

# **Additive Effect to Gasoline Engine Performance and Exhaust Gas Emission**

## **TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1

**Program Studi Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Mesin**



Diajukan oleh :

**Andry Billy Wirawan**  
**995214125**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2004**

# Tugas Akhir

## Additive Effect to Gasoline Engine Performance and Exhaust Gas Emission

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Andry Billy Wirawan  
NIM : 995214125

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal 23 Oktober 2004

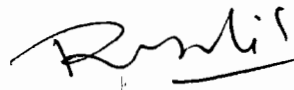
### Susunan dewan penguji

Pembimbing utama



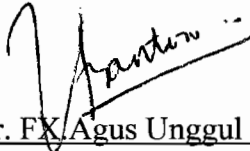
Yosef Agung Cahyanta, S.T.,M.T.

Anggota dewan penguji

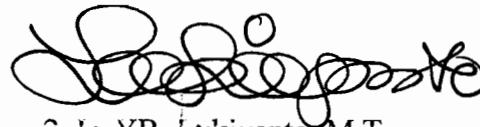


1. Ir. FA Rusdi Sambada, M.T.

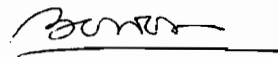
Pembimbing kedua



Ir. FX Agus Unggul Santoso



2. Ir. YB. Lukiyanto, M.T.

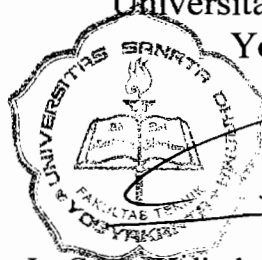


3. Ir. Wibowo Kusbandono, S.T.,M.T.

Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Yogyakarta, 23 Oktober 2004

Fakultas Teknik  
Universitas Sanata Dharma  
Yogyakarta  
Dekan



Ir. Greg. Heliarko, S.J., SS., B.ST., MA., M.SC.

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 23 Oktober 2004



(Andry Billy Wirawan)



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman – Yogyakarta  
Telp. (0274) 883037, 886530; Fax. (0274) 886529; Email: teknik@usd.ac.id

TUGAS AKHIR/SKripsi PROGRAM S1  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA YOGYAKARTA

SKRIPSI  
No. 188 / T. I. D. I. N I Februari 2001

NAMA : Aniky Diky Winandani  
NIM : 995111125  
NIRM : 990 501 11111 11111  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik - Univ. Sanata Dharma Yogyakarta  
Judul TGA :  
Pengaruh penggunaan bahan tambah bahan bakar terhadap prestasi mesin Diesel

Tanggal dimulainya : 16 Februari 2001

Pembimbing II

Yogyakarta, 19 Februari 2001  
Pembimbing I

Ir. EA Agus Unggul Santoso

Yusuf Agung Cahyanta S. T. M. T.

## **JEJAK KAKI**

*Suatu malam aku bermimpi*

*Aku berjalan di tepi pantai dengan Tuhan*

*Di bentangan langit gelap tampak kilasan adegan-adegan hidupku*

*Di tiap adegan, aku melihat dua pasang jejak kaki di pasir,*

*Satu pasang jejak kakiku, yang lain jejak kaki Tuhan.*

*Ketika adegan terakhir terlintas didepanku,*

*Aku menengok kembali pada jejak kaki di pasir*

*Di situ hanya ada satu pasang jejak,*

*Aku mengingat kembali bahwa itu adalah bagian tersulit*

*Dan paling menyedihkan dalam hidupku.*

*Hal ini mengganggu perasaanku,*

*maka aku bertanya kepada Tuhan tentang keherananku itu*

*“Tuhan, Engkau berkata ketika aku berketetapan mengikut Engkau,*

*Engkau akan berjalan dan berbicara dengan aku sepanjang jalan,*

*namun ternyata pada masa yang paling sulit dalam hidupku*

*hanya ada satu pasang jejak. . .*

*Aku tidak mengerti, mengapa justru pada saat aku sangat membutuhkan*

*Engkau,*

*Engkau, meninggalkan aku.”*

*Tuhan berbisik, “Anakku yang Ku-kasih, Aku mencintai kamu*

*dan takkan meninggalkan kamu pada saat sulit*







*dan penuh bahagia sekalipun,*

*ketika kamu melihat hanya ada satu pasang jejak,*

*itu adalah ketika Aku mengangkat kamu.”*

# I dedicate my Thesis

simply to:

-  Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria yang selalu memberi kasih, kekuatan, dan membentuk hidupku menjadi lebih indah. Ajari aku untuk selalu bersyukur atas semua itu.
-  Pakde (alm) dan Bude yang selalu memarahiku namun juga telah membantuku tumbuh dan berkembang hingga saat ini.
-  Bapak dan Mama, terima kasih untuk doa, dukungan dan kasih sayang serta perhatian kalian berdua.
-  Adik-adikku, Fredy, Brama, Gun, Nuel, terima kasih buat persaudaraan dan kasih kalian.
-  Yang selalu menjadi cinta, inspirasi, support dan bagian dari hari-hariku : Ayoe. Sebuah proses kadang menyakitkan namun kekuatan di balik prose situ yang akan mendewasakan kita.
-  Almamaterku Teknik Mesin Sanata Dharma, disinilah aku menemukan jati diriku.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhanku Yesus Kristus atas berkat rahmat dan kasih karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Additive Effect to Gasoline Engine Performance and Exhaust Gas Emission”**.

Penulisan ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik yang terlihat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih secara khusus kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Bapak Ir. Greg. Heliarko, S.J., S.S., B.ST., MA., M.SC yang telah mendukung pembuatan tugas akhir ini dan membimbing saya hingga dapat menyelesaikan studi.
2. Bapak D. Dodi Purwadianto, S.T. yang telah bersedia menjadi pembimbing akademik saya selama ini.
3. Dosen Pembimbing tugas akhir, Bapak Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T dan Bapak Ir. FX. Agus Unggul Santoso yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan perbaikan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Ir. YB. Lukiyanto, M. T. yang telah memberikan ijin menggunakan Laboratorium Konversi Energi.
5. Mas Rony, terima kasih telah membantu dalam pengumpulan data.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, tetapi telah banyak membantu dan mengajarkan banyak hal kepada saya.

7. Sekretariat Program Studi Teknik Mesin yang telah membantu selama saya menjadi mahasiswa. Mas Tri, matur nuwun sanget selama ini banyak membantu dan memberi kemudahan.
8. Pihak Dinas Perhubungan yang telah meminjamkan alat penelitian.
9. Bapak dan Mama, tanpa bapak dan mama saya tidak bisa menyelesaikan tugas akhir ini, doa dan dukungan bapak dan mama sudah membuahkan hasil.
10. Adik-adikku, Fredy, Brama, Gun dan Nuel terima kasih buat doa, perhatian dan bantuannya selama ini. Kalian sangat berarti dalam hidupku, kalian yang selalu menghibur dan mengajarkan arti kekeluargaan.
11. Ayoe “imoeth”, thank’s untuk kasih sayang, cinta, perhatian, waktu dan supportnya selama ini aku rasakan. Thank’s telah menjadi bagian dari hidupku, tak jemu memahamiku dan maafin keegoisanku. Banyak yang aku dapatkan dalam kebersamaan kita selama ini. I Love You.....
12. Pak Dawam, Bapak kost Alladin, terima kasih sudah boleh nunggak bayar kost.
13. Burjo Kabengbat yang sering ngasih utangan.
14. Teman-temanku di kost Alladin, Otong, Anggi, Berto, Felix, Nanto, Cahyo, Klaus, Lilik, Bebek, dan Mr. Chang terima kasih udah mau berjuang bersama-sama. Sukses selalu buat kalian.
15. Teman-temanku yang lain, Doyok, PK Senior, PK Junior, Kentir, Harry Gendoeth, Eli”Cino”, Dani, Sugeng, Tumplong, Ginting, Simbah “Bantul”, Ikana, Andri, Ken2, terus berjuang, ya?



16. Semua teman-temanku yang lain yang belum disebut namanya dan juga seluruh teman-teman Teknik Mesin angkatan'99. Thanks for all.....

Saya merasa penelitian ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu saya mohon maaf atas kesalahan dan kelalaian yang saya lakukan saat melakukan penelitian, baik sikap, tutur kata, maupun tulisan. Saya juga menerima kritik dan saran yang membangun demi peningkatan dalam penelitian selanjutnya. Akhir kata saya mengucapkan terima kasih atas perhatiannya.

Penulis

## INTISARI

Baik tidaknya prestasi mesin selain dipengaruhi kondisi mesin itu sendiri juga dipengaruhi oleh kualitas bahan bakarnya. Untuk memperbaiki kualitas bahan bakar guna meningkatkan prestasi mesin adalah dengan cara menambahkan zat aditif pada bahan bakar tersebut.

Pada penelitian ini menggunakan lima jenis merk zat aditif yang beredar dipasaran, yaitu :

1. Zat aditif A
2. Zat aditif B
3. Zat aditif C
4. Zat aditif D
5. Zat aditif E

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh zat aditif terhadap prestasi mesin bensin yang meliputi besarnya torsi, daya, bmep, SFC, AFR sebagai fungsi putaran dan kadar polutan pada gas buang. Prestasi mesin diuji menggunakan *Engine Testbed* dan untuk gas buang menggunakan *Muller Bem 8690 Exhaust Gas Analyser*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan zat aditif pada bahan bakar (bensin premium) dapat meningkatkan prestasi mesin (torsi, daya, bmep, SFC dan AFR meningkat) tetapi kadar polutannya juga meningkat. Dari kelima zat aditif yang diuji diketahui yang terbaik adalah zat aditif B dengan takaran 1,2 ml untuk 1 liter bensin dengan hasil sebagai berikut :

1. Torsi maksimal meningkat sebesar 74,32%
2. Daya maksimal meningkat sebesar 43,92%
3. bmep maksimal meningkat sebesar 74,32%
4. SFC meningkat sebesar 54,67%
5. AFR meningkat sebesar 39,9%
6. Kadar polutan (CO naik 12,73% dan HC turun 11,98%)

## ABSTRACT

Engine performance can be influenced by the condition of engine and the quality of gasoline. To improve the quality of gasoline for increasing engine performance we can put the additive in gasoline.

This research used five brand of additive in the market, there are :

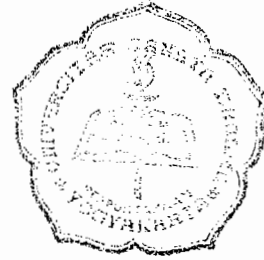
1. Additive A
2. Additive B
3. Additive C
4. Additive D
5. Additive E

This research is aimed to investigation the additive effect for gasoline engine performance included torque, power, bmep, SFC, AFR as a rotation function and pollution degree in exhaust gas emission. Engine performance tested by Engine Testbed and exhaust gas emission tested by Muller Bem 8690 Exhaust Gas Analyser.

The results of research indicated that the additive in gasoline (premium) can increased engine performance and pollution. The best results from the five brand of additive which are had tested is additive B for 1,2 ml in 1 litre gasoline and results are :

1. Maximum torque increased 74,32%
2. Maximum power increased 43,92%
3. Maximum bmep increased 74,32%
4. SFC increased 54,67%
5. AFR increased 39,9%
6. Rate pollution (CO go up 12,73% and HC descend 11,98%)

# DAFTAR ISI



<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA</b> .....	iii
<b>HALAMAN SOAL</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>INTISARI</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Hipotesa .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	4
2.1 Mesin Bensin .....	6
2.1.1 Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah .....	7
2.2 Bahan Bakar .....	9
2.2.1 Bensin .....	10
2.2.1.1 Sifat Utama Bensin .....	10
2.2.1.2 Syarat-syarat Bensin .....	11
2.2.1.3 Nilai Oktan .....	11

2.3	Bahan Tambah .....	12
2.4	Diagram Prestasi .....	15
2.5	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) .....	16
2.6	Perbandingan Kompresi (AFR) .....	17
2.7	Reaksi Pembakaran .....	18
2.8	Emisi Gas Buang .....	18
2.9	Rumus Perhitungan .....	19
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1	Diagram Alur Penelitian .....	28
3.2	Bahan Penelitian .....	29
3.1.1	Bahan Bakar .....	29
3.1.2	Bahan Tambah .....	29
3.3	Peralatan Penelitian .....	30
3.2.1	Engine Testbed .....	30
3.2.2	Muller Bem 8690 Exhaust Gas Analyser .....	31
3.4	Jalannya Penelitian .....	31
3.3.1	Persiapan Penelitian .....	31
3.3.2	Cara Start .....	32
3.3.3	Tes Prestasi Mesin Bensin .....	33
3.5	Lokasi Penelitian .....	34
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1	Hasil Perhitungan .....	35
4.1.1	Bensin Murni .....	35
4.1.2	Bensin dicampur zat aditif A .....	38
4.1.2.1	Bensin dicampur zat aditif A 75% .....	38
4.1.2.2	Bensin dicampur zat aditif A 100% .....	39
4.1.2.3	Bensin dicampur zat aditif A 150% .....	39
4.1.3	Bensin dicampur zat aditif B .....	44
4.1.3.1	Bensin dicampur zat aditif B 75% .....	44

4. 1.3.2	Bensin dicampur zat aditif B 100% .....	45
4. 1.3.3	Bensin dicampur zat aditif B 150% .....	46
4. 1.4	Bensin dicampur zat aditif C .....	50
4. 1.4.1	Bensin dicampur zat aditif C 75% .....	50
4. 1.4.2	Bensin dicampur zat aditif C 100% .....	51
4. 1.4.3	Bensin dicampur zat aditif C 150% .....	52
4. 1.5	Bensin dicampur zat aditif D .....	56
4. 1.5.1	Bensin dicampur zat aditif D 75% .....	56
4. 1.5.2	Bensin dicampur zat aditif D 100% .....	57
4. 1.5.3	Bensin dicampur zat aditif D 150% .....	58
4.1.6	Bensin dicampur zat aditif E .....	62
4.1.6.1	Bensin dicampur zat aditif E 75% .....	62
4.1.6.2	Bensin dicampur zat aditif E 100% .....	63
4.1.6.3	Bensin dicampur zat aditif E 150% .....	64
4. 2	Persentase Peningkatan Akibat Penambahan Zat Aditif ..	67
4. 2. 1	Bensin Murni Sebagai Pembanding .....	67
4. 2. 2	Bensin dicampur zat aditif A .....	68
4. 2.2.1	Peningkatan Torsi .....	68
4. 2.2.2	Peningkatan Daya .....	68
4. 2.2.3	Peningkatan bmep .....	68
4. 2.2.4	Peningkatan SFC .....	69
4. 2.2.5	Peningkatan AFR .....	69
4. 2. 3	Bensin dicampur zat aditif B .....	69
4. 2.3.1	Peningkatan Torsi .....	69
4. 2.3.2	Peningkatan Daya .....	70
4. 2.3.3	Peningkatan bmep .....	70
4. 2.3.4	Peningkatan SFC .....	70
4. 2.3.5	Peningkatan AFR .....	71
4. 2. 4	Bensin dicampur zat aditif C .....	71
4. 2.4.1	Peningkatan Torsi .....	71
4. 2.4.2	Peningkatan Daya .....	71

4. 2.4.3 Peningkatan bmep .....	72
4. 2.4.4 Peningkatan SFC .....	72
4. 2.4.5 Peningkatan AFR .....	72
4. 2. 5 Bensin dicampur zat aditif D .....	73
4. 2.5.1 Peningkatan Torsi .....	73
4. 2.5.2 Peningkatan Daya .....	73
4. 2.5.3 Peningkatan bmep .....	73
4. 2.5.4 Peningkatan SFC .....	74
4. 2.5.5 Peningkatan AFR .....	74
4. 2. 6 Bensin dicampur zat aditif E .....	74
4. 2.6.1 Peningkatan Torsi .....	74
4. 2.6.2 Peningkatan Daya .....	75
4. 2.6.3 Peningkatan bmep .....	75
4. 2.6.4 Peningkatan SFC .....	75
4. 2.6.5 Peningkatan AFR .....	76
4. 2. 7 Perbandingan Peningkatan Akibat Penambahan Zat Aditif .....	76
4. 2.7.1 Penambahan Zat Aditif 75% .....	76
4. 2.7.2 Penambahan Zat Aditif 100% .....	79
4. 2.7.3 Penambahan Zat Aditif 150% .....	81
4. 3 Hasil Uji Gas Buang .....	84
4. 3. 1 Bensin Murni .....	84
4. 3. 2 Bensin dicampur zat aditif A 100% .....	84
4. 3. 3 Bensin dicampur zat aditif B 100% .....	84
4. 3. 4 Bensin dicampur zat aditif C 100% .....	84
4. 3. 5 Bensin dicampur zat aditif D 100% .....	85
4. 3. 6 Bensin dicampur zat aditif E 100% .....	85
4. 4 Pembahasan .....	86
4. 4. 1 Alat Uji .....	86
4. 4. 2 Prestasi Mesin .....	87
4. 4.2.1 Bensin Murni .....	87

4. 4.2.2 Bensin dicampur zat aditif A .....	87
4. 4.2.3 Bensin dicampur zat aditif B .....	89
4. 4.2.4 Bensin dicampur zat aditif C .....	90
4. 4.2.5 Bensin dicampur zat aditif D .....	92
4. 4.2.6 Bensin dicampur zat aditif E .....	93
4. 4. 3 Emisi Gas Buang .....	96
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>98</b>
5. 1 Kesimpulan .....	98
5. 2 Saran .....	98

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Siklus mesin .....	7
Gambar 2. 2	Diagram $p - v$ dari siklus Otto .....	7
Gambar 2. 3	Prinsip kerja mesin 4 langkah .....	9
Gambar 2. 4	Perbandingan daya dengan frekuensi putar motor .....	15
Gambar 2. 5	Diagram prestasi mesin .....	16
Gambar 2. 6	Hubungan antara $c_{pg}$ dengan $\theta_{gz}$ .....	25
Gambar 4. 1	Perbandingan antara daya, torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin murni .....	36
Gambar 4. 2	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin murni .....	36
Gambar 4. 3	Perbandingan antara AFR, SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin murni .....	37
Gambar 4. 4	Grafik Efisiensi Pengisian dan Efisiensi mekanis vs putaran pada bahan bakar bensin murni .....	37
Gambar 4. 5	Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A .....	41
Gambar 4. 6	Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A .....	41
Gambar 4. 7	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A .....	42
Gambar 4. 8	Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A .....	42
Gambar 4. 9	Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A .....	43
Gambar 4.10	Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B .....	47
Gambar 4.11	Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan ba-	

	kar bensin dicampur zat aditif B .....	47
Gambar 4.12	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B .....	48
Gambar 4.13	Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B .....	48
Gambar 4.14	Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B .....	49
Gambar 4.15	Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C .....	53
Gambar 4.16	Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C .....	53
Gambar 4.17	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C .....	54
Gambar 4.18	Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C .....	54
Gambar 4.19	Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C .....	55
Gambar 4.20	Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D .....	59
Gambar 4.21	Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D .....	59
Gambar 4.22	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D .....	60
Gambar 4.23	Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D.....	60
Gambar 4.24	Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D .....	61
Gambar 4.25	Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E .....	65
Gambar 4.26	Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E .....	65

Gambar 4.27	Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E .....	66
Gambar 4.28	Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin murni dicampur zat aditif E .....	66
Gambar 4.29	Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E .....	67
Gambar 4.30	Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75% .....	76
Gambar 4.31	Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75% .....	77
Gambar 4.32	Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75% .....	77
Gambar 4.33	Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75% .....	78
Gambar 4.34	Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75% .....	78
Gambar 4.35	Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100% .....	79
Gambar 4.36	Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100% .....	79
Gambar 4.37	Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100% .....	80
Gambar 4.38	Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100% .....	80
Gambar 4.39	Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100% .....	81
Gambar 4.40	Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150% .....	81
Gambar 4.41	Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150% .....	82
Gambar 4.42	Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin	

	dicampur zat aditif 150% .....	82
Gambar 4.43	Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150% .....	82
Gambar 4.44	Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150% .....	83
Gambar 4.45	Emisi gas buang .....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Hubungan antara $\theta - P_s$ , $\theta - \rho_w$ .....	22
Tabel 2. 2	Hubungan antara $\theta - v$ , $\theta - \gamma_w$ .....	22
Tabel 4. 1	Hasil perhitungan bensin murni .....	35
Tabel 4. 2	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 75% .....	38
Tabel 4. 3	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 100% .....	39
Tabel 4. 4	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 150% .....	40
Tabel 4. 5	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif B 75% .....	44
Tabel 4. 6	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif B 100% .....	45
Tabel 4. 7	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif B 150% .....	46
Tabel 4. 8	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 75% .....	50
Tabel 4. 9	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 100% .....	51
Tabel 4. 10	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 150% .....	52
Tabel 4. 11	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 75% .....	56
Tabel 4. 12	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 100% .....	57
Tabel 4. 13	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 150 % .....	58
Tabel 4. 14	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif E 75 % .....	62
Tabel 4. 15	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif E 100 % .....	67
Tabel 4. 16	Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif E 150 % .....	64
Tabel 4. 17	Hasil uji prestasi mesin dengan bahan bakar bensin murni ..	67
Tabel 4. 18	Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif A .....	68
Tabel 4. 19	Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif A .....	68
Tabel 4. 20	Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif A .....	68
Tabel 4. 21	Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif A .....	69
Tabel 4. 22	Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif A .....	69
Tabel 4. 23	Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif B .....	69
Tabel 4. 24	Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif B .....	70
Tabel 4. 25	Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif B .....	70

Tabel 4. 26	Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif B .....	70
Tabel 4. 27	Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif B .....	71
Tabel 4. 28	Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif C .....	71
Tabel 4. 29	Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif C .....	71
Tabel 4. 30	Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif C .....	72
Tabel 4. 31	Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif C .....	72
Tabel 4. 32	Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif C .....	72
Tabel 4. 33	Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif D .....	73
Tabel 4. 34	Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif D .....	73
Tabel 4. 35	Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif D .....	73
Tabel 4. 36	Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif D .....	74
Tabel 4. 37	Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif D .....	74
Tabel 4. 38	Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif E .....	74
Tabel 4. 39	Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif E .....	75
Tabel 4. 40	Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif E .....	75
Tabel 4. 41	Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif E .....	75
Tabel 4. 42	Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif E .....	76
Tabel 4. 43	Peningkatan emisi gas buang .....	85

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Penerapan teknologi di negara-negara industri harus semakin kreatif karena adanya tuntutan dari perkembangan jaman yang mempengaruhi keanekaragaman kebutuhan manusia saat ini. Dalam rangka alih teknologi yang sedang digalakkan oleh bangsa kita guna menyambut era globalisasi, maka sebagai warga Negara Indonesia kita wajib untuk ikut serta memberikan sumbangan, baik berupa tenaga maupun pikiran.

Teknologi memegang peranan penting dan sangat menentukan usaha melancarkan lajunya roda pembangunan nasional. Peningkatan pembangunan selain dapat memperluas lapangan kerja juga dapat meningkatkan pembangunan nasional. Perkembangan teknologi dalam bidang otomotif dan permesinan dewasa ini semakin banyak dengan adanya temuan-temuan baru sebagai suatu tahapan rekayasa untuk mencapai otomatisasi sesuai dengan tuntutan jaman. Misalnya, dalam bidang transportasi, baik transportasi darat, laut, maupun udara, manusia menerapkan mesin sebagai sarana pendukung. Sebagai tuntutan jaman, manusia membutuhkan kendaraan sebagai salah satu kebutuhan pokok.

Untuk menggerakkan mesin pada kendaraan tentunya diperlukan bahan bakar. Pada kenyataannya penggunaan bahan bakar pada kendaraan masih menemui beberapa kendala, seperti :

- a. bahan bakar boros

- b. daya tarik mesin lamban
- c. mesin tidak tahan lama
- d. mesin cepat panas
- e. mesin mengeluarkan suara yang bising
- f. karburator cepat kotor
- g. asap knalpot menghitam
- h. mesin sulit hidup

Semua permasalahan yang telah disebutkan di atas salah satunya dipengaruhi oleh kualitas bahan bakarnya. Oleh sebab itu perlu digunakan bahan tambah (zat aditif) untuk memperbaiki kualitas bahan bakar. Bahan tambah pada bahan bakar digunakan untuk membuat bahan bakar agar mempunyai sifat-sifat yang sesuai dengan sifat-sifat motor bensin.

## **1. 2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menyelidiki pengaruh bahan tambah terhadap prestasi mesin berupa :
  - a. Besarnya momen output (torsi) sebagai fungsi putaran
  - b. Besarnya daya output (daya) sebagai fungsi putaran
  - c. Tekanan efektif rata-rata (bmep) sebagai fungsi putaran
  - d. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) sebagai fungsi putaran
  - e. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar (AFR) sebagai fungsi putaran



2. Menyelidiki pengaruh bahan tambah terhadap emisi gas buang (perubahan kadar polutan)
3. Menentukan bahan tambah yang terbaik dari kelima bahan tambah yang diuji

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah agar pemakai kendaraan bermotor, khususnya dengan mesin bensin 4 langkah dapat memilih bahan tambah (zat aditif) yang paling baik sebagai campuran bahan bakar sehingga prestasi mesin meningkat dan mesin dapat bekerja dengan maksimal.

### **1.4 Batasan Masalah**

Ada beberapa hal yang mempengaruhi kinerja kendaraan bermotor (mesin bensin), yaitu perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan bahan bakar, tekanan udara dalam ruang bakar dan lain-lain. Semakin besar perbandingan kompresinya maka mesin semakin efisien, akan tetapi perbandingan kompresi yang terlalu besar akan menimbulkan *knocking* pada mesin. Pada penelitian ini ada pembatasan masalah, yaitu meningkatkan kualitas bahan bakar dengan menambahkan bahan tambah (zat aditif) yang dicampurkan pada bahan bakar (bensin) untuk meningkatkan prestasi mesin bensin 4 langkah dan diuji menggunakan *Engine Testbed*, sedangkan perubahan emisi gas buangnya diuji menggunakan *Muller Bem 8690 Exhaust Gas Analyser*.

### **1. 5 Hipotesa**

Dari keseluruhan uraian diatas dapat ditarik suatu hipotesa bahwa kelima bahan tambah (zat aditif) yang diuji berfungsi untuk meningkatkan kualitas bahan bakar sehingga prestasi mesin meningkat.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

Seperti kita ketahui roda-roda suatu kendaraan memerlukan adanya tenaga luar yang memungkinkan kendaraan dapat bergerak serta dapat mengatasi keadaan, jalan, udara, dan sebagainya. Sumber dari luar yang menghasilkan tenaga disebut mesin. Mesin merupakan alat yang merubah sumber tenaga panas, listrik, air, angin, tenaga atom, atau sumber tenaga lainnya menjadi tenaga mekanik (*mechanical energy*). Mesin yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik disebut motor bakar (*thermal engine*).

Motor bakar ada beberapa macam, yang menghasilkan tenaga panas yang dihasilkan dari dalam mesin disebut motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dan motor yang tenaga panasnya dihasilkan diluar mesin disebut motor pembakaran luar (*eksternal combustion engine*).

Mesin yang tenaganya digunakan pada mobil harus kompak, ringan, dan mudah ditempatkan pada ruangan yang terbatas. Selain itu mesin harus dapat menghasilkan kecepatan yang tinggi, tenaga yang besar, mudah dioperasikan dan sedikit menimbulkan bunyi. Oleh sebab itu mesin bensin dan diesel umumnya lebih banyak digunakan pada kendaraan. Karakteristik mesin bensin adalah sebagai berikut :

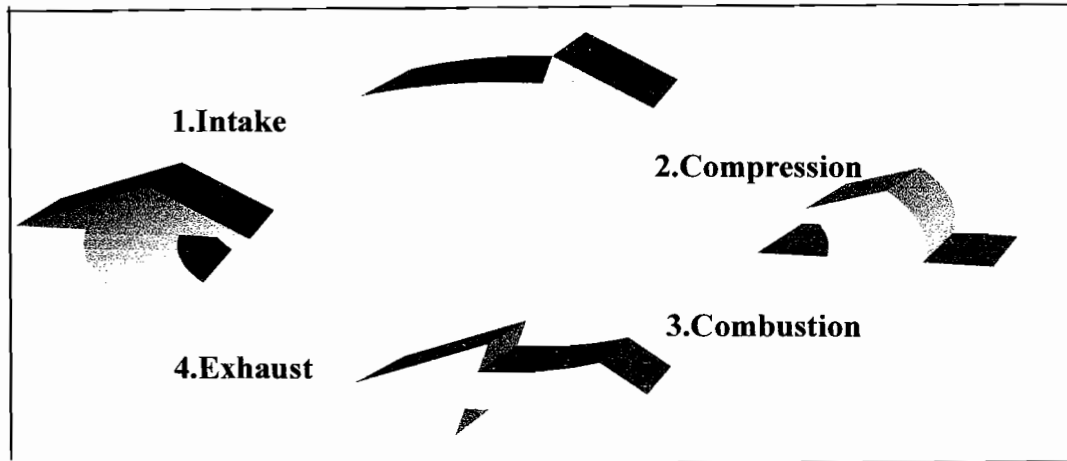
- a. Kecepatannya tinggi dan tenaganya besar
- b. Mudah pengoperasiannya
- c. Pembakarannya sempurna

Umumnya digunakan untuk mobil penumpang dan kendaraan truk yang kecil, dan sebagainya.

## **2.1 Mesin Bensin**

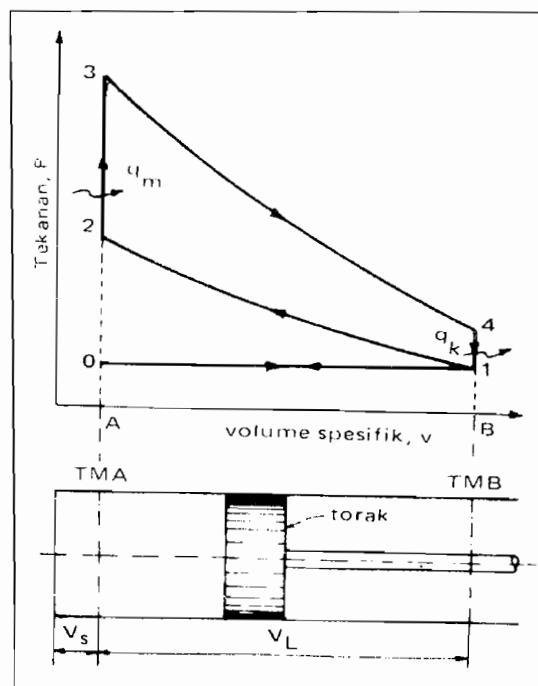
Campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder. Kemudian dikompresikan oleh torak saat bergerak naik. Bila campuran udara dan bensin terbakar dengan adanya api dari busi yang panas sekali, maka akan menghasilkan tekanan gas pembakaran yang besar di dalam silinder. Dari gerak lurus (naik turun) torak diubah menjadi gerak putar pada poros engkol melalui batang torak. Gerak putar inilah yang menghasilkan tenaga pada mobil. Posisi tertinggi yang dicapai oleh torak di dalam silinder disebut titik mati atas (TMA), dan posisi terendah yang dicapai torak disebut titik mati bawah (TMB). Jarak Bergeraknya torak antara TMA dan TMB disebut langkah torak (*stroke*). Campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder dan gas yang telah terbakar harus keluar, dan ini harus berlangsung secara tetap. Pekerjaan ini dilakukan dengan adanya gerakan torak yang turun-naik di dalam silinder. Proses menghisap campuran udara dan bensin ke dalam silinder, mengkompresikan, membakarnya dan mengeluarkan gas bekas dari silinder, disebut satu siklus. Ada juga mesin yang tiap siklusnya terdiri dari dua langkah torak. Mesin ini disebut mesin 2 langkah (*two stroke engine*). Poros engkolnya berputar satu kali selama torak menyelesaikan dua langkah. Sedangkan mesin lainnya, tiap siklusnya terdiri dari empat langkah torak. Mesin ini disebut mesin empat langkah torak (*four stroke engine*). Poros

engkol berputar dua putaran penuh selama torak menyelesaikan empat langkah dalam tiap satu siklus.



