

**PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN
ETANOL (E60, E70, & E80) TERHADAP PERFORMA MESIN
PADA MOTOR JENIS “X”**



Disusun Oleh:

FUAD HARYO WISANGGENI

5315125284

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2018

ABSTRAK

Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite dan Etanol (E60, E70 & E80) Terhadap Performa Mesin Pada Motor Jenis “X”

**Fuad Haryo Wisanggeni
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar unjuk kerja, khususnya daya, torsi, BSFC dan emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor jenis “x” ketika bahan bakar yang berbeda digunakan. Kemudian dapat diketahui daya dan torsi maksimum yang dihasilkan oleh sepeda motor.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Tiga buah sampel bahan bakar yang berbeda yaitu, E60, E70 dan E80. Masing – masing bahan bakar diuji secara bergantian melalui sepeda motor yang dihubungkan pada dinamometer sasis dengan *eddy current brake*.

Proses pengujiannya adalah dengan menarik *handle* gas sampai kecepatan mesin pada RPM maksimum dari sepeda motor tersebut secara perlahan. Saat tercapai RPM maksimum *eddy current brake* diaktifkan sehingga memberikan beban pada *roller* yang terhubung dengan roda belakang sepeda motor. Masing – masing bahan bakar dilakukan pengujian minimal sebanyak 3 kali. Setelah itu setiap data pengujian akan terekam dikomputer dan peneliti dapat mengambil data daya dan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor tersebut.

Hasil dari eksperimen ini adalah didapat adalah bahan bakar dengan campuran etanol 80% vol., dan pertalite 20% vol., (E80) menghasilkan daya mesin rata – rata yang paling tinggi sebesar 5,077 HP dibandingkan dengan E60 dan E70 yaitu 4,379 HP dan 4,881 HP serta Pertalite sebesar 4,900 HP. Bahan bakar E80 menghasilkan torsi mesin rata – rata yang paling tinggi sebesar 5,9796 N.m, dibandingkan dengan bahan bakar E60 dan E70 yaitu 5,7078 N.m dan 5,9456 N.m serta bahan bakar pertalite sebesar 5,9596 N.m. Ketiga bahan bakar tersebut memberikan torsi maksimumnya pada kecepatan mesin 4000 RPM. Bahan bakar E80 menghasilkan konsumsi bahan bakar spesifik lebih rendah dibandingkan bahan bakar E60 dan E70 yaitu sebesar 0,96 L/HP. Bahan Bakar E80 menghasilkan emisi gas buang yang rendah dibandingkan E60 dan E70 dengan kadar CO 0.002 gr/km, HC 0,00 gr/km, CO₂ 0,046 gr/km, O₂ 0,0214 gr/km dan NO_x 0,00 gr/km.

Kata kunci : Etanol, Pertalite, Torsi, Daya, BSFC, Emisi, Motor Bensin.

ABSTRACT

The Influence of Peralite and Ethanol Fuel Mixture (E60, E70 & E80) On Machine Performance of Motorcycle Type “X”.

Fuad Haryo Wisanggeni
Mechanical Engineering, Faculty of Engineering
State University of Jakarta

This study is intended to find out how much performance, especially power, torque, BSFC and exhaust gas emissions generated by motorcycle type “x” when different fuels are used. Then it can be known the maximum power and torques generated by motorcycle.

The method used is the experimental method. Three different fuel samples used are E60, E70 and E80. Each fuel was tested alternately through a motorcycle which connected to the chassis dynamometer with *eddy current brake*.

The testing process is by pulling the gas handle until the engine speed on maximum RPM of the motorcycle is slowly. When reaching the maximum RPM *eddy current brake* is activated, providing a load on the *roller* that is connected with the rear wheel of motorcycle. Each fuels was used minimum three times. After that, every data will be recorded on the computer and the researchers can take the power and torque data generated by motorcycle.

The result of this experiment is a fuel with an 80% vol ethanol and 20% vol pertalite mixture (E80) produce the highest average machine power of 5.077 HP compared to E60 and E70 which 4,379 HP and 4,881 HP and Peralite at 4,900 HP. E80 fuel produces the highest average machine torque of 5,9796 N.m, compared to E60 and E70 fuels of 5,7078 N.m and 4,3 and pertalite fuel of 4,3 FtLb. All the three fuels provide the maximum torque at the engine speed of 4000 RPM. E80 fuel produces lower specific fuel consumption than E60 and E70 which is 0,96 L/HP.Hours at RPM 7000. Fuel E80 produces lower exhaust emissions compared to E60 and E70 with CO 0,002 gr/km, HC 0,00 gr/km, CO₂ 0,046 gr/km, O₂ 0,0214 gr/km and NO_x 0,00 gr/km.

Keywords : Ethanol, Peralite, Torque, Power, BSFC, Emission, Gasoline Motorcycle.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN
ETANOL (E60, E70 & E80) TERHADAP PERFORMA MESIN
PADA MOTOR JENIS "X"
Nama : Fuad Haryo Wisanggeni
No. Reg : 5315125284

DOSEN PEMBIMBING

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Dosen Pembimbing 1		
1. <u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T.</u> NIP : 1981022220062041001
Dosen Pembimbing 2		
2. <u>Siska Titik Dwiwati, S.Si., M.T.</u> NIP : 197812122006042002

DOSEN PENGUJI

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua		
1. <u>Dr. Riyadi, S.T., M.T.</u> NIP. 196304201992031002
Sekretaris		
2. <u>Dr. Catur Setyawan K., M.T.</u> NIP. 197102232006041001
Dosen Ahli		
3. <u>Drs. H. Sirojuddin, M.T.</u> NIP. 196010271990031003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta

Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Februari 2018

Yang membuat pernyataan

Fuad Haryo Wisanggeni

NIM. 5315125284

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat serta hidayah-Nya, penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan untuk Baginda Besar Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan maupun bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T., sebagai Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin (S-1) Universitas Negeri Jakarta
2. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I, atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang sangat berarti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Siska Titik Dwiwati, S.Si., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II, atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang juga sangat berarti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd., sebagai pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dalam hal akademik perkuliahan dari awal perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh Dosen, Staf Tata Usaha, dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan perkuliahan dan bimbingan serta bantuan secara langsung maupun tidak langsung.
6. Seluruh karyawan PT. Khatulistiwa Suryanusa dan Farm Tuning yang telah bersedia membantu dan membimbing dalam proses pengujian dynamometer.
7. Bapak Sutiman dan Ibu Sumiyati sebagai orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral dan material untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman - teman Kuliah Kerja Nyata (Alan Kurniawan, M.Riefky Septa, Fickri Widyarma, Wahyu, Elvin Muhammad Aji, Isnaita Desriyani, Deswinda, Sabila Fathiyah, dan Ummu Afifah) yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman - teman penulis pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin khususnya kelas Non Reguler “A” yang tidak penulis sebutkan satu persatu

namun sangat bersedia dalam membantu penulis terutama untuk penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari atas keterbatasan yang dimiliki dalam menyelesaikan skripsi ini, sehingga masih ditemui kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Penulis

Fuad Haryo Wisanggeni
NIM. 5315125284

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Motor Bensin.....	6
2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin	7
2.3 Siklus Otto.....	9
2.4 Karakteristik Kinerja Motor Otto.....	10
2.4.1. Torsi dan Daya	11
2.4.2. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	12
2.4.3. Emisi Gas Buang.....	13
2.5. Pembakaran Bahan Bakar	13
2.5.1. Pembakaran Sempurna.....	15
2.5.2. Pembakaran Tidak Sempurna	15
2.6 Bahan Bakar	16
2.6.1. Bensin.....	16

2.6.2.	Pertalite.....	16
2.6.3.	Etanol	18
2.6.4.	Angka Oktan	22
2.7.	Karakteristik Bahan Bakar	24
2.7.1.	Densitas	24
2.7.2.	Nilai Kalor.....	24
2.7.3.	Viskositas	26
2.8.	Hipotesis.....	29
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Metode Penelitian.....	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	31
3.4	Diagram Alir Penelitian	32
3.5	Prosedur Pengujian	36
3.6	Metode Pencampuran Bahan Bakar	37
BAB IV HASIL PENELITIAN		
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	39
4.1.1.	Blending	40
4.1.2.	Densitas	42
4.1.3.	Viskositas	42
4.1.4.	Nilai Kalor.....	43
4.1.5.	Torsi	43
4.1.6.	Daya	45
4.1.7	BSFC	46
4.1.8.	Emisi Gas Buang.....	47
4.2.	Analisa Data Hasil Pengujian.....	47
4.2.1.	Analisa Data Karakteristik Bahan Bakar.....	47
4.2.2.	Analisa Data Peforma Mesin.....	53
4.2.2.1.	Torsi	53
4.2.2.2.	Daya.....	59
4.2.2.3.	Emisi Gas Buang	62
4.2.2.4.	BSFC.....	63

BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Pertalite	17
Tabel 2.2	Properties Etanol	19
Tabel 2.3	Spesifikasi Biofuel jenis Bioetanol	21
Tabel 2.4	Perbandingan sifat fisik antara Etanol dengan Bensin	22
Tabel 2.5	Sifat-sifat bahan bakar.....	23
Tabel 2.6	Karakteristik Etanol sebagai bahan bakar motor.....	26
Tabel 2.7	Properties Air	29
Tabel 4.1	Tabel hasil uji Densitas bahan bakar.....	42
Tabel 4.2	Tabel hasil uji Viskositas bahan bakar	43
Tabel 4.3	Tabel hasil Torsi mesin	44
Tabel 4.4	Tabel hasil Daya mesin	45
Tabel 4.5	Tabel hasil BSFC	46
Tabel 4.6	Tabel hasil Emisi gas buang.....	47
Tabel 4.7	Perbandingan karakteristik bensin standar dengan bensin dicampur Etanol	48
Tabel 4.8	Perbandingan hasil emisi gas buang bensin standar dengan Bensin dicampur Etanol	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Kerja Motor Bensin 4 Langkah.....	9
Gambar 2.2	Diagram P-V dan T-S Siklus Otto Ideal	9
Gambar 2.3	Struktur Kimia Etanol	18
Gambar 2.4	Viskometer Ostwald.....	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1	Proses <i>Blending</i>	40
Gambar 4.2	Sampel Hasil <i>Blending</i>	41
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Densitas Bahan Bakar	49
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Viskositas Bahan Bakar	51
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Nilai Kalor Bahan Bakar	52
Gambar 4.6	Grafik Torsi & Daya Mesin (Pertalite)	54
Gambar 4.7	Grafik Torsi & Daya Mesin (E60)	55
Gambar 4.8	Grafik Torsi & Daya Mesin (E70)	56
Gambar 4.9	Grafik Torsi & Daya Mesin (E80)	57
Gambar 4.10	Torsi Maksimum Berbagai Bahan Bakar.....	58
Gambar 4.11	Daya Maksimum Berbagai Bahan Bakar.....	60
Gambar 4.12	Emisi Gas Buang	62
Gambar 4.13	Grafik BSFC	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Alat-alat Penelitian.....	69
Lampiran 2	Proses Blending.....	73
Lampiran 3	Proses Pengujian Densitas	75
Lampiran 4	Proses Pengujian Viskositas.....	76
Lampiran 5	Proses Pengujian Dinamometer	77
Lampiran 6	Hasil Pengujian Dinamometer (Pertalite)	78
Lampiran 7	Hasil Pengujian Dinamometer (E60)	81
Lampiran 8	Hasil Pengujian Dinamometer (E70)	86
Lampiran 9	Hasil Pengujian Dinamometer (E80)	91
Lampiran 10	Hasil Rata-rata Uji Dinamometer (Pertalite).....	96
Lampiran 11	Hasil Rata-rata Uji Dinamometer (E60)	99
Lampiran 12	Hasil Rata-rata Uji Dinamometer (E70)	102
Lampiran 13	Hasil Rata-rata Uji Dinamometer (E80)	105
Lampiran 14	Proses Pengujian Emisi Gas Buang	108
Lampiran 15	Hasil Uji Emisi Gas Buang	109
Lampiran 16	Perhitungan Viskositas Bahan Bakar	111
Lampiran 17	Hasil Uji Nilai Kalor	120

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu industri yang mengalami perkembangan pesat pada saat ini adalah sektor industri otomotif. Hal ini ditandai dengan tingginya angka penjualan motor dan ditunjukkan oleh banyaknya kendaraan bermotor milik pribadi yang melintasi jalanan Jakarta. Menurut data yang didapatkan dari AISI (Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia), pada tahun 2001 penjualan motor sebesar 1,5 juta kendaraan sedangkan pada tahun 2017 penjualan motor sebanyak 5,8 juta kendaraan, meningkat sebesar 26%. Seiring dengan banyaknya motor yang melintasi jalan raya, maka semakin banyak pula bensin yang digunakan. Tentu hal ini menjadi perhatian khusus dikarenakan bahan bakar bensin merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui.

Oleh karena itu perlu adanya bahan bakar alternatif untuk mensubstitusi bahan bakar konvensional seperti pertalite dan pertamax. Salah satu cara untuk mendapatkan bahan bakar alternatif tersebut adalah dengan cara melakukan pencampuran (*blending*) bahan bakar bensin dengan bahan bakar alternatif.

Salah satu bahan bakar alternatif yang memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan bakar kendaraan motor adalah etanol. Etanol dianjurkan untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif dikarenakan memiliki keunggulan-keunggulan dalam sifatnya dibandingkan dengan bahan bakar alternatif lainnya. Etanol merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan serta menghasilkan gas emisi karbon yang lebih rendah

dibandingkan dengan bensin atau sejenisnya. Pada dasarnya etanol terbuat dari jagung atau hasil perkebunan lainnya. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mobil selama bertahun-tahun telah dilakukan di berbagai negara di dunia. Brazil mungkin pemakai yang terkemuka, dimana pada tahun 1990-an, 4,5 juta kendaraan dioperasikan dengan bahan bakar 93% etanol.¹ Penggunaan etanol pada kendaraan biasanya menggunakan dua jenis etanol yaitu etanol 10 (E10) yang merupakan campuran antara 10% etanol dan 90% bahan bakar bensin dan bisa digunakan hampir diseluruh kendaraan keluaran terbaru. Selain E10, ada juga E85 atau disebut etanol 85, yang merupakan campuran 85% etanol dan 15% bahan bakar bensin.²

Terdapat beberapa karakteristik internal etanol yang menyebabkan penggunaan etanol pada mesin lebih baik dibandingkan bensin. Etanol memiliki *research octane number* (RON) 108,6 dan *motor octane number* (MON) 89,7. Angka tersebut, terutama *research octane number* melampaui nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh bensin walaupun setelah ditambahkan zat aditif tertentu. Untuk rasio campuran etanol dan bensin mencapai 60:40, tercatat peningkatan torsi serta penurunan HC sebesar 31%. Penelitian seperti ini sebelumnya sudah pernah dilakukan dengan menggunakan bahan bakar premium dan etanol, dan menghasilkan prestasi mesin yang lebih tinggi serta konsumsi bahan bakar yang lebih irit

¹ Philip Kristanto. *Motor Bakar Torak*. (Yogyakarta:Penerbit Andi, 2015), h. 79.

² I Gede Wiratmaja, *Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*, Vol. 4 No. 1, April 2010, diakses dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/view/2313/1520>, pada tanggal 31 Juli 2016, pukul 10:27

dibandingkan dengan bensin murni. Pada penelitian tersebut persentase campuran yang digunakan yaitu biogasoline 90:10, 85:15 dan 80:20.³

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis terdorong untuk melakukan penelitian tentang pemakaian etanol sebagai pencampur bensin murni dengan menggunakan metode *blending* terhadap performa motor bensin. Maka dari itu, penulis mengambil judul “Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite Dan Etanol (E60, E70 dan E80) Terhadap Performa Mesin Pada Motor Jenis “X”.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Konsumsi bahan bakar fosil yang semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan manusia.
2. Menekan kebutuhan konsumsi bahan bakar fosil dengan beralih menggunakan bahan bakar alternatif.
3. Perlunya substitusi dari bahan bakar fosil ke bahan bakar alternatif.
4. Perlu bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil.
5. Sifat fisik yang setara dengan bahan bakar fosil.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Motor pengujian yang dipakai adalah motor bensin 4 tak dengan transmisi otomatis.
2. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakar bensin jenis pertalite dan etanol sebagai bahan bakar alternatif dengan kemurnian

³ Ibid

99%, untuk volume pencampurannya adalah 60% vol., 70% vol., dan 80% vol.

3. Pengujian fisik campuran bahan bakar meliputi; viskositas, densitas dan nilai kalor.
4. Pengujian performa mesin meliputi; daya, torsi, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

1.4 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini adalah memvariasikan campuran etanol dengan bahan bakar bensin jenis pertalite dengan kadar konsentrasi etanol 60% vol., 70% vol., dan 80% vol., untuk menghasilkan seberapa besar daya dan torsi maksimum, konsumsi bahan bakar yang efisien serta emisi gas buang yang bersih ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besaran daya dan torsi maksimum yang dihasilkan ketika menggunakan bahan bakar E60, E70 dan E80.
2. Mengetahui besaran konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan pada saat pembakaran ketika menggunakan bahan bakar E60, E70 dan E80.
3. Mengetahui kadar emisi gas buang motor akibat pemakaian bahan bakar E60, E70 dan E80.
4. Mendapatkan bahan bakar yang menghasilkan kinerja motor yang optimum.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif, menggantikan bahan bakar fosil.
2. Mengetahui campuran konsentrasi etanol dengan pertalite yang optimal sehubungan dengan keluaran performa mesin yang dihasilkan.
3. Mendapatkan sifat fisik dari bahan bakar alternatif yang setara dengan bahan bakar fosil.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Motor Bensin

Motor bensin atau *sprak ignition* adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam yang banyak digunakan untuk menggerakkan atau sebagai sumber tenaga dari kendaraan darat, baik itu motor bensin empat tak maupun motor bensin dua tak.⁴ Motor bensin menghasilkan tenaga dari perubahan energi panas yaitu bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar atau *combustion chamber* dengan bantuan percikan bunga api yang berasal dari busi untuk menghasilkan gas pembakaran.

Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah atau yang lebih sering disebut motor dua tak dan motor bensin empat langkah atau motor empat tak. Motor bensin dua langkah adalah motor bensin yang memerlukan dua kali langkah torak, untuk menghasilkan satu kali daya. Sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya.⁵

Berdasarkan pernyataan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa motor bensin adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion*

⁴ Wardan Suyanto MA. *Teori Motor Bensin*. (Jakarta: LPTK, 1989), h. 20.

⁵ I Gede Wiratmaja, *Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*, Vol. 4 No. 1, April 2010, diakses dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/view/2313/1520>, pada tanggal 31 Juli 2016, pukul 10:27 WIB.

chamber), yang menghasilkan tenaga dari perubahan energi panas yaitu bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Motor bensin terbagi menjadi dua berdasarkan siklus kerjanya, yaitu motor bensin dua tak dan motor bensin empat tak.

2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin

Motor empat tak atau empat langkah adalah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol (*crank shaft*). 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.⁶ Lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Langkah Isap

Langkah isap terjadi ketika piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap terbuka dan katup buang tertutup, karena terjadi tekanan negatif atau kevakuman dalam silinder, selanjutnya campuran udara dan bahan bakar terisap masuk melalui katup isap untuk mengisi ruang silinder.

2. Langkah Kompresi

Langkah kompresi dimulai piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap dan katup buang tertutup. Pada proses ini campuran bahan bakar dan udara ditekan atau dikompres,

⁶ Ibid, h.16.

akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

3. Langkah Kerja

Langkah kerja dimulai ketika piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap dan katup buang masih tertutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas, busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan. Dengan terjadinya ledakan, maka menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah, sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

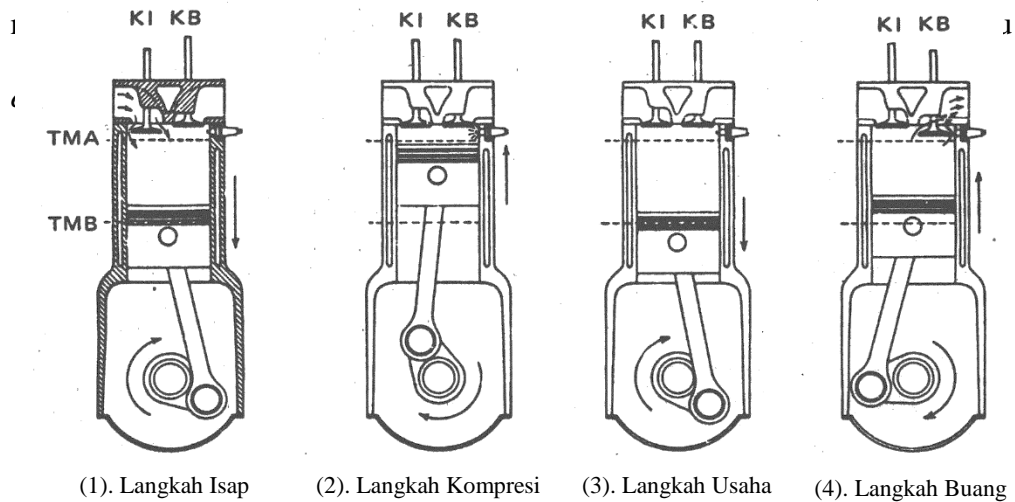
4. Langkah Pembuangan

Langkah terakhir adalah langkah pembuangan, piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap tertutup dan katup buang terbuka. Pada proses ini gas yang telah terbakar dibuang oleh dorongan piston ke atas dan selanjutnya mengalir melalui katup buang. Pada posisi ini poros engkol telah berputar dua kali putaran penuh dalam satu siklus dari empat langkah.⁷

Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa motor bensin empat tak untuk menghasilkan satu kali daya, memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol. Untuk siklus kerjanya dimulai dari langkah isap untuk menghisap campuran udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar, lalu langkah kedua langkah kompresi, untuk menekan atau mengkompresikan bahan bakar dengan udara sehingga tekanan dan

⁷ Ibid, h. 17.

