

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERSENTASE ZAT ADITIF DALAM BAHAN BAKAR B30
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG
PADA MOTOR DIESEL ISUZU TLD 54**



OLEH :

MUHAMMAD HAIKAL ANWAR
15 331 0813

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

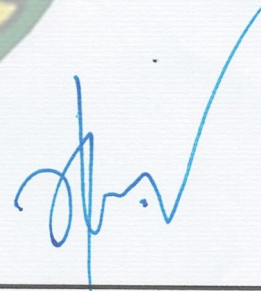
**PENGARUH PERSENTASE ZAT ADITIF DALAM BAHAN
BAKAR B30 TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN
EMISI GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL ISUZU TLD 54**

Disusun Oleh :

MUHAMMAD HAIKAL ANWAR

NPM : 153310813

Disetujui Oleh :



Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., PhD
Dosen Pembimbing

Tanggal : 10 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PERSENTASE ZAT ADITIF DALAM BAHAN
BAKAR B30 TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN
EMISI GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL ISUZU TLD 54

Disusun Oleh :

MUHAMMAD HAIKAL ANWAR

NPM : 153310813

Disetujui :

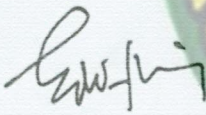
PEMBIMBING

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD

NIDN. 1005047603

PENGUJI I

PENGUJI II



EDDY ELFIANO, S.T., M.Eng.

NIDN : 1008057102

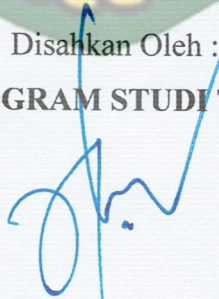


RAFIL ARIZONA, S.T., M.Eng.

NIDN : 1009038504

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD

NIDN. 1009038504

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Haikal Anwar

NPM : 153210813

Program Studi : Teknik Mesin (S1)

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Persentase Zat Aditif Dalam Bahan Bakar B30 Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Diesel Isuzu Tld 54

Menyatakan dengan sebenear benarnya bahwa penulisan tugas akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari karya ilmiah saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data data yang tercantum pada tugas akhir ini. Jika terdapat karya ilmiah ini milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas pada daftar pustaka.

Surat pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya bersedia mengakuinya dan menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan baik baik saja dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, 27 Juli 2022



Muhammad Haikal Anwar
NPM: 153210813

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini. Adapun tujuan penulisan tugas sarjana ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun tugas sarjana ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan tugas sarjana ini khususnya kepada :

1. Kedua Orang tua tercinta yakni Bapak dan Ibu yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan kepada penulis, baik dukungan secara moril maupun materil.
2. Bapak Jhonni Rahman, M.Eng., P.hD selaku Dosen Pembimbing Tugas Sarjana dan Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan tugas sarjana.
3. Rafil Arizona, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
4. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.

5. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan tugas sarjana.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian tugas sarjana. Semoga tugas sarjana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, 27 Juli 2022

Penulis,



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Motor Diesel.....	7
2.1.1 Motor Diesel 4 Langkah.....	8
2.1.2 Motor Diesel 2 Langkah.....	10
2.2 Bahan Bakar Diesel.....	11
2.2.1 Sifat-sifat Bahan Bakar Diesel	11
2.2.2 Bahan Bakar B30.....	14
2.3 Angka Setana	15
2.4 Zat Aditif.....	15

2.5	Unjuk Kerja Mesin.....	16
2.5.1	Torsi Mesin	17
2.5.2	Daya Poros Efektif (N_e).....	18
2.5.3	Tekanan Efektif Rata-rata (P_e).....	19
2.5.4	Konsumsi Bahan Bakar (M_f)	20
2.5.5	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC).....	20
2.5.6	Efisiensi Thermal	21
2.6	Emisi Gas Buang.....	21
2.7	Penelitian Terdahulu	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir	27
3.2	Alat dan Bahan.....	29
3.3.1	Alat	29
3.3.2	Bahan.....	34
3.3	Prosedur Pengujian	35
3.3.1	Persiapan Sebelum Pengujian	35
3.3.2	Langkah-langkah Pengujian.....	36
3.4	Jadwal Kegiatan Penelitian	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian	39
4.2	Konsumsi Bahan Bakar B30 (M_f)	40
4.2.1	Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30 Tanpa Penambahan Zat Aditif.....	40

4.2.2 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada	
Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif ½ pil/liter	41
4.2.3 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada	
Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1 pil/liter	42
4.2.4 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada	
Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1½ pil/liter	43
4.2.5 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada	
Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 2 pil/liter	45
4.2.6 Data Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	46
4.3 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc)	47
4.3.1 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	
(Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Murni	48
4.3.2 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	
(Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif	
1/2 pil/liter	49
4.3.3 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	
(Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif	
1 pil/liter	50
4.3.4 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	
(Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif	
1 ½ pil/liter	50
4.3.5 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	
(Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif	



2 pil/liter.....	51
4.3.6 Data Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc)	52
4.4 Emisi Gas Buang	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Spesifikasi Bahan Bakar B30	14
3.1. Data pengujian persentase zat aditif pada bahan bakar B30	37
3.2. Jadwal Kegiatan Penelitian	38
4.1. Hasil pengujian unjuk kerja dan emisi gas buang	39
4.2. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar	46
4.3. Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) penambahan variasi Zat Aditif variasi dalam bahan bakar B30	52
4.4. Emisi gas buang (NOx) pada bahan bakar B30	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1.	Langkah Hisap	8
2.2.	Langkah Kompresi	8
2.3.	Langkah Usaha	9
2.4.	Langkah Pembuangan	9
2.5.	Langkah 1	10
2.6.	Langkah 2	10
2.7.	Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar	16
2.8.	Persentase Kandungan Emisi Diesel	22
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2.	Mesin Diesel Isuzu TLD 54	29
3.3.	Radiator	30
3.4.	<i>Flowmeter Type Tube</i>	30
3.5.	<i>Thermometer Air Raksa</i>	31
3.6.	Gelas Ukur	31
3.7.	<i>Anemometer</i>	32
3.8.	<i>Tachometer</i>	32
3.9.	<i>Stopwatch</i>	33
3.10.	Meteran	33
3.11.	<i>Tool set</i>	34
3.12.	Zat Aditif Eco Diesel	34
3.13.	Bahan Bakar B30	35
4.1.	Grafik konsumsi bahan bakar terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30	47
4.2.	Grafik pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30	53
4.3.	Emisi gas buang Nitrogen Oksida (NOx)	55

DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
n	Putaran mesin	(rpm)
P	Daya	(kW)
T	Torsi	(Nm)
F	Gaya	(N)
L	Panjang lengan torsi	(m)
S _{fc}	Pemakaian Bahan Bakar	(kg/jam.kW)
m_f	Pemakaian bahan bakar tiap jam	(kg/jam)
t	Waktu	(detik)
N _e	Daya efektif mesin	(kW)
η_{th}	Efisiensi termal	(%)
LHV	Panas pembakaran rendah dari bahan bakar	
g	Gaya gravitasi bumi	(m/s^2)
V _L	Volume langkah torak	(m ³)
D	Diameter torak	(mm)
S	Panjang langkah Torak	(mm)
ρ_{bb}	Kerapatan bahan bakar	(kg/m ³)

PENGARUH PERSENTASE ZAT ADITIF DALAM BAHAN BAKAR B30 TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL ISUZU TLD 54

Muhammad Haikal Anwar, Jhonni Rahman

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

ABSTRAK

Bahan bakar B30 adalah bahan bakar Biodiesel untuk aplikasi mesin/motor Diesel berupa ester metil asam lemak (FAME) yang terbuat dari bioiesel dan minyak solar melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. Untuk meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang perlu adanya penambahan zat aditif. Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin Diesel. persentase zat aditif dalam bahan bakar B30 bertujuan untuk mendapatkan berapa banyak campuran zat aditif yang optimum untuk konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Pada penelitian ini, persentase zat aditif yaitu 0 pil/liter, ½ pil/liter, 1 pil/liter, 1 ½ pil/liter dan 2 pil/liter dengan memakai bahan bakar B30 pada motor Diesel ISUZU TLD 54. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar tertinggi pada putaran 2000 rpm yaitu sebesar 3,42 kg dalam bahan bakar B30 tanpa Zat Aditif dengan putaran yang sama pada konsumsi bahan bakar terendah yaitu 2,93 kg/jam dalam bahan bakar B30 menggunakan 2 pil/liter. Konsumsi bahan bakar setiap penambahan Zat Aditif terjadi degradasi pada konsumsi bahan bakar Diesel secara linier. Hal ini disebabkan karena Zat Aditif meningkatkan nilai kalor pada bahan bakar sehingga pembakaran didalam ruang bakar lebih sempurna. Emisi gas buang Nitrogen Oksida (NOx) tertinggi pada bahan bakar B30 (0 pil/liter) dan putaran 500 rpm, sedangkan dengan adanya penambahan Zat Aditif 1½ Pil/Liter dan putaran 2000 rpm menurunkan kadar racun Nitrogen Oksida (NOx). Hal ini disebabkan pembakaran didalam ruang bakar lebih bersih dengan adanya penambahan Zat Aditif sebesar 1 ½ Pil/Liter.

