

TUGAS AKHIR

UJI EKSPERIMENTAL CAMPURAN ETANOL DAN PERTAMAX TERHADAP PERFORMA ENGINE MOBIL HEMAT ENERGI (MHE)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ARIE INDRA WIRANTARA
1307230262



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

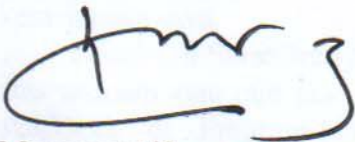
Nama : Arie Indra Wirantara
NPM : 1307230262
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Uji Eksperimental Campuran Etanol Dan Pertamax
Terhadap Performa Engine Mobil Hemat Energi (MHE)
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Peguji II



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Peguji IV



H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Arie Indra Wirantara
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/23 Juli 1995
NPM : 1307230262
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Uji Eksperimental Campuran Etanol Dan Pertamina Terhadap Performa Engine Mobil Hemat Energi...”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian Antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau pun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2019

Saya yang menyatakan,



Arie Indra Wirantara

ABSTRAK

Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah uji bom kalorimeter untuk mencari nilai kalor bahan bakar dan uji brake dynamometer untuk mencari torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik, menggunakan bahan bakar campuran etanol dan pertamax, dengan variasi campuran etanol 5% sampai dengan 25%, untuk mengetahui performa engine mobil hemat energi (MHE) terhadap hasil campuran etanol dan pertamax (bahan bakar). Dan mendapatkan hasil pada uji bom kalorimeter pertamax dengan etanol, pertamax memiliki nilai kalor paling tinggi dengan nilai kalor sebesar 9649,46 Kj/Kg, dari kelima persentase percampuran bahan bakar dan etanol yang berbeda, percampuran etanol 10% memiliki nilai kalor yang paling tinggi dengan nilai kalor 8102,55 Kj/Kg. Pada uji brake dynamometer daya tertinggi sebesar 5,260038 kW dengan putaran 3971,2 rpm pada persentase etanol 25% atau 0,25 etanol dengan 0,75 pertamax, untuk mendapatkan daya tertinggi persentase etanol 25% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi. Torsi tertinggi sebesar 12,6549 Nm dengan putaran 3205,6 rpm pada persentase etanol 15% atau 0,15 etanol dengan 0,85 pertamax, untuk mendapatkan torsi tertinggi persentase etanol 15% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) terendah sebesar 0,00158454 kg/kWh dengan putaran 3832,4 rpm pada persentase etanol 10% atau 0,10 etanol dengan 0,90 pertamax, persentase etanol 10% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi untuk mencapai konsumsi bahan bakar terendah. Pada perbandingan biaya bahan bakar ekonomis antara pertamax murni dengan campuran etanol, mendapatkan hasil perbandingan campuran etanol 5% memiliki biaya bahan bakar yang cukup ekonomis dari pada pertamax murni, dengan biaya bahan bakar 103,370886 dengan torsi 8,4366 Nm pada persentase etanol 5% atau 0,05 etanol dengan 0,95 pertamax, sedangkan pertamax murni dengan biaya bahan bakar 110,1251778 dengan torsi 8,4366 Nm.

Kata Kunci: Torsi, Daya, Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.

ABSTRACT

The test that will be carried out in this study is the calorimeter bomb test to find fuel calorific value and brake dynamometer test to find torque, power, specific fuel consumption, using ethanol and pertamax mixture materials, with variations of ethanol mixture 5% to 25%, to determine performance energy-efficient car engine (MHE) for the mixture of ethanol and pertamax (fuel). And the results of the firstx calorimeter bomb test with ethanol, pertamax has the highest calorific value with a calorific value of 9649.46 Kj / Kg, from the five different percentages of fuel and ethanol mixing, mixing 10% ethanol has the highest calorific value with heat 8102.55 Kj / Kg. The highest power dynamometer brake test is 5.260038 kW with a turn of 3971.2 rpm at a percentage of 25% ethanol or 0.25 ethanol with 0.75 pertamax, to get the highest percentage of 25% ethanol that can be used in thrifty cars energy. The highest torque is 12.6549 Nm with 3205.6 rpm rotation at 15% ethanol percentage or 0.15 ethanol with 0.85 pertamax, to get the highest percentage of ethanol 15% percentage which can be used in energy-efficient cars. Fuel consumption specific (SFC) lowest of 0.00158454 kg / kWh with 3832.4 rpm rotation at 10% ethanol or 0.10 ethanol with 0.90 pertamax, 10% ethanol percentage that can be used it's on energy-efficient cars to achieve the lowest fuel consumption. On the comparison of economical fuel costs between pure pertamax and ethanol mixture, get the results of a comparison of ethanol 5% mixture has a fairly economical fuel cost than pure pertamax, with fuel costs 103,370886 with torque 8.4366 Nm at 5% ethanol percentage or 0.05 ethanol with 0.95 pertamax, while the pertamax is pure with a fuel cost of 110.1251778 with torque of 8.4366 Nm.

Keywords: Torque, Power, and Material Consumption of Burns Specific.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Uji Eksperimental Campuran Etanol Dan Pertamax Terhadap Performa Engine Mobil Hemat Energi (MHE)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan selaku Dosen Pembanding I.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T,M.Sc selaku wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T,M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir ini dan Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak H. Muharnif M, S.T,M.Sc selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T,M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan selaku Dosen Pembanding II.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
8. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Indra Wanto dan Ibunda Wirda Triyatni yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta

pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.

9. Rekan-rekan seperjuangan Abdi Saputra, Bambang Katresnan, Bayu Susilo, yang selalu mensupport satu sama lain dan bekerja keras hingga terealisasi nya Tugas Akhir ini.
10. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Akbar Kelana, S.T, Edo Wilian, S.T, Ajhari Agustian Munthe, S.T, Jepri Suarno, Riki Gunawan, Nanda Setiawan dan seluruh rekan rekan B3 malam Teknik Mesin stambuk 2013 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini
11. Terima kasih juga kepada abang senior Irwansyah Putra S.T, Iqbal Tanjung S.T, Arya Rudi Nasution S.T, Ian Arief S.T, dan seluruh abang-abang dan rekan-rekan asisten laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membantu hingga terealisainya Tugas Akhir ini.
12. Terima kasih juga kepada Hendi Setiawan, Eka Rio Panggabean, Dian Safitri, S.Pd yang telah banyak memberi dukungan dan motifasi yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Terima kasih juga saya ucapkan kepada adinda Kiki Fatmawati yang telah banyak memberi motifasi dan doa yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
14. Dan akhir kata saya ucapkan terima kasih kepada adik saya Gadistya khalilah widyadana dan seluruh keluarga besar Alm Bapak Jumari Seto Giri yang selalu memberi dukungan, doa dan motifasi yang sangat membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semogal laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Maret 2019

Arie Indra Wirantara

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Bahan Bakar	5
2.1.1. Bahan Bakar Padat	6
2.1.2. Bahan Bakar Cair	7
2.1.3. Bahan Bakar Gas	7
2.2. Etanol	8
2.3. Pertamina	11
2.3.1. Komposisi Pertamina	13
2.3.2. Kelebihan Pertamina	15
2.4. Campuran Etanol Dan Pertamina	15
2.4.1. Pengaruh Pemakaian Etanol Terhadap Unjuk Kerja Mesin	16
2.5. Definisi Mobil HematEnergi	16
2.5.1. Mobil Listrik	17
2.5.2. Mobil Tenaga Surya	18
2.5.3. Mobil fuel cell	18
2.5.4. Mobil Hybrid	18
2.6. Bom Kalorimeter	19
2.6.1. Kalorimeter Makanan	19
2.6.2. Kalorimeter Larutan	20
2.6.3. Perhitungan Uji BomKalorimeter	21
2.7. <i>Brake Dynamometer</i>	21
2.7.1. <i>Prony Brake Dynamometer</i>	22

2.7.2.	<i>Water Brake Dynamometer</i>	23
2.7.3.	Dinamometer Mesin (<i>engine dyno</i>)	23
2.7.4.	Dinamometer Rangka (<i>chasis dyno</i>)	24
2.8.	Parameter Dalam Performa Mesin	25
2.9.	Torsi Dan Daya	25
2.10.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	26
BAB 3 METODE PENELITIAN		27
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.1.1.	Tempat	27
3.1.2.	Waktu	27
3.2.	Alat Dan Bahan	27
3.2.1.	Bahan	27
3.2.2.	Alat	29
3.3.	Diagram Alir Pengujian	37
3.4.	Prosedur Pengujian	38
3.4.1.	Mempersiapkan Alat	38
3.4.2.	Pengujian Bom Kalorimeter	38
3.4.3.	<i>Brake Dynamometer</i>	38
3.4.4.	Pengambilan Data	38
3.4.5.	Pengolahan Data	38
3.5.	Prosedur Uji Eksperimental Dengan Bom Kalorimeter	39
3.5.1.	Persiapan Alat Uji Bom Kalorimeter	39
3.5.2.	Pengukuran Alat Uji Bom Kalorimeter	39
3.5.3.	Membuka Bom Kalorimeter	40
3.5.4.	Pemeliharaan Peralatan Bom Kalorimeter	40
3.6.	Prosedur Uji Eksperimental Dengan <i>Brake Dynamometer</i>	41
3.7.	Prosedur Menghitung Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1.	Hasil Pengujian Bom Kalorimeter	43
4.1.1.	Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Pada Pertamax Dan Etanol	43
4.1.2.	Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Pencampuran Pertamax Dan Etanol	43
4.2.	Hasil Pengujian <i>Brake Dynamometer</i>	44
4.2.1.	Hasil Pengujian Daya Motor Terhadap Putaran	44
4.2.2.	Hasil Pengujian Torsi Motor Terhadap Putaran	45
4.2.3.	Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) Terhadap Putaran Mesin	45
4.2.4.	Hasil Pengujian Biaya Bahan Bakar Ekonomis Terhadap Daya.	46
4.2.5.	Hasil Pengujian Torsi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	47

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1.Komposisi bahan bakar pertamax 92 dari data pertamina	14
Tabel 3.1.Jadwal Kegiatan	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Bahan Bakar Padat	7
Gambar 2.2. Bahan Bakar Cair	7
Gambar 2.3. Bahan Bakar Gas	8
Gambar 2.4. Etanol	9
Gambar 2.5. Pertamina 92	11
Gambar 2.6. Struktur Kimiawi Ikatan Hidrokarbon	12
Gambar 2.7. Mobil Hemat Energi	17
Gambar 2.8. Bom Kalorimeter	19
Gambar 2.9. Kalori Makanan	20
Gambar 2.10. Kalori Larutan	20
Gambar 2.11. <i>Brake Dynamometer</i>	21
Gambar 2.12. <i>Prony Brake Dynamometer</i>	22
Gambar 2.13. <i>Water Brake Dynamometer</i>	23
Gambar 2.14. Dinamometer Mesin (engine dyno)	24
Gambar 2.15. Dinamometer Rangka (chassis dyno)	24
Gambar 3.1. Etanol	28
Gambar 3.2. Pertamina	28
Gambar 3.3. Alat Uji Bom Kalorimeter	29
Gambar 3.4. Alat Uji <i>Brake Dynamometer</i>	29
Gambar 3.5. Load Cell	30
Gambar 3.6. Tachometer	30
Gambar 3.7. Thermometer Sensor	31
Gambar 3.8. Gelas Ukur	32
Gambar 3.9. Stopwatch	32
Gambar 3.10. Timbangan Beban	33
Gambar 3.11. Timbangan Digital	33
Gambar 3.12. Kawat Nikelin	34
Gambar 3.13. Gas Oksigen	34
Gambar 3.14. Aquades	35
Gambar 3.15. Pc (personal computer)	35
Gambar 3.16. Timbangan Bom Kalorimeter	36
Gambar 3.17. Diagram Alir Pengujian	37
Gambar 4.1. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Pertamina Dan Etanol	43
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Bahan Bakar	44
Gambar 4.3. Grafik Daya Terhadap Putaran	44
Gambar 4.4. Grafik Torsi Terhadap Putaran	45
Gambar 4.5. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) vs Putaran	46
Gambar 4.6. Grafik Biaya Bahan Bakar Terhadap Daya	46
Gambar 4.7. Grafik Torsi vs Konsumsi Bahan Bakar	47

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
N_{bb}	Nilai kalor bahan bakar	kJ/kg
H	Nilai air calorimeter	kJ/ $^{\circ}$ C
ΔT	Tf - Ti	$^{\circ}$ C
N_{mk}	Nilai kalor mangkuk	kJ/kg
m_{mk}	Massa mangkuk	kg
N_{kw}	Nilai kalorkawat	kJ/kg
M_{kw}	Massa kawat yang terbakar	kg
T	Torsi	Nm
F	Beban	kg
r	Jarak dari pully ketuas rem	m
P	Daya	kW
n	rpm	
sfc	Konsumsi bahan bakar spesifik	kg/kWh
m_f	Konsumsi bahan bakar	kg/jam
ρ	Rho	kg/m ³

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah yang sampai saat ini masih menjadi perbincangan dan menjadi isu yang menarik dalam setiap diskusi terutama di Indonesia yaitu permasalahan tentang sumber energi yang jumlahnya semakin lama semakin menipis, terutama dalam sektor transportasi yang paling banyak menggunakan konsumsi sumber energi, banyak riset yang dilakukan untuk menghasilkan sumber energi terbarukan yang nantinya mampu menciptakan berbagai alat yang hemat energi dan menggunakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan serta mampu mengurangi pemakaian sumber energi yang jumlahnya hingga sekarang semakin menipis.