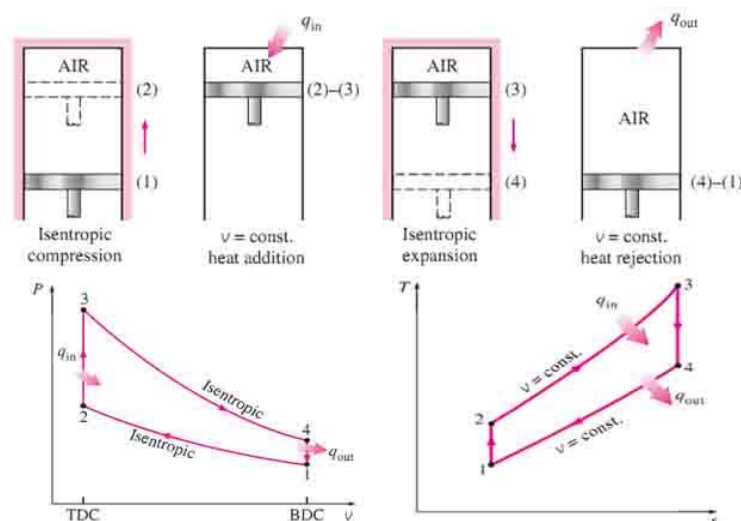
temperatur menjadi tinggi, langkah yang ketiga yaitu langkah usaha, dimana pada langkah ini percikan bunga api dari busi dinyalakan sehingga terjadi proses pembakaran, dan langkah yang terakhir adalah langkah buang, untuk



Gambar 2.1 Siklus Kerja Motor Bensin 4 Langkah

2.3 Siklus Udara Volume Konstan (*Siklus Otto*)

Siklus udara volume konstan (*siklus otto*) adalah siklus ideal yang menerima tambahan panas yang terjadi secara konstan ketika piston dalam posisi titik mati atas (TMA). Siklus udara volume konstan dapat digambarkan dalam diagram P-V dan diagram T-S pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram P-V dan T-S pada Siklus Otto ideal

Berikut ini sifat ideal yang dipergunakan dan keterangan mengenai proses siklusnya yaitu:

- a. Proses 0-1 adalah langkah hisap tekanan konstan yaitu campuran bahan bakar dan udara yang di hisap ke dalam silinder.
- b. Proses 1-2 adalah langkah kompresi adiabatik *reversible* yaitu campuran bahan bakar dan udara dikompresikan.
- c. Proses 2-3 adalah proses pembakaran volume konstan, campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan percikan bunga api.
- d. Proses 3-4 adalah langkah ekspansi adiabatik *reversible*, kerja yang ditimbulkan gas panas yang berekspansi.
- e. Proses 4-1 adalah proses pembuangan panas pada volume konstan, panas dibuang melewati dinding ruang bakar.
- f. Proses 1-0 adalah proses pembuangan kalor, katup buang terbuka maka gas sisa pembakaran terbuang keluar menuju ke knalpot.

Proses lengkap pada siklus diatas memerlukan empat langkah dari torak, dua kali putaran poros engkol. Selama proses kompresi dan ekspansi tidak terjadi pertukaran panas, oleh karena itu selisih panas yang masuk dengan panas yang keluar merupakan usaha yang dihasilkan tiap siklus.⁸

2.4 Karakteristik Kinerja Pada Motor Otto

Karakteristik kinerja motor Otto meliputi perhitungan-perhitungan mengenai daya keluaran, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi volumetris, efisiensi thermal serta efisiensi mekanis. Sesuai dengan pembatasan masalah,

⁸ | Gede Wiratmaja, *Op. Cit.*

penelitian ini hanya melakukan perhitungan kinerja pada motor Otto sebagai berikut; torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Berikut ini akan diuraikan tentang parameter kinerja motor Otto yang digunakan pada prosedur perhitungan yang akan dilakukan setelah data hasil pengujian diperoleh.

2.4.1 Torsi dan Daya

Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan *output* kinerja dari motor pembakaran dalam. Kedua parameter ini menjelaskan dua elemen kinerja yang berbeda, tergantung penggunaan kendaraan. Ketika piston bergerak dari TMA ke TMB selama langkah daya, sebuah gaya diberikan ke batang penghubung (*connecting rod*) yang menghubungkan piston dengan bantalan poros engkol sehingga poros engkol berputar. Gaya putar yang diterapkan untuk poros engkol ini disebut torsi, (τ). Jadi torsi menyatakan ukuran kemampuan motor untuk melakukan kerja, dengan satuan ukuran Newton-meter (Nm). Jika torsi menyatakan ukuran kemampuan motor untuk melakukan kerja, maka daya adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan seberapa besar kerja yang dapat dilakukan dalam suatu periode waktu tertentu. Dengan kata lain, jika torsi menentukan apakah suatu motor dapat menggerakkan kendaraan melalui suatu rintangan, maka daya menentukan seberapa cepat kendaraan mampu bergerak di atas rintangan itu.⁹

Besarnya daya efektif atau yang bermanfaat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P (kW) = \frac{2.\pi.n.T}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (2.1)$$

⁹ Philip Kristanto. *Motor Bakar Torak*. (Yogyakarta:Penerbit Andi, 2015), h. 21.

Dimana : P = daya (kW)
 n = putaran (rpm)
 T = torsi (Nm)¹⁰

Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Piston bergerak menghasilkan gaya F yang memutar engkol dimana panjang engkol sebesar b, sehingga torsi dapat ditentukan dengan rumus:

$$T = W \cdot L \text{ (Nm)} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

T = Torsi keluaran mesin (Nm)
 W = Beban terbaca pada dynamometer (kgf)
 L = Lengan torsi dynamometer (m) (0.358 m)

Menurut penjelasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, torsi digunakan untuk menyatakan ukuran kemampuan motor untuk melakukan kerja dengan satuan ukuran Newton-meter (Nm), sedangkan daya adalah ukuran untuk menyatakan seberapa besar kerja yang mampu dilakukan oleh mesin dalam waktu yang tertentu.

2.4.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (bsfc)

Dalam pengujian motor, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar per satuan waktu, (\dot{m}_{bb}). Ukuran bagaimana motor menggunakan bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk menghasilkan kerja disebut konsumsi bahan bakar spesifik yang dinyatakan sebagai laju aliran massa bahan bakar per satuan keluaran daya.¹¹

$$Sfc = \frac{FC}{BHP} \text{ [L/HP.h]} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

¹⁰ Manual Book of TD 110-115 Test Bed Instrumentation for Small Engines, TQ Education and Training Ltd-Product Division 2000. h. 3-9.

¹¹ Philip Kristanto. *Op. Cit*, h. 26.

Dimana untuk FC dapat dirumuskan sebagai:

$$FC = \frac{V_f \times 3600}{t \times 1000} \text{ [L/h]} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

- FC = *Fuel Consumption* (L/h)
- V_f = Volume konsumsi (ml)
- t = Waktu konsumsi (s)

Parameter kinerja dari motor Otto salah satunya yaitu konsumsi bahan bakar spesifik sangat ditekankan pada penelitian ini, dikarenakan tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan angka konsumsi bahan bakar yang se-efisien mungkin dengan menggunakan bahan bakar E60, E70 dan E80.

2.4.3 Emisi Gas Buang

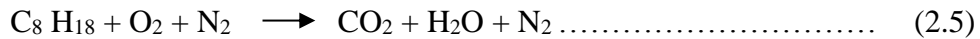
Dari setiap proses pembakaran selalu dihasilkan produk pembakaran yang disebut emisi buang. Emisi gas ini dapat mencemari lingkungan dan memberikan dampak terhadap pencemaran udara. Empat produk emisi utama motor pembakaran dalam adalah hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x).¹²

2.5 Pembakaran Bahan Bakar

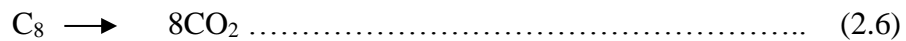
Pembakaran di dalam silinder adalah merupakan reaksi kimia antara unsur yang terkandung didalam bahan bakar yaitu unsur CH atau hydrocarbon dengan udara atau oksigen, yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas yang dilepaskan selama proses pembakaran inilah yang digunakan oleh motor untuk menghasilkan tenaga.

¹² Ibid, h. 197.

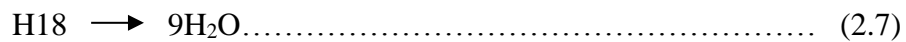
Campuran bahan bakar dengan udara teoritis adalah terdiri dari 3,5 bagian udara dengan satu bagian bahan bakar dalam beratnya. Jumlah tersebut didapat berdasarkan perhitungan reaksi kimia dibawah ini:



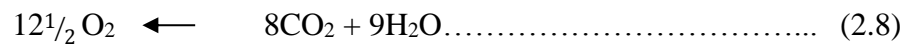
Untuk menghasilkan pembakaran sempurna maka jumlah semua dibagian kiri sama dengan jumlah bagian kanan.



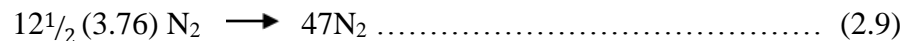
Balans hidrogennya:



Balans oksigen:



Karena kandungan nitrogen diudara setiap satu mole oksigen akan bersamaan dengan 3,76 mole nitrogen, maka di dalam proses ini terdapat nitrogen juga yang jumlah dan balansnya adalah:



Sehingga persamaan kimianya dari pembakaran yang sempurna ini menjadi:



Persamaan diatas menunjukkan persamaan dari proses pembakaran dimana hidrokarbon dapat bereaksi seluruhnya menjadi CO₂ dan H₂O yang sering disebut dengan pembakaran sempurna.¹³

Menurut persamaan reaksi kimia diatas dapat disimpulkan bahwa untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna diperlukan perbandingan massa

¹³ Wardan Suyanto MA. *Teori Motor Bensin*. (Jakarta: LPTK, 1989), h. 248

udara dan bahan bakar yaitu 3,5 : 1, dengan kata lain untuk membakar 1 kg oktana dibutuhkan 3,5 kg oksigen. Mengenai panas yang dihasilkan pada proses pembakaran, tergantung pada nilai panas dari bahan bakar yang digunakan. Apabila bahan bakar yang digunakan memiliki nilai panas yang tinggi, maka panas yang dihasilkan pada pembakarannya pun tinggi, begitu juga sebaliknya. Apabila bahan bakar yang digunakan memiliki panas yang rendah maka pada pembakaran panas yang dihasilkan pun rendah.

2.5.1 Pembakaran Sempurna (Normal)

Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua unsur yang dapat terbakar di dalam bahan bakar membentuk gas CO_2 , dan H_2O , sehingga tak ada lagi bahan bakar yang tersisa. Mekanisme pembakaran sempurna dalam motor bensin dimulai pada saat terjadi loncatan bunga api listrik dan busi. Selanjutnya api membakar campuran bahan bakar udara yang berada disekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua campuran bahan bakar udara habis terbakar.

2.5.2 Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan suatu gejala yang dinamakan dengan detonasi. Hal ini terjadi karena disebabkan pada proses pembakaran yang tidak serentak pada saat langkah kompresi belum berakhir (busi belum memercikan bunga api) ditandai dengan adanya pengapian sendiri yang muncul mendadak pada bagian akhir dari campuran. Campuran yang telah terbakar akan menekan campuran bahan bakar yang belum terbakar.

Akibatnya, campuran bahan bakar yang belum terbakar tersebut temperaturnya meningkat sehingga melewati temperatur untuk menyala sendiri.¹⁴

2.6 Bahan Bakar

2.6.1 Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin merupakan campuran senyawa hidrokarbon cair yang sangat mudah menguap. Bensin terdiri dari parafin, naptalene, aromatik, dan olefin, bersama-sama dengan beberapa senyawa organik lain dan kontaminan. Struktur molekulnya terdiri dari C₄ – C₉ (parafin, olefin, naftalen, dan aromatik).

Beberapa karakteristik penting bahan bakar hidrokarbon (HC) diantaranya volatilitas, nilai oktan, serta kandungan energi. Karakteristik nilai oktan merupakan ukuran seberapa tahan bensin terhadap ledakan prematur (*premature detonation*) atau ketukan (*knocking*).¹⁵

2.6.2 Pertalite

Bahan bakar bensin yang sering digunakan dalam kendaraan bermotor adalah jenis premium dan pertamax, namun saat ini muncul bahan bakar tipe baru yaitu pertalite. Pertalite merupakan bahan bakar bensin jenis baru yang diproduksi oleh Pertamina. Jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih baik sebab memiliki kadar *research oktan number* (RON) 90, di atas premium, yang hanya memiliki RON 88.

¹⁴ I Gede Wiratmaja, *Op. Cit.*

¹⁵ Philip Kristanto. *Op. Cit.*, h. 69.

Tabel 2.1 Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Jenis Bensin 90 (Pertalite)¹⁶

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji	
			Min	Max	ASTM	Lain
1	Bilangan Oktana					
	Angka Oktana Riset (RON)	RON	90	-	D 2699	
	Angka Oktana Motor (MON)	MON	Dilaporkan		D 2700	
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	360		D 525	
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622 atau D 4294 atau D 7039	
4	Kandungan Timbal (Pb)	g/l	-Injeksi timbal tidak diijinkan -Dilaporkan		D 3237	
5	Kandungan Logam (Mangan, besi)	mg/l	(Tidak terdeteksi)		D 3831	IP74
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7	D 4815	
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan		D 1319	
8	Kandungan Aromatik	% v/v			D 1319	
9	Kandungan Benzena	% v/v			D 4420	
10	Distilasi					
	10% vol penguapan	°C	-	74	D 86	
	50% vol penguapan	°C	88	125		
	90% vol penguapan	°C	-	180		
Titik didih akhir Residu	°C	-	215			
		% vol	-	2		
11	Sedimen	mg/l	-	1	D 5452	
12	<i>Unwashed Gum</i>	mg/100ml	-	70	D 381	
13	<i>Washed Gum</i>	mg/100ml	-	5	D 381	
14	Tekanan Uap	kPa	45	69	D 5191 atau D1298	
15	Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770	D 4052 atau D 323	
16	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas I		D 130	
17	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002	D 3227	
18	Penampilan Visual		Jernih dan Terang			
19	Bau		Dapat Dipasarkan			
20	Warna		Hijau			
21	Kandungan Pewarna	g/100	-	0,33		

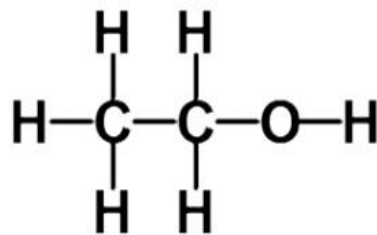
Keunggulan pertalite dibandingkan dengan premium yaitu memiliki *durability* yang lebih baik guna menjaga komponen mesin pada kendaraan

¹⁶ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi

motor menjadi lebih tahan lama. Selanjutnya dengan menggunakan pertalite dipercaya dapat menghemat konsumsi BBM dalam kondisi jalan normal, dan yang terakhir dengan menggunakan pertalite pengendara dapat merasakan performa mesin menjadi lebih baik dibandingkan menggunakan premium, hal ini dikarenakan pertalite yang memiliki angka oktan lebih tinggi.

2.6.3 Etanol

Etanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan serta menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan bensin atau sejenisnya (sampai 85% lebih rendah).¹⁷ Etanol dapat dibuat dari *etilen* atau dari fermentasi (peragian) biji padi-padian dan gula. Banyak diantaranya dibuat dari jagung, gula, tebu, dan bahkan *cellulose* bahan kimia untuk cat (kayu dan kertas).¹⁸



Gambar 2.3 Struktur Kimia Etanol

Penggunaan etanol sebagai campuran bensin memiliki keunggulan sebagai berikut:

- Meningkatkan bilangan oktan (dapat menggantikan TEL sebagai aditif sehingga mengurangi emisi logam berat timbal)
- Menghasilkan pembakaran lebih sempurna (mengurangi emisi gas karbonmonoksida)

¹⁷ Yolanda J. Lewerissa, *Pengaruh Campuran Bahan Bakar Bensin Dan Etanol Terhadap Prestasi Mesin Bensin*, Vol. 5 No. 2, Agustus 2011, diakses dari https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr_iteminfo_ink.php?id=134, pada tanggal 9 November 2016, pukul 06:06 WIB.

¹⁸ Philip Kristanto. *Op. Cit*, h. 79.

- Mengurangi emisi gas buang karbondioksida serta senyawa sulfur sehingga mengurangi hujan asam.

Tabel 2.2 Properties Etanol¹⁹

Etanol	
Formula	C ₂ H ₅ OH
Berat molekul	56,07
Karbon/hidrogen (berat)	4,0
% karbon (berat)	52,17
% hidrogen (berat)	13,4
% oksigen (berat)	34,78
Titik didih @ 1 atm °C	78,40
Titik beku @ 1 atm °C	-80,00
Kerapatan @ 15,5°C lb/gal	6,63
Viskositas @ 20°C/1 atm, centipois	1,20
Kalor spesifik @ 25°C/1 atm BTU/lb	0,6
Kalor penguapan, @ titik didih/1 atm, BTU/lb	361,0
Kalor penguapan/1 atm	-
Kalor pembakaran, @ 25°C, BTU/lb:	
Kalor pembakaran atas	12780
Kalor Pembakaran bawah	11550
Stokiometri lb udara/lb bahan bakar	9,0
RON	105
Temperatur nyala api, °C	12,778
Temperatur penyalaan sendiri, °C	422,778
Panas laten penguapan @ 20°C, Kj/kg	921,36
Bilangan cetane	8
Densitas	789,3

Terdapat beberapa cara penggunaan etanol untuk campuran bensin sebagai berikut:

1. Hydras etanol (96% volume), yaitu etanol yang masih mengandung air sebesar 4%
2. Anhydras etanol yaitu etanol bebas air dan memiliki kemurnian 99%.
Etanol ini dapat dicampur dengan bensin konvensional dengan kadar antara 5%-85%. Pada bensin dengan campuran etanol 5-10%, bahan bakar ini dapat langsung digunakan pada mesin kendaraan tanpa perlu

¹⁹ Methanol/Gasoline Blends and Emission," Automotive Engineering, vol. 100, no.5, pp. 17-19, 1992, SAE International

ada modifikasi. Campuran yang umum digunakan adalah 10% etanol dan 90% bensin (dikenal dengan nama E-10). Campuran etanol dengan kadar yang lebih tinggi (kadar bioetanol 85% atau dikenal dengan nama E-85) hanya bisa digunakan pada mesin kendaraan yang sudah dimodifikasi yang dikenal dengan nama *flexible fuel vehicle*. Modifikasi umumnya dilakukan pada tangki BBM dengan sistem injeksi BBM.

3. Etanol juga digunakan sebagai bahan baku ETBE (ethyl-tertiary-butyl-ether), aditif gasoline konvensional.²⁰

Dalam penelitian ini penulis menggunakan etanol jenis *anhydrous* etanol, karena jenis etanol ini memiliki kandungan air yang sangat sedikit sehingga meminimalisir kerusakan pada mesin motor. Namun penggunaan etanol murni pada motor memerlukan modifikasi yang banyak. Pada temperatur rendah etanol akan sulit terbakar, sehingga dengan etanol murni mesin akan sulit starting. Pencampuran etanol dengan bensin akan mempermudah starting pada temperatur rendah. Maka dari itu dalam penelitian ini penulis melakukan pencampuran antara pertalite dengan etanol dengan tingkat kemurniaan 99%.

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mobil selama bertahun-tahun telah dilakukan diberbagai negara di dunia. Brazil mungkin pemakai yang terkemuka, di mana pada tahun 1990-an, 4,5 juta kendaraan dioperasikan dengan bahan bakar 93% etanol. Selama beberapa tahun, gasohol (*gasoline-alcohol*) telah tersedia pada stasiun pompa bahan bakar di Amerika Serikat.

²⁰ Yolanda J. Lewerissa, *Op. Cit.*

Tabel 2.3 Spesifikasi Biofuel Jenis Bioetanol Berdasarkan Keputusan Dirjen Migas No. 23204.K/10/DJM.S/2008²¹

No	Sifat	Unit, min/max	Spesifikasi
1	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)
2	Kadar methanol	mg/L, max	300
3	Kadar air	%-v, max	1
4	Kadar denaturan	%-v, min %-v, max	2 5
5	Kadar tembaga (Cu)	mg/Kg, max	0,1
6	Keasaman sebagai CH ₃ COOH	mg/L, max	30
7	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
8	Kadar ion klorida (Cl ⁻)	mg/L, max	40
9	Kandungan Belerang (S)	mg/L, max	50
10	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 ml, max	5,0
11	Phe		6,5 – 9,0

Gasohol merupakan campuran 90% bensin dan 10% etanol. Dua kombinasi campuran yang umum adalah E85 (85% etanol) dan E10 (gasohol). E85 pada dasarnya suatu bahan bakar alkohol dengan 15% bensin ditambahkan untuk meniadakan sebagian permasalahan dalam penggunaan alkohol murni (yaitu start dingin, tangki mudah terbakar, dan lain-lain). E10 mengurangi penggunaan bensin dengan tanpa memerlukan modifikasi motor atau mobil. Motor berbahan bakar fleksibel dapat beroperasi pada setiap rasio ethanol-bensin yang sedang diuji.

²¹ Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Dirjen Minyak dan Gas Bumi

Tabel 2.4 Perbandingan Sifat Fisika Antara Etanol Dengan Bensin²²

Properties	Ethanol	Gasoline
Chemical Formula	C ₂ H ₅ OH	C ₄ to C ₁₂ Hydrocarbons
Main Constituents (% by weight)	52 C, 13 H, 35 O	85-88 C, 12-15 H
Octane	108	86-98
LHV (Btu / Gallon)	76,300	116,900
HHV (Btu / Gallon)	84,100	124,800
Miles per Gallon Relative to Gasoline	67%	-
Reid Vapor Pressure (psi)	2.3	7-16
Ignition Point-Fuel in Air (%)	3-19	1-8
Temperature (approx.) (°F)	850	495
Spesific Gravity (60°/65°F)	0.794	0.72-0.78
Air Fuel Ratio	9	14.7
Hydrogen-Carbon Ratio	3.0	1.85

2.6.4 Angka Oktan

Angka oktan pada motor otto adalah salah satu karakteristik bahan bakar yang menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk terbakar atau tidak terbakar secara sendiri dikarenakan bahan bakar tersebut menerima perlakuan kompresi. Ada dua macam angka oktan, yaitu angka oktan riset atau *Research Octane Number* (RON) yang memberikan gambaran mengenai unjuk kerja dalam kondisi pengendaraan biasa dan MON (*Machine Octane Number*) yang memberikan gambaran mengenai unjuk kerja dalam kondisi pengendaraan yang lebih berat.

