



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

SKRIPSI – ME141501

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap *Performance*, NO_x dan *Combustion* pada *Diesel Engine*

Dwiky Bayu Hermawan
NRP 0421144000061

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D
Adhi Iswanto S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SKRIPSI - ME 141501

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap *Performance*, NO_x dan *Combustion* pada *Diesel Engine*

Dwiky Bayu Hermawan
NRP 0421144000061

Dosen Pembimbing
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D
Adhi Iswantoro ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

SKRIPSI - ME 141501

Effect of the Emulsion Fuel from Palm Oil Biodiesel with Methanol to *Performance, NO_x* and *Combustion* on *Diesel Engine*

Dwiky Bayu Hermawan
NRP 0421144000061

Supervisors

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D
Adhi Iswantoro ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap *Performance, Nox dan Combustion* pada *Diesel Engine*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Power Plant*

(MPP)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dwiky Bayu Hermawan

NRP. 0421144000061

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D

()

Adhi Iswantoro ST., MT

()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR EMULSI DARI BIODIESEL MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN METANOL TERHADAP *PERFORMANCE, NOX DAN COMBUSTION PADA DIESEL ENGINE*

TUGAS AKHIR

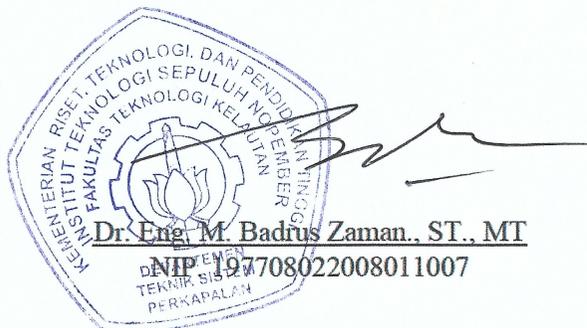
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Power Plant*
(MPP)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dwiky Bayu Hermawan
NRP. 0421144000061

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap *Performance*, *NOx* dan *Combustion* pada *Diesel Engine*

Nama Mahasiswa : Dwiky Bayu Hermawan
NRP : 0421144000061
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D
Dosen Pembimbing 2 : Adhi Iswantoro ST., MT

Abstrak

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu sumber energi alternatif (biodiesel) tanaman sawit yang dikembangkan sejak tahun 1992, yang memiliki kapasitas besar 1 ton / jam atau 20 ton / hari. Biodiesel memiliki sifat yang baik sebagai bahan bakar alternatif serta nilai kalor, viskositas dan nomor setana mendekati sifat bahan bakar diesel. Karena tingginya emisi NO_x dari bahan bakar biodiesel maka kami menambahkan metanol untuk mengurangi tingkat emisi. Metanol dipilih karena selain harganya lebih murah dan juga metanol biasanya digunakan untuk mencampur bahan bakar dalam mobil di beberapa negara. Penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan mencampur minyak diesel dengan etanol sebagai hasilnya adalah performace naik dan emisi NO_x naik dibandingkan dengan solar. Jadi diharapkan bahwa setelah pencampuran minyak sawit dan metanol dapat menjadi hasil yang lebih baik dari bahan bakar campuran antara metanol dan minyak sawit dalam hal kinerja, perfoma, proses pembakaran dan pengurangan NO_x . Emulsi biodiesel sawit memberikan peningkatan kinerja daya, torsi, dan sfoc, selain itu juga meningkatkan proses pembakaran dan menurunkan emisi NO_x

Kata kunci : Biodiesel, *Combustion Proses*, Emulsi, Metanol, NO_x , *Performance*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

The Effect of Emulsion Fuel from Palm Oil Biodiesel with Methanol to *Performance, NO_x and Combustion on Diesel Engine*

Name of Student : Dwiky Bayu Hermawan

NRP : 0421144000061

Department : Marine Engineering

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

Supervisor 2 : Adhi Iswantoro ST., MT

Abstract

Crude Palm Oil is one of the alternative energy sources (biodiesel) of palm plants developed since 1992, which has a large capacity of 1 ton / hour or 20 ton / day. Biodiesel has good properties as an alternative fuel as well as calorific value, viscosity and cetane number approaching the nature of diesel fuel. Due to high NO_x emissions from biodiesel fuel then we add methanol to reduce its emission levels. The methanol is chosen since in addition to cheaper price and also methanol is usually used to mix fuel in cars in some countries. Previous studies has been carried out by mixing diesel oil with ethanol as the results are improved performance and reduced NO_x compared to diesel. So it is hoped that after mixing palm oil and methanol could be better results from mixed fuels between methanol and palm oil in terms of performance, combustion process and reduced NO_x. Palm biodiesel emulsions provide improved power, torque, and sfoc performance; beside that also improve the combustion processes and decrease NO_x emissions.