Dalam usaha memenuhi tujuan tersebut, Direktorat Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pembelajaran Dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia memberi amanah kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember sebagai tuan rumah penyelenggara “Kontes Mobil Hemat Energi” (KMHE 2017). Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) merupakan kegiatan yang diadakan untuk menguji kemampuan, merancang dan membangun kendaraan yang aman, irit dan ramah lingkungan. KMHE ini merupakan kegiatan rutin agenda DIKTI yang dari awal lebih dikenal dengan nama *Indonesia Energy Marathon Challenge* (IEMC). Kegiatan ini dapat diikuti oleh seluruh universitas/institut/politeknik di Indonesia. Kategori perlombaan ada dua yaitu Prototipe dan Urban Concept sedangkan prakategorinya ada 3 kelas engine yaitu Motor Pembakaran Dalam, Listrik dan Hybrid (motor listrik dan motor pembakaran dalam).

Selain berlomba untuk menciptakan produk yang mampu menghemat pemakaian bahan bakar, untuk mengatasi masalah persediaan jumlah bahan bakar yang semakin menipis diperlukan juga adanya bahan bakar alternatif yang mampu mengatasi penggunaan bahan bakar yang terus meningkat terutama pada sektor transportasi, salah satu bahan bakar alternatif adalah penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar campuran pertamax perlu dilakukan penelitian yang akurat. Pertamax merupakan

bahan bakar ramah lingkungan (*unleaded*) beroktan tinggi hasil penyempurnaan produk Pertamina sebelumnya. Pertamax memiliki nilai oktan 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan olefin, aromatic dan benzene pada level yang rendah. Ini menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin, dan untuk mencapai efisiensi kerja pada bahan bakar atau irit bahan bakar maka dari itu mesin dibuat dengan kompresi tinggi, pertamax salah satu BBM beroktan tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan kerja mesin yang berkompresi tinggi sehingga menghasilkan tenaga lebih maksimal dan kadar gas buang atau emisi menjadi lebih minim serta hemat bahan bakar, sedangkan etanol memiliki angka oktan lebih tinggi dari pada bensin yaitu research octane 108 dan motor octane 92. (Kiagus Robby Anugra, 2014).

Etanol dapat meningkatkan energi pembakaran karena etanol termasuk hidrokarbon (H dan C) sehingga akan menambah struktur senyawa gasoline, dengan begitu penambahan etanol dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar. Dengan penambahan etanol dengan bahan bakar lain seperti bensin, pertamax diharapkan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar dan bisa menjadi bahan bakar alternatif tanpa harus ada campuran dengan bahan bakar lain.

Campuran antara etanol dan pertamax adalah biopertamax. Biopertamax adalah bahan bakar kendaraan bermotor modern yang bermutu tinggi dan ramah lingkungan, biopertamax diciptakan melalui pencampuran 95% pertamax dan 5% etanol murni. Sebagai energi terbarukan, biopertamax dapat digunakan pada semua jenis kendaraan non-diesel tanpa adanya modifikasi mesin dan dapat menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan untuk masa depan yang lebih baik.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan-permasalahan yang ada maka dengan demikian penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul : UJI EKSPERIMENTAL CAMPURAN ETANOL DAN PERTAMAX TERHADAP PERFORMA ENGINE MOBIL HEMAT ENERGI (MHE).

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan uraian di atas dapat ditarik beberapa hal yang menjadi permasalahan yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh uji eksperimental campuran etanol dan pertamax (bahan bakar) terhadap performa engine mobil hemat energi (MHE).

1.3. Ruang Lingkup

Pembatasan masalah diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan permasalahan dapat dengan mudah dilaksanakan. Adapun batasan-batasan masalah dalam tugas sarjana ini adalah:

1. Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah uji Bom Kalorimeter untuk mencari nilai kalor bahan bakar dan uji *brake dynamometer* untuk mencari torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik.
2. Bahan –bahan yang digunakan dalam pengujian Bom Kalorimeter dan *brake dynamometer* adalah etanol dan pertamax.
3. Variasi campuran etanol (5%, 10%, 15%, 20%, 25%)

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum:

1. Untuk mengetahui performa engine mobil hemat energi (MHE) terhadap hasil campuran etanol dan pertamax (bahan bakar).

1.4.2. Tujuan Khusus:

1. Untuk mengetahui performa engine mobil hemat energi (MHE) terhadap hasil campuran etanol dan pertamax (bahan bakar)
2. Untuk mengetahui campuran etanol dan pertamax yang paling hemat
3. Untuk mengetahui torsi pada campuran etanol dan pertamax (bahan bakar) terhadap performa engine pada mobil hemat energi.
4. Untuk mengetahui daya pada campuran etanol dan pertamax (bahan bakar) terhadap performa engine pada mobil hemat energi.

5. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar spesifik pada campuran etanol dan pertamax (bahan bakar) terhadap performa engine pada mobil hemat energi.

1.5. Manfaat Penelitian Dari Tugas Akhir Ini Adalah:

1. Sebagai sumbangan informasi berkaitan dengan mobil hemat energi (MHE) yang dimodifikasi dari peneliti sebelumnya.
2. Meningkatkan kualitas penelitian dan penulisan tentang campuran etanol dan pertamax (bahan bakar) pada mobil hemat energi (MHE).
3. Memberi tambahan referensi di bidang analisa maupun mata kuliah motor bakar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Bahan Bakar

Pada hakekatnya alam telah memberikan banyak manfaat kepada manusia, salah satu manfaat yang diberikan oleh alam yaitu bahan bakar. Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah penduduk dunia juga terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga peningkatan akan kebutuhan bahan bakar tidak dapat dihindarkan lagi.

Menurut Ahli, bahan bakar diartikan suatu reaksi redoks (reaksi pembakaran) yang mampu melepaskan panas setelah tereaksi dengan oksigen.

Bahan bakar merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembakaran, tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin dapat berlangsung. (Suprptono, 2004).

Bahan bakar merupakan setiap material yang dapat terbakar dan melepaskan energi. Bahan bakar secara umum terdiri dari hidrogen dan karbon (Muchammad, 2010:31). Bahan bakar merupakan material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi atau panas (Raharjo dan Karnowo, 2008:37). Bahan bakar dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- a) Bahan bakar fosil
- b) Bahan bakar mineral
- c) Bahan bakar nabati atau organik

Sampai dengan saat ini bahan bakar yang sering digunakan adalah jenis bahan bakar cair dan fosil. Diantaranya yaitu bensin dan solar yang banyak digunakan untuk bahan bakar mesin pada motor bakar. Syarat utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar yaitu:

- a) Proses pembakarannya harus cepat dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b) Bahan bakar tidak meninggalkan endapan setelah pembakar, karena akan merusak dinding silinder.
- c) Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat terbang ke atmosfer.

Sifat pada masing-masing bahan bakar berbeda. Sifat ini akan menentukan dalam proses pembakarannya, sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan menambahkan bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut (Suprpto,2004:33).

Sedangkan menurut para ahli yang lain, bahan bakar yang digunakan pada mesin pembakaran dalam dibedakan menjadi tiga yaitu gas, cair, dan padat. Komposisi utama dari bahan bakar terdiri dari hydrogen dan karbon, biasanya sering disebut hidrokarbon, rumus kimia dari bahan bakar adalah C_mH_n . Namun demikian hingga saat ini bahan bakar yang paling sering di pakai 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. (Maleev, 1945).

Sedangkan bila didefinisikan secara umum bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanupulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (seperti fisi nuklir atau fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk didalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia, bahan bakar lainnya yang bisa dipakai adalah logamradioaktif. Jenis bahan bakar berdasarkan bentuk dan wujudnya :

2.1.1. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat dan kebanyakan menjadi sumber energi panas, misalnya kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.



Gambar 2.1. Bahan bakar padat

2.1.2. Bahan bakar cair

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Contoh dari bahan bakar cair adalah bensin/gasolin/premium, minyak solar ,minyak tanah. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi.



Gambar 2.2. Bahan bakar cair

2.1.3. Bahan bakar gas

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni *Compressed Natural Gas (CNG)* dan *Liquid Petroleum Gas (LPG)*. CNG pada dasarnya terdiri dari metana LPG adalah

campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga sama bahannya dengan bahan bakar gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan bermotor.



Gambar 2.3. Bahan bakar gas

2.2. Etanol

Etanol disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut atau alkohol saja adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Etanol adalah salah satu obat reaksi yang paling tua. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH dengan “ Et “ merupakan singkatan dari gugus etil (C_2H_5). (wikipedia bahasa Indonesia ,ensiklopedia bebas,Hadi sasrawan, 2014).

Etanol pertama kali dibuat secara sintetik pada tahun 1826 secara terpisah oleh Henry Hennel dari Britania Raya dan S.G. Serullas dari Perancis. Pada tahun 1828, Michael Faraday berhasil membuat etanol dari hidrasi etilana yang dikatalisis oleh asam, proses ini mirip dengan proses sintesis etanol industri modern.

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditunjukkan untuk konsumsi dan kegunaan manusia, contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang penting sekaligus sebagai stok umpan untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya etanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar, disamping mengandung oksigen, etanol juga digunakan sebagai campuran bahan bakar, penambahan etanol dapat meningkatkan energi pembakaran karena etanol termasuk hidrokarbon (H dan C) sehingga akan menambah struktur senyawa gasoline, dengan begitu penambahan etanol dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar. Dengan penambahan etanol dengan bahan bakar lain seperti bensin, pertamax diharapkan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar dan bisa menjadi bahan bakar alternatif tanpa harus ada campuran dengan bahan bakar lain.



Gambar 2.4. Etanol

Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat dijadikan sebagai energi alternatif dari bahan bakar nabati (BBN). Etanol mempunyai beberapa kelebihan dari pada bahan bakar lain seperti premium antara lain sifat etanol yang dapat diperbaharui, menghasilkan gas buangan yang ramah lingkungan karena gas CO₂ yang dihasilkan rendah. Etanol dapat dibuat dengan beberapa cara sebagai berikut:

1. Etanol untuk konsumsi umumnya dihasilkan dengan proses fermentasi atau peragian bahan makanan yang mengandung pati atau karbohidrat, seperti beras dan umbi. Etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi biasanya berkadar rendah, untuk mendapatkan etanol dengan kadar yang

lebih tinggi diperlukan proses pemurnian melalui penyulingan ataupun destilasi. Etanol untuk keperluan industri dalam skala lebih besar dihasilkan dari fermentasi tetes tebu, yaitu hasil samping dalam industri gula tebu atau gula bit.