Angka oktan diperoleh dengan cara membandingkan bahan bakar uji dengan bahan bakar referensi yang diuji dengan menggunakan mesin CFR (*Cooperative Fuel Research*) yang dioperasikan pada kondisi tertentu. Dua bahan bakar standar yang menjadi referensi dalam penentuan angka oktan ini adalah iso-oktana (2,2,4 trimethylpentana) yang memiliki angka oktan 100 dan

²² | Gede Wiratmaja, *Op. Cit.*

n-heptana yang mempunyai angka oktan 0. Angka oktan bahan bakar menyatakan berapa persen volume iso-oktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana dan n-heptana. Sebagai contoh adalah pertalite memiliki angka oktan 90 dikarenakan karakteristik perlakuan kompresinya sama dengan bahan bakar yang terdiri dari 90 persen iso-oktana dengan 10 persen n-hepatana yang diuji dalam mesin CFR.

Peringkat oktan didasarkan pada ukuran kemampuan bahan bakar menahan detonasi. Semakin tinggi peringkat oktan, semakin kecil kemungkinan untuk menghasilkan ledakan dini (*pre-ignition*). Kecenderungan penyalaan dini menimbulkan gejala ketukan (*knocking*). Motor dengan rasio kompresi rendah dapat menggunakan bahan bakar dengan angka oktan lebih rendah, tetapi motor kompresi tinggi harus menggunakan bahan bakar oktan tinggi untuk menghindari pengapian sendiri dan ketukan.²³

Tabel 2.5 Data Sifat-sifat Bahan Bakar²⁴

Fuel	Heat of Vaporization (kJ/kg)	Higher Heating Value (kJ/kg)	Lower Heating Value (kJ/kg)	RON	MON
Gasoline	305	47300	44000	92-98	80-90
Light Diesel	270	44800	42500	-	-
Heavy Diesel	230	43800	41400	-	-
Natural Gas	-	50000	45000	-	-
Methanol	1103	22700	20000	106	92
Ethanol	840	29700	26900	107	89

²³ M.Hafiz Pratama, *Uji Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol Pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin*, Skripsi. (Medan Universitas Sumatera Utara 2016) h. 6.

²⁴ Heywood, John B, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill International, Singapore, 1988

2.7 Karakteristik Bahan Bakar

Sifat fisik dan kimia yang terdapat pada bahan bakar bensin sudah tentu berbeda dengan sifat fisik dan kimia yang dimiliki oleh jenis bahan bakar sejenis maupun jenis lainnya. Sifat-sifat fisik dari bahan bakar cair yang perlu diketahui yaitu, Massa Jenis (Densitas), *Flash Point*, Nilai kalor dan Viskositas. Untuk lebih jelasnya akan diuraikan dibawah ini:

2.7.1 Massa Jenis (Densitas)

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Keadaan semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rerata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah.

Satuan SI massa jenis adalah kg/m^3 . Suatu zat berapapun massanya dan berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah:

$$\rho = m/v \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$$\rho = \text{massa jenis (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$v = \text{volume (m}^3\text{)}$$

2.7.2 Nilai Kalor

Kandungan energi di dalam bahan bakar diukur dengan membakar semua bahan bakar di dalam kalorimeter bom serta mengukur peningkatan temperatur yang terjadi. Energi yang tersedia tergantung pada wujud cair yang dihasilkan

dari pembakaran hidrogen. Jika air di dalam produk buangan berwujud gas (uap air), kemudian tidak dapat melepaskan panas penguapannya, maka dihasilkan nilai kalor netto yang kadang disebut nilai kalor bawah (*Lower Heating Value*, LHV). Jika air dikondensasikan kembali ke temperatur asal bahan bakar hingga berwujud cair maka akan menghasilkan nilai kalor kotor, disebut nilai kalor atas (*Higher Heating Value*, HHV).²⁵

Selisih antara nilai kalor atas dan nilai kalor bawah ini disebut kalor penguapan air.

$$Q_{HHV} = Q_{LHV} + \Delta h_{vap} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Kalor yang masuk untuk diubah menjadi kerja keluaran dapat dinyatakan dengan:

$$Q_{in} = m_{bb} Q_{LHV} \eta_c \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana:

- η_c = efisiensi pembakaran
- m_{bb} = massa bahan bakar

Nilai kalor pada penelitian ini didapatkan dengan menggunakan menggunakan ASTM-D-240. Nilai kalor bensin dapat dilihat pada Tabel 2.5.

²⁵ Philip Kristanto. *Op. Cit*, h. 72.

Tabel 2.6 Karakteristik Etanol Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Bermotor²⁶

Karakteristik		Bensin 100%	Campuran Bensin/Etanol (22% v/v)	BB Etanol hidrat
Stoikiometri udara/bahan bakar		14,5:1	12,7:1	9,0:1
Kerapatan massa (20°C) (Kg/m ³)		±770	±780	±810
Kalor Pembakaran (kcal/kg)		±10.500	±9.600	±6.100
Angka oktan	MON	80~83	80~83	88~90
	RON	90~96	90~96	105~108
	(MON+RON)/2	87	87	95
Tekanan Uap (kPa)		55~70	55~70	Sangat rendah

2.7.3 Viskositas

Viskositas cairan adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida.²⁷ Untuk bahan bakar, viskositas mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan.²⁸

Satuan SI untuk viskositas adalah $N.s/m^2 = Pa.s$ (Pascal sekon). Sedangkan menurut sistem CGS satuan viskositas adalah Poise (1 Poise = 0,1 Pa.s) yang setara dengan $dyne.s/cm^2$. Suatu cairan mempunyai viskositas absolut atau dinamik 1 poise, bila gaya 1 dyne diperlukan untuk menggerakkan bidang seluas 1 cm^2 pada kecepatan 1 cm/detik terhadap permukaan bidang datar sejauh 1 cm. Viskositas sering juga dinyatakan dalam sentipoise (1 Poise = 100 cP).

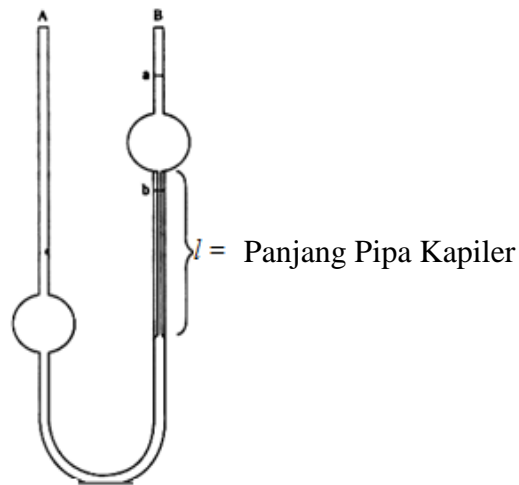
Viskositas cairan dapat ditentukan dengan beberapa cara, salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan Viskometer Ostwald. Metode ini

²⁶ Josep, Jr., H. 30-31 August 2004, "Ethanol application as vehicular fuel in Brasil", presented at The Conference on Biofuel: Challenges for Asian Future, Bangkok.

²⁷ Estein Yazid. *Kimia Fisika untuk Mahasiswa Kesehatan*. (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2015). h, 175

²⁸ I Gede Wiratmaja, *Op. Cit.*

ditentukan berdasarkan hukum *Poiseuille* menggunakan alat Viskometer Ostwald yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Viskometer Ostwald

Penetapannya dilakukan dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirnya suatu cairan dalam pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan tersebut dari batas a ke batas b.

Sejumlah cairan tertentu yang akan diukur viskositasnya dimasukkan ke dalam viskometer yang diletakkan pada sebuah statif. Cairan kemudian diisap dengan menggunakan *ball pipet* ke dalam bola bagian atas sampai pada batas a. Cairan dibiarkan mengalir menuju ke bawah sampai garis batas b dan waktu yang diperlukan dari garis batas a ke ke garis batas b dicatat menggunakan *stopwatch*. Besarnya viskositas dapat dihitung dengan persamaan *Poiseuille* seperti berikut :

$$\mu = \frac{\pi Pr^4 t}{8Vl} \dots\dots\dots (2.8)$$

t adalah waktu yang diperlukan cairan bervolume V , yang mengalir melalui pipa kapiler dengan panjang l dan jari-jari r . Tekanan P merupakan perbedaan

tekanan aliran kedua ujung pipa viskometer dan besarnya diasumsikan sebanding dengan berat cairan.

Pengukuran viskositas yang tepat dengan cara diatas sulit dicapai. Hal ini disebabkan harga r dan l sukar ditentukan secara tepat. Kesalahan pengukuran terutama r , sangat besar pengaruhnya karena harga ini dipangkatkan empat. Untuk menghindari kesalahan tersebut dalam praktiknya digunakan cairan pembanding. Cairan yang paling sering digunakan sebagai pembanding adalah air.

Untuk dua cairan yang berbeda dengan pengukuran alat yang sama, diperoleh hubungan :

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\pi P_1 r^4 t_1}{8Vl} \times \frac{8Vl}{\pi P_2 r^4 t_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Karena tekanan berbanding lurus dengan rapatuan cairan (ρ), maka berlaku:

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Untuk viskositas kinematik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Jadi, bila μ dan ρ cairan pembanding diketahui, maka dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalir kedua cairan melalui alat yang sama dapat ditentukan μ cairan yang sebelumnya telah dicari besar rapatannya. Terdapat tabel yang menyatakan hubungan antara properti air terhadap temperatur.

Tabel 2.7 Properties Air pada Berbagai Suhu²⁹

Temperatur (°C)	Tekanan (kPa)	Densitas (kg/m ³)	Konduktivitas Thermal (W/m.K)	Viskositas Dinamik (kg/m.s)
5	0,8721	999,9	0,571	1,519 x 10 ⁻³
10	1,2277	999,7	0,580	1,307 x 10 ⁻³
15	1,7051	999,1	0,589	1,138 x 10 ⁻³
20	2,339	998,0	0,598	1,002 x 10 ⁻³
25	3,169	997,0	0,607	0,891 x 10 ⁻³
30	4,246	996,0	0,615	0,798 x 10 ⁻³

Berdasarkan Tabel 2.7 diatas, temperatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur kamar 25°C. Sehingga nilai viskositas pembanding yang digunakan adalah 0,891 x 10⁻³ kg/m.s.

2.8 Hipotesis

Berdasarkan penelitian maupun eksperimen yang telah ada, berkaitan dengan penelitian penggunaan etanol sebagai pencampur bahan bakar bensin, maka peneliti dapat mengambil hipotesis sebagai berikut:

1. Ada pengaruh penggunaan campuran etanol dengan bensin terhadap prestasi mesin menjadi lebih tinggi, yaitu pada torsi dan daya.
2. Konsumsi bahan bakar menggunakan campuran bahan bakar bensin dengan etanol pada putaran rendah lebih boros sedangkan pada putaran tinggi menjadi lebih irit.
3. Emisi gas buang yang dihasilkan motor menggunakan campuran bensin dan etanol lebih bersih dibandingkan dengan motor yang menggunakan bensin murni.

²⁹ J. V. Sengers and J. T. R Watson. *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 15 (1986)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, digunakan metode penelitian eksperimental. Metode eksperimental yaitu metode yang dapat dipakai untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan satu atau lebih kelompok dengan perlakuan baru dengan satu atau lebih kelompok lain tanpa perlakuan sebagai kontrol atau pembanding.

Pada penelitian eksperimen ini, pengujian dilakukan dengan memvariasikan putaran motor atau (variabel *speed*). Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji *dynodynamics*, dimana unit motor (*rear wheel*) dihubungkan langsung dengan *roll dynamometer*. Untuk rangka motor dikaitkan pada *support chassisdyno dynamics*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di tiga tempat yang berbeda sesuai dengan peruntukannya, dengan rincian sebagai berikut:

1. Pengujian Nilai Kalor E60, E70 dan E80

Tempat : Balai Pengujian Mutu Barang Jakarta (Jalan Raya Bogor
KM No.26, Ciracas, RT.2/RW.8, Ciracas, Kota Jakarta
Timur, DKI Jakarta 13750).

Waktu : Mei – Juni 2017

2. Pengujian Viskositas dan Densitas E60, E70 dan E80

Tempat : Laboratorium Kimia Universitas Negeri Jakarta.

Waktu : April – Mei 2017

3. Pengujian Performa Mesin Motor Jenis “X”

Tempat : Workshop Farm Tuning dyno dynamics divison, PT.

Khatulistiwa Surya Nusa, yang beralamat di Jalan
Pertanian I No. 88 B, Lebak Bulus, Cilandak, Kota Jakarta
Selatan, DKI Jakarta 12440.

Waktu : Mei – Juni 2017

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Engine Honda Beat Fi 110 cc, dengan spesifikasi:

- Volume Langkah : 108 cc
- Diameter x langkah : 50 x 55 mm
- Perbandingan kompresi : 9,2 : 1
- Kapasitas pelumas mesin : 0,8 L
- Tipe Kopling : Otomatis, sentrifugal, tipe kering
- Tipe Transmisi : Otomatis, V-Matic
- Sistem pengapian : Full Transisterized, Baterai
- Starter : Pedal dan Elektrik

2. Dinamometer, DYNODYNAMICS

- Range operasi : 16000 rpm
- Sistem pengukuran torsi : *electric*
- Kontrol : Beban dan katup (*throttle*)

3. Motor *vehicle exhaust gas analyzer*

- Merek : TECNOTEST
- Model : 488
- Range CO meter : 0 – 9.99 % vol.

- Range CO₂ : 0 – 19.99 % vol.
- Range HC meter : 0 – 4 % vol.
- Range Nox : 0 – 2000 ppm vol.

4. Tabung ukur

- Kapasitas : 100 ml
- Akurasi : 1 ml

5. Primary fuel tank

6. Sub tank (ethanol, 60%, 70% dan 80%)

7. Digital stopwatch

8. Blower 12 inch (AC 220V)

9. Papan dan lembar pengambilan data

Persiapan selanjutnya adalah setting alat uji dan alat ukur pada bangku uji sebagai berikut:

1. Pengecekan terhadap kondisi kerja dari motor uji Honda Beat Fi 110 cc pada masing-masing waktu pengapian 10° sebelum TMA
2. Memasang support *chassis dyno dynamics* ke frame motor uji
3. Menjalankan mesin uji pada kondisi yang akan dipakai dalam pengambilan data dari putaran kerja 4000 rpm hingga putaran kerja 9000 rpm dengan mengatur pembebanan pada dinamometer.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah metode penelitian eksperimen yaitu pengujian motor bensin berbahan bakar campuran bensin pertalite dengan etanol pada mesin Honda Beat 110 cc Fi.

Dalam penelitian dan studi ini yang akan diteliti adalah pengujian performa mesin motor bensin berbahan bakar pertalite dan etanol. Metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Studi pustaka / Literatur

Studi pustaka digunakan sebagai landasan teori dari permasalahan yang dihadapi sehingga peneliti tidak menyimpang dari permasalahan. Studi pustaka ini mempelajari beberapa buku, paper dan sumber acuan yang memuat tentang permasalahan yang akan diteliti.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Bahan dan alat yang diperlukan pada penelitian ini meliputi: *engine test bed*, bahan bakar pertalite dan etanol serta mesin Honda Beat Fi 110 cc.

3. Pencampuran Bahan Baku

Dalam pengujian kali ini, bahan baku yang digunakan adalah etanol dengan kemurnian 99% dan bensin jenis pertalite. Pada penelitian ini sampel yang digunakan ada tiga sampel yaitu; sampel satu E60 (etanol 60% dan pertalite 40%), sampel dua E70 (etanol 70% dan pertalite 30%), dan sampel tiga E80 (etanol 80% dan pertalite 20%).

4. Pengujian

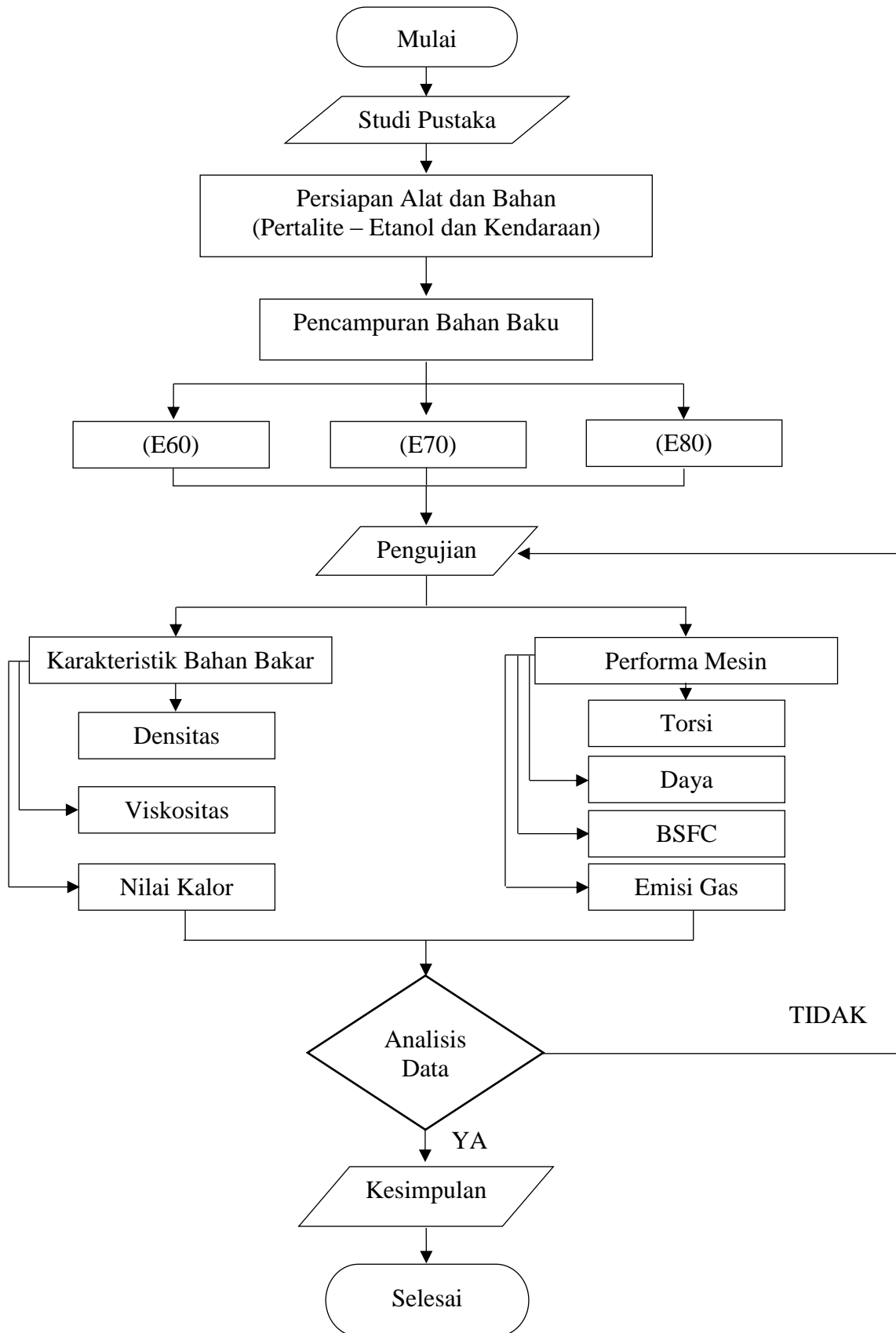
Dalam tahapan ini penulis melakukan pengujian baik dari sifat fisik E60, E70 dan E80 serta performa motor bensin berbahan bakar pertalite dan etanol pada mesin Honda Beat Fi 110cc seperti: Torsi, Daya, Konsumsi bahan bakar, dan Emisi gas buang.

5. Analisis Data

Analisis data diperlukan guna mengetahui apakah penelitian yang telah dilakukan dapat diterima atau tidak sesuai dengan kajian literatur yang telah dipaparkan sebelumnya.

6. Kesimpulan

Menyimpulkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dilihat dari segi parameter kinerja motor Otto dengan menggunakan campuran etanol dengan bensin pertalite lalu membandingkannya dengan parameter kinerja motor Otto yang menggunakan bensin murni. Maka dapat ditarik kesimpulan apakah kinerja mesin Otto dengan menggunakan campuran etanol dengan pertalite lebih baik dibandingkan dengan mesin Otto yang menggunakan bensin murni yaitu pertalite.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.5 Prosedur Pengujian

Setelah *engine* dan alat ukur terpasang secara baik dan benar tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengujian sebagai berikut:

1. *Engine* dihidupkan.
2. Menghidupkan *blower* untuk mendinginkan *engine* guna menghindari terjadinya *over heat*.
3. *Engine* dipanaskan pada kondisi *idle* untuk mencapai kondisi operasional dari *engine* selama 5-10 menit.
4. Mencatat temperatur dan kelembapan udara lingkungan.
5. Menaikkan putaran *engine* sampai kondisi *half open throttle* tercapai.
6. Pembebanan dilakukan dengan mengatur bukaan *throttle* secara perlahan-lahan hingga dicapai putaran kerja 2000 rpm, kemudian mencatat pembacaan alat ukur: daya (HP), torsi (LbFt), temperatur ($^{\circ}\text{C}$), serta waktu (detik) untuk mengkonsumsi 200 ml bahan bakar.
7. Ulangi langkah ke – 6 dengan terlebih dahulu menaikkan putaran kerja sebesar 2000 rpm. Langkah ini dilakukan sampai dengan putaran kerja mesin sebesar 9000 rpm. Pengujian dimulai dengan pengujian standar menggunakan bensin pertalite.
8. Setelah pengujian standar selesai, dilanjutkan dengan pengujian modifikasi menggunakan bensin ethanol dengan langkah yang sama seperti di atas (no.1 sampai dengan no.7) dan waktu pembakarannya dilakukan di 10° .

Untuk setiap akhir dari pengujian masing-masing kelompok, maka *engine* yang dipakai sebagai alat uji dimatikan dengan cara sebagai berikut:

1. Posisikan *teachpendant dyno test* pada posisi *off*.
2. Buka *throttle* dikembalikan pada kondisi *idle*.
3. Setelah kondisi *idle* tercapai, *engine* dimatikan.
4. Setelah 1-2 menit, baru blower pendingin *engine* dimatikan.

3.6 Metode Pencampuran Bahan Bakar

Etanol yang digunakan pada pengujian ini adalah etanol dengan konsentrasi tertinggi yang dapat diperoleh yakni sebesar 99%. Pencampuran etanol dengan bensin pertalite dilakukan dengan menggunakan metode *part volume blending*. Metode ini dilakukan dengan mencampur etanol dan bensin dengan volume awal yang sama. Kemudian dilakukan penambahan bensin dengan volume yang sama dengan volume campuran yang telah ada.

