



TUGAS AKHIR - 141501

Analisis Pengaruh Angka iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil

Susi Nariati
NRP. 4212 100 046

Dosen Pembimbing 1:
Ir. Agung Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D

Dosen Pembimbing 2:
Ir. Tjoek Suprajitno

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

“ halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - 141501

Influence Analysis Of The Iodine Number On Motor Performance with B20 and B30 Biodiesel Fuel from Waste Cooking Oil

Susi Nariati
NRP. 4212 100 046

Supervisor 1:
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng, Ph.D

Supervisor 2:
Ir. Tjoek Suprajitno

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Pengaruh Angka iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP)

Program studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh:

Susi Nariati

NRP. 4212 100 046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi:

1. Ir. Agung Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D
NIP. 1956 0519 1986 10 1001
2. Ir. Tjoek Suprajitno
NIP. 1951 0526 1980 03 1001



SURABAYA

Juli, 2016

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Pengaruh Angka iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP)

Program studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

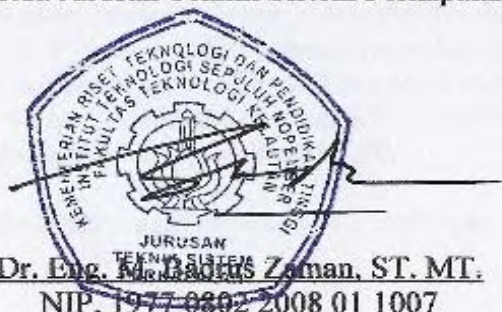
Oleh:

Susi Nariati

NRP. 4212 100 046

Disetujui oleh:

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan



“ halaman ini sengaja dikosongkan”

Analisis Pengaruh Angka Iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil

Nama Mahasiswa : Susi Nariati
NRP : 4212 100 046
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Aguk Zuhdi M. F, M.Eng, Ph.D
: Ir. Tjoek Suprajitno

Abstrak

Penelitian ini difokuskan pada nilai angka iodin pada biodiesel waste cooking oil dan pengaruhnya terhadap performa motor diesel. Angka iodin atau *iodine number* merupakan suatu besaran untuk mengukur derajat ketidakjenuhan dalam asam lemak. Eksperimen performa motor diesel adalah menggunakan tipe Yanmar dengan bahan bakar campuran biodiesel B20 dan B30 dari *waste cooking oil* dengan metode penambahan zat iodin resublimed. Penambahan zat ini bertujuan untuk mendapatkan angka iodin yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil analisa angka iodin, maka diperoleh angka iodin dari biodiesel waste cooking oil sebesar 6,347g/100g. Hasil analisa uji performa motor diesel menyimpulkan bahwa angka iodin mempengaruhi peningkatan performa motor diesel. Semakin besar angka iodine maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Peningkatan daya ini adalah antara 0.1 – 0.25 kW. Kemudian, prosentase dari biodiesel juga mempengaruhi performa motor diesel. Dari hasil analisa performa motor diesel tersebut, prosentase biodiesel B30 memiliki performa lebih baik daripada prosentase biodiesel B20.

Kata Kunci: Biodiesel waste cooking oil, performa motor diesel, angka iodin.

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

Influence Analysis Of The Iodine Number On Motor Performance with B20 and B30 Biodiesel Fuel from Waste Cooking Oil

Name of Student : Susi Nariati
NRP : 4212 100 046
Dept. : Marine Engineering
Supervisor : Ir. Aguk Zuhdi M. F, M.Eng, Ph.D
: Ir. Tjoek Suprajitno

Abstract

The focus of research is iodine number in biodiesel of waste cooking oil and its influence on diesel engine performance. Iodine number is the value to measure the amount of unsaturation of fatty acids. The experiment of engine performance is used engine of Yanmar type with B20 and B30 biodiesel fuel from waste cooking oil with increasing the addition of iodine resublimed. The purpose of the addition is to get the difference of iodine number. Based on the analisis result, the iodine number of biodiesel fuel from waste cooking oil is 6.347g/100g. The result of diesel engine performance analisis is the iodine number could influencing the diesel engine performance. More rising the iodine number has been increasing the power output of diesel engine. The increase is between 0.1 – 0.25 kW. The composition of biodiesel is also influencing the engine performance. Based on the engine performance analisis, B30 fuel has better performance than B20 fuel.

Key Word: *Biodiesel waste cooking oil, motor performance, iodine number.*

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan bimbingan-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Analisis Pengaruh Angka Iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari Waste Cooking Oil”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan do'a berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ibu Kuslik, Bapak Suparno dan Uswatun Khasanah selaku orang tua dan adik penulis yang selalu memberikan peniulis do'a, semangat dan kasih sayang.
2. Retno Sri Wilujeng dan Hadi Siswanto yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis selama kuliah.
3. Dewi Nur Rahmawati, Istina Rahmawati dan Novi Anggraini selaku keluarga se-kontrakan yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat.
4. Bapak Ir. Agung Zuhdi M.F. M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Tjoek Suprajitno selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan semangat, arahan, masukan, ilmu dan dorongan terhadap penulis didalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
6. Bapak Ir. Sardono Sarwito, M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dan arahan dalam rencana studi.
7. Bapak Nur selaku teknisi Laboratorium Marine Power Plan yang telah membantu dalam uji peforma motor diesel.

8. Tim biodiesel dan tim mesin Yanmar (Gusma, Saif, Barjo, Fiki, Mas Salman dan Wahyu) yang saling membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Specially thank's for Ahmad Maulana Yasin dan Dimas Kurniawan yang telah membantu penulis dalam hal "mesin Yanmar".
10. Mas Okky, mas Tebon, mas Indra dan teman-teman di Lab MPP yang saling mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
11. Mas Bayu dan Mas Haris yang selalu memberikan semangat dan mengingatkan penulis untuk segera lulus.
12. Kawan kawan seperjuangan Bismarck'12 yang berada di laboratorium MPP, MMS, MEAS, RAMS, dan MMD yang selalu mendukung satu sama lain untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
13. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu diperlukan saran dan masukan yang membangun demi perbaikan dan kemajuan dalam skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxx
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Batasan Permasalahan.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Permasalahan.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Telaah Pustaka	Error! Bookmark not defined.
2.2 Biodiesel <i>Waste Cooking Oil</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Iodine Number</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 <i>Four Stroke Diesel Engine</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 Performa Motor Diesel	Error! Bookmark not defined.
BAB III	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI.....	Error! Bookmark not defined.

- 3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah .**Error! Bookmark not defined.**
- 3.2 Studi Literatur.....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.3 *Engine Set-up*.....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.4 Pembuatan Biodiesel *Waste Cooking Oil*..... **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.1 Alat dan bahan.....**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.2 Pemanasan *waste cooking oil***Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.3 Pembuatan larutan metoksid**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.4 Proses *mixing* dan transesterifikasi.....**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.5 Proses *settling* (proses pemisahan)**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.6 Proses *Washing* (Proses Pencucian)**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4.7 Proses Pengeringan (*Drying*).....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.5 Penambahan Iodin**Error! Bookmark not defined.**
- 3.6 Uji Karakteristik Biodiesel **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.6.1 *Iodine number*.....**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.6.2 *Viscositas*.....**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.6.3 Densitas**Error! Bookmark not defined.**

3.6.4	Titik nyala (<i>flash point</i>).....	Error! Bookmark not defined.
3.6.5	<i>Pour point</i>	Error! Bookmark not defined.
3.6.6	<i>Lower Heating Value (LHV)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7	Bahan Bakar.....	Error! Bookmark not defined.
3.8	Uji Performansi.....	Error! Bookmark not defined.
3.9	Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.10	Analisa Data dan Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
3.11	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		Error! Bookmark not defined.
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Properties Biodiesel Minyak Jelantah.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Kandungan <i>Iodine Number</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pengaruh Angka Iodin Pada Biodiesel Berbahan Baku <i>Waste Cooking Oil</i> Terhadap Performa Motor Diesel	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM	Error! Bookmark not defined.

- 4.3.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.6 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.7 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.8 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.9 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.10 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.11 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0 dan B20, B20A dan B20B.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.3.12 Perbandingan Antara SFOC dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.13 Perbandingan Antara Torsi dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.14 Perbandingan Antara BMEP dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.15 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.16 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.17 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.18 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.19 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.20 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**

- 4.3.21 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.22 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.23 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.24 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.25 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.26 Perbandingan Antara SFOC dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.27 Perbandingan Antara Torsi dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.28 Perbandingan Antara BMEP dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B**Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Pengaruh Prosentase Biodiesel Berbahan Baku *Waste Cooking Oil* Terhadap Performa Motor Diesel**Error! Bookmark not defined.**

4.4.1 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.2 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.6 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.7 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.8 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.9 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM **Error! Bookmark not defined.**

4.4.10 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.11 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran <i>Engine</i> pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30...	Error! Bookmark not defined.
4.4.12 Perbandingan Antara SFOC Maksimum dengan Putaran <i>Engine</i> pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30...	Error! Bookmark not defined.
4.4.13 Perbandingan Antara Torsi Maksimum dengan Putaran <i>Engine</i> pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30...	Error! Bookmark not defined.
4.4.14 Perbandingan Antara BMEP Maksimum dengan Putaran <i>Engine</i> pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30...	Error! Bookmark not defined.
BAB V	1
KESIMPULAN	1
5.1 Kesimpulan.....	1
5.2 Saran.....	2
DAFTAR PUSTAKA.....	3
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 *Engine Set-up*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Minyak jelantah**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Larutan metoksid**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Proses *mixing***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5 Proses *settling***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6 Proses pencucian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7 Proses *drying* dan Biodiesel WCO **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8 *Iodin resublimed***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9 Sample penambahan iodin pada biodiesel **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM**Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.7 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11 Grafik Perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12 Grafik perbandingan antara SFOC dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.13 Grafik Perbandingan antara torsi dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.14 Grafik Perbandingan antara BMEP dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.15 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.16 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM..... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.17 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.18 Grafik Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.19 Grafik Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.20 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.21 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.22 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.23 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.24 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.25 Grafik Perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.26 Grafik perbandingan antara SFOC dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B.....**Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.27 Grafik Perbandingan antara torsi dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.28 Grafik Perbandingan antara BMEP dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.29 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.30 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.31 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.32 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.33 Grafik Perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.34 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.35 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.36 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.37 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.38 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.39 Grafik Perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.40 Grafik perbandingan antara SFOC maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.41 Grafik Perbandingan antara torsi maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.42 Grafik Perbandingan antara BMEP maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30**Error! Bookmark not defined.**

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standart Biodiesel Indonesia **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1. Hasil pengujian *properties* biodiesel minyak jelantah**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2. Hasil analisa *iodine number* **Error! Bookmark not defined.**

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Krisis bahan bakar bukanlah suatu fenomena yang asing bagi kita. Krisis ini semakin marak terjadi baik di seluruh dunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya. Salah satu cara untuk menyelesaikan krisis energi adalah dengan menggunakan energi alternatif (*renewable energy*). Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang kini telah berkembang sebagai pengganti atau setidaknya mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Biodiesel bisa dihasilkan dari berbagai bahan baku seperti jatropha, kelapa sawit, minyak jelantah dan lain sebagainya.

Minyak jelantah merupakan salah satu bahan baku yang potensial di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara pengonsumsi minyak goreng terbesar di dunia. Dalam dunia kedokteran, penggunaan minyak jelantah (*waste cooking oil*) direkomendasi maksimum empat kali. Hal ini karena minyak jelantah bersifat karsinogenik yang akan menimbulkan bahaya kanker bagi yang mengkonsumsinya. Sehingga jika masyarakat Indonesia mau menerapkan gaya hidup sehat, minyak jelantah hanya dibuang begitu saja oleh para ibu rumah tangga, industri pengolahan makanan, dan pedagang makanan sehingga dapat mencemari lingkungan.

Masalah ketika menggunakan bahan bakar biodiesel adalah kandungan atau properties dari pada biodiesel itu sendiri. Salah satu kandungan pada biodiesel adalah angka iodin. Selain itu *viskositas* dan titik bakar dari biodiesel yang lebih tinggi dari pada minyak solar. Dua sifat biodiesel tersebut perlu diturunkan agar cocok menjadi bahan bakar. Selain itu, kandungan asam tak jenuh dalam biodiesel (yang dinyatakan dengan jumlah iodin)

meningkatkan risiko polimerisasi dalam minyak pelumas motor diesel.

Angka iodin ini juga mempengaruhi performa dan proses pembakaran dalam motor diesel. Hal ini karena dalam pembakaran motor diesel diusahakan bahan bakar tidak mengandung asam atau basa. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka perlu dilakukan pengujian pada motor diesel untuk mengetahui pengaruh kandungan angka iodin dengan menggunakan bahan bakar biodiesel dari minyak jelantah (*waste cooking oil*).

Masalah utama penggunaan minyak nabati secara umum termasuk minyak jelantah sebagai pengganti solar adalah sifat-sifat fisikokimia. Terutama *viskositas* dan titik bakarnya yang lebih tinggi dari pada minyak solar. Dua sifat minyak jelantah (*waste cooking oil*) tersebut perlu diturunkan agar cocok menjadi bahan bakar. Selain itu, studi lain mengatakan kandungan asam tak jenuh dalam biodiesel (yang dinyatakan dengan jumlah iodin) meningkatkan resiko polimerisasi dalam minyak pelumas motor diesel dan dapat menyebabkan terjadinya laju keausan dan terbentuknya carbon deposit pada komponen-komponen utama motor diesel.

Maka angka iodin ini juga akan mempengaruhi performa dan proses pembakaran dalam motor diesel sebab dalam pembakaran motor diesel diusahakan bahan bakar tidak mengandung asam atau basa. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka perlu dilakukan pengujian pada motor diesel untuk mengetahui pengaruh kandungan angka iodin dengan menggunakan bahan bakar biodiesel dari minyak jelantah (*waste cooking oil*).

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2015 yang menyatakan bahwa untuk menunjang ketahanan energi,

komoditas Perkebunan dan turunannya; antara lain berupa Crude Palm Oil (CPO) menjadi penunjang bahan bakar minyak yang bersumber dari energi terbarukan berupa bahan bakar nabati (biofuel). Peraturan ini pelaksanaannya secara *mandatory* dan dilakukan secara bertahap sesuai dengan ketersediaan dan kemampuan industri bahan bakar nabati.

Mandatory pemerintah mengenai penggunaan B15 telah dilaksanakan sejak tanggal 17 Agustus 2015. Tahun 2016 ini penggunaan biosolar telah mencapai prosentase B20. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 serta pembentukan Badan Pengelola Dana Perkebunan (BPDP) Kelapa Sawit yang menjelaskan bahwa dalam rangka lebih menjamin pelaksanaan *mandatory* B15 (mulai 17 Ags 2015), B20 tahun 2016, dan B25 tahun 2025.

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan prosentase biodiesel sebesar B20. Sebagai perbandingan maka digunakan prosentase biodiesel B30 karena B25 dirasa intervalnya kurang. Perbandingan B20 dan B30 dapat memberikan perbedaan yang signifikan terhadap efisiensi kinerja motor diesel.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Berapa nilai kandungan iodin pada biodiesel berbahan baku *waste cooking oil*?
2. Bagaimana pengaruh angka iodin pada biodiesel berbahan baku *waste cooking oil* terhadap performa motor diesel ?
3. Bagaimana pengaruh prosentase biodiesel berbahan baku *waste cooking oil* terhadap performa motor diesel?

1.3. Batasan Permasalahan

Untuk dapat merealisasikan penulisan tugas akhir ini, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode pembuatan biodiesel dengan cara proses transesterifikasi dengan campuran *methanol*.
2. Metode yang digunakan yaitu dengan penambahan zat iodine resublimed pada biodiesel dari *waste cooking oil*.
3. Tidak menganalisa dari segi ekonomi.
4. Mesin yang digunakan yaitu yanmar TF 85 MH-di 493 cc.

1.4. Tujuan Permasalahan

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kandungan iodin pada biodiesel berbahan baku *waste cooking oil*.
2. Mengetahui pengaruh angka iodin pada biodiesel berbahan baku *waste cooking oil* terhadap performa motor diesel.
3. Mengetahui pengaruh prosentase biodiesel berbahan baku *waste cooking oil* terhadap performa motor diesel.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat luas mengenai bahan bakar alternatif yang *renewable* dan ramah lingkungan sebagai penunjang krisis bahan bakar fosil di masa yang akan datang.
2. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat luas mengenai kekurangan atau efek dari penggunaan bahan bakar biodiesel yang terbuat dari minyak jelantah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telaah Pustaka

Minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel sangat berpotensi. Seperti yang dikatakan oleh Imaduddin (2011), bahwa potensi minyak jelantah di Indonesia rata-rata dapat mencapai 20% dari total konsumsi minyak goreng, sehingga per tahun dapat mencapai satu juta kiloliter.

Menurut Arif dkk (2013), bahan bakar biodiesel minyak jelantah menghasilkan SFOC (*specific fuel oil consumption*) yang lebih rendah dibandingkan biosolar PERTAMINA. Penurunan SFOC ini sebesar 0,65% dan peningkatan daya sebesar 13,21%. Biodiesel minyak jelantah menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan biosolar PERTAMINA pada percobaan beban penuh motor diesel dengan kenaikan daya sebesar 5,7%. Torsi yang dihasilkan bahan bakar biodiesel minyak jelantah pada pengujian beban penuh motor diesel mengalami kenaikan torsi. Kenaikan torsi ini sebesar 5,53% pada putaran 3300 rpm dibandingkan dengan biosolar PERTAMINA.

Perbedaan yang mendasari hasil performa motor diesel yaitu *properties* dari bahan bakar itu sendiri. Salah satu *properties* bahan bakar adalah angka iodin. Angka iodin mencerminkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak dan lemak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iodin dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya iodin yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap. Angka iodin dinyatakan sebagai banyaknya gram iodin yang diikat oleh 100 gram minyak atau lemak. (Panggabean, 2009).

2.2 Biodiesel Waste Cooking Oil

Nilai maksimum harga angka iodin yang diperbolehkan untuk biodiesel yaitu 115 (g I₂/100 g) berdasarkan Standart Biodiesel Indonesia.

Tabel 2.1 Standart Biodiesel Indonesia

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pad 40°C	kg/m ³	850 - 890
2	Viscositas kinematic pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka Setana		Min.51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	Min.100
5	Titik kabut	°C	Maks. 18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		Maks. no 3
7	Residu karbon - dalam contoh asli, atau - dalam 10 % ampas distilasi	%-massa	Maks 0,05 Maks 0,30
8	Air dan sedimen	%-vol	Maks. 0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C	Maks.360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	Maks. 0,02
11	Belerang	ppm-m (mg/kg)	Maks. 100
12	Fosfor	ppm-m (mg/kg)	Maks. 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	Maks. 0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	Maks. 0,02
15	Gliserol total	%-massa	Maks.0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	Min. 96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100 g)	Maks. 115
18	Uji halpen		Negative

Sumber : (SNI 04-7182-2006)

2.3 Iodine Number

Bilangan iodin menyatakan jumlah gram iodin yang diserap dalam 1 gram minyak. Bilangan iodin menunjukkan besarnya tingkat ketidakjenuhan minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iodin dan membentuk persenyawaan yang jenuh. Banyaknya iodin yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dimana asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iodin dan membentuk persenyawaan yang jenuh. Bilangan iodin yang tinggi menunjukkan ketidakjenuhan yang tinggi pula. Bilangan iodin tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam minyak atau lemak. (Panggabean, 2009). Proses pemurnian sangat mempengaruhi nilai bilangan iodin, dimana semakin panjang proses pemurnian yang dilakukan maka bilangan iodin makin kecil dan begitu sebaliknya. (Panggabean, 2009).

Asam-asam lemak tidak jenuh biasanya berupa lemak yang dapat dimakan (*enable fat*) dan pada suhu kamar berbentuk cair. Angka iodin berhubungan dengan titik cair atau kekerasan dari suatu lemak. Sebagai contoh adalah minyak jagung yang terdiri dari 83% asam lemak tidak jenuh yang mempunyai titik cair -10 sampai -13°C dan angka iod antara 103 – 128. Sedangkan lemak babi yang terdiri dari 54% asam lemak tidak jenuh mempunyai titik cair $33 - 46^{\circ}\text{C}$ dan angka iod sebesar 53 – 77. Hal ini juga menjelaskan bahwa mengapa lemak yang keras (gliserida dengan rantai utama jenuh) tidak dapat dicerna dengan kadar yang sama seperti lemak ringan yang mengandung gliserida tidak jenuh cukup besar (Aurand, W.L, et al, 1987).

Adanya kandungan iodin pada biodiesel dari *waste cooking oil* sedikit menyebabkan terjadinya laju keausan pada komponen motor diesel sesuai dengan analisa. Peluruhan unsur logam yang cukup parah terjadi pada *journal bearing*. Terbentuknya *carbon deposit* pada komponen-komponen utama motor diesel salah satu diakibatkan oleh adanya kandungan angka iodin pada bahan bakar

yang mudah teroksidasi dengan udara sekitar. *Carbon deposit* pada *cylinder head* sebesar 0,61 gram, piston sebesar 1,00 gram, *exhaust valve* sebesar 0,53 gram dan *intake valve* 0,17 gram. (Pramesti, 2013).

2.4 Four Stroke Diesel Engine

Motor diesel adalah jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana sistem penyalaan bahan bakar dengan cara menyemprotkan bahan bakar dengan pompa bertekanan kedalam silinder yang berisi udara terkompresi. Dengan tekanan dan temperatur udara didalam silinder yang tinggi dimana melebihi temperatur nyala bahan bakar. Maka bahan bakar akan terbakar bersamaan dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan suatu kerja. Biodiesel sebagai bahan bakar yang akan digunakan dalam motor diesel harus memiliki properties dan karakteristik yang sesuai standart, seperti *viskositas*. Pada motor diesel *viskositas* berpengaruh pada kemudahan bahan bakar untuk mengalir di dalam saluran bahan bakar, pompa, dan injektor. Semakin rendah *viskositasnya*, maka semakin mudah bahan bakar tersebut mengalir. (Oksi, 2008).

2.5 Performa Motor Diesel

Performa pada motor diesel antara lain daya dan torsi dipengaruhi oleh besarnya jumlah kalor hasil pembakaran, yaitu nilai kalor dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara kompresi. Bahan bakar yang mempunyai nilai kalor yang rendah memerlukan jumlah bahan bakar yang lebih banyak untuk menghasilkan tenaga sebesar satu daya kuda dibandingkan bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi. Artinya, semakin rendah nilai kalor bahan bakar semakin tinggi tingkat konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan bahan bakar yang nilai kalornya lebih tinggi. (Sudik, 2013).

