BP₂₀ (campuran pertamax 80 % dan bioetanol 20 %), BP₃₀ (campuran pertamax 70 % dan bioetanol 30 %).

b) Variabel Terikat (Variabel Respon).

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2009: 39) .Variabel terikat pada penelitian ini adalah daya, torsi sepeda motor 4 langkah 115 cc.

c) Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2009: 41).

Variabel kontrol dalam penelitian ini ialah:

1. Temperatur oli mesin saat pengujian 60°-70°C (temperatur optimal kerja mesin).
2. Temperatur udara sekitar 25-35 °C.
3. kelembapan udara sekitar (*humidity*) 60%-65%

D. Teknik Pengumpulan Data

a. Referensi

Kajian teori dalam buku sebagai penunjang dalam melaksanakan penelitian. Literatur yang digunakan adalah yang berhubungan dengan bahan bakar meliputi bioetanol dan pertamax serta alat pengukur daya dan torsi.

b. Pengujian lab Peforma

Data yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar dimasukkan kedalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2009: 72) penelitian eksperimen dilakukan dilaboratorium dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali.

Data yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dideskripsikan menjadi kalimat yang mudah dibaca, dipahami dan ditarik kesimpulannya, sehingga dapat diketahui performa mesin pada penggunaan pertamax dibandingkan dengan bioetanol dalam berbagai komposisi.

F. Alat dan Bahan

a) Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Buret tetes, alat untuk mengukur volume bahan bakar.
2. *Chassis Dynamometer*, suatu alat yang digunakan untuk mengukur daya, torsi (*torque*) dan putaran poros (*rotation per minute*) yang dihasilkan oleh suatu *engine*.
3. *Tachometer*, alat untuk mengukur putaran mesin.
4. *Blower*, untuk menjaga suhu mesin.
5. *Thermometer*, untuk mengukur suhu oli mesin.
6. Gelas ukur, untuk mengukur volume campuran bioetanol dan pertamax.

b) Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Sepeda motor 4 langkah 115 cc tahun 2009 dengan spesifikasi :

MESIN :

- a. Tipe Mesin : 2P2 4 langkah, SOHC, 2 klep (berpendingin udara)
- b. Diameter x Langkah : 52 mm x 54 mm

- c. Volume Silinder : 114,6cc (115cc)
 - d. Perbandingan Kompresi : 11 : 1
 - e. System Pelumasan : Pelumasan basah
 - f. Kapasitas Oli Mesin : Penggantian bekala 800cc
 - g. Putaran Langsung Mesin : 1.500 rpm
 - h. Sistem Starter : Motor starter dan starter engkol
 - i. Tipe Transmisi : Tipe ROTARI (N-1-2-3-4-N)
 - j. Battery : GM5Z – 3B/YB 5L – B 12V 5.0 Ah
 - k. System Pengapian : DC CDI
2. Pertamina murni tanpa campuran (BP₀)
 3. Bioetanol dengan kadar alkohol 96%
 4. BP₁₀ (campuran bioetanol 10 % dan pertamax 90 %)
 5. BP₂₀ (campuran bioetanol 20 % dan pertamax 80 %)
 6. BP₃₀ (campuran bioetanol 30 % dan pertamax 70 %)

G. Tempat Penelitian :

Tempat penelitian yaitu dibengkel Hyper Speed Shop Jl. Majapahit No. 224

Pedurungan, Semarang (Pengujian dengan *dynamometer*)

H. Prosedur Penelitian

a. Persiapan

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan tune up mesin pada objek penelitian.
2. Mempersiapkan premium murni dan premium dengan campuran bioetanol:

- a) Pertamax murni tanpa campuran (BP₀)
- b) BP₁₀ (mencampurkan bioetanol 10 % dan pertamax 90 %)
- c) BP₂₀ (mencampurkan bioetanol 20 % dan pertamax 80 %)
- d) BP₃₀ (mencampurkan bioetanol 30 % dan pertamax 70 %)

3. Memeriksa perlengkapan pada *dynamometer*.
4. Mempersiapkan perlengkapan alat dan instrumen pengujian yang akan digunakan.
5. Memastikan semua instrumen bisa bekerja dengan baik untuk mendapatkan hasil yang optimal dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

b. Pengujian

1. Memasang sebuah mesin sepeda motor empat langkah 115 cc pada sebuah alat *dynamometer*. Mesin tersebut diset sesuai dengan spesifikasi dari pabrik dan dikondisikan layak untuk penelitian.
2. Memasang selang buret tetes pada lubang masuk bahan bakar pada karburator. Kemudian mengisi buret tetes dengan pertamax murni (BP₀).
3. Menghidupkan *blower*.
4. Memanaskan mesin motor sehingga mendekati suhu kerja mesin selama (2-3 menit).
5. Mengatur putaran mesin dengan membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh, pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur dengan membuka *throttle valve*

sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan (3000 rpm sampai 10000 rpm, dengan *range* 1000 rpm).

6. Menyimpan data pengukuran daya dan torsi
7. Mengukur daya (besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu) dan torsi (momen putar motor) yang dihasilkan dengan menggunakan *dynamometer*.
8. Pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali.
9. Setelah data tercatat, lakukan pengamatan juga pada putaran mesin 3000 rpm sampai 10000 rpm dengan *range* 1000 rpm. Setelah pencatatan data selesai dilakukan, kurangi putaran mesin sedikit demi sedikit hingga mencapai putaran stasioner, dan kemudian matikan mesin selama ± 10 menit untuk pendinginan mesin.
10. Pengujian kembali dilakukan dengan mengulang langkah-langkah pengujian awal dengan menggunakan bahan bakar BP₁₀ (campuran bioetanol 10 % dan pertamax 90 %), BP₂₀ (campuran bioetanol 20 % dan pertamax 80 %), BP₃₀ (campuran bioetanol 30 % dan pertamax 70 %).

c. Akhir pengujian

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap akhir adalah sebagai berikut:

- Menurunkan putaran mesin secara perlahan sampai *idle*.
- Mematikan mesin dan blower

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

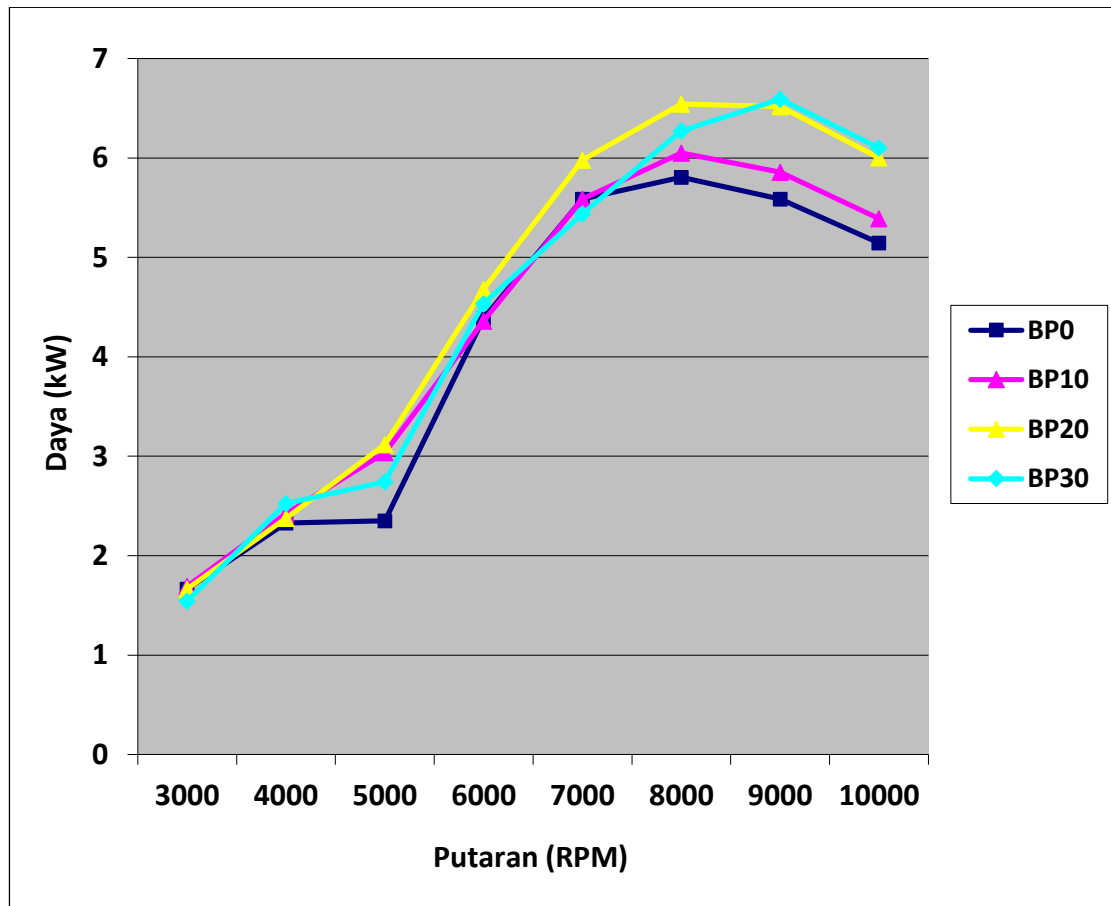
A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian diambil dari eksperimen yang dilakukan di bengkel Hyper Speed Jl. Majapahit no. 224 Pedurungan Semarang, dengan alat Dynotest V3.3 menggunakan mesin Yamaha Jupiter Z 115cc. Parameter penelitian adalah torsi dan daya dengan perlakuan menggunakan pertamax dan campuran pertamax dengan bioetanol yaitu pertamax murni (BP₀), BP₁₀ (campuran pertamax 90% dan bioetanol 10%), BP₂₀ (campuran pertamax 80% dan bioetanol 20%), BP₃₀ (campuran pertamax 70% dan bioetanol 30%).

Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi putaran mesin yaitu 3000 rpm sampai 10000 rpm dengan *range* 1000, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan dari tiap-tiap bahan bakar yang digunakan. Pengujian dilakukan 3 kali tiap putaran mesin, setelah itu dirata-rata kemudian diperoleh hasil. Hasil pengujian daya dan torsi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya Bahan Bakar Pertamax Murni,Campuran Bioetanol dengan Pertamax

Daya(kW)				
Putaran (RPM)	BP ₀ (Pertamax Murni)	BP ₁₀ (Pertamax 90 % + Bioetanol 10 %)	BP ₂₀ (Pertamax 80 % + Bioetanol 20 %)	BP ₃₀ (Pertamax 70 % + Bioetanol 30 %)
	P (kW)	P (kW)	P (kW)	P (kW)
3000	1.666	1.6905	1.666	1.5435
4000	2.3275	2.4255	2.3765	2.5235
5000	2.352	3.038	3.1165	2.744
6000	4.3855	4.361	4.6795	4.5325
7000	5.586	5.586	5.978	5.439
8000	5.8065	6.0515	6.5415	6.272
9000	5.586	5.8555	6.517	6.5905
10000	5.145	5.390	6.0025	6.1005



Gambar 4.1 Grafik Daya dan Putaran Mesin antara Pertamax murni dan Campuran Bioetanol dengan Pertamax

Berdasarkan tabel 4.1 dan grafik pada gambar 4.1 menunjukkan daya yang dihasilkan bahan bakar BP₀ atau pertamax murni pada rpm 3000 sebesar 1.666 kW. Pada rpm 3000 kemudian meningkat pada bahan bakar BP₁₀ menjadi 1.6905 kW, dan daya menurun kembali pada bahan bakar BP₂₀ (1.666 kW), lebih menurun lagi di bahan bakar BP₃₀ (1.5435 kW). Penurunan terjadi karena bahan bakar yang di campur bioetanol lebih dari 30% menurut teori akan menurunkan nilai kalor bahan bakar tersebut, sehingga pembakaran kurang sempurna.

Pada putaran mesin 4000 rpm, bahan bakar BP₀ menghasilkan daya sebesar 2.3275 kW. Terjadi peningkatan daya yang dihasilkan pada bahan bakar BP₁₀ sebesar 2.4255 kW, BP₂₀ menghasilkan 2.3762 kW terjadi penurunan, BP₃₀ mengalami peningkatan hasil sebesar 2.5235 kW. Hal ini karena pada putaran 4000 rpm menggunakan bahan bakar BP₃₀ terjadi pembakaran sempurna, sehingga daya yang dihasilkan meningkat.

Putaran mesin 5000 rpm juga menunjukkan peningkatan daya dari bahan bakar BP₁₀ sampai dengan BP₂₀. BP₀ atau pertamax tanpa campuran menghasilkan daya 2.352 kW. Penurunan terjadi pada BP₃₀ menjadi sebesar 2.744 kW karena campuran bioetanol 30% secara teori dapat menurunkan nilai kalor bahan bakar, sehingga pembakaran kurang sempurna. Daya terbesar dihasilkan BP₂₀ yaitu sebesar 3.1165 kW.

Berikutnya pada putaran mesin 6000 rpm daya yang dihasilkan bahan bakar BP₀ sebesar 4.3855 kW, lalu terjadi penurunan daya pada bahan bakar BP₁₀ diangka 4.361 kW. Daya terbesar terlihat pada bahan bakar P₂₀ sebesar 4.6795 kW. Pada BP₃₀ terjadi penurunan kembali yaitu menjadi 4.5325 kW.

Pada putaran mesin 7000 rpm bahan bakar BP₀ dan BP₁₀ adalah daya yang dihasilkan sama yaitu sebesar 5.586 kW, kemudian meningkat secara signifikan pada bahan bakar BP₂₀ diangka 5.978 kW. Daya mengalami penurunan kembali secara signifikan pada bahan bakar BP₃₀ menjadi 5.439 kW.

Pada putaran 8000 rpm BP₀ atau pertamax murni menghasilkan daya 5.8065 kW. Pada putaran ini merupakan putaran mesin daya maksimal yang dihasilkan. Bahan bakar BP₁₀ menghasilkan daya sebesar 6.0515 kW, kemudian daya

mengalami peningkatan pada bahan bakar BP₂₀ diangka 6.5415 kW. Bahan bakar BP₃₀ menghasilkan penurunan daya menjadi 6.272 kW.

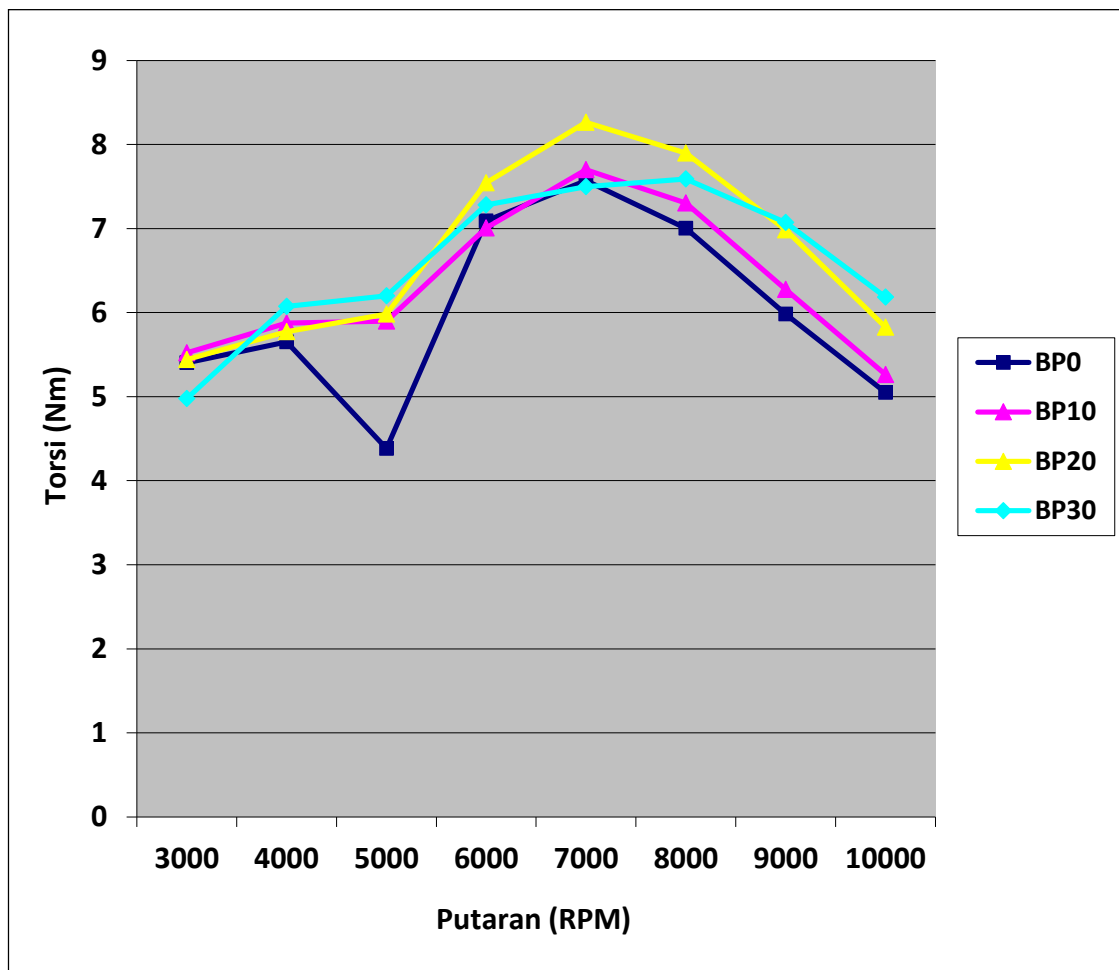
Pada putaran tinggi yaitu 9000 rpm daya hasil bahan bakar BP₀ berada pada angka 5.586 kW. Bahan bakar BP₁₀ menghasilkan daya sebesar 5.8555 kW, sedangkan BP₂₀ daya yang dihasilkan lebih meningkat kembali yaitu 6.517 kW. Pada bahan bakar BP₃₀ daya yang dihasilkan mengalami peningkatan kebalik menjadi 6.5905 kW. Daya yang dihasilkan pada putaran ini lebih menunjukkan penurunan di bandingkan putaran 8000 rpm karena pada putaran 9000 rpm bukan merupakan daya maksimal yang dihasilkan sepeda motor semi kompetisi. Daya puncak dihasilkan di putaran 8000 rpm.

Putaran tertinggi yaitu 10000 rpm daya yang dihasilkan BP₀ adalah 5.145 kW, sedangkan BP₁₀ menghasilkan daya sebesar 5.390 kW. Bahan bakar BP₂₀ berada pada angka 6.0025 kW, untuk BP₃₀ daya berada pada angka 6.1005 kW.

Pada putaran 9000 rpm – 10000 rpm daya yang dihasilkan kurang maksimal karena termasuk putaran tinggi, Sementara 9000 rpm – 10000 rpm daya semakin menurun, disebabkan semakin tinggi putaran mesin semakin tidak sempurnanya pembakaran sehingga daya yang dihasilkan semakin menurun.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Torsi Bahan Bakar Pertamina Murni, Campuran Bioetanol dengan Pertamina

Putaran (RPM)	Torsi(N.m)			
	BP ₀ (Pertamax Murni)	BP ₁₀ (Pertamax 90 % + Bioetanol 10 %)	BP ₂₀ (Pertamax 80 % + Bioetanol 20 %)	BP ₃₀ (Pertamax 70 % + Bioetanol 30 %)
	T (N.m)	T (N.m)	T (N.m)	T (N.m)
3000	5.4033	5.5233	5.4433	4.9766
4000	5.65	5.8766	5.7733	6.0733
5000	4.3833	5.9	5.9833	6.2
6000	7.09	7.0066	7.5433	7.28
7000	7.57	7.7	8.2633	7.4966
8000	7.0033	7.3033	7.9	7.59
9000	5.9833	6.2766	6.9833	7.0733
10000	5.05	5.2633	5.8266	6.1833



Gambar 4.2 Grafik Torsi dan Putaran Mesin antara Pertamax murni dan Campuran Bioetanol dengan Pertamax

Berdasarkan tabel 4.2 dan grafik pada gambar 4.2 menunjukkan pada putaran 3000 rpm untuk bahan bakar BP₀ atau pertamax murni torsi yang dihasilkan sebesar 5.4033 Nm. Torsi yang dihasilkan bahan bakar BP₁₀ sebesar 5.523 Nm kemudian menurun pada bahan bakar BP₂₀ 5.4433 Nm, sedangkan bahan bakar BP₃₀ sebesar 4.9766 Nm.