Gambar 2.1 Siklus mesin

### 2. 1. 1 Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah



Gambar 2. 2 Diagram P-V dari siklus Otto

**1. Langkah Hisap (0 – 1, merupakan proses tekanan-konstan)**

Dalam langkah ini, campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bensin ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*).

**2. Langkah Kompresi (1 – 2, merupakan proses isentropik)**

Dalam langkah ini, campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai TMA. (2 – 3) merupakan proses pemasukan kalor volume-konstan.

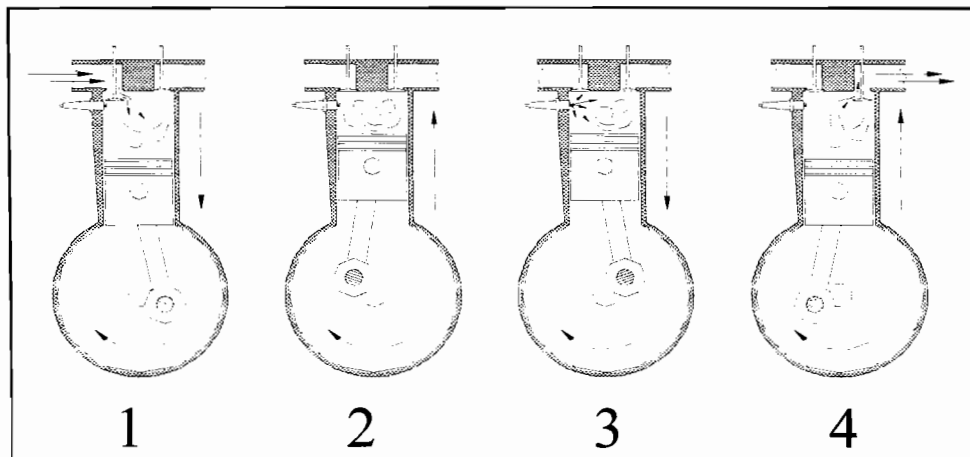
**3. Langkah Usaha (3 – 4, merupakan proses isentropik)**

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*). (4 – 1) merupakan proses pengeluaran kalor volume-konstan.

#### 4. Langkah Buang ( $I - 0$ , merupakan proses tekanan-konstan)

Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas keluar dari silinder.

Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam 1 siklus terdiri dari 4 langkah, hisap, kompresi, usaha, buang yang merupakan dasar kerja dari mesin 4 langkah.



Gambar 2. 3 Prinsip kerja mesin 4 langkah

## 2. 2 Bahan Bakar

Ada beberapa tipe bahan bakar yang digunakan pada kendaraan. Beberapa diantaranya berisikan racun dan zat kimia yang mudah terbakar, dan ini harus ditangani dengan berhati-hati. Menggunakan tipe bahan bakar harus sesuai agar tidak terjadi kesalahan, karena ini dapat menyebabkan kerusakan bekerjanya

komponen mesin. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui perbedaan tipe bahan bakar, dan cara penanganannya yang benar.

Sampai saat ini bahan bakar yang digunakan pada mobil termasuk bensin dan solar, dan beberapa negara ada yang menggunakan alkohol, LPG dan bahan bakar lainnya.

## **2. 2. 1 Bensin**

### **2. 2. 1. 1 Sifat Utama dari Bensin**

Bensin mengandung *hydrocarbon* hasil sulingan dari produksi minyak mentah. Bensin mengandung gas yang mudah terbakar, umumnya bahan bakar ini digunakan untuk mesin bensin dengan pengapian busi. Sifat yang dimiliki bensin sebagai berikut :

1. mudah menguap pada temperatur normal
2. tidak berwarna, tembus pandang dan berbau
3. mempunyai titik nyala rendah (-10° sampai -15° C)
4. mempunyai berat jenis yang rendah (0,60 sampai 0,78)
5. dapat melarutkan oli dan karet
6. menghasilkan jumlah panas yang besar (9500 – 10500 kcal/kg)
7. sedikit meninggalkan karbon setelah dibakar

Mesin bensin saat ini menggunakan bensin dengan komposisi yang seimbang untuk memperoleh kemampuan yang optimal pada beberapa tingkat kecepatan.



### **2. 2. 1. 2 Syarat-syarat Bensin**

Kualitas yang diperlukan oleh bensin untuk memberikan kerja mesin yang lembut :

#### **1. Mudah terbakar**

Pembakaran serentak di dalam ruang bakar dengan sedikit *knocking*.

#### **2. Mudah menguap**

Bensin harus mampu membentuk uap dengan mudah untuk memberikan campuran udara – bahan bakar dengan tepat saat menghidupkan mesin yang masih dingin.

#### **3. Tidak beroksidasi dan bersifat pembersih**

Sedikit perubahan kualitas dan perubahan bentuk selama disimpan. Selain itu juga bensin harus mencegah pengendapan pada *system intake*.

### **2. 2. 1. 3 Nilai Oktan**

Nilai oktan (*octane number*) atau tingkatan dari bahan bakar adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap gejala detonasi. Bensin dengan nilai oktan lebih tinggi tidak mudah berdetonasi, semakin tinggi nilai oktan akan semakin kecil kemungkinan terjadinya detonasi.

Ada dua cara yang digunakan untuk mengukur nilai oktan: *Research method* dan *Motor method*.

Bensin dengan nilai oktan 90 umumnya disebut bensin biasa dan yang nilai oktannya lebih dari 95 disebut “oktan tinggi” atau “super”, atau “premium”.

Mesin yang mempunyai perbandingan kompresi yang tinggi memerlukan bahan bakar bensin yang mempunyai nilai oktan yang tinggi untuk menghilangkan *knocking* dan menghasilkan putaran yang lembut.

Ada sedikit kerugian menggunakan bensin beroktan tinggi pada mesin biasa yang mempunyai perbandingan kompresi rendah. Bensin “oktan tinggi” dan “biasa” banyak tersedia pada stasiun pompa bensin.

### **2.3 Bahan Tambah**

Bahan tambah pada bahan bakar digunakan untuk membuat bahan bakar agar mempunyai sifat-sifat yang sesuai dengan sifat-sifat yang dibutuhkan oleh motor bensin.

Penggunaan bahan tambah pada bahan bakar tumbuh dengan cepat. Untuk beberapa tahun, bahan tambah anti detonasi adalah satu-satunya bahan tambah yang digunakan pada bahan bakar motor bensin. Akan tetapi pada saat ini bermacam-macam bahan tambah telah digunakan. Macam-macam bahan tambah yang digunakan itu adalah anti detonasi atau “*antiknock compound*”, *oxidation inhibitor*, *metal deactivator*, pencegah karat, deterjen, *dispersan*, dan *combustion deposit modifier*. Masing-masing bahan tambah tersebut mempunyai tugas-tugas yang berbeda-beda.

*Antiknock compound*, adalah bahan tambah yang digunakan untuk mempertinggi ketahanan bahan bakar terhadap kemungkinan terjadinya detonasi, yang sekaligus berarti mempertinggi bilangan oktan atau angka oktan dari bahan bakar. Bahan yang biasa ditambahkan adalah *tetraethyl lead* atau dikenal dengan

TEL, *tetramethyl lead*, dan *methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl* atau MMT.

Dengan populernya penggunaan *catalytic convertor* sebagai alat untuk mengurangi polusi pada kendaraan, maka penggunaan *lead* atau timah hitam menunjukkan penurunan yang sangat drastis. Hal ini disebabkan karena bahan bakar yang mengandung timah hitam tidak dapat digunakan pada kendaraan yang dilengkapi dengan *catalytic convertor*.

*Oxidation inhibitor* adalah bahan tambah yang berguna untuk mencegah atau paling tidak mengurangi terjadinya pembentukan endapan pada bahan bakar karena reaksi dengan udara. Dengan adanya bahan tambah ini pada bahan bakar maka memungkinkan penyimpanan bahan bakar yang lebih lama, karena bahan bakar menjadi lebih stabil dalam arti tidak mudah terbentuk endapan pada saat penyimpanan.

Bahan bakar dapat bereaksi dengan metal sehingga membentuk substansi yang kasar (seperti kompon). Substansi ini dapat merusakkan karburator atau bagian dari sistem injeksi bahan bakar atau membuntu saringan bahan bakar. Atau kalau sampai masuk ke dalam silinder akan mempercepat terjadinya keausan antara dinding silinder dengan ring pistonnya. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya substansi ini pada bahan bakar ditambahkan *metal deactivator*.

Bagian-bagian dari sistem bahan bakar dapat mengalami terjadinya karat karena adanya proses oksidasi. Untuk mencegah terjadinya karat pada sistem bahan bakar tersebut maka pada bahan bakar ditambahkan bahan pencegah karat

sehingga kemungkinan terjadinya atau timbulnya karat baik pada alat penyimpan atau pada bagian-bagian dari sistem bahan bakar dapat dihindarkan.

Deterjen ditambahkan pada bahan bakar untuk menghilangkan kotoran yang timbul pada bahan bakar tersebut yang akan menempel pada bagian-bagian dari sistem bahan bakar. Apabila terjadi pengendapan atau pengumpulan kotoran pada sistem bahan bakar terutama pada sistem injeksi bahan bakar dan pada karburator maka akan mempengaruhi pengaturan jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder sehingga akan mempengaruhi tenaga yang dihasilkan oleh motor. Sedangkan *despersan* berfungsi untuk menghilangkan atau mengurangi endapan pada karburator, manifold, lubang pemasukan, katup, dan bagian dari sistem pemasukan. Dengan terjaganya bagian-bagian tersebut dari kotoran maka kerja dari bagian-bagian tersebut akan optimum dan akibatnya motor akan menghasilkan tenaga yang optimum juga.

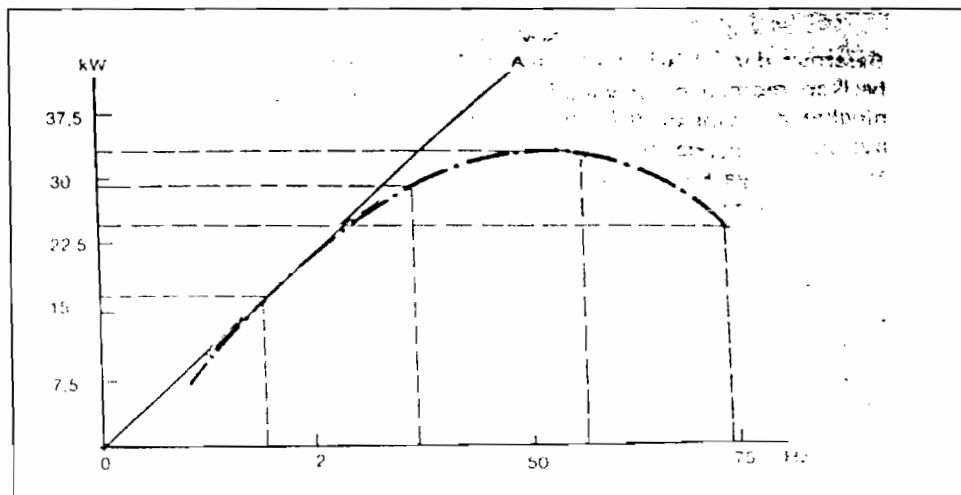
Penggunaan bahan tambah yang bernama *combustion deposit modifier* adalah untuk mengurangi terbentuknya deposit atau endapan di dalam ruang bakar seperti pada busi, pada kepala silinder, dan pada dinding silinder bagian atas sehingga mencegah terjadinya akumulasi endapan akibat pembakaran yang apabila banyak mengumpul di dalam ruang bakar akan menyebabkan bahan bakar terbakar bukan karena loncatan bunga api dari busi tetapi akibat kumpulan kotoran tersebut yang menjadi panas dan mampu membakar campuran bahan bakar dengan udara yang ada di dalam silinder.

Dengan adanya bahan tambah pada bahan bakar ini maka akan memungkinkan terpenuhinya persyaratan yang dibutuhkan oleh motor jaman

sekarang dan di samping itu juga memudahkan dalam pengangkutan dan penyimpanan (dalam Suyanto, 1989)

#### 2.4 Diagram Prestasi

Baik daya maupun torsi selalu tidak konstan. Kurva daya dan momen putar secara teoritis dapat dilihat pada gambar 2. 4.

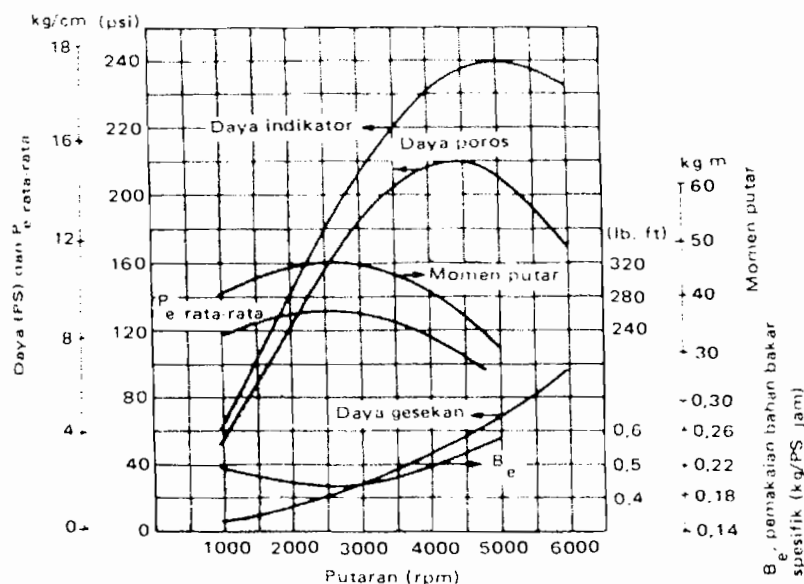


Gambar 2. 4 Perbandingan daya dengan frekuensi putar motor

Dari grafik di atas diketahui bahwa semakin tinggi frekuensi putar motor maka daya yang diberikan juga semakin tinggi, hal ini disebabkan semakin besar frekuensi putar semakin banyak langkah kerja yang dialami pada waktu yang sama. Kemudian daya dianggap akan meningkat sebanding dengan frekuensi putar (lihat garis A). Kurva daya yang sebenarnya tidak akan membentuk garis lurus, tetapi pada frekuensi putar tertentu akan melengkung, hal ini disebabkan pada frekuensi putar yang lebih tinggi kecepatan piston terhadap katup terbuka

terlalu lebar (pengisian silinder tidak sempurna), akibatnya tekanan efektif pada piston berkurang yang berarti pengurangan daya. (dalam Suyanto, 1989)

Pemakaian bahan bakar mencapai titik terendah berarti kopel motor pada posisi tertinggi dan efisiensi motor juga pada posisi tertinggi, karena pada kondisi ini isian silinder paling sempurna. Mesin bensin mempunyai standar efisiensi mekanis sebesar 70% - 85% (dalam Arismunandar, 2002).



Gambar 2. 5 Diagram prestasi mesin

## 2. 5. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Untuk motor yang tidak dipasang dalam kendaraan yang berjalan, maka pemakaian bahan bakarnya ditetapkan dalam kg tiap kilo watt jam. Inilah yang disebut pemakaian bahan bakar spesifik dan juga untuk motor mobil digunakan cara pemakaian bahan bakar seperti ini untuk mengadakan perbandingan

“penghematan” dari motor sejenis dan untuk menentukan frekuensi putar yang paling ekonomis.

Bila besarnya pemakaian bahan bakar spesifik sebuah motor bensin empat-langkah 0,4 kg/kW jam ini berarti bahwa untuk motor itu diperlukan bahan bakar sebanyak 0,4 kg untuk menghasilkan 1kW selama satu jam. Bila motor tadi seperti biasa terjadi menghasilkan lebih besar dari 1 kW, maka pemakaian bahan bakarnya tiap jamnya meningkat bekerja beberapa kali (Arends dan Barendschot, 1994).

## **2. 6. Perbandingan Kompresi (AFR)**

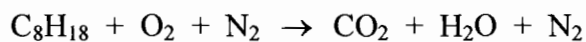
Perbandingan kompresi menggambarkan berapa banyaknya campuran bahan bakar dengan udara yang dapat dikompresikan di dalam silinder. Perbandingan kompresi dihitung dengan jalan membagi jumlah atau volume udara yang berada di dalam silinder di atas piston pada saat piston berada di TMB dengan jumlah volume udara di dalam ruang bakar di atas piston saat piston berada di TMA. Perbandingan kompresi secara teoritis adalah 8 – 13. Perbandingan kompresi yang tinggi akan menghasilkan tenaga yang lebih besar karena tekanan awal pembakaran menjadi semakin tinggi.

Selain keuntungan di atas, motor dengan perbandingan kompresi tinggi mempunyai kelemahan mudah terjadi detonasi bila tidak diikuti dengan pemakaian bahan bakar beroktan tinggi (Suyanto, 1989).

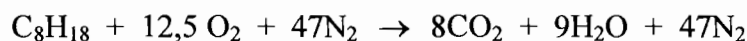
## 2. 7 Reaksi Pembakaran

Obert (dalam Suyanto, 1989) mengatakan bahwa campuran bahan bakar dengan udara teoritis adalah terdiri dari 15,1 bagian udara dengan satu bagian bahan bakar dalam beratnya. Sebagai contoh apabila akan membakar satu gram bahan bakar, agar terbakar dengan sempurna maka diperlukan 15,1 gram udara.

Bahan bakar yang akan dibakar diambil hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_8H_{18}$  dan pembakarannya sempurna sehingga hasil pembakarannya menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Jadi kalau ditulis dengan persamaan menjadi :



Agar pembakarannya sempurna maka jumlah semua bagian kiri sama dengan jumlah bagian kanan. Maka untuk membalans semua harus tereaksi habis sehingga :



Pada kenyataannya, proses pembakaran terjadi dengan campuran bahan bakar dengan udara tidak seperti campuran yang teoritis ini melainkan terlalu banyak udara atau kekurangan udara dimana biasa dikatakan campuran bahan bakar dengan udara kaya (bila kandungan udaranya lebih kecil dari angka teoritis) atau campurannya miskin (kandungan udara di dalam campuran lebih banyak dari angka teoritis).

## 2. 8 Emisi Gas Buang

Komponen utama bahan bakar adalah hidrogen (H) dan karbon (C). Pembakaran pada kendaraan berbahan bakar bensin akan menghasilkan senyawa



utama yaitu : HC, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Dari senyawa-senyawa itu, HC dan CO paling berbahaya bagi kesehatan manusia. HC adalah senyawa yang tidak dapat terbakar dengan sempurna. Penyebab tingginya HC antara lain pengapian tidak tepat dan kompresi lemah. Sedangkan kadar CO akan bertambah tinggi jika dalam proses pengapian, komposisi bahan bakar lebih banyak dari pada komposisi udara (O<sub>2</sub>) yang diperlukan untuk mengubah CO menjadi CO<sub>2</sub>, sehingga CO yang terbuang meningkat. Selain itu karburator, saringan udara atau bahan bakar yang kotor, serta kualitas bahan bakar yang rendah juga bisa menyebabkan meningkatnya CO (Arends dan Berenschot, 1994).

Ambang batas maksimal untuk polutan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup NOMOR : KEP-35/MENLH/10/1993, Pasal 2 ayat 1c):

1. CO = 4,5%
2. HC = 1200 ppm

## 2. 9 Rumus Perhitungan (dalam Lukiyanto, 2003)

### 1. Menghitung Torsi dan Daya Mesin

Torsi (T)

$$T = m \cdot g \cdot l \text{ (Nm)}$$

Daya mesin (P)

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} = \frac{T \cdot n}{9549} \text{ (kW)}$$

dengan :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (kW)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $9,81\text{m/s}^2$ )

$l$  = Panjang lengan pada dinamometer (0,35 m)

$m$  = Massa yang terukur pada dinamometer (kg)

$n$  = Putaran poros mesin (rpm)

## 2. Brake mean effective pressure (bmep)

Bmep menyatakan tenaga output mesin tiap satuan volume silinder

$$\text{bmep} = \frac{60 \cdot P \cdot z}{V \cdot n} \text{ (kPa)}$$

dengan :

$V$  = Volume langkah total silinder ( $\text{m}^3$ )

$z$  = 2 (untuk mesin 4 langkah)

= 1 (untuk mesin 2 langkah)

## 3. Menghitung massa aliran udara masuk $m_a$ (kg/s)

$$m_a = \alpha \cdot \epsilon \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \sqrt{2g \cdot \rho_a \cdot \Delta p} \text{ (kg/s)}$$

dengan :

$\alpha$  = Koefisien aliran melalui orifice ( $\alpha = 0,6$ )

$\epsilon$  = Faktor kompresibilitas udara

$d$  = Diameter orifice (0,055 m)

$\Delta p$  = Perbedaan tekanan udara melalui orifice (mmH<sub>2</sub>O)

$\rho_a$  = Massa jenis udara basah pada suhu ruang  $\theta_a$  °C ( $\text{kg/m}^3$ )

$$\rho_a = \rho_n \cdot \frac{P_a - \varphi \cdot P_s}{760} \cdot \frac{273}{273 + \theta_a} + \varphi \cdot \rho_w \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

dengan :

$\rho_n$  = Massa jenis udara kering pada suhu kamar 0°C dan tekanan absolute

760 mmHg (1, 293 kg/m<sup>3</sup>)

$P_a$  = Tekanan udara atmosfer yang diukur dalam pengujian (mmHg)

$P_s$  = Tekanan uap air jenuh pada suhu pengujian  $\theta_a$ °C (kg/m<sup>3</sup>)

(lihat tabel 2.1 )

$\rho_w$  = Massa jenis uap air pada suhu pengujian  $\theta_a$ °C (kg/m<sup>3</sup>)

(lihat tabel 2.1 )

$\theta_a$  = Suhu udara ruang / kamar (°C)

$\varphi$  = Kelembaban relatif udara yang diukur selama pengujian

$k$  = Perbandingan kalor spesifik udara (1,4)

Tabel 2.1 Hubungan antara  $\theta - P_s$ ,  $\theta - \rho_w$ 

$\theta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_s$ (mm Hg)	$\rho_w$ ( $\text{kg/m}^3$ )	$\theta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_s$ (mm Hg)	$\rho_w$ ( $\text{kg/m}^3$ )
0,0	4,581	0,00485	20,0	17,530	0,01730
1,0	4,925	0,00520	21,0	18,650	0,01834
2,0	5,292	0,00556	22,0	19,820	0,01943
3,0	5,682	0,00595	23,0	21,070	0,02058
4,0	6,098	0,00636	24,0	22,380	0,02179
5,0	6,540	0,00680	25,0	23,750	0,02306
6,0	7,010	0,00726	26,0	25,210	0,02438
7,0	7,511	0,00775	27,0	26,740	0,02578
8,0	8,042	0,00827	28,0	28,350	0,02725
9,0	8,606	0,00882	29,0	30,040	0,02878
10,0	9,205	0,00940	30,0	31,830	0,03039
11,0	9,840	0,01001	31,0	33,700	0,03207
12,0	10,514	0,01066	32,0	35,670	0,03384
13,0	11,230	0,01135	33,0	37,730	0,03569
14,0	11,980	0,01207	34,0	39,900	0,03762
15,0	12,780	0,01283	35,0	42,180	0,03964
16,0	13,610	0,01364	36,0	44,570	0,04175
17,0	14,530	0,01448	37,0	47,080	0,04396
18,0	15,470	0,01537	38,0	49,700	0,04627
19,0	16,470	0,01631	39,0	52,450	0,04869
20,0	17,530	0,01730	40,0	55,340	0,05120

Tabel 2. 2 Hubungan antara  $\theta - \nu$ ,  $\theta - \gamma_w$ 

	$\theta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )				
	0	10	20	30	40
$\nu \times 10^{-5}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	1,33	1,42	1,51	1,60	1,70
$\gamma_w$ ( $\text{kg/m}^3$ )	0,0048	0,0094	0,0173	0,0304	0,0512

Faktor kompresibilitas udara ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \sqrt{\frac{k}{k-1} \frac{13,59 \cdot p_a}{\Delta p} \left\{ \left( \frac{13,59 \cdot p_a - \Delta p}{13,59 \cdot p_a} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{13,59 \cdot p_a - \Delta p}{13,59 \cdot p_a} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right\}}$$

Nilai  $m_a$  di atas berlaku hanya jika bilangan Reynold (Re) lebih besar dari 7400 ( $Re > 7400$ ).

Nilai Re dapat dicek dengan menggunakan persamaan :

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$$

Dengan  $w$  = kecepatan rata-rata melalui orifice:

$$w = \frac{m_a}{\rho_a \cdot \frac{\pi}{4} d^2} \quad (\text{m/s})$$

maka :

$$Re = \frac{4 \cdot m_a}{\rho_a \cdot \pi \cdot d \cdot \nu}$$

$\nu$  = viskositas kinematik udara yang dihisap melalui orifice ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

#### 4. Efisiensi Pengisian (charging efficiency) $\eta_c$

$$\eta_c = \frac{m_a \cdot z \cdot 60}{p_a \cdot V \cdot n}$$

#### 5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (Air to Fuel ratio – AFR)

Konsumsi bahan bakar

$$m_f = \frac{b \cdot 3600}{t \cdot 1000} \cdot \rho_f \quad (\text{kg/jam})$$

$$AFR = \frac{m_a \cdot 3600}{m_f}$$

dengan :

$b$  = Volume buret yang dipakai dalam pengujian (cc)

$t$  = Waktu yang diperlukan untuk mengosongkan buret (detik)

$\rho_f$  = Berat jenis bensin (0,74kg/l)

#### 6. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{P} \text{ (kg/kW jam)}$$

dengan :

$P$  = Daya keluaran mesin (kW)

#### 7. Laju massa gas buang

$$m_g = m_a + \frac{m_f}{3600} \text{ (kg/s)}$$

#### 8. Kehilangan energi melalui gas buang

$$Q_g = m_g \cdot c_{p\text{gas}} \cdot (\theta_{g\text{-out}} - \theta_{g\text{-in}}) \cdot 4,184 \text{ (kW)}$$

dengan :

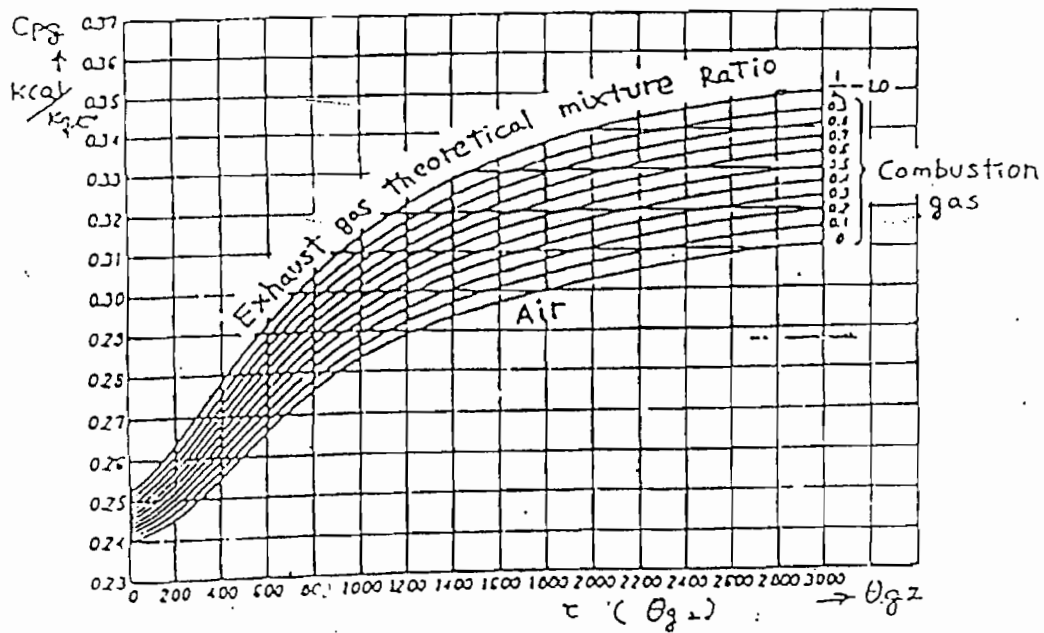
$c_{p(\text{gas})}$  = Panas jenis tekanan konstan gas hasil pembakaran berdasarkan

suhu gas buang,  $\theta_{g\text{-out}}$  dan udara lebih (kkal/kg°C)

(lihat gambar 2. 6)

$\theta_{g\text{-in}}$  = Suhu udara masuk (°C)

$\theta_{g\text{-out}}$  = Suhu gas buang (°C)



Gambar 2.6 Hubungan antara  $c_{pg}$  dengan  $\theta_{gz}$

Prosentase kehilangan energi melalui gas buang:

$$\eta_g = \frac{Q_g}{Q_f} \times 100 \text{ (\%)}$$

dengan :

$Q_g$  = Energi dalam gas buang

$Q_f$  = Kalor ekivalen dari konsumsi bahan bakar

$$= \text{LHV} \cdot m_f \cdot 4,184/3600 \text{ (kW)}$$

LHV = 10500 kkal/kg (untuk bensin)

## 9. Kehilangan energi melalui air pendingin

$$Q_w = m_w \cdot c_{pw} \cdot (\theta_{w-out} - \theta_{w-in}) \cdot \frac{4,184}{3600} \text{ (kW)}$$



dengan :

$m_w$  = Laju air pendingin (kg/s)

$c_{p(w)}$  = Panas jenis tekanan konstan air (1 kkal/kg°C)

$\theta_{g-in}$  = Suhu pendingin masuk ke mesin (°C)

$\theta_{g-out}$  = Suhu pendingin masuk dari mesin (°C)

$$\eta_w = \frac{Q_w}{Q_f} \times 100$$

#### 10. Brake thermal efficiency

$$\eta_c = \frac{P_o}{Q_f} \times 100 = \frac{P \cdot K}{Q_f} \times 100 (\%)$$

$$K = \frac{749}{P_a - \phi \cdot P_s} \cdot \sqrt{\frac{273 + \theta_a}{293}}$$

dengan :

K = Faktor koreksi untuk torsi dan daya ke kondisi standar

(P = 760 mm Hg ; T = 20°C ; kelembaban 65%)

$P_o = P \cdot K$  = daya mesin yang sebenarnya

#### 11. Kehilangan energi karena gesekan

$$\eta_{fni} = 100 - \eta_g - \eta_w - \eta_c$$

$$P_{fni} = \frac{Q_f \cdot \eta_{fni}}{100} \text{ (kW)}$$



**12. Daya indikasi (Pi)**

$$P_i = P_o + P_{fi} \text{ (kW)}$$

Efisiensi termal indikator:

$$\eta_i = \frac{P_i}{Q_f} \times 100 \text{ (\%)}$$

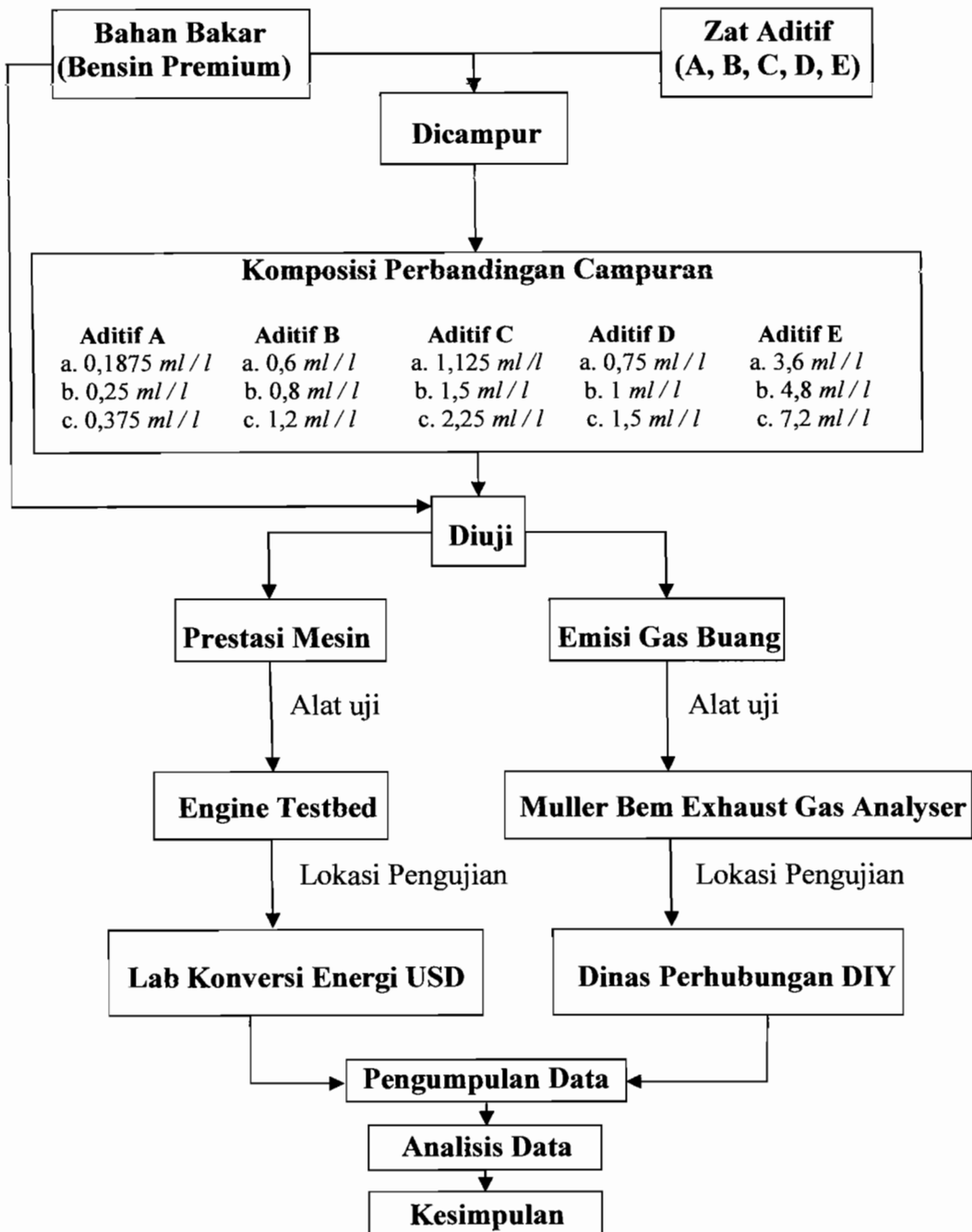
**13. Efisiensi mekanis**

$$\eta_m = \frac{P_o}{P_i} \times 100 \text{ (\%)}$$

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alur Penelitian



### **3. 2 Bahan Penelitian**

#### **3. 2. 1 Bahan Bakar**

Bensin murni (premium) dari SPBBU yang sama.