Sebagai contoh, untuk membuat E70 (etanol 70%, bensin 30%) sebanyak tiga liter maka dibutuhkan etanol sebanyak 2,1 L. Langkah-langkah pencampuran dilakukan sebagai berikut:

a) Sampel 1 (E60)

Bensin pertalite sebanyak 400ml dicampurkan dengan 600ml etanol. Kemudian campuran ini di *blending*. Maka diperoleh 1 liter campuran bahan bakar.

b) Sampel 2 (E70)

Bensin pertalite sebanyak 300ml dicampurkan dengan 700ml etanol. Kemudian campuran ini *blending*. Maka diperoleh 1 liter campuran bahan bakar.

c) Sampel 3 (E80)

Bensin pertalite sebanyak 200ml dicampurkan dengan 800ml etanol.

Kemudian campuran ini *blending*. Maka diperoleh 1 liter campuran bahan bakar.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Pada bab ini penulis akan memaparkan tentang proses pencampuran bahan baku yaitu pertalite dan etanol dengan konsentrasi campuran E60, E70 dan E80. Pada bab ini pula penulis memaparkan pembahasan dan analisa karakteristik etanol terhadap variasi campuran dengan bensin pertalite.

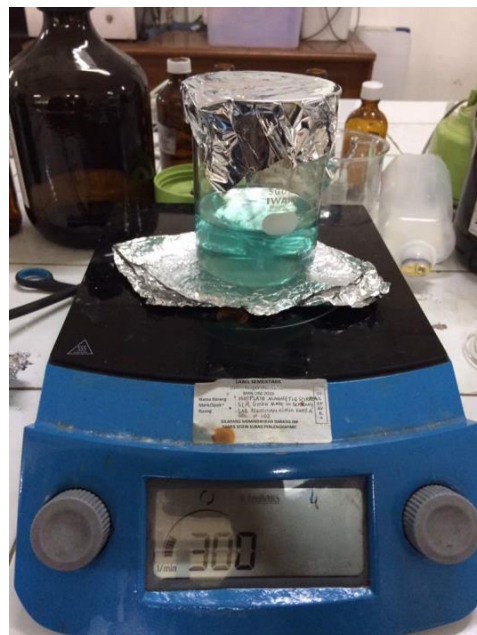
Untuk mendapatkan etanol yang direkomendasikan sebagai pencampur bahan bakar bensin bisa diperoleh di toko kimia. Etanol yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis etanol teknis dengan tingkat kemurnian 99%. Tujuan dari penulis memilih etanol dengan tingkat kemurnian 99% dikarenakan untuk meminimalisir kerusakan pada mesin motor akibat pemakaian jenis bahan bakar campuran, dengan kemurnian etanol 99% sangat kecil kadar air yang ada pada etanol tersebut, bahkan hampir tidak ada, maka dari itu penulis memilih jenis etanol tersebut.

Selain etanol bahan bakar yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu bensin jenis pertalite, pertalite merupakan bahan bakar baru yang dikeluarkan oleh Pertamina, maka dari itu peneliti ingin mengetahui lebih lanjut pemakaian pertalite sebagai pencampur etanol. Setelah bahan baku didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pencampuran yang akan diuraikan sebagai berikut:

4.1.1 *Blending*

Pencampuran dilakukan pada tiga sampel yang berbeda, sampel yang pertama dengan konsentrasi etanol 60% vol., artinya 600 ml etanol dicampurkan dengan 400 ml pertalite maka didapatkan campuran bahan bakar sebanyak 1 liter. Sampel yang kedua dengan konsentrasi etanol 70% vol., etanol 700 ml dicampurkan 300 ml pertalite, dan sampel yang ketiga dengan konsentrasi etanol 80% vol., dimana 800 ml etanol dicampurkan 200 ml pertalite. Bahan dan alat yang diperlukan untuk proses *blending* yaitu:

- Alat:
 - Gelas kimia
 - Elenmeyer
 - Biker kimia
 - *Magnetic bar*
 - *Hot plate magnetic stirrear*
- Bahan
 - Air
 - Pertalite
 - Etanol



Gambar 4.1 Proses *Blending*

Mula-mula masukan etanol dan pertalite ke dalam gelas kimia yang berbeda dengan volume 600 ml untuk etanol dan 400 ml pertalite. Kemudian etanol dan pertalite dimasukan secara bersamaan ke dalam biker kimia, setelah dimasukkan tutup biker kimia menggunakan alumunium foil agar bahan bakar tidak mudah menguap. Selanjutnya letakan biker kimia di atas *hot plate magnetic stirrear*, lalu masukkan *magnetic bar* putar tombol rpm hingga mencapai putaran 300 rpm, tunggu hingga 10 menit untuk menghasilkan campuran bahan bakar yang homogen. Tuang campuran bahan bakar ke dalam botol sampel agar tidak terkontaminasi dengan zat lainnya. Hal ini berlaku untuk sampel-sampel selanjutnya yaitu E70 dan E80 yang berbeda hanyalah perbandingan volume antara etanol dengan pertalite. Proses blending dilakukan pada suhu kamar yaitu 27°C.



Gambar 4.2 Sampel Hasil *Blending*

Sebelum melakukan pengujian peforma mesin, penulis melakukan pengujian laboratorium guna mengetahui karakteristik dari campuran bahan

bakar E60, E70 dan E80 meliputi; viskositas, densitas dan nilai kalor. Setelah dilakukan beberapa pengujian maka didapatkan data sebagai berikut:

4.1.2 Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari bahan bakar gasohol E60, E70 dan E80. Adapun bahan dan alat yang diperlukan pada pengujian densitas yaitu; piknometer, gelas kimia, pipet, *electromagnetic balance*, sampel bahan bakar siap uji. Setelah dilakukan pengujian maka didapat data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Densitas Campuran Bahan Bakar Pertalite dan Etanol

No	Sampel	Picno berisi (gram)	Picno kosong (gram)	Berat Larutan (gram)	Densitas (gram/ml)	Densitas (Kg/m ³)
1	Air	23,2389	13,6164	9,6225	0,96225	962,25
2	Pertalite	20,8318		7,2154	0,72154	721,54
3	E60	22,5060		8,8896	0,88896	888,96
4	E70	22,5878		8,9714	0,89714	897,14
5	E80	22,6523		9,0359	0,90359	903,59

*Pengujian dilakukan pada temperatur suhu ruangan 25°C

4.1.3 Viskositas

Nilai viskositas adalah salah satu parameter penting dalam uji karakteristik gasohol sebagai bahan bakar. Viskositas atau kekentalan bahan bakar erat kaitannya dengan kemampuan bahan bakar untuk mengalir menuju ke ruang bakar. Bahan bakar yang mempunyai viskositas rendah menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut akan mudah mengalir di dalam mesin dan begitu juga sebaliknya. Hasil pengujian viskositas E60, E70 dan E80 tersaji dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Uji Viskositas E60, E70 dan E80

Sampel	t1 (detik)	t2 (detik)	t3 (detik)	t rata-rata (detik)	Viskositas (cSt)
Pertalite	2.15.32	2.14.87	2.15.51	135	0,95
E60	2.42.89	2.41.86	2.40.90	161	1,13
E70	2.45.31	2.46.29	2.44.80	165	1,15
E80	2.49.33	2.50.09	2.51.03	170	1,19

*Pengujian dilakukan pada temperatur suhu ruangan 25°C

4.1.4 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar. Semakin tinggi berat jenis bahan bakar, maka semakin tinggi nilai kalor yang diperolehnya.³⁰ Pengujian kandungan nilai kalor pada campuran pertalite dan etanol sangat penting untuk menentukan kualitas bahan bakar itu sendiri, semakin tinggi kandungan nilai kalor yang terdapat pada suatu bahan bakar maka semakin baik pula mutu bahan bakar. Hasil pengujian nilai kalor campuran pertalite dan etanol dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

4.1.5 Torsi

Pengujian performa mesin pada motor jenis “x” dengan menggunakan empat bahan bakar yang berbeda yaitu pertalite, E60, E70 dan E80, dilakukan menggunakan metode uji *dynamometer* sasis. Temperatur ruang tercatat 28°C sampai 29°C. Dibawah ini merupakan data rata-rata selama tiga kali pengujian, sebagai berikut:

³⁰Koesoemadinata, R.P., *Geologi Minyak dan Gas Bumi* (Bandung: ITB, 1980) hal. 23

Tabel 4.3 Torsi Rata-rata Mesin Honda Beat Fi 110cc

Engine Speed (RPM)	Torsi (lbs - ft)			
	Pertalite	E60	E70	E80
2000	4.2	3.9	4.1	4.0
2200	4.2	3.9	4.1	4.0
2400	4.2	4.0	4.2	4.1
2600	4.3	4.1	4.3	4.2
2800	4.4	4.1	4.3	4.3
3000	4.4	4.2	4.3	4.3
3200	4.4	4.2	4.3	4.3
3400	4.3	4.2	4.3	4.3
3600	4.3	4.2	4.3	4.3
3800	4.3	4.2	4.3	4.3
4000	4.3	4.2	4.3	4.4
4200	4.3	4.1	4.3	4.3
4400	4.2	4.1	4.2	4.2
4600	4.1	4.0	4.2	4.1
4800	4.0	3.9	4.1	4.0
5000	3.9	3.8	4.0	4.0
5200	3.9	3.7	3.9	3.9
5400	3.8	3.6	3.9	3.9
5600	3.8	3.5	3.9	3.9
5800	3.8	3.5	3.9	3.9
6000	3.8	3.4	3.8	3.9
6200	3.8	3.4	3.8	3.9
6400	3.7	3.4	3.7	3.8
6600	3.6	3.3	3.6	3.7
6800	3.5	3.2	3.6	3.7
7000	3.5	3.1	3.5	3.6
7200	3.4	3.1	3.4	3.5
7400	3.3	3.0	3.3	3.5
7600	3.2	2.9	3.2	3.4
7800	3.1	2.8	3.1	3.3
8000	3.0	2.7	3.0	3.2
8200	2.9	2.7	3.0	3.1
8400	2.8	2.6	2.9	3.0
8600	2.7	2.5	2.7	2.8
8800	2.6	2.4	2.6	2.7
9000	2.4	2.3	2.5	2.5

4.1.6 Daya

Selain torsi yang didapatkan pada pengujian *dynamometer* ini, daya pada motor juga didapatkan dengan tiga kali pengujian, nilai rata-rata dalam tiga kali pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Daya Rata-rata Mesin Honda Beat Fi 110cc

Engine Speed (RPM)	Daya (HP)			
	Pertalite	E60	E70	E80
2000	3.724	3.331	3.609	3.568
2200	3.956	3.559	3.869	3.811
2400	4.172	3.728	4.077	4.017
2600	4.256	3.827	4.209	4.128
2800	4.328	3.871	4.308	4.234
3000	4.394	3.955	4.406	4.311
3200	4.460	4.021	4.496	4.399
3400	4.526	4.111	4.581	4.501
3600	4.589	4.183	4.642	4.584
3800	4.631	4.249	4.665	4.617
4000	4.630	4.291	4.647	4.619
4200	4.602	4.298	4.606	4.593
4400	4.557	4.281	4.564	4.559
4600	4.517	4.252	4.520	4.528
4800	4.469	4.196	4.485	4.492
5000	4.440	4.129	4.470	4.473
5200	4.454	4.078	4.499	4.500
5400	4.529	4.073	4.562	4.578
5600	4.633	4.105	4.644	4.674
5800	4.742	4.173	4.726	4.784
6000	4.827	4.259	4.807	4.887
6200	4.882	4.337	4.867	4.961
6400	4.900	4.376	4.881	4.986
6600	4.886	4.379	4.858	4.991
6800	4.857	4.353	4.824	4.997
7000	4.838	4.322	4.799	5.018
7200	4.818	4.286	4.770	5.044
7400	4.796	4.259	4.755	5.061
7600	4.766	4.239	4.755	5.077

7800	4.740	4.233	4.767	5.076
8000	4.713	4.226	4.760	5.040
8200	4.674	4.211	4.720	4.966
8400	4.591	4.166	4.643	4.871
8600	4.466	4.090	4.537	4.745
8800	4.311	3.976	4.395	4.585
9000	4.114	3.846	4.216	4.383

4.1.7 Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)

Berikut ini ditampilkan hasil perhitungan *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.5 Tabel hasil perhitungan BSFC bahan bakar (E60, E70 dan E80) pada motor jenis "X"

Bahan Bakar	Waktu	Bahan Bakar Masuk (Liter/Jam)		Rata-rata	Putaran Mesin	Daya terukur (HP)	BSFC	
	(Detik / 200 ml)				Rpm		Kg/hp.jam (Liter/hp.jam)	
Pertalite	19	Test 1	6,06	5,99	2000	3,724	1,60	
					3000	4,394	1,36	
					4000	4,630	1,29	
		Test 2	6,00		5000	4,440	1,34	
					6000	4,827	1,24	
					7000	4,838	1,24	
Test 3	5,91	8000	4,713	1,27				
		E60	19	Test 1	5,43	2000	3,331	1,63
						3000	3,955	1,37
4000	3,348					1,32		
Test 2	5,11			5000		3,864	1,37	
				6000		4,072	1,33	
				7000		4,236	1,31	
Test 3	5,49	8000	4,379	1,34				
		E70	19	Test 1	5,14	2000	3,609	1,42
						3000	4,406	1,16
4000	4,687					1,09		
Test 2	5,30			5000		4,470	1,14	
				6000		4,807	1,07	
				7000		4,799	1,07	
Test 3	5,00	8000	4,760	1,07				

E80	19	Test 1	4,92	4,85	2000	3,568	1,36
					3000	4,311	1,12
					4000	4,619	1,05
		Test 2	4,77		5000	4,473	1,08
					6000	4,887	0,99
					7000	5,018	0,96
		Test 3	4,88		8000	5,040	0,96

4.1.8 Emisi Gas Buang

Untuk mengetahui kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh motor menggunakan bahan bakar E60, E70, E80 dan Pertalite, maka digunakan alat yang dinamakan gas analyzer yang dimiliki oleh Laboratorium Jurusan Teknik Mesin UNJ. Kadar emisi gas buang yang dapat terukur adalah CO, HC, CO₂, O₂, dan NO_x. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan nilai rata-rata pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Emisi Gas Buang Motor Beat Fi 110cc

Karakteristik	Bahan Bakar			
	Pertalite	E60	E70	E80
CO (gr/km)	0,025	0,015	0,015	0,002
HC (gr/km)	0,376	0,0215	0,018	0,00
CO ₂ (gr/km)	0,04	0,049	0,047	0,046
O ₂ (gr/km)	0,022	0,0218	0,0215	0,0214
NO _x (gr/km)	0,00	0,00	0,00	0,00

4.2 Analisis Data Hasil Pengujian

4.2.1 Analisa Data Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar

Setelah melakukan uji karakteristik dari campuran pertalite dan etanol, maka selanjutnya adalah membandingkan hasil pengujian dengan standar dan mutu bahan bakar minyak jenis minyak bakar yang dipasarkan di dalam negeri. Hal ini tertuang di dalam Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi

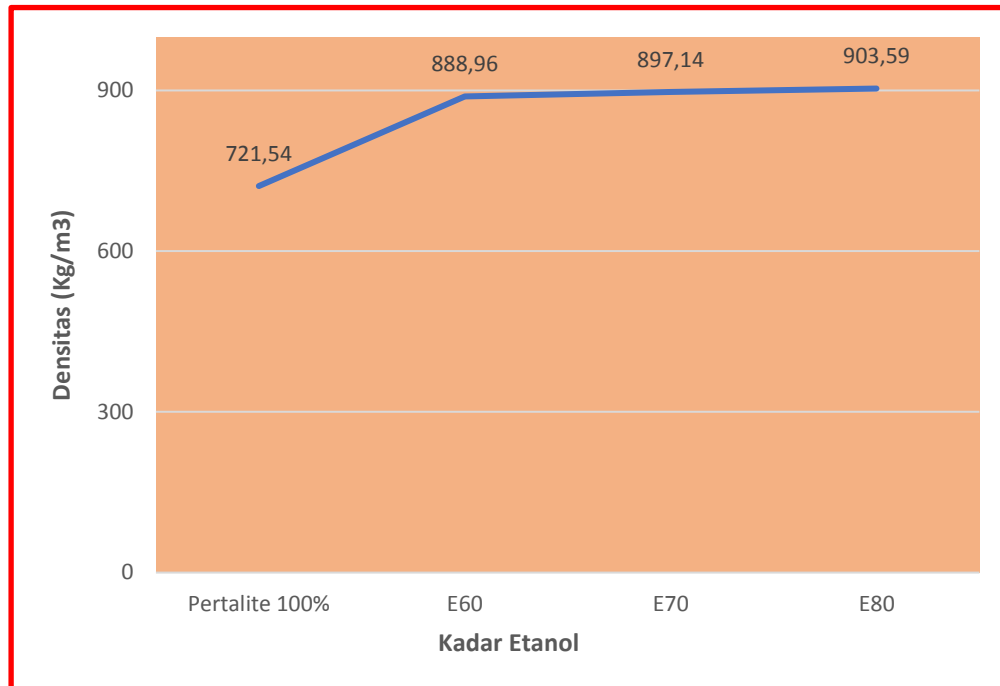
Nomor 14496 K/14/DJM/2008. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.7 Perbandingan Karakteristik Bensin Standar Dengan Bensin Yang Sudah Dicampur dengan Etanol

Karakteristik		Standar			Campuran Pertalite dan Etanol		
		Bensin	Pertalite	Etanol	E60	E70	E80
Densitas (Kg/m ³)		991 (maks)	721,54	789,30	888,96	897,14	903,59
Viskositas (cSt)		1,8 (maks)	0,95	1,2	1,13	1,15	1,19
Nilai Kalor LHV (min)	(MJ/Kg)	41,87	43,27	20,12	24,58	23,01	22,51
	BTU/lb	18000,8	18602,7	8650,0	10570,6	9891,4	9677,1

1. Densitas

Setelah membandingkan dengan parameter utama penelitian ini yaitu berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Nomor 14496 K/14/DJM/2008 tentang standar dan mutu bahan bakar minyak jenis minyak bakar yang dipasarkan di dalam negeri, dinyatakan bahwa nilai densitas yang diperbolehkan adalah maksimum 991 Kg/m³, dari nilai tersebut maka dapat dilihat hasil pengujian densitas pada sampel dengan campuran pertalite dan etanol dengan dengan kadar kosentrasi campuran etanol 60% vol., 70% vol., dan 80% vol., nilai densitasnya tidak melebihi ambang batas maksimum, yang artinya telah memenuhi standar minyak bakar. Namun dari ketiga bahan bakar tersebut yang mendekati sifat fisik dari pertalite adalah bahan bakar E60. Sehingga E60 dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan motor tanpa modifikasi khusus.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Densitas Bahan Bakar

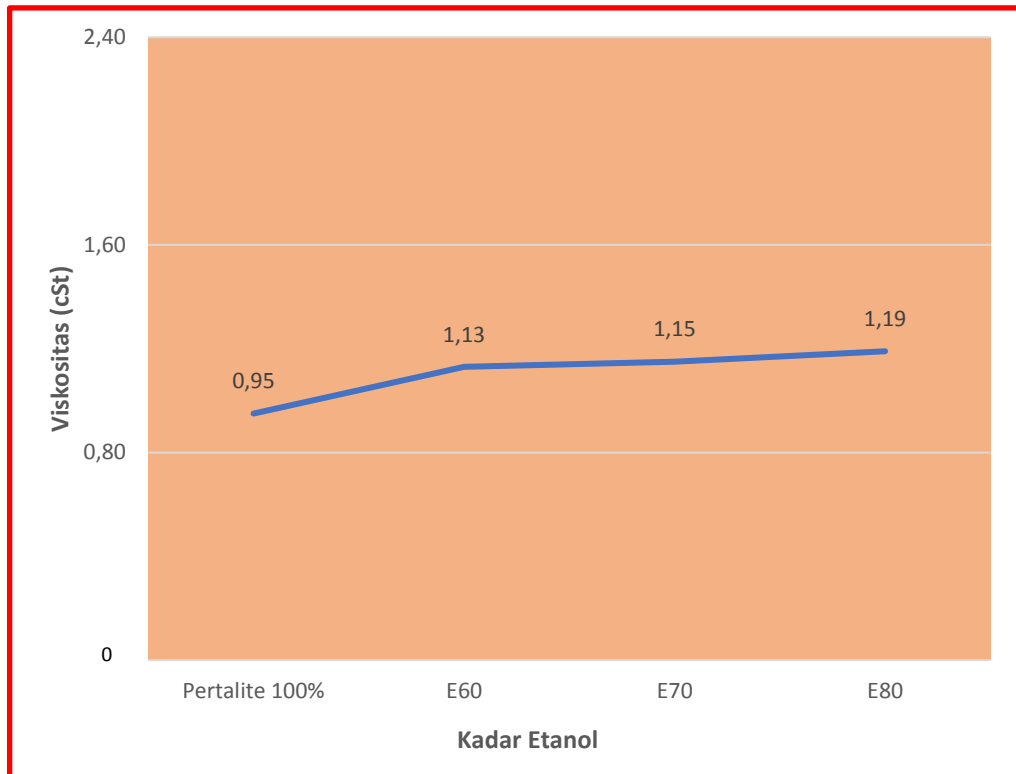
Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.3, didapatkan berturut-turut densitas tertinggi pada bahan bakar dengan konsentrasi campuran etanol 80% vol., sebesar 903,59 Kg/m³, kemudian bahan bakar dengan konsentrasi etanol 70% vol., sebesar 897,14 Kg/m³, densitas bahan bakar yang paling rendah didapat pada konsentrasi etanol 60% vol., yaitu sebesar 888,96 Kg/m³ dan pertalite 100% sebagai data pembanding mempunyai densitas sebesar 721,54 Kg/m³.

Densitas bahan bakar mengalami kenaikan seiring dengan banyaknya jumlah kosentersasi etanol yang dicampurkan dengan pertalite, hal ini sesuai dengan referensi yang didapat bahwa semakin banyak jumlah volume etanol yang dicampurkan dengan bahan bakar bensin maka densitas yang didapat akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Hal ini akan berpengaruh terhadap penyalan bahan bakar dimana semakin tinggi densitas bahan bakar maka

bahan bakar akan semakin sulit terbakar dikarenakan nilai kalornya semakin rendah.