Meningkat pada putaran mesin 4000 rpm torsi yang dihasilkan bahan bakar BP₀ sebesar 5.65 Nm. Kemudian meningkat pada bahan bakar BP₁₀ menjadi 5.8766 Nm, sedangkan pada bahan bakar BP₂₀ sebesar 5.7733 Nm. Bahan bakar BP₃₀ menghasilkan torsi 6.0733 Nm, meningkat 0,3 Nm.

Putaran mesin 5000 rpm bahan BP₀ menghasilkan torsi 4.3833 Nm. Bahan bakar BP₁₀ menghasilkan 5.9 Nm, terjadi peningkatan sebesar 1.5167 Nm. Pada bahan bakar BP₂₀ menghasilkan 5.9833 Nm. Bahan bakar BP₃₀ torsi meningkat menjadi 6.2 Nm, torsi terbesar dihasilkan bahan bakar ini.

Pada putaran mesin 6000 rpm torsi terbesar dihasilkan bahan bakar BP₂₀ yaitu 7.5433 Nm, sementara bahan bakar BP₀ menghasilkan 7.09 Nm. Pada bahan bakar BP₁₀ terjadi penurunan torsi yaitu menjadi 7.0066 Nm. Torsi pada bahan bakar BP₃₀ sebesar 7.28 Nm.

Torsi yang dihasilkan pada putaran mesin 7000 rpm bahan bakar BP₀ sebesar 7.57 Nm. Bahan bakar BP₁₀ menghasilkan torsi 7.7 Nm, kemudian terjadi peningkatan torsi pada bahan bakar BP₂₀ menjadi 8.2633 Nm. Pada bahan bakar BP₃₀ torsi yang dihasilkan adalah 7.4966 Nm. Pada putaran ini merupakan torsi puncak karena data hasil penelitian menunjukkan paling maksimal.

Pada putaran 8000 rpm torsi yang dihasilkan bahan bakar BP₀ sebesar 7.0033 Nm, sedangkan untuk bahan bakar BP₁₀ sebesar 7.3033 Nm. Pada bahan bakar BP₂₀ torsi yang dihasilkan yaitu 7.9 Nm, terjadi peningkatan sebesar 0.5967 Nm. Bahan bakar BP₃₀ menghasilkan torsi sebesar 7.59 Nm.

Pada putaran 9000 rpm bahan bakar BP₀ menghasilkan torsi sebesar 5.9833 Nm. Bahan bakar BP₁₀ torsi yang dihasilkan diangka 6.2766 Nm, sedangkan untuk

bahan bakar BP₂₀ menghasilkan torsi sebesar 6.9833 Nm. Pada bahan bakar BP₃₀ torsi sebesar 7.0733 Nm, terjadi peningkatan hal ini disebabkan pada putaran tinggi pembakaran semakin cepat dan terjadi pemajuan timing pengapian sehingga oktan yang tinggi pada BP₃₀ dapat terbakar dengan sempurna.

Torsi yang dihasilkan pada putaran 10000 rpm bahan bakar BP₀ sebesar 5.05 Nm. Bahan bakar BP₁₀ menghasilkan torsi diangka 5.2633 Nm, untuk bahan bakar BP₂₀ sebesar 5.8266 Nm. Pada bahan bakar BP₃₀ menghasilkan torsi 6.1833 Nm.

Grafik pada gambar 4.1 menunjukkan daya tertinggi yang dihasilkan mesin pada bahan bakar BP₀ yaitu sebesar 5.8065 kW pada putaran 8000 rpm, bahan bakar BP₁₀ sebesar 6.0515 kW pada putaran 8000 rpm, bahan bakar BP₂₀ sebesar 6.5415 kW pada putaran 8000 rpm, bahan bakar BP₃₀ sebesar 6.272 kW pada putaran 8000 rpm. Dari hasil penelitian menunjukkan daya terbesar dihasilkan oleh bahan bakar BP₂₀ yaitu sebesar 6.5415 kW pada putaran 8000 rpm.

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan torsi rata – rata yang dihasilkan mesin pada bahan bakar BP₀ yaitu sebesar 7.57 Nm pada putaran 7000 rpm, bahan bakar BP₁₀ sebesar 7.7 Nm pada putaran 7000 rpm, bahan bakar BP₂₀ sebesar 8.2633 Nm pada putaran 7000 rpm, dan bahan bakar BP₃₀ sebesar 7.4966 Nm pada putaran 7000 rpm. Dari hasil penelitian menunjukkan torsi terbesar dihasilkan oleh bahan bakar BP₂₀ yaitu sebesar 8.2633 Nm pada putaran 7000 rpm.

B. Pembahasan

Torsi dan Daya

Hasil pengujian torsi dan daya yang terlihat di grafik menunjukkan adanya penurunan dan peningkatan dengan ditambahkan persentase Bioetanol kedalam Pertamax. Torsi dan daya yang dihasilkan suatu mesin dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kualitas bahan bakar, tekanan kompresi, ketepatan waktu injeksi bahan bakar (*timing*). Dari hasil pengujian dapat dilihat peningkatan daya terjadi dengan menggunakan bahan bakar BP₂₀ pada putaran mesin 5000 rpm – 8000 rpm, sedangkan peningkatan torsi terjadi pada putaran 6000 rpm – 7000 rpm yang merupakan hasil terbaik, hal ini terjadi karena nilai oktan yang bertambah jika dicampurkan sebanyak 20% bioetanol kedalam pertamax, maka akan memperbaiki kualitas bahan bakar tersebut dan nilai oktan menjadi tinggi yaitu 101,5 sehingga tidak terjadi bahan bakar terbakar dengan sendirinya (*self ignition*) ketika digunakan pada sepeda motor dengan tekanan kompresi tinggi. Meningkatnya nilai oktan sangat berpengaruh pada pembakaran, sehingga jika kalitas bahan bakar lebih baik maka akan terjadi proses pembakaran sempurna. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya menurut Winarno (2011:39) yang menyatakan bahwa penambahan bioetanol pada bahan bakar pertamax terhadap unjuk kerja motor bensin pada putaran rendah hingga menengah terjadi peningkatan daya dan torsi. Daya dan torsi terbesar dihasilkan oleh bahan bakar campuran bioetanol sebesar 20%.

Berdasarkan data hasil pengujian perbahan bakar daya maksimal yang dihasilkan yaitu rata-rata pada putaran 8000 rpm dan torsi maksimal yang

dihasilkan yaitu rata-rata pada putaran 7000 rpm. Performa mesin pada kendaraan berkaitan dengan nilai kalor yang dikandung oleh bahan bakar yang memungkinkan pembakaran terjadi secara sempurna di dalam ruang bakar dan menghasilkan efisiensi termal yang tinggi. Selain itu performa mesin juga dipengaruhi oleh nilai oktan yaitu kemampuan ketahanan bahan bakar terhadap kemungkinan terjadinya detonasi yang dapat menyebabkan fenomena *knocking* dalam mesin yang dapat menurunkan daya mesin. Ketukan yang terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar. Secara umum penurunan torsi dan daya yang dihasilkan pada mesin menggunakan bahan bakar bioetanol yaitu disebabkan karena nilai kalor, perbandingan kompresi, dan nilai oktan. Nilai kalor yang dikandung oleh bahan bakar bioetanol lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar pertamax, nilai kalor yang rendah pada bahan bakar menyebabkan pada proses pembakaran yang terjadi kurang sempurna.

Nilai oktan yang dikandung bahan bakar bioetanol juga tinggi. Pencampuran bioetanol kedalam pertamax dapat meningkatkan nilai oktan yang dikandung bahan bakar, sehingga pada proses pembakaran di dalam mesin memerlukan kompresi yang tinggi agar proses pembakaran terjadi secara sempurna dan tidak terjadi *knocking* yang menyebabkan daya, torsi pada mesin menurun. Sedangkan pada kendaraan yang dipakai untuk pengujian memiliki kompresi sebesar 11 : 1. Hal ini pas karena kendaraan yang digunakan adalah sepeda motor semi kompetisi yang sudah mengalami penggantian piston untuk balap sehingga tekanan kompresi lebih besar dari standarnya. Adapun pengapian mempunyai pengaruh yang tidak sedikit pada sepeda motor.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran bahan bakar Bio solar dengan Pertamina dex terhadap torsi dan daya dengan variasi prosentase campuran bahan bakar dan variasi putaran mesin. Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan sehingga kemungkinan hasil yang didapat kurang sempurna. Keterbatasan tersebut diantaranya adalah :

- a. Dalam penelitian ini kandungan dari bahan bakar campuran belum diketahui karena tidak dilakukan pengujian.
- b. Dalam penelitian ini nilai kalor bahan bakar campuran belum ketahui karena tidak dilakukan pengujian.
- c. Sepeda motor yang digunakan tidak bisa stasioner sehingga waktu pengujian bahan bakar pada *Dynotest* dalam menarik gas tidak selalu sama.
- d. Sepeda motor yang digunakan sudah tidak standar karena sudah mengalami perubahan di bagian pengapian, perbandingan kompresi dan derajat noken as.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Pencampuran bioetanol pada bahan bakar pertamax dapat meningkatkan performa mesin mencapai titik maksimal pada campuran bahan bakar BP₂₀, tetapi pencampuran bioetanol diatas 20% performa cenderung akan menurun.
2. Untuk mendapatkan performa mesin yang baik, campuran yang paling baik adalah dengan mencampurkan bioetanol 20% ke dalam pertamax untuk sepeda motor semi kompetisi. Hal ini didasarkan pada nilai rata-rata torsi dan daya yang dihasilkan oleh masing-masing campuran bahan bakar bioetanol.