#### **3. 2. 2 Bahan Tambah**

Bahan tambah yang digunakan adalah zat aditif khusus untuk mesin bensin dengan merk sebagai berikut :

1. Zat aditif A, 15 ml untuk 60 liter bensin
  - a. Zat aditif A 75% (0,1875 ml untuk 1 liter bensin)
  - b. Zat aditif A 100% (0,25 ml untuk 1 liter bensin)
  - c. Zat aditif A 150% (0,375 ml untuk 1 liter bensin)
2. Zat aditif B, 40 ml untuk 50 liter bensin
  - a. Zat aditif B 75% (0,6 ml untuk 1 liter bensin)
  - b. Zat aditif B 100% (0,8 ml untuk 1 liter bensin)
  - c. Zat aditif B 150% (1,2 ml untuk 1 liter bensin)
3. Zat aditif C, 60 ml untuk 40 liter bensin
  - a. Zat aditif C 75% (1,125 ml untuk 1 liter bensin)
  - b. Zat aditif C 100% (1,5 ml untuk 1 liter bensin)
  - c. Zat aditif C 150% (2,25 ml untuk 1 liter bensin)
4. Zat aditif D, 50 ml untuk 50 liter bensin
  - a. Zat aditif D 75% (0,75 ml untuk 1 liter bensin)
  - b. Zat aditif D 100% (1 ml untuk 1 liter bensin)
  - c. Zat aditif D 150% (1,5 ml untuk 1 liter bensin)

5. Zat aditif E, 250 ml untuk 52 liter bensin
  - a. Zat aditif E 75% (3,6 ml untuk 1 liter bensin)
  - b. Zat aditif E 100% (4,8 ml untuk 1 liter bensin)
  - c. Zat aditif E 150% (7,2 ml untuk 1 liter bensin)

### **3.3 Peralatan Penelitian**

#### **3.3.1 Engine Testbed.**

Alat tersebut terdiri dari :

1. Mesin bensin dengan spesifikasi :
  - a. Merk / type : Toyota Kijang / 7 K
  - b. Perbandingan kompresi : 9 : 1
  - c. Volume silinder : 1781 cc
  - d. Pendingin : Air
  - e. Diameter silinder : 80,5 mm
  - f. Panjang langkah piston : 87,5 mm
  - g. Jumlah silinder : 4 silinder segaris (*in line*)

#### 2. Dinamometer

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur daya keluaran mesin. *Engine testbed* ini menggunakan dinamometer tipe hidrolis (*Froude Dynamometer*). Prinsip kerja dinamometer ini adalah memberi pengereman pada poros keluaran mesin dengan jalan membuka *gate*/penyekat antara sudu rotor dan stator, sehingga menimbulkan aliran *vortex*.

### 3. Alat Ukur

- a. Termokopel, untuk mengukur :
  - 1) temperatur air yang masuk ke mesin
  - 2) temperatur air yang keluar dari mesin
  - 3) temperatur minyak pelumas
  - 4) temperatur gas buang (*exhaust*)
- b. *Pressure Gauge*, untuk mengukur tekanan minyak pelumas
- c. Manometer, untuk mengukur penurunan tekanan udara yang melewati *orifice*
- d. Rotameter, untuk mengukur sirkulasi aliran air di dalam mesin
- e. Ammeter, untuk mengetahui arus listrik
- f. Burret, untuk mengukur volume bahan bakar
- g. Tachometer, untuk mengukur putaran poros mesin

#### **3.3.2 Muller Bem 8690 Exhaust Gas Analyser**

Alat untuk menganalisa emisi gas buang. Senyawa yang dapat dianalisa alat ini adalah kadar CO (%), CO<sub>2</sub> (%) dan HC (ppm).

### **3.4 Jalannya Penelitian**

#### **3.4.1 Persiapan Penelitian**

Sebelum mesin dihidupkan harus dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

1. Memeriksa bahan bakar di dalam tangki bahan bakar, membuka katup bahan bakar agar bahan bakar dapat mengalir ke mesin.
2. Memeriksa air pendingin di dalam tangki air. Membuka kran air agar air dapat bersirkulasi di dalam mesin, membuka kran air tambahan agar air dapat mengalir ke tangki pendingin.
3. Memeriksa oli pelumas mesin (harus pada batas yang diijinkan).

#### **3. 4. 2 Cara Start**

1. Menghidupkan mesin dengan jalan memutar kunci kontak searah jarum jam.
2. Setelah mesin hidup, mengatur putaran mesin sehingga diperoleh kondisi *idle* atau stasioner, pada putaran sekitar 600-700 rpm, kemudian dibiarkan selama  $\pm 5$  menit untuk pemanasan.
3. Menaikkan putaran mesin, dari kondisi *idle* menjadi 2500 rpm dengan memperbesar bukaan katup *throttle*.
4. Selanjutnya mesin dibebani awal 5 kg dengan memutar *handwheel* pada dinamometer ke kanan.
5. Pada saat mesin dibebani, putaran tetap dijaga pada 2500 rpm, dengan jalan mengatur buka tutup *throttle*.
6. Pada kondisi 2500 rpm dan mesin terbebani, didiamkan dahulu selama beberapa saat sampai suhu air pendingin yang keluar dari mesin sekitar 60° C.

7. Selanjutnya beban ditambah dengan memutar *handwheel* dinamometer ke kanan, sambil menjaga putaran tetap pada 2500 rpm, dengan membuka katup *throttle*, sampai *throttle* terbuka penuh (putaran mesin tetap 2500 rpm).
8. Menjaga suhu air pendingin yang keluar dari mesin berkisar  $60^{\circ}$ - $65^{\circ}$ C, dengan mengatur katup air pendingin (stop kran) pada flow meter.
9. Dalam keadaan emergensi, tombol emergensi ditekan sehingga kabel gas akan terlepas dari *handwheel throttle*, seterusnya mesin akan mati.

#### **3. 4. 3 Test Prestasi Mesin Bensin**

Test prestasi mesin bensin ini akan dilaksanakan pada saat *throttle* terbuka penuh. Setelah mesin dijalankan pada langkah di atas, kemudian dilakukan langkah-langkah berikut :

1. Mengurangi beban mesin secara perlahan dengan memutar *handwheel* dinamometer ke kiri (berlawanan arah jarum jam) sampai keadaan yang diinginkan pada pengukuran yang pertama yaitu sekitar 2500 rpm.
2. Setelah dinamometer disetimbangkan (me-*'level'*-kan *water pas*), kemudian mencatat :
  - a. momen pada dinamometer
  - b. waktu untuk mengkonsumsi bahan bakar tiap 100 cc
  - c. sikap manometer
  - d. suhu air masuk dan keluar mesin

- e. debit air pendingin
3. Selanjutnya putaran mesin diturunkan sesuai rpm yang dikehendaki (misalnya 2250 rpm) dengan jalan menambah beban pada dinamometer, sedangkan *throttle* tetap pada posisi terbuka penuh.
4. Dengan cara yang sama, putaran mesin diturunkan secara bertahap (misalnya 2000, 1750, 1500 rpm). Pada setiap tahapan putaran, data-data dicatat secara bersamaan.
5. Untuk mengakhiri penelitian ini, putaran mesin diturunkan dengan memutar *throttle* ke kiri dan diikuti dengan pengurangan beban secara perlahan-lahan, hingga putaran tidak lebih dari 2500 rpm dan beban sampai 0 kg. kemudian turunkan lagi putaran mesin hingga mencapai putaran idle (600 rpm). Kemudian matikan mesin dengan memutar kunci kontak berlawanan arah jarum jam.

Setelah data pada setiap kedudukan diketahui, maka dapat dibuat perhitungan untuk menggambar grafik prestasi mesin.

### **3. 5 Lokasi Penelitian**

1. Prestasi mesin bensin di Laboratorium Konversi Energi Universitas Sanata Dharma.
2. Emisi gas buang di Dinas Perhubungan DIY.



## BAB IV

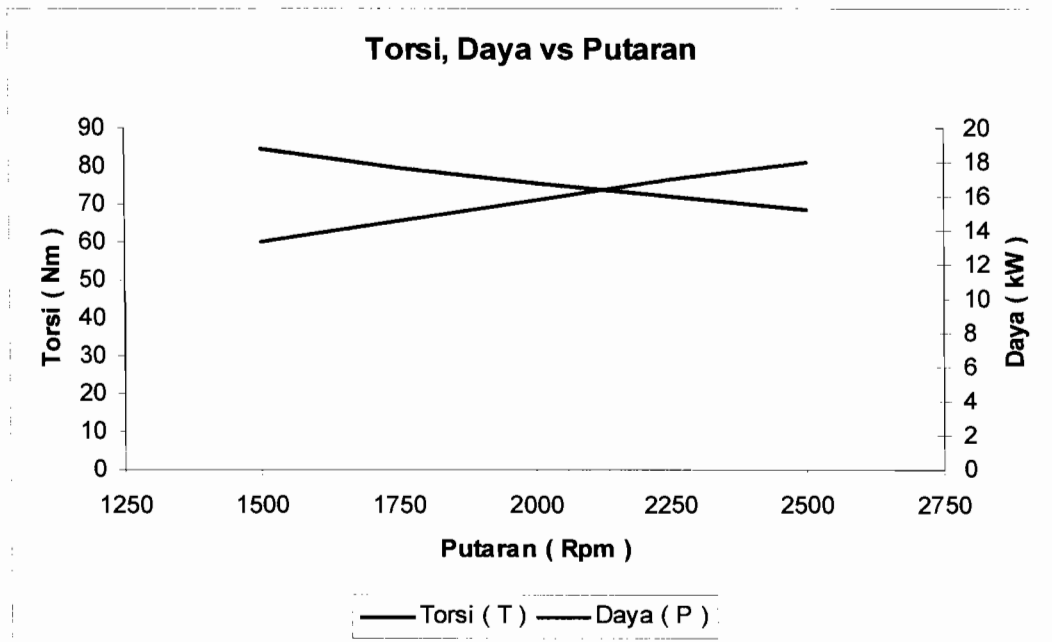
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4. 1 Hasil Perhitungan

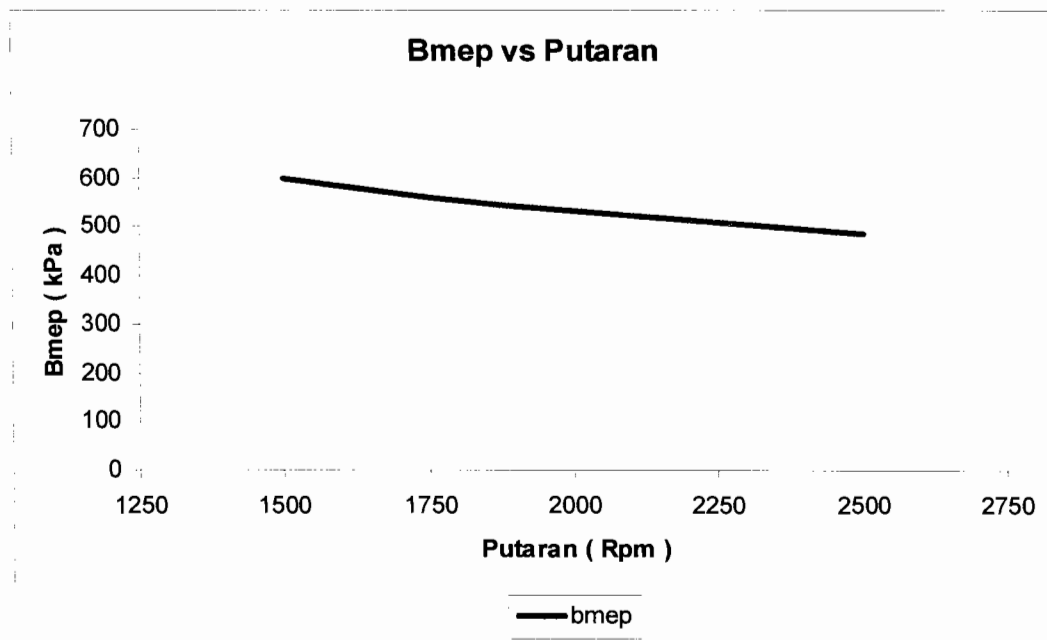
##### 4. 1. 1 Bensin Murni

Tabel 4. 1 Hasil perhitungan bensin murni

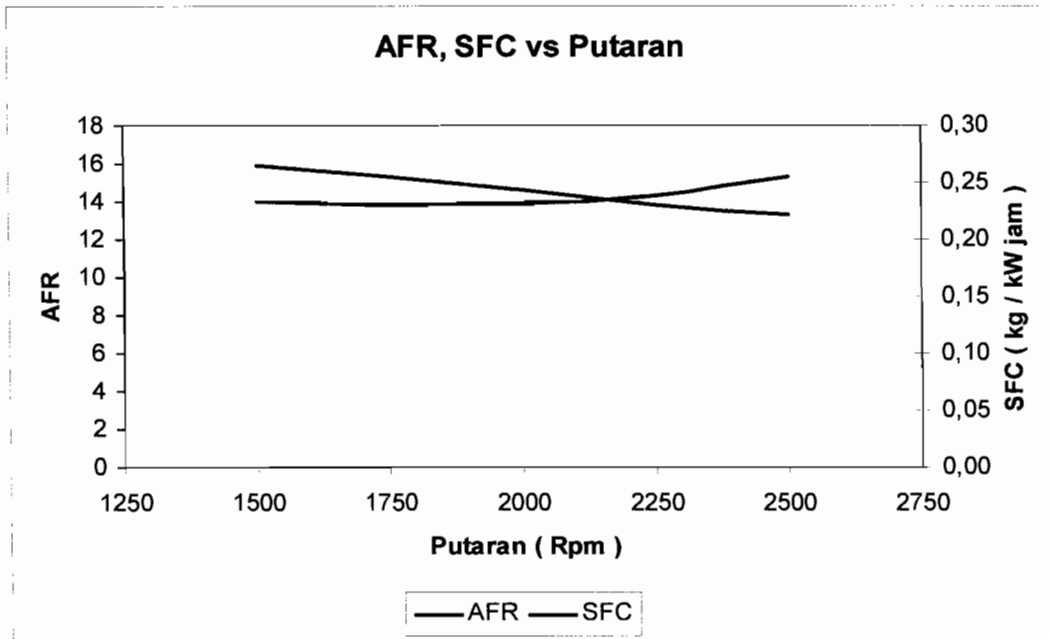
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	72,10	75,54	79,54	84,69
<b>P (kW)</b>	17,98	16,99	15,82	14,58	13,30
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	509,05	533,29	561,57	597,93
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,016	0,015	0,014	0,014
<b><math>\rho_a</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998
<b>Re</b>	22420,95	20625,4	19666,08	18829,27	18131,97
<b><math>\eta_c</math></b>	41,33%	42,25%	45,32%	49,59%	55,71%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,97	3,91	3,85	3,71	3,52
<b>AFR</b>	15,33	14,32	13,86	13,76	14,00
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,016	0,015	0,015
<b>Qg (kW)</b>	9,67	9,08	8,53	7,79	7,09
<b>Qf (kW)</b>	48,46	47,72	47,00	45,33	42,91
<b><math>\eta_g</math></b>	19,96%	19,03%	18,15%	17,19%	16,52%
<b>SFC</b>	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
<b>Qw (kW)</b>	10,02	9,86	9,22	8,75	8,11
<b><math>\eta_w</math></b>	20,67%	20,66%	19,62%	19,29%	18,89%
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,46	18,39	17,12	15,78	14,40
<b><math>\eta_e</math></b>	40,15%	38,53%	36,43%	34,80%	33,56%
<b><math>\eta_{fric}</math></b>	19,21%	21,78%	25,79%	28,71%	31,02%
<b>Pfric (kW)</b>	9,31	10,39	12,12	13,02	13,31
<b>Pi (kW)</b>	28,76	28,78	29,24	28,79	27,71
<b><math>\eta_i</math></b>	59,36%	60,31%	62,23%	63,51%	64,58%
<b><math>\eta_m</math></b>	67,64%	63,89%	58,55%	54,79%	51,96%



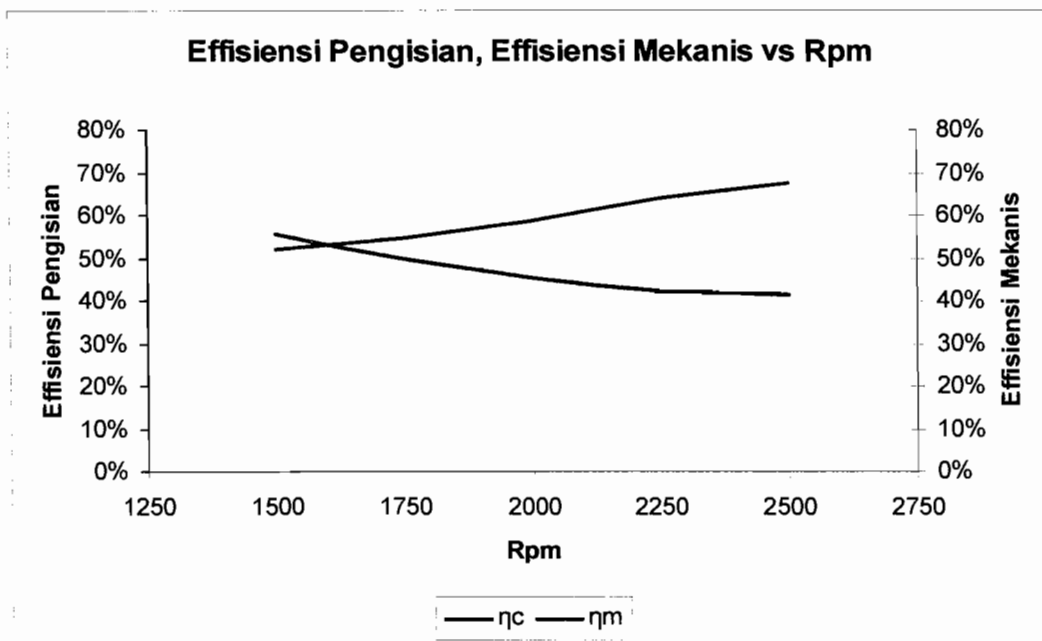
Gambar 4. 1 Perbandingan antara daya, torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin murni



Gambar 4. 2 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin murni



Gambar 4. 3 Perbandingan antara AFR, SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin murni



Gambar 4. 4 Grafik Efisiensi Pengisian dan Efisiensi mekanis vs Putaran pada bahan bakar bensin murni

#### 4. 1. 2 Bensin Murni dicampur zat aditif A

##### 4. 1. 2. 1 Bensin dicampur zat aditif A 75 %

Tabel 4. 2 Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 75 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	85,84	100,72	118,46	139,06
<b>P (kW)</b>	17,98	20,23	21,09	21,71	21,84
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	606,01	711,05	836,29	981,74
<b>ma (kg/s)</b>	0,016	0,016	0,016	0,015	0,015
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	21247,98	21095,76	20787,96	20317,51	19672,7
<b><math>\eta_c</math></b>	39,17%	43,21%	47,90%	53,51%	60,45%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,12	3,01	2,88	2,82	2,69
<b>AFR</b>	18,50	19,01	19,58	19,57	19,81
<b>mg (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,34	7,76	7,64	7,38	6,92
<b>SFC</b>	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12
<b>Qw (kW)</b>	8,21	8,25	7,58	7,30	7,13
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,49	21,93	22,87	23,54	23,68

#### 4. 1. 2. 2 Bensin dicampur zat aditif A 100 %

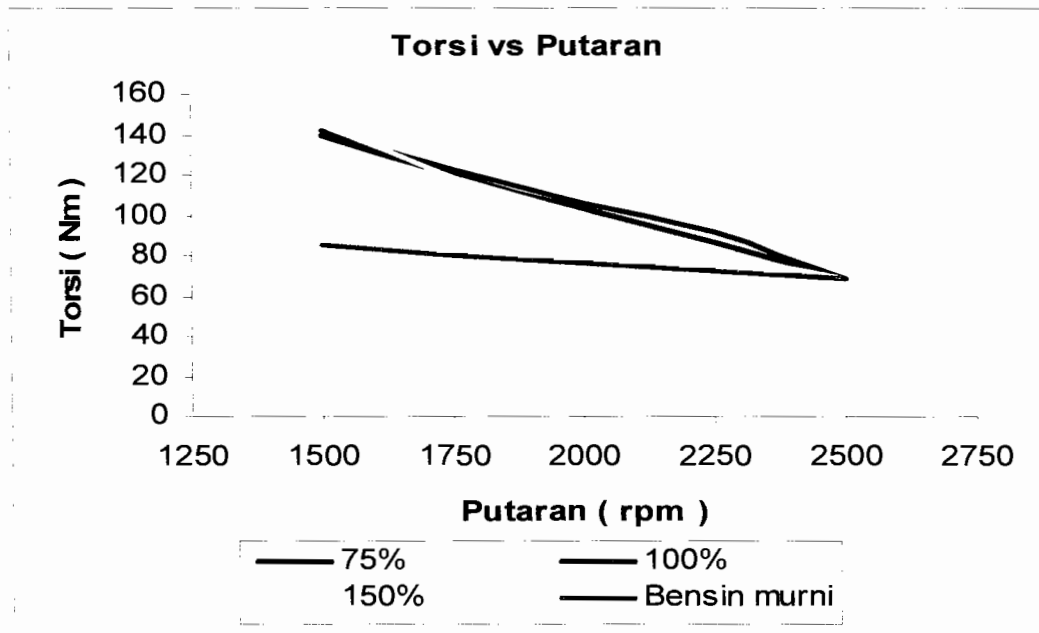
Tabel 4. 3. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 100 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	83,83	96,71	107,30	128,76
<b>P (kW)</b>	17,98	19,75	20,26	19,66	20,23
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	591,87	682,77	757,51	909,02
<b>ma (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,016	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	24004,66	22913,79	22060,16	21322,64	20558,6
<b>ηc</b>	44,46%	47,16%	51,08%	56,42%	63,47%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,98	4,05	3,84	3,62	3,47
<b>AFR</b>	16,42	15,39	15,62	16,04	16,11
<b>mg (kg/s)</b>	0,019	0,018	0,018	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	9,69	10,05	9,80	9,12	8,34
<b>SFC</b>	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17
<b>Qw (kW)</b>	9,29	8,88	8,48	8,13	7,86
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,49	21,42	21,96	21,32	21,93

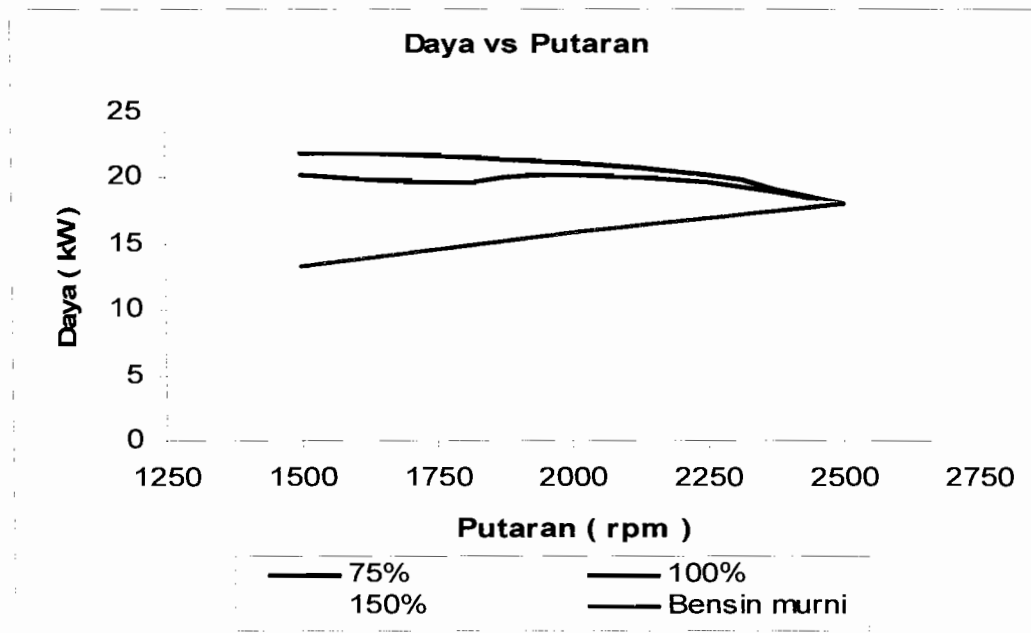
#### 4. 1. 2. 3 Bensin dicampur zat aditif A 150 %

Tabel 4. 4. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif A 150 %

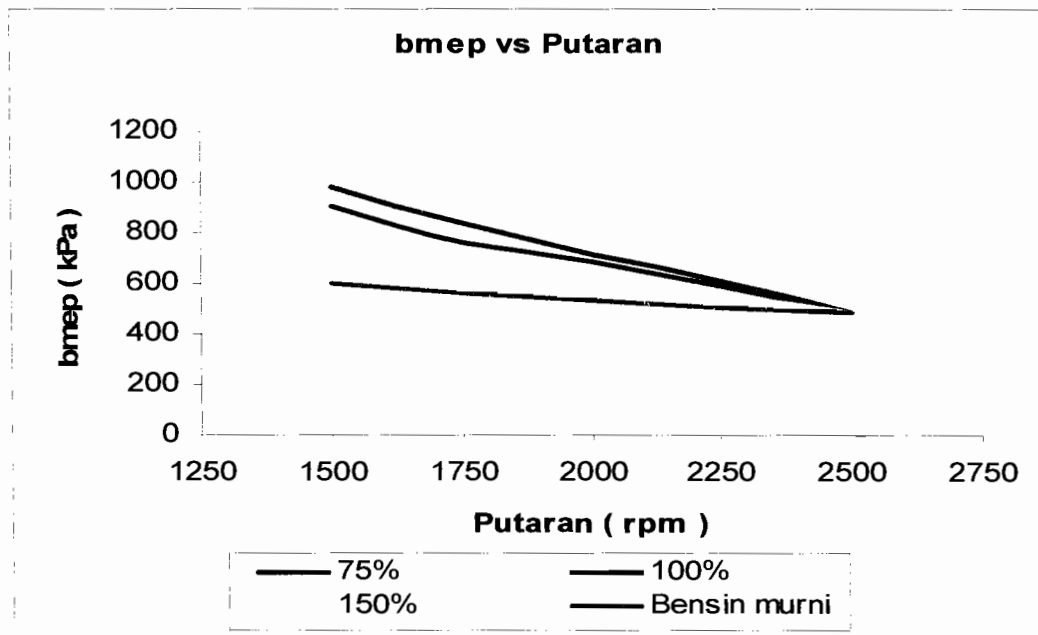
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	77,83	84,12	104,72	121,32
<b>P (kW)</b>	17,98	18,34	17,62	19,19	19,06
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	549,45	593,89	739,33	856,50
<b>ma (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,016	0,016
<b><math>\rho_a</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	23221,2	22520,01	21942,87	21350,1	20740,35
<b><math>\eta_c</math></b>	42,93%	46,26%	50,71%	56,39%	63,91%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,94	3,75	3,46	3,28	3,29
<b>AFR</b>	16,03	16,34	17,25	17,71	17,12
<b>mg (kg/s)</b>	0,019	0,018	0,018	0,017	0,017
<b>Qg (kW)</b>	9,57	9,51	9,24	8,74	8,13
<b>SFC</b>	0,22	0,20	0,20	0,17	0,17
<b>Qw (kW)</b>	8,68	8,74	8,27	7,69	7,58
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,48	19,87	19,09	20,79	20,65