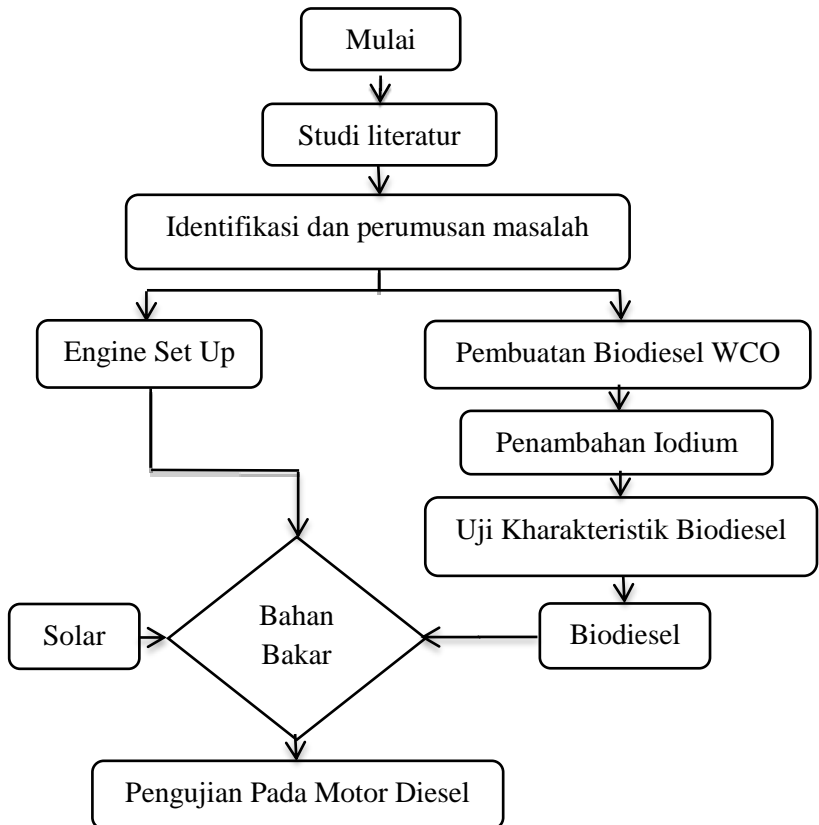
Performa motor diesel menggunakan bahan bakar solar tentunya akan mempunyai perbedaan saat di test dengan menggunakan bahan bakar alternatif seperti biodiesel minyak jelantah ini. Walaupun bahan bakar biodiesel yang digunakan bukanlah murni biodiesel (B20), namun akan terjadi perbedaan performa nantinya. (Pramesti, 2013).

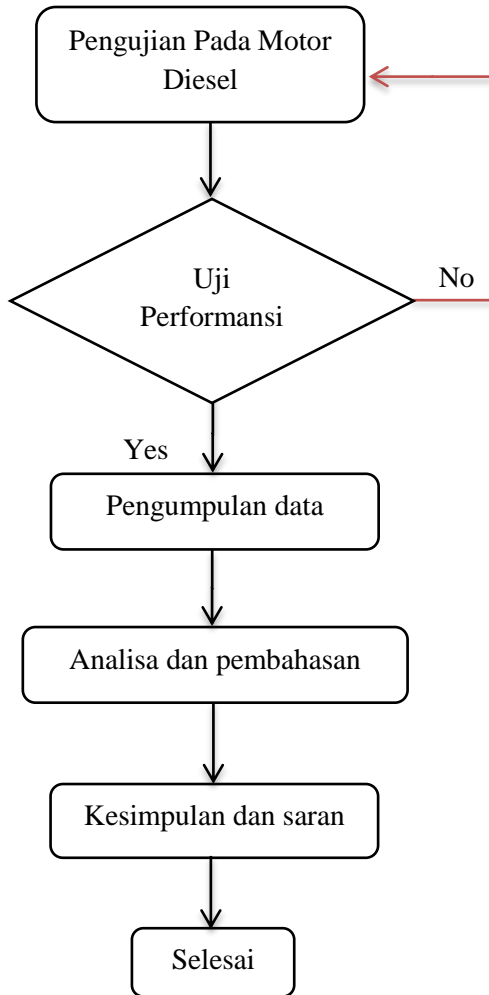
Untuk pengoperasian dalam jangka panjang yang lama, motor diesel yang menggunakan bahan bakar alternatif menyebabkan penurunan performa. Pembentukan deposit karbon dan kerusakan juga dapat dilihat secara visual terhadap komponen motor diesel. Kemungkinan yang dapat menyebabkan masalah tersebut terjadi adalah adanya perubahan beban dan putaran saat motor diuji. (Georing and Fry, 1984).

Deposit yang menempel pada *valve* juga bisa menjadi penyebab penurunan performa dari motor diesel. Hal ini karena secara tidak langsung akan memberikan sebuah pengeturan baru pada kondisi motor tersebut; Seperti rasio kompresi yang naik, luas bukaan katup yang menjadi lebih kecil dan tidak dapat menutup sempurna. (Pramesti, 2013).

BAB III METODOLOGI

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode eksperimen. Dimana pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen dalam mengidentifikasi kandungan iodin pada biodiesel dari *waste cooking oil*. Selain itu uji peformansi pada motor diesel untuk mengetahui prestasinya dengan menggunakan campuran bahan bakar biodiesel *waste cooking oil*. Adapun diagram metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:





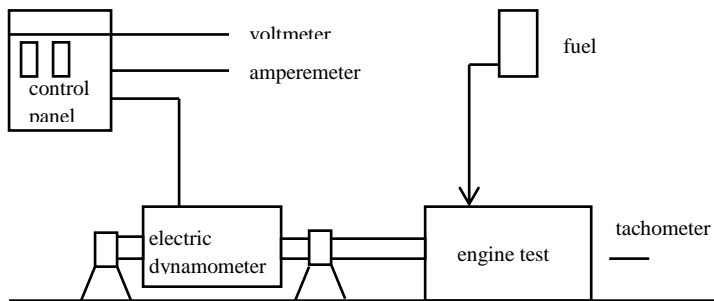
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pengidentifikasian masalah pada penelitian ini, untuk mengetahui apakah kandungan iodin pada biodiesel dari *waste cooking oil* mempengaruhi performa mesin diesel. Selain itu, perumusan masalah ini nantinya akan dilakukan mengujian kandungan iodin pada biodiesel dari *waste cooking oil* terhadap proses pembakaran mesin diesel.

3.2 Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang dapat menunjang permasalahan yang ada. Studi literatur didapatkan dari beberapa sumber seperti, buku, jurnal, tugas akhir, dan internet. Pada penelitian ini, studi literatur tersebut mengacu pada kandungan iodine pada biodiesel, performa mesin diesel dan proses pembakaran mesin diesel.

3.3 Engine Set-up



Gambar 3.1 *Engine Set-up*

Peralatan yang dipakai:

- Yanmar TF 85 MH-di 493 cc
- Electric dynamometer
- Control panel
- Fuel
- Amperemeter

- Voltmeter
- Tachometer

Variabel tetap pada uji performa motor diesel adalah pada putaran dan pembebanan. Putaran yang dilakukan adalah dari 1800, 1900, 2000, 2100, dan 2200. Sedangkan untuk pembebanan mulai dari beban 1000, 2000, 3000, 4000 dan 5000.

3.4 Pembuatan Biodiesel *Waste Cooking Oil*

Pembuatan biodiesel ini memerlukan persiapan perlengkapan yang akan digunakan. Alat yang dibutuhkan untuk melakukan percobaan merupakan peralatan dalam skala laboratorium yang terdiri dari peralatan transesterifikasi dan peralatan uji karakteristik. Sementara untuk bahan yang diperlukan untuk penelitian ini meliputi minyak lemak, KOH dan *methanol*. Bahan baku yang dipakai pada pembuatan biodiesel ini yaitu minyak goreng dengan brand yang sama yang telah digunakan untuk menggoreng lebih dari 3 kali penggorengan. Proses pembuatan biodiesel secara rinci adalah sebagai berikut.

3.4.1 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan biodiesel, diantaranya:

1. Minyak jelantah (*waste cooking oil*)
2. *Methanol*
3. KOH
4. *Aquades*
5. Panci
6. Kompor
7. *Thermometer*
8. Gelas ukur
9. Gelas kaca
10. Blender
11. Timbangan
12. Saringan

Dalam pembuatan biodiesel berbahan baku *waste cooking oil*, ada beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain adalah sebagai berikut.

3.4.2 Pemanasan *waste cooking oil*

Waste cooking oil diletakkan di dalam panci kemudian dipanaskan menggunakan kompor dan diaduk terus menerus hingga suhu 55°C . Pemanasan ini bertujuan agar minyak jelantah tidak terlalu kental dan mudah tercampur dengan metoksid pada proses *mixing*. Ukur panas pada minyak dengan menggunakan thermometer. Pengadukan dilakukan secara terus menerus hingga mencapai panas yang diinginkan. Ini bertujuan agar panas merata pada seluruh minyak jelantah yang dipanaskan.



Gambar 3.2 Minyak jelantah

3.4.3 Pembuatan larutan metoksid

Larutan metoksid dibuat dengan campuran dari *methanol* dengan KOH atau katalis lainnya. Karena larutan metoksid inilah nantinya gliserin akan terpisah dari biodiesel. Untuk 1 liter minyak jelantah memerlukan 500 ml *methanol* dan 5 gram KOH. KOH (kalium hidroksida) termasuk dalam katalis basa, dan digunakan dalam penelitian ini karena mudah didapat dan hasil yang diberikan lebih baik daripada menggunakan NaOH (natrium hidroksida).



Gambar 3.3 Larutan metoksida

3.4.4 Proses *mixing* dan transesterifikasi

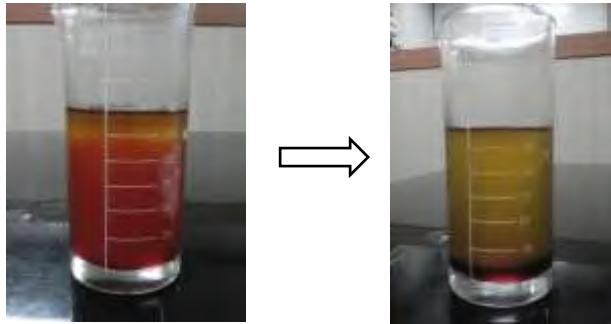
Proses transesterifikasi adalah proses terpisahnya gliserin dengan biodiesel. Proses transesterifikasi diawali dengan proses *mixing*, dimana minyak yang telah dipanaskan 55°C dicampur dengan metoksida dan kemudian diblender dengan kecepatan rendah selama 20 - 30 menit. Proses ini dilakukan pada kecepatan rendah karena meminimalisir menguapnya metoksida yang telah dicampurkan. Metoksida ini juga dapat menguap dikarenakan panas.

Gambar 3.4 Proses *mixing*

3.4.5 Proses *settling* (proses pemisahan)

Proses *settling* merupakan proses pemisahan antara gliserin dengan biodiesel. Proses ini dilakukan dengan cara

didiamkan selama 8 jam. Setelah 8 jam, gliserin akan berada dibawah dan biodiesel akan berada diatas karena perbedaan densitas. Pada proses *settling* dari 1 liter minyak jelantah dihasilkan 200 ml gliserin dan 900 ml biodiesel. Sementara 100 ml yang lainnya menghilang dikarenakan menguap ataupun *losses*.



Gambar 3.5 Proses *settling*

3.4.6 Proses *Washing* (Proses Pencucian)

Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan *aquades*. Biodiesel dipisahkan dari gliserin dan kemudian ditambahkan dengan *aquades* secukupnya. Setelah itu dikocok perlahan-lahan dan diendapkan kembali hingga biodiesel dan *aquades* terpisah. Biodiesel dipisahkan dalam wadah lain lagi dan dilakukan pencucian lagi. Pencucian ini bisa dilakukan lebih dari 3x untuk mendapatkan biodiesel yang bersih.

Dalam proses pencucian ini biodiesel akan banyak terbuang. Karena biodiesel bercampur dengan *aquades* dan membentuk gelembung-gelembung putih dan bagian itu tidak bisa digunakan. Bila tetap diikutkan maka saat proses pengeringan gelembung-gelembung tersebut akan meletus-meletus dan beresiko pada pembuat biodiesel.



Gambar 3.6 Proses pencucian

3.4.7 Proses Pengeringan (*Drying*)

Dalam proses pengeringan biodiesel yang telah dicuci kemudian dipanaskan hingga mencapai 100°C . Setelah mencapai 100°C matikan kompor dan tunggu sejenak kemudian pindahkan. Proses pengeringan ini dilakukan dengan tujuan menghilangkan sisa metoksida dan sisa *aquades* yang tercampur dengan biodiesel. Setelah proses pengeringan, maka akan didapat biodiesel berbahan baku *waste cooking oil* sebanyak 600 ml.

Gambar 3.7 Proses *drying* dan Biodiesel WCO

3.5 Penambahan Iodin

Iodin yang digunakan adalah *iodine resublimed*. *Iodine resublimed* merupakan iodine yang berbentuk kristal yang biasa digunakan di dunia medis untuk bakterisida, disinfeksi, deodoran, analgesik, dll. Dalam industri pertanian merupakan salah satu bahan baku penting untuk membuat pestisida dan digunakan

sebagai fungisida, seperti 4-4 iodophenyl-asam acetic. Kemudian dalam industri pewarna digunakan dalam sintesis bahan pewarna organik.



Gambar 3.8 Iodin resublimed

Penambahan iodin dilakukan pada biodiesel *waste cooking oil* bertujuan agar mendapatkan angka iodin yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini terdapat 3 variasi penambahan iodin, yaitu 0 gr/liter, 10 gr/liter dan 20 gr/liter.



Gambar 3.9 Sample penambahan iodin pada biodiesel

3.6 Uji Karakteristik Biodiesel

Pada tahap ini merupakan tahap uji karakteristik yang dilakukan dalam skala laboratorium. Karakteristik utama yang harus diuji adalah sebagai berikut.

3.6.1 *Iodine number*

Iodine number atau angka iodin merupakan suatu besaran untuk mengukur derajat ketidakjenuhan dalam asam lemak. Ini dinyatakan dengan jumlah gram iodin yang diserap oleh 100 g lemak. Bilangan iodin tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam minyak.

3.6.2 *Viscositas*

Viskositas merupakan ukuran kekentalan yang menyatakan besar kecilnya gesekan didalam fluida. Pada motor diesel *viskositas* berpengaruh pada kemudahan bahan bakar untuk mengalir di dalam saluran bahan bakar, pompa, dan injektor. Semakin rendah *viskositas* bahan bakar, maka semakin mudah bahan bakar tersebut mengalir.

3.6.3 *Densitas*

Berat jenis (*density*) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat (kg) per satuan volume (m^3) bahan bakar. Berat jenis dapat dipengaruhi oleh perubahan temperatur temperature dan tekanan yang dialami oleh bahan bakar biodiesel. Semakin tinggi tekanan yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi temperatur yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin menurun.

3.6.4 *Titik nyala (flash point)*

Titik nyala adalah temperatur terendah suatu bahan bakar yang pada saat dipanaskan, maka uap yang bercampur dengan udara dari hasil pemanasan tersebut akan menyala bila diberikan kompresi yang tinggi. Titik nyala pada standard biodiesel memiliki batas nilai minimal $100^{\circ}C$.

3.6.5 *Pour point*

Titik tuang merupakan batas temperatur tuang dimana mulai terbentuk kristal-kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar dan injektor. Pada titik tuang yang tinggi

bahan bakar tidak dapat mengalir sempurna dan tidak akan terjadi atomisasi yang baik ketika diinjeksikan ke ruang bakar motor diesel. Oleh karena itu kandungan *properties* dari biodiesel sebagai pengganti minyak solar harus diperhatikan kualitasnya.

3.6.6 Lower Heating Value (LHV)

Nilai panas (nilai pembakaran) atau HV (*Heating Value*) adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1 kg bahan bakar bila bahan bakar tersebut dibakar. Pada gas hasil pembakaran terdapat H₂O dalam bentuk uap atau cairan. Nilai kalor biasanya digunakan pada bahan bakar dan merupakan karakteristik dari bahan bakar tersebut. Terdapat dua macam nilai pembakaran yaitu nilai pembakaran atas atau *Higher Heating Value* (HHV) dan nilai pembakaran bawah atau *Lower Heating Value* (LHV). HHV merupakan nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H₂O berbentuk cairan, sedangkan LHV yaitu nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H₂O berbentuk gas.

3.7 Bahan Bakar

Bahan bakar yang akan digunakan dalam eksperimen ini terdiri dari 2 jenis bahan bakar, yaitu pertamina dex dan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) dengan 3 variasi penambahan iodin. Pertamina dex yang digunakan merupakan yang dijual di SPBU milik Pertamina dan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) yang telah dibuat sebelumnya. Pertamina dex dan biodiesel tersebut nantinya akan dilakukan pencampuran dengan prosentase B20 dan B30, sehingga membentuk 6 tipe bahan bakar.

1. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 1 (0 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20)
2. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 2 (10 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20A)

3. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 3 (20 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20B)
4. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 1 (0 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30)
5. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 2 (10 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30A)
6. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 3 (20 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30B)

3.8 Uji Performansi

Uji performansi dilakukan setelah bahan bakar biodiesel telah diuji kandungan iodinnya. Pengujian ini dilakukan pada motor diesel Yanmar TF 85 MH-di 493 cc. Tujuan dilakukan uji performansi yaitu untuk mengetahui daya, torsi, SFOC, BMEP, dan efisiensi thermal dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel yang telah disediakan sebelumnya.

3.9 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh setelah melakukan uji karakteristik pada biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) yang telah dibuat sebelumnya. Disamping itu pula juga dibutuhkan data pada saat unjuk kerja (performansi) pada motor diesel dengan menggunakan bahan bakar yang telah disediakan.

3.10 Analisa Data dan Pembahasan

Pada penelitian ini analisa data yang dilakukan adalah menganalisa pengaruh angka iodin, viskositas dan titik bakar dari biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) terhadap unjuk kerja motor diesel.

3.11 Kesimpulan

Setelah semua tahapan dilakukan, maka selanjutnya adalah menarik kesimpulan analisa data dan percobaan. Diharapkan nantinya hasil kesimpulan dapat menjawab permasalahan yang menjadi tujuan skripsi ini. Selain itu diperlukan saran berdasarkan hasil penellitian untuk perbaikan tugas akhir supaya lebih sempurna.

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Properties Biodiesel Minyak Jelantah

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah minyak jelantah lebih dari 3x penggorengan. Minyak jelantah ini melalui proses transesterifikasi dengan katalis KOH dan *methanol*. Setelah didapatkan biodiesel minyak jelantah, kemudian untuk mengetahui kualitasnya maka dilakukan pengujian *properties*. Pada penelitian ini pengujian *properties* dilakukan di Laboratorium Energi ITS.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *properties* biodiesel minyak jelantah

No	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Densitas pada 15 ^o C	880	kg/m ³
2.	Viskositas pada 40 ^o C	5.39	mm ² /s (Cst)
3.	Flash point	173	^o C
4.	Pour point	6	^o C
5.	Lower heating value	18.249	BTU/lb
6.	Water content	0.12	%

Hasil uji *properties* diatas dapat disesuaikan dengan Standart Biodiesel Indonesia. Dimana dari keenam *properties* diatas hanya *water content* yang tidak memenuhi Standart Biodiesel Indonesia. Pada SBI, untuk kandungan *water content* maksimal adalah 0,05 %, sedangkan pada biodiesel *waste cooking oil* ini masih mengandung 0,12% air. Hal ini dikarenakan kurang sempurnanya proses pengeringan sehingga masih terdapat sisa-sisa air pencucian pada biodiesel.

4.2 Kandungan *Iodine Number*

Iodine number merupakan suatu besaran untuk mengukur derajat ketidakjenuhan dalam asam lemak. Ini dinyatakan dengan jumlah gram iodin yang diserap oleh 100 g lemak. Bilangan iodin

tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam minyak. Berikut merupakan hasil dari analisa *iodine number* dari biodiesel minyak jelantah dengan variasi penambahan zat *iodine resublimed*.

Tabel 4.2. Hasil analisa *iodine number*

Kode contoh	Hasil analisa	Metode analisa
	Iodine number (g/kg)	
Biodiesel WCO	63,47	Titrimetri
Biodiesel WCO + iodine 10 gr/liter	94,91	Titrimetri
Biodiesel WCO + iodine 20 gr/liter	126,32	Titrimetri

Metode analisa titrimetri merupakan suatu cara analisis yang berdasarkan pengukuran volume larutan yang diketahui konsentrasinya secara teliti (titran/penitar/larutan baku). Volume larutan ini direaksikan dengan larutan sampel yang akan ditetapkan kadarnya. Hasil analisa angka iodin akan dipengaruhi oleh proses daripada analisa itu sendiri. Karena dalam proses terdapat penambahan unsur halogen (larutan KI) yang dapat memutus ikatan rangkap pada lemak tak jenuh.

Berdasarkan hasil analisa *iodine number* diatas, dapat dilihat *iodine number* dari biodiesel *waste cooking oil* telah memenuhi SNI Biodiesel. Untuk variasi penambahan iodin sebanyak 10 gr/liter dan 20 gr/liter juga memenuhi SNI Biodiesel.

4.3 Pengaruh Angka Iodin Pada Biodiesel Berbahan Baku *Waste Cooking Oil* Terhadap Performa Motor Diesel

Motor diesel merupakan jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana pembakaran dengan menyemprotkan bahan bakar cair ke dalam udara yang dipanaskan kompresi didalam silinder. Bahan bakar akan terbakar bersamaan

dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan suatu kerja.

Pada Penelitian ini akan dilakukan uji peformansi untuk mengetahui pengaruh angka iodin pada biodiesel minyak jelantah performa motor diesel. Hasil percobaan ini nantinya akan menentukan performa mesin secara menyeluruh terutama letak pembebanan pada masing-masing putaran. Putaran yang digunakan dalam percobaan ini dimulai pada putaran 1800 rpm sampai dengan 2200 rpm.