B. SARAN

1. Sepeda motor semi kompetisi jika ingin memperoleh performa mesin maksimal disarankan menggunakan bahan bakar pertamax dicampur dengan bioetanol sebanyak 20%.
2. Perlu diadakan penelitian tentang konsumsi bahan bakar spesifik dan mengukur emisi bahan bakar yang dihasilkan.
3. Perlu diadakan penelitian tentang nilai kalor bahan bakar campuran bioetanol dengan pertamax.

DAFTAR PUSTAKA

- Cengel, Yunus A. and M.A. Boles. 2006. *Thermodynamics An Engineering Approach*. New York : McGraw-Hill, Inc
- Gupta, H.N. 2009. *Fundamentals of Internal Combustion Engines*. New Delhi: Rajkarnal Electric Press.
- Handayani, Sri Utami. *Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Hidayat, Wahyu.2012 . *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Jama, Jalius dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Jeuland, N., X. Montagne, X. Gautrot. 2004. Potentiality of Etanol As Fuel For Dedicated Engine. *Oil and Gas Science and Technology Journal*. Vol. 59. No.6. pp.559-570.
- Maleev, V.L.1945. *Internal Combustion Engine*. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, INC.
- Prihandana R., K. Noerwijan, P.G. Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi dan R. Hendroko.2008. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT Rajawali Nusantara Indah.
- Pulkrabek, Willard W.1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Prentice Hall.
- Ramelan. 2011. *Teori Motor Bensin dan Motor Diesel*. Semarang. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Semarang. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

- Suriansyah. 2010. Pengaruh Kombinasi Bahan Bakar Biopremium dan Oli Samping terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 2 Tak Jenis Vespa 81. *PROTON. Volume 2 Nomor 2*, 28-34.
- Wartawan, Anton L. 1997. *Bahan Bakar Bensin Otomotif*. Jakarta: Universitas Tri Sakti
- Winarno, Joko. 2011. *Studi Ekperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin*. *Jurnal teknik*. vol. 1 no. 1. Hal 33-39

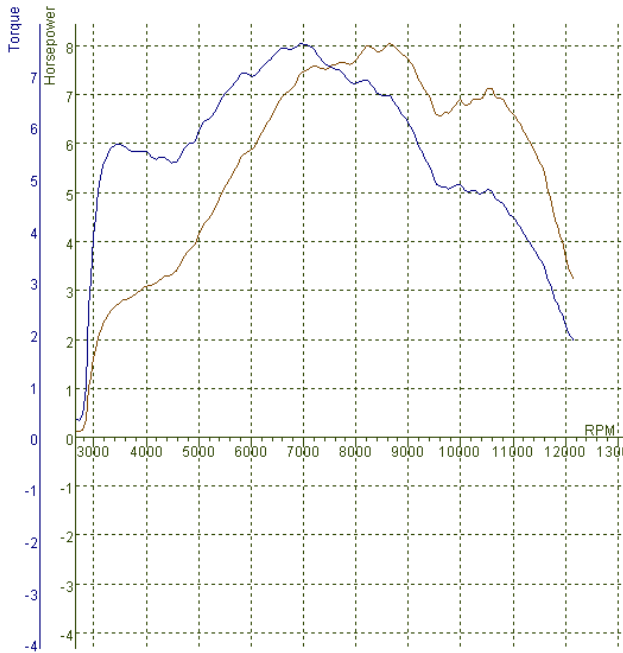
LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pengujian Torsi dan Daya Pertamax Murni (BP0) (1)

SPORDYNO V3.3
DYNAMOMETER: SD325
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 001	8.0 (8.0) / 8630	7.60 (7.60) / 6965	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.7	3/2/2015 10:25:29 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 001

Comments
STANDART PERTAMAX MURNI BP 0

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
3000	1.8	4.25
3250	2.5	5.46
3500	2.8	5.66
3750	2.9	5.53
4000	3.1	5.50
4250	3.2	5.41
4500	3.4	5.30
4750	3.8	5.64
5000	4.2	5.94
5250	4.6	6.25
5500	5.2	6.67
5750	5.6	6.98
6000	5.9	6.97
6250	6.4	7.24
6500	6.8	7.47
6750	7.1	7.48
6965	7.4	7.60
7000	7.5	7.59
7250	7.6	7.43
7500	7.6	7.16
7750	7.7	7.01
8000	7.7	6.85
8250	8.0	6.84
8500	7.9	6.60
8630	8.0	6.60
8750	7.9	6.39
9000	7.7	6.05
9250	7.2	5.51
9500	6.6	4.94
9750	6.6	4.80
10000	6.8	4.83
10250	6.9	4.77
...	(more)	

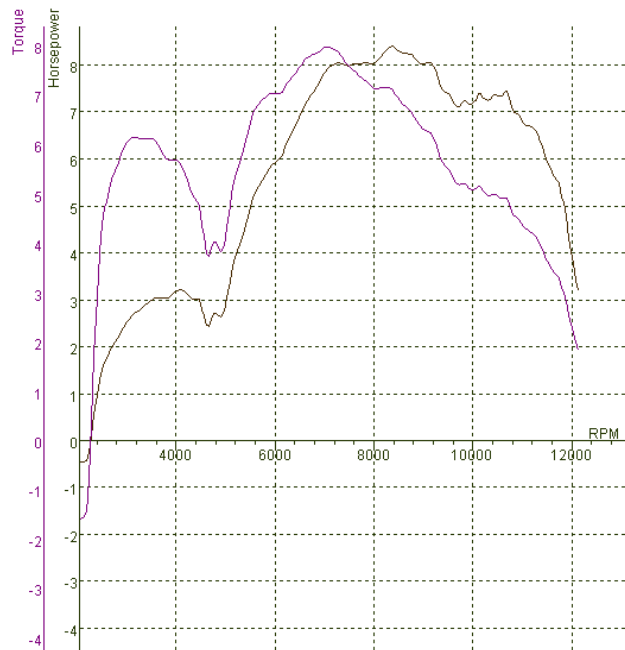
LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 8.0HP 7.60N*M*M

Lampiran 2. Data hasil pengujian Torsi dan Daya Pertamax Murni (BP0) (2)

SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 002	8.4 (8.5) / 8380	7.98 (8.26) / 7046	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.4	3/2/2015 10:26:01 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 002

Comments
 STANDART PERTAMAX MURNI BP 0

RPM	HP (HP@Q (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	1.6	4.58
2750	2.1	5.48
3000	2.5	6.06
3250	2.8	6.12
3500	3.0	6.12
3750	3.0	5.78
4000	3.2	5.69
4250	3.1	5.12
4500	2.9	4.54
4750	2.7	4.03
5000	2.9	4.11
5250	4.1	5.54
5500	5.1	6.55
5750	5.6	6.94
6000	5.9	7.03
6250	6.4	7.24
6500	7.0	7.62
6750	7.4	7.82
7000	7.8	7.98
7046	7.9	7.98
7250	8.0	7.87
7500	8.0	7.54
7750	8.0	7.35
8000	8.1	7.13
8250	8.3	7.16
8380	8.4	7.11
8500	8.3	6.90
8750	8.2	6.64
9000	8.0	6.31
9250	7.8	5.96
9500	7.4	5.50
9750	7.2	5.21
...	(more)	

LOSSES: -0.1 HP -0.3N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.5HP 8.26N*M*M

Lampiran 3. Data hasil pengujian Torsi dan Daya Pertamina Murni (BP0) (3)

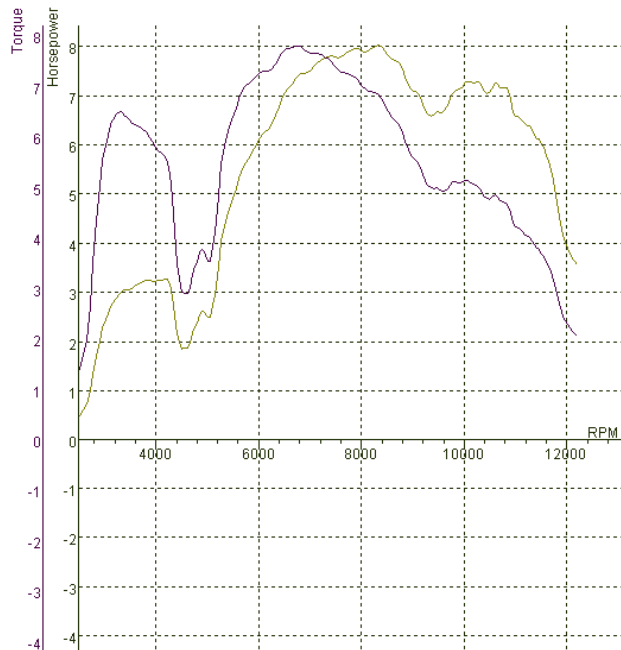
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 003	8.0 (8.0) / 8335	7.80 (7.80) / 6742	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	84.3	3/2/2015 10:26:21 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 003

Comments
 STANDART PERTAMAX MURNI BP 0



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	0.5	1.51
2750	1.3	3.50
3000	2.5	5.90
3250	3.0	6.49
3500	3.1	6.26
3750	3.2	6.13
4000	3.2	5.76
4250	3.2	5.26
4500	1.9	2.93
4750	2.3	3.45
5000	2.5	3.54
5250	4.0	5.46
5500	5.0	6.44
5750	5.7	7.03
6000	6.1	7.27
6250	6.4	7.33
6500	7.1	7.73
6742	7.4	7.80
6750	7.4	7.79
7000	7.5	7.64
7250	7.7	7.58
7500	7.8	7.34
7750	7.9	7.23
8000	7.9	7.03
8250	8.0	6.87
8335	8.0	6.82
8500	7.8	6.50
8750	7.6	6.19
9000	7.1	5.59
9250	6.7	5.09
9500	6.7	4.95
9750	7.0	5.11