2. Viskositas

Pada nilai viskositas, jika dibandingkan dengan parameter utama penelitian ini yaitu berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Nomor 14496 K/14/DJM/2008 tentang standar dan mutu bahan bakar minyak jenis minyak bakar yang dipasarkan di dalam negeri, dinyatakan bahwa nilai maksimum viskositas yang diperbolehkan adalah 1,8 cSt, hal ini menunjukkan bahwa ketiga sampel tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, sehingga untuk nilai viskositas telah memenuhi standar minyak bakar yang telah ditetapkan Pemerintah. Namun dari ketiga bahan bakar tersebut yang mendekati sifat fisik dari pertalite adalah bahan bakar E60. Sehingga E60 dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan motor tanpa modifikasi khusus.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Viskositas Bahan Bakar

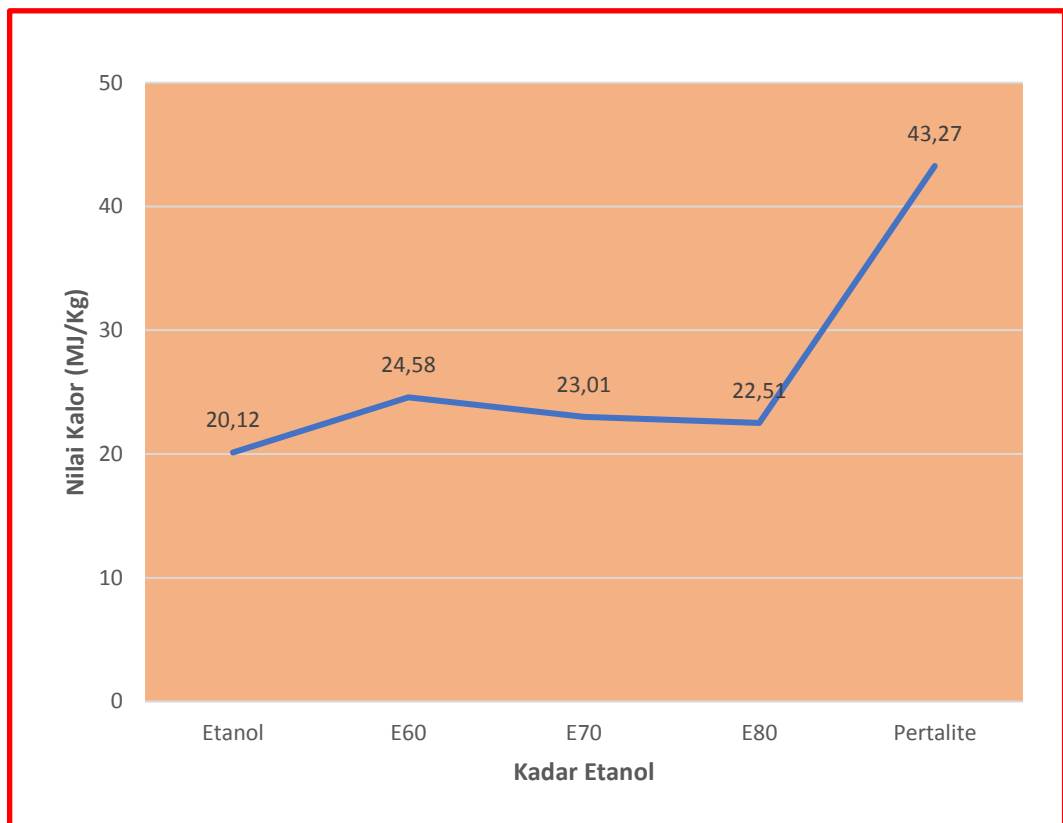
Berdasarkan data hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, didapatkan berturut-turut viskositas terendah terdapat pada campuran bahan bakar dengan konsentrasi etanol sebanyak 60% vol., yaitu 1,13 cSt, kemudian campuran bahan bakar dengan kadar konsentrasi etanol 70% vol., sebesar 1,15 cSt, dan campuran bahan bakar yang memiliki nilai viskositas tertinggi adalah campuran bahan bakar dengan konsentrasi etanol 80% vol., yaitu sebesar 1,19 cSt. Sedangkan untuk bahan bakar jenis pertalite 100% sebagai data pembandingan memiliki viskositas sebesar 0,95cSt.

Hal ini serupa dengan nilai densitas, nilai viskositas juga mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar etanol pada bahan bakar murni. Hal ini disebabkan oleh viskositas dipengaruhi oleh densitas suatu zat, semakin rendah nilai densitas suatu zat, maka semakin rendah pula nilai viskositasnya,

begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi nilai viskositas maka pengabutan bahan bakar di injector akan semakin sulit sehingga bahan bakar tidak terbakar sempurna.

3. Nilai Kalor

Ketentuan untuk nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar diatur pada Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Nomor 14496 K/14/DJM/2008 yaitu dengan nilai 41,87 MJ/Kg. Hasil yang didapat pada pengujian untuk semua sampel menunjukkan bahwa nilai kalor yang diperoleh dibawah angka minimal standarisasi. Hal ini dikarenakan sifat yang dimiliki etanol itu sendiri yaitu nilai LHV dan HHV etanol lebih rendah dibandingkan pertalite.



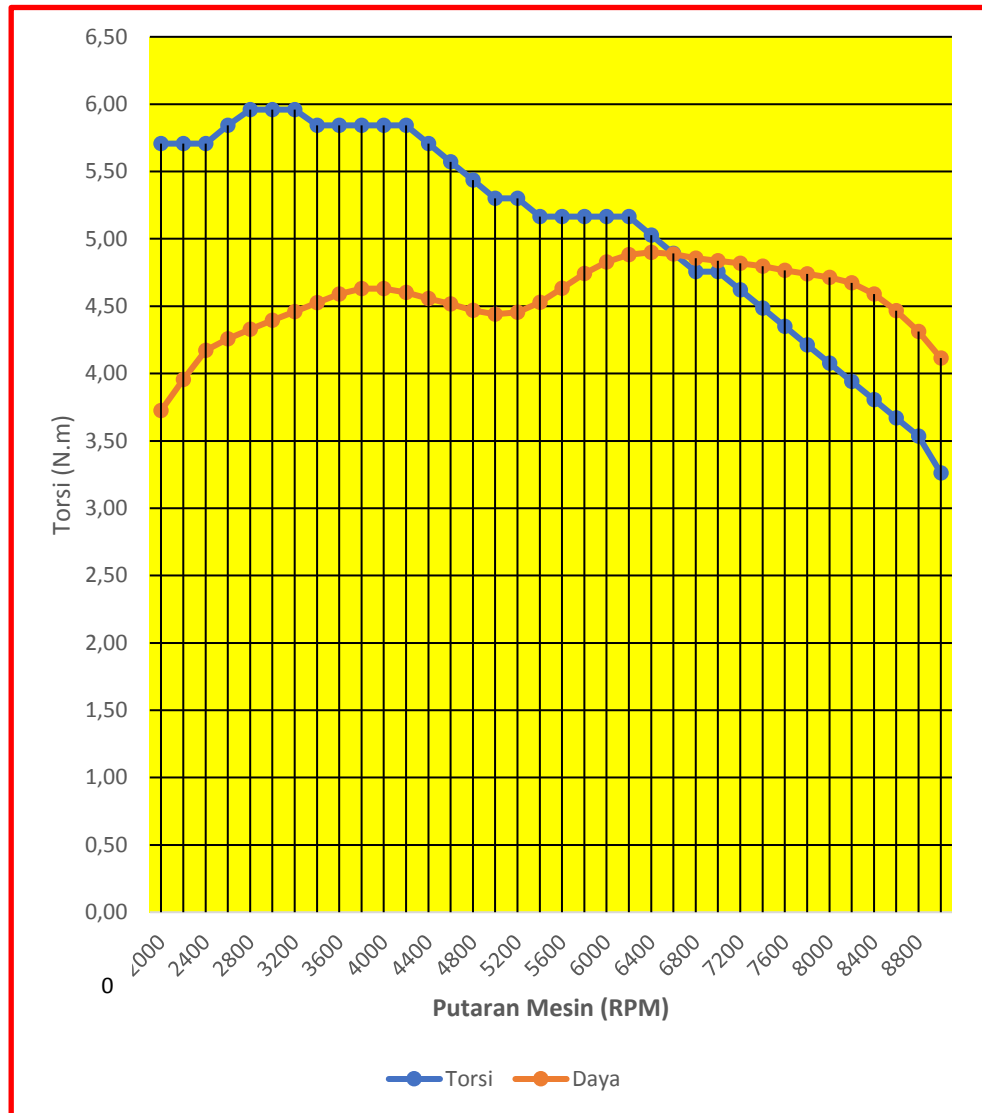
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Kadar Etanol Terhadap Nilai Kalor Bahan Bakar

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.5 didapatkan berturut-turut nilai kalor tertinggi terdapat pada campuran pertalite dan etanol dengan kadar konsentrasi campuran etanol 60%vol., sebesar 24,58 MJ/Kg, kemudian campuran pertalite dan etanol dengan kadar konsentrasi campuran etanol 70%vol., sebesar 23,01 MJ/Kg, dan nilai kalor terendah terdapat pada sampel E80 dengan kadar konsentrasi campuran etanol 80%vol., dengan nilai 22,51 MJ/Kg. Nilai kalor berbanding terbalik dengan *density*. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya. Hal ini disebabkan dari sifat etanol itu sendiri, yaitu etanol memiliki nilai LHV dan HHV lebih kecil dibandingkan dengan nilai LHV dan HHV dari pertalite.

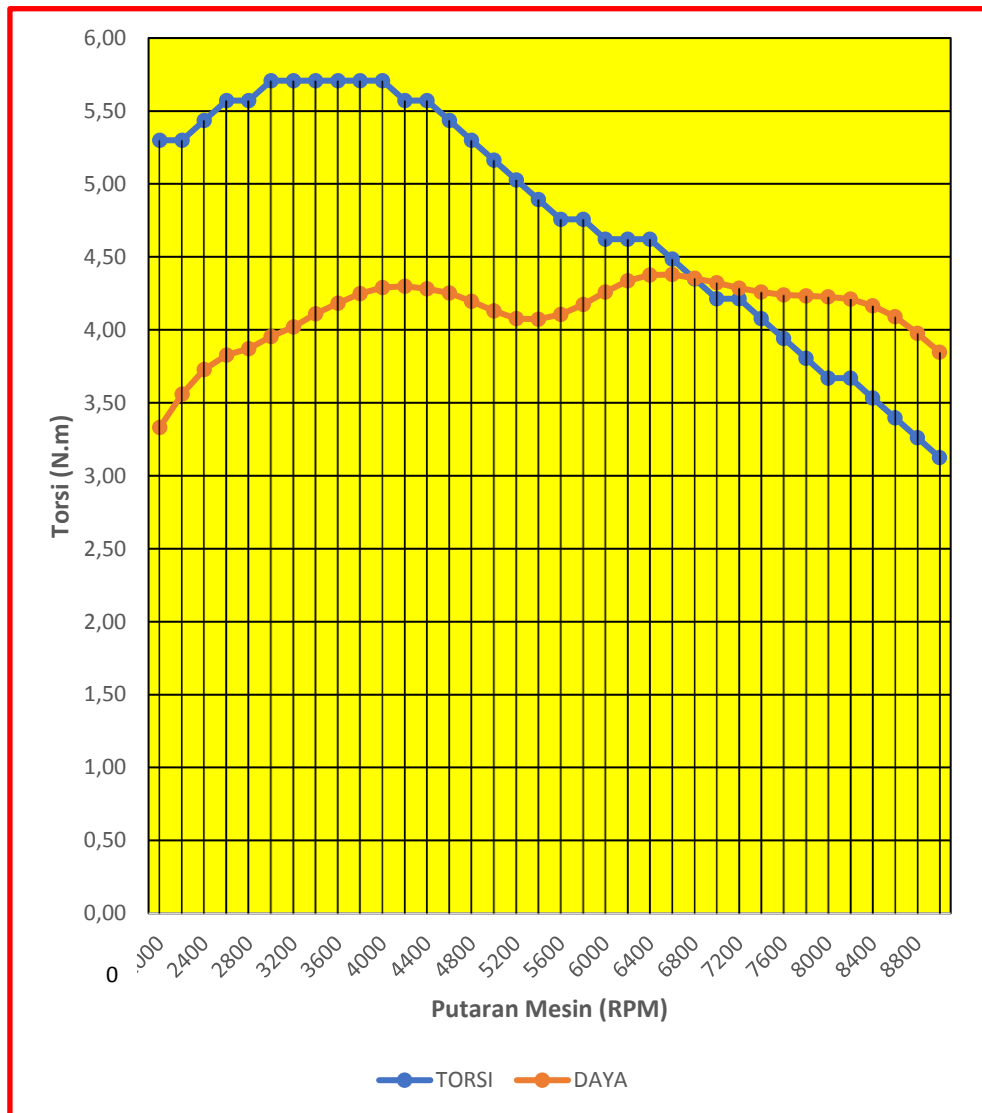
4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Peforma Mesin

4.2.2.1 Analisis Torsi

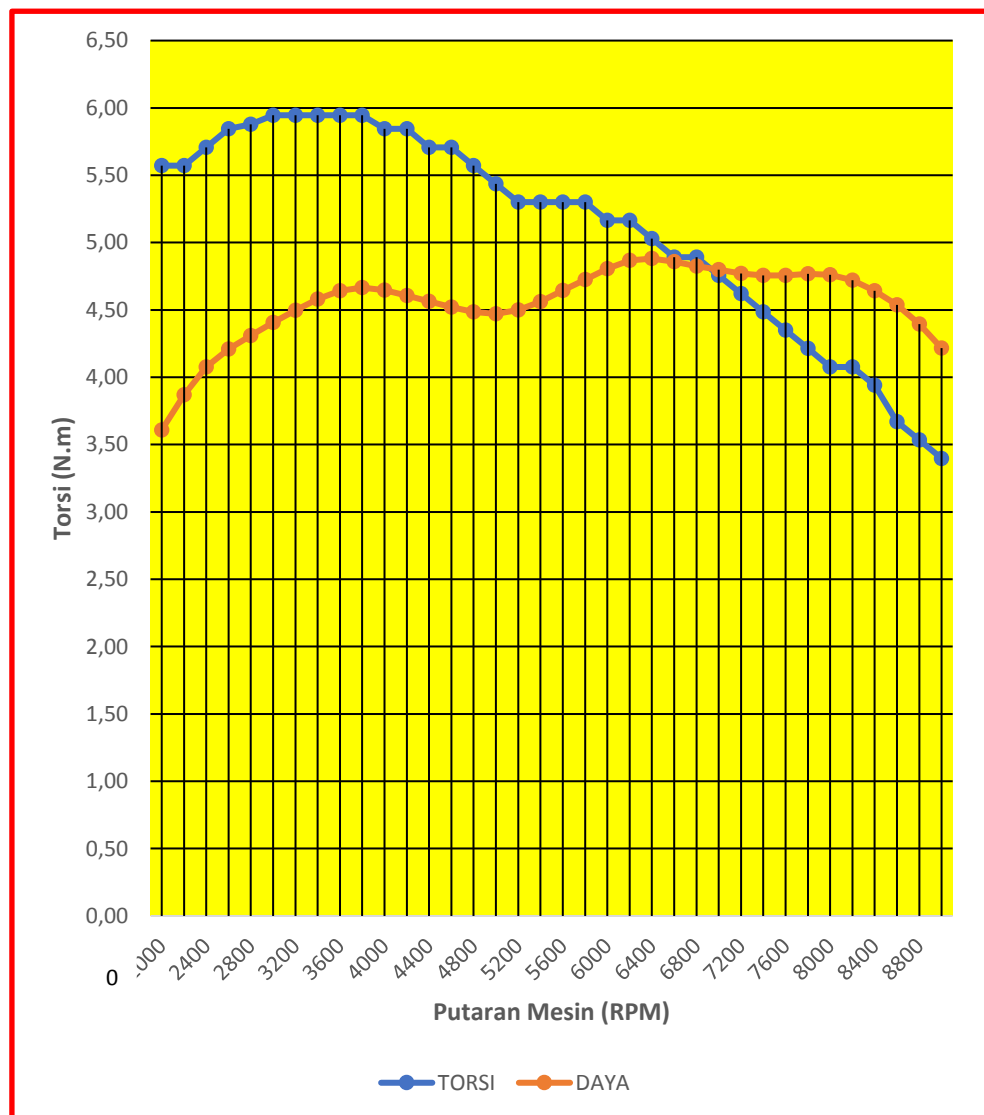
Data dari hasil pengujian untuk besarnya torsi menggunakan empat bahan bakar yang berbeda yaitu Pertalite, E60, E70 dan E80, maka didapatkan grafik torsi dan daya – *engine speed* sebagai berikut:



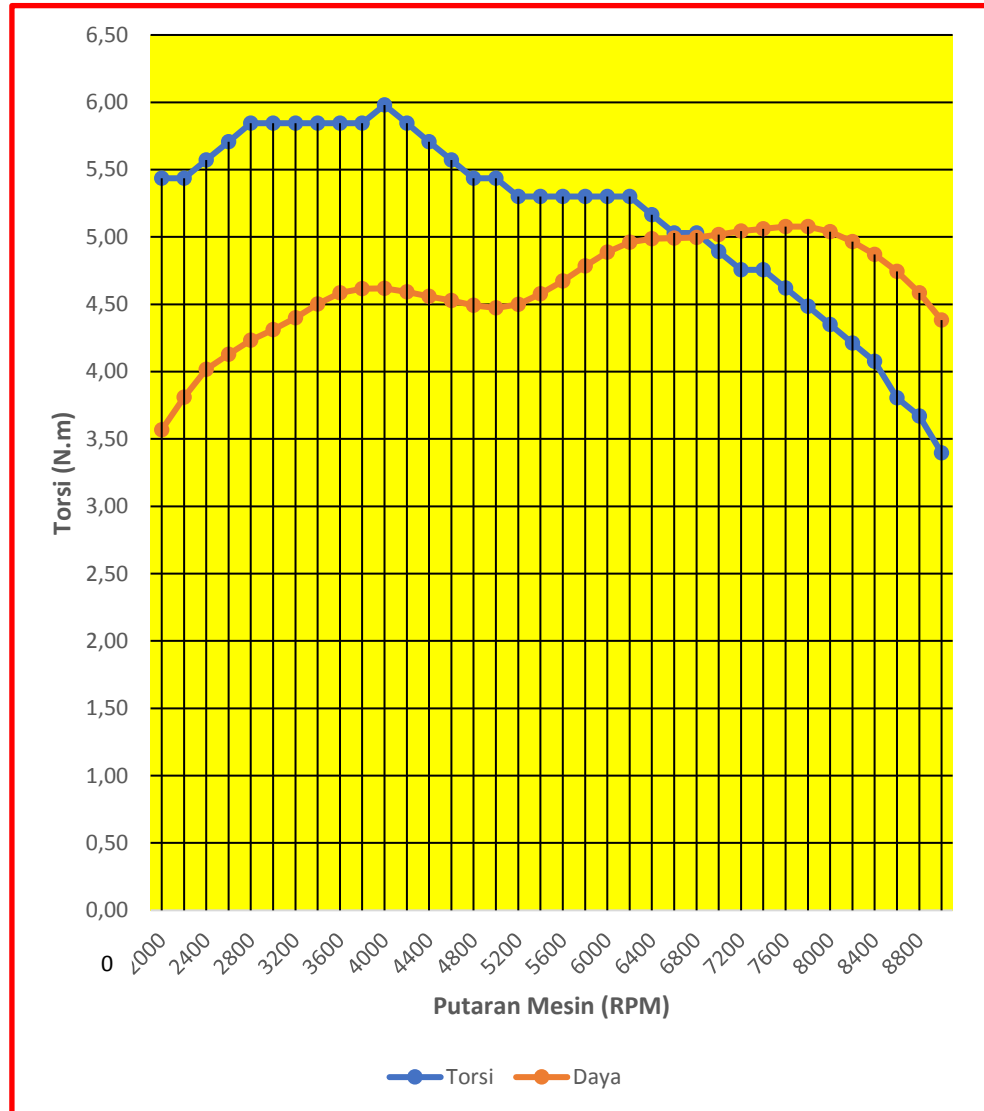
Gambar 4.6 Grafik Torsi & Daya Mesin Menggunakan Bahan Bakar Pertalite



Gambar 4.7 Grafik Torsi & Daya Mesin Menggunakan Bahan Bakar E60



Gambar 4.8 Grafik Torsi & Daya Mesin Menggunakan Bahan Bakar E70

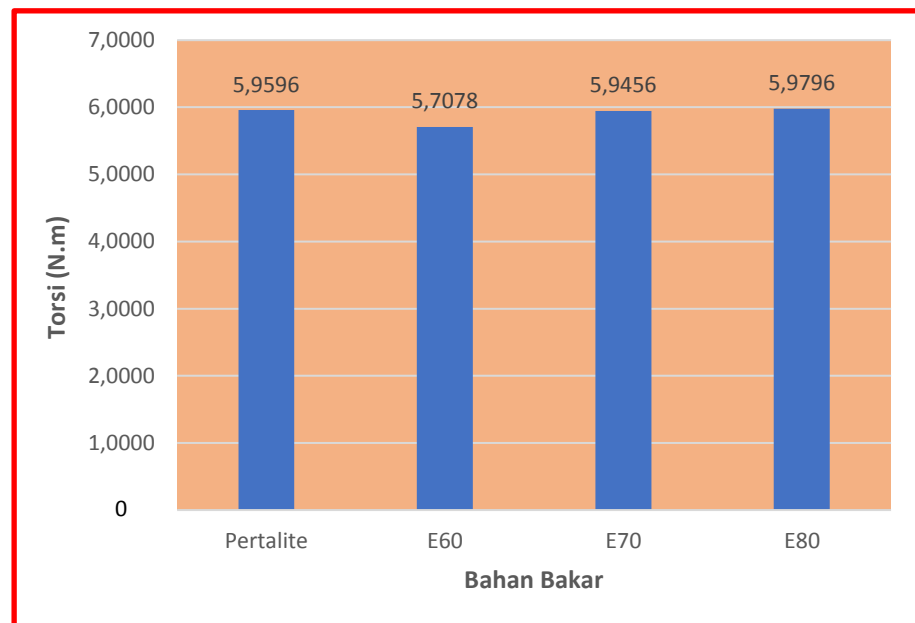


Gambar 4.9 Grafik Torsi & Daya Mesin Menggunakan Bahan Bakar E80

Berdasarkan grafik yang tertera pada gambar 4.6 sampai dengan gambar 4.9 dapat dijelaskan bahwa torsi mesin mengalami penurunan dari 4000 RPM sampai 9000 RPM untuk masing-masing bahan bakar. Kemudian untuk rata-rata nilai torsi bahan bakar E80 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar E70 dan pertalite. Namun nilai rata-rata bahan bakar E70 menyerupai nilai rata-rata yang dimiliki oleh pertalite jika dilihat dari grafiknya, dan lebih tinggi jika dibandingkan

dengan nilai rata-rata dari bahan bakar E60. Turunnya torsi ketika menggunakan keempat bahan bakar tersebut diakibatkan oleh perubahan *timing ignition*.