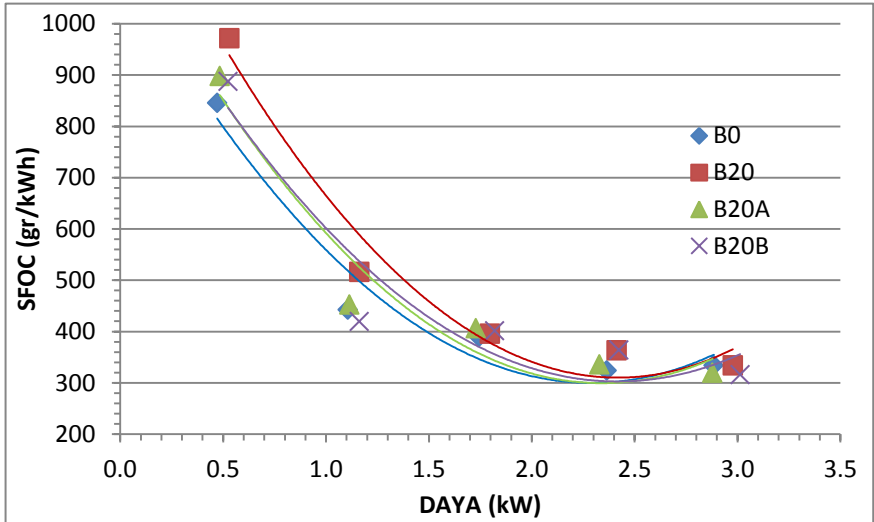
Jenis bahan bakar yang akan digunakan dalam percobaan ini ada 7 jenis bahan bakar. Yang pertama menggunakan jenis bahan bakar 100% minyak solar/pertamina dex (B0) dan campuran pertamina dex dengan biodiesel *waste cooking oil* dengan variasi berikut:

1. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 1 (0 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20)
2. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 2 (10 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20A)
3. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 3 (20 gram iodin) dengan prosentase 80% solar dengan 20% biodiesel (B20B)
4. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 1 (0 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30)
5. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 2 (10 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30A)
6. Bahan bakar campuran antara solar dengan biodiesel dari *waste cooking oil* (WCO) variasi 3 (20 gram iodin) dengan prosentase 70% solar dengan 30% biodiesel (B30B)

Untuk mengetahui unjuk kerja motor diesel, diperlukan rumus perhitungan yang terdapat pada lampiran untuk analisa dan

pembahasan mengenai daya, torsi, konsumsi bahan bakar (SFOC), BMEP, serta efisiensi thermal.

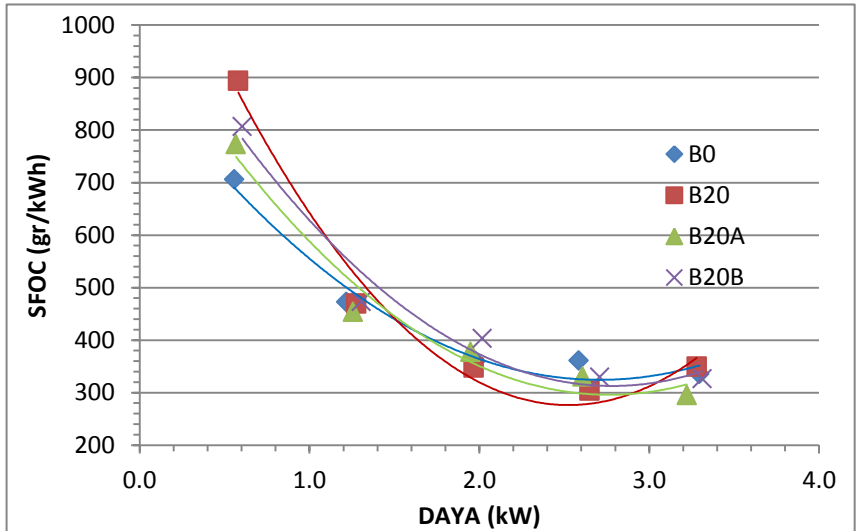
4.3.1 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM



Gambar 4.1 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik 4.1 dapat dilihat ketika berada di beban yang rendah angka iodin mempengaruhi nilai SFOC. Semakin besar angka iodin pada bahan bakar, semakin rendah nilai SFOC. Dari grafik diatas SFOC mengalami penurunan sebesar 73.6 gr/kWh pada beban rendah. Kemudian dari grafik diatas juga dapat disimpulkan semakin besar beban, pengaruh angka iodin pada SFOC semakin kecil. Pada beban 4000 watt pada putaran 1800 RPM angka iodin tidak berpengaruh terhadap SFOC.

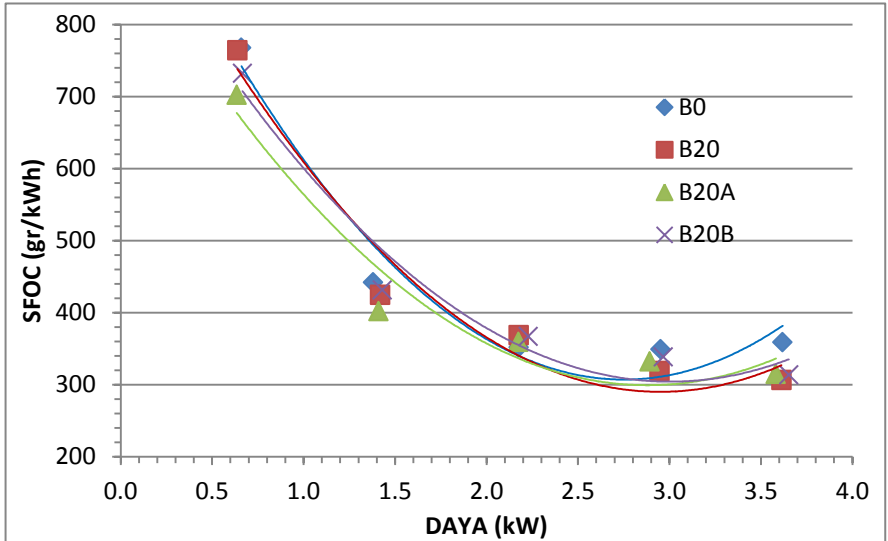
4.3.2 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM



Gambar 4.2 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik 4.2 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi nilai SFOC saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah, bahan bakar B20 menghasilkan nilai SFOC paling tinggi. Namun pada beban tinggi nilai SFOC pada B20 paling rendah. Semakin besar angka iodin pada bahan bakar, semakin bahan bakar tersebut mendekati bahan bakar B0. Daya maksimum pada keempat bahan bakar diatas juga dipengaruhi oleh angka iodin. Pada putaran 1900 RPM semakin besar angka iodin daya yang dihasilkan semakin besar. Daya mengalami peningkatan sebesar 0.1 kW Dan daya terbesar pada putaran 1900 RPM ini dihasilkan oleh bahan bakar B20B.

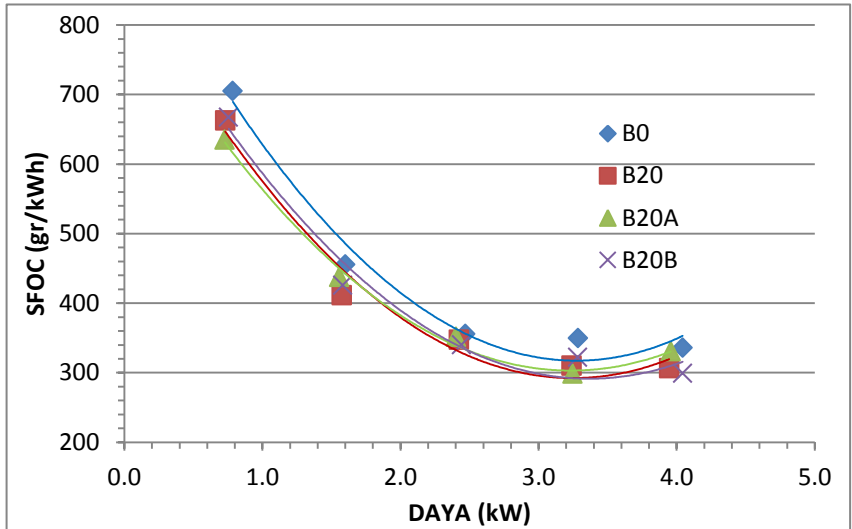
4.3.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM



Gambar 4.3 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik 4.3 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi nilai SFOC saat beban rendah. Pada beban rendah, hanya bahan bakar B20A yang tidak mendekati B0. Namun pada beban 5000 watt nilai SFOC pada B20, B20A dan B20B dipengaruhi oleh angka iodin. Karena pengaruh itu nilai SFOC pada bahan bakar tersebut lebih kecil daripada bahan bakar B0. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2000 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B20, B20A dan B20B adalah sama yaitu sebesar 3 kW. Daya ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan daya 2.7 kW yang dihasilkan B0.

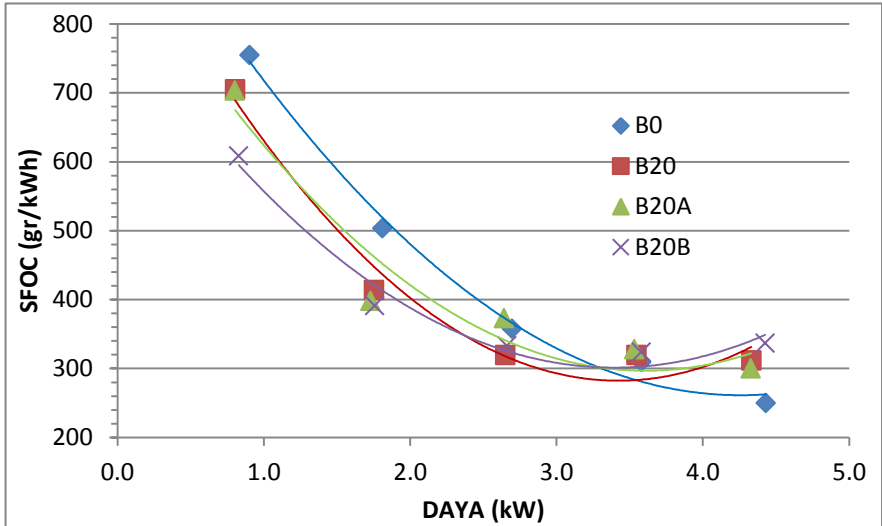
4.3.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM



Gambar 4.4 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi nilai SFOC saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah hingga beban tinggi, bahan bakar B20, B20A, dan B20B menghasilkan nilai SFOC berada di bawah bahan bakar B0. Nilai SFOC yang dihasilkan oleh bahan bakar B20, B20A, dan B20B hampir sama. Karena itu angka iodin tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai SFOC pada putaran 2100 RPM. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2100 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B adalah sama yaitu sebesar 3.4 kW.

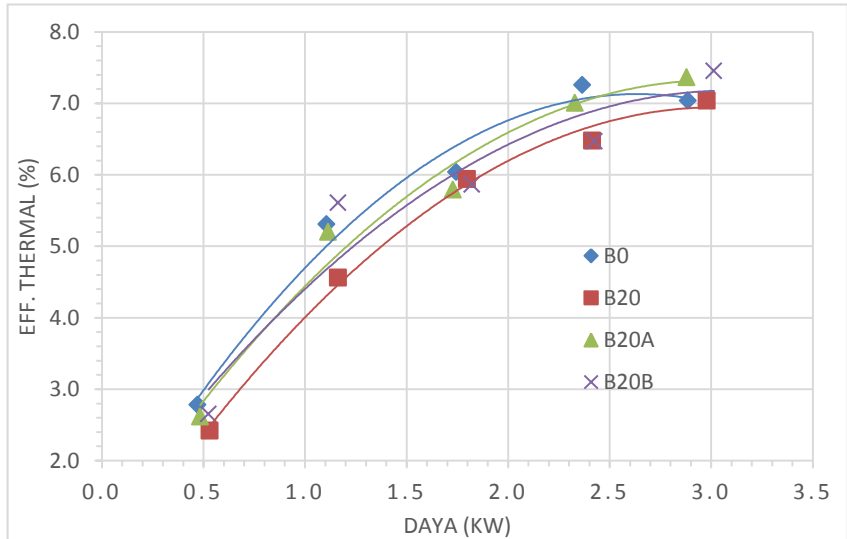
4.3.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM



Gambar 4.5 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik 4.5 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi nilai SFOC saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah bahan bakar B20, B20A, dan B20B menghasilkan nilai SFOC berada di bawah bahan bakar B0 dengan selisih sebesar 50 gr/kWh. Pada beban rendah, nilai SFOC pada bahan bakar B20B paling rendah sebesar 608.4 gr/kWh. Ini menunjukkan bahwa semakin besar angka iodin maka nilai SFOC semakin rendah. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2200 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B20, B20A dan B20B adalah sama yaitu sebesar 3.5 kW. Jauh berbeda dari bahan bakar B0 yang menghasilkan daya sebesar 4.4 kW.

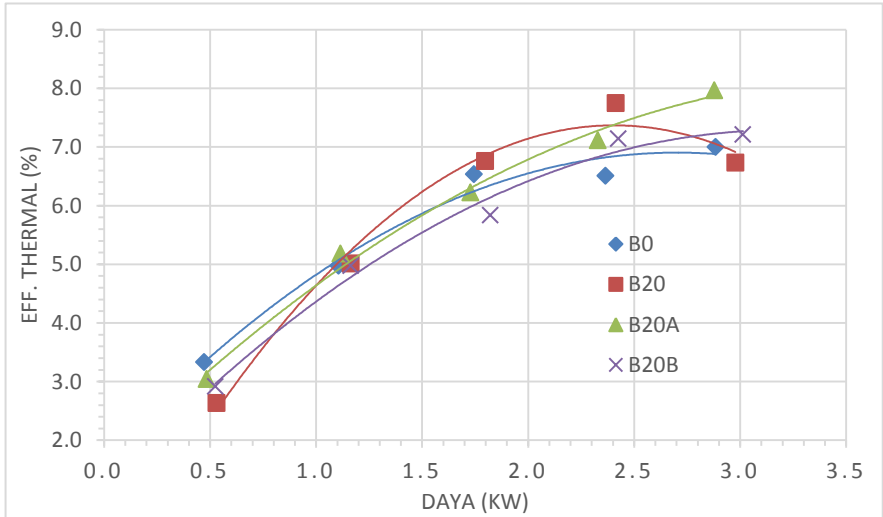
4.3.6 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM



Gambar 4.6 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik 4.6 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah semakin besar angka iodin maka efisiensi akan semakin tinggi. Namun efisiensi yang dihasilkan bahan bakar B20, B20A, dan B20B masih berada dibawah efisiensi dari bahan bakar B0. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B20A memiliki nilai paling tinggi yaitu 7.36%, sedangkan B0 efisiensi thermalnya 7.1%. Pada beban tinggi putaran 1800 RPM angka iodin juga berpengaruh pada efisiensi thermal. Semakin tinggi angka iodin pada bahan bakar maka efisiensi thermal yang dihasilkan juga semakin tinggi.

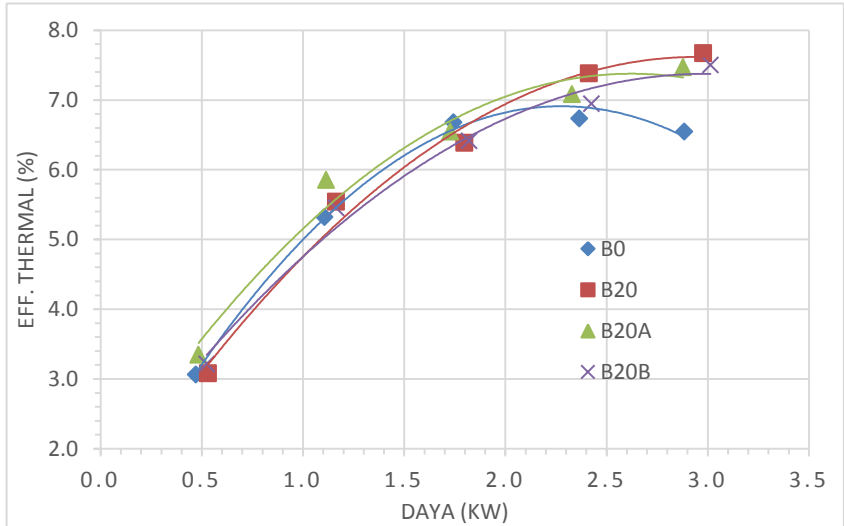
4.3.7 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM



Gambar 4.7 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik 4.7 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah semakin besar angka iodin maka efisiensi akan semakin tinggi. Namun efisiensi yang dihasilkan bahan bakar B20, B20A, dan B20B masih berada dibawah efisiensi dari bahan bakar B0. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B20A memiliki nilai paling tinggi yaitu 7.96%, sedangkan B0 efisiensi thermalnya 7%. Pada beban tinggi putaran 1900 RPM angka iodin juga berpengaruh pada efisiensi thermal. Semakin tinggi angka iodin pada bahan bakar maka efisiensi thermal yang dihasilkan juga semakin tinggi

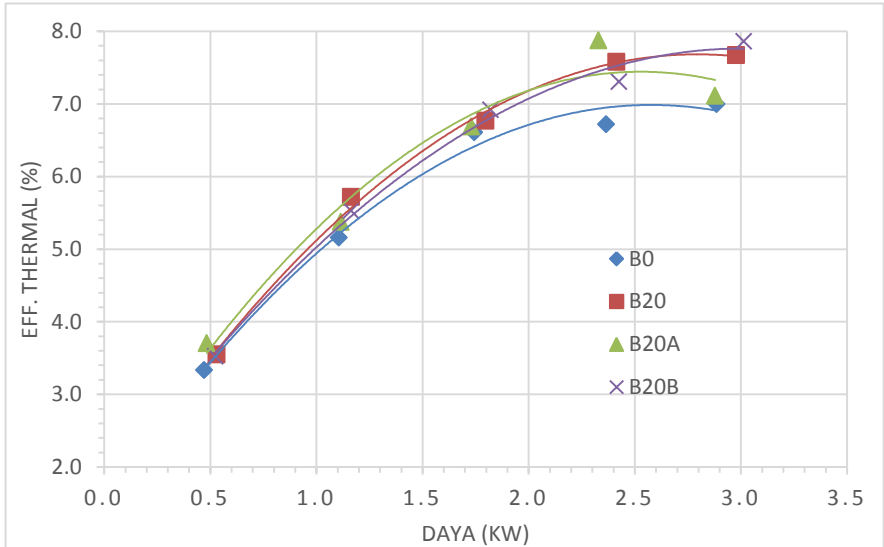
4.3.8 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM



Gambar 4.8 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik 4.8 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah semakin besar angka iodin maka efisiensi akan semakin tinggi. Namun efisiensi thermal yang dihasilkan bahan bakar B20, B20A, dan B20B tidak jauh berbedadari bahan bakar B0 saat beban rendah. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B20 memiliki nilai paling tinggi yaitu 7.6%, sedangkan B0 efisiensi thermalnya 6.5%. Pada beban tinggi putaran 2000 RPM angka iodin juga berpengaruh pada efisiensi thermal. Semakin tinggi angka iodin pada bahan bakar maka efisiensi thermal yang dihasilkan semakin kecil.

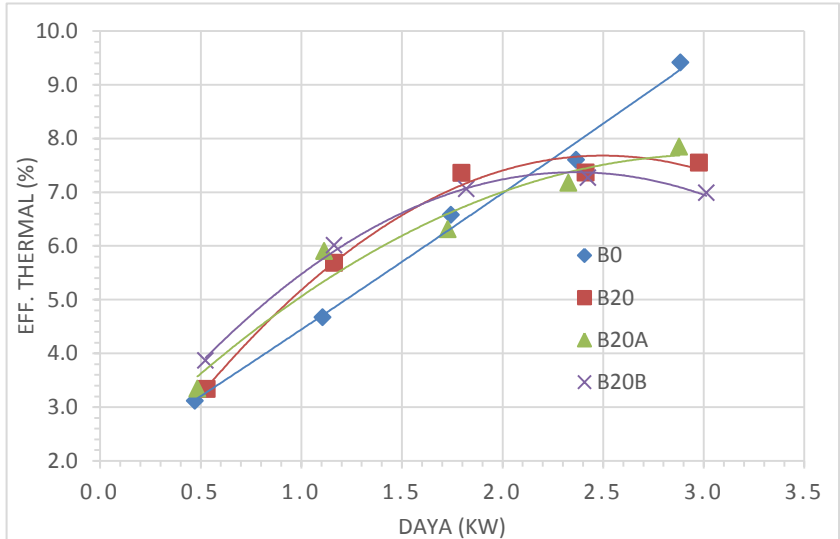
4.3.9 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM



Gambar 4.9 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik 4.9 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal hanya saat beban tinggi. Pada beban rendah angka iodin tidak mempengaruhi efisiensi thermal. Namun seiring besarnya beban, angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal yang dihasilkan bahan bakar B20, B20A, dan B20B. Semakin tinggi angka iodin pada bahan bakar maka efisiensi thermal yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B20B memiliki nilai paling tinggi yaitu 7.86%, sedangkan B0 efisiensi thermalnya 6.9%.

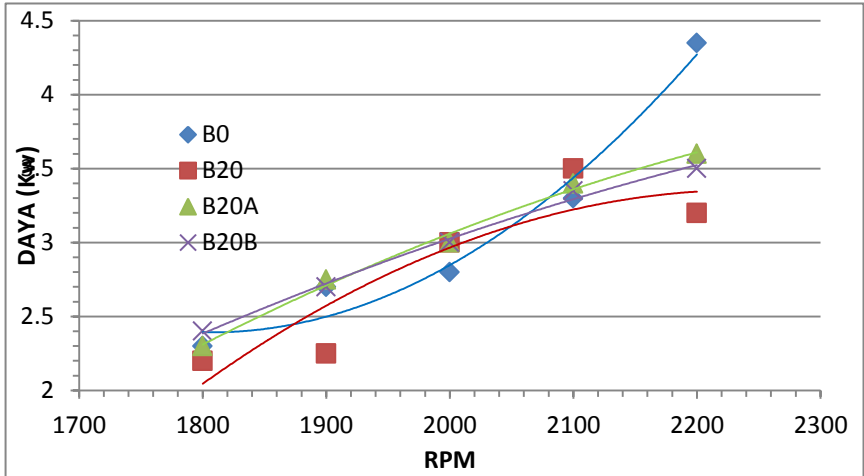
4.3.10 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik 4.10 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal hanya saat beban tinggi. Pada beban rendah angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal. Pada beban rendah, semakin tinggi angka iodin bahan bakar maka semakin tinggi efisiensi thermalnya. Namun seiring besarnya beban, pada beban tinggi semakin besar angka iodin maka efisiensi semakin rendah. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B0 memiliki nilai paling tinggi yaitu 9.4%, sedangkan efisiensi terendah adalah pada bahan bakar B20B dengan nilai efisiensi thermalnya 6.9%.