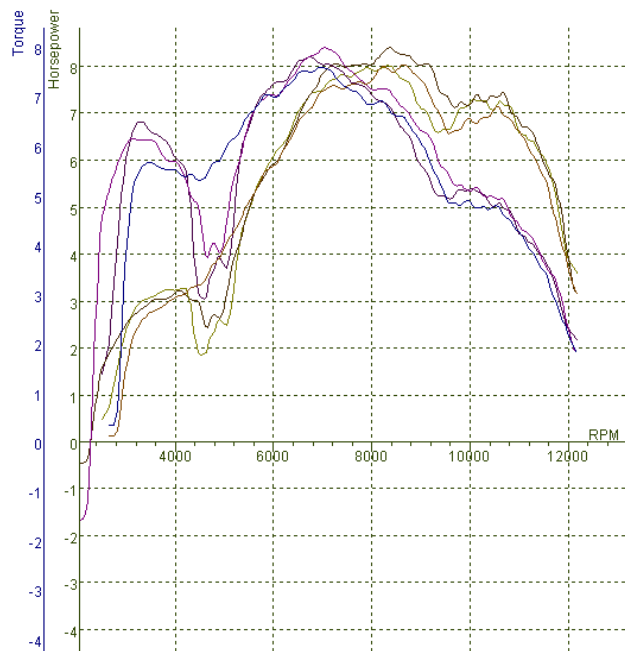
... (more)
 LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.0HP 7.80N*M*M

Lampiran 4. Data gabungan hasil pengujian Torsi dan Daya pertamax murni (Bp0)

SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME		MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 003	8.0 (8.0) / 8335	7.80 (7.80) / 6742	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	84.3	3/2/2015 10:26:21 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 002	8.4 (8.5) / 8380	7.98 (8.26) / 7046	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.4	3/2/2015 10:26:01 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 001	8.0 (8.0) / 8630	7.60 (7.60) / 6965	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.7	3/2/2015 10:25:29 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 001

Comments
 STANDART PERTAMAX MURNI BP 0

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
3000	1.8	4.25
3250	2.5	5.46
3500	2.8	5.66
3750	2.9	5.53
4000	3.1	5.50
4250	3.2	5.41
4500	3.4	5.30
4750	3.8	5.64
5000	4.2	5.94
5250	4.6	6.25
5500	5.2	6.67
5750	5.6	6.98
6000	5.9	6.97
6250	6.4	7.24
6500	6.8	7.47
6750	7.1	7.48
6965	7.4	7.60
7000	7.5	7.59
7250	7.6	7.43
7500	7.6	7.16
7750	7.7	7.01
8000	7.7	6.85
8250	8.0	6.84
8500	7.9	6.60
8630	8.0	6.60
8750	7.9	6.39
9000	7.7	6.05
9250	7.2	5.51
9500	6.6	4.94
9750	6.6	4.80

... (more)
 LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.0HP 7.60N*M*M

Lampiran 5. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₁₀ (1)

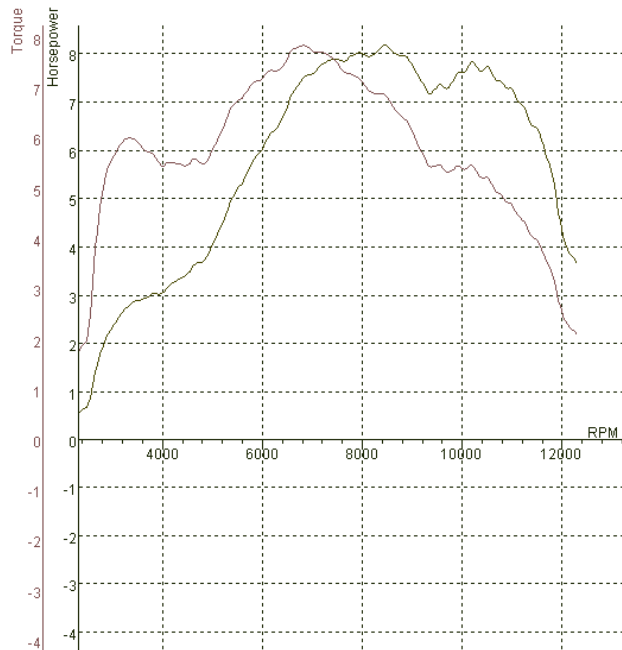
SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: SD325
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 004	8.2 (8.2) / 8456	7.84 (7.84) / 6827	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	84.7	3/2/2015 10:32:11 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 004

Comments
STANDART PERTAMAX BP 10



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2250	0.6	1.79
2500	0.8	2.24
2750	1.9	4.84
3000	2.3	5.60
3250	2.7	5.99
3500	2.9	5.90
3750	3.0	5.71
4000	3.1	5.44
4250	3.3	5.50
4500	3.5	5.47
4750	3.7	5.49
5000	4.1	5.83
5250	4.7	6.36
5500	5.2	6.74
5750	5.7	7.04
6000	6.1	7.22
6250	6.5	7.33
6500	7.0	7.64
6750	7.4	7.82
6827	7.5	7.84
7000	7.6	7.71
7250	7.8	7.66
7500	7.9	7.44
7750	8.0	7.27
8000	8.0	7.08
8250	8.0	6.89
8456	8.2	6.86
8500	8.1	6.77
8750	8.0	6.44
9000	7.7	6.08
9250	7.3	5.54
9500	7.3	5.46

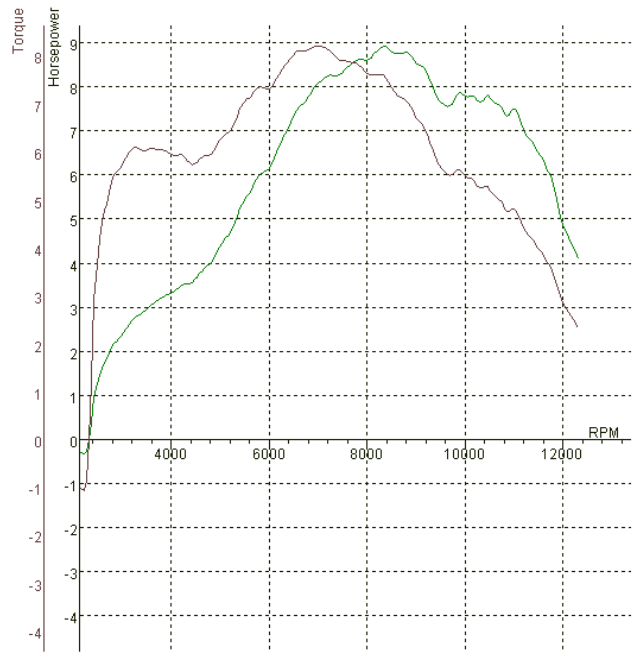
... (more)
LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 8.2HP 7.84N*M*M

Lampiran 6. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₁₀ (2)

SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 005	8.9 (8.9) / 8362	8.22 (8.24) / 6960	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.3	3/2/2015 10:32:37 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 005

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 10

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	1.4	3.95
2750	2.0	5.29
3000	2.4	5.81
3250	2.8	6.09
3500	3.0	6.04
3750	3.2	6.06
4000	3.3	5.95
4250	3.5	5.90
4500	3.7	5.79
4750	4.0	5.94
5000	4.4	6.29
5250	4.8	6.55
5500	5.5	7.08
5750	6.0	7.36
6000	6.2	7.32
6250	6.8	7.75
6500	7.4	8.07
6750	7.7	8.12
6960	8.0	8.22
7000	8.1	8.22
7250	8.3	8.08
7500	8.3	7.90
7750	8.6	7.85
8000	8.6	7.63
8250	8.9	7.62
8362	8.9	7.58
8500	8.8	7.33
8750	8.8	7.09
9000	8.5	6.69
9250	8.2	6.30
9500	7.6	5.66
9750	7.7	5.57
...	(more)	

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.9HP 8.24N*M*M

Lampiran 7. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₁₀ (3)

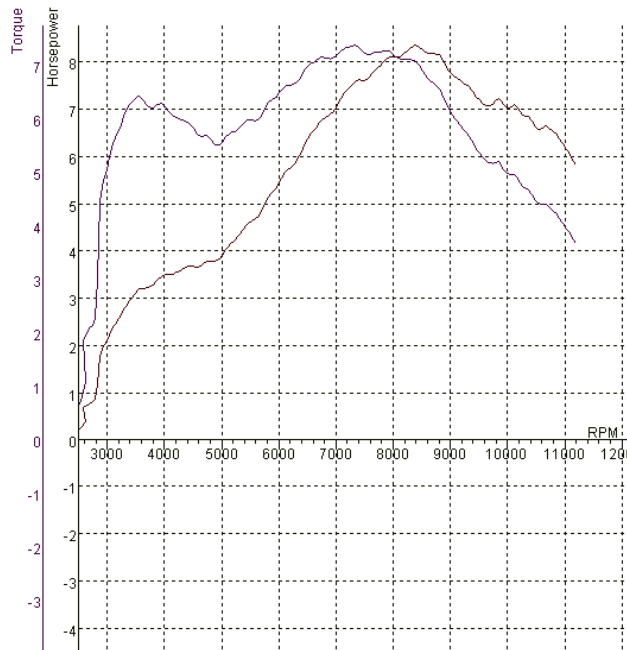
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 007	8.3 (8.3) / 8388	7.36 (7.36) / 7327	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	77.5	3/2/2015 10:33:27 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 007