2. Melalui sintesis kimia melalui reaksi antara gas etilen dan uap air dengan asam sebagai katalis. Katalis yang dipakai biasanya asam fosfat, asam sulfat juga dapat digunakan sebagai katalis, namun sangat jarang digunakan.

Etanol dapat dijadikan sebagai bahan bakar, namun harus etanol dengan kadar kemurnian yang tinggi atau terbebas oleh air, adapun cara pemurnian etanol dapat dilakukan dengan destilasi tetapi kemurniannya hanya sampai 96% karena adanya peristiwa azeotrop antara campuran etanol dan air. Untuk dapat memperoleh etanol dengan kadar yang tinggi maka dilakukan suatu cara yaitu absorpsi fisik atau *molecular sieve*. Dalam penggunaan etanol sebagai bahan bakar, tidak dapat langsung digunakan pada kendaraan bermotor, namun etanol harus ditambahkan dengan bensin, sebagai contoh sebanyak 10% etanol dari 1 liter bensin dapat digunakan sebagai bahan bakar (disebut E10), namun haruslah berhati-hati dalam penggunaan bahan bakar ini, karena etanol yang digunakan harus benar-benar bebas dari air, dikarenakan ketersediaan air dapat menyebabkan kerusakan dan korosi pada mesin.

Etanol merupakan hasil fermentasi yang memiliki masalah pada proses fermentasi itu sendiri yakni timbulnya etanol dapat berakibat rusaknya struktur membran plasma mikroba serta terjadinya denaturasi protein penyusun dari sel tersebut. Adanya ketersediaan etanol di dalam media fermentasi dapat menjadi penghambat pertumbuhan mikroba penghasil etanol

Secara teoritis, etanol memiliki angka oktan lebih tinggi berkisar 117 RON, dan bila dibandingkan dengan bensin yang mempunyai RON hanya 88 dan pertamax 92 RON dan diharapkan apabila bahan bakar bensin atau pertamax dicampur dengan etanol, emisi gas buang yang dikeluarkan dari kendaraan lebih baik dari penggunaan bahan bakar bensin atau pertamax dan juga dapat menghemat penggunaan bahan bakar.

2.3. Pertamax

Pertamax merupakan produk unggulan Pertamina sebagai Bahan Bakar Minyak (BBM) non subsidi, dengan oktan tinggi mencapai nilai angka oktan 92. Oktan atau *Research Octane Number (RON)* yang lebih tinggi dari premium dan pertalite, angka oktan yang tinggi mengakibatkan pertamax memiliki pembakaran yang paling sempurna .

Karena tuntutan kemajuan zaman dengan penemuan mesin yang semakin dan efisien sehingga kendaraan-kendaraan di era 2000 ke atas, mesin-mesin kendaraan baru dibuat sedemikian rupa, sehingga menemukan pencapai kompresi 9,1 – 10,1. Buatan mesin-mesin tersebut telah menggunakan teknologi setara (*EFI*) *Electronic Fuel Injection dan catalytic convertors (pengubah katalitik)*.

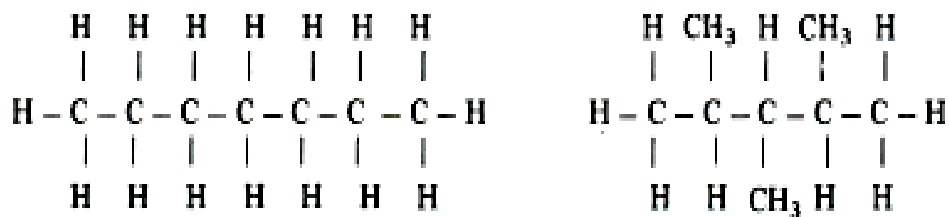
Dalam hal ini BBM pertamax lah yang paling tepat untuk mampu melayani kencangnya perputaran mesin yang sudah berkompresi tinggi, untuk itu pertamax sangat direkomendasikan bagi kendaraan yang menggunakan teknologi injeksi.



Gambar 2.5. Pertamax 92

Guna mencapai efisiensi kerja pada bahan bakar atau irit bahan bakar maka dari itu mesin dibuat dengan kompresi tinggi, lalu Pertamina menyiapkan BBM ber-oktan tinggi guna mencapai kebutuhan kerja pada mesin sehingga menghasilkan tenaga lebih maksimal dan kadar gas buang atau emisi menjadi lebih minim.

Bahan bakar bensin ini adalah senyawa hidrokarbon yang kandungan oktana atau isooktananya tinggi. Senyawa oktana adalah senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan kualitas bahan bakar bensin yang dikenal dengan istilah angka oktana. Isooktana dianggap sebagai bahan bakar paling baik karena hanya pada kompresi tinggi saja isooktana memberikan bunyi ketukan (detonasi) pada mesin. Sebaliknya, heptana dianggap sebagai bahan bakar paling buruk. Angka oktana 100 artinya bahan bakar tersebut setara dengan isooktana murni. Angka oktana 80 artinya bensin tersebut merupakan campuran 80% isooktana dan 20% heptana. Gambar dibawah ini merupakan rumus molekul kedua senyawa tersebut.

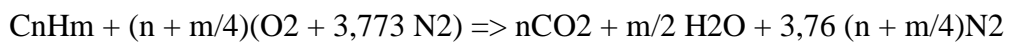


Heptana Normal

Iso-Oktana

Gambar 2.6. Struktur kimiawi ikatan Hidrokarbon

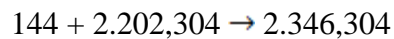
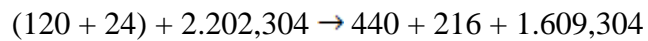
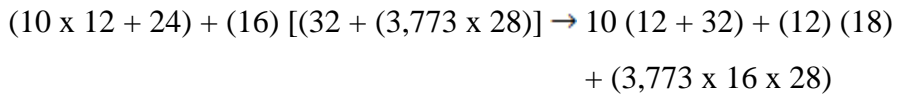
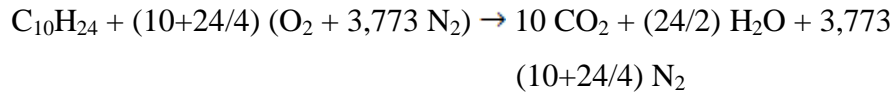
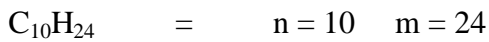
Reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut:



Persamaan diatas menyatakan perbandingan stokiometris dari udara-bahan bakar yang tersedia cukup oksigen untuk mengubah seluruh bahan bakar menjadi produk yang bereaksi sempurna AFR stoikometris tergantung komposisi kimia bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor yang di uji adalah pertamax. Rumus kimia pertamax adalah C₁₀H₂₄. Reaksi pembakaran bahan bakar pertamax adalah sama dengan persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara, hal ini disebabkan karena pertamax merupakan senyawa dari hidrokarbon

Jika Pertamina mempunyai nilai $C_{10}H_{24}$, maka akan didapatkan hasil stoikiometri (A/F) sebagai berikut :



$$1 + 15,3 = 16,3$$

Jadi, hasil stoikiometri (A/F) dari bahan bakar Pertamina adalah 15 : 1

Bahan bakar Pertamina sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida dan warna dari Pertamina ini adalah biru.

Bahan bakar Pertamina disarankan untuk kendaraan yang mempunyai nilai kompresi 9-10. Kendaraan jika sering menggunakan Pertamina mesinnya terawat karena Pertamina dapat membantu membersihkan kotoran atau kerak yang ada dalam ruang bakar.

2.3.1. Komposisi Pertamina

Beberapa kandungan di dalam Pertamina ON 92, adalah :

1. Sulfur (S) 0,1 %
2. Oksigen (O) 2,72 %
3. Pewarna 0,13 gr / 100 L, dll

Berikut adalah komposisi dari bahan bakar pertamax 92

Tabel 2.1 Komposisi Bahan Bakar Pertamax 92 dari data Pertamina).

No	Karakteristik	Satuan	Batas		Metode Uji ASTM
			Mi n	Maks	
1	Bilangan Oktana Riset	RON	92.0	-	D 2699
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-	D 252
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622 / D 4294
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/liter	-	0,013	D 3237
5	Kandungan Fosfor	mg/l	-	-	D 3231
6	Kandungan Logam (Mn, Fe dll)	mg/l	-	-	D 3831
7	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-	IICP-AES (Merujuk metode in house dengan batasan deteksi = 1 mg/kg)
8	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7	
9	Kandungan Olefin	% v/v	-	-	
10	Kandungan Aromatik	% v/v	-	50,0	
11	Kandungan Benzena	% v/v	-	5,0	
12	Distilasi :				D 86
	10 % vol. Penguapan	^o C	-	70	
	50 % vol. Penguapan	^o C	77	110	
	90 % vol. Penguapan	^o C	130	180	
	Titik Didih Akhir	^o C	-	215	
	Residu	% v/v	-	2,0	
13	Sedimen	mg/l	-	-	D 5452
14	Unwashed Gum	mg/100 ml	-	-	D 381
15	Washed Gum	mg/100 ml	-	-	D 381
16	Tekanan Uap	kPa	45	-	D 5191 / D 323
17	Berat Jenis (pada suhu 15 ^o C)	kg/m ³	715	-	D 4052 / D 1298
18	Korosi Bilah Tembaga	menit	Kelas 1		D 130
19	Uji Doctor		Negatif		
20	Belerang Mercaptan	% massa	-	0,002	D 3227
21	Penampakan Visual		Jernih dan Terang		
22	Warna		Biru		
23	Kandungan Perwarna	gr/100 l	-	0,13	

2.3.2. Kelebihan pertamax

Pertamax memiliki beberapa kelebihan, diantaranya :

1. Ditunjukkan untuk kendaraan yang menggunakan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbal.
2. Untuk kendaraan yang menggunakan *electronic fuel injection* dan *catalyc converters*.
3. Mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar yang lain yaitu Pertamax Plus 95 dan Pertamax Racing 100.
4. Bebas timbal
5. Menghasilkan Nox dan Cox dalam jumlah yang sangat sedikit dibandingkan BBM yang lain.

2.4. Campuran etanol dan pertamax

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. etanol merupakan alkohol dari fermentasi tumbuhan yang digunakan sebagai bahan bakar yang memiliki banyak manfaat. Pencampuran etanol dengan pertamax akan menghasilkan bahan bakar bernilai oktan tinggi. Keuntungan dari pencampuran ini adalah bahwa etanol cenderung akan menaikkan bilangan oktan dan mengurangi emisi CO₂.

Biopertamax adalah bahan bakar kendaraan bermotor modern yang bermutu tinggi dan ramah lingkungan, biopertamax diciptakan melalui pencampuran 95% pertamax dan 5% etanol murni. Sebagai energi terbarukan, biopertamax dapat digunakan pada semua jenis kendaraan non-diesel tanpa adanya modifikasi mesin dan dapat menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan untuk masa depan yang lebih baik. Biopertamax sendiri memiliki beberapa keunggulan antara lain:

- Ramah lingkungan
- Emisi gas buang lebih baik
- Pembakaran lebih sempurna
- Tidak perlu modifikasi mesin/alat
- Memperpanjang umur mesin

- Merupakan bahan bakar terbarukan
- bersifat detergen (membersihkan ruang bakar)

Walau kadar etanolnya masih sedikit biopertamax sudah bisa membantu dalam upaya pengurangan penggunaan minyak bumi.