Keywords : Biodiesel, *Combustion Process*, Emulsion, Methanol, *NO_x*, *Performance*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap *Performance*, NO_x dan *Combustion* pada *Diesel Engine*** dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir tersebut diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program studi sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir dan keberhasilan menempuh program studi sarjana, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Ermawati dan Bapak Siswanto yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis setiap kegiatan dan aktivitas hingga saat ini.
2. Bapak Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pendidikan baik akademik maupun non akademik sehingga kami sebagai mahasiswa wali dapat belajar bekerja keras, pantang menyerah, dan bekerjasama.
3. Bapak Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing penulis dan dosen pengampu Laboratorium MPP yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dan memberikan motivasi untuk terus belajar dan mengembangkan diri.
4. Bapak Adhi Iswanto ST., MT., selaku dosen kedua dan dosen muda yang selalu memberikan motivasi untuk terus belajar dan tidak mudah menyerah
5. Bapak Nur Afandi., selaku teknisi andalan dan selalu menemani teman-teman MPP.
6. Selaku teman-teman penulis yaitu Linggar ,Afif, Pravensa, Reggi, Hanifan, Koko, Wafiq dan member lab MPP yang lainnya.
7. Dan untuk grup Anri O'Xhatmi selalu memberikan support lebih.
8. Untuk teman-teman grup Densus terimakasih sudah menjadi teman yang selalu memberikan dukungan tiada habisnya.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk menjadikan karya yang lebih baik dan memberikan kebermanfaatan.

Penulis berharap bahwa karya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca di kemudian hari.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Biodiesel.....	6
2.2 Metode Penelitian.....	7
2.3 Minyak Kelapa Sawit.....	8
2.4 Metanol.....	8
2.5 Blending.....	9
2.6 Surfaktan.....	9
2.7 Parameter Performa Mesin.....	12
2.8 Emisi.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	16
3.2 Studi Literatur.....	16
3.3 Pengambilan Data.....	16
3.4 Eksperimen Analisis Performa, Proses Pembakaran, Emisi NO _x	18
3.5 Pengumpulan Data.....	18
3.6 Analisa Data.....	19
3.7 Kesimpulan.....	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Pembuatan emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol.....	20
4.2 Uji karakteristik Emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol.....	22
4.3 Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi Biodiesel Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap Performa Motor Diesel.....	24
4.4 Analisa Perbandingan tekanan hasil Max. Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada daya maksimal.....	36
4.5 Analisa Perbandingan tekanan hasil Ignition Delay antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada daya maksimal.....	40
4.6 Analisa Perbandingan hasil Heat Reales antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal.....	41
4.7 Analisa Perbandingan hasil Knock Detecion antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal.....	48
4.7.5 Analisa Knock Detection pada bahan Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM 2200 dengan variasi beban.....	53

4.8 Analisa Perbandingan hasil Emisi antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
1.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN I.....	59
LAMPIRAN II.....	61
LAMPIRAN III.....	62
LAPIRAN IV.....	63
LAMPIRAN V.....	65
LAMPIRAN VI.....	64
LAMPIRAN VI.....	66
BIODATA PENULIS.....	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Kelapa Sawit	5
Gambar 2.2 Blok Diagram Proses Produksi Biodiesel.....	8
Gambar 2.3 Struktur ikatan kimia Span 80 dan Tween 80.....	11
Gambar 2.4 Proses Pembakaran motor diesel berbahan bakar minyak dan emulsi	13
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	18
Gambar 4.1 Emulsi biodiesel minyak sawit dengan metanol.....	20
Gambar 4.2 Biodiesel + Metanol + Tween 80 1% +Span 80 1%.....	21
Gambar 4.3 Hasil akhir bahan bakar	22
Gambar 4.4 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1800 RPM.....	25
Gambar 4.5 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1900 RPM.....	26
Gambar 4.6 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2000 RPM.....	27
Gambar 4.7 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2100 RPM.....	28
Gambar 4.8 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2200 RPM.....	29
Gambar 4.9 Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, pada setiap RPM.....	30
Gambar 4.10 Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Emulsi, pada setiap RPM.....	31
Gambar 4.11 Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar B20, pada setiap RPM	32
Gambar 4.12 Perbandingan antara Daya maksimum dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.	33
Gambar 4.13 Perbandingan antara Torsi maksimum dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.	34
Gambar 4.14 Perbandingan antara BMEP maksimum dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.	35
Gambar 4.15 Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, 25% Load	36
Gambar 4.16 Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, 50% Load	37
Gambar 4.17 Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, 75% Load	38
Gambar 4.18 Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, 100% Load	39
Gambar 4.19 Perbandingan hasil ignition delay antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM	40