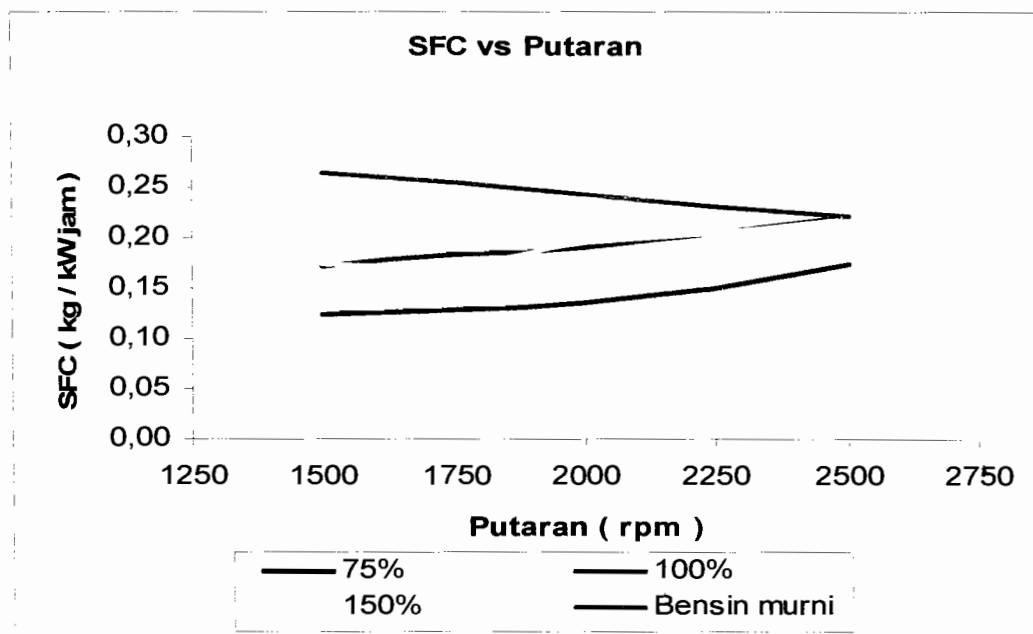
Gambar 4. 5 Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A



Gambar 4. 6 Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A

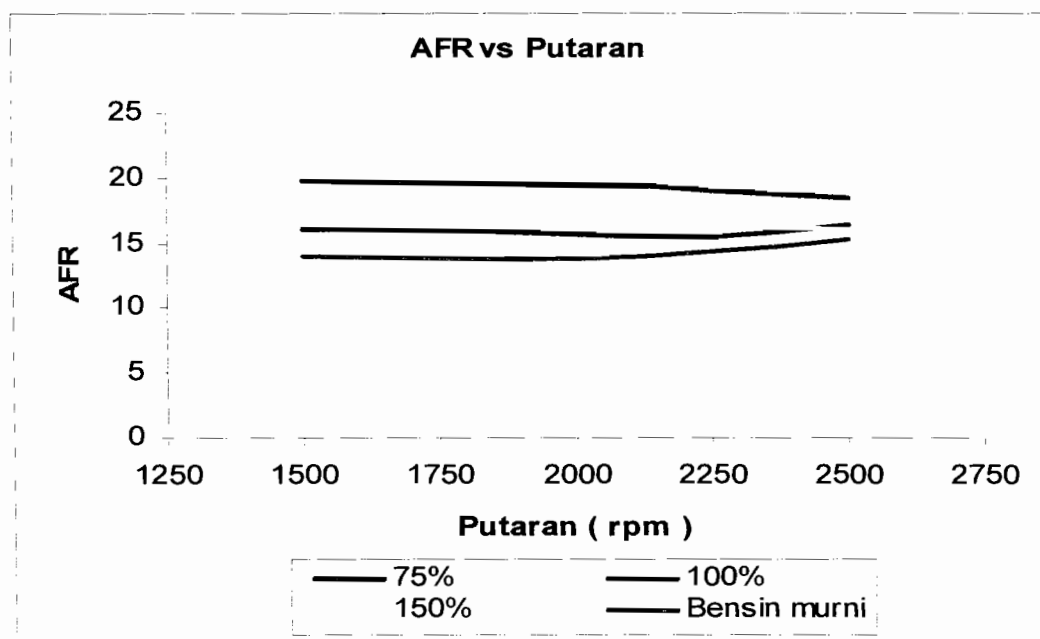


Gambar 4. 7 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A



Gambar 4. 8 Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A





Gambar 4. 9 Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif A

#### 4. 1. 3 Bensin Murni dicampur zat aditif B

##### 4. 1. 3. 1 Bensin dicampur zat aditif B 75 %

Tabel 4. 5. Hasil perhitungan bensin murni dicampur zat aditif B 75 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	79,54	100,72	114,45	132,19
<b>P (kW)</b>	17,98	18,74	21,09	20,97	20,76
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	561,57	711,05	808,01	933,26
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,015
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	22991,1	22566,92	21841,6	21243,48	20313,2
<b>ηc</b>	42,39%	46,23%	50,33%	55,95%	62,41%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,74	3,61	3,70	3,44	3,31
<b>AFR</b>	16,67	16,98	16,01	16,76	16,67
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,018	0,017	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	9,24	9,55	9,42	8,91	8,11
<b>SFC</b>	0,21	0,19	0,18	0,16	0,16
<b>Qw (kW)</b>	8,00	8,22	8,31	8,19	7,78
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,47	20,30	22,85	22,72	22,49

#### 4. 1. 3. 2 Bensin dicampur zat aditif B 100 %

Tabel 4. 6. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif B 100 %

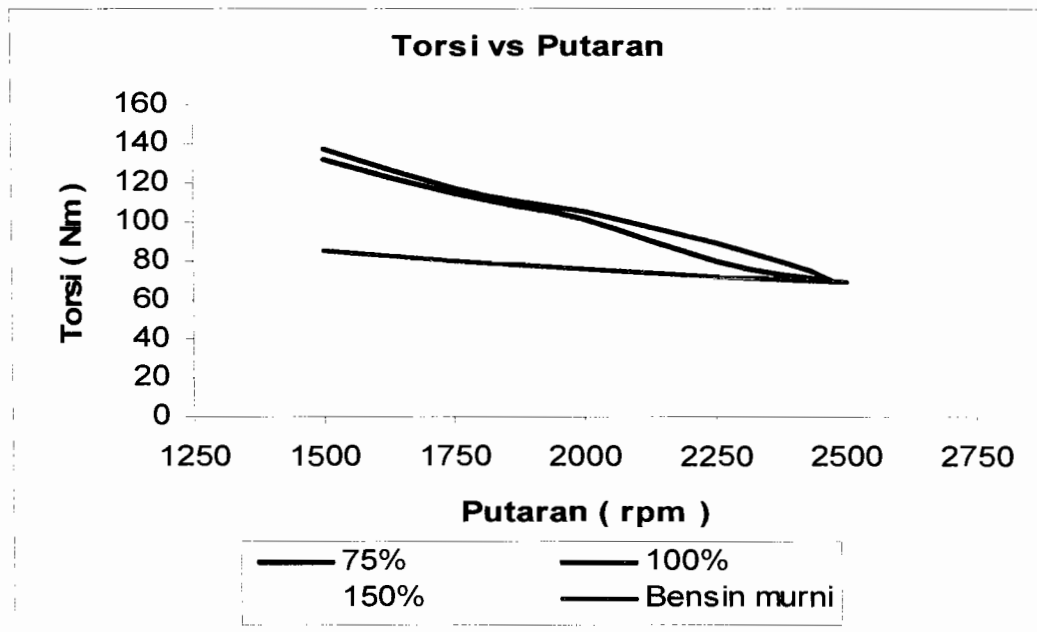
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	89,84	104,72	117,60	137,34
<b>P (kW)</b>	17,98	21,17	21,93	21,55	21,57
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	634,29	739,33	830,23	969,62
<b>ma (kg/s)</b>	0,016	0,016	0,015	0,015	0,015
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	21026,8	20720,01	20408,6	20092,35	19608,4
<b>ηc</b>	38,91%	42,60%	47,21%	53,12%	60,48%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,21	3,06	2,93	2,77	2,79
<b>AFR</b>	17,82	18,42	18,97	19,75	19,15
<b>mg (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,75	7,84	7,68	7,41	7,11
<b>SFC</b>	0,18	0,14	0,13	0,13	0,13
<b>Qw (kW)</b>	8,11	7,71	7,45	7,19	6,91
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,45	22,91	23,73	23,32	23,34



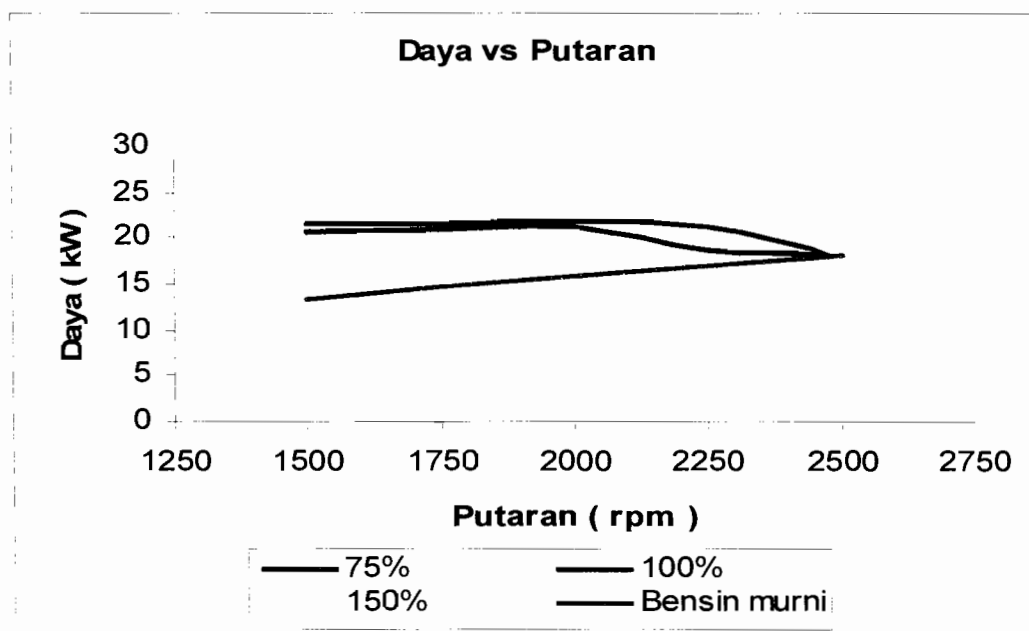
#### 4. 1. 3. 3 Bensin dicampur zat aditif B 150 %

Tabel 4. 7. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif B 150 %

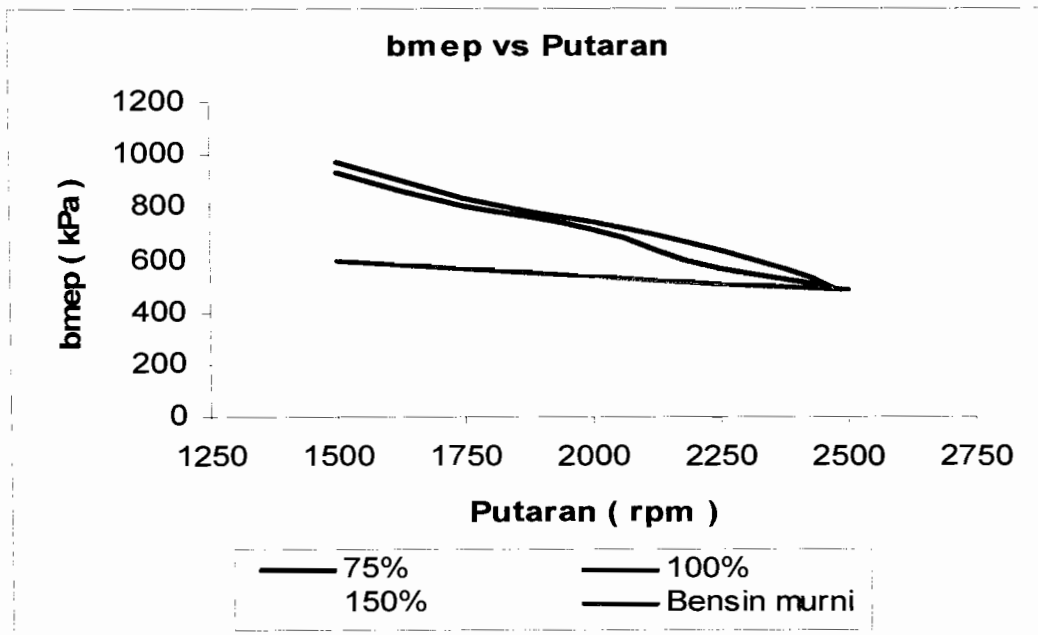
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	99,57	116,74	132,19	147,64
<b>P (kW)</b>	17,98	23,46	24,45	24,23	23,19
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	702,97	824,17	933,26	1042,34
<b>ma (kg/s)</b>	0,015	0,015	0,014	0,014	0,014
<b><math>\rho_a</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
<b>Re</b>	19620,09	19492,21	19123,56	19123,56	18613,76
<b><math>\eta_c</math></b>	36,27%	40,04%	44,19%	50,51%	57,36%
<b>mf (kg/jam)</b>	2,84	2,78	2,71	2,61	2,47
<b>AFR</b>	18,82	19,07	19,20	19,96	20,52
<b>mg (kg/s)</b>	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015
<b>Qg (kW)</b>	6,64	6,88	6,69	6,51	6,16
<b>SFC</b>	0,16	0,12	0,11	0,11	0,11
<b>Qw (kW)</b>	8,09	7,72	7,21	6,95	6,61
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,44	25,37	26,44	26,19	25,08



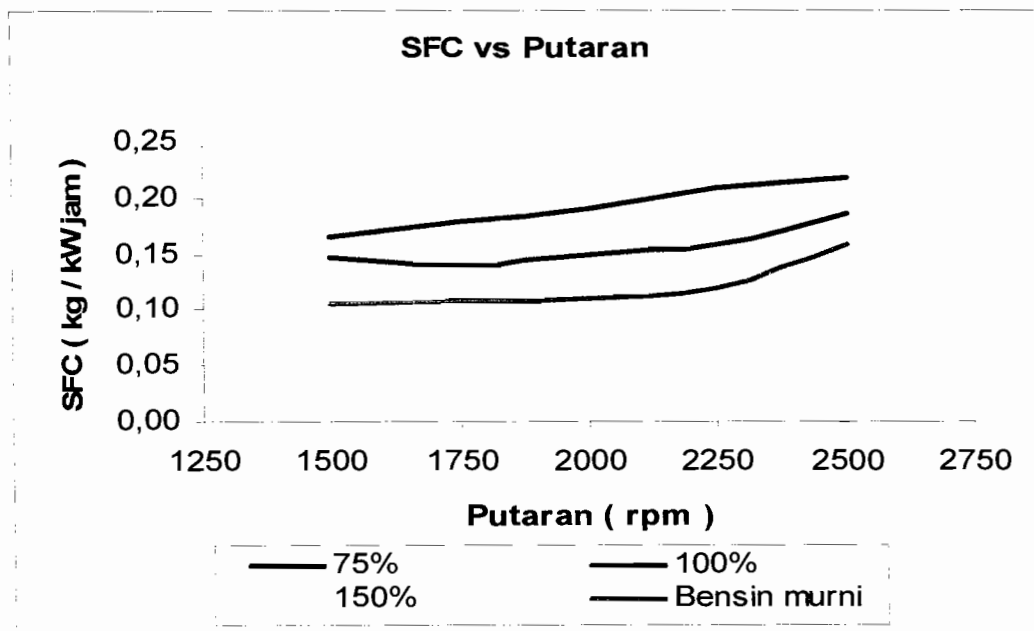
Gambar 4. 10 Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B



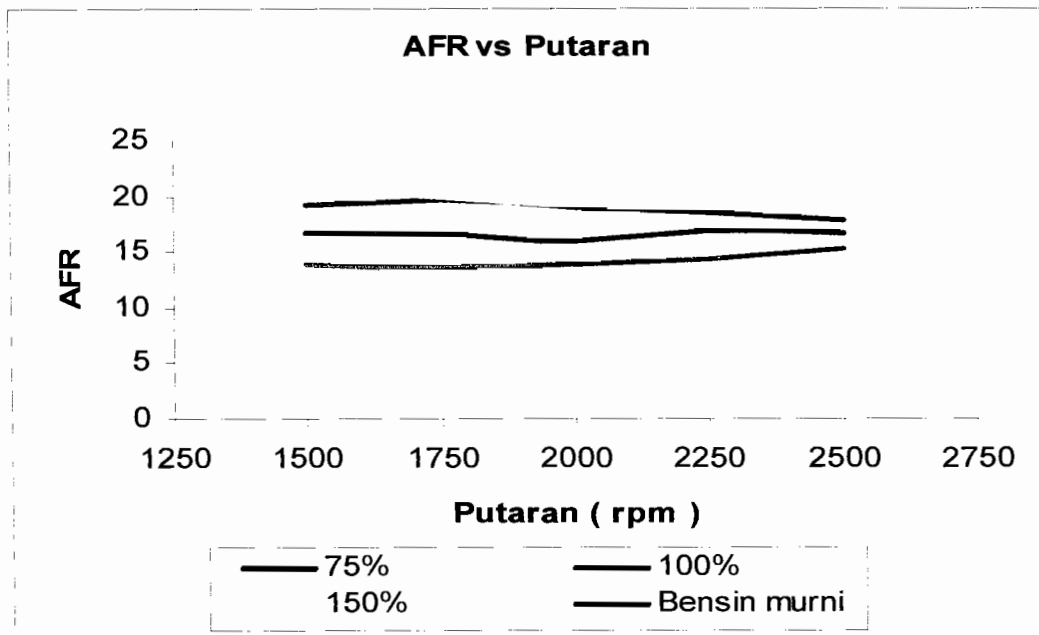
Gambar 4. 11 Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B



Gambar 4. 12 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B



Gambar 4. 13 Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B



Gambar 4. 14 Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif B

#### 4. 1. 4 Bensin Murni dicampur zat aditif C

##### 4. 1. 4. 1 Bensin dicampur zat aditif C 75 %

Tabel 4. 8. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 75 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	82,12	93,28	105,01	119,60
<b>P (kW)</b>	17,98	19,35	19,54	19,24	18,79
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	579,75	658,53	741,35	844,38
<b>ma (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,016	0,016
<b><math>\rho_a</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	23810,28	22855,47	21946,07	21417,53	20506,28
<b><math>\eta_c</math></b>	44,27%	47,22%	51,00%	56,89%	63,54%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,83	3,61	3,39	3,18	2,97
<b>AFR</b>	16,94	17,23	17,64	18,31	18,82
<b>mg (kg/s)</b>	0,019	0,018	0,018	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	9,11	9,32	8,97	8,50	7,81
<b>SFC</b>	0,21	0,19	0,17	0,17	0,16
<b>Qw (kW)</b>	8,29	8,63	8,23	7,81	7,14
<b>K</b>	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
<b>Po (kW)</b>	19,53	21,02	21,22	20,90	20,41



#### 4. 1. 4. 2 Bensin dicampur zat aditif C 100 %

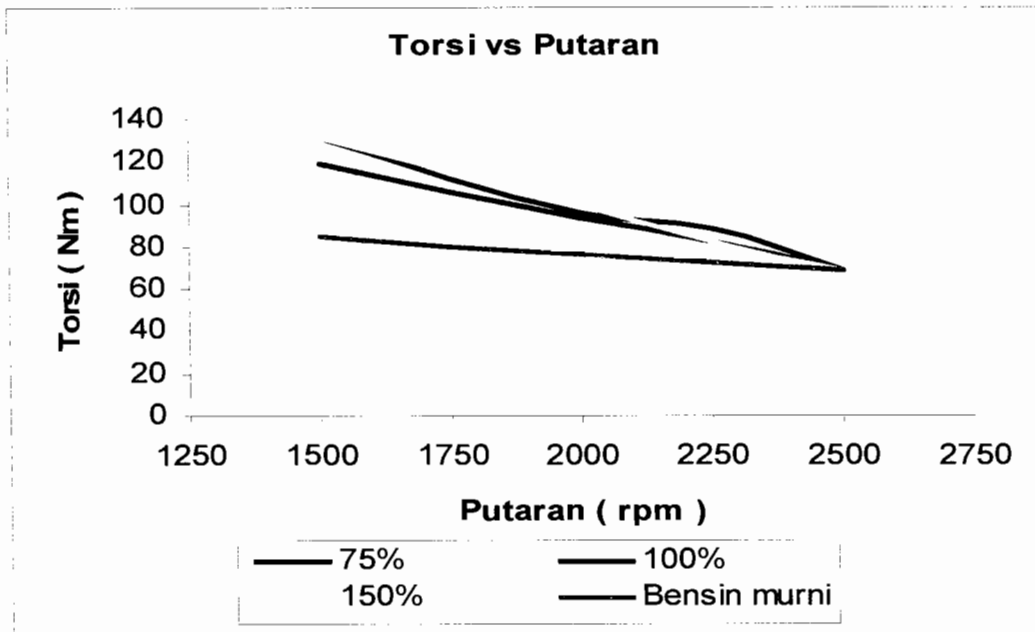
Tabel 4. 9. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 100 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	88,41	95,28	111,30	131,62
<b>P (kW)</b>	17,98	20,83	19,96	20,40	20,68
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	624,19	672,67	785,79	929,22
<b>ma (kg/s)</b>	0,016	0,016	0,016	0,015	0,015
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	21454,96	20851,4	20573,74	20229,2	19749,65
<b>ηc</b>	39,78%	42,95%	47,68%	53,58%	61,03%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,30	3,12	2,99	2,82	2,77
<b>AFR</b>	17,70	18,19	18,71	19,52	19,44
<b>mg (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,88	7,92	7,81	7,52	7,18
<b>SFC</b>	0,18	0,15	0,15	0,14	0,13
<b>Qw (kW)</b>	8,31	7,94	7,54	7,21	7,00
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,49	22,58	21,63	22,11	22,41

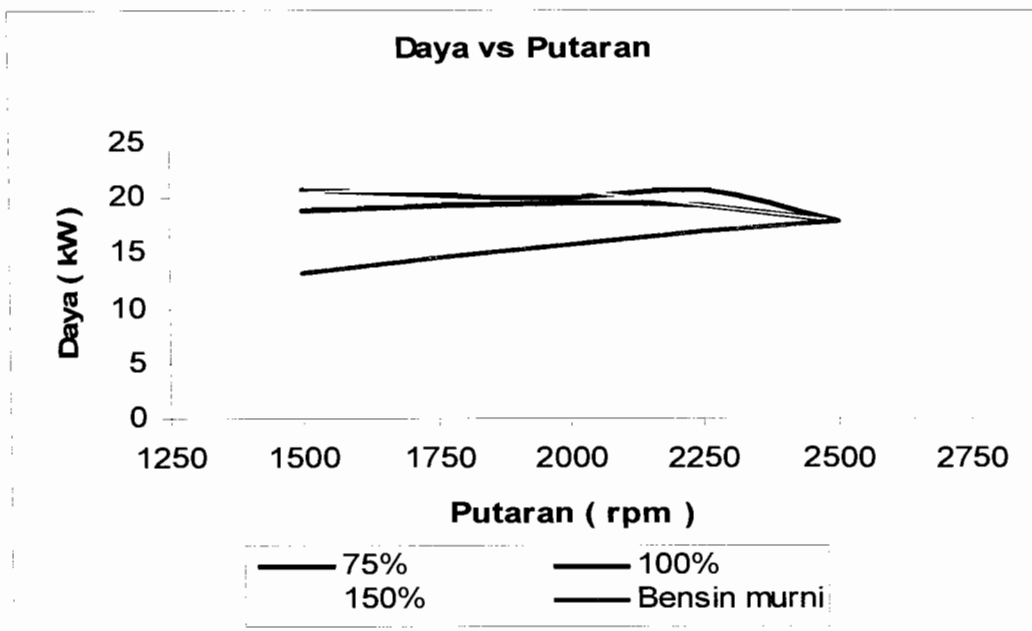
#### 4. 1. 4. 3 Bensin dicampur zat aditif C 150 %

Tabel 4. 10. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif C 150 %

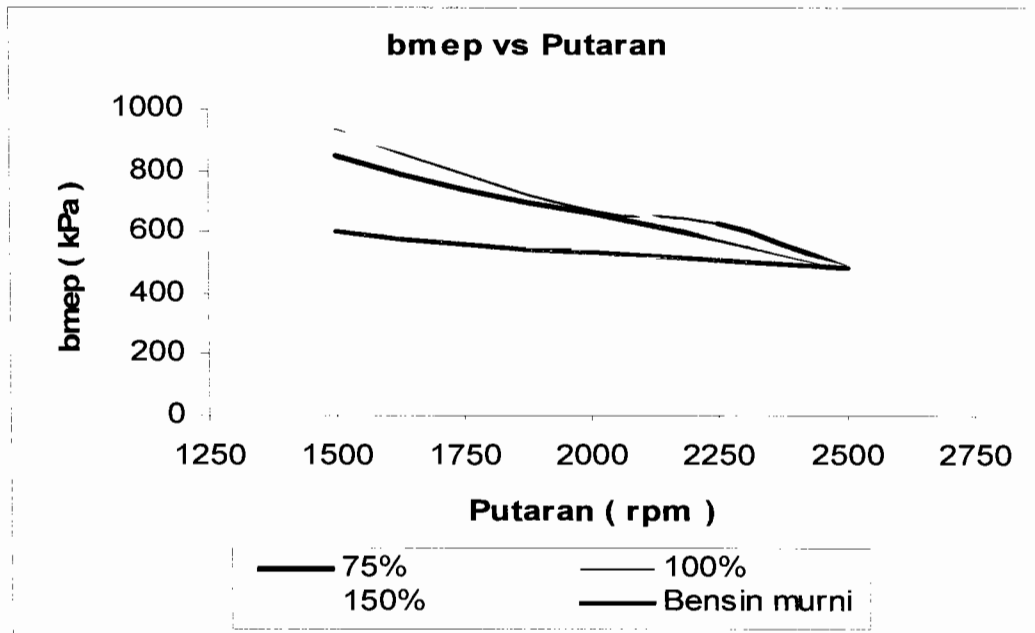
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	82,40	99,57	115,02	131,33
<b>P (kW)</b>	17,98	19,42	20,85	21,08	20,63
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	581,77	702,97	812,05	927,20
<b>ma (kg/s)</b>	0,016	0,016	0,016	0,015	0,015
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	21248,66	20795,19	20487,28	20174,66	19857,11
<b><math>\eta_c</math></b>	39,55%	43,00%	47,66%	53,64%	61,59%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,29	3,13	3,00	2,80	2,87
<b>AFR</b>	17,62	18,09	18,64	19,62	18,84
<b>mg (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,55	7,84	7,77	7,55	7,29
<b>SFC</b>	0,18	0,16	0,14	0,13	0,14
<b>Qw (kW)</b>	7,24	7,76	7,58	7,22	7,07
<b>K</b>	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
<b>Po (kW)</b>	19,51	21,07	22,63	22,87	22,39



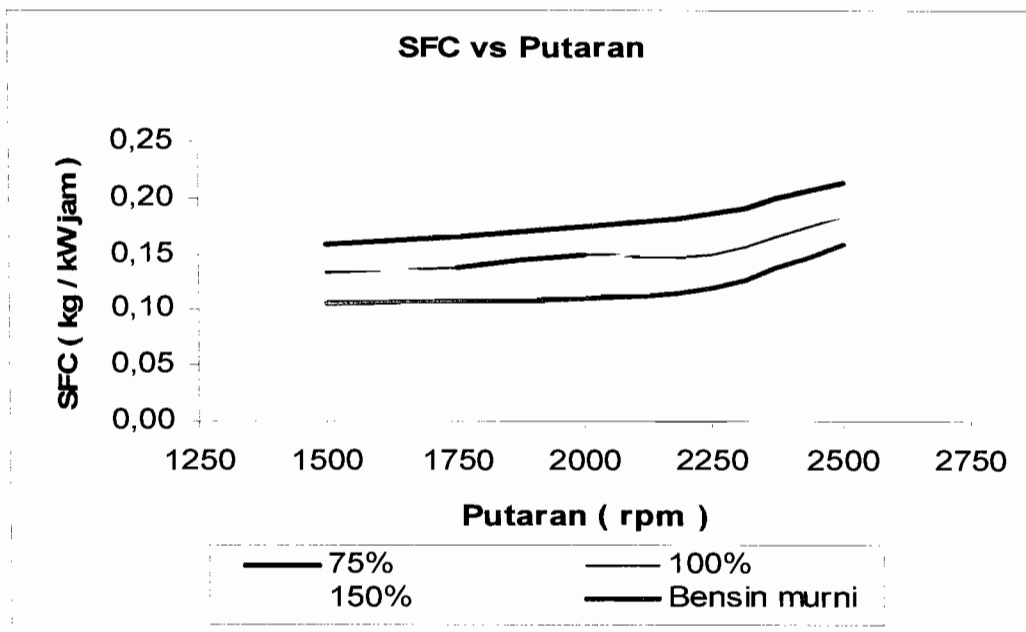
Gambar 4. 15 Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C



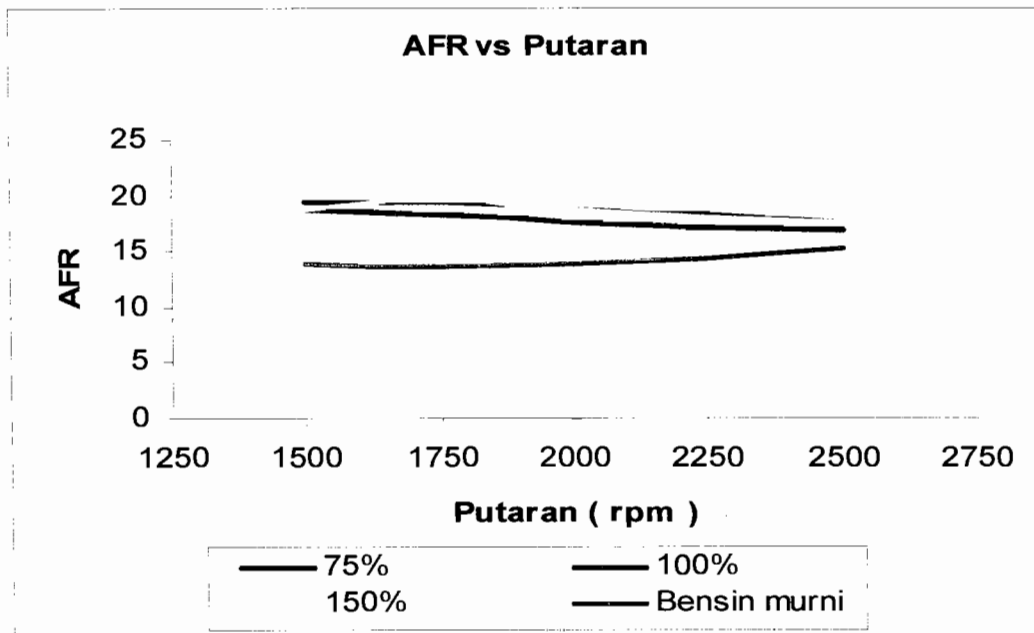
Gambar 4. 16 Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C