Campuran etanol 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 dapat. Bahan bakar ini baiknya digunakan pada kendaraan yang mempunyai perbandingan kompresi 10:1 ke atas agar efisiensi bahan bakar bisa didapat, sehingga performa mesin meningkat.

2.4.1. Pengaruh Pemakaian Etanol 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 etanol (sebagian atau seluruhnya) memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin.

Etanol 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 etanol 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).

2.5. Definisi Mobil Hemat Energi

Masalah yang sampai saat ini masih terjadi tentang konsumsi energi khususnya disektor transportasi dari tahun ke tahun telah meningkat secara signifikan, sehingga diperlukan upaya untuk mendapatkan sistem transportasi yang hemat energi. Dalam menyanggupi tantangan itu sebuah kompetisi Indonesia

Energy Marathon Challenge merupakan kegiatan yang diadakan oleh Dikti di Surabaya yang bertujuan untuk menguji kemampuan mahasiswa dalam merancang dan membangun kendaraan yang aman, irit dan ramah lingkungan dimana mahasiswa harus membangun kendaraan yang mampu mengurangi polusi udara dan hemat bahan bakar. Kegiatan ini bermanfaat untuk menggali kreativitas dan potensi mahasiswa dalam peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar untuk kendaraan bermotor dan mempromosikan kepedulian terhadap pelestarian lingkungan hidup di dunia pendidikan tinggi.



Gambar 2.7. Mobil Hemat Energi

Secara umum Mobil Hemat Energi dapat didefinisikan sebagai kendaraan yang memiliki teknologi terbaru yaitu kendaraan yang aman, irit, ramah lingkungan dan juga dapat mengurangi polusi udara serta hemat bahan bakar yang nantinya bisa menjadi solusi bagi masalah konsumsi energi yang semakin meningkat sehingga membuat sumber energi semakin menipis. Selain mobil hemat energi yang menggunakan sistem bahan bakar ada juga beberapa sistem mobil hemat energi lain yang dikembangkan di dunia antara lain :

2.5.1. Mobil Listrik

Sementara pada sistem Hybrid paralel kebalikannya, sumber tenaga utama mobil adalah motor listrik saja, mesin bensin hanya berfungsi sebagai pemutar generator pengisi baterai yang jadi penyimpan listrik untuk sumber tenaga penggerak motor elektrik.

2.5.2. Mobil Tenaga Surya

Jenis kendaraan listrik yang menggunakan tenaga matahari sebagai sumber energinya. Energi matahari ditangkap dengan panel cell surya yang digunakan untuk menggerakkan motor listrik yang berfungsi untuk memutar roda.

2.5.3. Mobil Fuel Cell

Mobil ini menggunakan tenaga hydrogen yang ramah lingkungan. Gas buang hasil pembakaran hidrogen sama sekali tidak mencemari lingkungan. Alasan kedua, karena secara alamiah hidrogen tersedia dalam jumlah besar jadi bisa dimanfaatkan dari generasi ke generasi.

2.5.4. Mobil Hybrid

Mobil hybrid menggunakan kombinasi dari motor listrik dan pembakaran di mesin, dengan memaksimalkan kekuatan dari kedua sumber daya tersebut disamping saling mengisi kekurangannya. Cara kerja dari mobil hybrid adalah mesin listrik dengan prinsip *regenerative* isi ulang (*recharging*) pada saat kendaraan sedang beroperasi, berbeda dengan mobil tenaga listrik penuh, mobil listrik tidak bisa mengisi ulang listriknya, jika listriknya habis, baterai harus di-charge secara khusus dengan waktu 8 hingga 12 jam (untuk teknologi *charger onboard*). Khusus mesin hybrid, mesin listriknya bisa mengisi ulang ke baterai dengan memanfaatkan *kinetic energy* saat pengereman (*regenerative brakeing*).

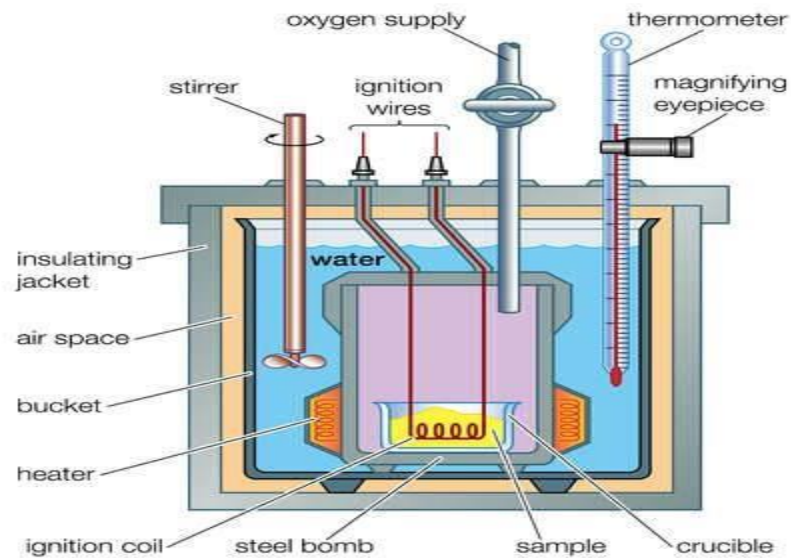
Bahkan sebagian energi mesin dari mesin bensin/solar/*biofuel* (mesin konvensional) saat berjalan listriknya bisa disalurkan untuk mengisi baterai. Dengan sistem operasi seperti ini maka akan terjadi penghematan bahan bakar minyak (BBM). Di Kota Tokyo Jepang, truk dan bus sudah banyak yang memakai tenaga mesin system hybrid karena dinilai sangat hemat BBM dan mengurangi polusi udara.

Di tengah tingginya harga bahan bakar minyak di dunia saat ini, solusi teknologi hybrid merupakan satu alternatif yang menarik, khususnya bagi bangsa Indonesia. Pada sektor transportasi selain mengurangi polusi, teknologi hybrid juga dapat mengurangi pemakaian bahan bakar hingga separuhnya. Teknologi ini menggabungkan motor bensin dengan motor listrik dan juga berfungsi sebagai generator untuk mengisi ulang baterai.

Jadi, teknologi mesin hybrid bensin listrik yang juga disebut sebagai salah satu *eco-car* (kendaraan ramah lingkungan). Jenis mesin hybrid secara umum ada yang memakai sistem paralel dan sistem seri, namun yang paling umum adalah paralel. Mesin listrik pada kendran hybrid sebenarnya hanyalah sebagai penunjang atau bisa disebut *booster*, pada mesin utama yang memakai bensin ataupun solar. Mesin listrik yang kecil pada kendaraan jenis hybrid tidak akan kuat untuk menjalankan mobil secara normal.

2.6. Bom Kalorimeter

Adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalor) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O_2 berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter) dan sample akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam terpasang dalam tabung.

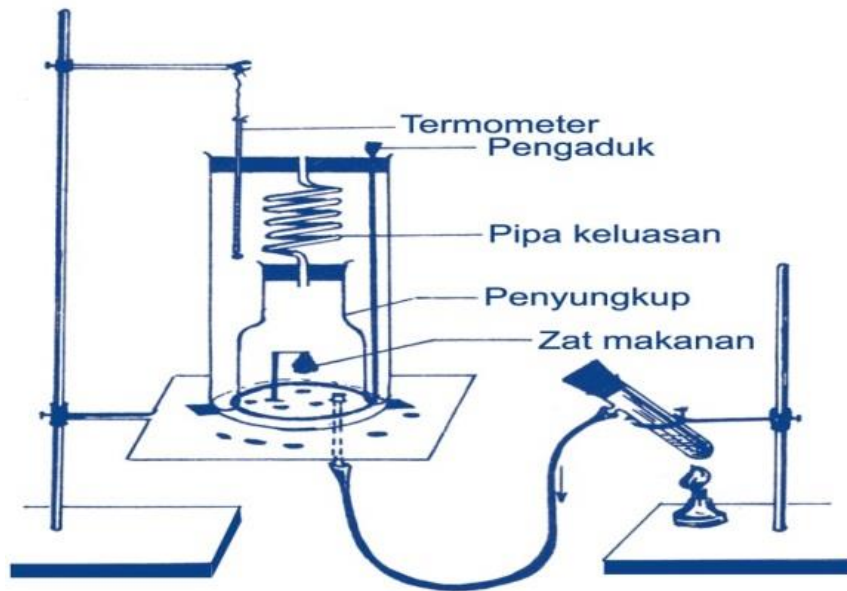


Gambar 2.8. Bom Kalorimeter

Adapun beberapa contoh dari Bom Kalorimeter adalah :

2.6.1. Kalorimeter Makanan

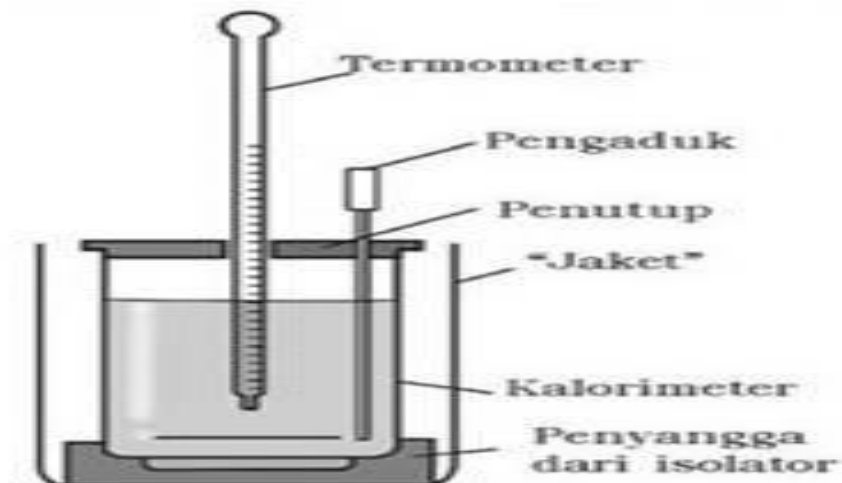
Adalah alat yang digunakan untuk menentukan nilai kalor zat makanan karbohidrat protein atau lemak. Contoh kalori makanan seperti pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.9. Kalori makanan

2.6.2. Kalorimeter Larutan

Adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang terlibat dalam sistem larutan. Pada dasarnya, kalor yang dibebaskan/diserap menyebabkan perubahan suhu pada kalorimeter. Berdasarkan perubahan suhu per kuantitas pereaksi kemudian dihitung kalor reaksi dari reaksi sistem larutan tersebut. Kini kalorimeter larutan dengan ketelitian cukup tinggi dapat diperoleh dipasaran. Contoh gambar kalorimeter larutan dapat dilihat pada gambar 2.4 seperti dibawah ini :



Gambar 2.10. Kalorimeter larutan

2.6.3 Perhitungan uji Bom Kalorimeter

Dalam uji Bom Kalorimeter digunakan rumus untuk menentukan nilai kalor bakar, adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$N_{bb} = \frac{(H \cdot \Delta T) - (n \cdot m)Mk - (N \cdot m)kw}{mbb} \quad (2.1)$$

2.7. Brake Dynamometer

Adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur torsi *poros output* suatu penggerak pemula, besaran ini digunakan untuk menentukan daya yang bisa dihasilkan oleh penggerak mula tersebut. Banyak jenis dynamometer yang ada saat ini, diantaranya dynamometer elektrostatis, dynamometer eddy current, dynamometer transmisi, dynamometer transmisi sabuk, dynamometer brake dan lain sebagainya.

Harga satu unit dynamometer yang ada di pasaran mempunyai harga yang relatif mahal dan jenis yang terbatas, akan tetapi mempunyai kemampuan pengukuran yang tinggi, jenis yang banyak beredar di pasaran biasanya jenis dynamometer elektrostatis dan dynamometer eddy current. Kemungkinan dalam pembuatan dynamometer yang sederhana, murah dan mudah tanpa menghilangkan aspek teknologi dengan jalan menggunakan komponen-komponen kendaraan.