Berdasarkan gambar 4.6 sampai dengan 4.9 didapatkan torsi maksimum dari masing-masing bahan bakar. Torsi maksimum dari ketiga bahan bakar dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4.10 Torsi Maksimum Berbagai Bahan Bakar Hasil Uji Dynamometer

Berdasarkan gambar 4.10 grafik tersebut menggambarkan bahwa pada *engine speed* yang sama yaitu 4000 RPM, bahan bakar E80 mencapai torsi maksimum sebesar 5,9796 N.m, kemudian untuk bahan bakar E70 torsi maksimum yang didapat sebesar 5,9456 N.m, selanjutnya untuk bahan bakar E60 torsi maksimum yang diperoleh sebesar 5,7078 N.m, dan untuk bahan bakar pertalite torsi maksimum yang diperoleh sebesar 5,9596 N.m. Sehingga jika diurutkan dari torsi yang tertinggi hingga terendah adalah sebagai berikut:

E80 > Pertalite > E70 > E60

Tampak bahwa rata-rata torsi maksimum untuk bahan bakar campuran lebih besar dari pada bensin murni. Hal ini disebabkan nilai oktan untuk bahan bakar campuran lebih besar dibandingkan bensin murni.

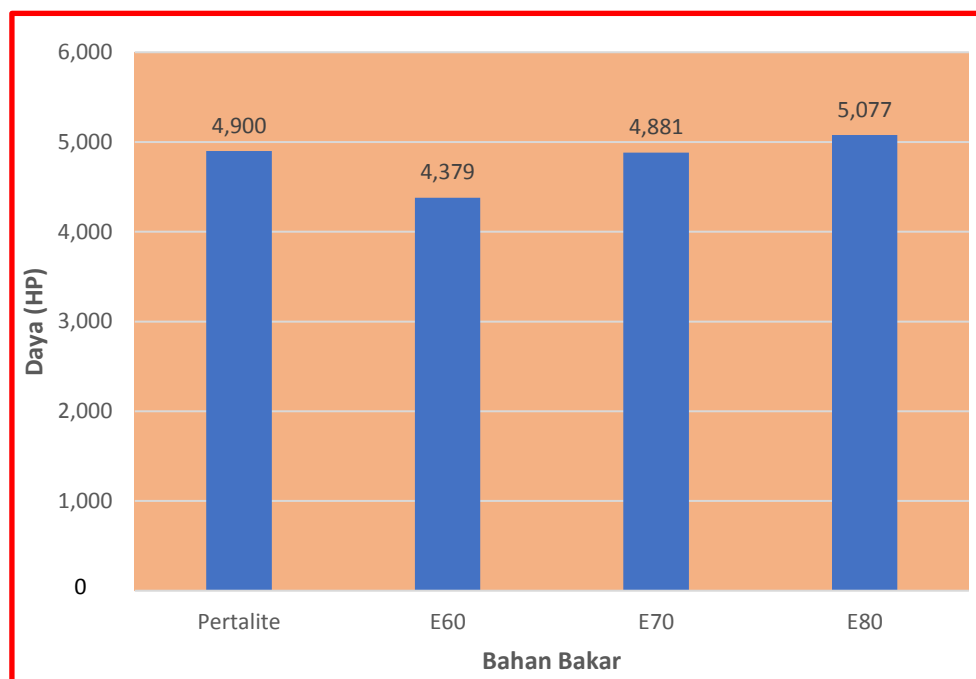
4.2.2.2 Analisis Daya

Seperti yang terlihat pada gambar 4.6 sampai dengan gambar 4.9 bahwa grafik daya terhadap putaran mesin untuk bahan bakar E70 dan E80 mengalami kenaikan mulai di 2000 RPM sampai 6600 RPM. Selanjutnya untuk bahan bakar E60 daya mesin meningkat mulai dari 2000 RPM sampai mencapai daya maksimum pada 6600 RPM sebelum daya mesin menurun meskipun putaran mesin meningkat.

Berdasarkan persamaan 2.1, daya berbanding terbalik dengan torsinya untuk RPM yang sama. Kemudian bagaimana dengan perubahan daya dari RPM rendah ke RPM tinggi pada tiap bahan bakar? Masing-masing bahan bakar memiliki penurunan daya setelah 7800 RPM untuk E70 dan E80. Untuk bahan bakar E60 daya menurun setelah 6600 RPM, sehingga dapat dikatakan daya tidak selalu naik ketika RPM – nya naik. Dari putaran 2000 RPM – 7800 RPM, sebaliknya, mesin mengalami peningkatan daya padahal torsinya justru selalu turun sampai RPM tertingginya. Mengapa demikian? Jika dikaitkan dengan persamaan diatas ketika putaran mesin pada 2000 – 4000 RPM penurunan torsi belum terlalu besar jika dibandingkan dengan peningkatan putaran mesin

yang dialaminya, sehingga untuk setiap kenaikan RPM juga mampu meningkatkan kenaikan daya. Namun setelah 4400 RPM penurunan torsi menjadi terlalu besar jika dibandingkan dengan kenaikan RPM – nya, sehingga daya mesin tidak mengalami peningkatan.

Berdasarkan gambar 4.6 sampai dengan 4.9 didapatkan daya maksimum dari masing-masing bahan bakar. Daya maksimum dari ketiga bahan bakar dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4.11 Daya Maksimum Berbagai Bahan Bakar Hasil Uji Dynamometer

Berdasarkan gambar 4.11 grafik tersebut menggambarkan bahwa pada *engine speed* 2000 - 9000 RPM, bahan bakar E80 mencapai rata-rata daya maksimum sebesar 5,077 HP, kemudian untuk bahan bakar E70 rata-rata daya maksimum yang didapat sebesar 4,881 HP, selanjutnya untuk bahan bakar Pertalite rata-rata daya maksimum yang diperoleh sebesar 4,900 HP, dan untuk bahan bakar E60 rata-rata daya maksimum

yang diperoleh sebesar 4,379 HP. Sehingga jika diurutkan dari torsi yang tertinggi hingga terendah adalah sebagai berikut:

E80 > Pertalite > E70 > E60

Tampak bahwa rata-rata daya maksimum untuk bahan bakar E80 lebih besar dari pada bensin murni. Hal ini disebabkan angka oktan untuk bahan bakar E80 lebih besar dibandingkan bensin murni. Hal ini ditandai juga dengan hasil emisi gas buang menggunakan bahan bakar E80, kadar HC pada kendaraan tersebut adalah 0,00 gr/km atau dapat diartikan bahwa bahan bakar terbakar secara sempurna di dalam ruang bakar sehingga tidak ada bahan bakar yang tersisa.

4.2.2.3 Analisa Emisi Gas Buang

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan hasil dari emisi gas buang kendaraan menggunakan alat gas analyzer, selanjutnya adalah membandingkan hasil uji dengan standar emisi gas buang yang telah ditetapkan oleh Pemerintah.

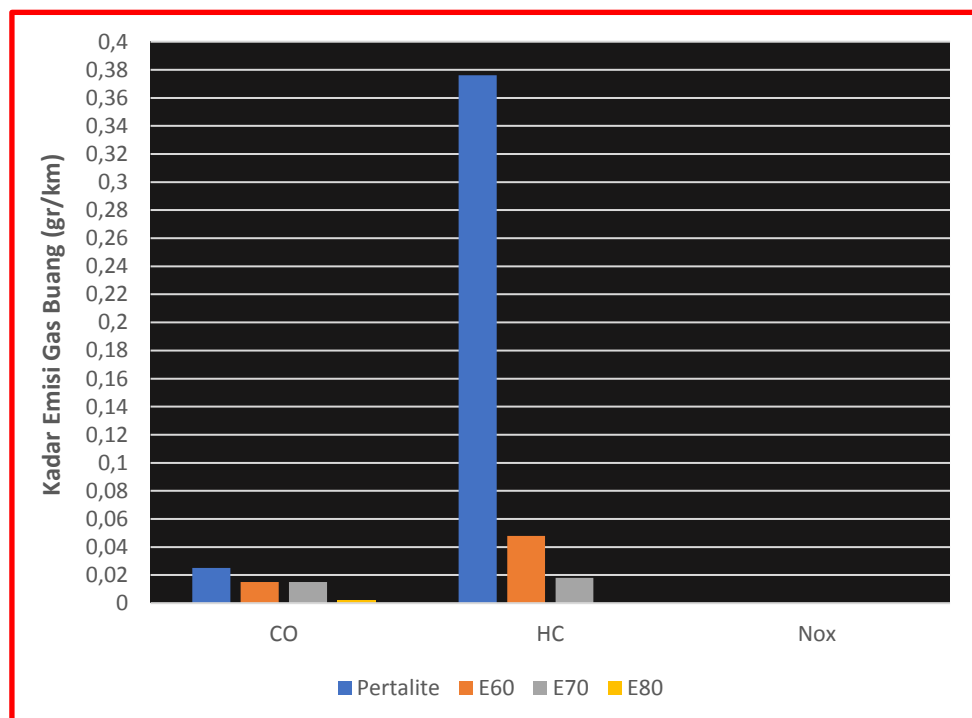
Peneliti menggunakan standar emisi gas buang yang baru saja ditetapkan oleh Pemerintah yaitu EURO 4, yang tercantum dalam PERMEN LHK No.P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2017 yang baru akan diterapkan dalam 18 bulan kedepan atau tepatnya pada September 2018. Adapun perbandingannya dapat di lihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Perbandingan Karakteristik Emisi Gas Buang Bensin Standar Dengan Bensin Dicampur Etanol

Karakteristik	Standar	Bahan Bakar			
	Bensin	Pertalite	E60	E70	E80
CO	1,0 gr/km	0,025	0,015	0,015	0,002
HC	0,1 gr/km	0,376	0,048	0,018	0,00
NOx	0,08 gr/km	0,00	0,00	0,00	0,00

Berdasarkan tabel 4.8 didapatkan bahwa bahan bakar pertalite dengan campuran etanol 80% vol., atau E80 menghasilkan emisi gas buang yang mendekati standar EURO 4 yang ditetapkan oleh Pemerintah. Hal ini disebabkan oleh sifat dari kandungan etanol yang terdapat pada campuran bahan bakar tersebut, dimana etanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan bahan bakar lainnya.

Dari data tersebut maka dapat dibuat grafik-nya sebagai berikut:

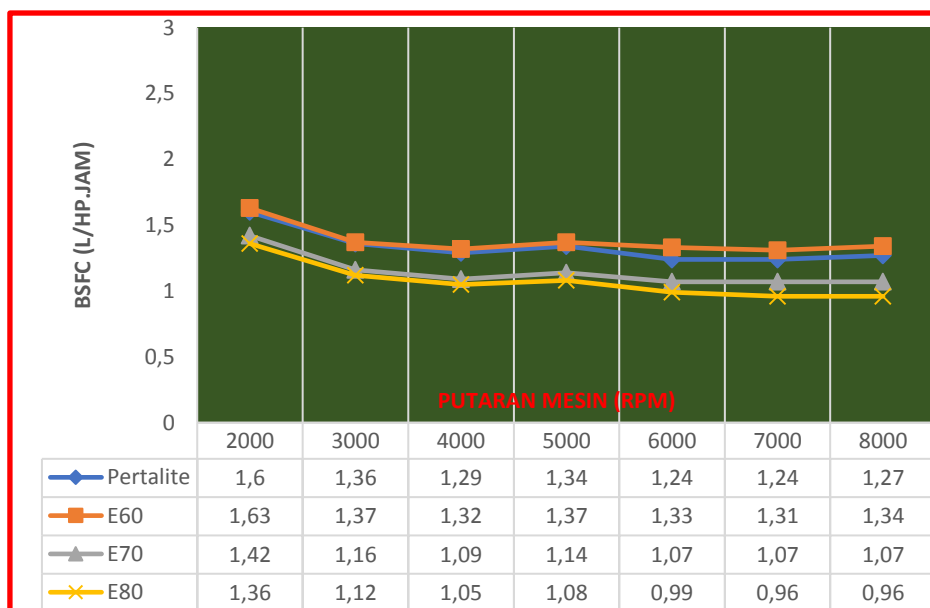


Gambar 4.12 Emisi Gas Buang

Berdasarkan grafik di atas nilai rata-rata dari bahan bakar E80 cenderung memiliki kadar emisi gas buang yang rendah dibandingkan dengan nilai rata-rata dari bahan bakar lainnya. Untuk kadar CO, E80 memiliki kadar 0,002 gr/km, nilai HC untuk E80 yaitu 0,00 kg/km. Untuk kadar HC pada bahan bakar E80 menandakan bahwa bahan bakar terbakar secara sempurna sehingga tidak terdapat sisa bahan bakar yang terdeteksi sebagai HC pada uji emisi gas buang, hal ini juga yang menyebabkan daya pada mesin menggunakan bahan bakar E80 lebih tinggi dibandingkan bahan bakar pertalite maupun E60 dan E70.

4.2.2.4 Analisis BSFC

Peforma mesin pada motor bensin yang baik dapat ditentukan dari jumlah konsumsi bahan bakar yang rendah. Pada grafik dibawah ini dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran dan perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor bensin.



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin dan Specific Fuel Consumption

Berdasarkan gambar 4.13 grafik tersebut menggambarkan bahwa BSFC bahan bakar E80 adalah paling rendah pada *engine speed* 7000 RPM, dikarenakan E80 memiliki nilai oktan lebih tinggi dibandingkan E60 dan E70 bahkan pertalite. Hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar dengan nilai oktan tinggi akan lebih tahan terhadap temperatur yang diakibatkan oleh tekanan pada ruang bakar, sehingga kecil untuk terjadinya detonasi dan menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga torsi dan daya meningkat. Oleh karena BSFC berbanding terbalik dengan daya, maka BSFC akan mengalami penurunan seiring naiknya putaran mesin.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dan pengolahan data serta analisis data yang dilakukan pada performa mesin motor jenis “X” berbahan bakar E60, E70 dan E80 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Torsi dan daya maksimum yang dihasilkan pada motor jenis “X” dengan menggunakan bahan bakar E60 sebesar 5,7078 N.m dan 4,379 HP, untuk bahan bakar E70 sebesar 5,9456 N.m dan 4,881 HP, dan untuk bahan bakar E80 sebesar 5,9796 dan 5,077 HP.
2. Konsumsi bahan bakar pada motor jenis “X” dengan menggunakan bahan bakar E60 sebesar 1,31 L/HP.Jam, untuk bahan bakar E70 sebesar 1,07 L/HP.Jam dan untuk bahan bakar E80 sebesar 0,96 L/HP.Jam pada 7000 RPM.
3. Emisi gas buang kendaraan pada motor jenis “X” dengan menggunakan bahan bakar E60 untuk konsentrasi CO sebesar 0,025 gr/km, HC sebesar 0,048 gr/km. Untuk bahan bakar E70 konsentrasi CO sebesar 0,015 gr/km, HC sebesar 0,018 gr/km, dan bahan bakar E80 memiliki konsentrasi CO sebesar 0,002 gr/km, HC sebesar 0,00 gr/km.
4. Persentase campuran bahan bakar pertalite dan etanol yang menghasilkan kinerja motor yang optimum dilihat dari performa mesin meliputi; torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang adalah bahan bakar

dengan persentase campuran bahan bakar pertalite 20%vol., dan etanol 80% vol., atau disebut bahan bakar E80.

5.2 Saran

1. Pada saat ini etanol belum diproduksi secara masal sebagai bahan bakar alternatif dikarenakan belum diterapkannya pemakaian etanol sebagai bahan bakar alternatif pada kendaraan pribadi maupun kendaraan umum, maka dari itu penulis mendorong untuk pemakaian etanol sebagai bahan bakar alternatif guna menekan ketergantungan pemakaian bahan bakar minyak yang sewaktu-waktu akan habis.
2. Diperlukan penelitian dan pengkajian lebih lanjut tentang pemakaian E80 sebagai bahan bakar alternatif pada kendaraan bermotor, yaitu tentang memvariasikan tekanan injector dan derajat pengapian, dikarenakan E80 memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari bahan bakar jenis pertalite.

DAFTAR PUSTAKA

- Estein Yazid. (2015) *Kimia Fisika untuk Mahasiswa Kesehatan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Hidayat Wahyu. (2012) *Motor Bensin Modern*. Jakarta : Rineka Cipta
- Josep, Jr., H. (2004). *Ethanol application as vehicular fuel in Brasil*. Bangkok.
- John B Heywood. (1988) *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Singapore : McGraw-Hill
- Kristanto Philip. (2015). *Motor Bakar Torak*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Lewerissa, Y. J. (2011). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Bensin Dan Etanol Terhadap Prestasi Mesin Bensin. *ARIKA*, 5:137-146.
- Mahfudz, M. M & Susila, I. W (2013). Pengaruh Berbagai Macam Campuran Antara *Ethanol Absolute* Dan Premium Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Vario 2010. *Jurnal Teknik Mesin*, 01:196-205.
- Suyanto Wardan. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta : LPTK
- TQ Education and Trainning Ltd-Product Division. (2000). *Manual Book of TD, Test Bed Instrumentation for Small Engines*, 110-115.
- Wiratmaja, I. G. (2010). Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*, 4:16-25.
- Wiratmaja, I. G. (2010). Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*, 4:145-155.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1**ALAT-ALAT PENELITIAN****VISKOMETER OSTWALD****ELENMEYER**

GELAS UKUR**GELAS KIMIA****PIPETE PUMP**

MAGNETIG STIRRER

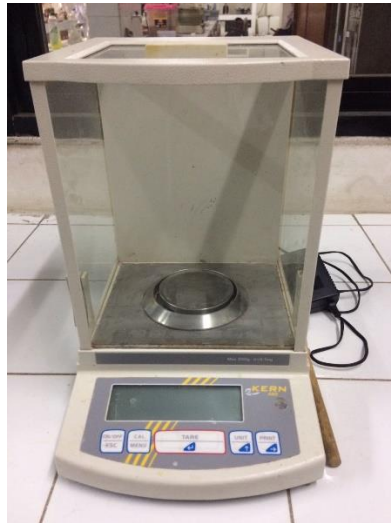


CORONG

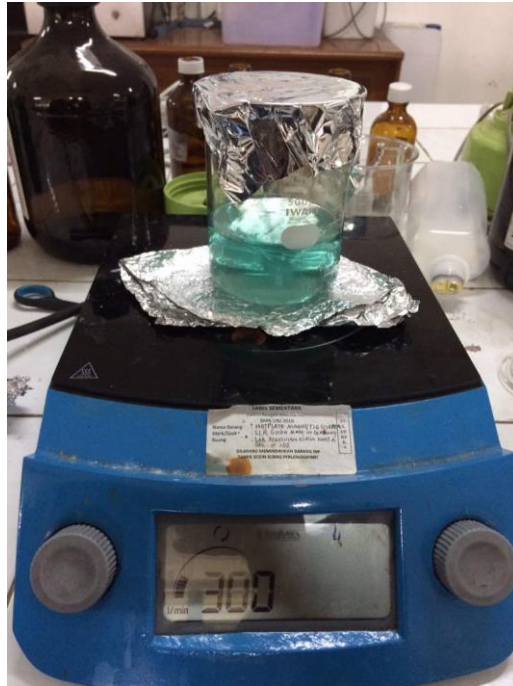


HOT PLATE MAGNETIG STIRRER



ANALYTICAL BALANCE**PIKNOMETER*****GAS ANALYZER***

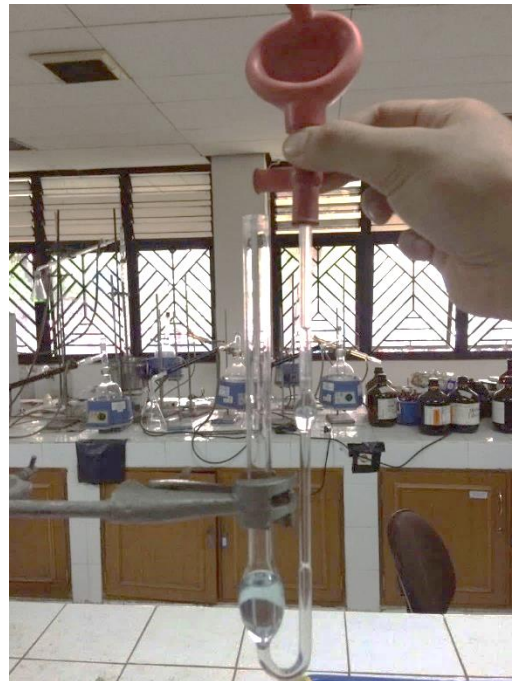
LAMPIRAN 2**PROSES BLENDING****PERSIAPAN SAMPEL****PENUANGAN SAMPEL****PROSES BLENDING**