Gambar 4. 17 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C



Gambar 4. 18 Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C



Gambar 4. 19 Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif C

#### 4. 1. 5 Bensin Murni dicampur zat aditif D

##### 4. 1. 5. 1 Bensin dicampur zat aditif D 75 %

Tabel 4. 11. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 75 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	77,54	85,27	96,42	112,16
<b>P (kW)</b>	17,98	18,27	17,86	17,67	17,62
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	547,43	601,97	680,75	791,85
<b>ma (kg/s)</b>	0,019	0,018	0,018	0,017	0,017
<b><math>\rho_a</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
<b>Re</b>	25069,87	24158,7	23622,2	22652,68	21933,86
<b><math>\eta_c</math></b>	46,39%	49,68%	54,64%	59,89%	67,65%
<b>mf (kg/jam)</b>	4,33	3,97	3,71	3,88	3,56
<b>AFR</b>	15,72	16,54	17,29	15,88	16,75
<b>mg (kg/s)</b>	0,020	0,019	0,019	0,018	0,018
<b>Qg (kW)</b>	10,83	10,72	10,44	9,85	9,01
<b>SFC</b>	0,24	0,22	0,21	0,22	0,20
<b>Qw (kW)</b>	9,29	9,01	8,68	8,29	8,34
<b>K</b>	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
<b>Po (kW)</b>	19,51	19,83	19,38	19,18	19,12

#### 4. 1. 5. 2 Bensin Murni dicampur zat aditif D 100 %

Tabel 4. 12. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 100 %

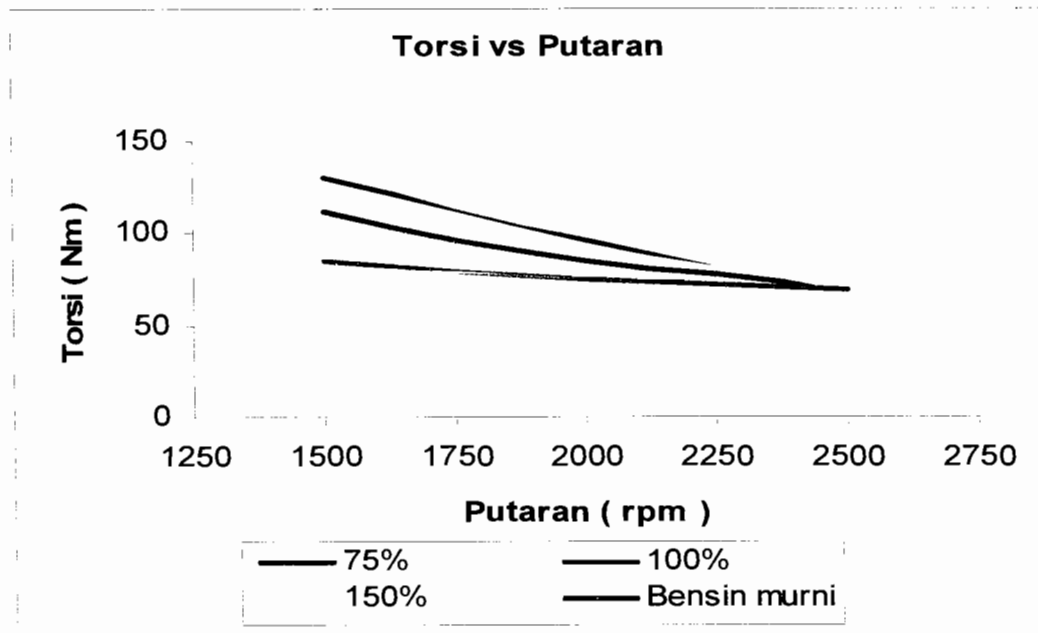
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	84,12	96,71	113,31	129,90
<b>P (kW)</b>	17,98	19,82	20,26	20,76	20,41
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	593,89	682,77	799,93	917,10
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	22363,29	21929,31	21486,54	21186,21	20572,36
<b>ηc</b>	41,39%	45,09%	49,70%	56,01%	63,45%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,40	3,20	3,03	2,85	2,84
<b>AFR</b>	17,89	18,65	19,25	20,19	19,71
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,76	8,18	8,13	7,89	7,60
<b>SFC</b>	0,19	0,16	0,15	0,14	0,14
<b>Qw (kW)</b>	7,95	7,92	7,61	7,27	6,96
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,49	21,49	21,96	22,51	22,12

#### 4. 1. 5. 3 Bensin dicampur zat aditif D 150 %

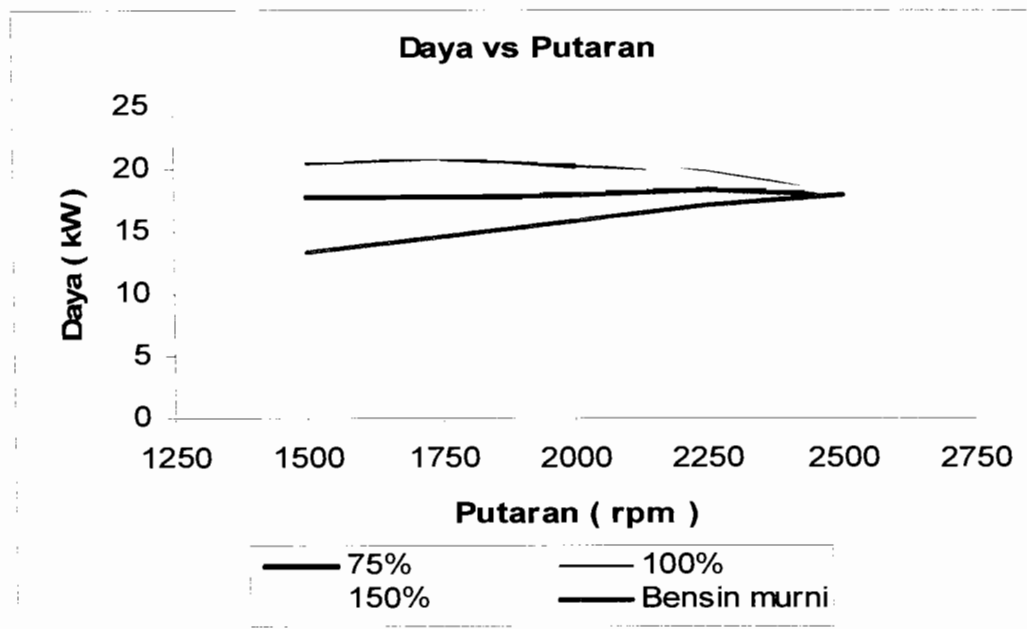
Tabel 4. 13. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif D 150 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	82,98	98,43	115,02	133,91
<b>P (kW)</b>	17,98	19,55	20,62	21,08	21,03
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	585,81	694,89	812,05	945,38
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,016	0,016	0,016	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	22392,69	21811,36	21514,79	21062,08	20599,4
<b>ηc</b>	41,36%	44,76%	49,67%	55,57%	63,41%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,32	3,19	3,02	2,85	2,80
<b>AFR</b>	18,31	18,56	19,34	20,09	20,02
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,68	8,16	8,08	7,83	7,54
<b>SFC</b>	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
<b>Qw (kW)</b>	7,91	7,78	7,36	7,00	6,60
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,47	21,18	22,33	22,83	22,79

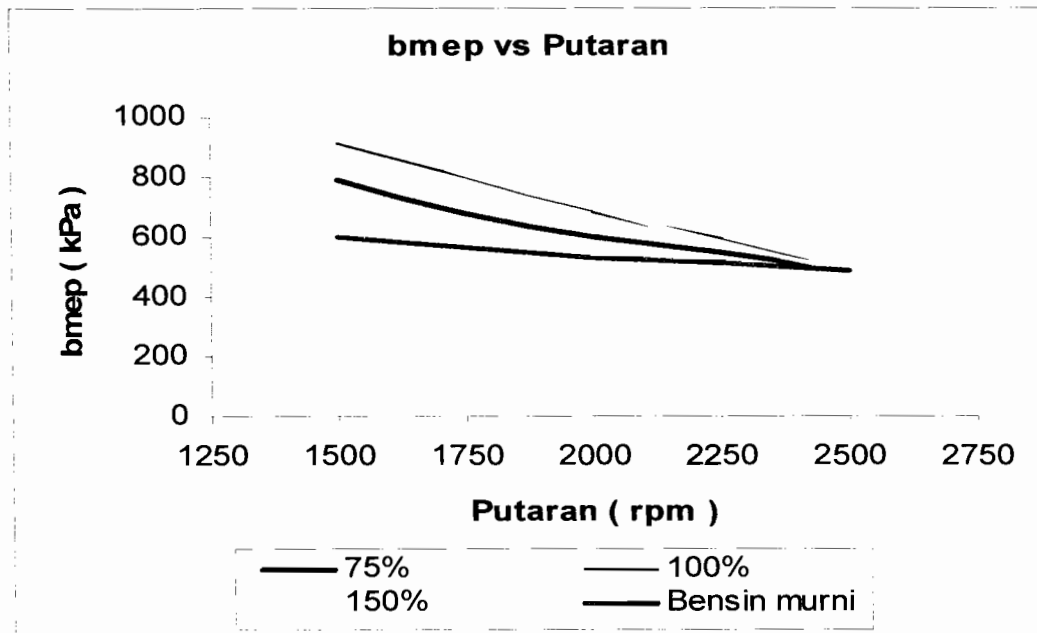




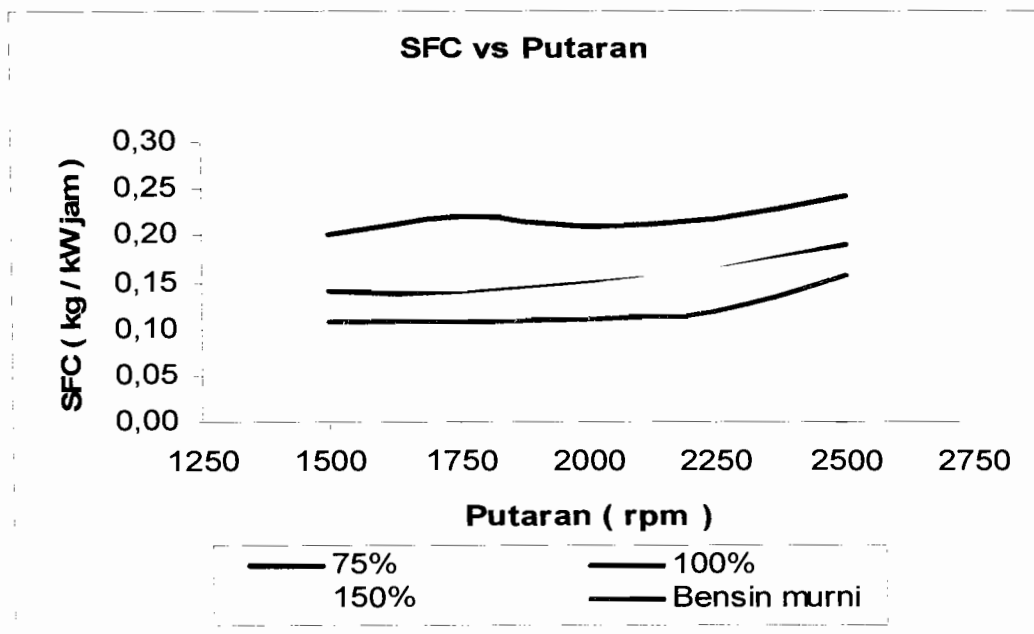
Gambar 4. 20 Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D



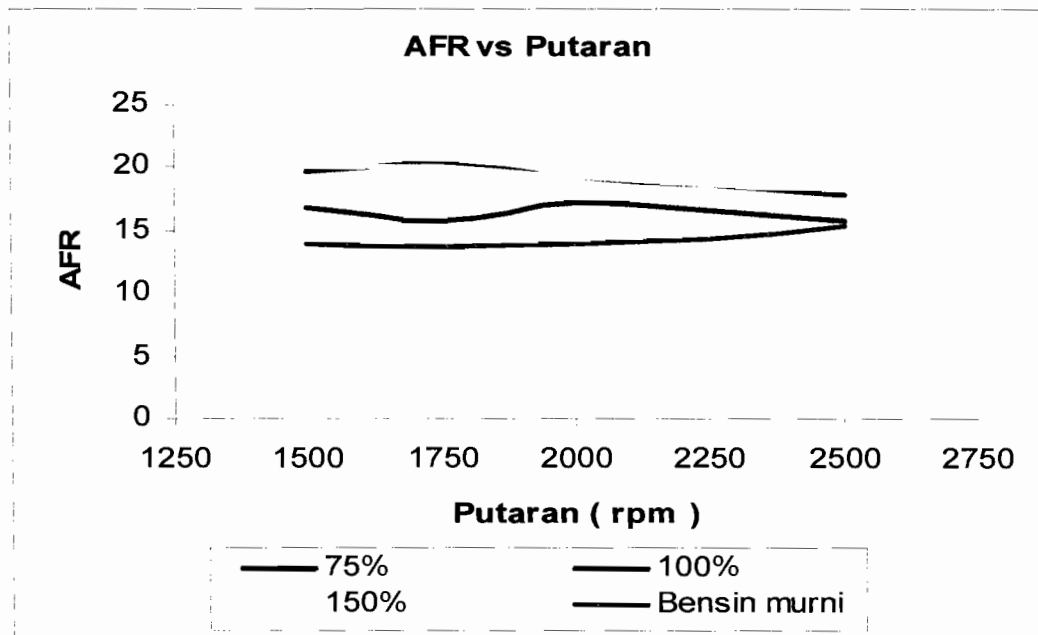
Gambar 4. 21 Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D



Gambar 4. 22 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D



Gambar 4. 23 Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D



Gambar 4. 24 Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif D

#### 4. 1. 6 Bensin Murni dicampur zat aditif E

##### 4. 1. 6. 1 Bensin dicampur zat aditif E 75 %

Tabel 4. 14. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif E 75 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	86,41	103,01	120,17	139,06
<b>P (kW)</b>	17,98	20,36	21,57	22,02	21,84
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	610,05	727,21	848,42	981,74
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,016	0,016	0,016	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b><math>\epsilon</math></b>	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	22386,43	21805,26	21358,98	21056,19	20593,65
<b><math>\eta_c</math></b>	41,35%	44,75%	49,31%	55,56%	63,39%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,25	3,13	2,96	2,79	2,77
<b>AFR</b>	18,71	18,92	19,63	20,53	20,23
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,98	8,14	7,99	7,79	7,51
<b>SFC</b>	0,18	0,15	0,14	0,13	0,13
<b>Qw (kW)</b>	7,83	7,75	7,38	7,17	6,88
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,45	22,02	23,33	23,82	23,63

#### 4. 1. 6. 2 Bensin dicampur zat aditif E 100 %

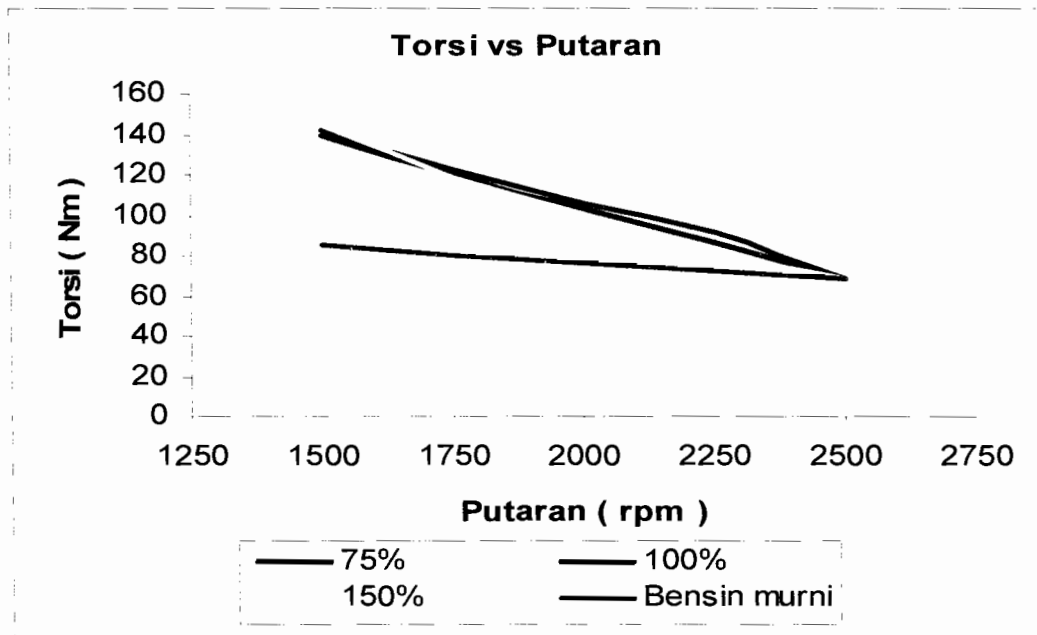
Tabel 4. 15. Hasil perhitungan bensin dicampur zat aditif E 100 %

<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	90,99	106,44	122,46	142,49
<b>P (kW)</b>	17,98	21,44	22,29	22,44	22,38
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	642,37	751,45	864,58	1005,98
<b>ma (kg/s)</b>	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	22363,64	22075,26	21635,47	21186,54	20572,68
<b>ηc</b>	41,35%	45,35%	50,00%	55,96%	63,39%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,25	3,08	2,92	2,82	2,68
<b>AFR</b>	18,70	19,52	20,16	20,43	20,89
<b>mg (kg/s)</b>	0,018	0,018	0,017	0,017	0,016
<b>Qg (kW)</b>	7,64	8,09	7,98	7,75	7,35
<b>SFC</b>	0,18	0,14	0,13	0,13	0,12
<b>Qw (kW)</b>	7,89	7,77	7,45	7,01	6,68
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,42	23,15	24,08	24,24	24,17

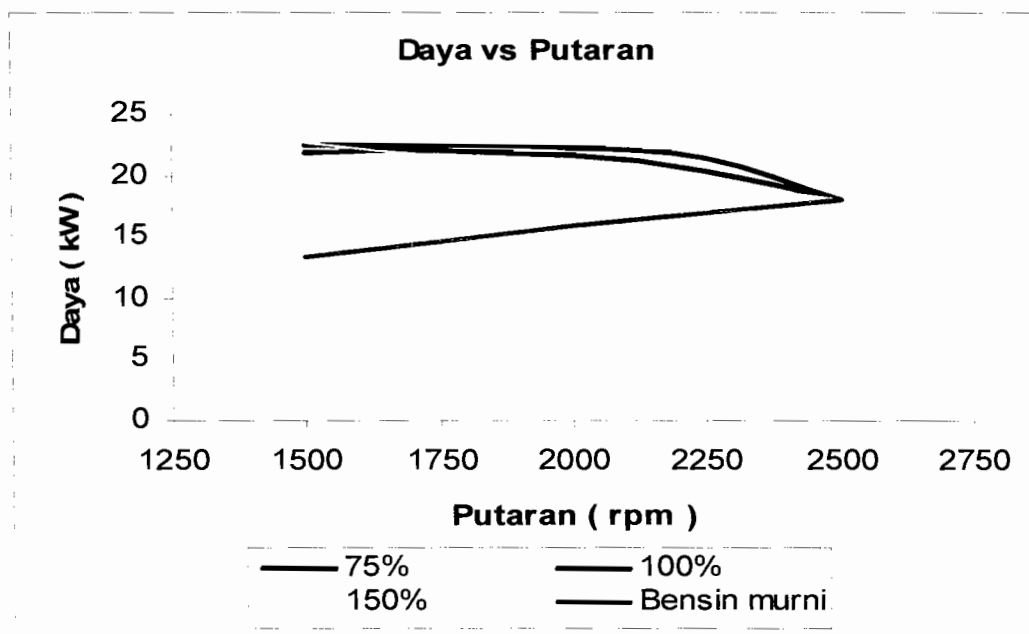
#### 4. 1. 6. 3 Bensin dicampur zat aditif E 150 %

Tabel 4. 16. Hasil perhitungan bensin murni dicampur zat aditif E 150 %

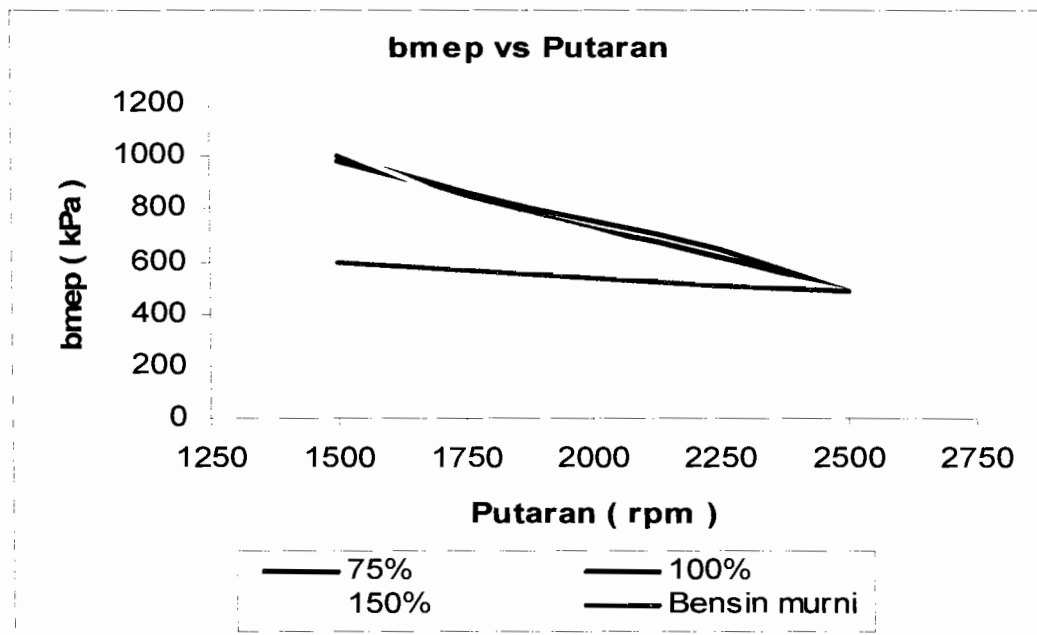
<b>n (rpm)</b>	2500	2250	2000	1750	1500
<b>T (Nm)</b>	68,67	82,98	101,29	118,46	144,21
<b>P (kW)</b>	17,98	19,55	21,21	21,71	22,65
<b>bmeb (kPa)</b>	484,81	585,81	715,09	836,29	1018,10
<b>ma (kg/s)</b>	0,018	0,018	0,017	0,017	0,016
<b>pa (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>ε</b>	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997
<b>Re</b>	23810,19	23263,18	22560,72	21982,54	21538,7
<b>ηc</b>	43,98%	47,74%	52,09%	58,00%	66,30%
<b>mf (kg/jam)</b>	3,58	3,38	3,31	3,11	3,13
<b>AFR</b>	18,01	18,66	18,47	19,16	18,66
<b>mg (kg/s)</b>	0,019	0,018	0,018	0,017	0,017
<b>Qg (kW)</b>	8,54	9,03	8,99	8,60	8,14
<b>SFC</b>	0,20	0,17	0,16	0,14	0,14
<b>Qw (kW)</b>	7,69	7,93	7,62	7,55	7,17
<b>K</b>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
<b>Po (kW)</b>	19,45	21,15	22,95	23,48	24,51



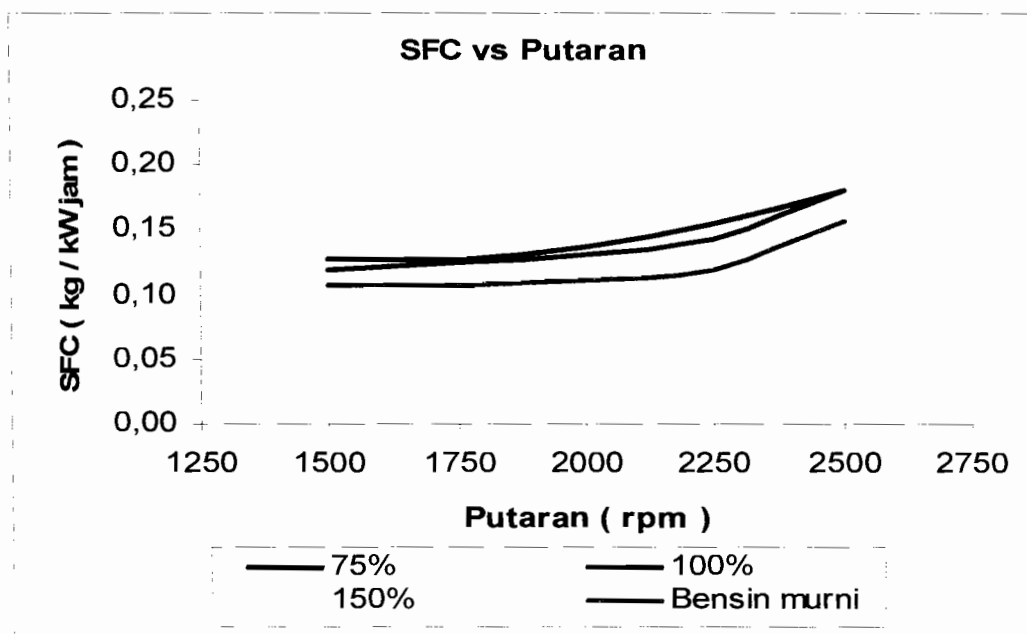
Gambar 4. 25 Perbandingan antara torsi dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E



Gambar 4. 26 Perbandingan antara daya dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E

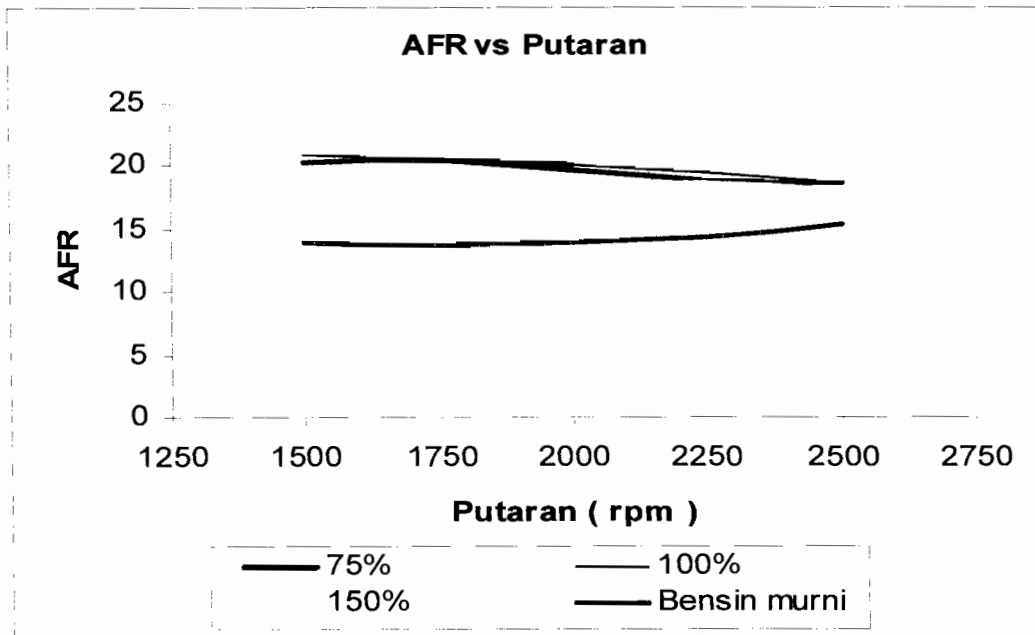


Gambar 4. 27 Perbandingan antara bmep dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E



Gambar 4. 28 Perbandingan antara SFC dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E





Gambar 4. 29 Perbandingan antara AFR dengan putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif E

#### 4. 2 Persentase Peningkatan Akibat Penambahan Zat Aditif

##### 4. 2. 1 Bensin Murni sebagai Pembanding

Tabel 4. 17 Hasil uji prestasi mesin dengan bahan bakar bensin murni

n (rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)	bmep (kPa)	SFC (kg/kW jam)	AFR
2500	68,67	17,98	484,81	0,22	15,33
2250	72,10	16,99	509,05	0,23	14,32
2000	75,54	15,82	533,29	0,24	13,86
1750	79,54	14,58	561,57	0,25	13,76
1500	84,69	13,30	597,93	0,26	14,00

#### 4. 2. 2 Bensin Murni dicampur dengan zat aditif A

##### 4. 2. 2. 1 Peningkatan Torsi

Tabel 4. 18 Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif A

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	68,67	68,67	68,67
2250	85,84	83,83	77,83
2000	100,72	96,71	84,12
1750	118,46	107,30	104,72
1500	139,06	128,76	121,32
Peningkatan	64,19%	52,03%	43,24%

##### 4. 2. 2. 2 Peningkatan Daya

Tabel 4. 19 Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif A

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	17,98	17,98	17,98
2250	20,23	19,75	18,34
2000	21,09	20,26	17,62
1750	21,71	19,66	19,19
1500	21,84	20,23	19,06
Peningkatan	21,50%	12,50%	6,00%

##### 4. 2. 2. 3 Peningkatan bmep

Tabel 4. 20 Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif A

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	484,81	484,81	484,81
2250	606,01	591,87	549,45
2000	711,05	682,77	593,89
1750	836,29	757,51	739,33
1500	981,74	909,02	856,50
Peningkatan	64,19%	52,03%	43,24%

#### 4. 2. 2. 4 Peningkatan SFC

Tabel 4. 21 Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif A

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	0,17	0,22	0,22
2250	0,15	0,20	0,20
2000	0,14	0,19	0,20
1750	0,13	0,18	0,17
1500	0,12	0,17	0,17
Peningkatan	-44,15%	-22,30%	-21,77%

#### 4. 2. 2. 5 Peningkatan AFR

Tabel 4. 22 Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif A

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	18,50	16,42	16,03
2250	19,01	15,39	16,34
2000	19,58	15,62	17,25
1750	19,57	16,04	17,71
1500	19,81	16,11	17,12
Peningkatan	35,36%	11,65%	18,48%

#### 4. 2. 3 Bensin Murni dicampur dengan zat aditif B

##### 4. 2. 3. 1 Peningkatan Torsi

Tabel 4. 23 Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif B

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	68,67	68,67	68,67
2250	79,54	89,84	99,57
2000	100,72	104,72	116,74
1750	114,45	117,60	132,19
1500	132,19	137,34	147,64
Peningkatan	56,08%	62,16%	74,32%

#### 4. 2. 3. 2 Peningkatan Daya

Tabel 4. 24 Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif B

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	17,98	17,98	17,98
2250	18,74	21,17	23,46
2000	21,09	21,93	24,45
1750	20,97	21,55	24,23
1500	20,76	21,57	23,19
Peningkatan	24,16%	29,10%	43,92%

#### 4. 2. 3. 3 Peningkatan bmep

Tabel 4. 25 Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif B

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	484,81	484,81	484,81
2250	561,57	634,29	702,97
2000	711,05	739,33	824,17
1750	808,01	830,23	933,26
1500	933,26	969,62	1042,34
Peningkatan	56,08%	62,16%	74,32%

#### 4. 2. 3. 4 Peningkatan SFC

Tabel 4. 26 Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif B

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	0,22	0,19	0,15
2250	0,21	0,16	0,10
2000	0,19	0,15	0,10
1750	0,18	0,14	0,10
1500	0,16	0,15	0,10
Peningkatan	-25,39%	-36,45%	-54,67%

#### 4. 2. 3. 5 Peningkatan AFR

Tabel 4. 27 Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif B

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	16,67	17,82	18,82
2250	16,98	18,42	19,07
2000	16,01	18,97	19,20
1750	16,76	19,75	19,96
1500	16,67	19,15	20,52
Peningkatan	16,57%	32,04%	36,90%

#### 4. 2. 4 Bensin Murni dicampur dengan zat aditif C

##### 4. 2. 4. 1 Peningkatan Torsi

Tabel 4. 28 Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif C

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	68,67	68,67	68,67
2250	82,12	88,41	82,40
2000	93,28	95,28	99,57
1750	105,01	111,30	115,02
1500	119,60	131,62	131,33
Peningkatan	41,22%	55,41%	55,07%