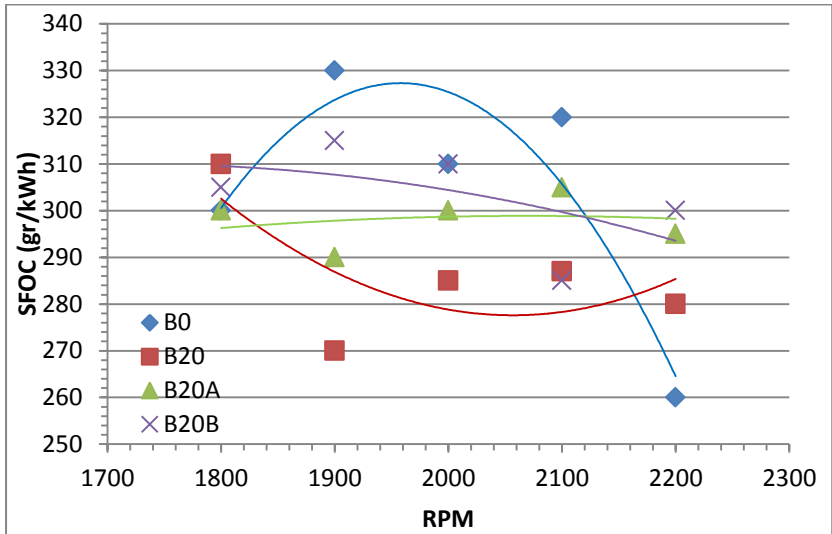
4.3.11 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0 dan B20, B20A dan B20B



Gambar 4.11 Grafik perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B

Grafik 4.11 merupakan perbandingan antara nilai daya maksimum dengan putaran pada tiap jenis bahan bakar, dimana nilai daya terbesar didapatkan dari grafik SFOC (*trend line*) dengan nilai paling rendah pada setiap RPM. Titik puncak daya terjadi pada RPM 2200. Pada RPM 2200 merupakan daya dan RPM maksimum yang dimiliki oleh *engine*. B0 menghasilkan daya sebesar 4.35 kW, B20 menghasilkan daya 3.3 kW, B20A menghasilkan daya 3.6 kW, dan B20B menghasilkan daya 3.5 kW. Daya yang dihasilkan B0 adalah yang paling besar. Sedangkan B20, B20A dan B20B menghasilkan daya yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar angka iodin maka daya yang dihasilkan bisa semakin besar, namun jika terlalu besar nilai angka iodin tersebut maka daya akan kembali menurun.

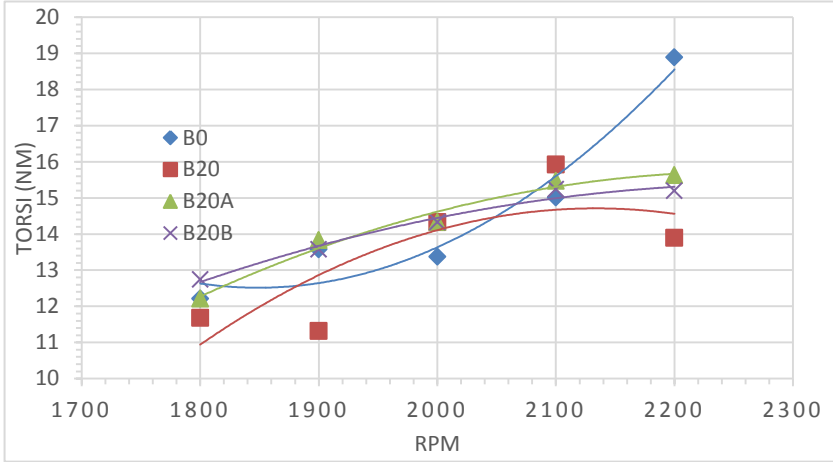
4.3.12 Perbandingan Antara SFOC dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B



Gambar 4.12 Grafik perbandingan antara SFOC dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0 B20, B20A dan B20B

Grafik 4.12 merupakan grafik SFOC pada daya maksimum terhadap putaran engine. Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai SFOC bahan bakar B20, B20A dan B20B terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B20 lebih hemat 92 gr/kWh terhadap B0. Sedangkan bahan bakar B20A dan B20B lebih hemat 31 gr/kWh dan 66 gr/kWh dibandingkan dengan B0. Sehingga dapat dikatakan bahwa B20 merupakan bahan bakar yang paling hemat. Dapat dikatakan juga bahwa semakin besar angka iodin maka nilai SFOC semakin besar meskipun bahan bakar B20, B20A dan B20B lebih hemat daripada B0.

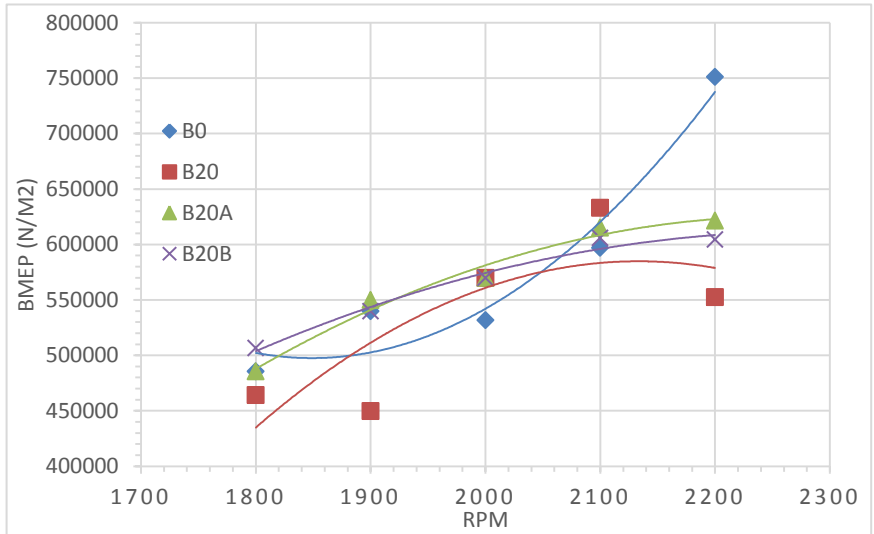
4.3.13 Perbandingan Antara Torsi dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0 B20, B20A dan B20B



Gambar 4.13 Grafik perbandingan antara torsi dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B

Grafik 4.13 merupakan grafik perbandingan antara torsi dengan putaran *engine* pada daya maksimum. B0 menghasilkan torsi sebesar 18.7 Nm, B20 menghasilkan torsi 14.7 Nm, B20A menghasilkan torsi 15.6 Nm, dan B20B menghasilkan torsi 15.15 Nm. Torsi yang dihasilkan B0 adalah yang paling besar. Sedangkan B20, B20A dan B20B menghasilkan torsi yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar angka iodin maka torsi yang dihasilkan bisa semakin besar, namun jika terlalu besar nilai angka iodin tersebut maka torsi akan kembali menurun.

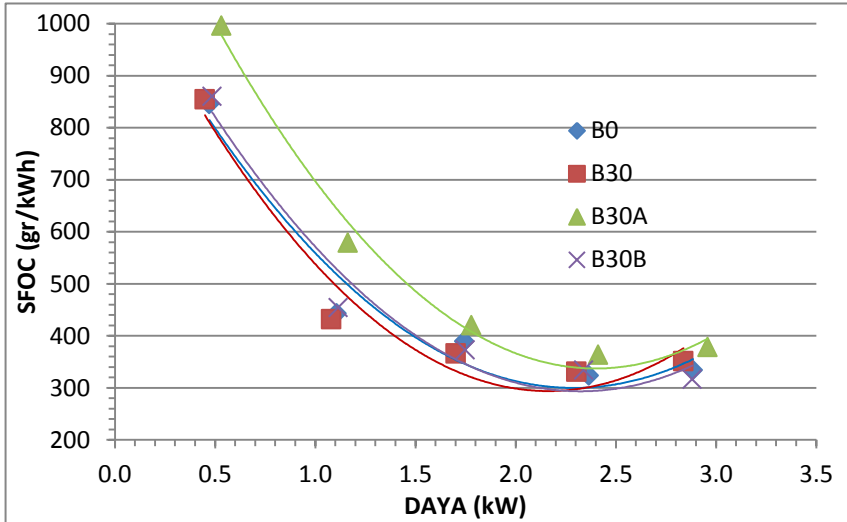
4.3.14 Perbandingan Antara BMEP dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimum pada Bahan Bakar B0, B20, B20A dan B20B



Gambar 4.14 Grafik perbandingan antara BMEP dengan putaran *engine* pada daya maksimum pada bahan bakar B0, B20, B20A dan B20B

Grafik 4.14 merupakan grafik perbandingan antara BMEP dengan putaran engine pada daya maksimum. Pertamina DEX menghasilkan BMEP sebesar 740000 N/m², B20 menghasilkan BMEP 580000 N/m², B20A menghasilkan BMEP 620000 N/m², dan B20B menghasilkan BMEP 610000 N/m². BMEP yang dihasilkan B0 adalah yang paling besar. Sedangkan B20, B20A dan B20B menghasilkan BMEP yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar angka iodin maka nilai BMEP yang dihasilkan bisa semakin besar, namun jika terlalu besar nilai angka iodin tersebut maka BMEP akan kembali menurun.

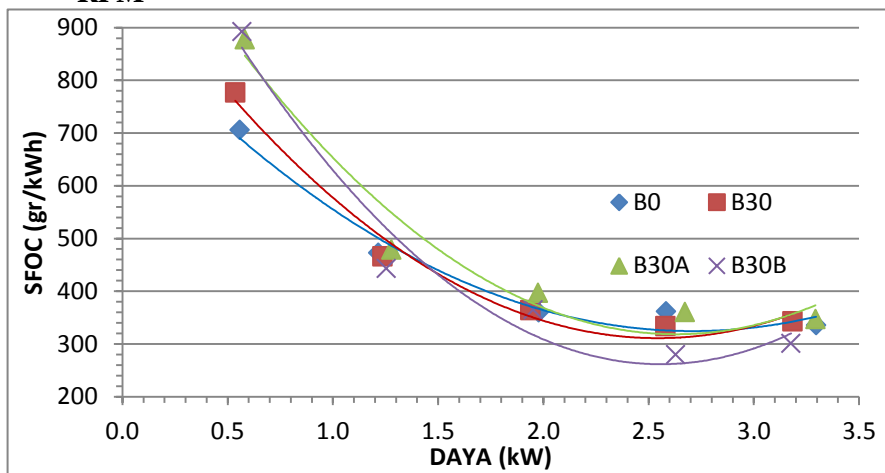
4.3.15 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM



Gambar 4.15 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik 4.15 dapat dilihat ketika berada di beban yang rendah maupun tinggi angka iodin tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai SFOC. Hanya bahan bakar B30A yang memiliki nilai SFOC yang lebih tinggi 151 gr/kWh daripada yang lain. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 1800 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B0, B30, dan B30B adalah sama yaitu sebesar 2.25 kW. Sedangkan pada bahan bakar B30A menghasilkan daya yang sedikit lebih besar daripada yang lain yaitu sebesar 2.5 kW.

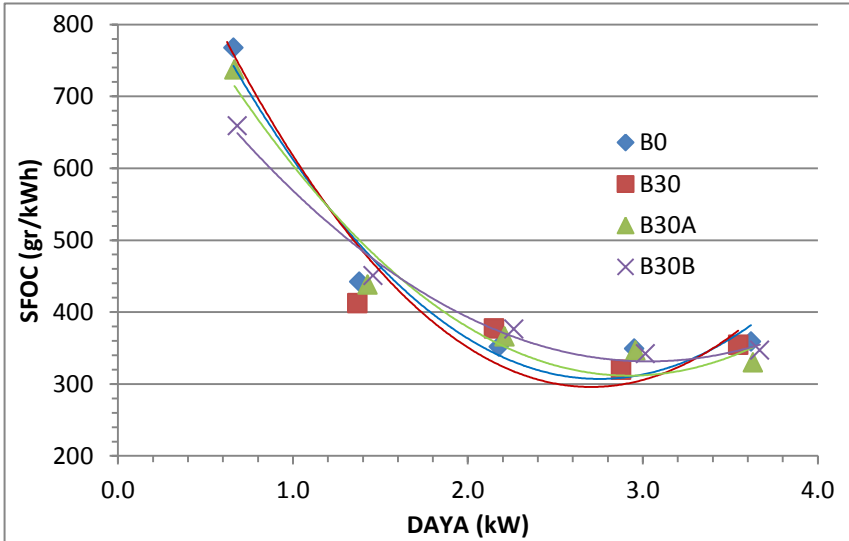
4.3.16 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM



Gambar 4.16 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik 4.16 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi nilai SFOC saat beban kecil maupun besar. Pada beban rendah, bahan bakar B30B menghasilkan nilai SFOC paling tinggi yaitu 860 gr/kWh. Namun pada beban tinggi nilai SFOC pada B30B paling rendah yaitu sebesar 316 gr/kWh. Dari grafik diatas untuk putaran 1900 RPM pada beban rendah, semakin tinggi angka iodin maka nilai SFOC bahan bakar semakin besar. Daya maksimum pada B0, B30, B30A dan B30B menghasilkan daya yang sama yaitu 2.7 kW.

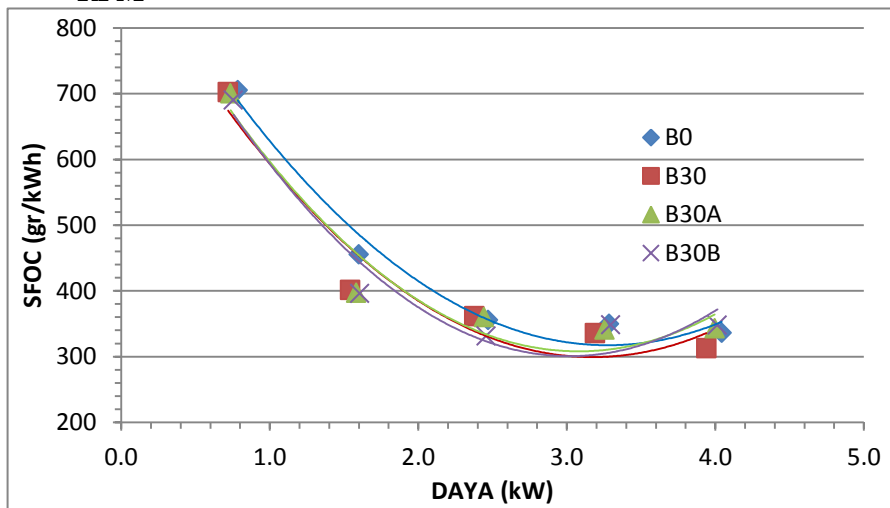
4.3.17 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM



Gambar 4.17 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik 4.17 dapat dilihat ketika berada di beban yang rendah maupun tinggi angka iodin berpengaruh signifikan terhadap nilai SFOC. Pada beban rendah, semakin besar angka iodin bahan bakar maka nilai SFOC semakin rendah. Pada beban tinggi, semakin besar angka iodin maka nilai SFOC juga semakin tinggi. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2000 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B0, B30, B30A, dan B30B semakin meningkat. Ini menunjukkan bahwa semakin besar angka iodin maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Namun kenaikan daya ini hanya sebesar 0.1 – 0.2 kW dari daya bahan bakar B30 sebesar 2.7 kW.

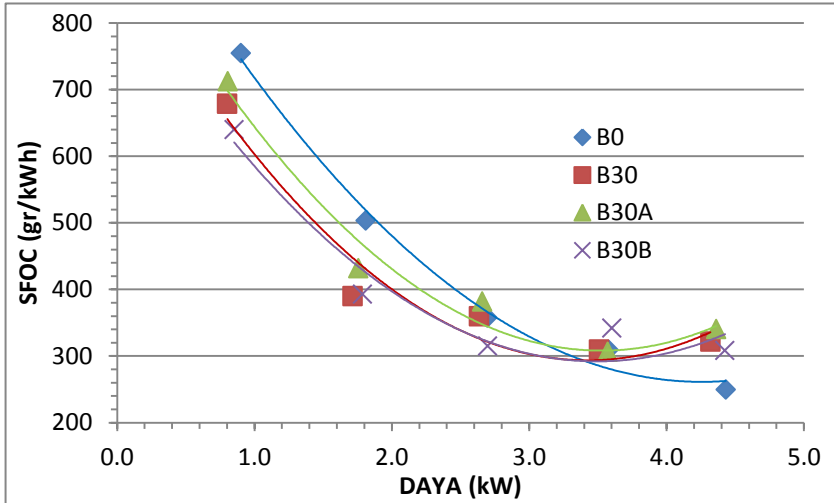
4.3.18 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM



Gambar 4.18 Grafik perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik 4.18 dapat dilihat ketika berada di beban yang rendah maupun tinggi angka iodin tidak mempengaruhi nilai SFOC. Karena pada grafik diatas nilai SFOC pada bahan bakar B30, B30A dan B30B tidak mengalami perbedaan satu sama lain. Nilai SFOC B30, B30A dan B30B adalah sebesar 700 gr/kWh dan nilai ini tidak jauh berbeda daripada nilai SFOC B0 sebesar 705 gr/kWh. Pada beban tinggi nilai SFOC dari bahan bakar B0 dengan B30, B30A dan B30B juga tidak jauh berbeda. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2100 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B0 dengan nilai sebesar 3.3 kW. Sedangkan pada B30, B30A, dan B30B daya yang dihasilkan sedikit lebih kecil yaitu 3.1 gr/kWh.

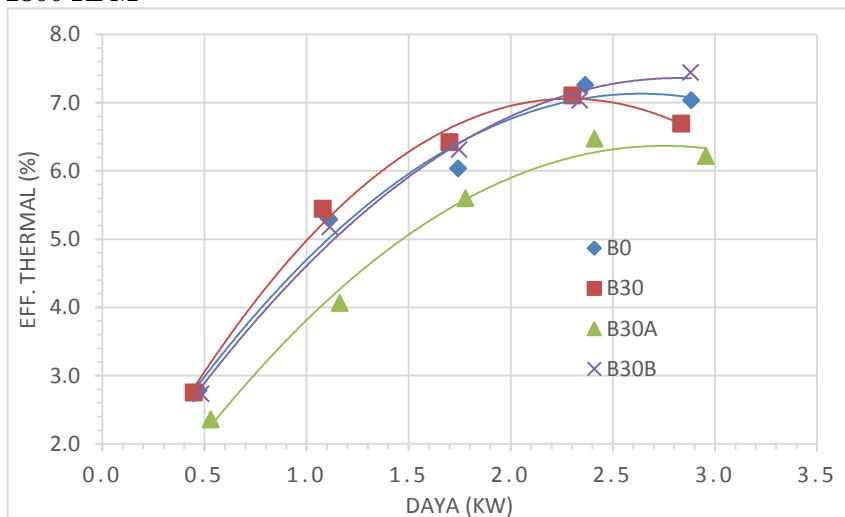
4.3.19 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM



Gambar 4.19 Grafik perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik 4.19 dapat dilihat ketika berada di beban yang rendah maupun tinggi angka iodin mempengaruhi nilai SFOC. Pada beban rendah, nilai SFOC pada B0 adalah yang paling besar yaitu 754.8 gr/kWh. Sedangkan nilai SFOC pada bahan bakar B30, B30A dan B30B berada dibawah bahan bakar B0. Maka pada beban rendah di 2200 RPM semakin besar angka iodin maka nilai SFOC semakin kecil. Pada beban tinggi, nilai SFOC dari B0 berkebalikan dari nilai SFOC B0 pada beban tinggi. Sementara itu, daya maksimum pada putaran 2200 RPM yang dihasilkan oleh bahan bakar B30, B30A, dan B30B adalah 3.5 kW. Daya ini lebih kecil daripada bahan bakar B0 yang menghasilkan daya sebesar 4.3 kW.

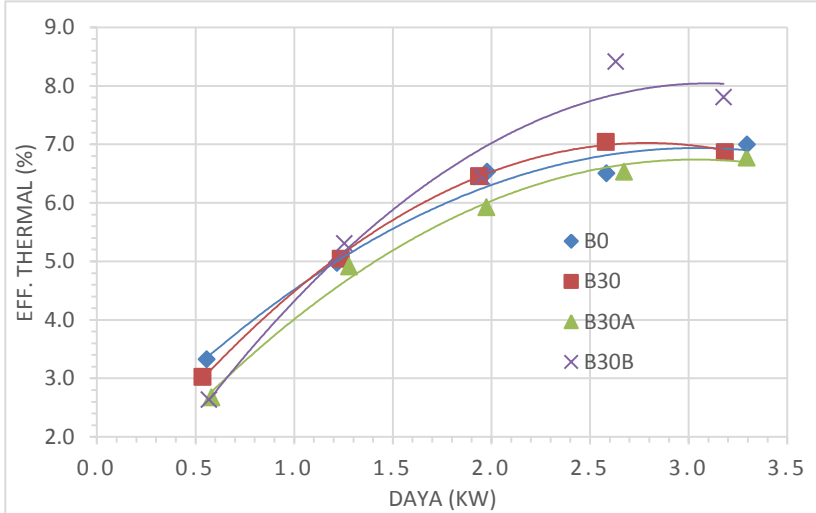
4.3.20 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM



Gambar 4.20 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik 4.20 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban tinggi. Pada beban rendah angka iodin tidak berpengaruh signifikan karena sudah mendekati B0 dan hanya bahan bakar B30A yang efisiensi thermalnya berada dibawah bahan bakar lain. Pada beban 5000 watt, efisiensi bahan bakar B30B memiliki nilai paling tinggi yaitu 7.4%. Pada beban tinggi ini, terjadi kenaikan efisiensi thermal pada B30 dengan B30B. Sementara efisiensi dari bahan bakar B30A masih berada dibawah bahan bakar yang lain.