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 10



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2750	0.9	2.27
3000	2.2	5.16
3250	2.7	5.96
3500	3.1	6.41
3750	3.3	6.20
4000	3.5	6.24
4250	3.6	6.00
4500	3.7	5.79
4750	3.8	5.66
5000	3.9	5.58
5250	4.3	5.78
5500	4.6	5.97
5750	5.1	6.25
6000	5.5	6.48
6250	5.9	6.66
6500	6.4	6.98
6750	6.8	7.15
7000	7.1	7.17
7250	7.5	7.35
7327	7.6	7.36
7500	7.6	7.21
7750	7.9	7.25
8000	8.1	7.20
8250	8.2	7.10
8388	8.3	7.07
8500	8.2	6.88
8750	8.2	6.60
9000	7.7	6.06
9250	7.5	5.73
9500	7.2	5.36
9750	7.1	5.17
10000	7.0	4.96

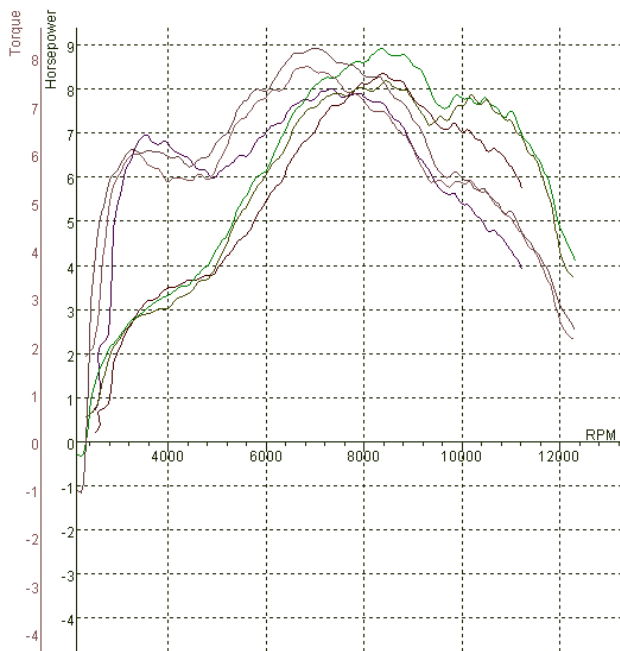
... (more)
 LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.3HP 7.36N*M*M

Lampiran 8. Data gabungan hasil pengujian Torsi dan Daya BP₁₀

SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: SD325
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME		MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 007	8.3 (8.3) / 8388	7.36 (7.36) / 7327	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	77.5	3/2/2015 10:33:27 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 005	8.9 (8.9) / 8362	8.22 (8.24) / 6960	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.3	3/2/2015 10:32:37 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 004	8.2 (8.2) / 8456	7.84 (7.84) / 6827	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	84.7	3/2/2015 10:32:11 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 004

Comments

STANDART PERTAMAX BP 10

RPM	HP (HP) (N*M*M)	LAMBDA 2
2250	0.6	1.79
2500	0.8	2.24
2750	1.9	4.84
3000	2.3	5.60
3250	2.7	5.99
3500	2.9	5.90
3750	3.0	5.71
4000	3.1	5.44
4250	3.3	5.50
4500	3.5	5.47
4750	3.7	5.49
5000	4.1	5.83
5250	4.7	6.36
5500	5.2	6.74
5750	5.7	7.04
6000	6.1	7.22
6250	6.5	7.33
6500	7.0	7.64
6750	7.4	7.82
6827	7.5	7.84
7000	7.6	7.71
7250	7.8	7.66
7500	7.9	7.44
7750	8.0	7.27
8000	8.0	7.08
8250	8.0	6.89
8456	8.2	6.86
8500	8.1	6.77
8750	8.0	6.44
9000	7.7	6.08

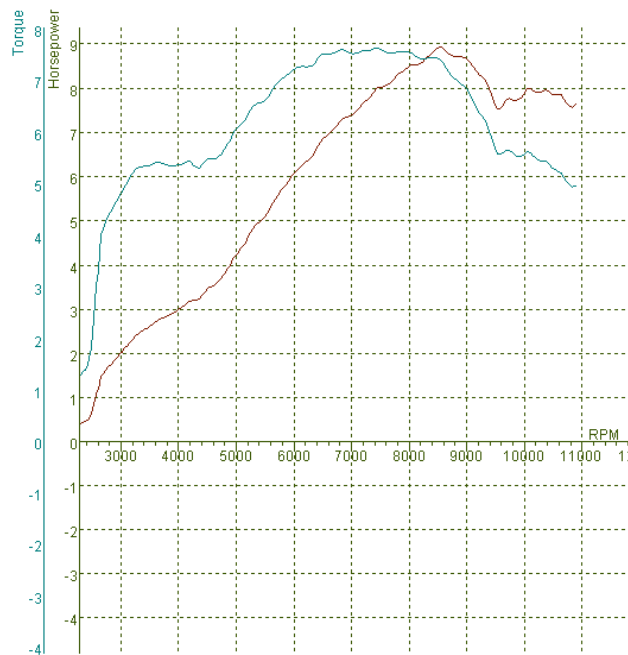
... (more)
LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 8.2HP 7.84N*M*M

Lampiran 9. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₂₀ (1)

SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: SD325
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 008	8.9 (8.9) / 8549	7.64 (7.64) / 7420	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	74.8	3/2/2015 10:37:51 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 008

Comments

STANDART PERTAMAX BP 20

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	0.8	2.40
2750	1.7	4.33
3000	2.0	4.85
3250	2.4	5.28
3500	2.6	5.36
3750	2.8	5.37
4000	3.0	5.38
4250	3.2	5.36
4500	3.5	5.50
4750	3.7	5.61
5000	4.3	6.08
5250	4.8	6.49
5500	5.2	6.67
5750	5.7	7.04
6000	6.1	7.23
6250	6.4	7.28
6500	6.9	7.51
6750	7.2	7.59
7000	7.4	7.53
7250	7.7	7.58
7420	8.0	7.64
7500	8.0	7.62
7750	8.3	7.56
8000	8.5	7.54
8250	8.6	7.42
8500	8.9	7.44
8549	8.9	7.41
8750	8.7	7.07
9000	8.6	6.79
9250	8.3	6.32
9500	7.6	5.63
9750	7.8	5.63
...	(more)	

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 8.9HP 7.64N*M*M

Lampiran 10. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₂₀ (2)

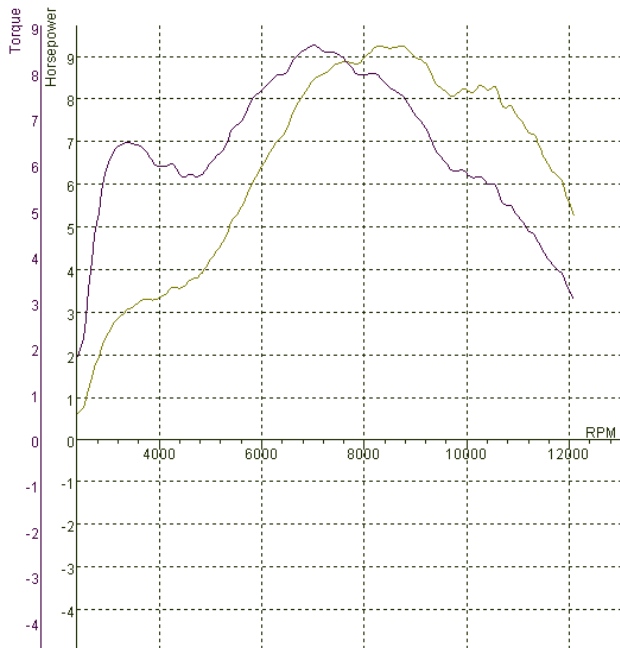
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 011	9.3 (9.3) / 8303	8.60 (8.60) / 7016	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.1	3/2/2015 10:39:03 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 011

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 20



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	0.8	2.21
2750	1.8	4.72
3000	2.5	6.06
3250	2.9	6.46
3500	3.1	6.45
3750	3.3	6.27
4000	3.3	5.96
4250	3.6	6.00
4500	3.6	5.75
4750	3.8	5.74
5000	4.3	6.08
5250	4.7	6.39
5500	5.3	6.88
5750	5.9	7.31
6000	6.5	7.68
6250	7.0	7.94
6500	7.3	8.06
6750	8.0	8.45
7000	8.5	8.60
7016	8.5	8.60
7250	8.6	8.46
7500	8.9	8.38
7750	8.8	8.11
8000	9.0	7.97
8250	9.3	7.96
8303	9.3	7.92
8500	9.2	7.66
8750	9.2	7.47
9000	9.0	7.05
9250	8.7	6.64
9500	8.2	6.13
9750	8.1	5.86

... (more)
 LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 9.3HP 8.60N*M*M

Lampiran 11. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₂₀ (3)

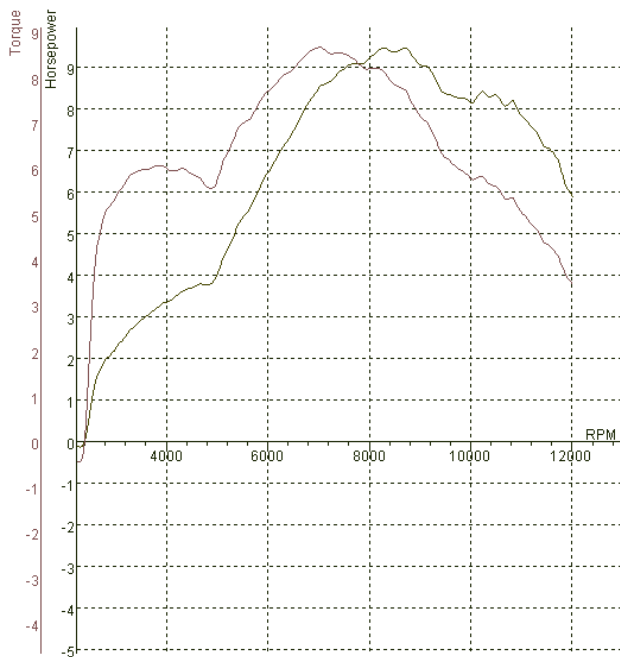
SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: SD325
ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 012	9.5 (9.6) / 8280	8.66 (8.89) / 7023	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.5	3/2/2015 10:39:27 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 012