##### 4. 2. 4. 2 Peningkatan Daya

Tabel 4. 29 Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif C

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	17,98	17,98	17,98
2250	19,35	20,83	19,42
2000	19,54	19,96	20,85
1750	19,24	20,40	21,08
1500	18,79	20,68	20,63
Peningkatan	8,67%	15,88%	17,25%

#### 4. 2. 4. 3 Peningkatan bmep

Tabel 4. 30 Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif C

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	484,81	484,81	484,81
2250	579,75	624,19	581,77
2000	658,53	672,67	702,97
1750	741,35	785,79	812,05
1500	844,38	929,22	927,20
Peningkatan	41,22%	55,41%	55,07%

#### 4. 2. 4. 4 Peningkatan SFC

Tabel 4. 31 Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif C

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	0,21	0,18	0,18
2250	0,19	0,15	0,16
2000	0,17	0,15	0,14
1750	0,17	0,14	0,13
1500	0,16	0,13	0,14
Peningkatan	-28,48%	-39,45%	-39,81%

#### 4. 2. 4. 5 Peningkatan AFR

Tabel 4. 32 Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif C

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	16,94	17,70	17,62
2250	17,23	18,19	18,09
2000	17,64	18,71	18,64
1750	18,31	19,52	19,62
1500	18,82	19,44	18,84
Peningkatan	24,79%	31,26%	30,22%

#### 4. 2. 5. Bensin Murni dicampur dengan zat aditif D

##### 4. 2. 5. 1 Peningkatan Torsi

Tabel 4. 33 Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif D

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	68,67	68,67	68,67
2250	77,54	84,12	82,98
2000	85,27	96,71	98,43
1750	96,42	113,31	115,02
1500	112,16	129,90	133,91
Peningkatan	32,43%	53,38%	58,11%

##### 4. 2. 5. 2 Peningkatan Daya

Tabel 4. 34 Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif D

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	17,98	17,98	17,98
2250	18,27	19,82	19,55
2000	17,86	20,26	20,62
1750	17,67	20,76	21,08
1500	17,62	20,41	21,03
Peningkatan	1,63%	15,50%	17,25%

##### 4. 2. 5. 3 Peningkatan bmep

Tabel 4. 35 Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif D

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	484,81	484,81	484,81
2250	547,43	593,89	585,81
2000	601,97	682,77	694,89
1750	680,75	799,93	812,05
1500	791,85	917,10	945,38
Peningkatan	32,43%	53,38%	58,11%

#### 4. 2. 5. 4 Peningkatan SFC

Tabel 4. 36 Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif D

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	0,24	0,19	0,18
2250	0,22	0,16	0,16
2000	0,21	0,15	0,15
1750	0,22	0,14	0,14
1500	0,20	0,14	0,13
Peningkatan	-8,56%	-37,04%	-39,82%

#### 4. 2. 5. 5 Tabel peningkatan AFR

Tabel 4. 37 Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif D

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	15,72	17,89	18,31
2250	16,54	18,65	18,56
2000	17,29	19,25	19,34
1750	15,88	20,19	20,09
1500	16,75	19,71	20,02
Peningkatan	15,30%	34,26%	35,13%

#### 4. 2. 6 Bensin Murni dicampur dengan zat aditif E

##### 4. 2. 6. 1 Peningkatan Torsi

Tabel 4. 38 Peningkatan torsi setelah ditambah zat aditif E

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	68,67	68,67	68,67
2250	86,41	90,99	82,98
2000	103,01	106,44	101,29
1750	120,17	122,46	118,46
1500	139,06	142,49	144,21
Peningkatan	64,19%	68,24%	70,27%



#### 4. 2. 6. 2 Peningkatan Daya

Tabel 4. 39 Peningkatan daya setelah ditambah zat aditif E

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	17,98	17,98	17,98
2250	20,36	21,44	19,55
2000	21,57	22,29	21,21
1750	22,02	22,44	21,71
1500	21,84	22,38	22,65
Peningkatan	22,50%	22,50%	21,50%

#### 4. 2. 6. 3 Peningkatan bmep

Tabel 4. 40 Peningkatan bmep setelah ditambah zat aditif E

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	484,81	484,81	484,81
2250	610,05	642,37	585,81
2000	727,21	751,45	715,09
1750	848,42	864,58	836,29
1500	981,74	1005,98	1018,10
Peningkatan	64,19%	68,24%	70,27%

#### 4. 2. 6. 4 Peningkatan SFC

Tabel 4. 41 Peningkatan SFC setelah ditambah zat aditif E

<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	0,18	0,18	0,20
2250	0,15	0,14	0,17
2000	0,14	0,13	0,16
1750	0,13	0,13	0,14
1500	0,13	0,12	0,14
Peningkatan	-42,66%	-45,80%	-37,46%



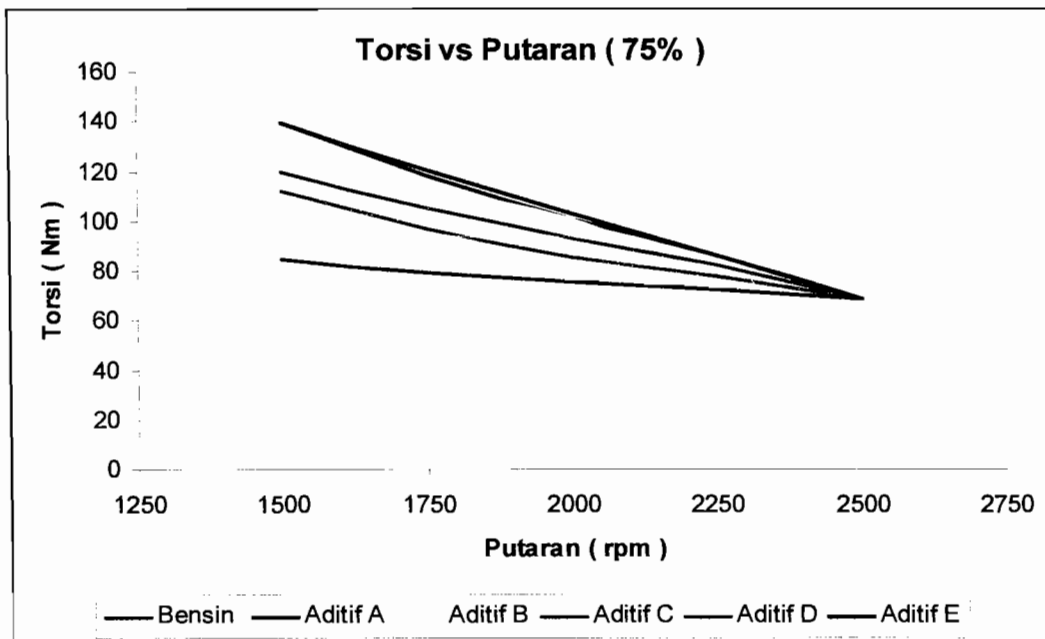
#### 4. 2. 6. 5 Peningkatan AFR

Tabel 4. 42 Peningkatan AFR setelah ditambah zat aditif E

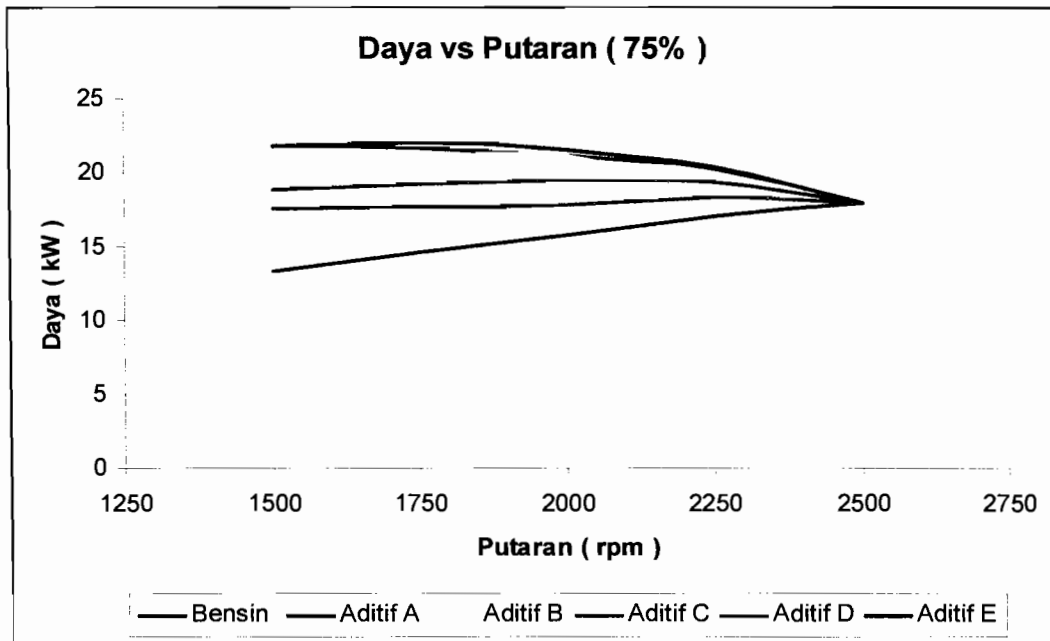
<b>n</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>150%</b>
2500	18,71	18,70	18,01
2250	18,92	19,52	18,66
2000	19,63	20,16	18,47
1750	20,53	20,43	19,16
1500	20,23	20,89	18,66
Peningkatan	37,52%	39,89%	30,42%

#### 4. 2. 7 Perbandingan Peningkatan Akibat Penambahan Zat Aditif

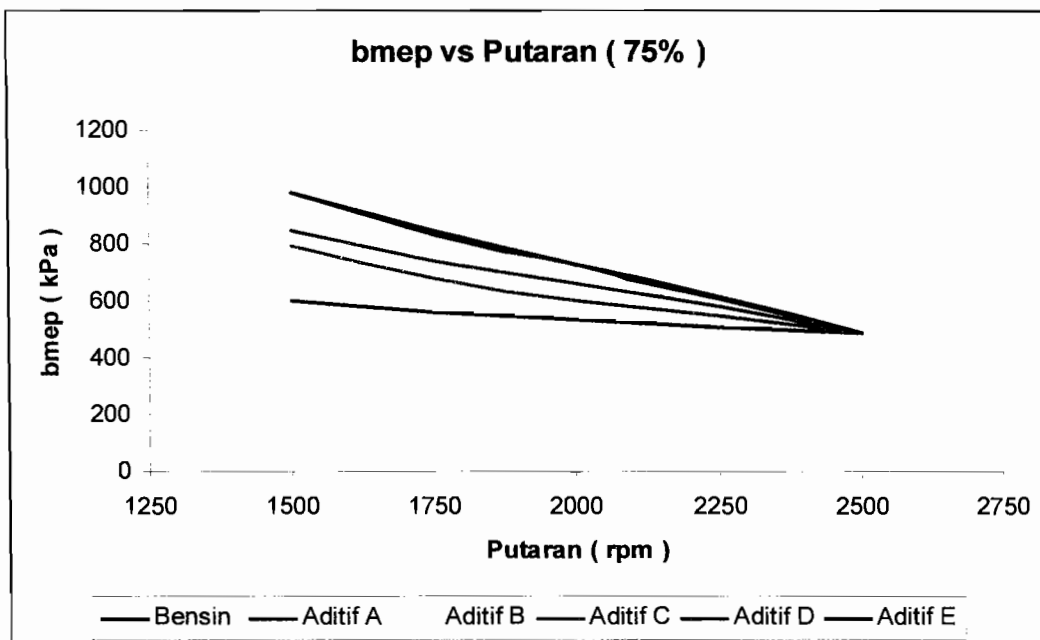
##### 4. 2. 7. 1 Penambahan Zat Aditif 75%



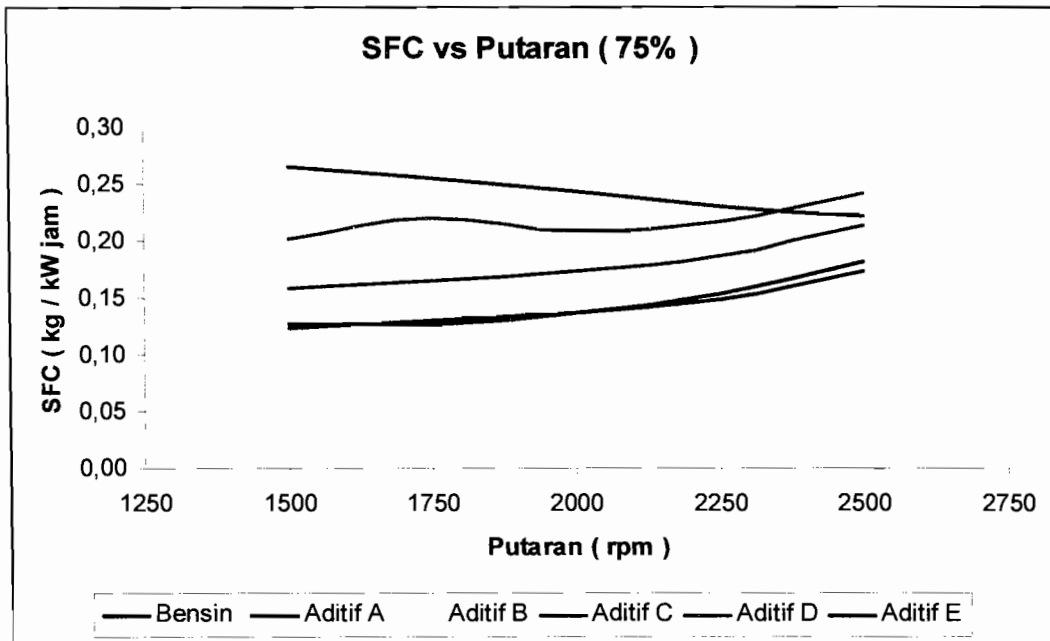
Gambar 4. 30 Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75%



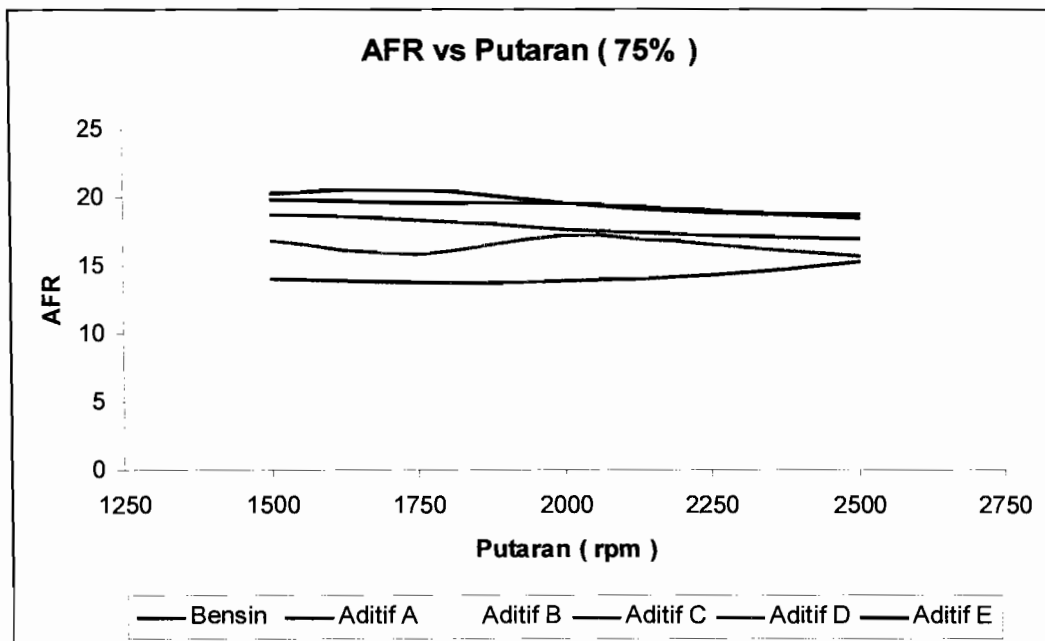
Gambar 4. 31 Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75%



Gambar 4. 32 Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75%

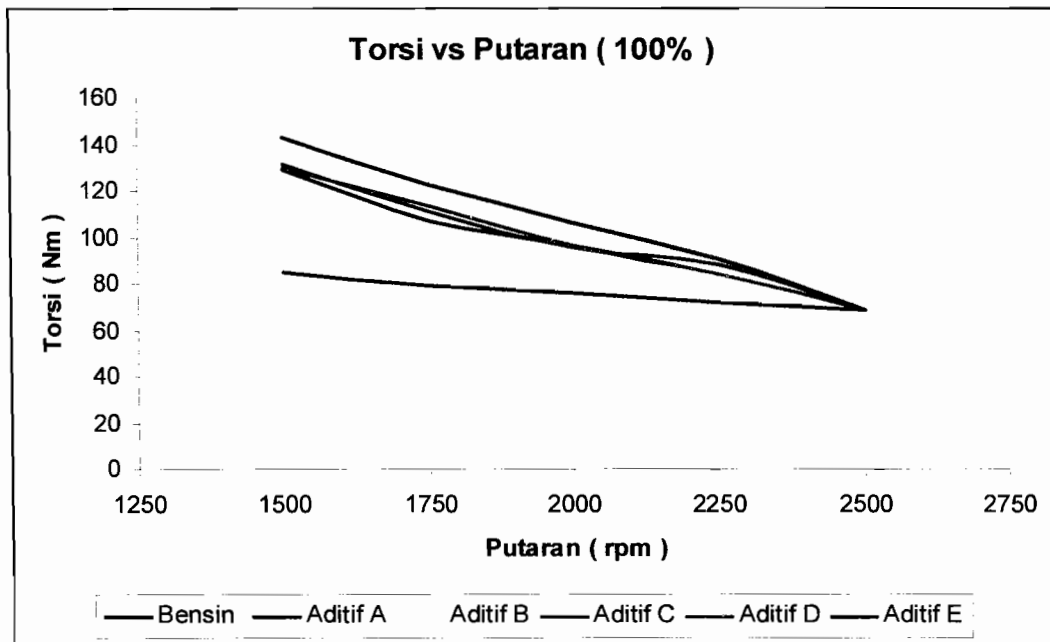


Gambar 4. 33 Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75%

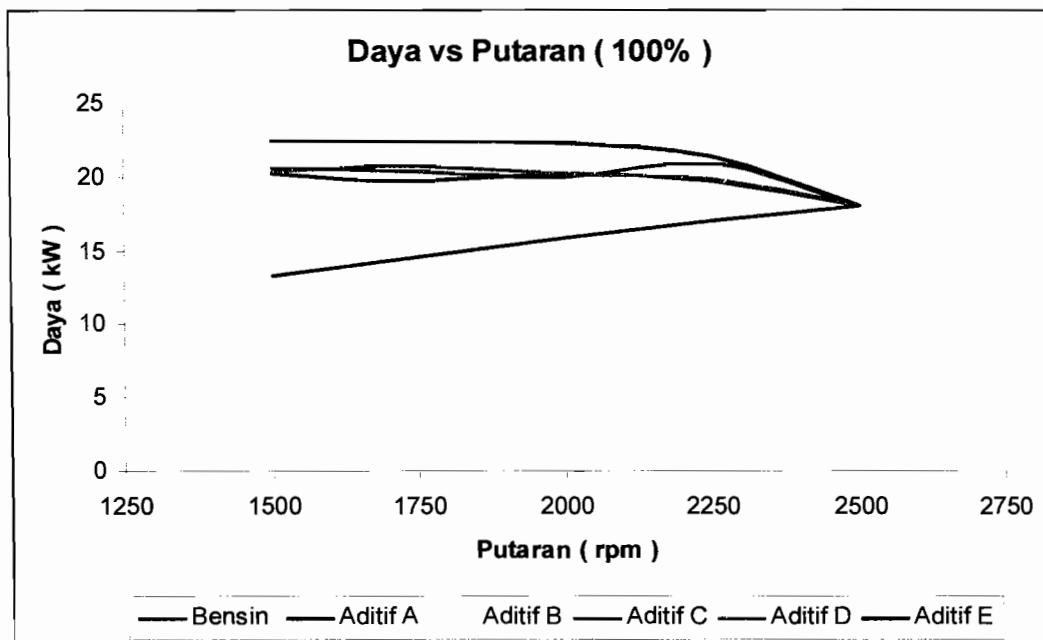


Gambar 4. 34 Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 75%

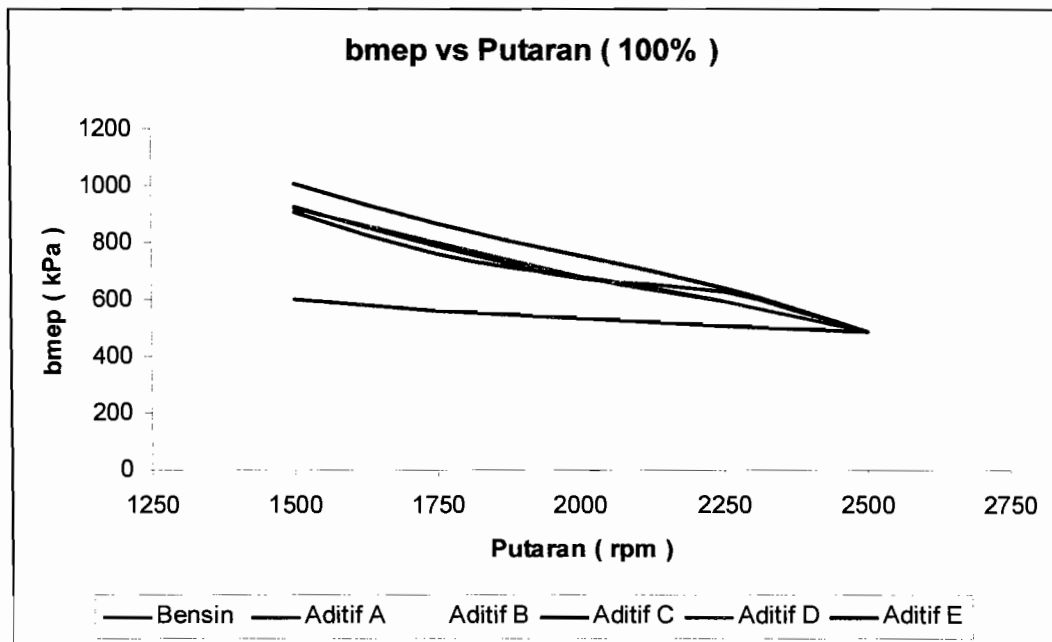
#### 4. 2. 7. 2 Penambahan Zat Aditif 100%



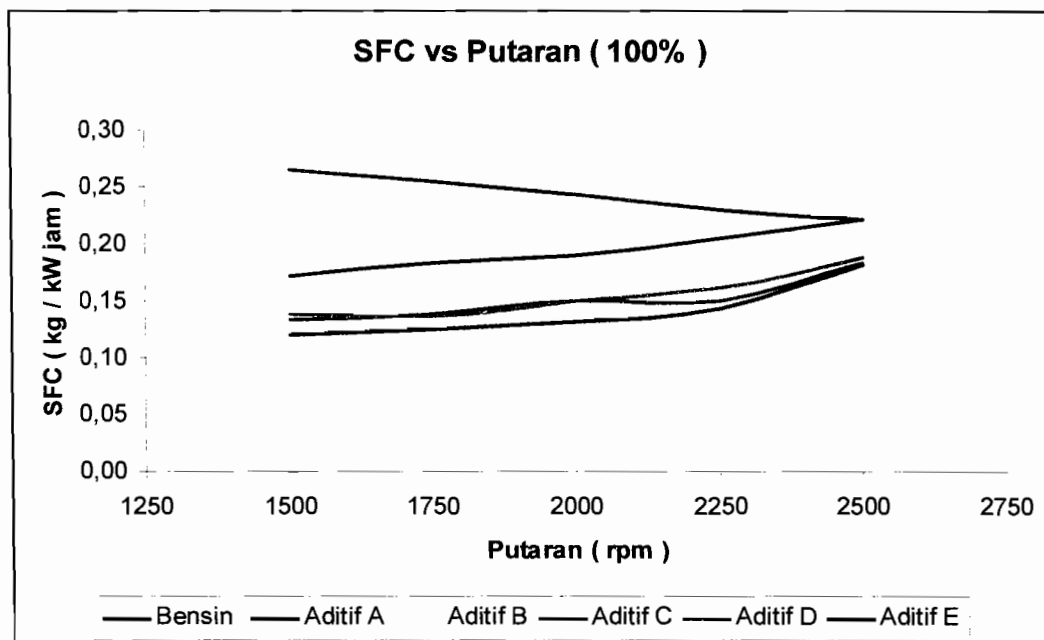
Gambar 4. 35 Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100%



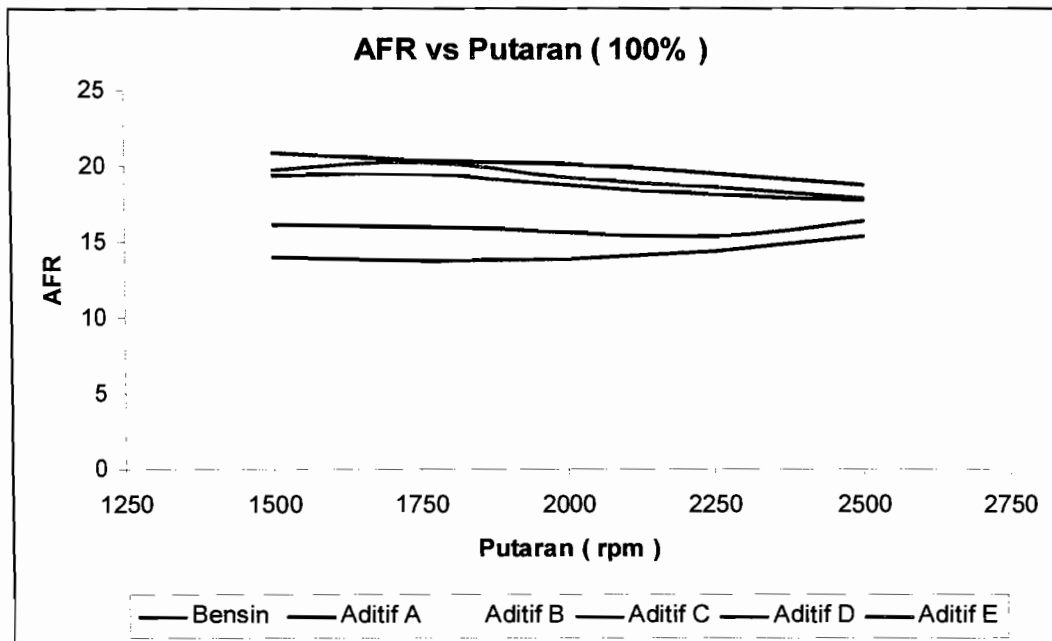
Gambar 4. 36 Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100%



Gambar 4. 37 Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100%

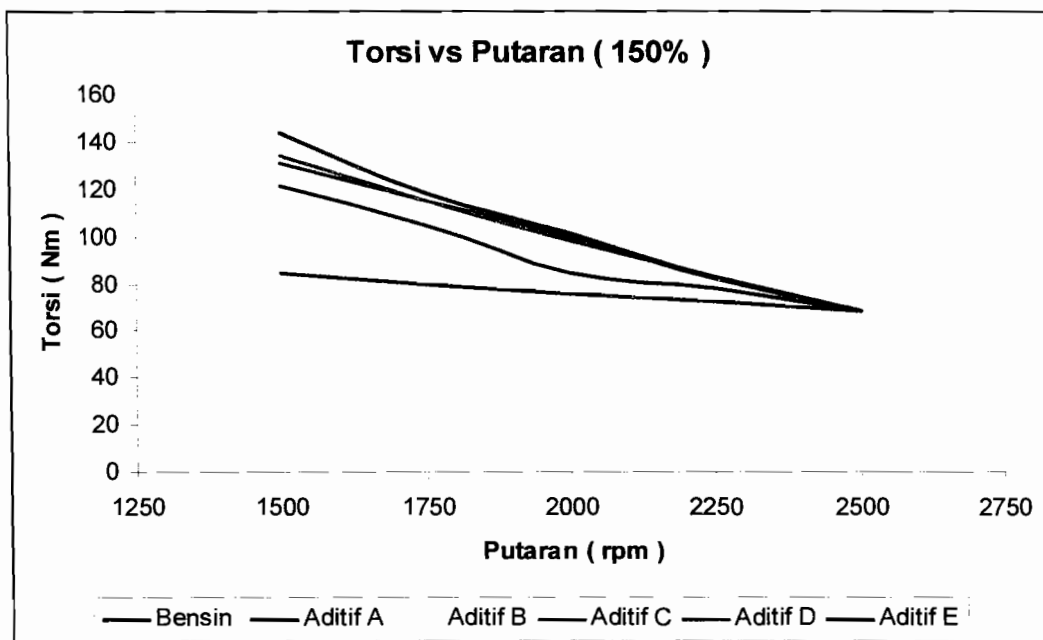


Gambar 4. 38 Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100%

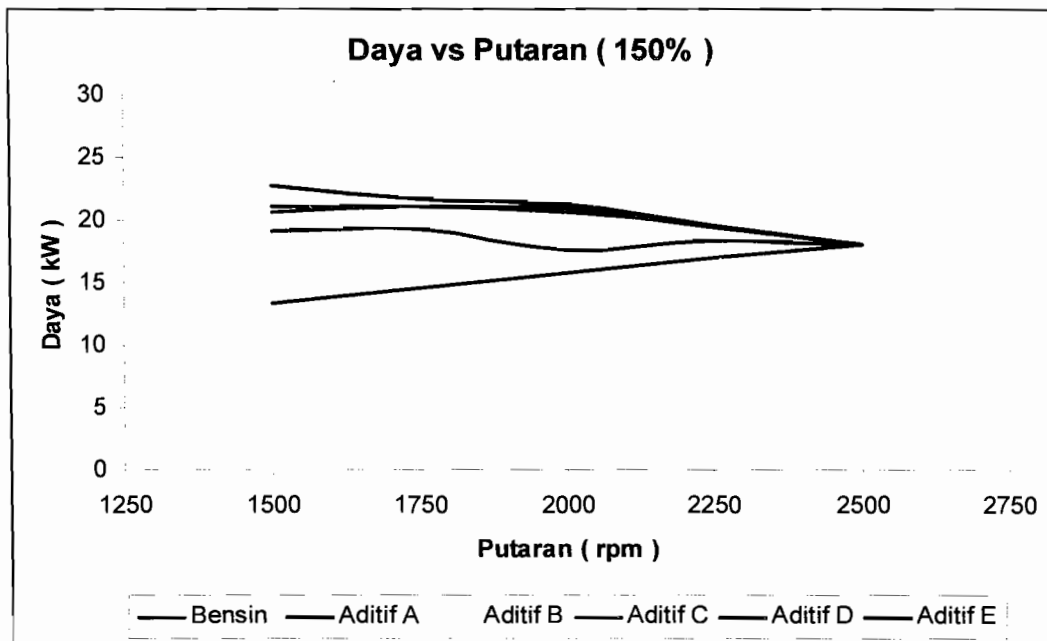


Gambar 4. 39 Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 100%

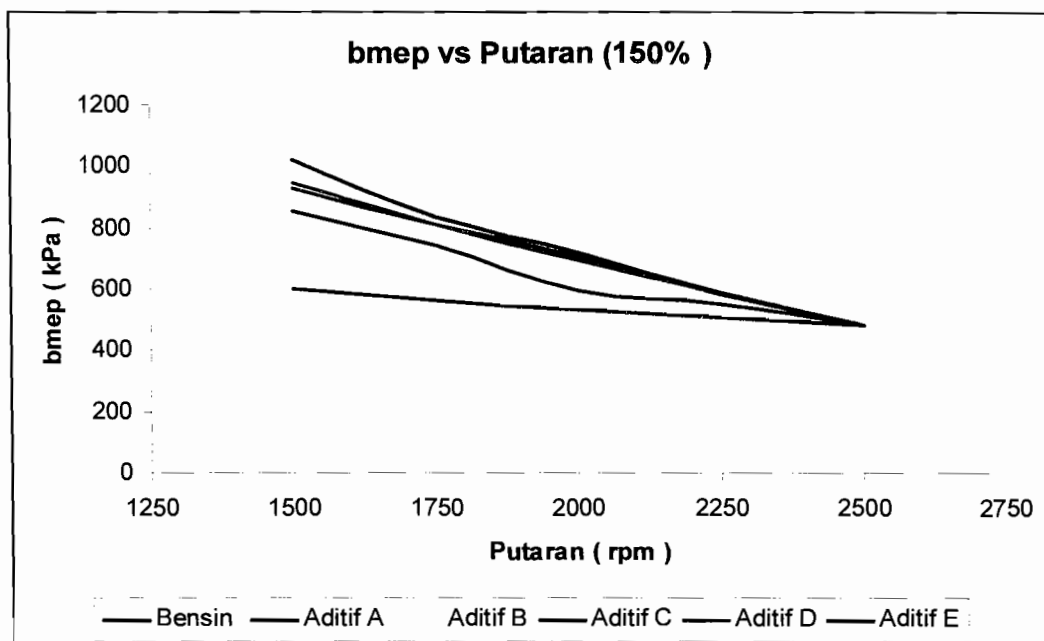
#### 4. 2. 7. 3 Penambahan Zat Aditif 150%