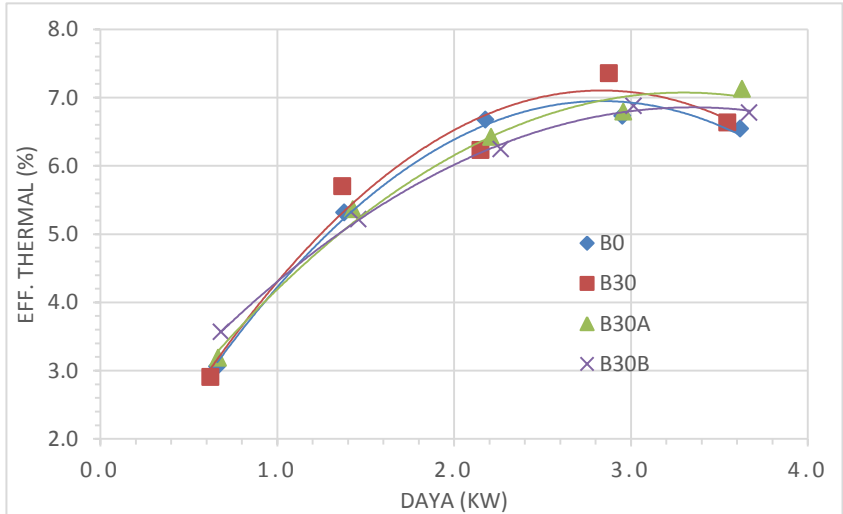
4.3.21 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM



Gambar 4.21 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik 4.21 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban rendah maupun tinggi. Pada putaran 1900 RPM pada beban rendah semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal akan semakin rendah. Sedangkan pada beban tinggi, semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal akan semakin tinggi. Namun pada bahan bakar B30A efisiensi yang dihasilkan tidak menjadi semakin tinggi. Bahan bakar ini masih memiliki efisiensi dibawah bahan bakar B0 dengan nilai 6.8%. Sedangkan efisiensi paling tinggi pada bahan bakar B30B dengan nilai 8%.

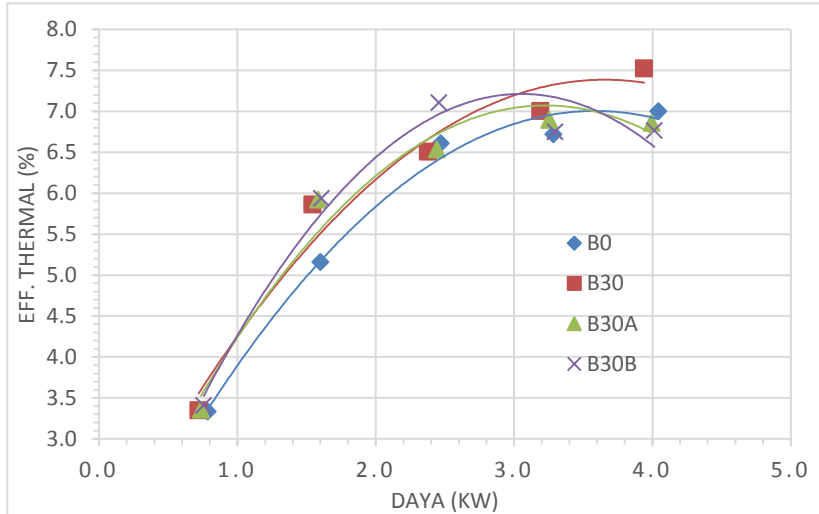
4.3.22 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM



Gambar 4.22 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik 4.22 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal hanya saat beban tinggi. Pada putaran 2000 RPM pada beban rendah angka iodin tidak mempengaruhi efisiensi thermal. Sedangkan pada beban 4000 watt, semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal akan semakin rendah. Dimana pada beban 4000 watt, bahan bakar B30 memiliki nilai efisiensi thermal sebesar 7.15% dan bahan bakar B30B memiliki nilai efisiensi thermal sebesar 6.75%.

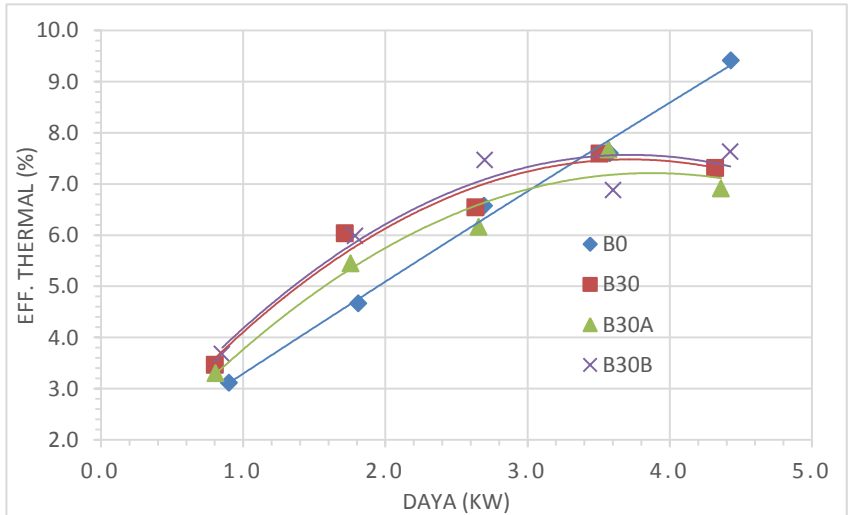
4.3.23 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM



Gambar 4.23 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik 4.23 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal hanya saat beban tinggi. Pada putaran 2100 RPM pada beban rendah angka iodin tidak mempengaruhi efisiensi thermal. Sedangkan pada beban 4000 watt, semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal akan semakin rendah. Dimana pada beban 4000 watt, bahan bakar B30 memiliki nilai efisiensi thermal sebesar 7.4% dan bahan bakar B30B memiliki nilai efisiensi thermal sebesar 7.05%.

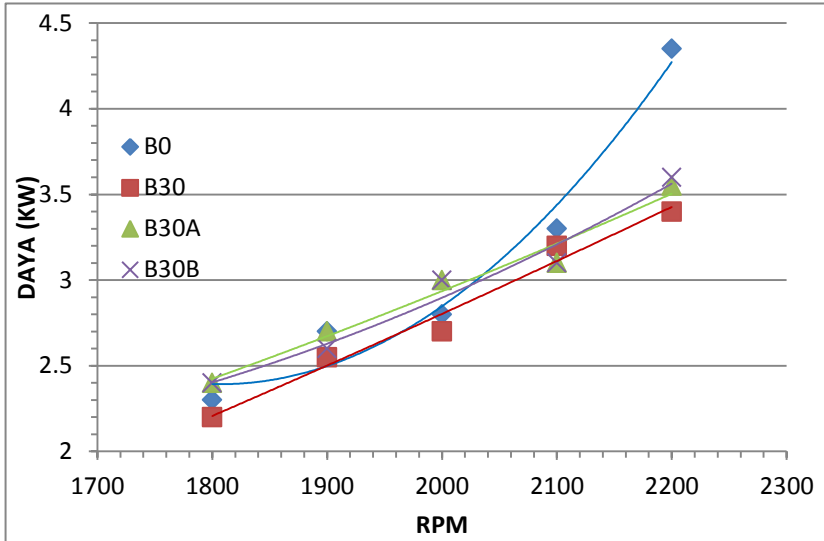
4.3.24 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM



Gambar 4.24 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B30, B30A dan B30B pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik 4.24 dapat dilihat angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal saat beban rendah maupun tinggi. Pada putaran 2200 RPM pada beban rendah angka iodin mempengaruhi efisiensi thermal namun tidak signifikan. Dimana semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal juga semakin kecil. Sementara itu, pada beban 4000 watt juga dipengaruhi angka iodin. Semakin tinggi angka iodin maka efisiensi thermal akan semakin rendah. Namun efisiensi thermal yang menurun ini terjadi pada bahan bakar B30 dengan B30A. Sedangkan B30B memiliki nilai efisiensi thermal yang berada sedikit diatas B30 pada beban rendah maupun tinggi.

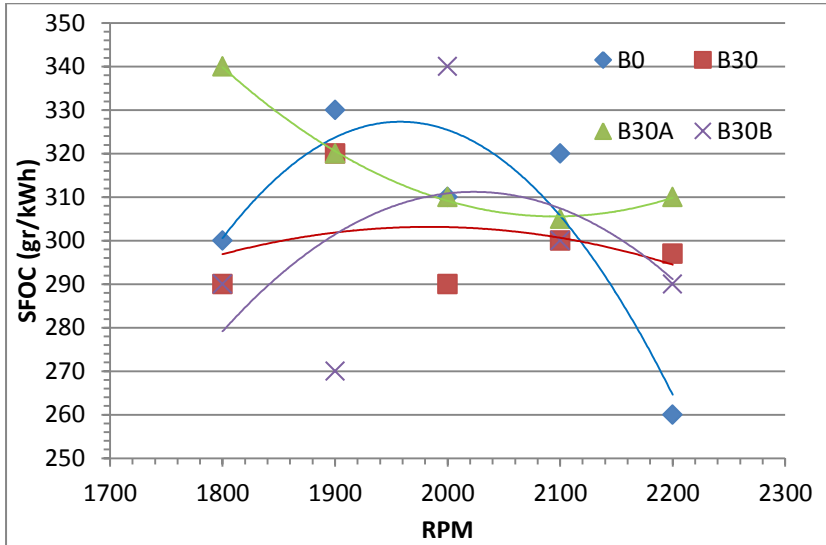
4.3.25 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B



Gambar 4.25 Grafik perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B

Grafik 4.25 merupakan perbandingan antara nilai daya maksimum dengan putaran pada tiap jenis bahan bakar. B0 menghasilkan daya sebesar 4.35 kW, B30 menghasilkan daya 3.7 kW, B30A menghasilkan daya 3.9 kW, dan B30B menghasilkan daya 4.1 kW. Daya yang dihasilkan B0 adalah yang paling besar. Sedangkan B30, B30A dan B30B menghasilkan daya yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar angka iodin maka daya yang dihasilkan bisa semakin besar.

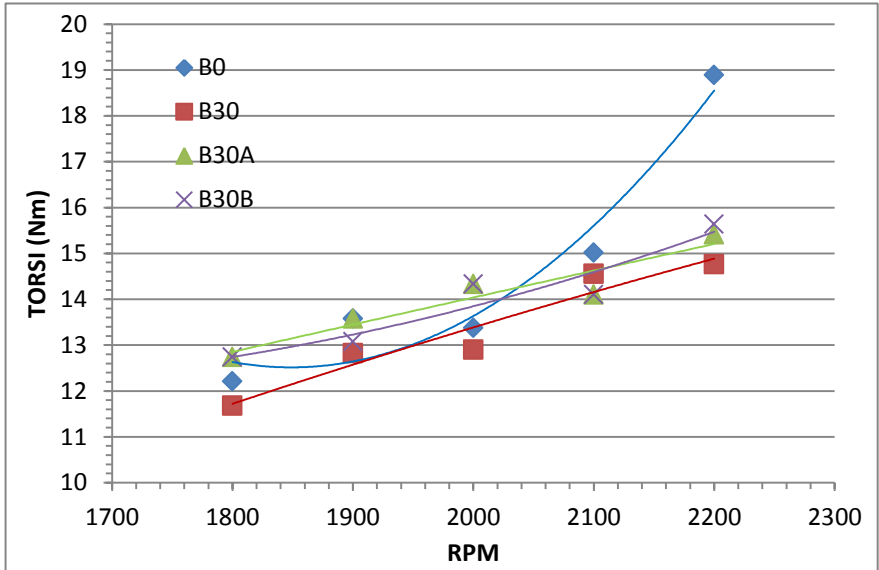
4.3.26 Perbandingan Antara SFOC dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B



Gambar 4.26 Grafik perbandingan antara SFOC dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B

Grafik 4.26 merupakan grafik SFOC pada daya maksimum terhadap putaran engine. Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai SFOC bahan bakar B30, B30A dan B30B terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B30 lebih hemat 74 gr/kWh terhadap B0. Sedangkan bahan bakar B30A lebih boros 61 gr/kWh daripada B0 dan B30B lebih hemat 30 gr/kWh dibandingkan dengan B0. Sehingga dapat dikatakan bahwa bahan bakar B30 merupakan bahan bakar yang paling hemat. Dapat dikatakan juga bahwa semakin besar angka iodin maka nilai SFOC semakin besar.

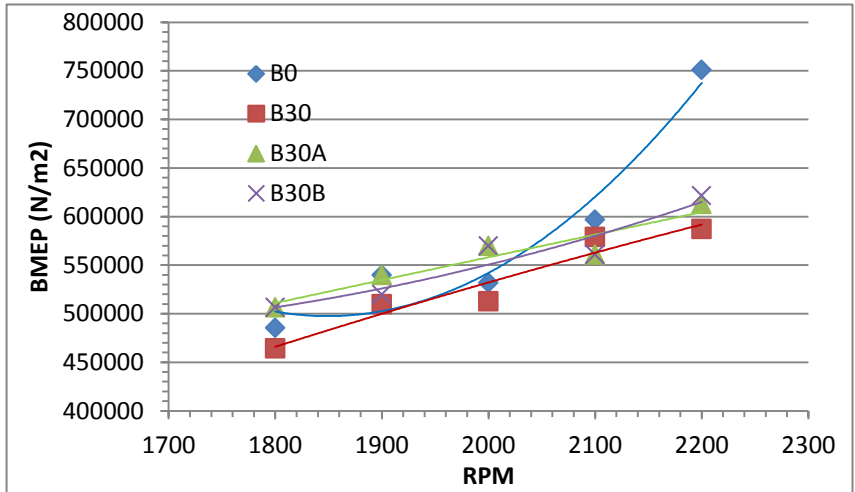
4.3.27 Perbandingan Antara Torsi dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B



Gambar 4.27 Grafik Perbandingan antara torsi dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B

Grafik 4.27 merupakan grafik perbandingan antara torsi dengan putaran engine pada daya maksimum. B0 menghasilkan torsi sebesar 18.7 Nm, B30 menghasilkan torsi 14.9 Nm, B30A menghasilkan torsi 15.2 Nm, dan B30B menghasilkan torsi 15.5 Nm. Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar angka iodin maka torsi yang dihasilkan bisa semakin besar, Namun pengaruh dari angka iodin terhadap daya engine ini tidak terlalu signifikan karena selisih dari torsi pada B30, B30A dan B30B hanya 0.3 Nm.

4.3.28 Perbandingan Antara BMEP dengan Putaran *Engine* pada Daya Maksimal pada Bahan Bakar B0 B30, B30A dan B30B



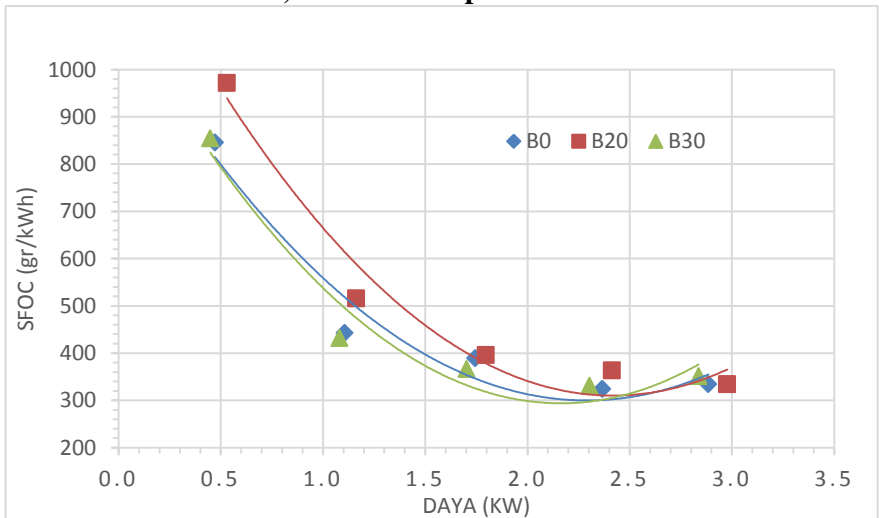
Gambar 4.28 Grafik perbandingan antara BMEP dengan putaran *engine* pada daya maksimal pada bahan bakar B0 B30, B30A dan B30B

Grafik 4.28 merupakan grafik perbandingan antara BMEP dengan putaran *engine* pada daya maksimum. B0 menghasilkan BMEP sebesar 740000 N/m², B30 menghasilkan BMEP 590000 N/m², B30A menghasilkan BMEP 610000 N/m², dan B30B menghasilkan BMEP 620000 N/m². BMEP yang dihasilkan B0 adalah yang paling besar, sedangkan B30, B30A dan B30B menghasilkan BMEP yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar iodine number maka nilai BMEP yang dihasilkan bisa semakin besar. Namun pengaruh dari angka iodine terhadap daya *engine* ini tidak terlalu signifikan.

4.4 Pengaruh Prosentase Biodiesel Berbahan Baku *Waste Cooking Oil* Terhadap Performa Motor Diesel

Performa motor diesel juga dipengaruhi oleh prosentase campuran biodiesel dengan solar/pertamina DEX. Untuk mengetahui pengaruh dari prosentase biodiesel minyak jelantah terhadap performa motor diesel maka harus dilakukan dengan variasi prosentase campuran biodiesel tersebut. Dalam penelitian ini jenis bahan bakar yang akan digunakan ada 3 jenis bahan bakar. Yang pertama menggunakan jenis bahan bakar 100% minyak solar/pertamina DEX (B0), campuran pertamina DEX 80 % dengan biodiesel minyak jelantah 20% (B20) dan campuran pertamina DEX 70% dengan biodiesel minyak jelantah 30% (B30).

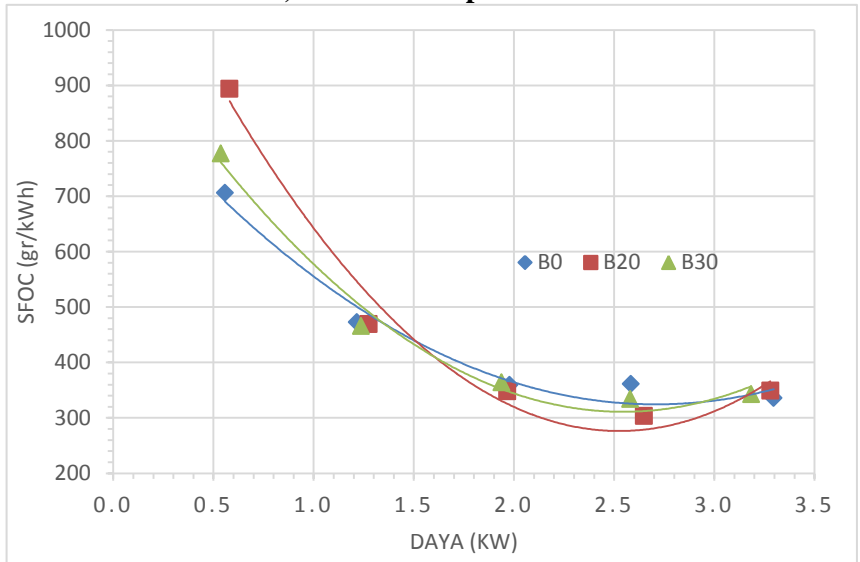
4.4.1 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM



Gambar 4.29 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM

Pada grafik 4.29 perbandingan antara daya dengan SFOC pada 1800 rpm diatas dapat dilihat daya dan SFOC yang dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut. Daya paling besar dihasilkan oleh bahan bakar B20 sebesar 2.4 kW. Bahan bakar B0 yang menghasilkan daya 2.3 kW dan bahan bakar B30 menghasilkan daya 2.2 kW. SFOC terendah pada bahan baka B30 dengan nilai 290 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase biodiesel B20 merupakan prosentase yang memiliki daya yang paling besar namun juga memiliki nilai SFOC yang paling tinggi pada putaran 1800 RPM.

4.4.2 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM

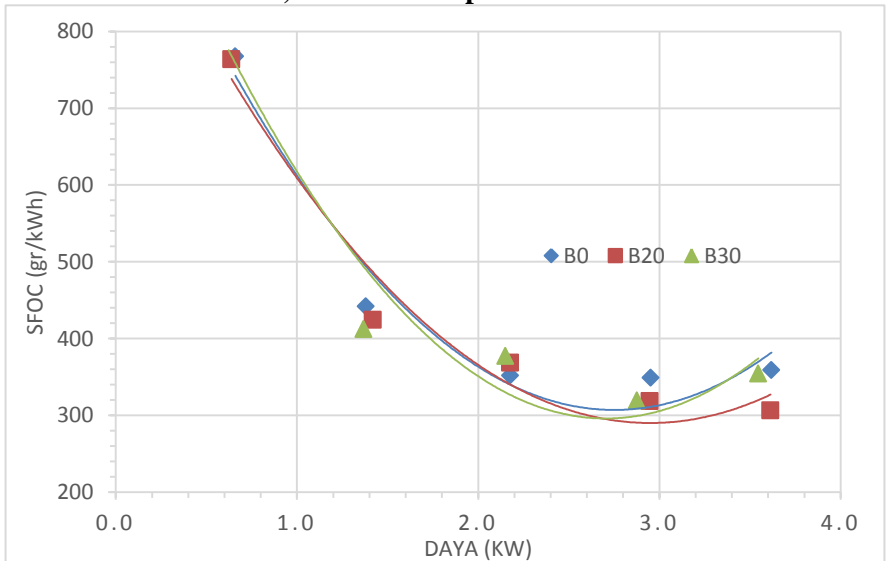


Gambar 4.30 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM

Pada grafik 4.30 perbandingan antara daya dengan SFOC pada 1900 rpm diatas dapat dilihat daya dan SFOC yang

dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut. Daya paling besar dihasilkan oleh bahan bakar B0 sebesar 2.9 kW. Bahan bakar B20 dan B30 menghasilkan daya yang sama yaitu 2.6 kW. SFOC terendah pada bahan baka B20 dengan nilai 270 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase biodiesel B20 lebih baik daripada B30. Karena B20 memiliki daya yang sama dengan B30 namun SFOC nya lebih rendah dari B30 pada putaran 1900 RPM

4.4.3 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM

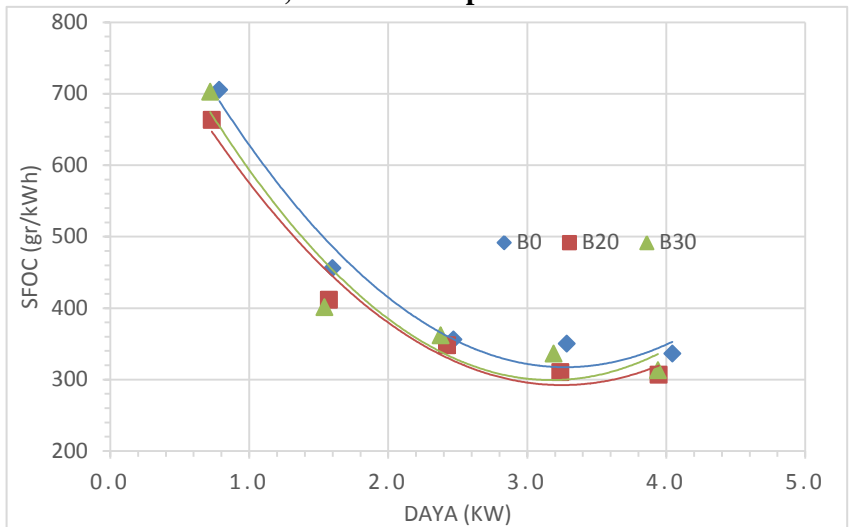


Gambar 4.31 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM

Pada grafik 4.31 perbandingan antara daya dengan SFOC pada 2000 rpm diatas dapat dilihat daya dan SFOC yang dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut. Daya paling besar dihasilkan oleh bahan bakar B20 sebesar 3 kW. Bahan bakar B0

yang menghasilkan daya 2.7 kW dan bahan bakar B30 menghasilkan daya 2.7 Kw pula. SFOC terendah pada bahan baka B20 dengan nilai 280 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase biodiesel B20 merupakan prosentase yang memiliki daya yang paling besar dan memiliki nilai SFOC yang paling rendah pada putaran 2000 RPM.