Gambar 2.11. Brake Dynamometer

Adapun contoh jenis-jenis dinamometer yang umumnya sering digunakan adalah :

2.7.1. *Prony Brake Dynamometer*

Prony brake adalah sebuah tipe sederhana dari dinamometer yang digunakan untuk mengukur jumlah torsi yang ditimbulkan oleh sebuah kendaraan bermotor atau mesin dalam rangka untuk memutuskan rem bertenaga besar. Dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan untuk mengukur torsi dari mesin-mesin besar seperti pada mobil, meskipun begitu alat ini tidak cocok digunakan untuk mengukur torsi pada mesin-mesin kecil seperti *vacum cleaner*, gergaji mesin dan mesin cuci. Alat ini ditemukan oleh *Gaspard Rich* dan *Baron de Prony* sekitar dua abad yang lalu, beliau adalah penemu *Prony Brake Dynamometer* yang merupakan satu dari sekian banyak penemuan ilmiah terpenting di dunia, karena desain dan efektivitasnya yang sangat baik, *Prony Brake Dynamometer* masih digunakan hingga saat ini. Prinsip kerja yang digunakan pada *Prony Brake Dynamometer* sangat sederhana, alat ini menggunakan prinsip fisika torsi. ([http://blog.ub.ac.id/febriany/2015/01/09/prony-brake-dynamometer/.](http://blog.ub.ac.id/febriany/2015/01/09/prony-brake-dynamometer/))



Gambar 2.12. *Prony Brake Dynamometer*

2.7.2. *Water Brake Dynamometer*

Adalah jenis kopling fluida yang digunakan untuk menyerap energi mekanik dan biasanya terdiri dari turbin atau baling-baling yang dipasang di selungkup yang diisi dengan air.(http://en.m.wikipedia.org/wiki/water_brake).

Mesin ini terdiri dari impeller (rotor) yang mempercepat air keluar melalui putarannya. Air memiliki kecepatan berubah oleh stator yang menyebabkan air dikembalikan ke diameter bagian dalam rotor. Untuk massa air tertentu, perubahan kecepatan ini menghasilkan perubahan momentum yang sesuai dan laju perubahan momentum sebanding dengan gaya. Gaya yang bekerja pada titik tertentu dalam rotor dan stator adalah jarak dari poros tengah dan gaya yang dikalikan dengan jarak menghasilkan torsi.



Gambar 2.13. *Water Brake Dynamometer*

2.7.3. *Dinamometer Mesin (engine dyno)*

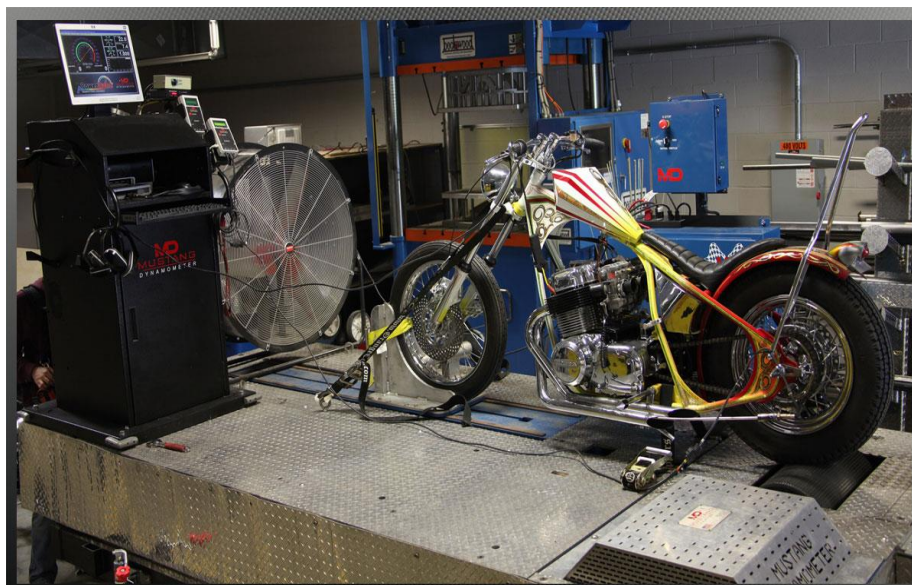
Dinamometer mesin jenis ini berfungsi mengukur besar jumlah suatu tenaga ataupun daya dari sebuah mesin. Dinamometer mesin umumnya akan memberikan hasil ukur yang dapat dibaca menggunakan satuan daya kuda atau dikenal dengan istilah “*horse power*”. Satuan inilah yang akan ditampilkan dengan dua huruf, yakni “dk”.



Gambar 2.14. Dinamometer mesin (*engine dyno*)

2.7.4. Dinamometer rangka (*chasis dyno*)

Dinamometer jenis ini yang kedua digunakan secara langsung mengukur suatu daya dan torsi tanpa memindahkan mesin kendaraan dari rangka kendaraan. Dinamometer jenis ini biasanya dapat berfungsi untuk mengukur daya yang sebenarnya dari sebuah motor ke roda-roda penggerak.



Gambar 2.15. Dinamometer rangka (*chasis dyno*)

2.8. Parameter dalam Performa Mesin

Ada beberapa hal yang mempengaruhi performa mesin beberapa diantaranya adalah kualitas bahan bakar dan efisiensi volumetrik dari mesin tersebut. Pada dasarnya cara mengetahui kinerja suatu mesin dapat diketahui dari membaca dan menganalisa parameter yang ditulis dalam sebuah laporan atau media lain. Dari membaca parameter-parameter tersebut biasanya kita dapat mengetahui daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik dari kendaraan tersebut. Secara umum daya berbanding lurus dengan luas torak sedangkan torsi berbanding lurus dengan langkah torak.

Mesin kendaraan adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan beban, sedangkan daya poros didapat dari daya indikator yang didapatkan dari proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh piston kemudian mengadakan gerakan translasi kemudian memutar poros engkol, kemudian gaya atau tenaga perputaran dari poros engkol tersebut disebut dengan torsi. (Murdianto imam, 2016).

2.9. Torsi dan Daya

Torsi dapat diartikan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Gaya tekan putar pada bagian berputar disebut torsi, sepeda motor digerakan oleh torsi dan crankshaft. (Jama, 2008). Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. (Raharjo dan Karnowo, 2008). Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut:

$$T = F.r \quad (2.2)$$

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu. (Arends dan Berenschot, 1980 : 18). Satuan daya yaitu HP (*horse power*). Daya pada sepeda motor atau mobil dapat diukur dengan menggunakan alat dynamometer, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{2.\pi.n.T}{60000} (kW) \quad (2.3)$$

2.10. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik digunakan untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya dalam waktu tertentu. Jika daya dalam satuan kW dan laju aliran massa bahan bakar dalam satuan kg/jam maka konsumsi bahan bakar spesifik dapat dirumuskan :

$$sfc = \frac{m_f}{P} (kg/kWh) \quad (2.4)$$

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2. Waktu

Waktu studi tugas akhir dilakukan setelah mendapatkan persetujuan judul tugas akhir dari dosen pembimbing, kemudian dilakukan pengujian Bom Kalorimeter dan *Brake Dynamometer*.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)										
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	
1	Studi Literatur	■	■									
2	Mempersiapkan Alat dan Bahan Pengujian			■								
3	Pengujian Bom Kalorimeter				■							
4	Pengujian <i>Brake Dynamometer</i>					■						
5	Rekapitulasi Data Pengujian						■					
6	Hasil dan Pembahasan							■	■			
7	Penyelesaian Skripsi										■	■

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian Bom Kalorimeter dan *Brake Dynamometer* adalah :

1. Etanol

Sebagai bahan campuran bahan bakar pertamax pada pengujian Bom Kalorimeter dan *Brake Dynamometer*. Seperti pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Etanol

2. Pertamax

Sebagai bahan bakar utama pada pengujian Bom Kalorimeter dan *Brake Dynamometer* dan juga bahan bakar yang akan di campur dengan etanol pada pengujian ini seperti pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2. Pertamax

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada pengujian Bom Kalorimeter dan brake dynamometer adalah :

1. Alat uji Bom Kalorimeter

Sebagai alat uji pada pengujian Bom Kalorimeter seperti pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3. Alat uji Bom Kalorimeter

2. Alat uji *Brake Dynamometer*

Sebagai alat uji pada pengujian *Brake Dynamometer* seperti pada gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4. Alat uji *Brake Dynamometer*

3. Load cell

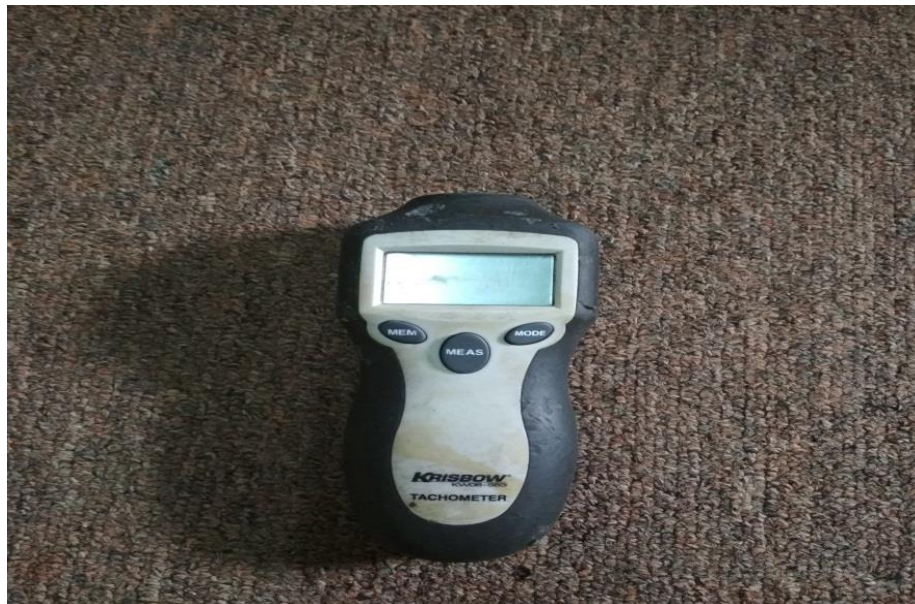
Berfungsi untuk mendeteksi besarnya perubahan dimensi jarak yang disebabkan suatu elemen gaya dengan beban yang di uji 1 kg – 3 kg.



Gambar 3.5. Load Cell

4. Tachometer

Berfungsi untuk mengukur rpm atau putaran.



Gambar 3.6. Tachometer

Spesifikasi :

- a) *RPM range* (kecepatan) : 2 hingga 99,999 rpm
 - b) *Count range* (jarak hitungan) : 1 hingga 99,999 rev
(revolusi)
 - c) *Max target distance* (jarak target maksimal) : 1.6 ft (500 mm)
 - d) *Basic accuracy* (akurasi dasar) : $\pm 0.05\%$
 - e) *Resolution* (resolusi) : 0.1 rpm, 1 rev
 - f) *Memory* (memori) : min/max/terakhir
 - g) *Dimensions* (ukuran) : 6.2x2.3x1.6 INC
(160x60x42 MM)
 - h) *Weight* (berat) : 5.3 oz (151 GR)
5. Thermometer sensor
Berfungsi untuk mengukur suhu.



Gambar 3.7. Thermometer sensor

Spesifikasi :

- a) *Non contact IR temperature*
(suhu IR non kontak) : -4 hingga 950⁰F (-20 hingga 510⁰C)
- b) *Repeatability* (pengulangan) : $\pm 0.5\%$ atau 1.8⁰F/1⁰C
- c) *Emissivity* (emisivitas) : 0.10 hingga 1.00 (d disesuaikan)
- d) *Field of view (distance to target)* / bidang pandang (jarak ke target) : 12:1

6. Gelas ukur

Digunakan pada pengujian *Brake Dynamometer*, sebagai wadah bahan bakar yang langsung di alirkan ke karburator mesin dengan menggunakan selang untuk bahan bakar.