Kata kunci : Persentase Zat Aditif, B30, Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang

THE EFFECT OF THE PERCENTAGE OF ADDITIVES IN B30 FUEL ON FUEL
CONSUMPTION AND EXHAUST GAS EMISSIONS IN ISUZU TLD 54 DIESEL
MOTORS

Muhammad Haikal Anwar, Jhonni Rahman

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, PekanbaruTelp. 0761 – 674635
Fax. (0761) 674834

ABSTRACT

B30 fuel is Biodiesel fuel for Diesel engine/motor applications in the form of fatty acid methyl esters (FAME) made from biodiesel and diesel oil through an esterification/transesterification process. To increase fuel consumption and exhaust emissions, it is necessary to add additives. Additives are materials that are added to motor vehicle fuel, both gasoline engines and diesel engines. The percentage of additives in B30 fuel aims to obtain the optimum mixture of additives for fuel consumption and exhaust emissions. In this study, the percentage of additives were 0 pills/liter, pills/liter, 1 pill/liter, 1 pills/liter and 2 pills/liter using B30 fuel on the Diesel engine ISUZU TLD 54. The results showed that the highest fuel consumption at 2000 rpm was 3.42 kg in B30 fuel without additives with the same rotation at the lowest fuel consumption at 2.93 kg/hour in B30 fuel using 2 pills. /liter. Fuel consumption for each addition of additives occurs linearly in the diesel fuel consumption degradation. This is because the additives increase the calorific value of the fuel so that the combustion in the combustion chamber is more complete. The highest exhaust gas emission of Nitrogen Oxide (NO_x) was in B30 fuel (0 pills/liter) and at 500 rpm, while the addition of 1½ Pills/Liter of Additives and 2000 rpm reduced the toxic levels of Nitrogen Oxide (NO_x). This is because the combustion in the combustion chamber is cleaner with the addition of 1 Pills/Liter of Additives.

Keywords : Percentage of Additives, B30, Fuel Consumption, Exhaust Emissions

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor Diesel banyak digunakan sebagai motor penggerak. Untuk pengoperasian motor digunakan bahan bakar Diesel yang merupakan bahan bakar cair. Bahan bakar diesel (solar) diproduksi sesuai persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Untuk meningkatkan kinerja motor/kendaraan maka kualitas bahan bakar harus ditingkatkan dengan cara penambahan zat aditif (Cappenberg, 2017). Zat aditif merupakan suatu bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik pada mesin Bensin maupun mesin Diesel. Zat aditif sering disebut juga dengan *fuel* vitamin.

Pada umumnya pengoperasian motor Diesel, digunakan bahan bakar cair (minyak Diesel). Dimana bahan bakar motor Diesel mempunyai banyak macam yaitu Biodiesel, Dexlite dan Pertamina Dex. Bahan bakar yang dibuat dari sumber daya nabati, alias bahan bakar nabati (BBN, *biofuels*) dipandang sebagai bahan bakar cair alternatif paling tepat untuk mensubstitusi BBM, karena selain bersifat terbarukan dan lebih ramah lingkungan, juga seringkali dapat diproduksi dengan memanfaatkan sumber daya lokal.

Biodiesel adalah bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin/motor Diesel berupa ester metil asam lemak (*fatty acid methyl ester/FAME*) yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. Biodiesel digunakan dalam bentuk campuran yang dikenal dengan istilah bahan bakar campuran biodiesel dan Indonesia telah menetapkan campuran 30%

biodiesel di dalam minyak solar yaitu B30 (Kusdiana, 2020). Bahan bakar B30 dengan nilai cetane setara dengan bahan bakar biosolar yaitu cetane 48 dengan kandungan sulfurnya 2.500 ppm, (Soerawidjaja, 2006).

Maka untuk meningkatkan nilai cetane bahan bakar B30 perlu adanya penambahan zat aditif. Karena nilai cetane dari bahan bakar merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kesempurnaan pembakaran di dalam mesin. Konsumen sangat membutuhkan kendaraan dengan kinerja mesin yang optimal dan irit bahan bakar.

Menurut penelitian sebelumnya (Nofendri, 2016) yang meneliti tentang efek penambahan aditif pada bahan bakar solar terhadap prestasi mesin Diesel. Penambahan aditif yang terbaik adalah pada volume 1% yang dapat menghemat konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 12% dan meningkatkan efisiensi thermal sebesar 16% dibandingkan dengan bahan bakar solar biasa. Torsi dan daya mesin yang dihasilkan juga sedikit terjadi peningkatan yaitu sekitar 5% dengan penambahan aditif.

Maka kondisi ini yang membuat penulis tertarik membuat penelitian dengan judul yaitu **“Pengaruh Persentase Zat Aditif Dalam Bahan Bakar B30 Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Motor Diesel Isuzu TLD 54”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh persentase zat aditif pada bahan bakar B30 terhadap konsumsi bahan bakar pada motor Diesel ISUZU TLD 54?

2. Bagaimana pengaruh persentase zat aditif pada bahan bakar B30 terhadap emisi gas buang pada motor Diesel ISUZU TLD 54?
3. Berapakah campuran zat aditif dengan bahan bakar B30 yang memiliki konsumsi bahan bakar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa pengaruh persentase zat aditif pada bahan bakar B30 terhadap konsumsi bahan bakar pada motor Diesel ISUZU TLD 54.
2. Menganalisa pengaruh persentase zat aditif pada bahan bakar B30 terhadap emisi gas buang pada motor Diesel ISUZU TLD 54.
3. Menghitung campuran zat aditif dengan bahan bakar B30 yang memiliki konsumsi bahan bakar.

1.4 Batasan Masalah

Agar didapat hasil yang baik maka didalam penulisan ini perlu adanya batasan masalah. Pembatasan masalah ini adalah untuk menyederhanakan permasalahan agar dapat memberikan arahan pemahaman secara mudah. Dalam penulisan ini batasan permasalahan yang diambil adalah :

1. Pengujian hanya dilakukan dengan menggunakan bahan bakar B30 dengan campuran zat aditif.
2. Pengujian ini menggunakan mesin Diesel isuzu TLD 54
3. Pengambilan data pada kondisi mesin stasioner.

4. Pengujian ini dilakukan pada putaran 500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm.
5. Pengujian ini dilakukan pada waktu 5 menit setelah motor *running*
6. Pengujian yang dilakukan yaitu unjuk kerja mesin dan emisi gas buang.
7. Penambahan zat aditif yaitu : 0, ½, 1, 1½ dan 2 pil dalam 1 liter bahan bakar B30.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diperlukan dan data yang dipergunakan dalam pelaksanaan tugas ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data yang diperlukan pada objek yang akan diteliti.
2. Studi literature menggunakan beberapa teori.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

- a. Bagi penulis

Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengaruh variasi zat aditif pada bahan bakar B30 terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada motor Diesel ISUZU 54 TLD secara teoritis maupun dalam dunia nyata, serta pengaplikasian pengetahuan yang selama ini didapat selama masa perkuliahan.

b. Bagi akademik

Penelitian ini dapat memberikan masukan dan informasi yang diharapkan mampu memberikan manfaat baik dalam bidang akademik maupun dalam bidang praktisi.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini berguna untuk memberikan masukan bagi peneliti selanjutnya dan menjadikan penelitian ini sebagai informasi pelengkap dalam penyusunan penelitian yang sejenis.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang teori-teori pendukung dan persamaan-persamaan yang digunakan dalam menganalisa Unjuk kerja dan Emisi gas buang motor Diesel.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah yang dilakukakan pada penellitian tugas akhir ini.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan tentang hasil dan pembahasan perhitungan dari pengolahan data dalam penelitian.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berikan tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan tugas akhir.

Daftar Pustaka

Lampiran



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Diesel

Motor Diesel adalah motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi didalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan / dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran (Samlawi, 2018).

Pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar . Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. Sesuai dengan gerakan piston untuk mendapatkan satu kali proses tersebut maka mesin diesel tersebut dibagi dalam 2 macam :

1. Mesin diesel 4 langkah (4 tak)

Mesin diesel 4 langkah ialah Mesin diesel dimana setiap satu kali proses usaha terjadi 4 (empat) kali langkah piston atau 2 kali putaran poros engkol.

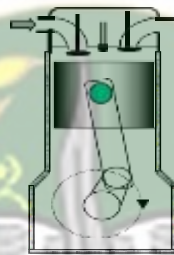
2. Mesin diesel 2 langkah (2 tak)

Mesin diesel 2 langkah ialah Mesin diesel dimana setiap satu kali proses usaha terjadi 2 (dua) kali langkah piston atau satu kali putaran poros engkol.

2.1.1 Mesin Diesel 4 langkah

1. Langkah pengisian (Hisap)

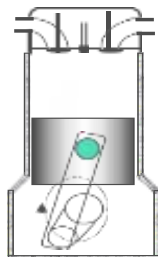
Piston bergerak dari TMA ke TMB. Katup hisap terbuka dan katup buang tertutup, karena piston bergerak kebawah maka tekanan didalam silinder menjadi vacum (dibawah satu atmosfer) sehingga udara murni masuk kedalam silinder.



Gambar 2.1. Langkah Hisap
(Sumber Samlawi, 2018)

2. Langkah kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA. Katup hisap tertutup dan katup buang tertutup, udara didalam silinder didorong (ditekan) sehingga timbul panas dan tekanan yang tinggi. Akhir kompresi bahan bakar dikabutkan (disemprotkan dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil) sehingga terjadi pembakaran (berupa ledakan).



Gambar 2.2. Langkah Kompresi

(Sumber : Samlawi, 2018)

3. Langkah usaha

Pembakaran menghasilkan tekanan yang tinggi dalam ruang bakar, tekanan ini mendorong piston dari TMA menuju TMB, melakukan usaha.



Gambar 2.3. Langkah Usaha
(Sumber : Samlawi, 2018)

4. Langkah pembuangan

Akhir langkah usaha katup buang terbuka, sehingga gas buang keluar melalui katup tersebut, karena didorong oleh piston bergerak dari TMB menuju TMA.