SAMPEL HASIL BLENDING



LAMPIRAN 3**PROSES PENGUJIAN DENSITAS****PENGUJIAN DENSITAS**

LAMPIRAN 4**PROSES PENGUJIAN VISKOSITAS****PENGUJIAN VISKOSITAS**

LAMPIRAN 5

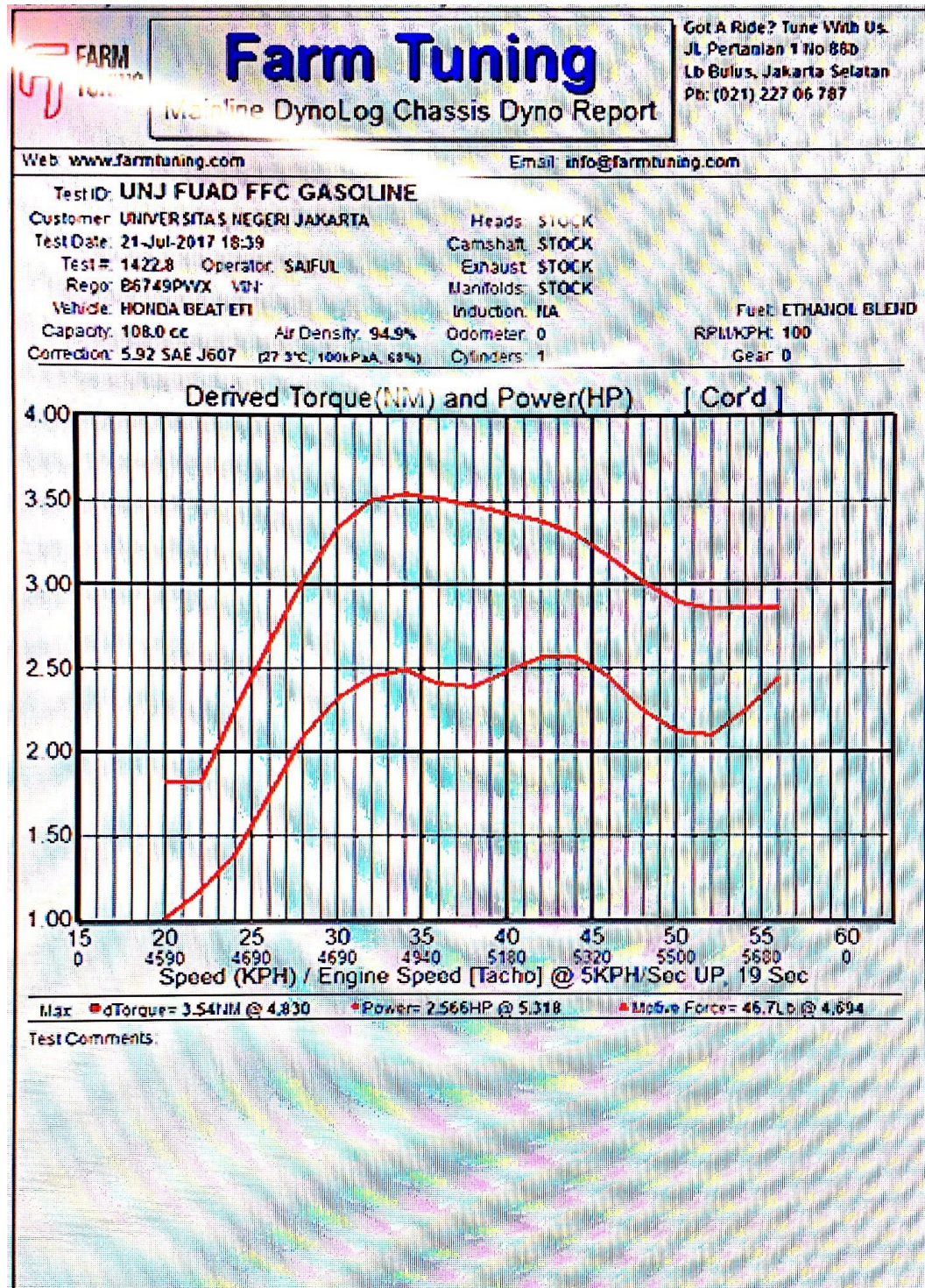
PROSES PENGUJIAN DINAMOMETER

PENGUJIAN DINAMOMETER



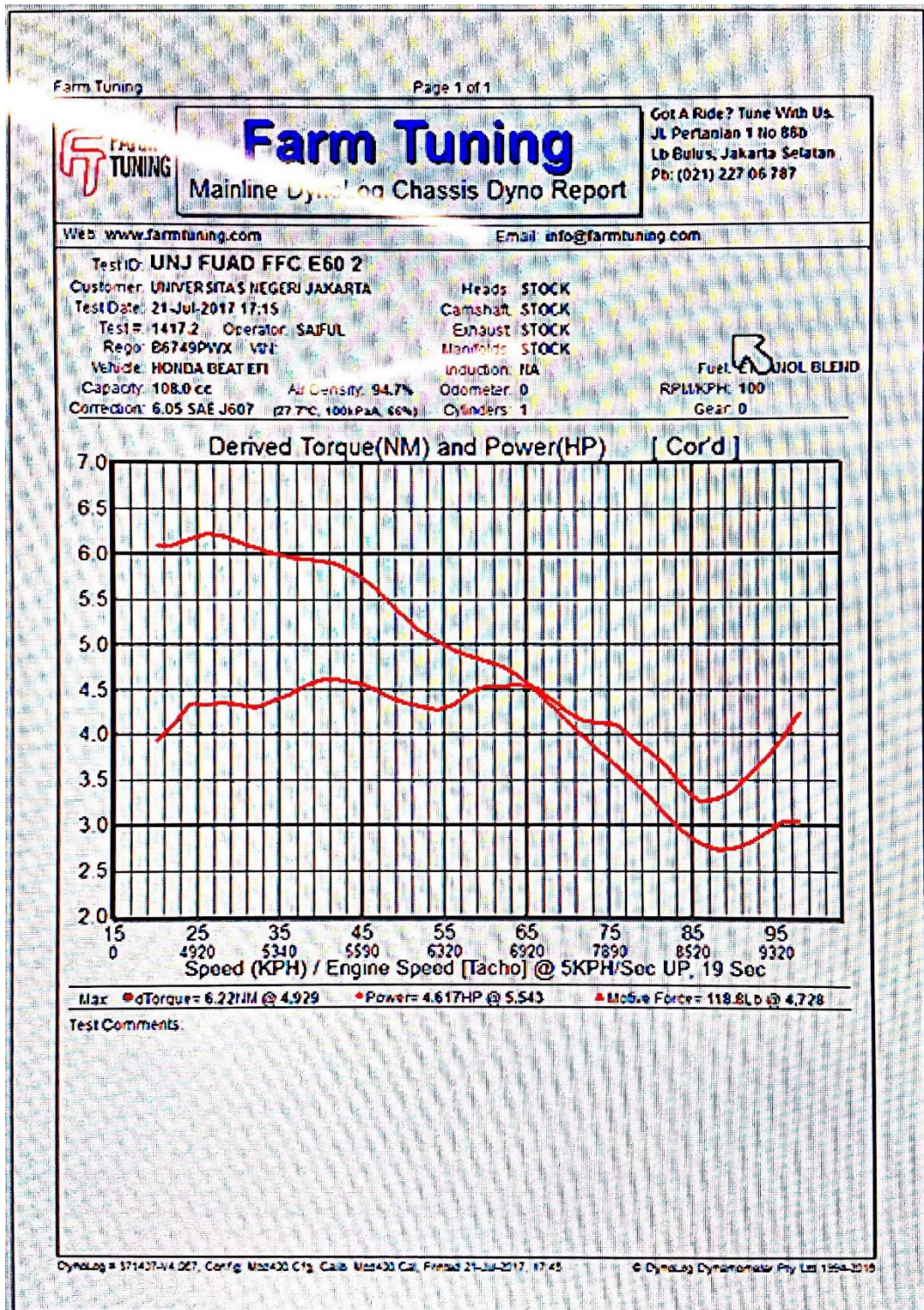
LAMPIRAN 6

HASIL PENGUJIAN DINAMOMETER BAHAN BAKAR PERTALITE



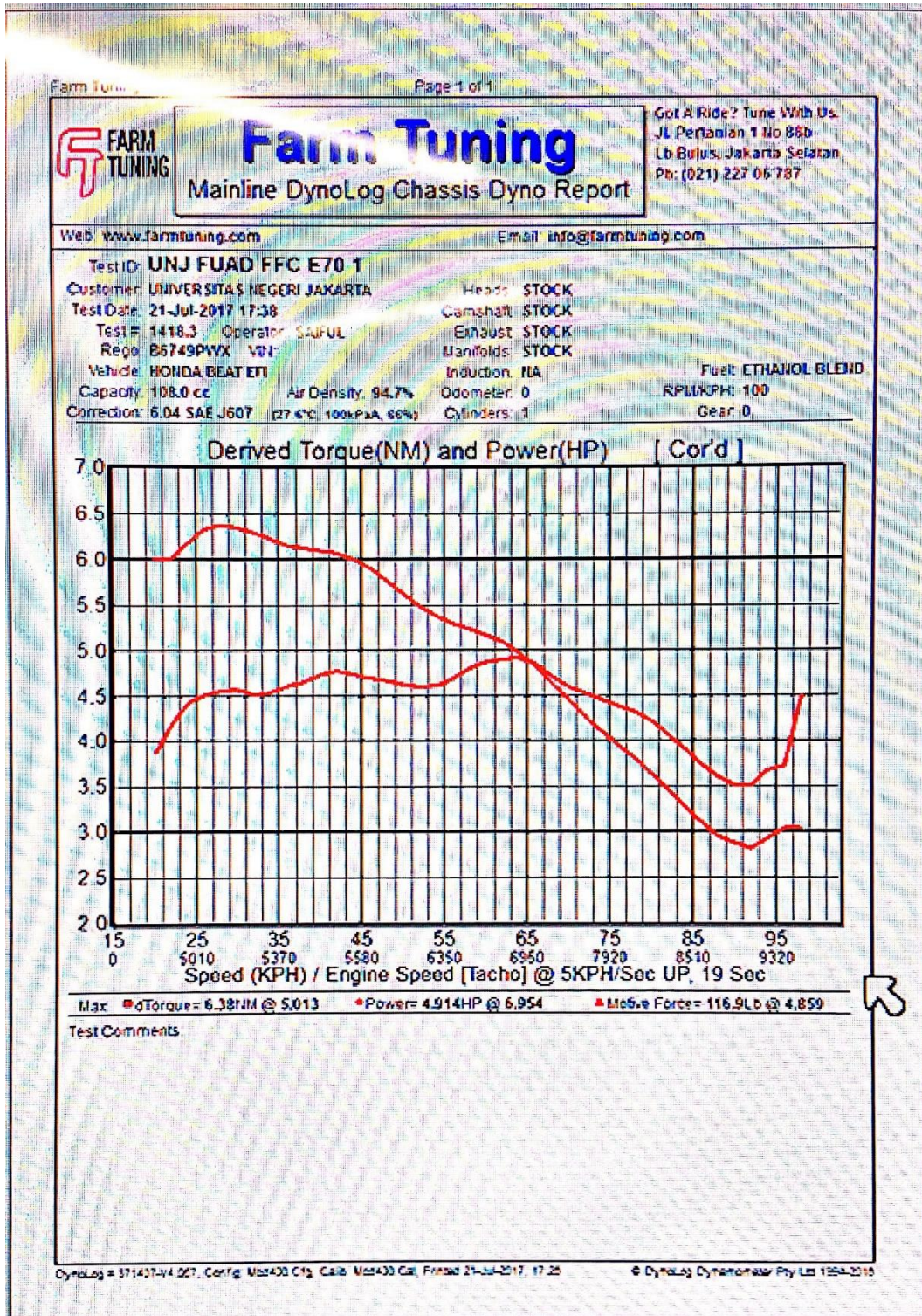
LAMPIRAN 7

HASIL PENGUJIAN DINAMOMETER BAHAN BAKAR E60



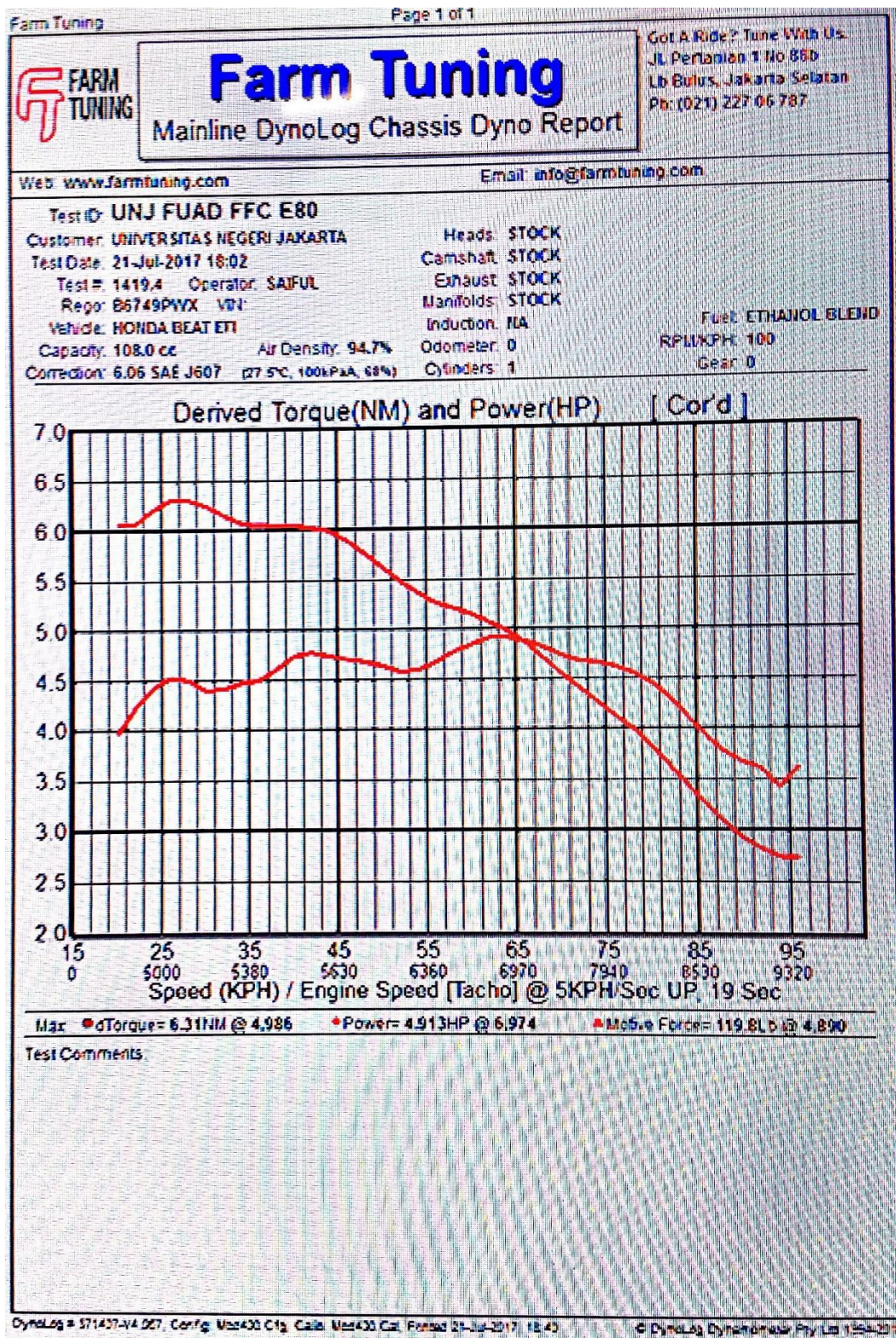
LAMPIRAN 8

HASIL PENGUJIAN DINAMOMETER BAHAN BAKAR E70



LAMPIRAN 9

HASIL PENGUJIAN DINAMOMETER BAHAN BAKAR E80



LAMPIRAN 10

**HASIL RATA-RATA UJI DINAMOMETER MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR PERTALITE**

Engine Speed (RPM)	Torsi (lbs - ft)			Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	
2000	4.3	4.2	4.0	4.2
2200	4.3	4.2	4.0	4.2
2400	4.3	4.3	4.1	4.2
2600	4.4	4.4	4.1	4.3
2800	4.5	4.4	4.2	4.4
3000	4.5	4.4	4.2	4.4
3200	4.5	4.4	4.2	4.4
3400	4.5	4.3	4.2	4.3
3600	4.5	4.3	4.2	4.3
3800	4.5	4.3	4.2	4.3
4000	4.4	4.3	4.2	4.3
4200	4.4	4.3	4.2	4.3
4400	4.3	4.2	4.1	4.2
4600	4.2	4.1	4.1	4.1
4800	4.1	3.9	4.0	4.0
5000	4.0	3.8	3.9	3.9
5200	3.9	3.8	3.9	3.9
5400	3.9	3.8	3.8	3.8
5600	3.9	3.8	3.8	3.8
5800	3.9	3.8	3.8	3.8
6000	3.9	3.8	3.8	3.8
6200	3.8	3.7	3.8	3.8
6400	3.8	3.7	3.7	3.7
6600	3.7	3.6	3.6	3.6
6800	3.6	3.5	3.5	3.5
7000	3.5	3.4	3.5	3.5
7200	3.4	3.3	3.4	3.4
7400	3.3	3.3	3.3	3.3
7600	3.2	3.2	3.2	3.2
7800	3.1	3.1	3.1	3.1

8000	3.1	3.0	3.0	3.0
8200	3.0	2.9	2.9	2.9
8400	2.8	2.8	2.8	2.8
8600	2.7	2.7	2.7	2.7
8800	2.6	2.5	2.6	2.6
9000	2.4	2.4	2.5	2.4

Engine Speed (RPM)	Daya (HP)			Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	
2000	3.862	3.783	3.527	3.724
2200	4.109	4.030	3.729	3.956
2400	4.347	4.244	3.924	4.172
2600	4.436	4.320	4.012	4.256
2800	4.511	4.372	4.102	4.328
3000	4.566	4.402	4.214	4.394
3200	4.614	4.430	4.335	4.460
3400	4.663	4.482	4.433	4.526
3600	4.721	4.556	4.490	4.589
3800	4.763	4.602	4.529	4.631
4000	4.749	4.618	4.523	4.630
4200	4.705	4.601	4.499	4.602
4400	4.652	4.530	4.490	4.557
4600	4.601	4.442	4.507	4.517
4800	4.540	4.371	4.495	4.469
5000	4.500	4.328	4.492	4.440
5200	4.511	4.346	4.505	4.454
5400	4.577	4.438	4.571	4.529
5600	4.678	4.576	4.645	4.633
5800	4.788	4.692	4.745	4.742
6000	4.873	4.779	4.828	4.827
6200	4.912	4.839	4.894	4.882
6400	4.922	4.869	4.908	4.900
6600	4.901	4.860	4.898	4.886
6800	4.867	4.840	4.865	4.857
7000	4.837	4.829	4.849	4.838
7200	4.823	4.805	4.825	4.818
7400	4.809	4.765	4.815	4.796
7600	4.804	4.709	4.786	4.766

7800	4.779	4.679	4.761	4.740
8000	4.744	4.645	4.749	4.713
8200	4.692	4.611	4.718	4.674
8400	4.624	4.528	4.620	4.591
8600	4.494	4.426	4.477	4.466
8800	4.333	4.272	4.327	4.311
9000	4.124	4.074	4.144	4.114

LAMPIRAN 11

**HASIL UJI RATA-RATA DINAMOMETER MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR E60**

Engine Speed (RPM)	Torsi (lbs - ft)				Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	test 4	
2000	4.0	3.8	3.9	3.8	3.9
2200	4.0	3.8	3.9	3.8	3.9
2400	4.1	3.9	4.0	3.9	4.0
2600	4.2	4.0	4.1	3.9	4.1
2800	4.2	4.0	4.1	4.0	4.1
3000	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2
3200	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2
3400	4.2	4.1	4.2	4.2	4.2
3600	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2
3800	4.1	4.2	4.3	4.2	4.2
4000	4.1	4.2	4.3	4.2	4.2
4200	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1
4400	4.0	4.0	4.2	4.1	4.1
4600	3.9	3.9	4.1	4.0	4.0
4800	3.8	3.8	4.0	3.9	3.9
5000	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8
5200	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7
5400	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6
5600	3.4	3.5	3.6	3.5	3.5
5800	3.4	3.4	3.6	3.5	3.5
6000	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4
6200	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4
6400	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4
6600	3.2	3.3	3.4	3.3	3.3
6800	3.1	3.2	3.3	3.2	3.2
7000	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1
7200	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
7400	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0
7600	2.8	2.9	2.9	3.0	2.9
7800	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8

8000	2.6	2.7	2.7	2.9	2.7
8200	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7
8400	2.5	2.5	2.6	2.7	2.6
8600	2.4	2.5	2.5	2.6	2.5
8800	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4
9000	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3

Engine Speed (RPM)	Daya (HP)				Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	test 4	
2000	3.482	3.163	3.400	3.277	3.331
2200	3.733	3.401	3.624	3.478	3.559
2400	3.915	3.601	3.772	3.622	3.728
2600	4.005	3.712	3.875	3.717	3.827
2800	4.013	3.769	3.916	3.784	3.871
3000	3.998	3.848	3.979	3.996	3.955
3200	3.999	3.925	4.084	4.076	4.021
3400	4.013	3.991	4.212	4.228	4.111
3600	4.039	4.087	4.290	4.317	4.183
3800	4.071	4.184	4.368	4.373	4.249
4000	4.114	4.242	4.429	4.378	4.291
4200	4.146	4.258	4.432	4.354	4.298
4400	4.143	4.249	4.401	4.332	4.281
4600	4.136	4.214	4.358	4.300	4.252
4800	4.119	4.138	4.300	4.226	4.196
5000	4.075	4.055	4.241	4.146	4.129
5200	4.015	4.007	4.185	4.105	4.078
5400	3.984	3.988	4.185	4.134	4.073
5600	3.982	4.010	4.228	4.199	4.105
5800	4.015	4.099	4.308	4.271	4.173
6000	4.070	4.230	4.385	4.351	4.259
6200	4.156	4.333	4.455	4.405	4.337
6400	4.220	4.389	4.490	4.406	4.376
6600	4.251	4.395	4.489	4.380	4.379
6800	4.245	4.374	4.435	4.356	4.353
7000	4.240	4.331	4.382	4.333	4.322
7200	4.205	4.283	4.336	4.320	4.286
7400	4.148	4.254	4.301	4.333	4.259
7600	4.093	4.239	4.252	4.371	4.239

7800	4.056	4.203	4.232	4.439	4.233
8000	4.032	4.164	4.222	4.485	4.226
8200	4.005	4.139	4.224	4.474	4.211
8400	3.991	4.097	4.189	4.385	4.166
8600	3.963	4.020	4.118	4.259	4.090
8800	3.895	3.943	3.974	4.093	3.976
9000	3.784	3.846	3.834	3.920	3.846

LAMPIRAN 12

**HASIL RATA-RATA UJI DINAMOMETER MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR E70**

Engine Speed (RPM)	Torsi (lbs - ft)				Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	test 4	
2000	42	40	41	41	4.1
2200	42	40	41	41	4.1
2400	43	41	42	42	4.2
2600	44	42	43	43	4.3
2800	44	43	43	43	43.25
3000	44	43	44	44	43.75
3200	44	43	44	44	43.75
3400	44	43	44	44	43.75
3600	44	43	44	44	43.75
3800	44	43	44	44	43.75
4000	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3
4200	4.3	4.2	4.3	4.3	4.3
4400	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2
4600	4.2	4.1	4.1	4.2	4.2
4800	4.1	4.0	4.0	4.1	4.1
5000	4.0	3.9	4.0	4.0	4.0
5200	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
5400	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9
5600	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9
5800	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9
6000	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8
6200	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
6400	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7
6600	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6
6800	3.5	3.6	3.6	3.5	3.6
7000	3.5	3.5	3.5	3.3	3.5
7200	3.4	3.4	3.4	3.2	3.4
7400	3.3	3.3	3.3	3.2	3.3
7600	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2
7800	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1