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 20



RPM	HP (GHP) (N*M*M)	LAMBDA 2
2500	0.9	2.47
2750	1.9	4.85
3000	2.3	5.42
3250	2.6	5.83
3500	2.9	5.97
3750	3.2	6.04
4000	3.4	6.01
4250	3.6	5.99
4500	3.7	5.86
4750	3.8	5.64
5000	4.1	5.79
5250	4.8	6.50
5500	5.4	7.00
5750	5.8	7.25
6000	6.5	7.72
6250	7.0	8.00
6500	7.5	8.19
6750	8.1	8.53
7000	8.5	8.66
7023	8.5	8.66
7250	8.7	8.52
7500	9.0	8.50
7750	9.1	8.34
8000	9.2	8.19
8250	9.5	8.14
8280	9.5	8.14
8500	9.4	7.83
8750	9.4	7.65
9000	9.0	7.11
9250	8.8	6.72
9500	8.4	6.23
9750	8.3	5.99
...	(more)	

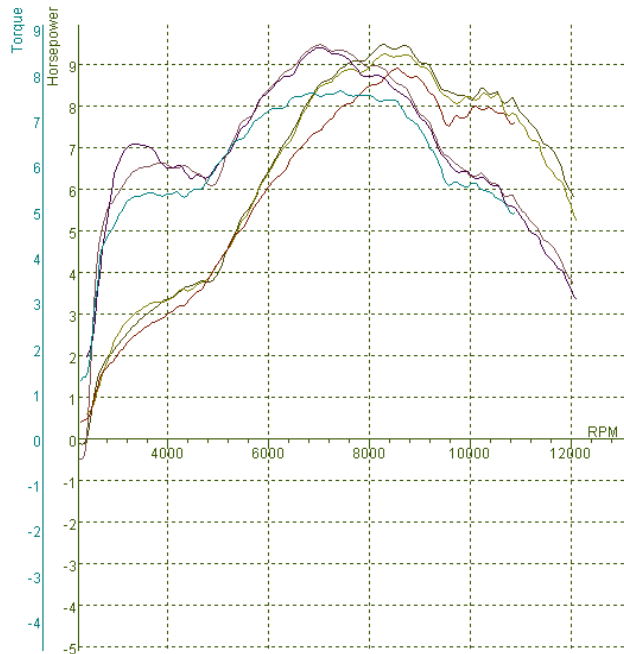
LOSSES: -0.1 HP -0.2N*M*M
 TOTAL ENGINE: 9.6HP 8.89N*M*M

Lampiran 12. Data gabungan hasil pengujian Torsi dan Daya BP₂₀

SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME		MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 012	9.5 (9.6) / 8280	8.66 (8.89) / 7023	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.5	3/2/2015 10:39:27 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 011	9.3 (9.3) / 8303	8.60 (8.60) / 7016	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	83.1	3/2/2015 10:39:03 PM
JUPITER Z R2418 NK	TEST 01 008	8.9 (8.9) / 8549	7.64 (7.64) / 7420	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	74.8	3/2/2015 10:37:51 PM



DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 008

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 20

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	0.8	2.40
2750	1.7	4.33
3000	2.0	4.85
3250	2.4	5.28
3500	2.6	5.36
3750	2.8	5.37
4000	3.0	5.38
4250	3.2	5.36
4500	3.5	5.50
4750	3.7	5.61
5000	4.3	6.08
5250	4.8	6.49
5500	5.2	6.67
5750	5.7	7.04
6000	6.1	7.23
6250	6.4	7.28
6500	6.9	7.51
6750	7.2	7.59
7000	7.4	7.53
7250	7.7	7.58
7420	8.0	7.64
7500	8.0	7.62
7750	8.3	7.56
8000	8.5	7.54
8250	8.6	7.42
8500	8.9	7.44
8549	8.9	7.41
8750	8.7	7.07
9000	8.6	6.79
9250	8.3	6.32
...	(more)	
LOSSES:	0.0 HP	0.0N*M*M
TOTAL ENGINE:	8.9HP	7.64N*M*M

Lampiran 13. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₃₀ (1)

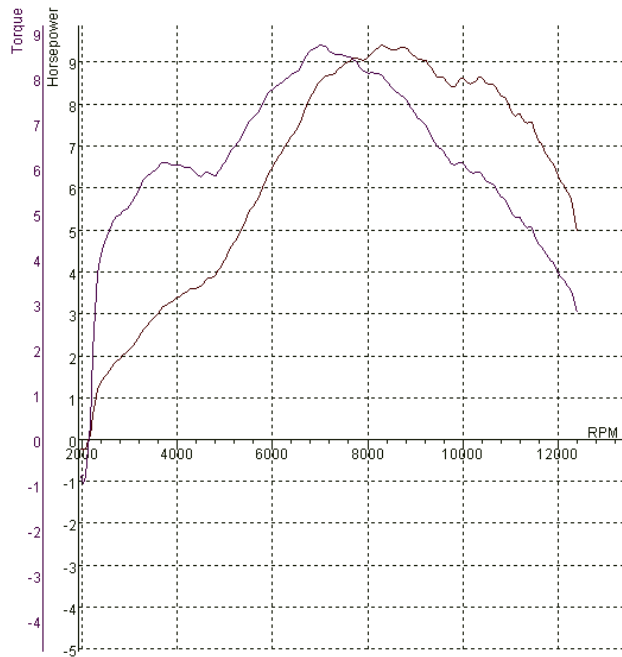
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 015	9.4 (9.4) / 8309	8.71 (8.89) / 7011	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.2	3/2/2015 10:43:45 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 015

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 30



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	1.5	4.43
2750	1.9	4.96
3000	2.2	5.18
3250	2.6	5.70
3500	2.9	5.95
3750	3.2	6.12
4000	3.4	6.07
4250	3.6	6.02
4500	3.7	5.84
4750	3.9	5.83
5000	4.3	6.16
5250	4.8	6.55
5500	5.4	7.03
5750	6.0	7.42
6000	6.6	7.77
6250	7.0	7.97
6500	7.5	8.16
6750	8.1	8.54
7000	8.6	8.71
7011	8.6	8.71
7250	8.7	8.54
7500	9.0	8.49
7750	9.1	8.35
8000	9.1	8.11
8250	9.4	8.06
8309	9.4	8.04
8500	9.3	7.78
8750	9.4	7.58
9000	9.1	7.20
9250	9.0	6.89
9500	8.6	6.44
9750	8.4	6.11

... (more)
 LOSSES: -0.1 HP -0.2N*M*M
 TOTAL ENGINE: 9.4HP 8.89N*M*M

Lampiran 14. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₃₀ (2)

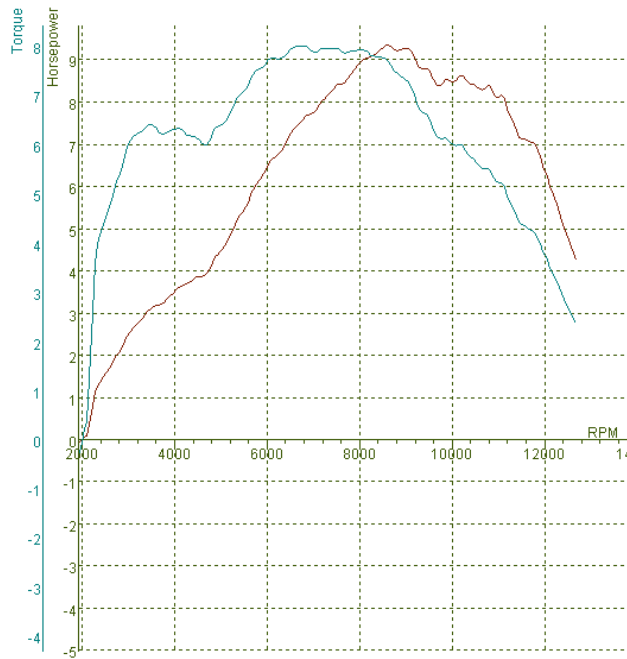
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 016	9.3 (9.4) / 8621	8.01 (8.09) / 6781	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	87.5	3/2/2015 10:44:07 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 016

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 30



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2250	1.1	3.34
2500	1.6	4.60
2750	2.0	5.24
3000	2.5	6.02
3250	2.8	6.26
3500	3.1	6.41
3750	3.3	6.20
4000	3.6	6.32
4250	3.7	6.20
4500	3.9	6.09
4750	4.1	6.09
5000	4.5	6.40
5250	5.0	6.80
5500	5.5	7.14
5750	6.1	7.52
6000	6.5	7.73
6250	6.8	7.73
6500	7.3	7.95
6750	7.6	8.01
6781	7.6	8.01
7000	7.8	7.88
7250	8.1	7.95
7500	8.4	7.94
7750	8.6	7.89
8000	8.9	7.93
8250	9.1	7.80
8500	9.3	7.76
8621	9.3	7.69
8750	9.2	7.48
9000	9.3	7.30
9250	8.9	6.78
9500	8.7	6.50

... (more)
 LOSSES: 0.0 HP -0.1N*M*M
 TOTAL ENGINE: 9.4HP 8.09N*M*M

Lampiran 15. Data hasil pengujian Torsi dan Daya BP₃₀ (3)

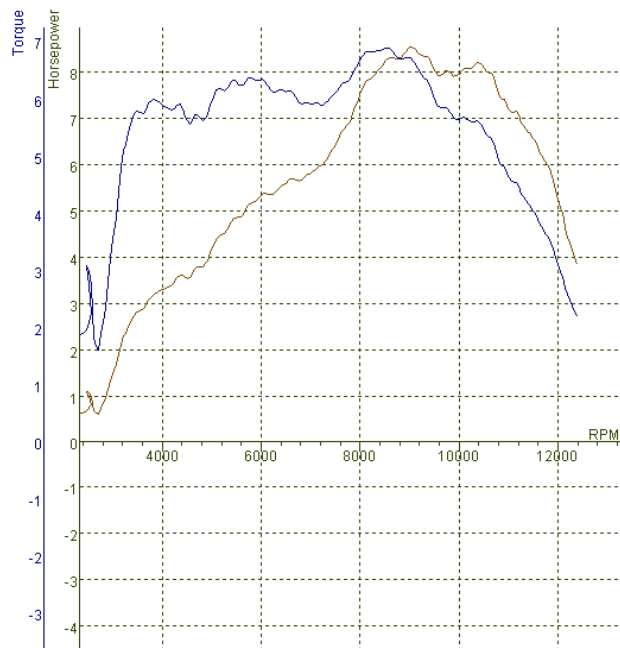
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 017	8.5 (8.5) / 9014	6.89 (6.89) / 8554	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.8	3/2/2015 10:44:31 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 017