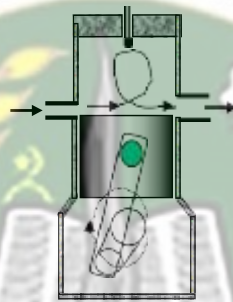


Gambar 2.4. Langkah Pembuangan
(Sumber : Samlawi, 2018)

2.1.2 Mesin Diesel 2 langkah

1. Langkah 1

Pengisian dan kompresi Piston bergerak dari TMB menuju TMA, udara pengisian masuk melalui lubang isap, kemudian disusul dengan kompresi, akhir kompresi bahan bakar di injeksikan ke ruang bakar sehingga terjadi pembakaran.

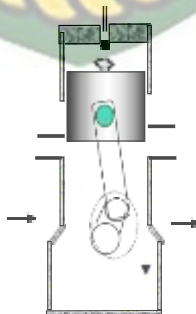


Gambar 2.5. Langkah 1

(Sumber : Samlawi, 2018)

2. Langkah 2

Usaha dan pembuangan Akibat adanya pembakaran dalam ruang bakar, tekanan yang tinggi mendorong piston dari TMA menuju TMB melakukan usaha disusuldengan pembuangan.



Gambar 2.6. Langkah 2

(Sumber : Samlawi, 2018)

2.2 Bahan Bakar Diesel

Bahan bakar Diesel adalah material dengan suatu jenis energi yang bisa diubah menjadi energi berguna pada mesin Diesel. Bahan bakar dalam aplikasi mesin pembakaran memiliki 3 (tiga) jenis bentuk fisik atau wujudnya baik itu berupa padat, cair dan gas. Tapi untuk mesin pembakaran dalam, khususnya mesin Diesel menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu cair dan gas. Walaupun bahan bakar padat seperti batu bara juga dapat digunakan, tapi sebelumnya akan diproses terlebih dahulu yang nantinya menjadi wujud gas (Ramadhany, 2017).

2.2.1 Sifat-sifat Bahan Bakar

Properti bahan bakar adalah sifat atau karakter yang dimiliki oleh suatu bahan bakar yang terkait dengan kinerja bahan bakar tersebut dalam proses atomisasi dan pembakaran. Properti umum yang perlu kita ketahui untuk menilai kinerja dari bahan bakar mesin Diesel antara lain (Mathur, 1980) :

1. *Density, Specific Gravity dan API Gravity*

Density didefinisikan sebagai perbandingan massa bahan bakar terhadap *volume* bahan bakar pada suhu acuan 15°C. Sedangkan *Specific Gravity (SG)* didefinisikan sebagai perbandingan berat dari sejumlah *volume* minyak bakar terhadap berat air untuk *volume* yang sama pada suhu tertentu densitas bahan bakar, relatif terhadap air.

2. *Viskositas*

Viskositas atau kekentalan dari suatu cairan ialah salah satu sifat cairan yang menentukan besarnya perlawanan terhadap gaya geser. Viskositas terjadi terutama karena adanya interaksi antara molekul-molekul cairan (Fox, 2003).

Viskositas merupakan sifat penting dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar. Viskositas mempengaruhi derajat pemanasan awal yang diperlukan untuk *handling*, penyimpanan dan atomisasi yang memuaskan dan jika viskositas terlalu tinggi maka akan menyulitkan dalam pemompaan dan sulit untuk di injeksi sehingga atomisasi bahan bakar menjadi jelek atau tidak sempurna.

3. *Flash Point*

Flash point atau titik nyala suatu bahan bakar ialah suhu terendah dimana bahan bakar dapat di panaskan sehingga uap mengeluarkan nyala sebentar bila dilewatkan suatu nyala api.

4. *Pour Point*

Pour point atau titik tuang suatu bahan bakar ialah suhu terendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir karena gaya gravitasi. Ini merupakan indikasi yang sangat kasar untuk suhu terendah dimana bahan bakar minyak siap untuk dipompakan.

5. *Sulphur Content*

Sulphur content atau kandungan belerang dalam bahan bakar Diesel dari hasil penyulingan sangat tergantung pada asal minyak mentah yang akan diolah. Keberadaan belerang tidak diharapkan karena sifatnya yang dapat merusak, yaitu apabila oksida belerang bereaksi dengan air merupakan bahan yang korosif terhadap logam diruang bakar. Selain itu, dapat menimbulkan polusi lingkungan akibat adanya oksidasi belerang dengan oksigen selama proses pembakaran.

6. *Distillation* atau Destilasi

Karakteristik destilasi dari bahan bakar menunjukkan kemampuan suatu bahan bakar berubah menjadi uap pada suhu tertentu.

7. *Cetane Number*

Cetane number atau angka setana merupakan bilangan yang menyatakan perlambatan penyalaan (*ignition delay*) dibandingkan dengan campuran *volumetric cetane* ($C_{16}H_{34}$) dan *α -methylnaphthalene* ($C_{10}H_7CH_3$) pada *CFR engine* pada kondisi yang sama.

8. *Calorific Value*

Calorific value atau nilai kalor merupakan suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran dari bahan bakar dengan udara atau oksigen. Nilai kalor dinyatakan dalam 2 ukuran besaran, yaitu nilai kalor atas NKA (jika air hasil pembakaran dalam phase cair) dan nilai kalor bawah NKB (jika air hasil pembakaran dalam phase uap).

9. *Carbon Residue*

Banyaknya deposit atau kerak pada dinding ruang bakar mengindikasikan tingginya kandungan *carbon residue* suatu bahan bakar. *Carbon residue* dalam ruang pembakaran dapat mengurangi kinerja mesin, karena pada suhu tinggi karbon ini dapat membara sehingga menaikkan suhu ruang bakar.

10. *Ash Content*

Ash content atau kadar abu ialah jumlah sisa-sisa dari minyak yang tertinggal. Kadar abu erat kaitannya dengan bahan *inorganic* atau garam dalam bahan bakar minyak. Garam-garam tersebut mungkin dalam bentuk senyawa

sodium, vanadium, kalsium, magnesium, silikon, besi, aluminium, nikel dan lain-lain.

2.2.2 Bahan Bakar B30

Bahan bakar B30 merupakan campuran 30% biodiesel dan 70% minyak solar. Pada prinsipnya biodiesel murni maupun campuran dapat digunakan pada semua jenis mesin Diesel/kompresi termasuk kendaraan penumpang, truk, traktor, kapal, genset dan mesin industri lainnya. Bahan bakar B30 memiliki angka cetane 48 yang hampir menyamai bahan bakar biosolar berguna untuk kendaraan bermesin Diesel dengan teknologi terbaru. bahan bakar tersebut relatif lebih bersih dan dapat mengurangi emisi karbon. Program ini akan diberlakukan mulai Januari 2020 sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 12 tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Menteri ESDM nomor 32 tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain.

Tabel 2.1. Spesifikasi Bahan Bakar B30.

No.	Parameter Uji	Satuan	Nilai
1	Angka Setane	-	48
2	Massa jenis pada 40°C	Kg/m ³	850-890
3	Viskositas pada 40°C	mm ² /s	2,3 - 6,0
4	Titik Nyala	°C	100
5	Titik Kabut	°C	18
6	Korosi lempeng tembaga	°C	3
7	Residu Karbon	% m/m	0,3
8	Air dan Sedimen	%-vol	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	0,05
11	Belerang	mg/kg	100

12	Fosfor	mg/kg	10
13	Angka Asam	mg KOH/g	0,8
14	Gliserol Bebas	%-massa	0,02
15	Gliserol Total	%-massa	0,24
16	Kadar Ester Alkil	%-massa	96,5
17	Angka Iodium	%-massa	115
18	Uji Halphen		Negatif

(Sumber : Soerawidjaja, 2006)

2.3 Angka Setana (*Cetane Number*)

Angka setana menentukan mutu bahan bakar yang berhubungan dengan kualitas penyalaan. Angka setana dapat didefinisikan sebagai presentase volume normal setana ($C_{16}H_{34}$) dalam campurannya dengan a-methyl naphtalena ($C_{10}H_2CH_3$). Angka setana mempengaruhi penyalaan motor sewaktu dingin, pembakaran, deposit, bunyi motor dan bau. Motor dengan putaran tinggi memerlukan angka setana lebih tinggi, agar mengatasi detonasi (*knocking*) (Cappenberg, 2017).

2.4 Zat Aditif

Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor baik mesin Bensin maupun mesin Diesel. Zat aditif sering juga disebut sebagai *fuel* vitamin. Zat aditif yang digunakan terbuat dari bahan-bahan 100% organik yang berbentuk pil, zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat-sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya.

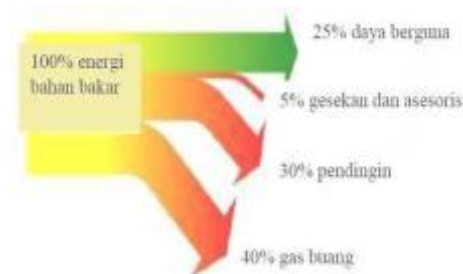
Adapun manfaat dari zat aditif yaitu :

1. Meningkatkan RON untuk mesin Bensin dan meningkatkan CN (*Cetane Number*) untuk mesin Diesel.

2. Membersihkan kerak, tangka, busi dan ruang bakar.
3. Melindungi mesin dari gesekan.
4. Menghilangkan knocking.
5. Menambahkan tenaga dan akselerasi.
6. Menghilangkan polusi CO (Karbon Monoksida) hingga 100 %.
7. Menghemat bbm. (PT. Bandung Sinergi Teknologi).