Gambar 3.8. Gelas ukur

7. Stopwatch

Digunakan pada pengujian *Brake Dynamometer* untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar.



Gambar 3.9. Stopwatch

8. Timbangan beban

Digunakan untuk mengukur beban yang diterima alat dynamometer.



Gambar 3.10. Timbangan beban

9. Timbangan digital

Digunakan untuk mengukur jumlah etanol sebagai campuran bahan bakar sesuai persentase yang digunakan pada uji *Brake Dynamometer*



Gambar 3.11. Timbangan digital

10. Kawat nikelin

Digunakan untuk menyalurkan panas dengan arus listrik di dalam tabung bom.



Gambar 3.12. Kawat nikelin

11. Gas oksigen

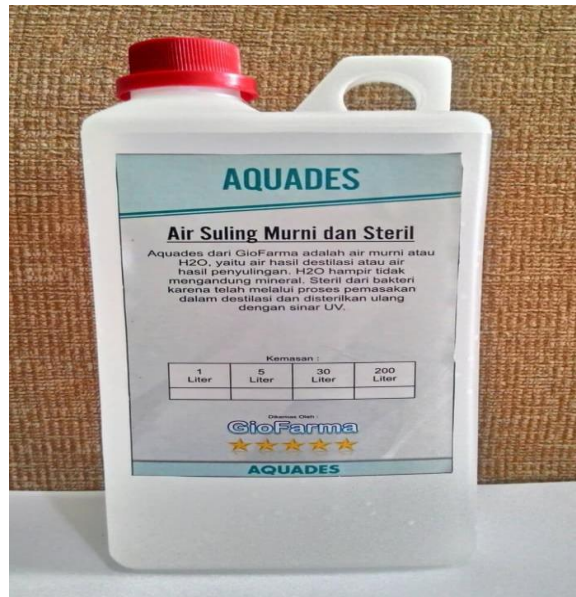
Digunakan untuk menyempurnakan pembakaran di dalam tabung bom.



Gambar 3.13. Gas oksigen

12. Aquades

Berfungsi untuk menstabilkan suhu dalam sistem sehingga panas dalam sistem tertutup ini merata pada semua sisi dari Bom Kalorimeter.



Gambar 3.14. Aquades

13. Pc (personal computer)

Sebagai tempat mengolah data pengujian dan melihat nilai kalori meter hasil pembakaran pada tabung bom di dalam uji bom kalorimeter.



Gambar 3.15. Pc (personal computer)

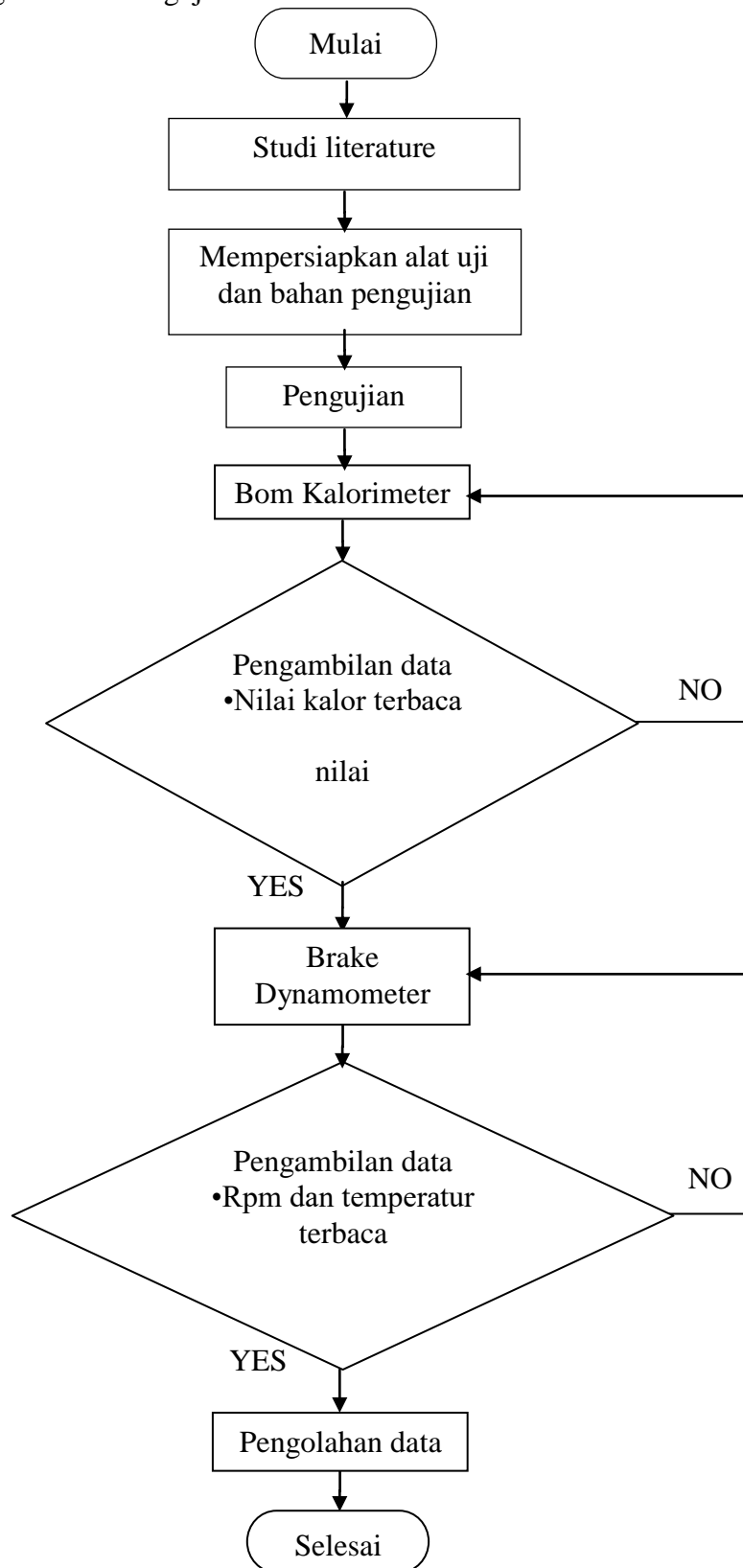
14. Timbangan digital khusus Bom Kalorimeter

Timbangan digital ini berbeda dengan timbangan digital pada umumnya, karena timbangan ini memiliki tutup di semua sisi nya sehingga ketika bahan bakar di timbang di dalam nya dengan menggunakan cawan, bahan bakar tidak akan memuai dengan cepat karena tidak ada celah sedikit pun yang masuk ke dalam timbangan ini, karena memiliki tutup di semua sisi nya.



Gambar 3.16 Timbangan digital Bom Kalorimeter

3.3. Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.17. Diagram Alir Pengujian

3.4. Prosedur Pengujian

3.4.1. Mempersiapkan Alat

Langkah awal yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian adalah menyiapkan semua rangkaian peralatan yang digunakan dalam pengujian Bom Kalorimeter dan *Brake Dynamometer*, membersihkan semua alat-alat pengujian sebelum digunakan kemudian rangkai satu persatu semua bagian alat pengujian, setelah semua alat sudah di rangkai dan sudah sesuai prosedur pengujian barulah pengujian bisa dilakukan. Setelah semua rangkaian alat pengujian sudah siap, langkah berikutnya mempersiapkan bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian yaitu cairan etanol dan bahan bakar pertamax yang digunakan pada kedua pengujian.

3.4.2 Pengujian Bom Kalorimeter

Pengujian Bom Kalorimeter dilakukan untuk mencari nilai kalor bahan bakar, pengujian Bom Kalorimeter dilakukan dengan pencampuran etanol dan pertamax sebanyak 5 kali dengan persentase yang berbeda (5%, 10%, 15%, 20%, 25%).

3.4.3 *Brake Dynamometer*

Pengujian yang dilakukan untuk mencari daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik . Pada uji *Brake Dynamometer* dilakukan dengan persentase bahan bakar yang berbeda (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) dengan beban uji 1 Kg, 2 Kg, 3 Kg.

3.4.4 Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian, maka kita akan mendapatkan hasil pengujian berupa data yang terinput ke komputer, data tersebut harus sesuai dengan persentase bahan bakar yang kita lakukan pada setiap pengujian apabila data ada yang tidak cocok kita harus mengulang kembali pengujian tersebut.

3.4.5 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengujian sebanyak lima kali dengan persentase bahan bakar kita akan mendapatkan data yang benar dari setiap pengujian yang dilakukan, kemudian data tersebut kita hitung dengan rumus yang digunakan pada persamaan 2.1, 2.1, dan 2.3.

3.5 Prosedur Uji Eksperimental dengan Bom Kalorimeter

3.5.1. Persiapan alat uji Bom Kalorimeter

Adapun prosedur persiapan alat uji Bom Kalorimeter yang harus dilakukan adalah :

1. Tabung bom dan wadah bahan bakar dibersihkan dan dikeringkan.
2. Timbanglah wadah (mangkuk) dan juga bahan bakar dengan menggunakan timbangan digital.
3. Masukkan bahan bakar ke dalam mangkuk kemudian di timbang kembali.
4. Ukur panjang kawat penyalah (*fuse wire*) ± 10 mm kemudian di timbang.
5. Letakkan mangkuk yang berisi bahan bakar pada tempat pemegang, kemudian pasang kawat pada pengikat yang tersedia dan harus menyentuh bahan bakar.
6. Teteskan 1 cc air ke dalam tabung bom.
7. Masukkan tutup bom yang telah terpasang bahan bakar ke dalam cawan, kemudian tutup dengan erat.
8. Isilah Bom Kalorimeter dengan oksigen sampai $15 - 20 \text{ kg/cm}^2$.
9. Masukkan air 2000 ml (aquades) ke dalam chamber 1.
10. Masukkan Bom Kalorimeter ke dalam chamber yang berisi air (aquades).
11. Masukkan chamber 1 ke dalam chamber 2 yang berada di dalam chamber 3 (paling besar).
12. Koneksikan kabel penghubung pada socket diatas Bom Kalorimeter sesuai warna.
13. Tutuplah chamber 3 (yang paling luar), kemudian kunci kembali.
14. Atur ketinggian *thermocouple* sampai terendam air dalam chamber 1.
15. Sambungkan konektor *thermocouple* dan *motor wiper* dengan data akuisisi.

3.5.2. Pengukuran alat uji Bom Kalorimeter

Adapun prosedur untuk melakukan pengukuran pada uji Bom Kalorimeter adalah :

1. Jalankan motor untuk memutar kipas, amati sampai temperature konstan ± 5 menit.
2. Tekan tombol ignition sampai lampu indikator mati (± 30 detik), kemudian lepaskan.