4.4.4 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM

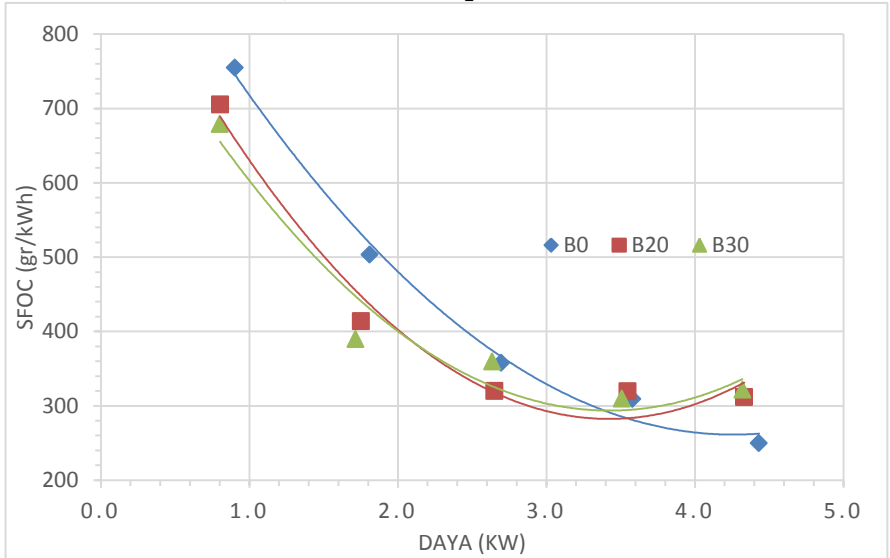


Gambar 4.32 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM

Pada grafik 4.32 perbandingan antara daya dengan SFOC pada 2100 rpm diatas dapat dilihat daya dan SFOC yang dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut. Dari grafik diatas, daya yang dihasilkan ketiga bahan bakar adalah sama sebesar 3.2 kW. SFOC terendah pada bahan baka B20 dengan nilai 290 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase biodiesel B20 merupakan prosentase yang paling baik karena

memiliki nilai SFOC yang paling rendah daripada B0 dan B30 pada putaran 2100 RPM.

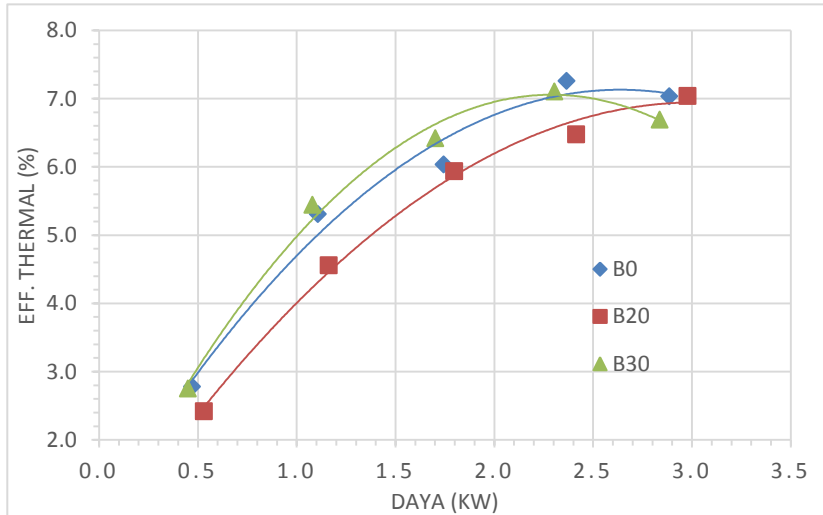
4.4.5 Perbandingan Antara Daya dengan SFOC Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM



Gambar 4.33 Grafik perbandingan antara daya dengan SFOC terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM

Pada grafik 4.33 perbandingan antara daya dengan SFOC pada 2200 rpm diatas dapat dilihat daya dan SFOC yang dihasilkan oleh ketiga bahan bakar tersebut. Daya paling besar dihasilkan oleh bahan bakar B0 sebesar 4.2 kW. Bahan bakar B20 dan B30 menghasilkan daya yang sama yaitu 3.5 kW. SFOC terendah pada bahan bakar B0 dengan nilai 260 gr/kWh. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase biodiesel B0 merupakan prosentase yang memiliki daya yang paling besar dan memiliki nilai SFOC yang paling rendah pada putaran 2200 RPM.

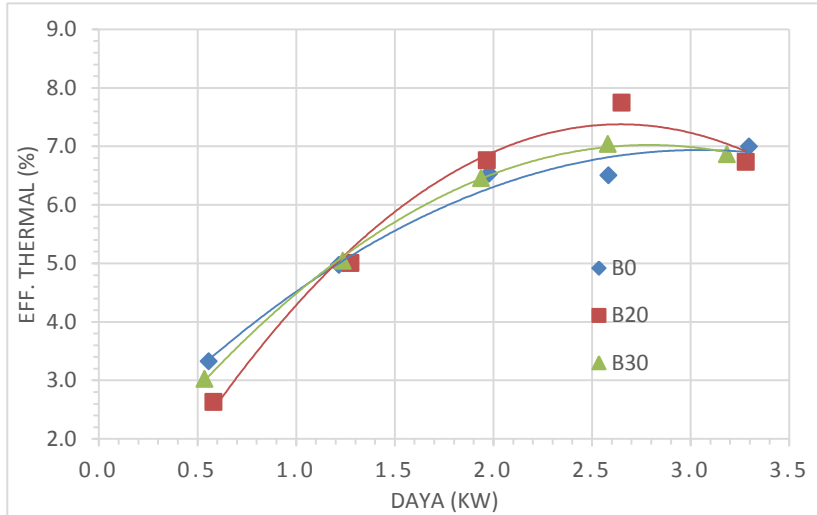
4.4.6 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM



Gambar 4.34 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1800 RPM

Berdasarkan grafik 4.34 dapat dilihat bahwa prosentase dari biodiesel mempengaruhi efisiensi thermal. Baik pada beban rendah maupun beban tinggi, semakin besar prosentase biodiesel maka efisiensi thermal juga semakin tinggi. Pada beban tinggi, bahan bakar B20 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 5000 watt sebesar 6.8%. Sementara pada bahan bakar B30 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 4000 watt sebesar 7.05%. Nilai ini hampir sama dengan nilai efisiensi thermal bahan bakar B0.

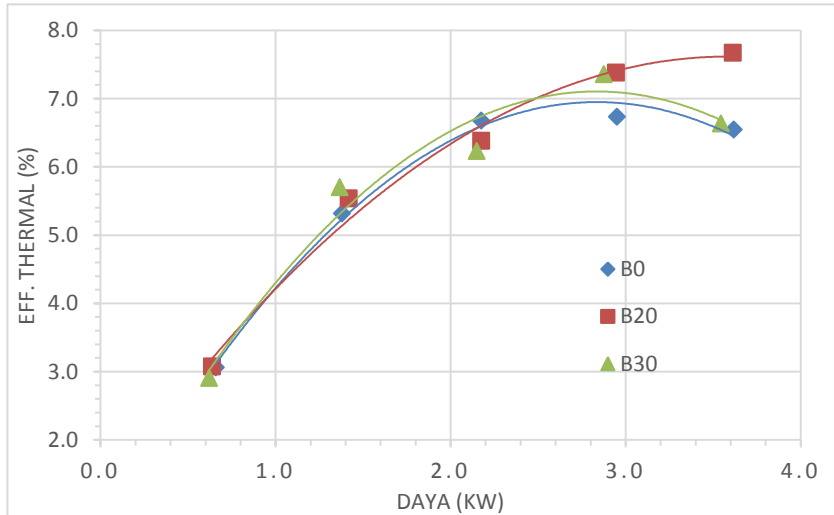
4.4.7 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM



Gambar 4.35 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 1900 RPM

Berdasarkan grafik 4.35 dapat dilihat bahwa prosentase dari biodiesel mempengaruhi efisiensi thermal. Pada putaran 1900 RPM beban rendah, semakin besar prosentase biodiesel maka efisiensi thermal juga semakin tinggi. Pada beban tinggi, semakin besar prosentase biodiesel maka efisiensi thermal semakin rendah. Bahan bakar B20 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 4000 watt sebesar 7.4%. Sementara pada bahan bakar B30 mencapai efisiensi thermal tertinggi juga pada beban 4000 watt sebesar 7.05%. Nilai ini hampir sama dengan nilai efisiensi thermal bahan bakar B0.

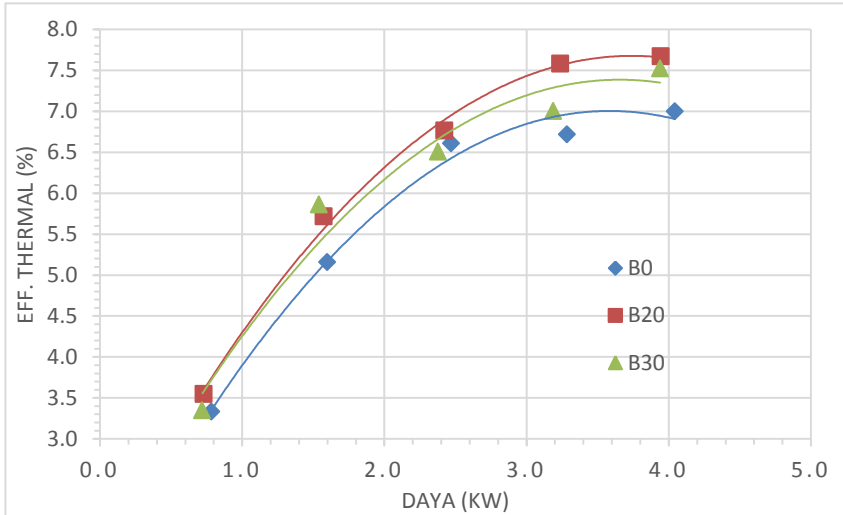
4.4.8 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM



Gambar 4.36 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik 4.36 dapat dilihat bahwa prosentase dari biodiesel mempengaruhi efisiensi thermal hanya pada beban tinggi. Pada putaran 2000 RPM beban rendah, prosentase biodiesel tidak mempengaruhi efisiensi thermal. Namun pada beban tinggi, semakin besar prosentase biodiesel maka efisiensi thermal semakin rendah. Bahan bakar B20 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 5000 watt sebesar 7.6%. Sementara pada bahan bakar B30 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 4000 watt sebesar 7.05%. Nilai ini 0.1% lebih tinggi daripada nilai efisiensi thermal bahan bakar B0.

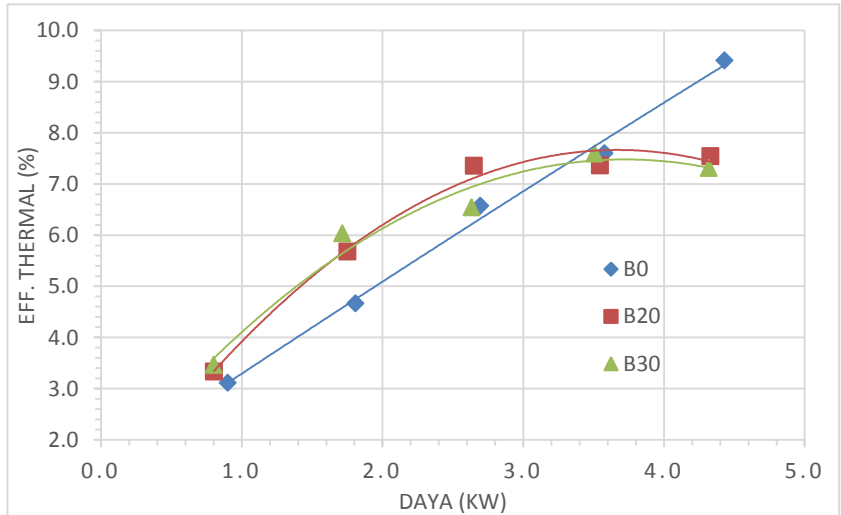
4.4.9 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM



Gambar 4.37 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik 4.37 dapat dilihat bahwa prosentase dari biodiesel mempengaruhi efisiensi thermal hanya pada beban tinggi. Pada putaran 2100 RPM beban rendah, prosentase biodiesel tidak mempengaruhi efisiensi thermal. Namun pada beban tinggi, semakin besar prosentase biodiesel maka efisiensi thermal semakin rendah. Bahan bakar B20 mencapai efisiensi thermal tertinggi pada beban 4500 watt sebesar 7.7%. Sementara pada bahan bakar B30 mencapai efisiensi thermal tertinggi juga pada beban 4500 watt sebesar 7.38%. Sedangkan bahan bakar B0 mencaiap efisiensi thermal tertinggi juga pada beban 4500 watt sebesar 7%.

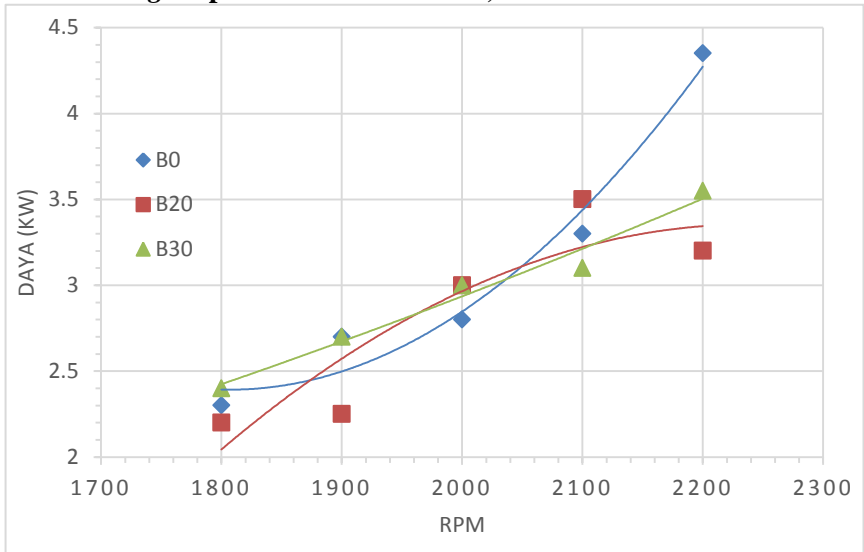
4.4.10 Perbandingan Antara Daya dengan Efisiensi Thermal Terhadap Jenis Bahan Bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM



Gambar 4.38 Grafik perbandingan antara daya dengan efisiensi thermal terhadap jenis bahan bakar B0, B20 dan B30 pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik 4.38 dapat dilihat bahwa prosentase dari biodiesel mempengaruhi efisiensi thermal. Pada putaran 2200 RPM bahan bakar B20 dan B30 tidak memiliki banyak perbedaan. Hanya saja keduanya memiliki nilai efisiensi yang jauh lebih rendah daripada B0 pada beban tinggi. Efisiensi thermal B0 adalah 9.4% sedangkan pada B20 hanya sebesar 7.7% dan B30 efisiensi thermal sebesar 7.4%.

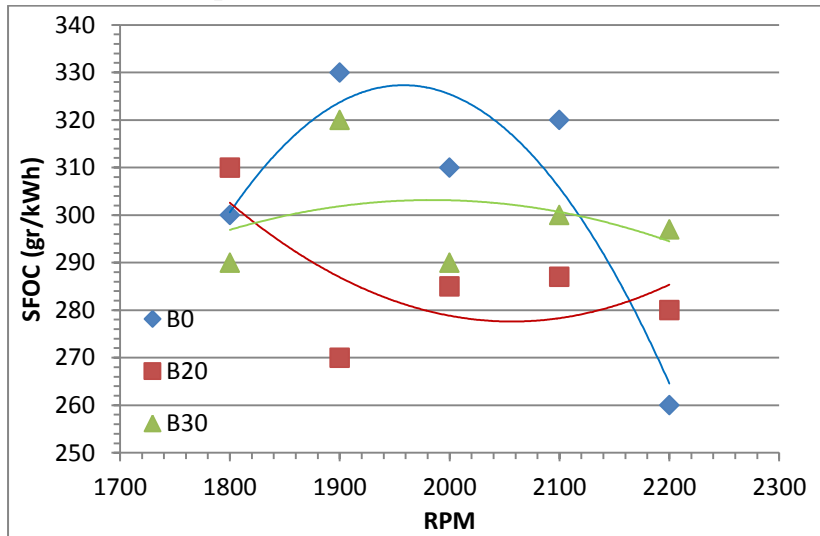
4.4.11 Perbandingan Antara Daya Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30



Gambar 4.39 Grafik perbandingan antara daya maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30

Grafik 4.39 merupakan perbandingan antara nilai daya maksimum dengan putaran pada bahan bakar B0, B20 dan B30. Pertamina dex menghasilkan daya sebesar 4.35 kW, B20 menghasilkan daya 3.3 kW dan B30 menghasilkan daya 3.5 kW. Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai daya bahan bakar B20 dan B30 terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B20 menghasilkan daya yang lebih kecil 1.17 kW dan B30 sebesar 0.65 kW daripada bahan bakar B0. Daya yang dihasilkan pertamina dex adalah yang paling besar. Sedangkan B20 dan B30 menghasilkan daya yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat B30 memiliki daya yang lebih besar daripada B20.

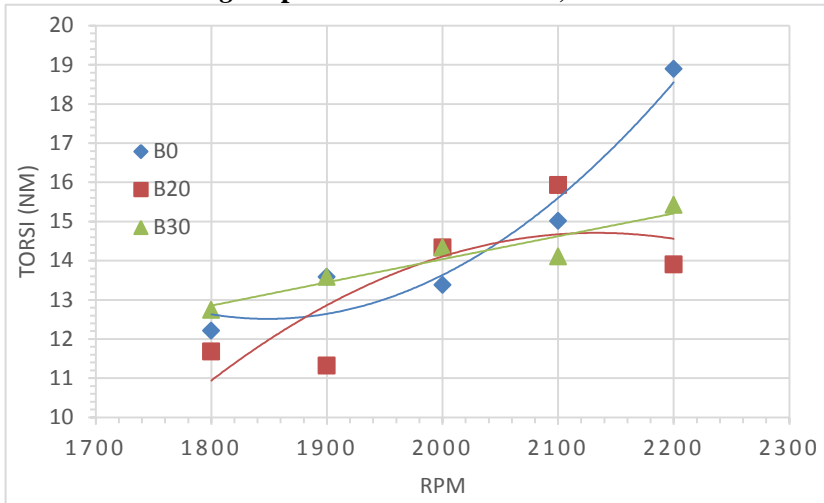
4.4.12 Perbandingan Antara SFOC Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30



Gambar 4.40 Grafik perbandingan antara SFOC maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30

Grafik 4.40 merupakan grafik SFOC pada daya maksimum terhadap putaran engine. Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai SFOC bahan bakar B20 dan B30 terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B20 lebih hemat 92 gr/kWh terhadap B0. Sedangkan bahan bakar B30 lebih hemat 74 gr/kWh dibandingkan dengan B0. Sehingga dapat dikatakan bahwa bahan bakar B20 merupakan bahan bakar yang paling hemat.

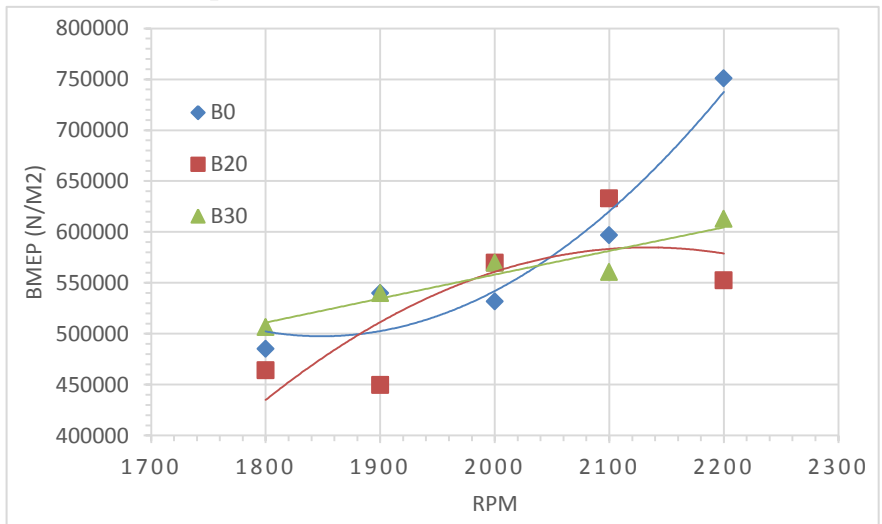
4.4.13 Perbandingan Antara Torsi Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30



Gambar 4.41 Grafik Perbandingan antara torsi maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30

Grafik 4.41 merupakan grafik perbandingan antara torsi dengan putaran engine pada daya maksimum. Pertamina DEX menghasilkan torsi sebesar 18.7 Nm, B20 menghasilkan torsi 14.9 Nm dan B30 menghasilkan torsi 15.2 Nm. Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai daya bahan bakar B20 dan B30 terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B20 menghasilkan torsi yang lebih kecil 5.75 Nm dan B30 sebesar 3.75 Nm daripada bahan bakar B0. Torsi yang dihasilkan Pertamina dex adalah yang paling besar. Sedangkan B20 dan B30 menghasilkan torsi yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat B30 memiliki torsi yang lebih besar daripada B20.