2.5 Unjuk Kerja Mesin

Unjuk kerja mesin merupakan kekuatan mesin kalor dalam mengkonversi energi masuk adalah dari bahan bakar sehingga mengakibatkan tenaga yang bermanfaat. Pada motor torak tidak bisa merubah semua energi bahan bakar menjadi energi yang bermanfaat. Dari seratus persen bahan bakar hanya menciptakan 25 persen energi dipakai dan daya sebagian akan digunakan untuk menjalankan asesoris, sentuhan serta yang lainnya tersampingkan sebagai kalor gas sisa dan melewati air penyejuk. Jika digambarkan dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak bisa membuat sebuah mesin yang mengkonversi semua energy kalor yang masuk menjadi tenaga”, (Raharjo dan Karnowo, 2008:93).



Gambar 2.7. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar
(Sumber : Raharjo dan Karnowo, 2008:93).

Pada dasarnya Torsi sejalan dengan Volume langkah sedangkan Daya sejalan dengan besar torak. Torsi dan Daya mesin atau kekuatan mesin dipengaruhi oleh sebagian aspek, diantaranya rasio kompresi, volume ruang bakar, efektivitas volumetrik, serta mutu bahan bakar. Indikator tersebut relatif harus dipakai pada motor bakar yang berdaya kerja dengan perbedaan kecepatan kerja dan besar pembebanan. Torsi poros pada kecepatan tertentu menandakan kekuatan untuk mendapatkan aliran bahan bakar dan juga udara yang besar ke dalam motor bakar pada kecepatan tersebut. Sedangkan daya tertinggi adalah sebagai kekuatan tertinggi yang bisa diproduksi oleh suatu motor bakar. Sementara suatu motor bakar berkerja pada jangka waktu yang lama, maka pemakaian bahan bakar dan juga efektivitas motor bakar menjadi hal yang sangat berpengaruh.

Berikut ini parameter yang digunakan untuk menunjukkan Unjuk kerja mesin :

2.5.1 Torsi Mesin

Torsi yaitu kemampuan mesin untuk melakukan kerja dari kondisi diam sampai bergerak, sehingga torsi di sebut suatu energi. Torsi biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi atau momen putar motor adalah gaya dikalikan dengan panjang lengan (Arends & Berenschot 1980), Jadi rumus torsi adalah:

$$T = F \times L \dots\dots\dots(Pers 2.1)$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

F = Gaya (N)

= Massa (kg) × Percepatan gravitasi (m/s^2)

L = Panjang Lengan/jarak benda ke pusat rotasi (0,87 m)

2.5.2 Daya Poros Efektif (Ne)

Daya sebagai efek dari operasi atau arti lain daya adalah kerja atau tenaga yang diproduksi motor per satuan waktu motor itu sedang berkerja. Daya yang dihasilkan di reaksi pembakaran umumnya disebut daya parameter. Daya tadi kemudian diteruskan pada piston yang bergerak bolak-balik di dalam ruang bakar. Didalam ruang bakar berlangsung transformasi energi dari energi kimia bahan nyala dengan reaksi pembakaran menjadi energi gerakan pada piston. Sehingga dalam pengukuran tenaga menyertakan perhitungan Torsi atau gaya serta kecepatan. Penjumlahan dilakukan dengan memakai tachometer dan dynamometer atau alat lain memiliki manfaat yang sama. Untuk menghitung besar tenaga pada motor empat langkah digunakan rumus sebagai berikut :

$$Ne = \frac{2\pi T n}{60 \times 1000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(Pers. 2.2)}$$

Dimana :

Ne = Daya poros efektif (kW)

T = Torsi Mesin (N.m)

n = Putaran mesin (rpm)

(Sumber : Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima Cetakan Kesatu, Bandung : ITB).

2.5.3 Tekanan Efektif Rata-rata (P_e)

Tekanan efektif rata-rata (P_e) adalah tekanan dari zat alir kerja pada torak selama langkah untuk memproduksi kerja persiklus dibagi dengan volume langkah persiklus. Untuk menghitung Tekanan efektif rata-rata di gunakan rumus sebagai berikut :

$$P_e = \frac{N_e}{V_L \times z \times n \times a} \text{ kPa} \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.3)}$$

Dimana

P_e = Tekanan efektif rata-rata (kPa)

N_e = Daya poros efektif (kW)

Z = Jumlah selinder

n = Putaran poros (rpm)

a = Jumlah siklus per putaran

= 1 untuk motor 2 langkah

= ½ untuk motor 4 langkah

V_L = Volume langkah torak (m^3)

= luas permukaan torak x panjang langkah torak

= $0,785 \cdot D^2 \cdot S$

D = Diameter torak (mm)

S = Panjang langkah torak (mm)

(Sumber : Anonim. 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru :
 Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR).

2.5.4 Konsumsi Bahan Bakar (M_f)

Pemakaian bahan bakar dapat dihitung untuk menentukan waktu dibutuhkan oleh motor bakar untuk pemakaian bahan bakar dalam satuan volume yang dipengaruhi oleh masa jenis bahan bakar tersebut, konsumsi bahan bakar dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$M_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ kg/jam) (Pers. 2.4)$$

Dimana

M_f = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

V_{bb} = Volume bahan bakar (ml)

ρ_{bb} = Kerapatan bahan bakar (kg/m³)

t = Waktu untuk pemakaian bahan bakar (s)

(Sumber : Anonim. 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru : Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR).

2.5.5 Konsumsi Bahan Bakar spesifik (S_{fc})

Dalam kinerja motor, penggunaan bahan bakar spesifik merupakan ukuran bagaimana motor memakai bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk memproduksi tenaga, yang dinyatakan sebagai kecepatan arus massa bahan bakar per satuan keluaran daya. Maka pemakaian bahan bakar diukur sebagai kecepatan arus massa bahan bakar persatuan waktu. Penggunaan bahan bakar spesifik adalah indikasi efektivitas mesin dalam memproduksi tenaga dari reaksi pembakaran. Pemakaian bahan nyala dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S_{fc} = \frac{M_f}{N_e} \left(\frac{kg}{jam} \cdot kW \right) (Pers. 2.5)$$

Dimana :

S_{fc} = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

M_f = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

N_e = Daya Poros Efektif (kW)

(Sumber : Anonim. 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru : Laboratorium
 Konversi Energi Teknik Mesin UIR)

2.5.6 Efisiensi Termal

Efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi energy output yang diminta dapat berupakerja. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{m_f \times LHV} \times 100\% \dots\dots\dots (Pers 2.6)$$

Dimana :

N_e = Daya poros efektif (kW)

M_f = Konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan (kg/jam)

LHV = Panas pembakaran rendah dari bahan bakar.

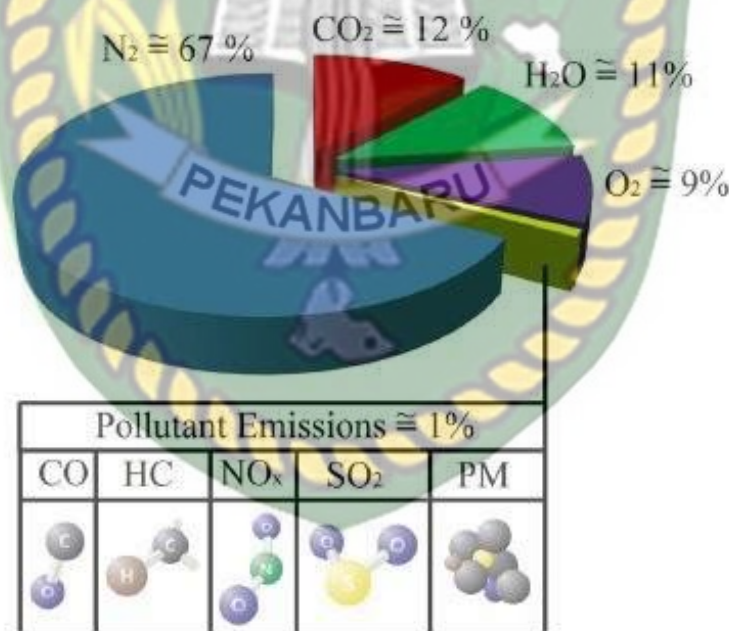
(Sumber : Anonim. 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru : Laboratorium
 Konversi Energi Teknik Mesin UIR).

2.6 Emisi Gas Buang

Gas buang yang dihasilkan pada kendaraan bermotor merupakan hasil (sisa) pembakaran bahan bakar yang terdiri dari gas yang tidak beracun yaitu N_2 (nitrogen), CO_2 (karbon dioksida) dan H_2O (uap air) dan sebagian kecil

merupakan gas beracun seperti NO_x (Nitrogen oksida), HC (*Hydro Carbon*) dan CO (Karbon monoksida) (Sukoco dan Arifin, 2008).

Pada emisi diesel memiliki emisi polutan yang terdiri dari CO, HC, NO_x, SO₂, dan PM (*Particulate Matter*). Jumlah persentase kandungan emisi polutan yaitu 1 % dimana persentase tertinggi kandungan emisi polutan yaitu NO_x dengan persentase 50 % kemudian diikuti oleh PM sedangkan jumlah emisi HC dan CO jumlahnya sangat sedikit. Kandungan emisi N₂ memiliki persentase tertinggi dalam total keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh mesin diesel yaitu 67 % kemudian diikuti oleh CO₂, H₂O dan O₂ dengan persentase 12 %, 11 % dan 9 % (Khair dan Majewski,2006).

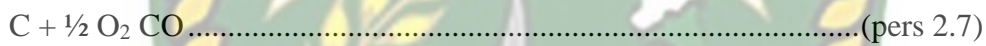


Gambar 2.8. Persentase Kandungan Emisi Diesel

(Sumber: Khair and Majewski, 2006).

1. Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Karbon monoksida (CO) terbentuk karena kurangnya oksigen di dalam reaksi dengan bahan bakar pada saat proses pembakaran. Apabila terjadi kekurangan oksigen (udara) maka akan terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna sehingga karbon di dalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut.



(Sumber : Arifin, 2008)

Karbon monoksida yang dikeluarkan oleh mesin kendaraan banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran dan jumlah *supply* antara udara dengan bahan bakar yang dihisap oleh mesin. Untuk mengurangi CO dapat dilakukan dengan membuat perbandingan campuran bahan bakar dibuat kuno (*excess air*).

2. Karbon dioksida (CO₂)

Karbon dioksida atau zat asam arang adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu produk dari pembakaran yang dihasilkan ketika karbon dari bahan bakar dioksidasi secara sempurna sehingga karbon didalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut.



(Sumber : Arifin, 2008)

3. Hidrokarbon (HC)

Pembentukan HC terjadi dikarenakan adanya molekul hidrogen dan karbon dalam bahan bakar yang tidak terbakar sempurna (*unburned*) selama pembakaran berlangsung.

4. Opasitas

Opasitas merupakan suatu indikator derajat kegelapan dan tembus pandang tidaknya suatu emisi gas buang. Semakin tinggi opasitasnya, artinya semakin tinggi persentase tidak tampaknya suatu benda akibat emisi gas buang ini.

2.7 Penelitian Terdahulu

- 2.7.1 Ryan Nugraha**, jurnal teknik mesin (ITS), edisi terbit February 2022. Melakukan penelitian mengenai “Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Zat Aditif Eco Diesel Pada Bahan Bakar Biodiesel B30 Terhadap Performa dan Emisi Mesin Diesel”. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa bahan bakar Dexlite memiliki performa yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar B30 dan B30 dengan penambahan zat aditif Eco Diesel. Penurunan nilai torsi pada bahan bakar B30 dan B30+Eco Diesel jika dibandingkan dengan dexlite berturut-turut sebesar 1,8% dan 0,57%. Namun terjadi peningkatan nilai torsi pada bahan bakar B30 setelah penambahan Eco Diesel yaitu sebesar 1,25%. Penurunan nilai BMEP pada bahan bakar B30 dan B30+Eco Diesel jika dibandingkan dengan dexlite berturut-turut sebesar 1,87% dan 0,57%. Namun terjadi peningkatan nilai BMEP pada bahan bakar B30 setelah penambahan Eco Diesel yaitu sebesar 1,32%. Peningkatan nilai SFC pada bahan bakar B30 dan

B30+Eco Diesel jika dibandingkan dengan dexlite berturut-turut sebesar 17,14% dan 5,7%. Namun terjadi penurunan nilai SFC pada bahan bakar B30 setelah penambahan Eco Diesel yaitu sebesar 9,8%. Penurunan nilai efisiensi termal pada bahan bakar B30 dan B30+Eco Diesel jika dibandingkan dengan dexlite berturut-turut sebesar 13,7% dan 6,2%. Namun terjadi peningkatan nilai efisiensi termal pada bahan bakar B30 setelah penambahan Eco Diesel yaitu sebesar 8,7%. Penurunan nilai smoke opacity pada bahan bakar B30 dan B30+Eco Diesel jika dibandingkan dengan dexlite berturut-turut sebesar 10,3% dan 17,3%. Jika dibandingkan dengan bahan bakar B30, nilai smoke opacity menurun sebesar 7,8% setelah penambahan Eco Diesel.

2.7.2 Rayhari, jurnal teknik mesin (UGM), edisi terbit tahun 2021. Melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar B30 Terhadap Opasitas Gas Buang dan Biaya Operasional Unit Motor Grader Komatsu GD535-5 di PT. Ayik Batu Gung”. Dari hasil pengujian didapatkan nilai opasitas gas buang tertinggi sebesar 44,5% ketika unit menggunakan bahan bakar B30 murni dan 12% ketika menggunakan bahan bakar B30 ditambah zat aditif. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai opasitas yang sangat signifikan. Sedangkan ketika dilakukan perhitungan biaya operasional pada unit saat kondisi optimal adalah sebesar Rp. 121.959.000 dan kondisi tidak optimal Rp. 87.759.000, sehingga perbandingan biaya operasional adalah sebesar Rp. 34.200.000 didapatkan dari unit kondisi optimal dikurang unit kondisi tidak optimal.

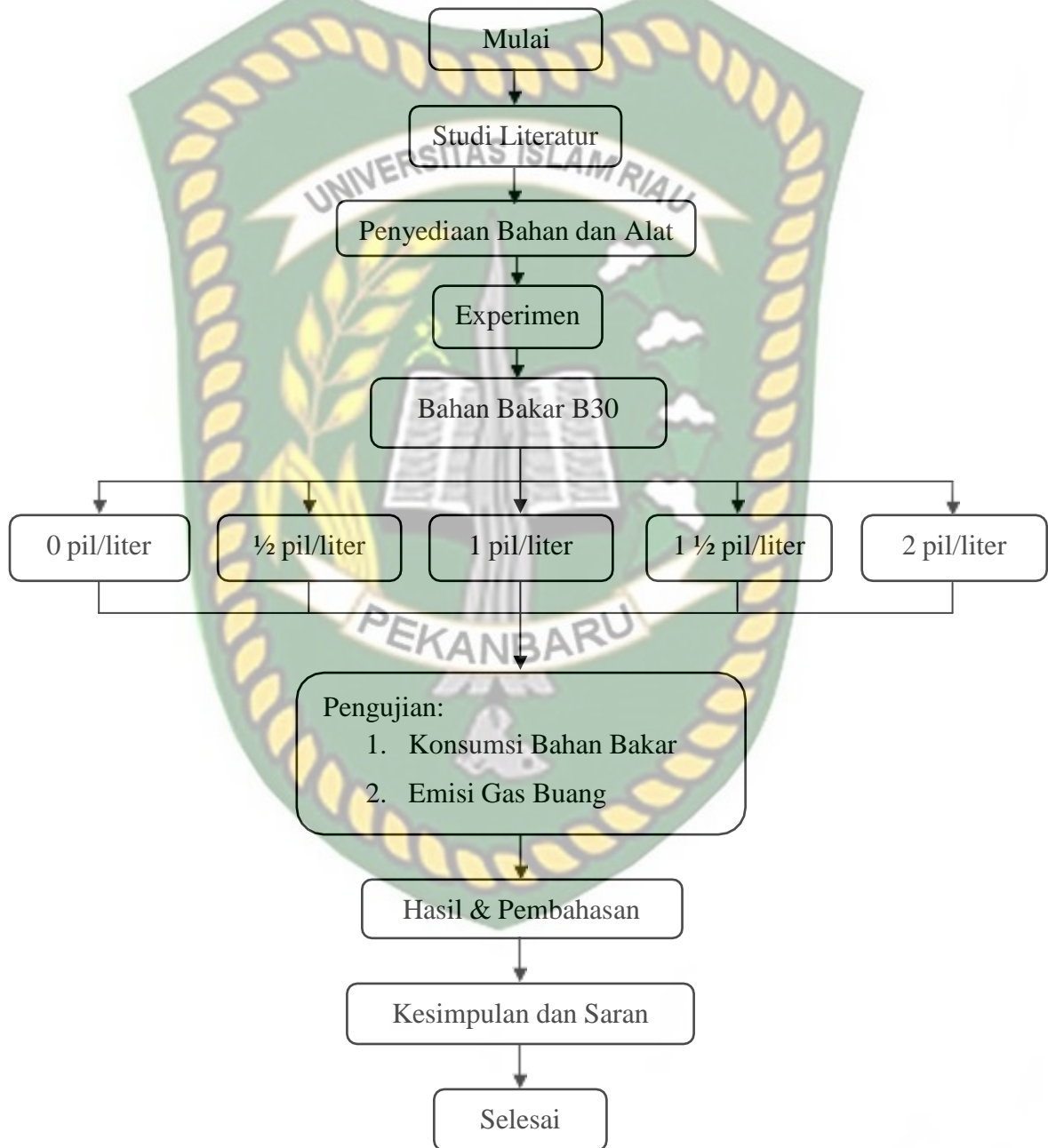
2.7.3 H. Sulaeman dan Ferdiansyah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta. Melakukan penelitian tentang “pengaruh pemberian aditif pada bahan bakar solar terhadap prestasi mesin Diesel”. Pengujian dilakukan dengan penambahan zat aditif secara bervariasi, yaitu dari 4% sampai 8%. Data yang dihasilkan ialah, konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada penambahan zat aditif 6% yaitu sebesar 0,89 kg/jam pada putaran 2000 rpm. Torsi terbesar didapat pada penambahan zat aditif 6% torsi yang dihasilkan sebesar 42,9 Nm pada putaran 2000 rpm. Kemudian daya terbesar didapat pada penambahan zat aditif 6% daya yang dihasilkan sebesar 8,98 kW pada putaran 2000 rpm.



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir penelitian diatas, dapat dijelaskan bahwa dalam penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan. Hasil yang didapatkan dari penelitian dalam pengaruh persentase zat aditif pada dalam bahan bakar B30 sesuai yang diharapkan, antara lain:

1. Mulai
Mulai di awali dari pengajuan Tugas Sarjana dan mendapatkan SK Tugas Sarjana.
2. Studi literatur
Pengambilan data-data teori dari jurnal, buku yang berkaitan dalam pembuatan tugas sarjana ini sesuai dengan penelitian terdahulu.
3. Persiapan Alat dan Bahan
Persiapan alat dan bahan yang direncanakan dalam melakukan penelitian tentang pengaruh persentase zat aditif pada variasi bahan bakar Diesel..
4. Experimen
Proses ini menggunakan motor Diesel dengan adanya persentase zat aditif dalam bahan bakar B30.
5. Pengujian
Melakukan pengujian unjuk kerja dan emisi gas buang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
6. Hasil & Pembahasan
Berdasarkan dari hasil uji sampel dari Laboratorium di analisa dan memberikan pembahasan hasil pengujian.