3. Setelah temperatur mencapai maksimum dan juga konstan, maka hentikan pengambilan data dari komputer.
 4. Matikan motor penggerak dan buka tutup chamber 3.
 5. Periksa kembali tabung Bom Kalorimeter, timbang atau ukur panjang kawat penyala (fuse wire) yang tersisa.
- 3.5.3. Membuka tutup Bom Kalorimeter
1. Buka tutup Bom Kalorimeter (yang terdapat kabel dan pentil) dengan hati-hati, letakkan pada rangka yang tersedia.
 2. Lepaskan koneksi listrik warna merah dan hitam.
 3. Buka tutup pentil dan tekan ujung pentil apabila masih terdapat oksigen.
 4. Setelah pengujian selesai, pastikan semua peralatan yang digunakan dibersihkan dan dikeringkan kembali.
- 3.5.4. Pemeliharaan peralatan Bom Kalorimeter
1. Jangan menggunakan sample bahan bakar yang terlalu banyak untuk diukur. Standart Bom Kalorimeter ini tidak dapat terlalu lama bertahan terhadap efek dari pembakaran, hanya mampu mencapai 8000 kalori. Secara umum limit dari total massa bahan bakar yang akan diukur tidak lebih dari 1,10 gram
 2. Jangan mengisi tekanan di dalam tabung bom lebih dari yang dibutuhkan sesuai dengan standart hal ini dapat menjadikan pembakaran lebih sempurna. Pengisian tekanan O₂ pada tabung Bom Kalorimeter ini antara 15 s/d 20 atm.
 3. Perhatikan semua bagian dari Bom Kalorimeter, diantaranya *insulated electrode* dan pentil agar selalu dalam perawatan yang benar setiap kali penggunaan.
 4. Jangan menyalakan pembakaran di dalam bom ketika gas O₂ terjadi kebocoran, usahakan semua instalasi dalam bom tertutup rapat ketika akan memulai pembakaran.
 5. Bersihkan dan hati-hati terhadap sisa bahan bakar yang tercecer dalam Bom Kalorimeter terutama untuk bahan bakar baru yang akan diukur sebelum diketahui nilai kalornya (tidak ada dalam literature) karena

kemungkinan bahan tersebut akan terbakar sempurna atau mempunyai karakteristik peledakan tertentu.

3.6. Prosedur Uji Eksperimental dengan *Brake Dynamometer*

Adapun prosedur pengujian *Brake Dynamometer* yang harus dilakukan adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Timbang bahan bakar dan etanol sesuai persentase bahan bakar yang berbeda (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) dimulai dengan persentase 5% menggunakan timbangan digital.
3. Kemudian masukkan bahan bakar dan etanol yang sudah ditimbang sesuai persentase bahan bakar ke dalam wadah bahan bakar.
4. Memulai percobaan dengan menyalakan mesin pada putaran penuh tanpa beban.
5. Kemudian memberi beban sebesar 1 kg pada putaran mesin lalu mencatat putaran, suhu dan waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar.
6. Menambahkan beban putaran mesin menjadi 2 kg dan mencatat kembali hasil yang diperoleh.
7. Mengulangi langkah di atas dengan persentase bahan bakar selanjutnya dan dengan penambahan beban 3 kg, lalu mencatat hasilnya masing-masing.
8. Matikan mesin dan membersihkan alat pengujian.

3.7. Prosedur Menghitung Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Adapun langkah-langkah menghitung konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Timbang bahan bakar dan etanol sesuai persentase bahan bakar yang berbeda (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) dimulai dengan persentase 5% menggunakan timbangan digital.
3. Kemudian masukkan bahan bakar dan etanol yang sudah ditimbang sesuai persentase bahan bakar ke dalam wadah bahan bakar.

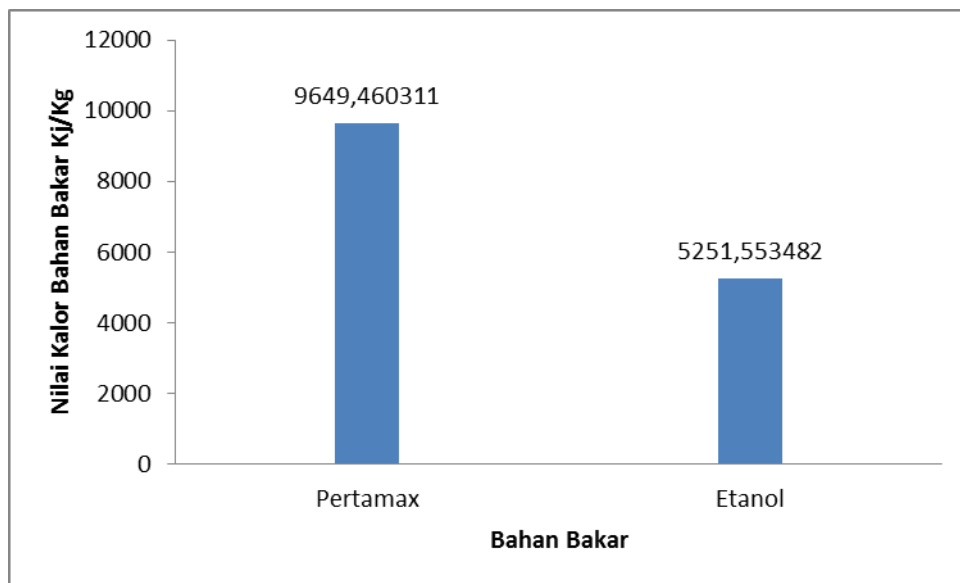
4. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap persentase etanol yang berbeda.
5. Pada saat percobaan di mulai, ambil stopwatch untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar.
6. Mengulangi langkah di atas dengan mengganti persentase etanol berikutnya, lalu mencatat waktu yang didapat dari kelima percobaan.
7. Matikan mesin dan membersihkan alat percobaan.
8. Kemudian menghitung hasil dari kelima percobaan dengan menggunakan rumus menghitung konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), sebelum menghitung konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), terlebih dahulu menghitung konsumsi bahan bakar m_f dengan rumus yang sudah ada.
9. Setelah didapatkan hasil konsumsi bahan bakar m_f , selanjutnya memasukkam hasil konsumsi bahan bakar m_f ke rumus konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) untuk mendapatkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) nya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter

4.1.1. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Pada Pertamax Dan Etanol

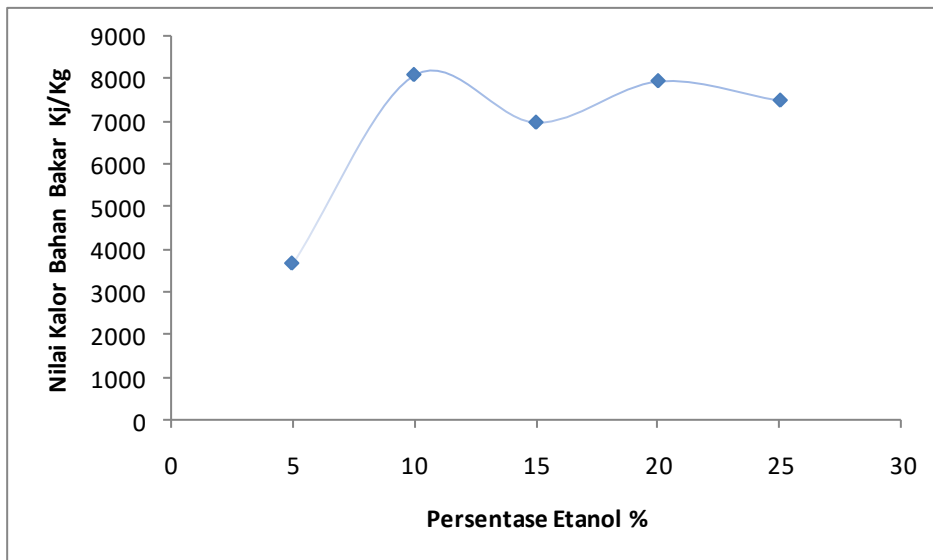
Adapun nilai kalori pada pertamax setelah dilakukan pengujian Bom Kalorimeter dan dihitung pada persamaan 2.6 adalah sebesar 9649,46Kj/Kg. Sedangkan nilai kalori pada etanol setelah dilakukan pengujian adalah sebesar 5251,55 Kj/Kg. Pertamax memiliki nilai kalor lebih tinggi dari etanol, data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.1 hasil pengujian Bom Kalorimeter pertamax dan etanol.



Gambar 4.1. Hasil pengujian Bom Kalorimeter pertamax dan etanol

4.1.2. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter Percampuran Pertamax Dan Etanol

Setelah dilakukan pengujian kalorimeter pada bahan bakar dengan persentase etanol yang berbeda (5%, 10%, 15%, 20%, 25%), dengan total bahan bakar 1 gram dan dihitung pada persamaan 2.6, campuran etanol 10% atau 0,10 etanol dengan 0,90 pertamax memiliki nilai yang paling tinggi dengan nilai kalori 8102,55 Kj/Kg sedangkan pencampuran etanol 5% atau 0,5 etanol dengan 0,95 pertamax memiliki nilai terendah dari lima percobaan persentase etanol yang berbeda dengan nilai kalor 3695,45 Kj/Kg. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.2 hasil pengujian Bom Kalorimeter bahan bakar.

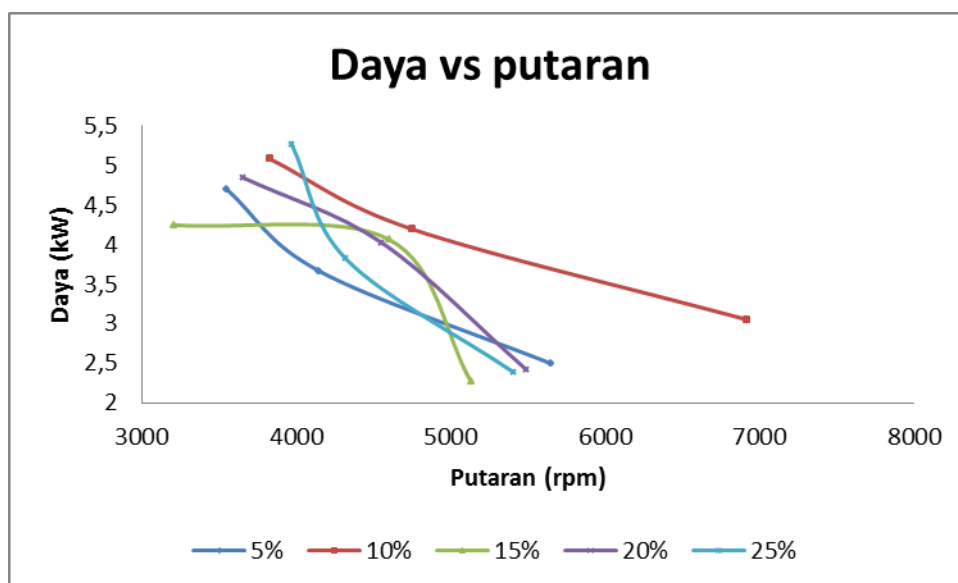


Gambar 4.2. Hasil pengujian Bom Kalorimeter bahan bakar

4.2. Hasil Pengujian *Brake Dynamometer*

4.2.1. Hasil Pengujian Daya Motor Terhadap Putaran

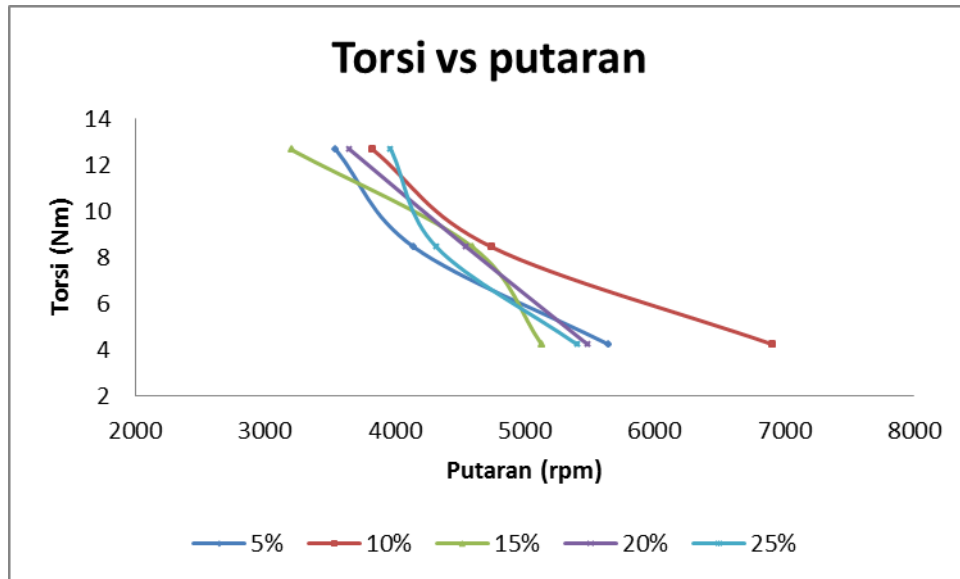
Setelah dilakukan pengujian *Brake Dynamometer* daya tertinggi adalah 5,260038 kW dengan putaran 3971,2 rpm pada persentase etanol 25% atau 0,25 etanol dengan 0,75 pertamax, adapun daya terendah adalah 2,422418 kW dengan putaran 5130,5 rpm pada persentase etanol 15% atau 0,15 etanol dengan 0,85 pertamax. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.3.