4.4.14 Perbandingan Antara BMEP Maksimum dengan Putaran *Engine* pada Bahan Bakar B0, B20 dan B30



Gambar 4.42 Grafik Perbandingan antara BMEP maksimum dengan putaran *engine* pada bahan bakar B0, B20 dan B30

Grafik 4.42 merupakan grafik perbandingan antara BMEP dengan putaran engine pada daya maksimum. Pertamina DEX menghasilkan BMEP sebesar 740000 N/m², B20 menghasilkan BMEP 585000 N/m² dan B30 menghasilkan BMEP 605000 N/m². Dari grafik diatas dihitung nilai rata-rata dari selisih setiap nilai daya bahan bakar B20 dan B30 terhadap B0 pada tiap putaran engine. Hasil dari perhitungannya adalah bahan bakar B20 menghasilkan nilai BMEP yang lebih kecil 245 N/m² dan B30 sebesar 115 N/m² daripada bahan bakar B0. Torsi yang dihasilkan pertamina dex adalah yang paling besar. Sedangkan B20 dan B30 menghasilkan nilai BMEP yang lebih kecil, dari grafik diatas dapat terlihat bahan bakar B30 memiliki nilai BMEP yang lebih besar daripada bahan bakar B20.

“ halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN



SURAT PENGANTAR

No 030635 /IT2.11 /TU.00.09/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian contoh telah dilakukan oleh Laboratorium Energi – LPPM ITS (Jl.Teknik Kimia, Gedung LPPM It.2 & Jl. Teknik Kimia Gedung Robotika It.2 Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111) dengan rincian sebagai berikut:

- | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------|
| 1. Nama Pelanggan | : | Susi Nariati |
| 2. Alamat Pelanggan | : | Teknik Sistem Perkapalam ITS |
| 3. Kegiatan Pengujian | : | |
| a. Contoh diterima tanggal | : | 17 Mei 2016 |
| b. Contoh diuji tanggal | : | 18 Mei 2016 |
| c. Contoh selesai diuji tanggal | : | 19 Mei 2016 |
| d. Jumlah dan jenis yang diuji | : | 01 (satu) / Terlampir |
| e. Standar Metode yang digunakan | : | Terlampir |
| f. Laporan Hasil Pengujian | : | Terlampir |

Demikian surat ini, atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.



Surabaya,

Kepala Laboratorium Energi

Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D.

NIP. 19840524 200812 2 006



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Susi Nariati

Alamat Pemilik : Teknik Sistem Perkapalam ITS

Nama Contoh : **Biodiesel Waste Cooking Oil** Tanggal Terima : 17 Mei 2016

Deskripsi : Bentuk : Padat/Cair/Gas Tanggal Pengujian : 18 Mei 2016

Contoh Volume : - Tanggal Selesai :
Kemasan : Botol Pengujian : 19 Mei 2016

Kode Contoh : **EN-0016** Jumlah Contoh : 1

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi – LPPM ITS.

Hasil Pengujian

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Biodiesel Waste Cooking Oil	Water Content	0,12	%	ASTM D 1796
		Kinematik Viscosity at 40°C	5,39	Cst	ASTM D 445-97

Catatan:

1. Laporan Hasil Pengujian tidak boleh digandakan tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Energi.
2. Hasil pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
3. Hasil pengujian ini tidak dapat digunakan sebagai alat bukti hukum.

Mengetahui,
Manajer Teknis

Vita Yuliana, S.Si
NIP. 914014001



SURAT PENGANTAR


No 025228 /IT2.11 /TU.00.09/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa pengujian contoh telah dilakukan oleh Laboratorium Energi – LPPM ITS (Jl.Teknik Kimia, Gedung LPPM It.2 & Jl. Teknik Kimia Gedung Robotika It.2 Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111) dengan rincian sebagai berikut:

- | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------|
| 1. Nama Pelanggan | : | Susi Nariati |
| 2. Alamat Pelanggan | : | Teknik Sistem Perkapalam ITS |
| 3. Kegiatan Pengujian | : | |
| a. Contoh diterima tanggal | : | 15 April 2016 |
| b. Contoh diuji tanggal | : | 16 April 2016 |
| c. Contoh selesai diuji tanggal | : | 22 April 2016 |
| d. Jumlah dan jenis yang diuji | : | 01 (satu) / Terlampir |
| e. Standar Metode yang digunakan | : | Terlampir |
| f. Laporan Hasil Pengujian | : | Terlampir |

Demikian surat ini, atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui,
Ketua LPPM


Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 19640405 199002 1 001

Surabaya,
Kepala Laboratorium Energi


Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D
NIP. 19840524 200812 2 006



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Susi Nariati

Alamat Pemilik : Teknik Sistem Perkapalam ITS

Nama Contoh : **Biodiesel Waste Cooking Oil** Tanggal Terima : 15 Apr 2016

Deskripsi : Bentuk : Padat/Cair/Gas Tanggal Pengujian : 16 Apr 2016

Contoh : Volume : - Tanggal Selesai Pengujian : 22 Apr 2016

Kemasan : Botol Jumlah Contoh : 1

Kode Contoh : **EN-0016**

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi – LPPM ITS.

Hasil Pengujian

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Biodiesel Waste Cooking Oil	Densitas pada 15°C	0,88	gr/cm ³	ASTM D 1480-81
		Viscositas 40°C	6,97	Cst	ASTM D 445
		Flash Point	173	°C	ASTM D 93
		Pour Point	6		ASTM D 97 - 85
		LHV	18.249	BTU/lb	ASTM D 240

Catatan:

1. Laporan Hasil Pengujian tidak boleh digandakan tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Energi.
2. Hasil pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
3. Hasil pengujian ini tidak dapat digunakan sebagai alat bukti hukum.

Mengetahui,
Manajer Teknis

Vita Yuliana, S.Si
NIPH. 914014001



KETERANGAN HASIL ANALISA

No.36/LTAKI/IV/2016

Terima dari : **Sdr. Susi Nariyati**
Mhs.T. System Perkapalan ITS
Surabaya
Jenis contoh : Bio diesel
U.analisa : Iodine Number
Diterima tgl. : 13 April 2016

Kode contoh	Hasil analisa	Methode analisa
	Iodine Number ,gr/kg	
Biodiesel WCO	63,47	Titrimetri
10 gr/l	94,91	
20 gr/l	126,32	

Keterangan :

Analisa tersebut diatas berdasarkan contoh yang kami terima.



Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
Kepala Laboratorium TAKI

PERTAMINA DEX(B0)

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu	Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(rpm) kontrol	(rpm) aktual	(watt)		Tegangan	Arus													
1800	1801	1000	1154	147	3	0.00001	75	1.250	0.0208	830000	0.991	0.471	398.4	845.4	2.500	99449.11	42537888	2.7808
1800	1801	2000	1155	157	6.6	0.00001	61	1.017	0.0169	830000	0.992	1.106	489.8	442.7	5.869	233469.26	42537888	5.3098
1800	1798	3000	1154	160	10.2	0.00001	44	0.733	0.0122	830000	0.991	1.744	679.1	389.4	9.267	368029.35	42537888	6.0374
1800	1800	4000	1151	160	13.8	0.00001	39	0.650	0.0108	830000	0.988	2.366	766.2	323.9	12.557	499219.86	42537888	7.2589
1800	1800	5000	1147	156	17.2	0.00001	31	0.517	0.0086	830000	0.985	2.885	963.9	334.1	15.313	608776.30	42537888	7.0361
1900	1902	1000	1219	163	3.2	0.00001	76	1.267	0.0211	830000	0.992	0.557	393.2	705.8	2.798	111353.02	42537888	3.3305
1900	1901	2000	1219	170	6.7	0.00001	52	0.867	0.0144	830000	0.992	1.216	574.6	472.4	6.113	243157.75	42537888	4.9761
1900	1902	3000	1211	172	10.7	0.00001	42	0.700	0.0117	830000	0.985	1.978	711.4	359.6	9.937	395490.62	42537888	6.5370
1900	1898	4000	1213	172	14	0.00001	32	0.533	0.0089	830000	0.987	2.584	933.8	361.3	13.008	516611.17	42537888	6.5059
1900	1900	5000	1208	169	18.1	0.00001	27	0.450	0.0075	830000	0.983	3.296	1106.7	335.7	16.575	658971.23	42537888	7.0021
2000	2001	1000	1285	182	3.4	0.00001	59	0.983	0.0164	830000	0.993	0.660	506.4	767.5	3.151	125318.53	42537888	3.0630
2000	2001	2000	1279	184	7	0.00001	49	0.817	0.0136	830000	0.988	1.380	609.8	441.9	6.589	262067.66	42537888	5.3196
2000	2002	3000	1276	186	10.9	0.00001	39	0.650	0.0108	830000	0.986	2.177	766.2	351.9	10.390	413482.25	42537888	6.6803
2000	2000	4000	1278	186	14.8	0.00001	29	0.483	0.0081	830000	0.988	2.951	1030.3	349.1	14.099	560546.84	42537888	6.7341
2000	2002	5000	1275	182	18.5	0.00001	23	0.383	0.0064	830000	0.985	3.619	1299.1	359.0	17.269	687228.30	42537888	6.5479
2100	2099	1000	1343	198	3.7	0.00001	54	0.900	0.0150	830000	0.988	0.785	553.3	705.0	3.572	141957.72	42537888	3.3344
2100	2099	2000	1349	200	7.5	0.00001	41	0.683	0.0114	830000	0.993	1.600	728.8	455.5	7.282	289365.94	42537888	5.1605
2100	2101	3000	1346	201	11.5	0.00001	34	0.567	0.0094	830000	0.991	2.471	878.8	355.7	11.236	446906.78	42537888	6.6093
2100	2102	4000	1342	199	15.4	0.00001	26	0.433	0.0072	830000	0.988	3.286	1149.2	349.8	14.934	594277.64	42537888	6.7209
2100	2101	5000	1339	195	19.3	0.00001	22	0.367	0.0061	830000	0.985	4.044	1358.2	335.9	18.389	731441.25	42537888	6.9995
2200	2200	1000	1408	216	3.9	0.00001	43.9	0.732	0.0122	830000	0.989	0.902	680.6	754.8	3.916	155698.28	42537888	3.1147
2200	2202	2000	1403	216	7.8	0.00001	32.8	0.547	0.0091	830000	0.986	1.810	911.0	503.3	7.853	312506.31	42537888	4.6709
2200	2200	3000	1413	216	11.7	0.00001	31	0.517	0.0086	830000	0.993	2.696	963.9	357.5	11.707	465441.99	42537888	6.5750
2200	2202	4000	1408	209	16	0.00001	27	0.450	0.0075	830000	0.989	3.580	1106.7	309.1	15.532	618061.54	42537888	7.6043
2200	2200	5000	1395	207	20	0.00001	21	0.350	0.0075	830000	0.989	4.432	1106.7	249.7	19.247	765183.85	42537888	9.4145

BAHAN BAKAR B20

Putaran Engine		Beban (watt)	Putaran Aluminator (rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Efisiensi Slip	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (J/Kg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			(volt)	(ampere)													
1800	1801	1000	1154	160	3.1	0.00001	58.7	0.978	0.0163	840000	0.991	0.530	515.2	971.9	2.812	111852.06	42519745	2.4198
1800	1801	2000	1151	162	6.7	0.00001	50.4	0.840	0.0140	840000	0.988	1.163	600.0	515.9	6.169	245404.54	42519745	4.5584
1800	1798	3000	1148	164	10.2	0.00001	42.5	0.708	0.0118	840000	0.986	1.797	711.5	396.0	9.549	379201.67	42519745	5.9396
1800	1800	4000	1148	164	13.7	0.00001	34.5	0.575	0.0096	840000	0.986	2.414	876.5	363.2	12.811	509319.89	42519745	6.4760
1800	1800	5000	1147	161	17.2	0.00001	30.4	0.507	0.0084	840000	0.985	2.977	994.7	334.1	15.803	628288.36	42519745	7.0393
1900	1902	1000	1220	170	3.2	0.00001	58.3	0.972	0.0162	840000	0.992	0.580	518.7	893.6	2.916	116039.85	42519745	2.6318
1900	1901	2000	1218	173	6.9	0.00001	50.5	0.842	0.0140	840000	0.991	1.276	598.8	469.4	6.412	255044.53	42519745	5.0106
1900	1902	3000	1216	175	10.5	0.00001	44.2	0.737	0.0123	840000	0.989	1.967	684.2	347.8	9.881	393243.80	42519745	6.7618
1900	1898	4000	1207	173	14.2	0.00001	37.6	0.627	0.0104	840000	0.982	2.649	804.3	303.6	13.337	529657.69	42519745	7.7475
1900	1900	5000	1208	171	17.8	0.00001	26.4	0.440	0.0073	840000	0.983	3.280	1145.5	349.2	16.493	655718.27	42519745	6.7344
2000	2001	1000	1275	180	3.3	0.00001	62	1.033	0.0172	840000	0.985	0.638	487.7	764.0	3.048	121239.56	42519745	3.0782
2000	2001	2000	1279	184	7.2	0.00001	50.2	0.837	0.0139	840000	0.988	1.419	602.4	424.4	6.777	269555.30	42519745	5.5413
2000	2002	3000	1276	186	10.9	0.00001	37.7	0.628	0.0105	840000	0.986	2.177	802.1	368.4	10.390	413482.25	42519745	6.3834
2000	2000	4000	1273	185	14.8	0.00001	32.2	0.537	0.0089	840000	0.984	2.947	939.1	318.7	14.079	559722.99	42519745	7.3805
2000	2002	5000	1270	182	18.4	0.00001	27.3	0.455	0.0076	840000	0.981	3.613	1107.7	306.6	17.243	686204.55	42519745	7.6714
2100	2099	1000	1343	195	3.5	0.00001	62.4	1.040	0.0173	840000	0.988	0.731	484.6	662.8	3.328	132249.72	42519745	3.5483
2100	2099	2000	1343	196	7.5	0.00001	46.7	0.778	0.0130	840000	0.988	1.575	647.5	411.2	7.168	284845.54	42519745	5.7197
2100	2101	3000	1340	198	11.4	0.00001	35.9	0.598	0.0100	840000	0.986	2.424	842.3	347.6	11.021	438362.45	42519745	6.7667
2100	2102	4000	1339	197	15.3	0.00001	30.1	0.502	0.0084	840000	0.985	3.239	1004.7	310.2	14.721	585794.36	42519745	7.5815
2100	2101	5000	1337	193	19	0.00001	25	0.417	0.0069	840000	0.984	3.946	1209.6	306.5	17.945	713752.44	42519745	7.6724
2200	2200	1000	1412	209	3.6	0.00001	53.4	0.890	0.0148	840000	0.992	0.803	566.3	705.1	3.488	138669.90	42519745	3.3356
2200	2202	2000	1409	210	7.8	0.00001	41.7	0.695	0.0116	840000	0.990	1.752	725.2	413.9	7.603	302531.79	42519745	5.6827
2200	2200	3000	1404	211	11.7	0.00001	35.7	0.595	0.0099	840000	0.986	2.650	847.1	319.6	11.510	457582.40	42519745	7.3585
2200	2202	4000	1403	209	15.8	0.00001	26.7	0.445	0.0074	840000	0.986	3.548	1132.6	319.3	15.393	612510.88	42519745	7.3667
2200	2200	5000	1398	205	19.6	0.00001	22.4	0.373	0.0062	840000	0.982	4.332	1350.0	311.6	18.813	747947.07	42519745	7.5469

BAHAN BAKAR B20A

Putaran Engine		Beban (watt)	Putaran Aluminator (rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Efisiensi Slip	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (JKg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan (volt)	Arus (ampere)													
1800	1802	1000	1155	151	3	0.00001	69.6	1.160	0.0193	840000	0.992	0.484	434.5	898.3	2.564	102066.76	42519745	2.6181
1800	1802	2000	1154	158	6.6	0.00001	60	1.000	0.0167	840000	0.991	1.114	504.0	452.3	5.908	235159.93	42519745	5.2001
1800	1799	3000	1149	161	10	0.00001	43.1	0.718	0.0120	840000	0.987	1.728	701.6	406.0	9.177	364648.10	42519745	5.7923
1800	1799	4000	1144	160	13.5	0.00001	38.7	0.645	0.0108	840000	0.982	2.328	781.4	335.6	12.366	491355.51	42519745	7.0082
1800	1800	5000	1144	158	16.9	0.00001	32.9	0.548	0.0091	840000	0.982	2.878	919.1	319.3	15.278	607415.50	42519745	7.3651
1900	1902	1000	1218	166	3.2	0.00001	68.9	1.148	0.0191	840000	0.991	0.568	438.9	773.1	2.852	113495.56	42519745	3.0421
1900	1900	2000	1215	170	6.9	0.00001	53	0.883	0.0147	840000	0.988	1.257	570.6	454.0	6.319	251240.61	42519745	5.1802
1900	1903	3000	1214	173	10.5	0.00001	41.1	0.685	0.0114	840000	0.987	1.948	735.8	377.7	9.779	389390.02	42519745	6.2260
1900	1900	4000	1211	172	14.1	0.00001	35.1	0.585	0.0098	840000	0.985	2.607	861.5	330.5	13.109	521160.54	42519745	7.1164
1900	1903	5000	1209	170	17.6	0.00001	31.8	0.530	0.0088	840000	0.983	3.221	950.9	295.2	16.174	644025.99	42519745	7.9673
2000	2001	1000	1282	180	3.3	0.00001	67.8	1.130	0.0188	840000	0.991	0.635	446.0	702.5	3.031	120577.57	42519745	3.3477
2000	2003	2000	1281	183	7.2	0.00001	53.4	0.890	0.0148	840000	0.990	1.409	566.3	401.8	6.723	267671.77	42519745	5.8533
2000	1999	3000	1277	186	10.9	0.00001	38.7	0.645	0.0108	840000	0.987	2.175	781.4	359.2	10.397	413158.46	42519745	6.5476
2000	1999	4000	1273	184	14.6	0.00001	31.5	0.525	0.0088	840000	0.984	2.892	960.0	332.0	13.820	549174.52	42519745	7.0840
2000	2000	5000	1274	182	18.3	0.00001	26.8	0.447	0.0074	840000	0.984	3.582	1128.4	315.0	17.112	680332.40	42519745	7.4664
2100	2100	1000	1344	194	3.5	0.00001	65.5	1.092	0.0182	840000	0.989	0.727	461.7	635.2	3.307	131473.62	42519745	3.7028
2100	2099	2000	1341	196	7.4	0.00001	44.4	0.740	0.0123	840000	0.987	1.556	681.1	437.7	7.083	281466.76	42519745	5.3735
2100	2103	3000	1340	198	11.3	0.00001	35.8	0.597	0.0099	840000	0.986	2.402	844.7	351.6	10.914	434517.17	42519745	6.6886
2100	2100	4000	1336	197	15.3	0.00001	31.2	0.520	0.0087	840000	0.983	3.246	969.2	298.6	14.768	587109.77	42519745	7.8763
2100	2101	5000	1333	193	19	0.00001	23.1	0.385	0.0064	840000	0.981	3.958	1309.1	330.8	17.998	715894.24	42519745	7.1106
2200	2202	1000	1407	208	3.6	0.00001	53.6	0.893	0.0149	840000	0.988	0.802	564.2	703.3	3.480	138496.83	42519745	3.3439
2200	2199	2000	1402	209	7.7	0.00001	43.9	0.732	0.0122	840000	0.985	1.730	688.8	398.1	7.517	298715.05	42519745	5.9071
2200	2199	3000	1402	210	11.7	0.00001	30.7	0.512	0.0085	840000	0.985	2.641	985.0	372.9	11.477	456063.43	42519745	6.3069
2200	2202	4000	1400	209	15.7	0.00001	26.1	0.435	0.0073	840000	0.983	3.533	1158.6	328.0	15.328	609938.45	42519745	7.1709
2200	2200	5000	1399	205	19.6	0.00001	23.3	0.388	0.0065	840000	0.983	4.329	1297.9	299.8	18.800	747412.44	42519745	7.8445

BAHAN BAKAR B20B

Putaran Engine		Beban (watt)	Putaran Aluminator (rpm)	Alternator		Volume Bahan (m3)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Efisiensi Slip	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (J/Kg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			(volt)	(ampere)													
1800	1798	1000	1152	158	3.1	0.00001	65	1.083	0.0181	840000	0.989	0.524	465.2	887.3	2.786	110645.67	42519745	2.6506
1800	1799	2000	1151	162	6.7	0.00001	62	1.033	0.0172	840000	0.988	1.163	487.7	419.4	6.176	245404.54	42519745	5.6076
1800	1801	3000	1151	165	10.3	0.00001	41.4	0.690	0.0115	840000	0.988	1.821	730.4	401.1	9.660	384250.07	42519745	5.8629
1800	1800	4000	1144	163	13.8	0.00001	34.3	0.572	0.0095	840000	0.982	2.425	881.6	363.6	12.871	511692.17	42519745	6.4685
1800	1803	5000	1147	162	17.3	0.00001	31.8	0.530	0.0088	840000	0.985	3.013	950.9	315.6	15.967	635866.30	42519745	7.4523
1900	1900	1000	1215	171	3.3	0.00001	62	1.033	0.0172	840000	0.988	0.605	487.7	806.7	3.040	120865.37	42519745	2.9152
1900	1899	2000	1215	174	7	0.00001	49	0.817	0.0136	840000	0.988	1.305	617.1	472.9	6.565	260879.00	42519745	4.9730
1900	1903	3000	1215	176	10.7	0.00001	37.2	0.620	0.0103	840000	0.988	2.018	812.9	402.9	10.130	403355.77	42519745	5.8373
1900	1899	4000	1211	175	14.4	0.00001	33.9	0.565	0.0094	840000	0.985	2.709	892.0	329.3	13.628	541532.47	42519745	7.1417
1900	1900	5000	1210	172	17.9	0.00001	28	0.467	0.0078	840000	0.984	3.312	1080.0	326.1	16.655	662161.94	42519745	7.2128
2000	2000	1000	1280	183	3.4	0.00001	62	1.033	0.0172	840000	0.989	0.666	487.7	732.3	3.182	126499.31	42519745	3.2117
2000	1999	2000	1275	185	7.2	0.00001	49	0.817	0.0136	840000	0.985	1.432	617.1	431.1	6.842	271870.54	42519745	5.4553
2000	1999	3000	1276	187	11.1	0.00001	37	0.617	0.0103	840000	0.986	2.229	817.3	366.7	10.653	423332.90	42519745	6.4142
2000	1998	4000	1271	186	14.8	0.00001	30.1	0.502	0.0084	840000	0.982	2.968	1004.7	338.5	14.191	563634.04	42519745	6.9474
2000	1999	5000	1270	183	18.5	0.00001	26.4	0.440	0.0073	840000	0.981	3.653	1145.5	313.6	17.458	693724.77	42519745	7.4998
2100	2102	1000	1344	196	3.6	0.00001	60	1.000	0.0167	840000	0.989	0.755	504.0	667.2	3.433	136624.13	42519745	3.5247
2100	2101	2000	1343	197	7.5	0.00001	44.9	0.748	0.0125	840000	0.988	1.583	673.5	425.5	7.198	286298.84	42519745	5.5273
2100	2099	3000	1336	199	11.4	0.00001	36.4	0.607	0.0101	840000	0.983	2.443	830.8	340.0	11.120	441895.50	42519745	6.9162
2100	2102	4000	1336	198	15.4	0.00001	28.6	0.477	0.0079	840000	0.983	3.284	1057.3	322.0	14.925	593946.82	42519745	7.3040
2100	2103	5000	1332	195	19.2	0.00001	25	0.417	0.0069	840000	0.980	4.044	1209.6	299.1	18.373	731475.39	42519745	7.8630
2200	2200	1000	1407	209	3.7	0.00001	60	1.000	0.0167	840000	0.988	0.828	504.0	608.4	3.598	143028.31	42519745	3.8657
2200	2202	2000	1405	210	7.8	0.00001	44	0.733	0.0122	840000	0.987	1.757	687.3	391.1	7.624	303393.09	42519745	6.0132
2200	2198	3000	1403	210	11.8	0.00001	34.1	0.568	0.0095	840000	0.986	2.662	886.8	333.1	11.572	459633.57	42519745	7.0602
2200	2199	4000	1399	209	15.9	0.00001	26.1	0.435	0.0073	840000	0.983	3.580	1158.6	323.6	15.555	618149.90	42519745	7.2675
2200	2201	5000	1389	206	19.8	0.00001	20.3	0.338	0.0056	840000	0.976	4.426	1489.7	336.6	19.213	764184.58	42519745	6.9879