7. Kesimpulan dan saran

Hasil rangkuman dari Bab 1 sampai Bab 5 dan memberikan saran untuk penelitian berikutnya.

8. Selesai

Menyelesaikan penelitian untuk persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik.

3.2 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian antara lain :

3.2.1 Alat

1. Mesin Diesel Isuzu TLD 54

Spesifikasi mesin Diesel Isuzu TLD 54 :

Engine Mode	: 4 BA 1-4 Cylinder
Isi Silinder	: 2.775 cc
Diameter x Langkah	: 98 x 92 mm
Jumlah Silinder	4
Torsi maksimal	: 165 Nm@2000 rpm



Gambar 3.2. Mesin Diesel Isuzu TLD 54.

2. Radiator

Radiator adalah alat penukar kalor yang berfungsi mendinginkan air yang keluar dari mesin.



Gambar 3.3. Radiator

3. *Flowmeter Type Tube*

Flowmeter type tube adalah alat yang digunakan untuk mengukur debit aliran pada fluida. *Flowmeter* ini memiliki dua satuan disisi kanan GPM (Galon Per Menit) dan disisi kiri LPM (Liter Per Menit) untuk mempermudah dalam memilih satuan.



Gambar 3.4. *Flowmeter Type Tube*

4. *Thermometer* air raksa

Thermometer ini digunakan untuk mengukur suhu air masuk dan keluar pada aliran fluida radiator. Biasanya dipasang pada selang atas dan selang bawah radiator.



Gambar 3.5. *Thermometer* air raksa

5. Gelas ukur

Untuk mengukur banyaknya pemakaian bahan bakar pada waktu pengujian digunakan gelas ukur. Gelas ukur yang digunakan yaitu gelas ukur yang berkapasitas isi sebanyak 1 liter, yang dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6. Gelas ukur

6. *Anemometer*

Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang masuk ke karburator dan juga mengukur kecepatan udara di depan

dan di belakang radiator. . Dengan spesifikasi unit 0-30 m/s, 0-5860 ft/min, 0-55 knots, 0-90 km/hr, 0-65 mph).



Gambar 3.7. Anemometer

7. *Tachometer*

Tachometer adalah alat yang digunakan untuk menentukan kecepatan putaran pada mesin. Spesifikasi : *Measurement photo tachometer & Range 5 to 99.999 RPM. Contact tachometer 0,5 to 19.999 RPM.*



Gambar 3.8. Tachometer

8. *Stopwatch*

Alat ini digunakan untuk mengukur waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan bahan bakar untuk jumlah tertentu. Waktu yang

diperlukan ini diukur dalam satuan detik seperti pada gambar 3.9 sebagai berikut:



Gambar 3.9. Stopwatch

9. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur jarak pusat rotasi ke tuas beban. Meteran ini memiliki resolusi pengukuran dengan skala 0-3 m.



Gambar 3.10. Meteran

8. Tool set

Tool set digunakan untuk memperbaiki *engine stand* saat sebelum pengujian dan memastikan bahwa *engine stand* yang akan digunakan dalam kondisi stabil ketika pengambilan data.



Gambar 3.11. Tool set

3.2.2 Bahan

1. Zat Aditif (Eco Diesel)

Zat aditif digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya, yang cara pemakaiannya dimasukan langsung kedalam bahan bakar sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan.



Gambar 3.12. Zat Aditif (Eco Diesel)

2. Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pengujian ini yaitu menggunakan bahan bakar B30.



Gambar 3.13 Bahan Bakar B30

3.3 Prosedur pengujian

Adanya prosedur pengujian dilakukan untuk mempersiapkan alat-alat dan langkah pengujian yang dilakukan agar proses pengambilan data dapat berjalan dengan lancar, berikut persiapan dan langkah-langkah dari pada pengujian.

3.3.1 Persiapan sebelum pengujian

Perlu adanya persiapan sebelum melakukan pengujian agar proses pengujian tidak ada kekurangan pada peralatan dan bahan yang akan dibutuhkan, diantaranya:

1. Mempersiapkan alat yang akan di uji yaitu memastikan kondisi *engine stand* dan dalam keadaan siap.
2. Mempersiapkan alat pendukung berupa *flowmeter*, *anemometer*, *thermometer*, *stopwatch*, *tachometer* dan peralatan lainnya.
3. Mempersiapkan bahan bakar B30 dan Zat Aditif berupa pil atau tablet.
4. Mempersiapkan alat tulis untuk mencatat hasil pengujian.

3.3.2 Langkah – langkah pengujian

1. Pengambilan data unjuk kerja
 - a. Menghidupkan mesin
 - b. Naikkan putaran mesin mulai dari 500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm.
 - c. Ukur *temperature* air masuk radiator
 - d. Ukur *temperature* keluar air pada radiator.
 - e. Ukur *temperature* masuk mesin.
 - f. Ukur *temperature* keluar mesin.
 - g. Ukur kecepatan udara.
 - h. Setelah waktu mencapai 1 menit, matikan mesin dan lihat berapa bahan bakar yang telah terpakai selama waktu 1 menit tersebut.
 - i. Semua data yang didapatkan dimasukkan kedalam tabel data untuk mempermudah dalam melihat data yang didapatkan.
 - j. Lakukan langkah – langkah diatas untuk setiap pengambilan data pada campuran bahan bakar dan aditif yang berbeda.
 - k. Data yang diperoleh dicatat mengikuti tabel data seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data pengujian persentase zat aditif pada bahan bakar B30.

Bahan Bakar Diesel	Eco Diesel (pil/liter)	Putaran (rpm)	Waktu (menit)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/jam.kW)
B30	0	500	10	-
		1000	10	-
		1500	10	-
		2000	10	-
B30	½	500	10	-
		1000	10	-
		1500	10	-
		2000	10	-
B30	1	500	10	-
		1000	10	-
		1500	10	-
		2000	10	-
B30	1½	500	10	-
		1000	10	-
		1500	10	-
		2000	10	-
B30	2	500	10	-
		1000	10	-
		1500	10	-
		2000	10	-

3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Lama penelitian dalam menganalisa pengaruh persentase zat aditif dalam bahan bakar B30 terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada motor Diesel ISUZU TLD 54 adalah selama 1 bulan. Dalam suatu kegiatan penelitian

akan berjalan dengan baik bila ada jadwal kegiatan. Jadwal kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Jadwal kegiatan penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Studi Literatur											
2	Pembuatan Proposal											
3	Seminar Proposal											
4	Persiapan alat dan bahan											
5	Pengujian											
6	Analisa dan Pembahasan											
7	Kesimpulan											
8	Penyusunan Skripsi											
9	Sidang Tugas Akhir											

BAB IV

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian tentang pengaruh persentase zat aditif dalam bahan bakar B30 terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada motor Diesel ISUZU TLD 54 bisa kita lihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1. Hasil pengujian unjuk kerja dan emisi gas buang

No.	Bahan Bakar Diesel	Putaran (rpm)	Waktu (s)	Bahan Bakar Terpakai (ml)
1.	B30 (0 pil/liter)	500	60	40
		1000	60	50
		1500	60	60
		2000	60	70
2.	B30 (½ pil/liter)	500	60	40
		1000	60	49
		1500	60	56
		2000	60	68
3.	B30 (1 pil/liter)	500	60	35
		1000	60	40
		1500	60	50
		2000	60	65
4.	B30 (1½ pil/liter)	500	60	30
		1000	60	35
		1500	60	48
		2000	60	61
4.	B30 (2 pil/liter)	500	60	30
		1000	60	35
		1500	60	45
		2000	60	60

4.2 Konsumsi Bahan Bakar B30 (M_f)

Konsumsi bahan bakar B30 tanpa penambahan zat aditif dapat dihitung untuk menentukan waktu dibutuhkan oleh motor bakar untuk konsumsi bahan bakar dalam satuan volume yang dipengaruhi oleh massa jenis bahan bakar. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar digunakan rumus sebagai berikut :

$$M_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

Dimana

M_f = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

V_{bb} = Volume bahan bakar (ml)

ρ_{bb} = Kerapatan bahan bakar (kg/m^3)

t = Waktu untuk pemakaian bahan bakar (s)

4.2.1 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30 Tanpa Penambahan Zat Aditif

1. Konsumsi bahan bakar pada putaran 500 rpm

$$\begin{aligned} \dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{40 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{4 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= 1,95 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

2. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 rpm

$$\begin{aligned} \dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{50 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \end{aligned}$$

$$\dot{m}_f = \frac{5 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,44 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

3. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{60 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{6 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,93 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4. Konsumsi bahan bakar pada putaran 2000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{70 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{7 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 3,42 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4.2.2 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1/2 pil/liter

1. Konsumsi bahan bakar pada putaran 500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{40 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{4 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 1,95 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

2. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{49 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{4,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,24 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

3. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{56 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{5,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,73 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4. Konsumsi bahan bakar pada putaran 2000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{68 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{6,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 3,32 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4.2.3 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30

Penambahan Zat Aditif 1 pil/liter

1. Konsumsi bahan bakar pada putaran 500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{35 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{3,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 1,71 \frac{kg}{jam}$$

2. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{40 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{4 \times 10^{-5} m^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 1,95 \frac{kg}{jam}$$

3. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{50 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{5 \times 10^{-5} m^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,44 \frac{kg}{jam}$$