8000	3.0	3.0	3.1	3.0	3.0
8200	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0
8400	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9
8600	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7
8800	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
9000	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5

Engine Speed (RPM)	Daya (HP)				Rata-rata
	test 1	test 2	Test 3	test 4	
2000	3.711	3.560	3.596	3.569	3.609
2200	3.982	3.811	3.832	3.849	3.869
2400	4.171	4.022	4.062	4.054	4.077
2600	4.290	4.135	4.205	4.207	4.209
2800	4.336	4.239	4.350	4.307	4.308
3000	4.389	4.333	4.471	4.429	4.406
3200	4.460	4.405	4.575	4.542	4.496
3400	4.537	4.488	4.656	4.643	4.581
3600	4.593	4.560	4.711	4.704	4.642
3800	4.643	4.586	4.714	4.718	4.665
4000	4.678	4.550	4.674	4.687	4.647
4200	4.665	4.504	4.623	4.632	4.606
4400	4.632	4.465	4.580	4.580	4.564
4600	4.588	4.427	4.524	4.539	4.520
4800	4.553	4.393	4.480	4.515	4.485
5000	4.520	4.399	4.459	4.500	4.470
5200	4.508	4.444	4.528	4.514	4.499
5400	4.528	4.511	4.633	4.577	4.562
5600	4.594	4.585	4.729	4.667	4.644
5800	4.682	4.668	4.810	4.743	4.726
6000	4.747	4.762	4.908	4.809	4.807
6200	4.807	4.827	4.967	4.867	4.867
6400	4.850	4.845	4.973	4.856	4.881
6600	4.848	4.849	4.952	4.782	4.858
6800	4.822	4.837	4.932	4.706	4.824
7000	4.808	4.817	4.905	4.665	4.799
7200	4.803	4.789	4.863	4.623	4.770
7400	4.782	4.776	4.832	4.630	4.755
7600	4.769	4.758	4.815	4.677	4.755

7800	4.754	4.756	4.825	4.734	4.767
8000	4.742	4.734	4.825	4.739	4.760
8200	4.704	4.694	4.789	4.693	4.720
8400	4.639	4.620	4.709	4.603	4.643
8600	4.541	4.537	4.586	4.485	4.537
8800	4.409	4.436	4.383	4.352	4.395
9000	4.249	4.299	4.126	4.188	4.216

LAMPIRAN 13

**HASIL RATA-RATA UJI DINAMOMETER MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR E80**

Engine Speed (RPM)	Torsi (lbs - ft)				Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	test 4	
2000	41	41	40	39	4.0
2200	41	41	40	39	4.0
2400	42	42	41	40	4.1
2600	43	43	42	41	4.2
2800	43	43	43	41	4.3
3000	44	43	43	42	4.3
3200	43	43	44	42	4.3
3400	43	44	44	42	4.3
3600	43	44	44	42	4.3
3800	43	44	44	42	4.3
4000	4.3	4.4	4.4	4.3	4.4
4200	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3
4400	4.2	4.2	4.3	4.1	4.2
4600	4.1	4.1	4.2	4.0	4.1
4800	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0
5000	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0
5200	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
5400	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
5600	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
5800	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
6000	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
6200	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
6400	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8
6600	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7
6800	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7
7000	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
7200	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5
7400	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5
7600	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4
7800	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3

8000	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
8200	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
8400	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0
8600	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8
8800	2.7	2.8	2.6	2.6	2.7
9000	2.6	2.6	2.5	2.4	2.5

Engine Speed (RPM)	Daya (HP)				Rata-rata
	test 1	test 2	test 3	test 4	
2000	3.687	3.641	3.564	3.378	3.568
2200	3.928	3.900	3.796	3.620	3.811
2400	4.134	4.086	4.020	3.827	4.017
2600	4.236	4.201	4.133	3.943	4.128
2800	4.333	4.278	4.263	4.060	4.234
3000	4.384	4.332	4.359	4.168	4.311
3200	4.454	4.419	4.451	4.272	4.399
3400	4.527	4.532	4.553	4.391	4.501
3600	4.598	4.606	4.636	4.495	4.584
3800	4.614	4.637	4.667	4.550	4.617
4000	4.623	4.637	4.667	4.548	4.619
4200	4.594	4.606	4.648	4.525	4.593
4400	4.546	4.561	4.627	4.503	4.559
4600	4.492	4.524	4.608	4.487	4.528
4800	4.440	4.492	4.570	4.465	4.492
5000	4.401	4.475	4.529	4.485	4.473
5200	4.417	4.510	4.531	4.542	4.500
5400	4.499	4.592	4.579	4.640	4.578
5600	4.596	4.694	4.676	4.731	4.674
5800	4.706	4.804	4.788	4.837	4.784
6000	4.800	4.908	4.903	4.937	4.887
6200	4.872	4.989	4.979	5.005	4.961
6400	4.887	5.036	5.016	5.006	4.986
6600	4.887	5.074	5.008	4.994	4.991
6800	4.908	5.100	4.994	4.987	4.997
7000	4.947	5.128	4.999	4.999	5.018
7200	4.971	5.129	5.037	5.039	5.044
7400	4.970	5.119	5.057	5.098	5.061
7600	4.970	5.101	5.094	5.144	5.077

7800	4.946	5.097	5.109	5.151	5.076
8000	4.923	5.078	5.074	5.085	5.040
8200	4.885	5.031	4.961	4.986	4.966
8400	4.839	4.940	4.816	4.889	4.871
8600	4.778	4.809	4.616	4.778	4.745
8800	4.666	4.649	4.406	4.618	4.585
9000	4.472	4.435	4.211	4.412	4.383

LAMPIRAN 14

PROSES PENGUJIAN EMISI GAS BUANG

PENGUJIAN EMISI GAS BUANG



LAMPIRAN 15**HASIL UJI EMISI GAS BUANG MENGGUNAKAN GAS ANALYZER****BAHAN BAKAR PERTALITE**

5 Gas
Emission
Analyzer

2047/06/19
PM 03:54

CAR NUMBER: 1000

CO : 0.25 %
HC : 87 PPM
CO2 : 4.9 %
O2 : 22.20 %
NOx : 0 PPM

LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.3500
O/C : 0.3000

O/C : 0.3000

BAHAN BAKAR E60

5 Gas
Emission
Analyzer

2047/06/19
PM 03:24

CAR NUMBER: 2000

CO : 0.15 %
HC : 10 PPM
CO2 : 4.8 %
O2 : 21.82 %
NOx : 0 PPM

LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.3500
O/C : 0.3000

BAHAN BAKAR E70

Emission
 Analyzer

2047/06/19
 PM 03:02

CAR NUMBER: 1000

CO : 0.15 %
 HC : 4 PPM
 CO2 : 5.0 %
 O2 : 21.21 %
 NOx : 0 PPM

LAMBDA: 2.000
 AFR : 0.0
 FUEL : GASOLINE
 H/C : 1.3500
 O/C : 0.3000

BAHAN BAKAR E80

Emission
 Analyzer

2047/06/19
 PM 02:52

CAR NUMBER: 4000

CO : 0.02 %
 HC : 0 PPM
 CO2 : 4.4 %
 O2 : 21.52 %
 NOx : 0 PPM

LAMBDA: 2.000
 AFR : 0.0
 FUEL : GASOLINE
 H/C : 1.3500
 O/C : 0.3000

LAMPIRAN 16

PERHITUNGAN VISKOSITAS BAHAN BAKAR

Pengukuran		Waktu Alir	Viskositas	Rata-rata (cSt)
		(s)	(cSt)	
E60	1	163	1.15	1.13
	2	161	1.14	
	3	160	1.12	
E70	1	165	1.15	1.15
	2	166	1.17	
	3	164	1.14	
E80	1	169	1.18	1.19
	2	170	1.19	
	3	171	1.20	
Pertalite	1	135	0.95	0.95
	2	134	0.94	
	3	136	0.95	
Etanol	1	140	0.98	0.98
	2	139	0.97	
	3	141	0.99	

Perhitungan:

• Pengukuran 1 (E60) :

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 130 \text{ detik}$$

$$t_{1(\text{E60})} = 163 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{1(\text{E60})} = 888,96 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_1?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_1}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$\mu_1 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

$$\frac{\mu_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{888,96 \text{ kg/m}^3 \times 163 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,02 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{888,96 \text{ kg/m}^3}$$

$$\frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \frac{144900,48}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \\ &= 1,02 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,15 \text{ cSt}\end{aligned}$$

• **Pengukuran 2 (E60):**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{2(\text{E60})} = 161 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3\text{s}$$

$$\rho_{2(\text{E60})} = 888,96 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_2?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_2}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}}$$

$$v_2 = \frac{\mu_2}{\rho_2}$$

$$\frac{\mu_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{888,96 \text{ kg/m}^3 \times 161 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,01 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{888,96 \text{ kg/m}^3}$$

$$\begin{aligned}\mu_2 &= \frac{143122,56}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 1,01 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,14 \text{ cSt}\end{aligned}$$

• **Pengukuran 3 (E60):**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{3(\text{E60})} = 160 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3\text{s}$$

$$\rho_{3(\text{E60})} = 888,96 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_3?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_3}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}}$$

$$v_3 = \frac{\mu_3}{\rho_3}$$

$$\frac{\mu_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{888,96 \text{ kg/m}^3 \times 160 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,00 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{888,96 \text{ kg/m}^3}$$

$$\frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$\begin{aligned}\mu_3 &= \frac{142233,6}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \\ &= 1,00 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,12 \text{ cSt}\end{aligned}$$

Viskositas rata – rata untuk bahan bakar dengan kadar konsentrasi campuran etanol sebanyak 60% vol., yaitu:

$$v = \frac{1.15 + 1.14 + 1.12}{3} = \frac{3.41}{3} = 1.13 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 1 (E70) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{1(\text{E70})} = 165 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{1(\text{E70})} = 897,14 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_1?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_1}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v_1 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

$$\frac{\mu_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{897,14 \text{ kg/m}^3 \times 165 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} = \frac{1,04 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{897,14 \text{ kg/m}^3}$$

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \frac{148028,1}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 1,04 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} &= 1,15 \text{ cSt}\end{aligned}$$

• **Perhitungan 2 (E70) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{2(\text{E70})} = 166 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{2(\text{E70})} = 897,14 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_2?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_2}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad v_2 = \frac{\mu_2}{\rho_2}$$

$$\frac{\mu_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{897,14 \text{ kg/m}^3 \times 166 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{1,05 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{897,14 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_2 = \frac{148925,24}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 1,17 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 1,05 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 1,17 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 3 (E70) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{3(\text{E70})} = 164 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{3(\text{E70})} = 897,14 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_3?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_3}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad v_3 = \frac{\mu_3}{\rho_3}$$

$$\frac{\mu_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{897,14 \text{ kg/m}^3 \times 164 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{1,03 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{897,14 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_3 = \frac{147130,96}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 1,03 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 1,14 \text{ cSt}$$

Vikositas rata – rata untuk bahan bakar dengan kadar konsentrasi campuran etanol sebanyak 70% vol., yaitu:

$$v = \frac{1.15 + 1.17 + 1.14}{3} = \frac{3.46}{3} = 1.15 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 1 (E80) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{1(\text{E80})} = 169 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{1(\text{E80})} = 903,59 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan $\mu_1 \dots ?$

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_1}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v_1 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

$$\frac{\mu_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{903,59 \text{ kg/m}^3 \times 169 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,07 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{903,59 \text{ kg/m}^3}$$

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \frac{152706,71}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \\ &= 1,07 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1,18 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 1,18 \text{ cSt} \end{aligned}$$

• **Perhitungan 2 (E80) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{2(\text{E80})} = 170 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{2(\text{E80})} = 903,59 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan $\mu_2 \dots ?$

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_2}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v_2 = \frac{\mu_2}{\rho_2}$$

$$\frac{\mu_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{903,59 \text{ kg/m}^3 \times 170 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,08 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{903,59 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_2 = \frac{153610,3}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 1,19 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 1,08 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 1,19 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 3 (E80) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{3(\text{E80})} = 171 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3\text{s}$$

$$\rho_{3(\text{E80})} = 903,59 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_3?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_3}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$\mu_3 = \frac{\mu_3}{\rho_3}$$

$$\frac{\mu_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{903,59 \text{ kg/m}^3 \times 171 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{1,09 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{903,59 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_3 = \frac{154513,89}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 1,20 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 1,09 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 1,20 \text{ cSt}$$

Vikositas rata – rata untuk bahan bakar dengan kadar konsentrasi campuran etanol sebanyak 80% vol., yaitu:

$$v = \frac{1.18 + 1.19 + 1.20}{3} = \frac{3.57}{3} = 1.19 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 1 (Pertalite) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{1(\text{Pertalite})} = 135 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3\text{s}$$

$$\rho_{1(\text{Pertalite})} = 721,54 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_1?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_1}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad \nu_1 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

$$\frac{\mu_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{721,54 \text{ kg/m}^3 \times 135 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{0,69 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{721,54 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_1 = \frac{97407,9}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,95 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,69 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,95 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 2 (Pertalite) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_2(\text{Pertalite}) = 134 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2(\text{Pertalite}) = 721,54 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_2?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_2}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad \nu_2 = \frac{\mu_2}{\rho_2}$$

$$\frac{\mu_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{721,54 \text{ kg/m}^3 \times 134 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{0,68 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{721,54 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_2 = \frac{96686,36}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,94 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,68 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,94 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 3 (Pertalite) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_3(\text{Pertalite}) = 136 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_3(\text{Pertalite}) = 721,54 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_3?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_3}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad \nu_3 = \frac{\mu_3}{\rho_3}$$

$$\frac{0,891 \times 10^{-3}}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{721,54 \text{ kg/m}^3 \times 136 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{0,69 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{721,54 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_3 = \frac{98129,44}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 0,95 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,69 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,95 \text{ cSt}$$

Viskositas rata – rata untuk bahan bakar pertalite, yaitu:

$$\nu = \frac{0,95 + 0,94 + 0,95}{3} = \frac{2,84}{3} = 0,95 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 1 (Etanol) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_1(\text{Etanol}) = 140 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_1(\text{Pertalite}) = 792,32 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan $\mu_1 \dots ?$

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_1}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}} \qquad \nu_1 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

$$\frac{0,891 \times 10^{-3}}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{792,32 \text{ kg/m}^3 \times 140 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} \qquad = \frac{0,78 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{792,32 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_1 = \frac{110924,8}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 0,98 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,78 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \qquad = 0,98 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 2 (Etanol) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_2(\text{Etanol}) = 139 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{2(\text{Etanol})} = 792,32 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_2?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_2}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}}$$

$$v_2 = \frac{\mu_2}{\rho_2}$$

$$\frac{\mu_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{792,32 \text{ kg/m}^3 \times 139 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{0,77 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{792,32 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_2 = \frac{110132,48}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 0,97 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,77 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 0,97 \text{ cSt}$$

• **Perhitungan 3 (Etanol) :**

Diketahui :

$$\mu_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik}$$

$$t_{3(\text{Etanol})} = 141 \text{ detik}$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{3(\text{Etanol})} = 792,32 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan μ_3?

Penyelesaian:

$$\frac{\mu_3}{\mu_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}}$$

$$v_3 = \frac{\mu_3}{\rho_3}$$

$$\frac{\mu_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{792,32 \text{ kg/m}^3 \times 141 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{0,79 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}{792,32 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu_3 = \frac{111717,12}{126054,75} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 0,99 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,79 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 0,99 \text{ cSt}$$

Vikositas rata – rata untuk etanol, yaitu:

$$v = \frac{0,98 + 0,97 + 0,99}{3} = \frac{2,94}{3} = 0,98 \text{ cSt}$$

LAMPIRAN 17
HASIL UJI NILAI KALOR



DIREKTORAT JENDERAL PERLINDUNGAN KONSUMEN DAN TERTIB NIAGA
Directorate General of Consumer Protection and Trade Order
DIREKTORAT STANDARDISASI DAN PENGENDALIAN MUTU
Directorate of Standardization and Quality Control
BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods
 Jl. Raya Bogor Km. 26 Ciracas - Jakarta Timur 13740
 Telp. : (021) 8703881, 87721001, 87721002 Fax. : (021) 8710477, 87721001
 Email : bptb@kemendag.go.id

No. Seri : 0128

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
TEST REPORT

Pemohon
Applicant : Fuad Haryo Wisanggeni

Alamat
Address : Jalan Raya Kp. Setu RT.005 / RW.02 No.22
 Bintara Jaya - Bekasi Barat

Uraian Contoh
Sample Description : Pertalite dan Etanol E60

Tanggal Terima
Date of Received : 15 Mei 2017

Tanggal Analisa
Date of Testing : 29 Mei 2017 - 02 Juni 2017

Hasil Pengujian
Test Result : Terlampir

Jakarta, 02 Juni 2017

Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Hal. 1 dari 2

Lampiran 1 : Laporan Hasil Pengujian
Attachment Test Report

No. Seri : 0128

BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods

No.	Karakteristik <i>Characteristics</i>	Satuan <i>Unit</i>	Hasil Pengujian <i>Test Report</i>	Metode Pengujian <i>Test Methods</i>
1	Gross Calorific Value	BTU/lb	10570,66	ASTM D-240-02

0951/1976.sb

Jakarta, 02 Juni 2017

Mengetahui
Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Penyelia
Laboratorium Non Pangan

Bani Ikhsan, A.Md

* Hasil pengujian di atas hanya berdasarkan contoh uji yang bersangkutan. Laporan ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari BPMB
This above findings, is based, sample only. This report shall not be reproduced, without the written approval from BPMB



DIREKTORAT JENDERAL PERLINDUNGAN KONSUMEN DAN TERTIB NIAGA
Directorate General of Consumer Protection and Trade Order
DIREKTORAT STANDARISASI DAN PENGENDALIAN MUTU
Directorate of Standardization and Quality Control
BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods
 Jl. Raya Bogor Km. 25 Cicadas - Jakarta Timur 13740
 Telp : (021) 8703881, 87721001, 87721002. Faks : (021) 8710477, 87721001
 Email : bomb@kemendag.go.id

No. Seri : 0129

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
TEST REPORT

Pemohon
Applicant : Fuad Haryo Wisanggeni

Alamat
Address : Jalan Raya Kp. Setu RT.005 / RW.02 No.22
 Bintara Jaya - Bekasi Barat

Uraian Contoh
Sample Description : Pertalite dan Etanol E70

Tanggal Terima
Date of Received : 15 Mei 2017

Tanggal Analisa
Date of Testing : 29 Mei 2017 - 02 Juni 2017

Hasil Pengujian
Test Result : Terlampir

Jakarta, 02 Juni 2017

Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Hal. 1 dari 2

Lampiran 1 : Laporan Hasil Pengujian
Attachment Test Report

No. Seri : 0129

BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods

No.	Karakteristik <i>Characteristics</i>	Satuan <i>Unit</i>	Hasil Pengujian <i>Test Report</i>	Metode Pengujian <i>Test Methods</i>
1	<i>Gross Calorific Value</i>	BTU/lb	9891,48	ASTM D-240-02

0951/1977.sb

Jakarta, 02 Juni 2017

Mengetahui
Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Penyelia
Laboratorium Non Pangan

Bani Ikhsan, A.Md

* Hasil pengujian di atas hanya berdasarkan contoh uji yang bersangkutan. Laporan ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari BPMB
This above findings, is based, sample only. This report shall not be reproduced, without the written approval from BPMB



DIREKTORAT JENDERAL PERLINDUNGAN KONSUMEN DAN TERTIB NIAGA
Directorate General of Consumer Protection and Trade Order
DIREKTORAT STANDARDISASI DAN PENGENDALIAN MUTU
Directorate of Standardization and Quality Control
BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods
Jl. Raya Bogor Km. 25 Cincin - Jakarta Timur 13740
Telp : (021) 8703881, 87721001, 87721002 Fax : (021) 8710477, 87721001
Email : bpbm@kemendag.go.id

No. Seri : 0130

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
TEST REPORT

Pemohon
Applicant : Fuad Haryo Wisanggeni

Alamat
Address : Jalan Raya Kp. Setu RT.005 / RW.02 No.22
Bintara Jaya - Bekasi Barat

Uraian Contoh
Sample Description : Pertalite dan Etanol E80

Tanggal Terima
Date of Received : 15 Mei 2017

Tanggal Analisa
Date of Testing : 29 Mei 2017 - 02 Juni 2017

Hasil Pengujian
Test Result : Terlampir

Jakarta, 02 Juni 2017

Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Hal. 1 dari 2

Lampiran 1 : Laporan Hasil Pengujian
Attachment Test Report

No. Seri : 0130

BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG
Laboratory for Quality Testing of Goods

No.	Karakteristik <i>Characteristics</i>	Satuan <i>Unit</i>	Hasil Pengujian <i>Test Report</i>	Metode Pengujian <i>Test Methods</i>
1	<i>Gross Calorific Value</i>	BTU/lb	9677,15	ASTM D-240-02

0951/1978.sb

Jakarta, 02 Juni 2017

Mengetahui
Kepala Balai Pengujian Mutu Barang



Rr. Dyah Palupi, S.Si, M.Si

Penyelia
Laboratorium Non Pangan

Bani Ikhsan, A.Md

* Hasil pengujian di atas hanya berdasarkan contoh uji yang bersangkutan. Laporan ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari BPMB
This above findings, is based, sample only. This report shall not be reproduced, without the written approval from BPMB

RIWAYAT HIDUP



Fuad Haryo Wisanggeni, lahir di Jakarta pada tanggal 26 April 1994 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Sutiman dan Ibu Sumiyati. Penulis sekarang bertempat tinggal di Kp.Setu Rt.05/02 No.17 Kel. Bintara Jaya Kec. Bekasi Barat Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat.

Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar Negeri Bintara Jaya II lulus pada tahun 2006, lalu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 14 Jakarta lulus pada tahun 2009, dan kemudian melanjutkan pendidikan di MAN 18 Jakarta lulus pada tahun 2012, kemudian melanjutkan jenjang pendidikan ke Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada tahun 2012 sampai dengan penulisan skripsi ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program S1 Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta (UNJ).