Gambar 4. 40 Perbandingan Torsi vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150%

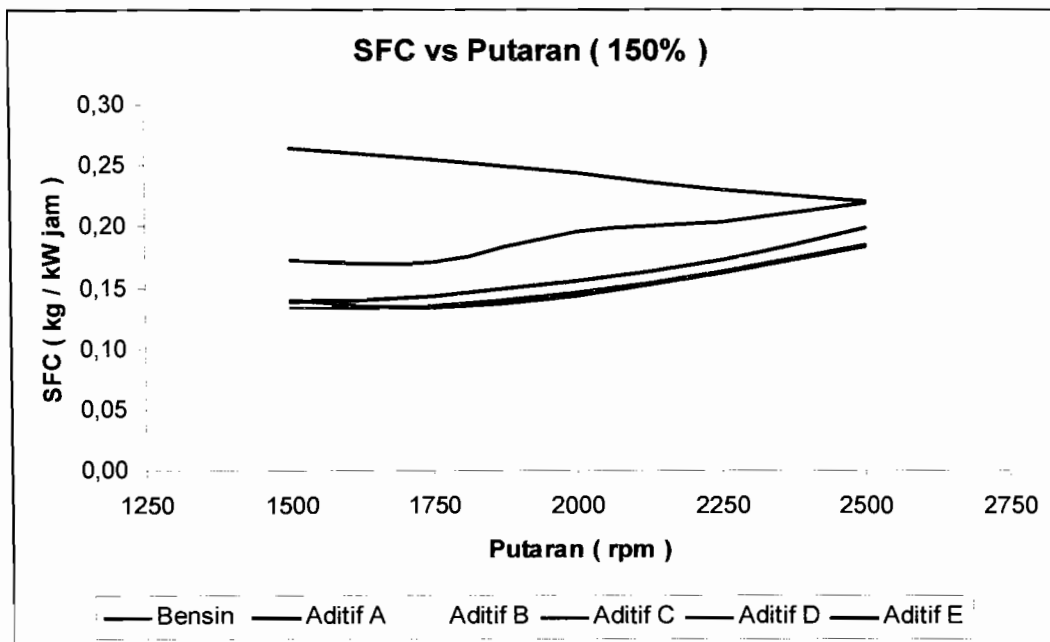


Gambar 4. 41 Perbandingan Daya vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150%

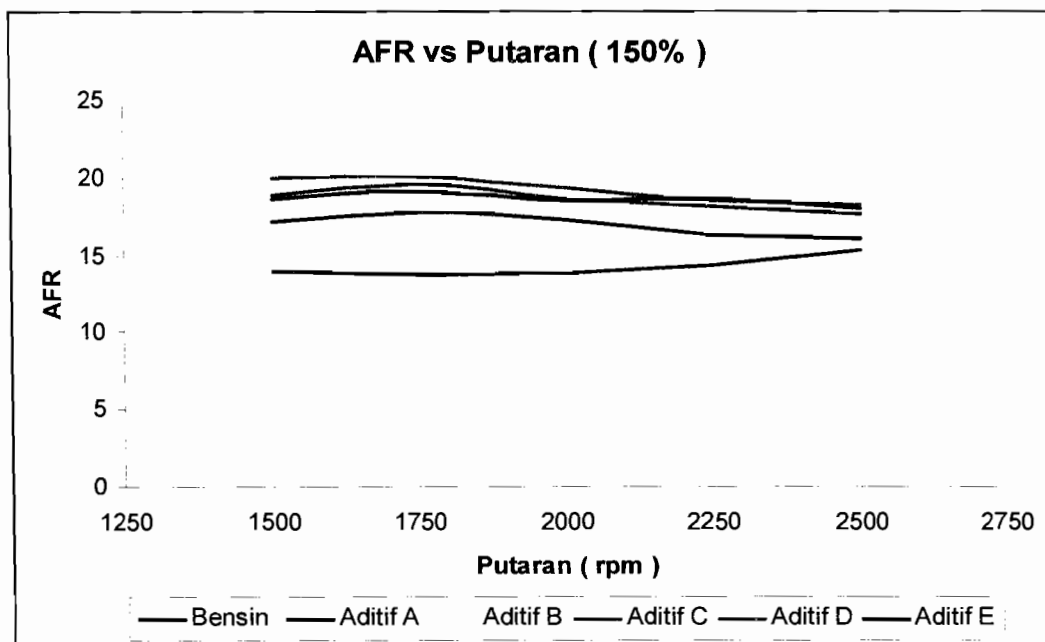


Gambar 4. 42 Perbandingan bmep vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150%





Gambar 4. 43 Perbandingan SFC vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150%



Gambar 4. 44 Perbandingan AFR vs Putaran pada bahan bakar bensin dicampur zat aditif 150%

### **4.3 Hasil Uji Emisi Gas Buang**

#### **4.3.1 Bensin Murni**

CO = 2,67 %

CO<sub>2</sub> = 2,3 %

HC = 434 ppm

#### **4.3.2 Bensin dicampur zat aditif A 100%**

CO = 3,01 %

CO<sub>2</sub> = 2,3 %

HC = 376 ppm

#### **4.3.3 Bensin dicampur zat aditif B 100%**

CO = 3,7 %

CO<sub>2</sub> = 2,2 %

HC = 465 ppm

#### **4.3.4 Bensin dicampur zat aditif C 100%**

CO = 3,44 %

CO<sub>2</sub> = 2,4 %

HC = 486 ppm

#### **4.3.5 Bensin dicampur zat aditif D 100%**

CO = 3,57 %

CO<sub>2</sub> = 2,3 %

HC = 450 ppm

#### **4.3.6 Bensin dicampur zat aditif E 100%**

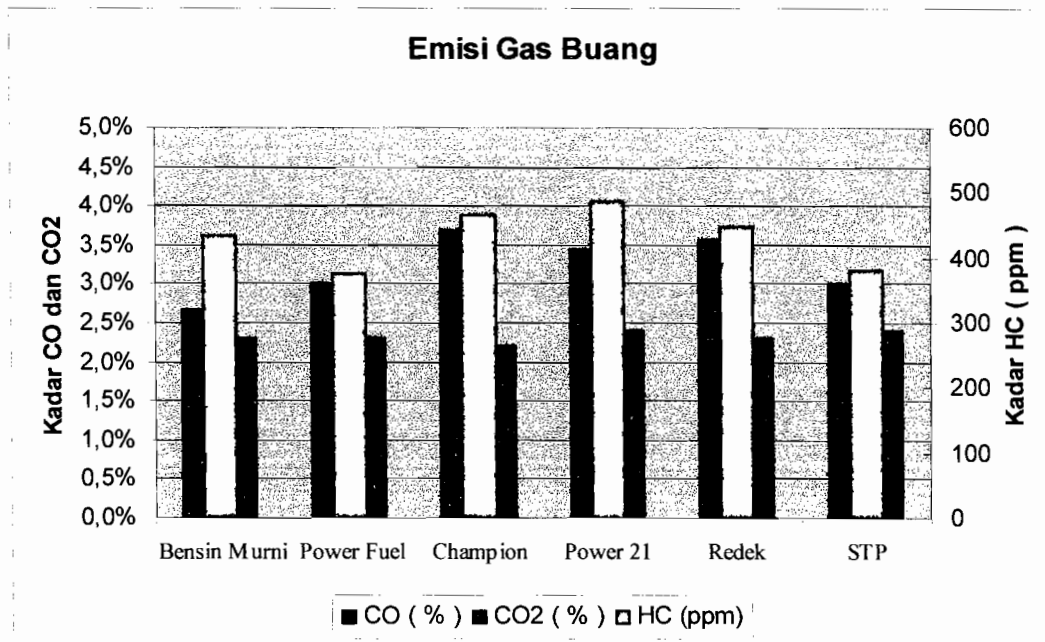
CO = 3 %

CO<sub>2</sub> = 2,4 %

HC = 382 ppm

Tabel 4. 43. Peningkatan emisi gas buang

Senyawa	Zat Aditif A	Zat Aditif B	Zat Aditif C	Zat Aditif D	Zat Aditif E
<b>CO</b>	12,73%	38,58%	28,84%	33,71%	12%
<b>CO<sub>2</sub></b>	0%	-4,35%	4,35%	0%	4,35%
<b>HC (ppm)</b>	-13,36%	7,14%	11,98%	3,69%	-11,98%



Gambar 4. 45 Emisi gas buang

#### 4. 4 Pembahasan

##### 4. 4. 1 Alat uji

Dari penelitian prestasi mesin bensin dengan bahan bakar bensin murni dapat diketahui bahwa *Engine Testbed* sudah tidak efisien lagi dikarenakan bagian dari *Engine Teastbed*, yaitu dinamometer dan mesin sudah tidak bagus lagi. Dinamometer sulit sekali dipresisikan dalam pengaturan pemberian beban sedangkan efisiensi mesin hanya sebesar 51,40% - 60,03%, padahal efisiensi mekanis standar untuk motor bensin sebesar 70% - 85%. Dengan demikian data yang diperoleh kurang bagus.

#### **4. 4. 2 Prestasi Mesin**

Karena keterbatasan alat pengujian untuk nilai kalor bahan bakar dicampur zat aditif, maka efisiensi mekanis tidak dapat diketahui.

##### **4. 4. 2. 1 Bensin Murni**

Dilihat dari hasil perhitungan (Tabel 4. 1) diketahui:

1. Torsi maksimal 84,69 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 17,98 kW pada putaran 2500 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 597,93 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,22 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 13,54 – 15,30
6. Efisiensi mekanis 51,69 % - 67,64 %

##### **4. 4. 2. 2 Bensin Murni dicampur Zat Aditif A**

###### **4. 4. 2. 2. 1 Bensin dicampur Zat Aditif A 75 %** (Tabel 4. 2)

1. Torsi maksimal 139,06 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 21,84 kW pada putaran 1500 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 981,74 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,12 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,50 – 19,81

**4. 4. 2. 2. 2 Bensin dicampur Zat Aditif A 100 %** (Tabel 4. 3)

1. Torsi maksimal 128,76 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 20,26 kW pada putaran 2000 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 909,02 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,17 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 15,39 – 16,42

**4. 4. 2. 2. 3 Bensin dicampur Zat Aditif A 150 %** (Tabel 4. 4)

1. Torsi maksimal 121,32 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 19,19 kW pada putaran 1750 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 856,50 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,17 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm dan 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 16,03 – 17,71

Dari hasil penelitian bensin murni dicampur dengan zat aditif A diketahui komposisi takaran paling baik adalah takaran 75% (0,1875 ml untuk 1 liter bensin), dimana torsi maksimal meningkat sebesar 64,19%, daya maksimal meningkat 21,50%, bmep maksimal meningkat 64,19%, AFR meningkat 35,36%, dan penghematan bahan bakar sebesar 44,15%.

#### **4. 4. 2. 3 Bensin Murni dicampur Zat Aditif B**

##### **4. 4. 2. 3. 1 Bensin dicampur Zat Aditif B 75 %** (Tabel 4. 5)

1. Torsi maksimal 132,19 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 21,09 kW pada putaran 2000 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 933,26 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,16 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 16,01 – 16,98

##### **4. 4. 2. 3. 2 Bensin dicampur Zat Aditif B 100 %** (Tabel 4. 6)

1. Torsi maksimal 137,34 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 21,93 kW pada putaran 2000 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 969,62 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,14 kg/kW jam pada putaran 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 17,82 – 19,75

##### **4. 4. 2. 3. 3 Bensin dicampur Zat Aditif B 150 %** (Tabel 4. 7)

1. Torsi maksimal 147,64 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 24,45 kW pada putaran 2000 rpm

3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 1042,34 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,10 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm, 1750 rpm, 2000 rpm, dan 2250 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,82 – 20,52

Dari hasil penelitian bensin murni dicampur dengan zat aditif B diketahui komposisi takaran paling baik adalah takaran 150% (1,2 ml untuk 1 liter bensin), dimana torsi maksimal meningkat sebesar 74,32%, daya maksimal meningkat 43,92%, bmep maksimal meningkat 74,32%, AFR meningkat 39,90%, dan penghematan bahan bakar sebesar 54,67%.

#### **4. 4. 2. 4 Bensin Murni dicampur Zat Aditif C**

##### **4. 4. 2. 4. 1 Bensin dicampur Zat Aditif C 75 % (Tabel 4. 8)**

1. Torsi maksimal 119,60 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 19,54 kW pada putaran 2000 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 844,38 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,16 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 16,94 – 18,32



**4. 4. 2. 4. 2 Bensin dicampur Zat Aditif C 100 %** (Tabel 4. 9)

1. Torsi maksimal 131,62 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 20,83 kW pada putaran 2250 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 929,22 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,13 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 17,70 – 19,52

**4. 4. 2. 4. 3 Bensin dicampur Zat Aditif C 150 %** (Tabel 4. 10)

1. Torsi maksimal 131,33 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 21,08 kW pada putaran 1750 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 927,20 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,13 kg/kW jam pada putaran 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 17,62 – 19,62

Dari hasil penelitian bensin murni dicampur dengan zat aditif C diketahui komposisi takaran paling baik adalah takaran 100% (1,5 ml untuk 1 liter bensin), dimana torsi maksimal meningkat sebesar 55,41%, daya maksimal meningkat 15,88%, bmep maksimal meningkat 55,41%, AFR meningkat 31,26%, dan penghematan bahan bakar sebesar 39,45%.

#### **4. 4. 2. 5 Bensin Murni dicampur Zat Aditif D**

##### **4. 4. 2. 5. 1 Bensin dicampur Zat Aditif D** (Tabel 4. 11)

1. Torsi maksimal 112,16 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 18,27 kW pada putaran 2250 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 791,85 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,20 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 15,72 – 17,29

##### **4. 4. 2. 5. 2 Bensin dicampur Zat Aditif D 100 %** (Tabel 4. 12)

1. Torsi maksimal 129,90 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 20,76 kW pada putaran 1750 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 917,10 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,14 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm dan 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 17,89 – 20,19

##### **4. 4. 2. 5. 3 Bensin dicampur Zat Aditif D 150 %** (Tabel 4. 13)

1. Torsi maksimal 133,91 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 21,08 kW pada putaran 1750 rpm

3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 945,38 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,13 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,31 – 20,09

Dari hasil penelitian bensin murni dicampur dengan zat aditif D diketahui komposisi takaran paling baik adalah takaran 100% (1 ml untuk 1 liter bensin), dimana torsi maksimal meningkat sebesar 53,38%, daya maksimal meningkat 15,50%, bmep maksimal meningkat 53,38%, AFR meningkat 34,26%, dan penghematan bahan bakar sebesar 37,04%.

#### **4. 4. 2. 6 Bensin Murni dicampur Zat Aditif E**

##### **4. 4. 2. 6. 1 Bensin dicampur Zat Aditif E 75 %** (Tabel 4. 14)

1. Torsi maksimal 139,06 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 22,02 kW pada putaran 1750 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 981,74 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,13 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm dan 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,71 – 20,53

**4. 4. 2. 6. 2 Bensin dicampur Zat Aditif E 100 %** (Tabel 4. 15)

1. Torsi maksimal 142,49 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 22,44 kW pada putaran 1750 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 1005,98 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,12 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,70 – 20,89

**4. 4. 2. 6. 3 Bensin dicampur Zat Aditif E 150 %** (Tabel 4. 16)

1. Torsi maksimal 144,21 Nm pada putaran 1500 rpm
2. Daya maksimal 22,65 kW pada putaran 1500 rpm
3. Tenaga output mesin (bmep) maksimal 1018,10 kPa pada putaran 1500 rpm
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) paling kecil 0,14 kg/kW jam pada putaran 1500 rpm dan 1750 rpm
5. Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR) 18,01 – 19,16

Dari hasil penelitian bensin murni dicampur dengan zat aditif E diketahui komposisi takaran paling baik adalah takaran 100% (4,8 ml untuk 1 liter bensin), dimana torsi maksimal meningkat sebesar 39,55%, daya maksimal meningkat 22,50%, bmep maksimal meningkat 68,24%, AFR meningkat 39,89%, dan penghematan bahan bakar sebesar 45,80%.

Dari hasil keseluruhan penelitian dapat diketahui beberapa hal sebagai berikut :

1. **Torsi**

Pada torsi tertinggi pengisian silinder merupakan yang terbaik, maka tekanan terbesar yang diperoleh piston terjadi pada putaran saat dicapainya torsi maksimum. Torsi sangat tergantung pada jumlah bahan bakar yang dapat dihisap masuk ke dalam silinder dan kemudian dibakar, karena semakin banyak bahan bakar yang terbakar berarti semakin besar pula gaya yang dihasilkan untuk mendorong piston yang sekaligus untuk memutar engkol. Kelima zat aditif yang diuji dapat meningkatkan torsi, tetapi pada penelitian ini torsi meningkat pada putaran rendah dan semakin tinggi putarannya torsi akan menurun drastis.

2. **Daya**

Daya selalu tidak konstan. Dilihat dari kurva daya, terlihat bahwa garisnya tidak lurus, tetapi pada putaran tertentu garis tadi akan melengkung bahkan mengarah kebawah. Hal ini disebabkan pada putaran yang semakin tinggi kecepatan piston terhadap katup terbuka terlalu lebar (pengisian silinder tidak sempurna), akibatnya tekanan pada piston berkurang yang berarti terjadi pengurangan daya. Kelima zat aditif yang diuji dapat meningkatkan daya, pada penelitian ini daya meningkat pada putaran rendah dan semakin tinggi putarannya daya akan menurun drastis.

3. **bmep**

Semakin tinggi putarannya bmep akan semakin rendah, karena pada putaran tinggi daya semakin kecil, hal ini disebabkan piston kurang tekanan (pengisian silinder tidak sempurna). Dengan penambahan zat aditif dalam bahan bakar bmep meningkat sekitar 63%.

4. **SFC**

Semakin kecil pembebanan pada mesin, semakin tinggi SFC-nya. Dengan penambahan zat aditif dalam bahan bakar beban yang diperoleh mesin makin besar namun SFC-nya berkurang, yang berarti penggunaan bahan bakar semakin hemat.

5. **AFR**

Semakin tinggi AFR, motor akan menghasilkan tenaga yang lebih besar karena dengan AFR yang tinggi tekanan awal pembakaran menjadi semakin tinggi pula. Dengan penambahan zat aditif dalam bahan bakar dapat meningkatkan AFR, sehingga tenaga yang dihasilkan semakin besar.

#### **4. 4. 3 Emisi Gas Buang**

Dengan adanya batasan waktu yang diberikan oleh Dinas Perhubungan dalam penggunaan alat uji emisi gas buang, maka yang sempat diuji hanya zat aditif dengan komposisi takaran 100% (standart pabrik).

Dari hasil penelitian uji emisi gas buang dengan menambahkan zat aditif dalam bahan bakar diketahui bahwa penggunaan kelima zat aditif yang diuji

dapat meningkatkan kadar polutan pada gas buang. Persentase peningkatannya sebagai berikut (Tabel 4. 43) :

1. Bensin murni, CO = 2,67%, HC = 2,3%, dan CO<sub>2</sub> = 343 ppm.
2. Bensin dicampur *zat aditif A*, CO meningkat sebesar 12,58%, sedangkan HC berkurang sebesar 13,36%, dan CO<sub>2</sub> tidak ada perubahan.
3. Bensin dicampur *Zat aditif B*, CO meningkat sebesar 38,58%, sedangkan CO<sub>2</sub> berkurang sebesar 4,35%, dan HC meningkat sebesar 7,14%.
4. Bensin dicampur *zat aditif C*, CO meningkat sebesar 28,84%, CO<sub>2</sub> meningkat sebesar 4,35%, dan HC meningkat sebesar 11,98%.
5. Bensin dicampur *zat aditif D*, CO meningkat sebesar 33,71%, HC meningkat sebesar 3,69%, dan CO<sub>2</sub> tidak ada perubahan.
6. Bensin dicampur *zat aditif E*, CO meningkat sebesar 12%, CO<sub>2</sub> meningkat sebesar 4,35%, sedangkan HC berkurang sebesar 11,98%.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian prestasi mesin bensin dengan menggunakan bahan bakar yang telah dicampur dengan bahan tambah (zat aditif) yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Universitas Sanata Dharma dan uji emisi gas buang di Dinas Perhubungan DIY, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semua zat aditif yang diuji dapat membantu meningkatkan prestasi mesin bensin.
2. Dari kelima zat aditif yang diuji, zat aditif yang paling baik untuk meningkatkan prestasi mesin adalah *zat aditif B* dengan komposisi takaran 150% (0,8 ml/l).
3. Kelima zat aditif yang diuji dapat meningkatkan polutan dalam gas buang (meningkatnya pencemaran udara).

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran dari permasalahan yang timbul :

1. Agar diperoleh hasil yang maksimal dan baik maka perlu ketelitian dalam langkah kerja, proses kerja, dan ketekunan dari peneliti



2. Untuk mendukung proses penelitian di bidang motor bakar alangkah baiknya jika peralatan di Laboratorium Konversi Energi Universitas Sanata Dharma ditambah atau diperbaiki, dengan demikian proses penelitian dapat memperoleh hasil yang akurat.
3. Karena pentingnya literatur dalam suatu penelitian maka buku – buku di Perpustakaan Universitas Sanata Dharma perlu ditambah khususnya buku-buku yang berkaitan dengan bidang motor bakar, ini sangat membantu mahasiswa dalam menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar Wiranto., 2002, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, edisi kelima, cetakan kesatu, ITB Bandung.

Arends BMP., Barendschot H., 1994, *Motor Bensin*, Erlangga.

Lukiyanto YB., 2003, *Panduan Praktikum Prestasi Mesin, Modul Engine Testbed Motor Bensin*, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

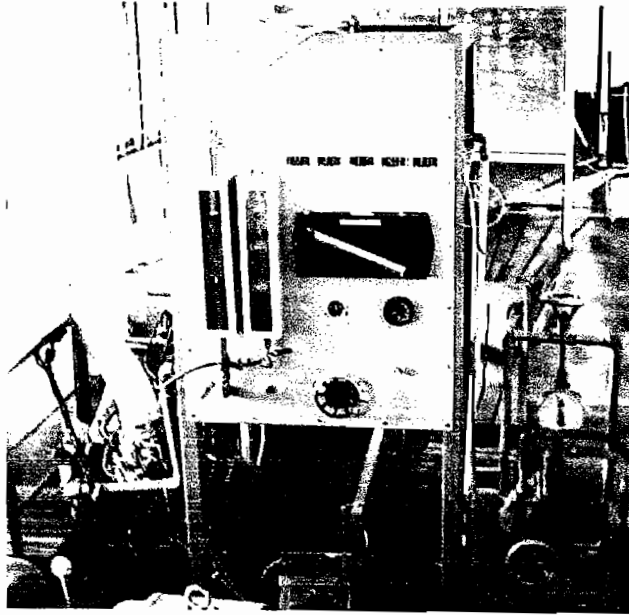
Suyanto Wardan., 1989, *Teori Motor Bensin*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta.

\_\_\_\_\_, *New Step Manual*, Toyota Astra Motor.

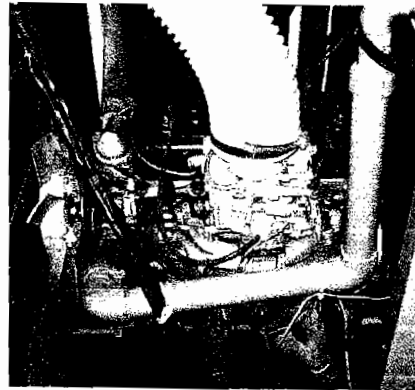
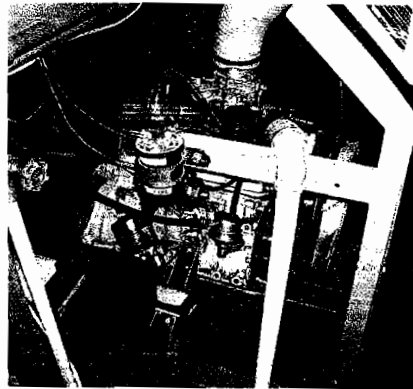


LAMPIRAN

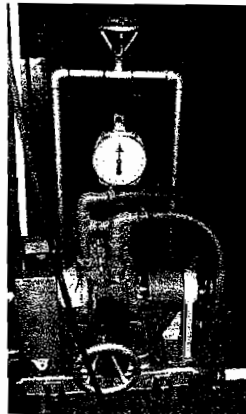
# LAMPIRAN 1



Engine Testbed



Mesin Toyota Kijang type 7K



Dinamometer

PENELITIAN I  
Bensin Murvi

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BS100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2600	20	723	27	76	7	27,7	473	28,8	60,2	300	77,3		75,27
2	2250	21	723	27	76	5,5	28,2	463	28,4	62,2	280	78,9		75,58
3	2000	22,5	723	27	76	4,5	28,6	454	28,4	64,1	240	79,2		73,53
4	1750	23,5	723	27	76	3,5	28,7	430	28,9	66,4	200	78,8		74,14
5	1500	26	723	27	76	2,5	28,8	410	28,8	68,7	180	77,7		76,31
6														
7														
8														

## LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN I**  
**Power fuel 75 % (0,1575 ml untuk 1 l bensin)**

No	n	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi		
		p <sub>a</sub>	t <sub>a</sub>	φ	Δp	θ		θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran			θ <sub>p</sub>	P <sub>p</sub>
	rpm	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	723	28	78,5	4,5	29,9	380	28,3	50,4	300	71,8			1,31,75
2	2250	723	28	78,5	4,5	29,9	412	28,4	52,9	275	75			1,34,07
3	2000	723	28	78,5	4,5	30,0	412	28,5	53,7	246	76			1,38,31
4	1750	723	28	78,5	4,5	30,0	406	28,3	55,1	220	76,2			1,42,53
5	1500	723	28	78,5	4,25	30,1	396	28,3	57,1	200	76			1,49,18
6														
7														
8														

# LEMBAR PENGAMATAN

PEMELITIAN I  
 Power fuel 100 % (0,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$		$\theta_{in}$	$\theta_{out}$	aliran			$\theta_p$
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	80,5	7,5	29,2	475	27,6	52,1	300	72,6		1,00,35
2	2500	24	723	28	80,5	6,5	29,3	505	27,9	56,7	280	75,1		0,56,44
3	2000	25,5	723	28	80,5	6	29,5	507	28,2	60,9	240	75,1		1,01,22
4	1750	29	723	28	80,5	5,5	29,7	486	28,4	64,0	200	79,3		1,04,90
5	1500	33,5	723	28	80,5	5	29,9	464	28,1	66,6	150	80,4		1,13,75
6														
7														
8														

Line Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PEMELITIAAN I  
 POWER FUEL 150 % (0,575 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBI00 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	27	87	7,5	29,4	509	28,0	59,8	300	74,4		0,91,10
2	2250	23	723	27	87	7	29,0	521	28,4	59,5	280	79		0,93,72
3	2000	24	723	27	87	6,5	29,9	516	28,6	61,2	250	50,7		0,99,84
4	1750	27	723	27	87	6	30,1	494	28,7	62,9	225	52,0		1,09,60
5	1500	31	723	27	87	5,5	30,3	470	28,7	64	200	51,7		1,12,87
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



Time Test Bed  
 Laboratorium Konversi Energi  
 Mei 2004

PENELITIAN I  
 CHAMPION 75% (0,6 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m'	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	75	5,5	30,3	432	28,1	50,0	300	72,8		1,17,75
2	2250	24,5	723	29	75	5,5	30,3	450	28,4	53,2	280	76,7		1,20,81
3	2000	28	723	29	75	5	30,4	448	28,4	54,3	280	77,8		1,26,32
4	1750	32	723	29	75	5	30,6	442	28,5	55,6	230	77,5		1,32,88
5	1500	37,5	723	29	75	4,5	30,7	432	28,7	57,5	210	76,9		1,27,85
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN I**

Champion 100% (0,3 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2900	20	723	29	72	4,5	30,5	404	28,8	51,3	300	74,3		1,29,94
2	2250	28,5	723	29	72	4,5	30,6	417	29,0	53,5	260	77,2		1,33,53
3	2000	35,5	723	29	72	4,5	30,7	414	29,2	55,3	240	77,9		1,36,25
4	1750	38,75	723	29	72	4,5	30,5	407	29,5	56,9	220	75,1		1,40,25
5	1500	45	723	29	72	4,25	30,9	398	29,4	59,5	180	77,4		1,47,35
6														
7														
8														

PENELITIAN I

Champion: 150 % (1,2 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_r$	$\theta_r$	$\phi_r$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	70	4,75	30,7	394	29,6	53,1	300	74,2		1,29,59
2	2250	26	723	29	70	4,75	30,8	419	29,8	54,0	270	76,8		1,3, 90
3	2000	31	723	29	70	4,5	30,9	417	30,0	59,7	240	77,8		1,54, 79
4	1750	37	723	29	70	4,5	31,1	410	30,1	57,9	210	78,0		1,39, 75
5	1500	41	723	29	70	4,25	31,3	402	30,2	59,9	180	77,7		1,46, 29
6														
7														
8														

PENELITIAN I

Power 21 75% (1,125 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	1800	20	723	28,5	83	10	30,1	531	29,1	57,4	300	76,3		0,44,88
2	2150	21,75	723	28,5	83	8,75	30,4	538	29,2	61,8	280	80,3		0,49,75
3	2000	23	723	28,5	83	7,5	30,7	527	29,4	63,7	260	82,5		0,54,22
4	1750	24,75	723	28,5	83	7	30,9	501	29,9	69,1	240	83,5		0,58,53
5	1500	29,5	723	28,5	83	6	31,1	472	29,6	66,1	200	83,3		1,06,97
6														
7														
8														