4. Konsumsi bahan bakar pada putaran 2000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{65 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{6,5 \times 10^{-5} m^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{kg}{m^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 3,17 \frac{kg}{jam}$$

4.2.4 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30

Penambahan Zat Aditif 1½ pil/liter

1. Konsumsi bahan bakar pada putaran 500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{30 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 1,46 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

2. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{35 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{3,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 1,71 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

3. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{48 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{4,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,34 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4. Konsumsi bahan bakar pada putaran 2000 rpm

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{61 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \times 3600$$

$$\dot{m}_f = \frac{6,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

$$\dot{m}_f = 2,98 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4.2.5 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar B30

Penambahan Zat Aditif 2 pil/liter

1. Konsumsi bahan bakar pada putaran 500 rpm

$$\begin{aligned}\dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{30 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= 1,46 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}\end{aligned}$$

2. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 rpm

$$\begin{aligned}\dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{35 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{3,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= 1,71 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}\end{aligned}$$

3. Konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm

$$\begin{aligned}\dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{45 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{4,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= 2,34 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}\end{aligned}$$

4. Konsumsi bahan bakar pada putaran 2000 rpm

$$\begin{aligned}\dot{m}_f &= \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times 3600 \\ \dot{m}_f &= \frac{60 \text{ ml}}{60 \text{ s}} \times 815 \times 3600\end{aligned}$$

$$\dot{m}_f = \frac{55 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \times 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600$$

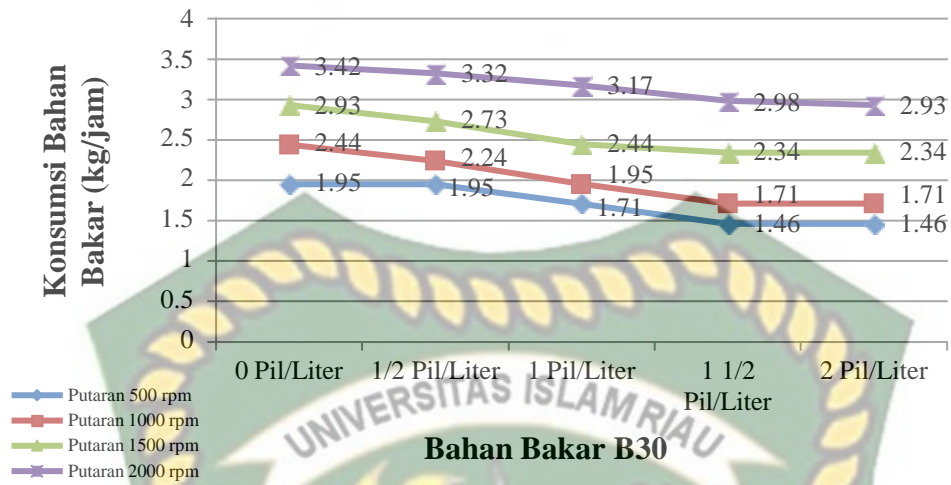
$$\dot{m}_f = 2,93 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

4.2.6 Data Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar didapat dari variasi bahan bakar B30 dan Penambahan Zat Aditif 0 pil/liter, ½ pil/liter, 1 pil/liter, 1 ½ pil/liter dan 2 pil/liter, kemudian dimasukkan kedalam tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel. 4.2. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar

No.	Bahan Bakar Diesel	Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (Kg/jam)
1.	B30 (0 pil/liter)	500	1,95
		1000	2,44
		1500	2,93
		2000	3,42
2.	B30 (½ pil/liter)	500	1,95
		1000	2,24
		1500	2,73
		2000	3,32
3.	B30 (1 pil/liter)	500	1,71
		1000	1,95
		1500	2,44
		2000	3,17
4.	B30 (1½ pil/liter)	500	1,46
		1000	1,71
		1500	2,34
		2000	2,98
5.	B30 (2 pil/liter)	500	1,46
		1000	1,71
		1500	2,34
		2000	2,93



Gambar 4.1. Grafik konsumsi bahan bakar terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30

Grafik konsumsi bahan bakar terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30 pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar tertinggi pada putaran 2000 rpm yaitu sebesar 3,42 kg dalam bahan bakar B30 tanpa Zat Aditif dengan putaran yang sama pada konsumsi bahan bakar terendah yaitu 2,93 kg/jam dalam bahan bakar B30 menggunakan 2 pil/liter. Konsumsi bahan bakar setiap penambahan Zat Aditif terjadi degredasi pada konsumsi bahan bakar Diesel secara linier. Hal ini disebabkan karena Zat Aditif meningkatkan nilai kalor pada bahan bakar sehingga pembakaran didalam ruang bakar lebih sempurna.

4.3 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc)

Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin. Maka untuk menghitung pemakaian bahan bakar spesifik digunakan rumus sebagai berikut :

$$Sfc = \frac{M_f}{N_e} \left(\frac{kg}{jam} \cdot kW \right)$$

Dimana

Sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

M_f = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

N_e = Daya Poros Efektif (kW)

4.3.1 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Murni

1. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,95 \text{ kg/jam}}{19,69 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,099 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,44 \text{ kg/jam}}{39,38 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,061 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,93 \text{ kg/jam}}{59,08 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,049 \text{ kg/kW.jam}$$

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 2000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{3,42 \text{ kg/jam}}{78,77 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,043 \text{ kg/kW.jam}$$

4.3.2 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1/2 pil/liter

1. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,95 \text{ kg/jam}}{19,69 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,099 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,24 \text{ kg/jam}}{39,38 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,056 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,73 \text{ kg/jam}}{59,08 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,046 \text{ kg/kW.jam}$$

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 2000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{3,32 \text{ kg/jam}}{78,77 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,042 \text{ kg/kW.jam}$$

4.3.3 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1 pil/liter

1. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,71 \text{ kg/jam}}{19,69 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,086 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,95 \text{ kg/jam}}{39,38 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,049 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,44 \text{ kg/jam}}{59,08 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,041 \text{ kg/kW.jam}$$

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 2000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{3,17 \text{ kg/jam}}{78,77 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,040 \text{ kg/kW.jam}$$

4.3.4 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 1 ½ pil/liter

1. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,46 \text{ kg/jam}}{19,69 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,074 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,71 \text{ kg/jam}}{39,38 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,043 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,34 \text{ kg/jam}}{59,08 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,039 \text{ kg/kW.jam}$$

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 2000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,98 \text{ kg/jam}}{78,77 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,037 \text{ kg/kW.jam}$$

4.3.5 Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) Pada Bahan Bakar B30 Penambahan Zat Aditif 2 pil/liter

1. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,46 \text{ kg/jam}}{19,69 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,074 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{1,71 \text{ kg/jam}}{39,38 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,043 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 1500 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,34 \text{ kg/jam}}{59,08 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,039 \text{ kg/kW.jam}$$

4. Pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran 2000 rpm

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{Ne} \text{ (kg/kW.jam)}$$

$$Sfc = \frac{2,93 \text{ kg/jam}}{78,77 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,037 \text{ kg/kW.jam}$$

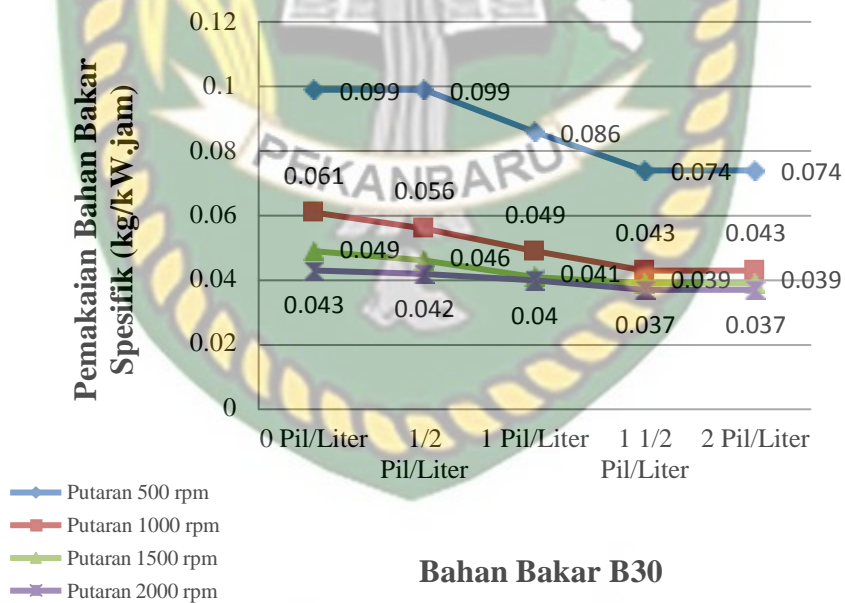
4.3.6 Data Hasil Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc)

Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar didapat dari penambahan variasi Zat Aditif variasi dalam bahan bakar B30, kemudian dimasukkan kedalam tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel. 4.3. Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) penambahan variasi Zat Aditif variasi dalam bahan bakar B30

No.	Bahan Bakar Diesel	Putaran (rpm)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Kg/kW.jam)
1.	B30 (0 pil/liter)	500	0,099
		1000	0,061
		1500	0,049
		2000	0,043

2.	B30 (½ pil/liter)	500	0,099
		1000	0,056
		1500	0,046
		2000	0,042
3.	B30 (1 pil/liter)	500	0,086
		1000	0,049
		1500	0,041
		2000	0,040
4.	B30 (1½ pil/liter)	500	0,074
		1000	0,043
		1500	0,039
		2000	0,037
5.	B30 (2 pil/liter)	500	0,074
		1000	0,043
		1500	0,039
		2000	0,037



Gambar 4.2. Grafik pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30

Hasil pemakaian bahan bakar spesifik terhadap penambahan Zat Aditif pada bahan bakar B30 pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pemakaian bahan

bakar spesifik di saat putaran 500 rpm dengan B30 tanpa Zat Aditif yaitu sebesar 0,043 kg/kW.jam. Pemakaian bahan bakar spesifik setiap penambahan Zat Aditif terjadi mengurangi pada pemakaian bahan bakar Diesel secara linier. Sedangkan pada putaran 2000 dengan B30 tanpa Zat Aditif meningkatkan pemakaian bahan bakar spesifik (Sfc) yaitu 0,099 kg/kW.jam. Hal ini disebabkan karena Zat Aditif meningkatkan nilai kalor pada bahan bakar sehingga pembakaran didalam ruang bakar lebih sempurna dan pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit).