Gambar 4.3. Grafik daya terhadap putaran

4.2.2. Hasil Pengujian Torsi Motor Terhadap Putaran

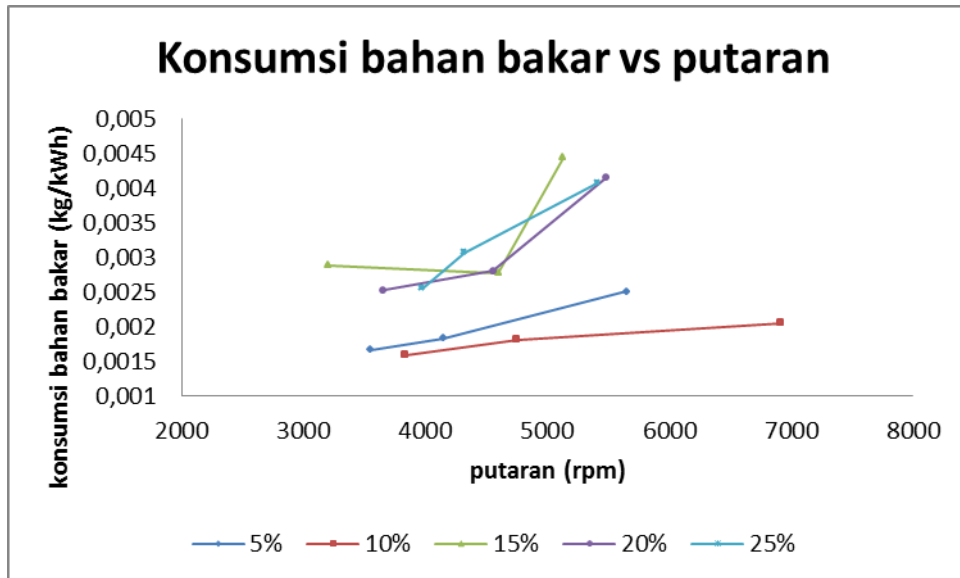
Setelah dilakukan pengujian *Brake Dynamometer* torsi tertinggi adalah 12,6549 Nm dengan putaran 3205,6 rpm pada persentase etanol 15% atau 0,15 etanol dengan 0,85 pertamax adapun torsi terendah 4,2183 Nm dengan putaran 6914,1 rpm pada persentase etanol 10% atau 0,10 etanol dengan 0,90 pertamax. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.4.



Gambar 4.4. Grafik torsi terhadap putaran

4.2.3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar spesifik (SFC) Terhadap Putaran Mesin

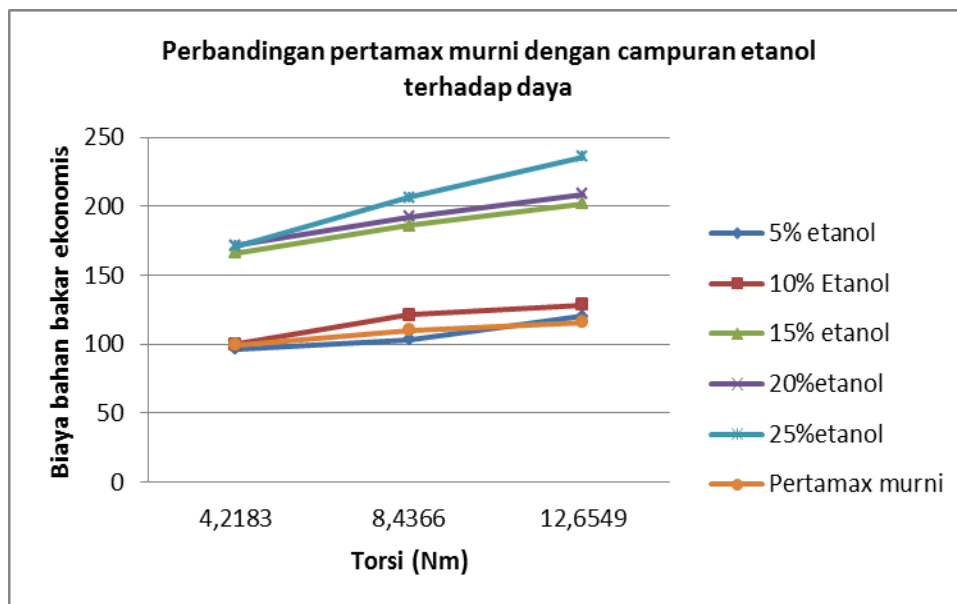
Setelah dilakukan pengujian *Brake Dynamometer* konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) tertinggi adalah 0,004438597 kg/kWh, dengan putaran 5130,5 rpm pada persentase etanol 15% atau 0,15 etanol dan 0,85 pertamax, adapun konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) terendah adalah 0,00158454 kg/kWh dengan putaran 3832,4 rpm pada persentase etanol 10% atau 0,10 etanol dan 0,90 pertamax. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.5.



Gambar 4.5. Grafik konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) vs putaran

4.2.4. Hasil Pengujian Biaya Bahan Bakar Ekonomis Terhadap Daya.

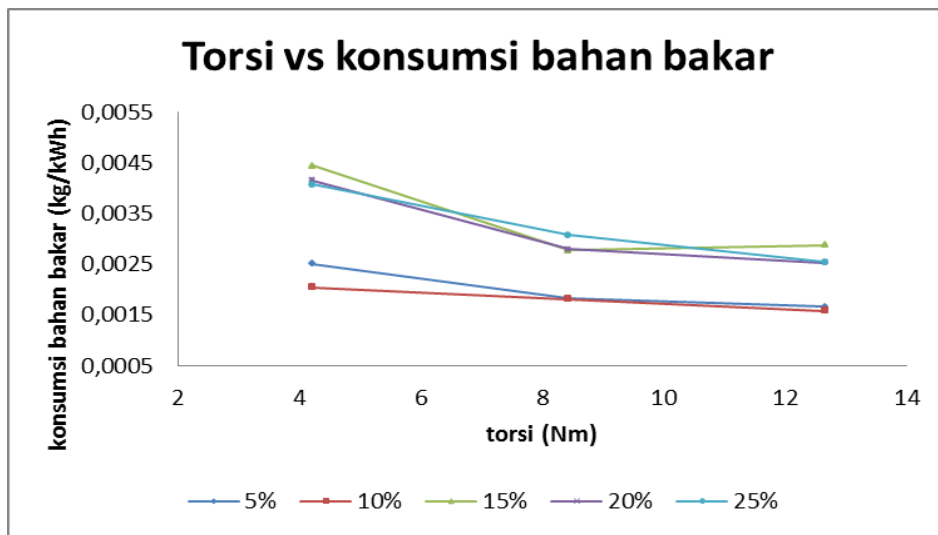
Setelah dilakukan pengujian *Brake Dynamometer* untuk mendapatkan hasil perbandingan biaya bahan bakar ekonomis pertamax murni dengan campuran etanol di dapat hasil, campuran etanol 5% memiliki biaya bahan bakar yang cukup ekonomis dari pada pertamax murni, dengan biaya bahan bakar 103,370886 pada torsi 8,4366 Nm pada persentase etanol 5%, sedangkan pertamax murni dengan biaya bahan bakar 110,1251778 pada torsi 8,4366 Nm. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.6.



Gambar 4.6. Grafik biaya bahan bakar ekonomis terhadap torsi

4.2.5. Hasil Pengujian Torsi Terhadap Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

Setelah dilakukan pengujian *Brake Dynamometer* torsi tertinggi adalah 12,6549 Nm dengan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) 0,002548597 kg/kWh pada persentase etanol 25% atau 0,25 etanol dan 0,75 pertamax adapun torsi terendah adalah 4,2183 Nm dengan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) 0,002508033 kg/kWh pada persentase etanol 5% atau 0,5 etanol dengan 0,95 pertamax. Data hasil pengujian dapat dilihat pada grafik 4.7.



Gambar 4.7. Grafik torsi vs konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

a. Bom Kalorimeter

- Pada uji Bom Kalorimeter pertamax dengan etanol, pertamax memiliki nilai kalor paling tinggi dengan nilai kalor sebesar 9649,46 Kj/Kg.
- Dari kelima persentase percampuran bahan bakar dan etanol yang berbeda, percampuran etanol 10% memiliki nilai kalor yang paling tinggi dengan nilai kalor 8102,55 Kj/Kg.

b. Brake Dynamometer

- Pada uji *Brake Dynamometer* daya tertinggi sebesar 5,260038 kW dengan putaran 3971,2 rpm pada persentase etanol 25% atau 0,25 etanol dengan 0,75 pertamax, untuk mendapatkan daya tertinggi persentase etanol 25% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi.
- Torsi tertinggi sebesar 12,6549 Nm dengan putaran 3205,6 rpm pada persentase etanol 15% atau 0,15 etanol dengan 0,85 pertamax, untuk mendapatkan torsi tertinggi persentase etanol 15% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi.
- Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) terendah sebesar 0,00158454 kg/kWh dengan putaran 3832,4 rpm pada persentase etanol 10% atau 0,10 etanol dengan 0,90 pertamax, persentase etanol 10% yang bisa digunakan pada mobil hemat energi untuk mencapai konsumsi bahan bakar terendah.
- Untuk perbandingan biaya bahan bakar ekonomis pertamax murni dengan campuran etanol, campuran etanol 5% memiliki biaya bahan bakar yang cukup ekonomis dari pada pertamax murni. Dengan biaya bahan bakar 103,370886 dengan torsi 8,4366 Nm pada persentase etanol dengan 5%, sedangkan pertamax murni dengan biaya bahan bakar 110,1251778 dengan torsi 8,4366 Nm.
- Pada uji torsi dengan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), torsi tertinggi 12,6549 Nm dengan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

0,002548597 kg/kWh pada persentase etanol 25% atau 0,25 etanol dan 0,75 pertamax.

5.2. Saran

- Pada penelitian selanjutnya agar bahan bakar bisa lebih divariasikan.
- Pada pengujian brake dynamo beban lebih divariasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM dan H.Berenschot,1980,“*Motor Bensin*”.Jakarta : PT.Erlangga Jakarta.
- Handayani, Sri Utami. “*Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin*” . Semarang :Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Hedisasrawan, 2014, Hedi Sasrawan.blogspot.com/2014/12/etanol-artikel-lengkap.html.
- Jama, Jalius Dkk, 2008, “*Teknik Sepeda Motor*”.Semarang : Aneka Ilmu.
- Kiagus Robby Anugrah,2014,“*Kajian Tentang Perbandingan Premium-Ethanol Dengan Pertamina Pada Motor 4 Langkah 225 CC*”. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,.
- Maleev, V.L, 1945,“ *Internal Combustion Engine*”. Second Edition Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
- Muchammad, 2010, Analisa Energi Campuran Bioetanol Premium *Rotasi*VOL1.12.NO.2. Hal 31-33.
- Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo,2008 “*Mesin Konversi Energi*”. Universitas Negeri Semarang.
- Suprptono,2004, “*Bahan Bakar Dan Pelumas*”. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- ([http://blog.ub.ac.id/febriany/2015/01/09/prony-brake-dynamometer/.](http://blog.ub.ac.id/febriany/2015/01/09/prony-brake-dynamometer/))
- (http://en.m.wikipedia.org/wiki/water_brake).