PENELITIAN I

Power 21 100 % (1,5 Ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	80	6	31,3	440	29,5	54,6	300	78,4		1,14,69
2	2250	21,75	723	29	80	5,5	31,3	450	29,5	55,6	270	80,1		1,18,99
3	2000	23,25	723	29	80	5,25	31,4	452	29,6	56,9	250	80,3		1,23,28
4	1750	27,25	723	29	80	5	31,4	446	29,5	58,4	220	80		1,29,99
5	1500	31	723	29	80	4,75	31,4	437	29,5	61,2	195	79,3		1,22,62
6														
7														
8														

# LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN I  
 Power 21 150 °C (2,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n rpm	m kg	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Suang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi
			$P_a$ mm Hg	$\theta_a$ °C	$\phi$ %	$A_p$ mm H <sub>2</sub> O	$t$ °C		$\theta_{v-in}$ °C	$\theta_{v-out}$ °C	aliran l/jam		
1	2500	20	723	76	29	4,75	29,8	407	28,7	53	300	74,9	1,30,10
2	2250	24	723	76	29	4,5	29,9	416	28,9	54	270	76,7	1,32,71
3	2000	29	723	76	29	4,5	29,9	414	29,1	55,5	250	77,3	1,35,38
4	1750	32,25	723	76	29	4,5	29,9	408	29,2	57,3	240	77,4	1,40,10
5	1500	38,25	723	76	29	4,5	30,1	399	29,5	59,2	200	76,6	1,45,04
6													
7													
8													

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

**RESEARCH I**  
**KEDEK 15 % (0.175 ml untuk 1 l bensin)**

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	79	9	30,7	544	30,5	64,1	300	82,7		0,43,16
2	2250	21,75	723	29	79	8,0	31,0	545	30,6	64	280	86,5		0,51,69
3	2000	22,5	723	29	79	7,5	31,2	533	30,9	65,3	260	87,0		0,55,38
4	1750	24,25	723	29	79	6,5	31,3	509	30,9	66,9	220	86,9		0,57,92
5	1500	28	723	29	79	6	31,4	478	31,0	69,1	200	86,6		1,06,32
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

# LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN I  
 REDEK 100% (1ml untuk 1 l basis)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$P_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$		$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	77	5,5	31,3	416	30,4	54,4	300	77,3		1,19,16
2	2250	23,5	723	29	77	5,25	31,3	427	30,6	56,7	260	79,3		1,26,05
3	2000	24,5	723	29	77	5	31,2	426	30,6	58,0	240	79,8		1,30,09
4	1750	29	723	29	77	5	31,2	419	30,7	60,1	210	79,7		1,35,37
5	1500	33,5	723	29	77	4,5	31,3	412	30,9	62,2	180	79,0		1,43,15
6														
7														
8														



Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN I

REDEK 150 % (1,5 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	27	83	5,5	29,4	413	29,3	53,0	300	75,0		1,23,18
2	2250	23,5	723	27	83	5	29,6	426	29,3	54,8	270	77,0		1,27,56
3	2000	27	723	27	83	5	29,8	429	29,6	56,1	240	77,5		1,30,89
4	1750	31,5	723	27	83	4,75	30,0	420	30,0	58,2	210	77,8		1,35,53
5	1500	38	723	27	83	4,5	30,2	412	29,9	60,4	190	76,9		1,42,12
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

## LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN I  
 STP 75 % (3,6 ml untuk 1 l bekuasin)

No	n rpm	m kg	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$P_a$ mm Hg	$\theta_a$ °C	$\phi$ %	$\Delta p$ mm H <sub>2</sub> O	$\theta$ °C		$\theta_{v-in}$ °C	$\theta_{v-out}$ °C	aliran l/jam			$\theta_p$ °C
1	2500	20	723	29	79	5,5	30,4	414	29,9	34,4		75,4		1,25,47
2	2250	23,5	723	29	79	5	30,5	422	30,2	55,3		77,4		1,28,32
3	2000	28	723	29	79	4,75	30,6	422	30,3	56,5		78,5		1,32,37
4	1750	33	723	29	79	4,75	30,8	416	30,4	58,7		78,8		1,36,44
5	1500	37,5	723	29	79	4,5	30,9	409	30,5	60,9		77,9		1,43,72
6														
7														
8														

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

PENELITIAN I

STP 100 % (4,8 ml untuk 1 l bensin)

NO	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			p <sub>a</sub>	θ <sub>a</sub>	φ	Δp	θ	θ <sub>g</sub>	θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran	θ <sub>p</sub>	p <sub>p</sub>	BB160 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28,5	78	6,9	30,8	431	30,3	54,4	300	73,5		1,14,53
2	2250	23,5	723	28,5	78	6,5	30,9	444	30,7	56,3	250	76,7		1,18,07
3	2000	27	723	28,5	78	6,25	30,9	446	30,3	57,4	250	75,0		1,23,29
4	1750	31	723	28,5	78	6	31,0	443	30,6	58,3	225	78,3		1,24,15
5	1500	38,5	723	28,5	78	5,5	31,0	439	30,7	60,1	210	77,9		1,29,09
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN I**

STP 150 % ( 7,2 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBI60 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	76	4	31,3	499	30,8	54,6	300	79,3		1,05,66
2	2250	22,5	723	29	76	7,5	31,4	480	31,1	57,3	180	77,8		1,09,78
3	2000	28,5	723	29	76	6,75	31,5	492	31,2	59,8	250	79,2		1,05,00
4	1750	33,5	723	29	76	6,25	31,6	479	31,4	63,8	225	80,6		1,07,81
5	1500	41	723	29	76	6	31,7	448	31,7	65,9	200	81,2		1,14,78
6														
7														
8														

1. Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN I  
Bensin Murai

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta T$	$\theta$	$\theta_{g}$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	725	28	77	6	28,6	495	27,9	57,7	300	73,2		94
2	2250	21	723	28	77	5,5	29	508	28,1	60,1	280	77,4		97
3	2000	21,5	723	28	77	5	29,5	502	28,7	62,3	240	80,2		1.01
4	1750	23	723	28	77	5	29,9	478	28,2	64,5	200	81,7		1.07
5	1500	24	723	28	77	5,5	30,2	454	28,3	67,1	180	82,1		1.15
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

15.11.2004

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

PENELITIAN II

Power Fuel 75% (0,1875 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB/100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	27	87	6	29,2	408	27,0	52,2	300	75,6		1,32,78
2	2250	26,5	723	27	87	6	29,6	414	27,4	51,5	280	77,7		1,34,28
3	2000	32	723	27	87	6	29,7	411	27,2	55,8	250	78,2		1,37,16
4	1750	37,5	723	27	87	5,5	29,8	403	27,3	58,8	210	78,2		1,41,50
5	1500	45	723	27	87	5	30,0	397	27,4	61,0	190	77,7		1,47,57
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN II

Power fuel 100% (0,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\varphi$	$\Delta p$	$A$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB160 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	70	8	30,7	464	28,5	60,4	300	74,5		1,09,44
2	2250	24,5	723	29	70	7,5	30,8	497	28,7	57,4	280	78,2		1,01,69
3	2000	27	723	29	70	7	30,9	501	28,9	59,5	250	79,9		1,02,88
4	1750	30	723	29	70	6,5	31,1	496	28,7	62,2	230	81,1		1,07,41
5	1500	37	723	29	70	6	31,2	462	28,7	64,4	200	81,6		1,15,40
6														
7														
8														

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

**PENELITIAN II**

Pasir Fuel 150 % (0,375 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBI 100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29,5	69	6,75	30,9	436	29,4	53,3	300	74,2		1,15,25
2	2250	22	723	29,5	69	6,5	31,0	450	29,6	54,2	280	76,5		1,18,15
3	2000	25	723	29,5	69	6,25	31,2	455	29,8	55,5	260	77,8		1,24,37
4	1750	30	723	29,5	69	6	31,3	452	29,5	56,8	240	78,1		1,26,00
5	1500	38	723	29,5	69	5,75	31,4	440	29,7	59,9	200	78,2		1,23,53
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



PENELITIAN II  
 Campioui 75 % (0,6 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBI60 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	27	86	7,5	29,6	447	28,9	52,6	300	73,7		1,07,88
2	2250	22,5	723	27	86	7	29,7	474	29,3	54,6	280	75,9		1,10,65
3	2000	30	723	27	86	6,75	29,8	489	29,3	57,4	260	77,4		1,09,40
4	1750	35	723	27	86	6,25	30,0	480	29,4	61,2	230	79,0		1,09,66
5	1500	40	723	27	86	5,75	30,0	456	29,5	63,6	200	79,6		1,17,44
6														
7														
8														

K. J. J. Test

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN II**

Champion 100% (0,18 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	69	6,5	29,2	436	29,6	52,7	300	74,4		1,18,06
2	2250	25	723	29	69	6,25	29,4	445	29,8	54,7	270	76,9		1,23,53
3	2000	28	723	29	69	6	29,5	443	29,9	56,5	240	77,6		1,28,50
4	1750	32	723	29	69	5,75	29,7	438	30	58,1	220	78,1		1,34,09
5	1500	35	723	29	69	5,5	29,7	433	30	61,9	190	77,9		1,29,25
6														
7														
8														

PEMELITIAN II  
 Champion 150 % (1,2 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\varphi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB160 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	: (s)
1	2500	20	723	28	69	6,25	29,1	399	30,2	53,1	300	74,3		1,38,54
2	2250	32	723	28	69	5,12	29,3	413	30,5	55,5	270	77,5		1,39,78
3	2000	37	723	28	69	5	29,4	395	30,8	56,8	240	78,5		1,41,87
4	1750	40	723	28	69	5	29,6	358	30,9	58,7	220	78,6		1,44,72
5	1500	45	723	28	69	4,75	29,5	379	30,7	60,9	200	77,8		1,49,63
6														
7														
8														

15 June 2004

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004



LEMBAR PENGAMATAN

Kiri: Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

RESEARCH II

Power 21 75 % (1,125 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			p <sub>a</sub>	θ <sub>a</sub>	φ	Δp	A	θ <sub>g</sub>	θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran	θ <sub>p</sub>	p <sub>p</sub>	BB150 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	1900	20	723	30	69	6,25	31	381	29,7	50,2	300	70,9		1,20,10
2	2250	25	723	30	69	6	31,1	420	29,7	54	280	73,6		1,23,25
3	2000	30	723	30	69	5,75	31,2	420	29,8	55,2	250	75,6		1,29,84
4	1750	34	723	30	69	5,5	31,3	420	29,7	56,4	230	76,6		1,35,46
5	1500	38	723	30	69	5,25	31,3	423	29,8	58,1	200	76,2		1,38,53
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN II

Power 21 100 % (1,9 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu Konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\Delta p$	$p_f$	BB150 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	30	69	6	30,7	394	30,3	52,9	300	71,2		1,29,56
2	2250	27	723	30	69	5,75	30,9	415	30,4	54,4	280	74,6		1,30,07
3	2000	30	723	30	69	5,69	31	418	30,5	55,6	290	76,3		1,33,09
4	1750	39	723	30	69	5,5	31,1	415	30,5	57,1	230	77,2		1,38,00
5	1500	42	723	30	69	5,25	31,2	408	30,5	58,3	210	76,7		1,45,00
6														
7														
8														

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN II**

Power 21 150 % (2,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
	rpm	kg	p <sub>a</sub> mm Hg	θ <sub>a</sub> °C	φ %	Δp mm H <sub>2</sub> O	θ °C	θ <sub>g</sub> °C	θ <sub>w-in</sub> °C	θ <sub>w-out</sub> °C	aliran l/jam	θ <sub>p</sub> °C	p <sub>p</sub> kg/cm <sup>2</sup>	BB100 cc t (s)
1	2500	20	723	30	67	6,5	30,6	422	29,2	50,9	300	70,9		1,16,69
2	2250	24	723	30	67	6,25	30,8	439	29,4	54,1	270	74,4		1,21,85
3	2000	29	723	30	67	6	30,9	443	29,6	55,3	250	76,1		1,26,34
4	1750	33,5	723	30	67	5,75	31,1	440	29,6	56,3	230	77,0		1,32,72
5	1500	38,25	723	30	67	5,5	31,2	435	29,6	58,4	210	76,9		1,30,06
6														
7														
8														

1. Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2024

**PENELITIAN II**

REDEK 75% (0,75 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBI60 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	77	7,75	28,2	458	27,8	52	300	70,8		1,09,47
2	2250	23	723	28	77	7,5	28,5	472	28,1	53	280	73,9		1,13,72
3	2000	26	723	28	77	7,25	28,6	475	28,3	54,2	260	75,3		1,18,00
4	1750	30	723	28	77	6,75	28,8	472	28,3	56,4	240	76,3		1,11,50
5	1500	35	723	28	77	6,5	29	455	28,4	60	220	76,5		1,18,63
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

RESEARCH II  
 REFR 100% (1 ml untuk 1 l berisi)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			p <sub>a</sub>	θ <sub>a</sub>	φ	Δp	θ	θ <sub>g</sub>	θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran	θ <sub>p</sub>	ρ <sub>p</sub>	BB (cc)
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	74	7	29,6	409	28,9	51	300	70,6		1,18,43
2	2250	25	723	29	74	6,75	29,8	429	28,9	53,3	280	73,8		1,22,56
3	2000	30	723	29	74	6,5	29,9	437	29,1	54,7	250	75,5		1,27,10
4	1750	35	723	29	74	6,25	30	433	29,3	56	230	76,2		1,32,65
5	1500	40	723	29	74	6	30,1	431	29,4	58	210	75,7		1,30,32
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



K. J. T. B.

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN II  
 REDEK 150 % (1/5 M2 untuk 1 & bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_s$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	73	7	30,0	384	29,7	51,9	300	70,9		1,18,63
2	2250	24	723	29	73	6,75	30,2	419	30,0	54,2	270	74,2		1,21,87
3	2000	29	723	29	73	6,5	30,2	429	30,1	56,2	240	76,2		1,27,66
4	1750	34	723	29	73	6,25	30,3	428	30,3	58,4	210	77,3		1,33,22
5	1500	39	723	29	73	6	30,4	424	30,2	61,4	180	77,3		1,33,62
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

RESEARCH II  
 STP 75 % (3,6 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBKGO cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	27	72	7	28,3	425	27,8	48,5	200	70,6		1,10,81
2	2250	26	723	27	72	6,75	28,3	434	28,0	52,6	260	73,2		1,25,41
3	2000	31	723	27	72	6,5	28,5	433	28,0	54,1	240	74,6		1,30,21
4	1750	36	723	27	72	6,25	28,5	431	28,4	55,0	230	75,1		1,36,50
5	1500	42	723	27	72	6	29,1	423	28,6	56,5	220	75,0		1,31,12
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Waktu Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

RESEARCH II  
STP 100 % (4,8 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			p <sub>a</sub>	θ <sub>a</sub>	φ	Δp	θ	θ <sub>g</sub>	θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran	θ <sub>n</sub>	p <sub>p</sub>	5B150 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	63	6,5	29,9	389	29,3	51,2	300	70,7		1,23,31
2	2250	28	723	28	63	6,25	29,8	412	29,4	53,7	270	74,5		1,28,97
3	2000	33	723	28	63	6	30,0	414	29,6	59,4	250	76,2		1,34,37
4	1750	38	723	28	63	5,75	30,0	412	29,6	56,6	230	76,9		1,38,65
5	1500	43	723	28	63	5,5	30,0	409	29,7	57,9	200	76,2		1,45,47
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Uji Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

ME1 2004

PENELITIAN II  
 STP 150 % (7,2 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_r$	$\psi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	59	7	30,4	404	30,4	54,1	300	71,1		1,16,87
2	2250	25	723	29	59	6,75	30,5	431	30,4	55,0	280	74,7		1,21,81
3	2000	30	723	29	59	6,5	30,5	436	30,7	56,3	250	76,4		1,26,56
4	1750	35	723	29	59	6,25	30,6	434	30,7	57,5	230	77,2		1,32,72
5	1500	42	723	29	59	6	30,5	431	30,7	60,0	200	76,7		1,29,25
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN III  
Bensin Motor

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$t$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	75	6,5	28,8	459	27,4	52,4	300	73,6		72
2	2250	21	723	29	75	5,5	29,4	474	27,8	54	270	71,9		72
3	2000	22	723	29	75	5,5	29,6	472	27,8	55	260	73,4		73
4	1750	23	723	29	75	5,25	30	463	28,2	58,6	250	73,6		74
5	1500	24	723	29	75	4,75	30,2	447	28,3	61,7	200	79,2		76
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

PENELITIAN III  
 Power Fuel 15% (0,1575 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB <del>150</del> cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	76	7	30,1	425	27,8	51,1	300	74,1		1,12,28
2	2250	24	723	29	76	6,75	30,3	451	28,0	53,3	280	76,5		1,16,25
3	2000	27,5	723	29	76	6,25	30,3	455	28,0	55,0	250	77,6		1,22,00
4	1750	32,5	723	29	76	6	30,4	459	28,1	56,8	220	78,0		1,19,78
5	1500	39	723	29	76	5,75	30,5	448	28,0	60,8	190	78,2		1,19,88
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Isi: *Final Test Bed*

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

**RESEARCH III**

Power fuel 100% (0,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB160 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29,5	70	7	31,2	419	29,0	52,5	300	74,1		1,19,22
2	2250	24,75	723	29,5	70	6,5	31,2	442	29,1	53,5	220	76,3		1,19,23
3	2000	32	723	29,5	70	6	31,2	450	29,1	54,3	260	77,4		1,24,00
4	1750	34,75	723	29,5	70	5,75	31,2	449	28,7	56,4	220	77,7		1,28,69
5	1500	42	723	29,5	70	5,5	31,3	439	28,8	59,5	200	77,8		1,21,10
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

No. Jilid Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEL 2004

PEMILITIAN III

Power Fuel 150 % (0,375 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	67,5	6,75	31,2	439	30,1	53,1	300	74,7		1,16,63
2	2250	23	723	29	67,5	6,25	31,3	444	30,1	55,0	280	77,0		1,21,06
3	2000	24,5	723	29	67,5	6	31,4	446	30,3	56,3	250	78,1		1,26,94
4	1750	34,5	723	29	67,5	5,75	31,5	438	30,3	57,3	210	78,4		1,32,97
5	1500	32	723	29	67,5	5,5	31,5	429	29,9	62,2	200	78,1		1,26,31
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



PEMULUTIAN III  
 Champion 75% (0,6 ml minyak & bensin)

1. Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	RBI60 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	25	72	7,5	29,4	479	29	52,2	300	75,3		1,07,51
2	2250	22,5	723	25	72	7,5	29,6	487	29,3	55	280	77,3		1,10,06
3	2000	30	725	28	72	6,75	29,5	496	29,3	58,9	250	78,7		1,04,16
4	1750	33	723	28	72	6,25	29,5	484	29,1	63,5	220	80,2		1,09,75
5	1500	38	723	29	72	5,75	29,5	459	29,1	66,6	180	80,9		1,16,25
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN II  
 (Champion 100% (0,8 ml untuk 1 l bensin))

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	69	6,25	29	431	29,8	54	300	74,6		1,20,10
2	2250	25	723	28	69	6	29,1	439	30	55,2	270	76,9		1,24,03
3	2000	28	723	28	69	5,75	29,3	439	30,3	56,6	250	78		1,28,34
4	1750	32	723	28	69	5,5	29,2	434	30,2	57,8	230	78,4		1,34,43
5	1500	40	723	28	69	5,25	29,1	430	29,8	60,1	210	78,1		1,30,28
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

PENELITIAN III

Power 21 75 % (1,125 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			p <sub>a</sub>	θ <sub>a</sub>	φ	Δp	θ	θ <sub>g</sub>	θ <sub>w-in</sub>	θ <sub>w-out</sub>	aliran	θ <sub>p</sub>	p <sub>p</sub>	BB100 cc
			mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>
1	2500	20	723	30	65	6	31,1	393	30,0	52,5	300	71,6		1,23,79
2	2250	25	723	30	65	9,75	31,3	417	30,3	54,9	260	75,2		1,28,28
3	2000	28,5	723	30	65	5,65	31,3	423	30,3	56,7	230	76,7		1,31,88
4	1750	33	723	30	65	5,5	31,4	419	30,5	58,5	200	77,7		1,36,94
5	1500	37	723	30	65	5,25	31,4	412	30,4	60,9	190	77,6		1,43,81
6														
7														
8														

Isi: *Time Test Bed*

Laboratorium Konversi Energi

ME1 2004

PENELITIAN II

Power 21 100 % (1,5 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB100 cc
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	70	6	29,6	431	28,3	52,1	300	70,7		1,22,00
2	2250	27	723	28	70	5,75	29,8	434	28,5	53,4	270	74,6		1,27,47
3	2000	30	723	28	70	5,65	30,1	430	28,9	54,3	250	75,9		1,30,75
4	1750	35	723	28	70	5,5	30,3	422	28,9	55,5	230	76,6		1,35,84
5	1500	42	723	28	70	5,25	30,3	415	28,6	57,2	210	76,0		1,41,41
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

No. Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN III

Power 21 150 % (2,25 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$\eta_p$	BB/50 cc
			mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	30	63	6,5	31,1	404	29,6	45,9	300	70,3		1,16,31
2	2250	24	723	30	63	6,25	31,2	434	30,1	54,5	270	74,4		1,20,47
3	2000	29	723	30	63	6,0	31,4	439	30,3	56,5	250	76,7		1,25,10
4	1750	33,5	723	30	63	5,75	31,5	438	30,4	57,8	230	77,7		1,32,37
5	1500	38,25	723	30	62	5,5	31,6	434	30,4	60,2	210	77,1		1,23,09
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

1. Time Test / sed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN III  
 REDEK 75 % ( 0,75 ml minyak + 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\varphi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$		$p_p$
	rpm	kg	mm Hg	°C	%	mm H <sub>2</sub> O	°C	°C	°C	°C	l/jam	°C	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	76	7,75	29,4	431	28,4	50,5	300	70,6		1,08,85
2	2250	23	723	29	76	7,25	29,5	452	28,4	53,2	280	75,9		1,15,91
3	2000	26	723	29	76	7	29,7	459	28,8	54,7	260	75,4		1,21,87
4	1750	30	723	29	76	6,75	29,8	463	28,9	56,5	240	76,4		1,16,84
5	1500	35	723	29	76	6,25	30	449	29	60,2	220	76,5		1,19,65
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN III  
 REDEK 100% (1 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$A$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB/100 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	28	73	7	30,1	392	29,4	51,7	300	70,3		1,17,62
2	2250	25	723	28	73	6,75	30,3	427	29,8	54,1	280	74,3		1,21,35
3	2000	30	723	28	73	6,9	30,4	435	29,8	55,4	260	76		1,26,22
4	1750	35	723	28	73	6,25	30,4	434	29,8	56,5	240	76,8		1,32,18
5	1500	40	723	28	73	6	30,4	433	29,8	58,1	220	76,7		1,28,19
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

Time Test Bed  
 Laboratorium Konversi Energi  
 Mei 2004

PENELITIAN III  
 REDEK 150 % (1,5 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BBS/cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	70	7	30,6	401	30,6	53,2	300	70,8		1,18,72
2	2250	25	723	29	70	6,75	30,8	429	30,8	59,5	270	74,7		1,20,85
3	2000	30	723	29	70	6,5	31	436	31	57,6	240	77,1		1,25,94
4	1750	35	723	29	70	6,25	31,1	434	31,1	59,5	220	78,2		1,31,88
5	1500	40	723	29	70	6	31,2	430	31,1	62,3	180	77,9		1,30,13
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



1. *Time Test Bed*

Laboratorium Konversi Energi

Mei 2004

PENELITIAN III  
 STP 75 % (3,6 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB/50 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	64	7	29,4	401	28,5	50,7	300	70,8		1,20,41
2	2250	26	723	29	64	6,75	29,5	426	28,9	53,3	230	71		1,21,41
3	2000	31	723	29	64	6,5	29,6	432	29,1	54,8	250	75,9		1,27,60
4	1750	36	723	29	64	6,25	29,8	430	29,4	56,2	230	76,8		1,33,68
5	1500	42	723	29	64	6	30	428	29,4	58,5	200	76,4		1,34,04
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN

**PENELITIAN III**

STP 100 % (4,8 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas	Waktu konsumsi	
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$		$p_p$
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	29	59	6,5	30,0	378	29,9	51,8	300	70,2		1,27,72
2	2250	28	723	29	59	6,25	30,3	407	30,1	54,5	260	74,7		1,32,69
3	2000	33	723	29	59	6	30,3	415	30,3	56,4	230	76,5		1,36,00
4	1750	38	723	29	59	5,75	30,4	410	30,4	58,6	200	77,2		1,40,47
5	1500	43	723	29	59	5,5	30,5	402	30,5	60,6	180	77,0		1,47,72
6														
7														
8														

Time Test Bed

Laboratorium Konversi Energi

MEI 2004

PEMULUTIAN III

STP 190 % (7,2 ml untuk 1 l bensin)

No	n	m	Udara Ruang			Udara Masuk		Gas Buang	Air Pendingin			Pelumas		Waktu konsumsi
			$p_a$	$\theta_a$	$\phi$	$\Delta p$	$\theta$	$\theta_g$	$\theta_{w-in}$	$\theta_{w-out}$	aliran	$\theta_p$	$p_p$	BB190 cc
	rpm	kg	mm Hg	$^{\circ}C$	%	mm H <sub>2</sub> O	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	l/jam	$^{\circ}C$	kg/cm <sup>2</sup>	t (s)
1	2500	20	723	30	58	7	30,2	380	30,7	49,4	300	71,1		1,20,44
2	2250	25	723	30	58	6,75	30,2	416	30,7	54,8	260	74,2		1,24,91
3	2000	30	723	30	58	6,5	30,3	427	30,9	56,4	240	76,1		1,29,81
4	1750	35	723	30	58	6,20	30,1	426	30,8	58,2	220	76,8		1,36,47
5	1500	43	723	30	58	6	30,4	421	31,2	60,3	200	76,7		1,31,40
6														
7														
8														

LEMBAR PENGAMATAN



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
**BADAN PERENCANAAN DAERAH**  
**( B A P E D A )**

Kepatihan Danurejan Yogyakarta - 55213  
Telepon : (0274) 589583, (Psw. : 209-217), 562811 (Psw. : 243 - 247)  
Fax. (0274) 586712 E-mail : bappeda\_diy@plasa.com

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

Nomor : 07.01 8443

Membaca Surat : Dekan FT-USD No : 286/FT/DKN/IX/2004  
Tanggal : 25 September 2004 Perihal : Penelitian

Mengingat : 1. Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri.  
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 162 Tahun 2003 tentang Pemberian Izin/Rekomendasi Pelaksanaan Penelitian dan Pendataan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Dijijinkan kepada :

N a m a : **ANDRY BILLY WIRAWAN** No. MHSW : 995214125

Alamat Instansi : Painqun, Maguwoharjo, Sleman

Judul : **PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH BAHAN BAKAR TERHADAP PERESTASI MESIN BENSIN DAN EMISI GAS BUANG**

Lokasi : Kota Yogyakarta

Waktunya : Mulai tanggal 28 September 2004 s/d 28 Desember 2004



Dengan Ketentuan :

1. Terlebih dahulu menemui / melaporkan diri Kepada Pejabat Pemerintah setempat ( Bupati / Walikota ) untuk mendapat petunjuk seperlunya;
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat;
3. Wajib memberi laporan hasil penelitiannya kepada Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta (Cq. Kepala Badan Perencanaan Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)
4. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah;
5. Surat ijin ini dapat diajukan lagi untuk mendapat perpanjangan bila diperlukan;
6. Surat ijin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan - ketentuan tersebut di atas.

Kemudian Diharapkan para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberi bantuan seperlunya.

Tembusan Kepada Yth. :

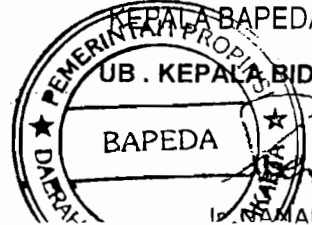
1. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta  
( Sebagai Laporan )

2. Walikota Yogyakarta c.q. Ka. Bappeda;
3. Ka. Dinas Perhubungan Prop. DIY;
4. Ka. Bapedalda prop. DIY;
5. Dekan FT-USD Yk;
6. Peringgal.

Dikeluarkan di : Yogyakarta

Pada tanggal : 28 September 2004

A.n. GUBERNUR  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
KEPALA BAPEDA PROPINSI DIY  
UB . KEPALA BIDANG PENGENDALIAN  
BAPEDA  
I. RAMANG SI IWANDI





PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA  
**BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH**

Komplek Balaikota Jalan Kenari No. 56 Telepon 515865/515866 Psw. 153, 1544

**SURAT KETERANGAN / IZIN**

Nomor : 070/1690

- Dasar : Surat izin/Rekomendasi dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 070/ 8443 tanggal 28 September 2004
- Mengingat : 1. Keputusan Walikotaamadya Kepala Daerah Tingkat II Yogyakarta Nomor 072/KD/1986 tanggal 6 Mei 1986 tentang Petunjuk Pelaksanaan Keputusan Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta, Nomor:33/KPT/1986 tentang: Tatalaksana Pemberian izin bagi setiap Instansi Pemerintah maupun Non Pemerintah yang melakukan Pendataan/Penelitian
2. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, Nomor :38/IZ/2004 Tentang: Pemberian izin/Rekomendasi Penelitian /pendataan/Surve/KKN /PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Diizinkan kepada : Nama : Andry Billy Wirawan NIM:995214125  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik - USD  
Alamat : Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman  
Penanggungjawab : Yosef Agung Cahyanta, ST.M.T  
Keperluan : Melakukan penelitian dengan judul :  
PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH BAHAN BAKAR TERHADAP PRESTASI MESIN BENSIN DAN EMISI GAS BUANG
- eLokasi/Responden : Kota Yogyakarta
- Waktu : Mulai pada tanggal 28 September 2004 s/d 28 Desember 2004
- Lampiran : Proposal dan daftar pertanyaan
- Dengan ketentuan : 1. Wajib memberi laporan hasil penelitian kepada Walikota Yogyakarta (Cq. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta ).  
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat.  
3. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah.  
4. Surat Izin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan – ketentuan tersebut diatas.
- Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberi bantuan seperlunya.

Dikeluarkan di : Yogyakarta  
Pada tanggal : 2 - 10 - 2004

Tanda tangan Pemegang izin

Andry Billy Wirawan

Tembusan Kepada Yth. :

1. Walikota Yogyakarta
2. Ka. BAPEDA Prop. DIY
3. Ka. Kantor Kesbang dan Linmas Kota Yk
4. Ka. KPDL Kota Yogyakarta
5. Ka. BTKL Yogyakarta
6. Arsip.





# JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman - Yogyakarta

Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : [teknik@staff.usd.ac.id](mailto:teknik@staff.usd.ac.id)

## UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI

TANGGAL : 23 Oktober 2004

MA Mhs. : ANDRY BILLY WIRAWAN

A : 995214125

DUL :

*Additive Effect to Gasoline Engine Performance and Exhaust Gas Emmision*

abimbing Utama : Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T.

abimbing Kedua : Ir. FX. Agus Unggul Santoso

## USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

- tujuan penelitian diperbaiki
- lengkapi P-V diagram
- batasan masalah
- flow chart
- grafik antar aditif
- Dasar teori
- lihat naskah
- nama / merk tidak boleh dipakai!