BAHAN BAKAR B30

Putaran Engine		Beban (watt)	Putaran Aluminator (rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Efisiensi Slip	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (J/Kg)	Eff. Thermal (%)
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan (volt)	Arus (ampere)													
1800	1802	1000	1155	145	2.9	0.00001	79.3	1.322	0.0220	845000	0.992	0.449	383.6	854.4	2.380	94744.09	42510674	2.7532
1800	1800	2000	1150	155	6.5	0.00001	65.2	1.087	0.0181	845000	0.987	1.080	466.6	431.8	5.735	227989.75	42510674	5.4473
1800	1803	3000	1145	158	10	0.00001	48.8	0.813	0.0136	845000	0.983	1.702	623.4	366.3	9.018	359103.56	42510674	6.4218
1800	1801	4000	1149	159	13.5	0.00001	39.9	0.665	0.0111	845000	0.987	2.304	762.4	330.9	12.222	486159.72	42510674	7.1083
1800	1801	5000	1146	156	16.9	0.00001	30.5	0.508	0.0085	845000	0.984	2.837	997.4	351.6	15.050	598680.06	42510674	6.6913
1900	1903	1000	1219	162	3.1	0.00001	73	1.217	0.0203	845000	0.992	0.536	416.7	777.0	2.692	107211.44	42510674	3.0273
1900	1900	2000	1217	170	6.8	0.00001	52.8	0.880	0.0147	845000	0.990	1.236	576.1	465.9	6.218	247192.54	42510674	5.0485
1900	1900	3000	1213	172	10.5	0.00001	43.1	0.718	0.0120	845000	0.987	1.938	705.8	364.2	9.746	387458.37	42510674	6.4595
1900	1898	4000	1209	170	14.1	0.00001	35.3	0.588	0.0098	845000	0.983	2.581	861.8	333.9	12.991	515952.64	42510674	7.0450
1900	1901	5000	1209	168	17.6	0.00001	27.9	0.465	0.0078	845000	0.983	3.184	1090.3	342.5	16.000	636449.21	42510674	6.8685
2000	1997	1000	1278	176	3.3	0.00001	60.4	1.007	0.0168	845000	0.988	0.623	503.6	808.8	2.979	118267.08	42510674	2.9085
2000	1999	2000	1280	180	7.1	0.00001	53.9	0.898	0.0150	845000	0.989	1.368	564.4	412.5	6.539	259829.82	42510674	5.7023
2000	2003	3000	1278	184	10.9	0.00001	37.5	0.625	0.0104	845000	0.988	2.150	811.2	377.2	10.257	408396.09	42510674	6.2357
2000	1999	4000	1273	183	14.6	0.00001	33.1	0.552	0.0092	845000	0.984	2.876	919.0	319.6	13.745	546189.88	42510674	7.3611
2000	2001	5000	1273	180	18.3	0.00001	24.2	0.403	0.0067	845000	0.984	3.546	1257.0	354.5	16.929	673384.78	42510674	6.6351
2100	2102	1000	1344	192	3.5	0.00001	60.2	1.003	0.0167	845000	0.989	0.719	505.3	702.4	3.270	130118.22	42510674	3.3489
2100	2099	2000	1340	194	7.4	0.00001	49.2	0.820	0.0137	845000	0.986	1.541	618.3	401.1	7.016	278802.56	42510674	5.8644
2100	2099	3000	1340	196	11.3	0.00001	35.4	0.590	0.0098	845000	0.986	2.378	859.3	361.4	10.824	430128.11	42510674	6.5097
2100	2100	4000	1337	195	15.2	0.00001	28.4	0.473	0.0079	845000	0.984	3.190	1071.1	335.8	14.511	576919.07	42510674	7.0048
2100	2099	5000	1332	192	19	0.00001	24.7	0.412	0.0069	845000	0.980	3.940	1231.6	312.6	17.936	712719.61	42510674	7.5262
2200	2198	1000	1401	207	3.6	0.00001	55.9	0.932	0.0155	845000	0.984	0.802	544.2	678.8	3.485	138421.27	42510674	3.4656
2200	2200	2000	1407	208	7.7	0.00001	45.5	0.758	0.0126	845000	0.988	1.716	668.6	389.7	7.451	296229.34	42510674	6.0368
2200	2201	3000	1405	210	11.7	0.00001	32.1	0.535	0.0089	845000	0.987	2.636	947.7	359.5	11.442	455089.63	42510674	6.5428
2200	2201	4000	1403	208	15.7	0.00001	28	0.467	0.0078	845000	0.986	3.508	1086.4	309.7	15.229	605722.10	42510674	7.5962
2200	2201	5000	1395	204	19.6	0.00001	21.9	0.365	0.0061	845000	0.980	4.320	1389.0	321.5	18.753	745899.19	42510674	7.3163

BAHAN BAKAR B30A

Putaran Engine		Beban	Putaran Aluminator	Alternator		Volume Bahan Bakar	Waktu	Waktu	Waktu	Densitas	Efisiensi Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	Eff. Thermal
(rpm) kontrol	(rpm) aktual			Tegangan	Arus													
1800	1800	1000	1152	160	3.1	0.00001	57.5	0.958	0.0160	845000	0.989	0.531	529.0	996.4	2.818	112046.24	42510674	2.3609
1800	1802	2000	1151	162	6.7	0.00001	45.2	0.753	0.0126	845000	0.988	1.163	673.0	578.7	6.166	245404.54	42510674	4.0648
1800	1799	3000	1148	164	10.1	0.00001	40.7	0.678	0.0113	845000	0.986	1.779	747.4	420.1	9.450	375484.00	42510674	5.6002
1800	1802	4000	1149	164	13.7	0.00001	34.7	0.578	0.0096	845000	0.987	2.411	876.7	363.5	12.786	508876.61	42510674	6.4708
1800	1801	5000	1148	161	17.1	0.00001	27.2	0.453	0.0076	845000	0.986	2.957	1118.4	378.2	15.689	624091.41	42510674	6.2206
1900	1902	1000	1218	170	3.2	0.00001	59.6	0.993	0.0166	845000	0.991	0.581	510.4	877.9	2.920	116230.40	42510674	2.6795
1900	1900	2000	1215	173	6.9	0.00001	49.7	0.828	0.0138	845000	0.988	1.279	612.1	478.6	6.431	255674.27	42510674	4.9152
1900	1900	3000	1211	175	10.5	0.00001	38.8	0.647	0.0108	845000	0.985	1.975	784.0	396.9	9.932	394867.43	42510674	5.9262
1900	1900	4000	1210	175	14.2	0.00001	31.6	0.527	0.0088	845000	0.984	2.673	962.7	360.1	13.443	534452.52	42510674	6.5327
1900	1901	5000	1210	172	17.8	0.00001	26.6	0.443	0.0074	845000	0.984	3.294	1143.6	347.2	16.554	658462.71	42510674	6.7750
2000	2000	1000	1281	183	3.4	0.00001	62	1.033	0.0172	845000	0.990	0.666	490.6	737.2	3.179	126400.56	42510674	3.1909
2000	2000	2000	1278	185	7.2	0.00001	48.6	0.810	0.0135	845000	0.988	1.428	625.9	438.3	6.822	271232.34	42510674	5.3672
2000	2001	3000	1275	187	11	0.00001	37.6	0.627	0.0104	845000	0.985	2.211	809.0	366.0	10.555	419848.12	42510674	6.4276
2000	2000	4000	1275	186	14.8	0.00001	29.7	0.495	0.0083	845000	0.985	2.958	1024.2	346.2	14.133	561865.78	42510674	6.7946
2000	2003	5000	1271	183	18.4	0.00001	25.4	0.423	0.0071	845000	0.982	3.630	1197.6	329.9	17.315	689432.05	42510674	7.1301
2100	2103	1000	1341	196	3.5	0.00001	59	0.983	0.0164	845000	0.987	0.736	515.6	700.5	3.344	133126.17	42510674	3.3580
2100	2103	2000	1343	197	7.5	0.00001	48.4	0.807	0.0134	845000	0.988	1.583	628.5	397.1	7.191	286298.84	42510674	5.9242
2100	2103	3000	1343	200	11.4	0.00001	34.6	0.577	0.0096	845000	0.988	2.443	879.2	359.9	11.097	441801.25	42510674	6.5353
2100	2103	4000	1339	198	15.3	0.00001	27.4	0.457	0.0076	845000	0.985	3.255	1110.2	341.1	14.788	588767.94	42510674	6.8969
2100	2102	5000	1334	195	19	0.00001	22.2	0.370	0.0062	845000	0.982	3.996	1370.3	342.9	18.163	722770.62	42510674	6.8599
2200	2200	1000	1407	209	3.6	0.00001	53	0.883	0.0147	845000	0.988	0.806	574.0	712.1	3.500	139162.68	42510674	3.3034
2200	2199	2000	1405	210	7.8	0.00001	40.1	0.668	0.0111	845000	0.987	1.757	758.6	431.7	7.635	303393.09	42510674	5.4490
2200	2200	3000	1400	211	11.7	0.00001	30	0.500	0.0083	845000	0.983	2.658	1014.0	381.5	11.542	458889.78	42510674	6.1659
2200	2203	4000	1400	210	15.8	0.00001	27.8	0.463	0.0077	845000	0.983	3.572	1094.2	306.3	15.492	616760.36	42510674	7.6794
2200	2201	5000	1395	206	19.6	0.00001	20.5	0.342	0.0057	845000	0.980	4.363	1483.9	340.1	18.937	753211.93	42510674	6.9157

BAHAN BAKAR B30B

Putaran Engine		Beban	Putaran Alumina	Alternator		Volume Bahan	Waktu	Waktu	Waktu	Densitas	Efisiensi i Slip	Daya	FCR (mf)	SFOC	Torsi	BMEP	LHV	ff. Therm
(rpm) kontrol	(rpm) aktual	(watt)	(rpm)	(volt)	(ampere)													
1800	1800	1000	1152	151	3	0.00001	72.9	1.215	0.0203	845000	0.989	0.485	417.3	860.5	2.574	102332.56	4.3E+07	2.7337
1800	1803	2000	1154	158	6.6	0.00001	60.1	1.002	0.0167	845000	0.991	1.114	506.2	454.2	5.905	235159.93	4.3E+07	5.1791
1800	1802	3000	1147	161	10.1	0.00001	46.7	0.778	0.0130	845000	0.985	1.748	651.4	372.6	9.270	368936.77	4.3E+07	6.3137
1800	1801	4000	1147	160	13.6	0.00001	38.9	0.648	0.0108	845000	0.985	2.340	782.0	334.3	12.411	493700.51	4.3E+07	7.0377
1800	1799	5000	1142	157	17	0.00001	33.4	0.557	0.0093	845000	0.981	2.882	910.8	316.0	15.307	608205.83	4.3E+07	7.4441
1900	1900	1000	1218	166	3.2	0.00001	60.06	1.001	0.0167	845000	0.991	0.568	506.5	892.2	2.855	113495.56	4.3E+07	2.6367
1900	1902	2000	1217	170	6.9	0.00001	54.7	0.912	0.0152	845000	0.990	1.255	556.1	443.2	6.302	250827.73	4.3E+07	5.3071
1900	1899	3000	1211	173	10.5	0.00001	42.7	0.712	0.0119	845000	0.985	1.953	712.4	364.9	9.824	390354.66	4.3E+07	6.4474
1900	1901	4000	1209	172	14.2	0.00001	41.4	0.690	0.0115	845000	0.983	2.630	734.8	279.4	13.217	525724.96	4.3E+07	8.4189
1900	1901	5000	1204	166	17.7	0.00001	31.8	0.530	0.0088	845000	0.979	3.177	956.6	301.1	15.966	635072.01	4.3E+07	7.8117
2000	2001	1000	1280	182	3.5	0.00001	67.7	1.128	0.0188	845000	0.989	0.682	449.3	658.9	3.256	129508.29	4.3E+07	3.5699
2000	2002	2000	1279	184	7.4	0.00001	46.3	0.772	0.0129	845000	0.988	1.459	657.0	450.4	6.962	277042.95	4.3E+07	5.2228
2000	2003	3000	1279	187	11.3	0.00001	35.7	0.595	0.0099	845000	0.988	2.264	852.1	376.4	10.798	429949.66	4.3E+07	6.2497
2000	2003	4000	1276	186	15.1	0.00001	29.5	0.492	0.0082	845000	0.986	3.016	1031.2	341.9	14.386	572805.69	4.3E+07	6.8802
2000	2000	5000	1271	183	18.6	0.00001	23.9	0.398	0.0066	845000	0.982	3.670	1272.8	346.9	17.530	696925.88	4.3E+07	6.7820
2100	2101	1000	1343	196	3.6	0.00001	58.3	0.972	0.0162	845000	0.988	0.756	521.8	690.3	3.437	136725.86	4.3E+07	3.4079
2100	2100	2000	1341	197	7.6	0.00001	47.8	0.797	0.0133	845000	0.987	1.606	636.4	396.2	7.308	290548.84	4.3E+07	5.9376
2100	2103	3000	1340	199	11.5	0.00001	37.4	0.623	0.0104	845000	0.986	2.457	813.4	331.0	11.163	444441.11	4.3E+07	7.1064
2100	2102	4000	1340	198	15.5	0.00001	26.5	0.442	0.0074	845000	0.986	3.295	1147.9	348.4	14.977	596019.13	4.3E+07	6.7525
2100	2103	5000	1335	194	19.2	0.00001	21.8	0.363	0.0061	845000	0.982	4.014	1395.4	347.6	18.237	726088.90	4.3E+07	6.7672
2200	2201	1000	1411	210	3.8	0.00001	55.8	0.930	0.0155	845000	0.991	0.852	545.2	639.5	3.700	147178.37	4.3E+07	3.6783
2200	2200	2000	1412	212	7.9	0.00001	43.3	0.722	0.0120	845000	0.992	1.788	702.5	393.0	7.764	308671.38	4.3E+07	5.9862
2200	2198	3000	1402	211	11.9	0.00001	35.8	0.597	0.0099	845000	0.985	2.699	849.7	314.8	11.734	466068.24	4.3E+07	7.4730
2200	2203	4000	1399	209	16	0.00001	24.7	0.412	0.0069	845000	0.983	3.603	1231.6	341.8	15.625	622037.63	4.3E+07	6.8814
2200	2201	5000	1396	206	19.9	0.00001	22.3	0.372	0.0062	845000	0.981	4.426	1364.1	308.2	19.213	764192.88	4.3E+07	7.6326

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisa *iodine number*, maka diperoleh nilai *iodine number* pada biodiesel minyak jelantah sebesar 6,347 g/100 g. Nilai *iodine number* ini telah memenuhi standart biodiesel Indonesia.
2. Berdasarkan dari hasil analisa uji performa motor diesel, *iodine number* memiliki pengaruh terhadap performa motor diesel .
 - Angka iodine mempengaruhi nilai SFOC. Pada putaran rendah, semakin tinggi angka iodine maka nilai SFOC akan semakin tinggi. Namun pada putaran tinggi, semakin tinggi angka iodine maka nilai SFOC akan semakin rendah.
 - Angka iodine mempengaruhi SFOC, dimana berdasarkan perhitungan rata-rata pada grafik SFOC maksimum. Bahan bakar B20 dan B30 menghasilkan nilai SFOC yang lebih rendah dari pada bahan bakar B0. Selisih tersebut adalah 92 gr/kWh dan 74 gr/kWh.
 - Angka iodine mempengaruhi daya. Semakin besar angka iodine maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Namun pengaruh ini tidak signifikan karena hanya meningkatkan daya 0.1 – 0.25 kW.
 - Angka iodine mempengaruhi nilai efisiensi thermal. Pada beban rendah semakin besar angka iodine maka nilai efisiensi thermal akan semakin besar. Namun pada beban tinggi, semakin besar angka iodine maka nilai efisiensi thermal semakin rendah.
 - Angka iodine mempengaruhi nilai torsi. Pada daya maksimum, semakin besar angka iodine maka nilai

torsi yang dihasilkan akan semakin besar. Kenaikan nilai torsi ini adalah sebesar 0.1 – 0.3 Nm.

- Angka iodine mempengaruhi nilai BMEP. Pada daya maksimum, semakin besar angka iodin maka nilai BMEP akan semakin besar.
3. Berdasarkan hasil analisa performa motor diesel, prosentase biodiesel akan mempengaruhi performa dari motor diesel tersebut.
- Prosentase biodiesel mempengaruhi SFOC, dimana berdasarkan perhitungan rata-rata pada grafik SFOC maksimum. Bahan bakar B20 dan B30 menghasilkan nilai SFOC yang lebih rendah dari pada bahan bakar B0. Selisih tersebut adalah 92 gr/kWh dan 74 gr/kWh. Maka bahan bakar B20 adalah bahan bakar paling hemat.
 - Pada beban tinggi, semakin tinggi prosentase biodiesel maka nilai efisiensi thermal akan semakin rendah.
 - Pada daya, semakin tinggi prosentase biodiesel maka daya akan meningkat sebanyak 0.52 kW.
 - Pada nilai torsi, semakin besar prosentase biodiesel maka nilai torsi akan meningkat sebesar 2 Nm.
 - Pada nilai BMEP, semakin besar prosentase biodiesel maka nilai BMEP akan meningkat sebesar 130 N/m².

Dari hasil analisa performa motor diesel tersebut, prosentase biodiesel B30 memiliki performa lebih baik daripada prosentase biodiesel B20.

5.2 Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk melakukan penelitian tentang pengaruh iodine number terhadap proses pembakaran motor diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Georing, Carrol. E & Fry, Bob. 1984. Engine Durability Screening Test of a Diesel Oil/Soy Oil/Alcohol Microemulsion Fuel. Journal of The American Oil Chemist's Society, 61 (10) hal 1627
- Hendra. 2013. Bahan Bakar Nabati Energi Untuk Masa Depan Indonesia. Artikel. www.teknologi.kompasiana.com
- Imaduddin, Muhammad. 2011. Optimasi Sistem Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dan Metanol dengan Katalisator Abu Tandan Kosong Sawit dan Uji Kerjanya pada Motor Diesel. Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta. (Tesis)
- Panggabean, Andi G. 2009. Penentuan Bilangan Iodin Dalam Crude Palm Stearin dan Refined Bleached Deodorized Palm Stearin. Kimia Analis. FMIPA-Universitas Sumatera Utara. Medan (Karya Ilmian Program Studi D-III)
- Pradipta, Oksi Sigit. 2008. Studi Komparasi Unjuk Kerja Mesin Diesel, Universitas Indonesia. Jakarta (Tugas Akhir)
- Pramesti, Lely. 2013. Analisa Pengaruh Angka Iodin Pada Biodiesel Dari Waste Cooking Oil Terhadap Laju Keausan Dan Terbentuknya Carbon Deposit Pada Komponen Small Marine Diesel Engine. Teknik Sistem dan Pengendalian Kelautan. FTK-ITS. Surabaya (Tesis)
- Sudik. 2013. Perbandingan Performa Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder Dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar Dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa Dan Minyak Kemiri. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang (Skripsi)

Wakhid, M Arif. Zuhdi, Aguk MF. Ariana, Made. 2013. Analisis Perbandingan Performa dan Emisi NOx Motor Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jelantah (Waste Cooking Oil) dengan Bio Solar. JURNAL TEKNIK SISTEM PERKAPALAN Vol.01, No. 4209-018, (2013) 1-6

BIODATA PENULIS



Susi Nariati, lahir di Lamongan pada tanggal 17 November 1993. Ia merupakan anak pertama dari dua bersaudara keluarga bapak Suparno dan ibu Kuslik. Riwayat pendidikan yang telah ditempuh adalah SDN Nglebur, SMP Negeri 1 Kedungpring, SMA Negeri 1 Kedungpring, dan jenjang S1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menempuh jenjang kuliah, penulis aktif dalam bidang akademik maupun non-akademik. Pada tahun 2013 Penulis aktif dalam bidang Departemen Dalam Negeri BEM FTK-ITS, Marine Icon 2013 hingga 2015 dan kegiatan kepanitiaan lainnya. Dengan semangat yang tinggi Penulis mampu menyelesaikan skripsi sebagai sarjana teknik dalam bidang keahlian *Marine Power Plant* Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS dengan judul skripsi “Analisis Pengaruh Angka Iodin Terhadap Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel B20 dan B30 dari *Waste Cooking Oil*”. Penulis dapat dihubungi melalui susinariati@gmail.com.