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 30



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2250	0.6	1.88
2500	0.7	2.10
2750	0.7	1.90
3000	1.6	3.73
3250	2.4	5.20
3500	2.8	5.78
3750	3.1	5.96
4000	3.3	5.90
4250	3.5	5.83
4500	3.5	5.61
4750	3.8	5.64
5000	4.3	6.04
5250	4.6	6.15
5500	4.9	6.27
5750	5.2	6.37
6000	5.4	6.34
6250	5.4	6.11
6500	5.6	6.13
6750	5.6	5.93
7000	5.8	5.90
7250	6.0	5.90
7500	6.5	6.14
7750	6.9	6.34
8000	7.6	6.73
8250	7.9	6.81
8500	8.3	6.89
8554	8.3	6.89
8750	8.3	6.73
9000	8.5	6.72
9014	8.5	6.72
9250	8.4	6.40
9500	8.0	5.96

... (more)
 LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 8.5HP 6.89N*M*M

Lampiran 16. Data gabungan hasil pengujian Torsi dan Daya BP₃₀

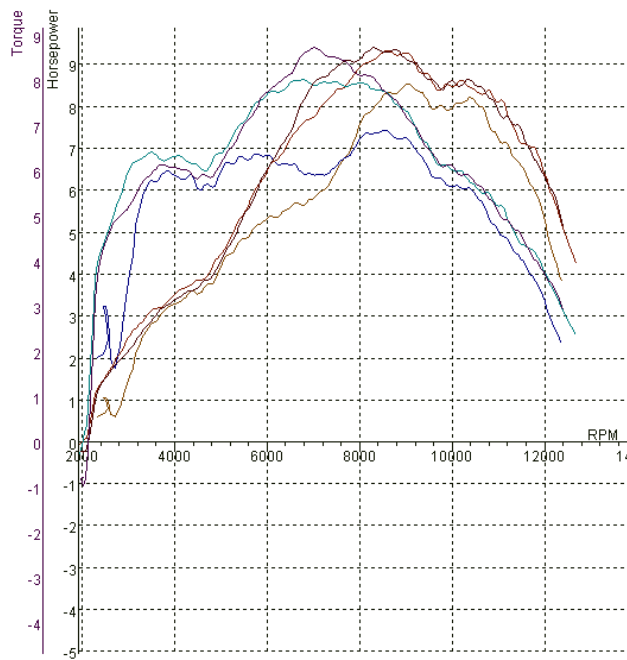
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 017	8.5 (8.5) / 9014	6.89 (6.89) / 8554	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.8	3/2/2015 10:44:31 PM
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 016	9.3 (9.4) / 8621	8.01 (8.09) / 6781	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	87.5	3/2/2015 10:44:07 PM
JUPITER Z R2418 NK TEST 01 015	9.4 (9.4) / 8309	8.71 (8.89) / 7011	30.0 °C	60 %	1000.0 mbar	85.2	3/2/2015 10:43:45 PM

DATA FOR TEST: JUPITER Z R2418 NK TEST 01 015

Comments
 STANDART PERTAMAX BP 30



RPM	HP (HPQ (N*M*M))	LAMBDA 2
2500	1.5	4.43
2750	1.9	4.96
3000	2.2	5.18
3250	2.6	5.70
3500	2.9	5.95
3750	3.2	6.12
4000	3.4	6.07
4250	3.6	6.02
4500	3.7	5.84
4750	3.9	5.83
5000	4.3	6.16
5250	4.8	6.55
5500	5.4	7.03
5750	6.0	7.42
6000	6.6	7.77
6250	7.0	7.97
6500	7.5	8.16
6750	8.1	8.54
7000	8.6	8.71
7011	8.6	8.71
7250	8.7	8.54
7500	9.0	8.49
7750	9.1	8.35
8000	9.1	8.11
8250	9.4	8.06
8309	9.4	8.04
8500	9.3	7.78
8750	9.4	7.58
9000	9.1	7.20
9250	9.0	6.89
...	(more)	
LOSSES:	-0.1 HP	-0.2N*M*M
TOTAL ENGINE:	9.4HP	8.89N*M*M

Lampiran 17. Surat Tugas Dosen Pembimbing



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor: 267A/FT-UNNES/2014

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2013/2014**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin 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. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Tanggal 11 Maret 2014
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan :
- PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:
- Nama : Drs Pramono
- NIP : 195809101985031002
- Pangkat/Golongan : III/C
- Jabatan Akademik : Lektor
- Sebagai Pembimbing
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
- Nama : CAHYONO
- NIP : 5201410028
- Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin
- Topik : PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN PERTAMAX DAN CDI UNLIMITER TERHADAP PERFORMA MESIN 4 LANGKAH 110 CC
- KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



5201410028

FM-03-AKD-24/Rev. 00



DITETAPKAN DI : SEMARANG
TANGGAL : 11 Maret 2014

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
196602151991021001

Lampiran 18. Surat Persetujuan Seminar Proposal Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Gedung E5, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang. 50229
Telepon/Fax: 024-8508103

Laman: <http://mesin.unnes.ac.id>; E-mail: mesin_ftunnes@yahoo.com

PERSETUJUAN SEMINAR PROPOSAL

Yang bertanda tangan dibawah ini menyetujui usulan pelaksanaan seminar proposal skripsi mahasiswa dibawah ini:

Nama /NIM : Cahyowo / 5201910028
Prodi : Pend. Teknik Mesin
Judul TA/Skripsi : Pengaruh Campuran Bioetanol dengan Pertamina dan CDI. Analisis terhadap kehadapan terhadap mesin motor 4 langkah 115 cc
Hari/ Tgl. Seminar : Selasa, 23 September 2014
Jam : 10.00 - Selesai
Tempat :

Berdasarkan pertimbangan program studi diputuskan calon penguji untuk diundang sebagai berikut:

1. Drs. Ramelan MT
2. H. Adroni, S.Pd, MT
3. Drs. Pramono

Semarang, 15 Sept 2014
Kaprod. Pend. Teknik Mesin S1

Wahyudi, S.Pd, M.Eng
NIP. 198003192005011001

dan telah memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Bukti pernah mengikuti seminar proposal minimal 5 kali ✓
2. Selesai bimbingan proposal ✓
3. Pengumuman undangan mahasiswa (sesuai format) ✓
4. Lembar presensi peserta ✓
5. Ringkasan proposal untuk peserta seminar ✓

Semarang, 17/9/14
Petugas Administrasi,

Lampiran 19. Daftar Hadir Seminar Proposal Skripsi

PRESENSI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : Cahyono
 NIM : 5201410028
 Judul Skripsi : PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN PERTAMAX DAN CDI
 UNLIMITER TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR 4 LANGKAH 115 CC
 Hari/Tgl : Selasa / 23 September 2014
 Waktu : 10.00 WIB
 Tempat : EG-Lt 3 (Ruang Ujian)

No	Nama	NIP/NIM	Tanda tangan
1.	Ramelan	130529940	1
2.	Pramono	195809101985931002	2
3.	Kedarni	196908071994036004	3
4.	Cahyono	5201410028	4
5.	Rivan Setiarso	5201410030	5
6.	Totok Saefudin	5201410044	6
7.	Udaay	5201410050	7
8.	ABIDE Gito Mura	5201410091	8
9.	Siswa Yulianto	5201410059	9
10.	Sigie Prihantono	5201410010	10
11.	Muhammad Sa'dullah	5201410013	11
12.	Ressa Probo Prabono	5201410027	12
13.	Dani Mega Sari	5201410007	13
14.	Amin Fatah	5201410069	14
15.	Adi Cahor Wibowo	5201410024	15
16.	Mc.Thoosiqul.M	5201410051	16
17.	Danong tri Sputro	5201410023	17
18.	Ali Sofyan N.1	5201410046	18
19.			19
20.			20
21.			21
22.			22
23.			23

Lampiran 20. Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telepon: 0248508101

Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : 564/UM37-1-S/DT/2015
Lamp. :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Pimpinan HYPER SPEED SHOP SEMARANG
di HYPER SPEED SHOP SEMARANG

Dengan Hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : CAHYONO
NIM : 5201410028
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Topik : PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN PERTAMAX DAN
CDI UNLIMITER TERHADAP PERFORMA MESIN 4 LANGKAH 110
CC

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Semarang, 21 Januari 2015
Dekan.

(Handwritten signature)

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

Lampiran 21. Surat Bukti Telah Melakukan Penelitian



SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Hadi S
 Jabatan : Manager
 Nama : Erwin Supriyanto
 Jabatan : Mekanik Service

Menerangkan bahwa :

Nama : Cahyono
 NIM : 5201410028
 Prodi / Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin SI / Teknik Mesin
 Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang (UNNES)

Bahwa Mahasiswa tersebut benar-benar telah melakukan penelitian Skripsi tentang “**PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL DENGAN PERTAMAX TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR 4 LANGKAH 115 cc YANG MENGGUNAKAN CDI UNLIMITER**” di Bengkel Hyperspeed pada hari Sabtu tanggal 7 Februari 2015, sebagai syarat untuk menyelesaikan penyusunan Skripsi.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Erwin Supriyanto
 Mekanik

Semarang, 7 Februari 2015



Lampiran 22. Foto Dokumentasi Penelitian



Foto 1. Hasil pencampuran bioetanol dengan pertamax

Foto 2. Pengujian dengan *Dynotest*



Foto 3. Pengujian dengan *Dynotest*