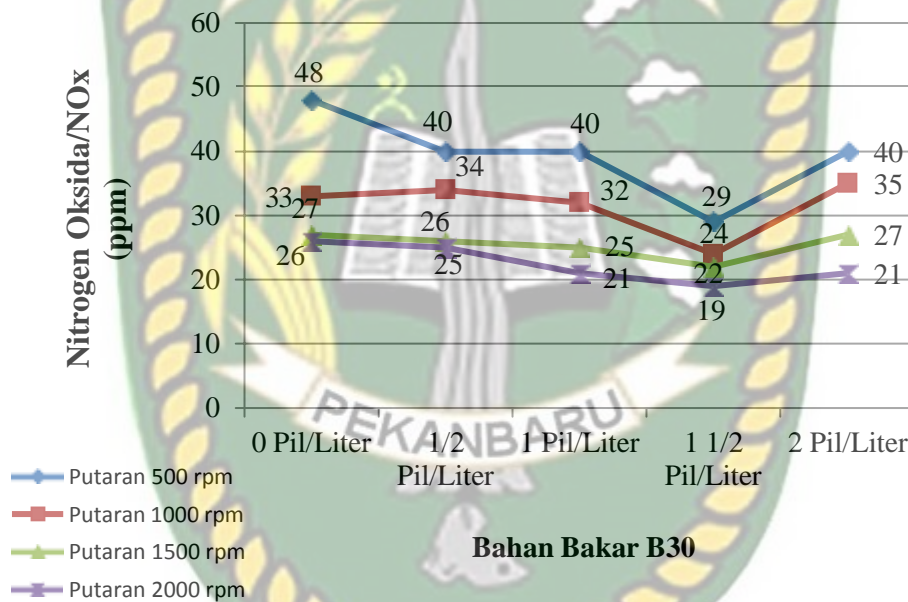
4.4 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan hasil (sisa) pembakaran bahan bakar sebagian kecil merupakan gas beracun yaitu NO_x. Emisi gas buang yang di dapat dari pengaruh penambahan Zat Aditif dalam bahan bakar B30 pada putaran 500rpm, 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Emisi gas buang (NO_x) pada bahan bakar B30

No.	Bahan Bakar Diesel	Putaran (rpm)	NO _x (ppm)
1.	B30 (0 pil/liter)	500	48
		1000	33
		1500	27
		2000	26
2.	B30 (½ pil/liter)	500	35
		1000	31
		1500	26
		2000	25
3.	B30 (1 pil/liter)	500	29
		1000	24

		1500	23
		2000	21
4.	B30 (1½ pil/liter)	500	36
		1000	33
		1500	25
		2000	19
5.	B30 (2 pil/liter)	500	36
		1000	31
		1500	21
		2000	19



Gambar 4.3. Emisi gas buang Nitrogen Oksida (NOx)

Emisi gas buang Nitrogen Oksida (NOx) pada dilihat gambar 4.3 diatas menunjukkan Nitrogen Oksida (NOx) tertinggi pada bahan bakar B30 (0 pil/liter) dan putaran 500 rpm yaitu 48 ppm. Emisi gas buang setiap penambahan Zat Aditif dan putaran terjadi degradasi pada Nitrogen Oksida (NOx) secara linier.

Berdasarkan gambar 4.3 kadar racun Nitrogen Oksida (NOx) tertinggi pada bahan bakar B30 (0 pil/liter) dan putaran 500 rpm, sedangkan dengan adanya

penambahan Zat Aditif 1½ Pil/Liter dan putaran 2000 rpm menurunkan kadar racun Nitrogen Oksida (NOx). Hal ini disebabkan pembakaran didalam ruang bakar lebih bersih dengan adanya penambahan Zat Aditif sebesar 1 ½ Pil/Liter.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat diambil suatu kesimpulan mengenai penambahan zat aditif dalam bahan bakar B30, diantaranya :

1. Hasil daya efektif tertinggi akibat putaran 2000 rpm, sedangkan daya efektif terendah akibat putaran 500 rpm. Hal ini disebabkan karena putaran yang besar akan meningkatkan daya efektif pada mesin Diesel.
2. Hasil konsumsi bahan bakar setiap penambahan Zat Aditif terjadi degradasi pada konsumsi bahan bakar Diesel secara linier. Hal ini disebabkan karena Zat Aditif meningkatkan nilai kalor pada bahan bakar sehingga pembakaran didalam ruang bakar lebih sempurna.
3. Zat Aditif meningkatkan nilai kalor pada bahan bakar sehingga pembakaran didalam ruang bakar lebih sempurna dan pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit).
4. Emisi gas buang Nitrogen Oksida (NOx) setiap penambahan Zat Aditif dan putaran terjadi degradasi secara linier. Karena pembakaran didalam ruang bakar lebih bersih dengan adanya penambahan Zat Aditif sebesar 1 ½ Pil/Liter.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil ketika pembuatan skripsi ini adalah :

1. Pada percobaan pengambilan data ini sebaiknya mesin dilakukan dengan menggunakan beban yang berbeda
2. Untuk penelitian yang akan datang sebaiknya perlu dilakukan pengujian mengenai emisi gas buang yang terdiri dari CO, HC, NO_x, SO₂, dan PM (*Particulate Matter*) dalam jumlah persentase



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018. Modul prestasi mesin. Laboraturium Konversi Energy Teknik Mesin UIR, Pekanbaru.
- Arifin, F. 2011. Pemanfaatan Limbah Serbuk Besi untuk Bahan Selubung Ruang Bakar Kompor Bio-Mass Tipe Roket. Skripsi. *Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya*. Palembang.
- Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima Cetakan Kesatu, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Cappenberg, A, D. 2017. Pengaruh pemberian zat aditif terhadap prestasi mesin Diesel OM 444 LA. Jurnal. *Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta*. Jakarta.
- Endyani, I, D. 2011. Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor, Proton. Jurnal. *Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang*. Malang.
- Fahmi, A, D. 2020. Pengaruh penambahan zat aditif pada bahan bakar *cetane* 51 terhadap unjuk kerja pada motor Diesel ISUZU TLD 54. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Islam Riau*. Pekanbaru
- Fox R. W., McDonald A. T dan Pritchard P. J, 2003. *Introduction to heat transfer*, edisi ke 6, John Wiley and Sons, Denver.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi, 2017.
- Kusdiana, D. 2020. *Pedoman Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel dan Campuran Biodiesel (B30)*. Penerbit Direktorat Bioenergi Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konversi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Majewski, W, A,. and Khair, M, K. 2006. *Diesel Emissions and Their Control R-303*. Amerika Serikat.

- Mathur, M. I., and Sharma, R, P. 1980. *A Course in internal combustion engine*. Edisi ke 3. Dhanpai Rai and Sons. Nai Sarak. Delhi.
- Nugraha, R. 2022. Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Zat Aditif Eco Diesel Pada Bahan Bakar Biodiesel B30 Terhadap Performa dan Emisi Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Semarang*. Semarang.
- Nofendri, Y. 2016. Efek Penambahan Aditif Asam Oleat ke dalam Bahan Bakar Diesel pada Prestasi Mesin. JKTM. *Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945*. Jakarta.
- Raharjo, W. D dan Karnowo. 2008. Mesin Konversi Energi. *Jurnal. Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang Press*. Semarang.
- Rahmadany, Q, A. 2017. Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Timing Injection Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Mesin Diesel 4-Langkah Silinder Tunggal Berbahan Bakar Campuran Dexlite dan Etanol, Skripsi, *Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November*, Surabaya.
- Rayhari, 2021. Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar B30 Terhadap Opasitas Gas Buang dan Biaya Operasional Unit Motor Grader Komatsu GD535-5 di PT. Ayik Batu Gung. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Gajah Mada*. Yogyakarta.
- Samlawi, A.K., 2018, Teori Dasar Motor Diesel, Universitas lambung Mangkurat: Jurusan Teknik Mesin, Buku Ajar, HMKB781.
- Safina, E, D. 2021. Alat Uji Motor Bakar Diesel Menggunakan Bahan Bakar Yang Berbeda. Skripsi. *Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan*. Medan.

Saputra, W, E. 2013. Pengaruh Penambahan Zat Aditif Alami Pada Bensin Terhadap Prestasi Sepeda Motor 4 Langkah. Skripsi. *Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung*. Lampung.

Soerawidjaja, 2006. Intesifikasi Proses Produksi Biodiesel. 2006. Jurnal. *Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung*. Bandung.

Sulaeman, H. 2013. Pengaruh Penambahan Aditif Solar Ke Dalam Minyak Solar Terhadap Kinerja Mesin Diesel. Jurnal. *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta*. Jakarta.

Vekky, W. 2013. Pengaruh Penambahan Aditif Nabati Solar Terhadap Unjuk Kerja dan Ketahanan Mesin Diesel Generator Set TF55R. Jurnal. *Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.

www.pertamina.com. Bahan bakar Diesel, Spesifikasi B30 dan Pertamina Dex