Gambar 4.20 Grafik perbandingan Rate of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	41
Gambar 4.21 Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20	43
Gambar 4.22 Grafik perbandingan Rate of Heat Release Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	45
Gambar 4.23 Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	47
Gambar 4.24 Grafik perbandingan Rate of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	45
Gambar 4.25 Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite, dan B20.....	46
Gambar 4.26 Grafik perbandingan Rate of Heat Release bahan bakar Emulsi, Dexlite, dan B20.....	47
Gambar 4.27 Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite, dan B20.....	48
Gambar 4.28 Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	49
Gambar 4.29 Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	50
Gambar 4.30 Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	51
Gambar4.31 Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	52
Gambar 4.32 Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 dengan variasi beban	54
Gambar 4.33 Grafik perbandingan Emisi NOx (PPM) antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	53
Gambar 4.34 Grafik perbandingan Emisi NOx antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20.....	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Biodiesel Standar Negara Indonesia (SNI)	7
Tabel 2.2 Karakteristik Surfaktan Tween 80 dan Span 80	11
Tabel 2.3 Tabel pengetesan IMO	14
Tabel 4.1 Properties Emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol	23

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor diesel salah satu penggerak mula yang banyak dipakai adalah mesin kalor, yaitu mesin yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau yang mengubah energi termal menjadi energi mekanik. Energi itu sendiri dapat diperoleh dengan proses pembakaran. Ditinjau dari cara memperoleh energi termal ini, mesin kalor dibagi menjadi dua golongan yaitu mesin pembakaran luar dan mesin pembakaran dalam. Pada mesin pembakaran luar proses pembakaran terjadi di luar mesin dimana energi termal dari gas hasil pembakaran dipindah ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Sedangkan pada mesin pembakaran dalam atau dikenal dengan motor bakar, proses pembakaran terjadi di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Motor diesel disebut juga motor bakar atau mesin pembakaran dalam, karena perubahan tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanik dilaksanakan di dalam mesin itu sendiri.

Solar sendiri di Indonesia memiliki beberapa macam jenis seperti biodiesel, Pertamina Dex, total diesel dan lain – lain. Bahan bakar ini memiliki sifat tidak bisa diperbarui dan kapasitas sumbernya akan semakin berkurang. Selain itu pada dasarnya minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250°C sampai 300°C. Meskipun dapat dengan mudah didapatkan tapi dampak yang dihasilkan oleh gas buang akibat proses pembakaran yang tidak sempurna akan membahayakan baik bagi manusia maupun lingkungan sekitar. (Alriga, 2017).

Minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) merupakan salah satu sumber energi alternatif (biodiesel) dari tumbuhan kelapa yang dikembangkan sejak tahun 1992, dimana memiliki kapasitas yang besar yaitu 1 ton/jam atau 20 ton/hari. Biodiesel tersebut memiliki sifat cukup baik sebagai bahan bakar alternatif seperti halnya nilai kalor, viskositas dan bilangan setana yang mendekati sifat bahan bakar solar (Hanif, 2004).

Emulsi adalah sistem cairan dua fase yang terdiri dari cukup kasar dispersi satu cairan dalam bentuk lain dalam bentuk tetesan, yang diameter melebihi 0,1 mikron. Dalam emulsi, campuran menggunakan surfaktan Tween 80 dan Span 80.

Maka pada penelitian kali ini akan dibuat bahan bakar alternatif yaitu Biodiesel dari minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) dengan mencampurkan metanol sebagai bahan tambahan. Disini metanol dipilih karena selain harganya yang lebih murah dan juga metanol biasanya dipakai untuk campuran bahan bakar pada mobil di beberapa negara. Pada penelitian yang lalu telah dilakukan penelitian dengan mencampur minyak diesel dengan etanol, dengan hasil performa naik begitu pula dengan NOx nya dibandingkan dengan solar dex. Maka diharapkan setelah dilakukan pencampuran antara minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) dengan metanol akan didapatkan hasil yang lebih baik dari bahan bakar campuran antara metanol dengan minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) baik itu dari segi performa, proses pembakaran maupun kadar NOx yang dihasilkan.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol Dengan Minyak Kelapa Sawit Terhadap *Performance*, NO_x dan *Combustion Procces* Pada *Diesel Engine*. Metode Eksperimen dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari penggunaan Metanol dalam bahan bakar Emulsi dengan Biodiesel Minyak Kelapa Sawit. Oleh karena itu pada penelitian diangkat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat bahan bakar emulsi dari biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol ?
2. Bagaimana properties dari bahan bakar emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol?
3. Bagaimana hasil penggunaan metanol dalam bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit terhadap
 - a. Performa (*Performance*)
 - b. Proses pembakaran (*Combustion Process*)
 - c. NO_x pada mesin diesel?

1.3 Batasan Masalah

Untuk dapat melaksanakan penelitian ini diperlukan Batasan masalah sebagai berikut :

1. Ruang lingkup analisis proses pembakaran (*Combustion Process*) terdiri dari proses penginjeksian (*Ignition Delay*), tekanan maksimum (*Maximum Pressure*), perubahan energi panas (*Heat Release*) dan knocking (*Knocking*).
2. Variabel bahan bakar emulsi yaitu M/B20%.
3. Variabel putaran pada mesin menggunakan RPM sebesar 1800 RPM, 1900 RPM, 2000 RPM, 2100 RPM dan 2200 RPM.
4. Analisa proses performa yang meliputi Daya, Torsi dan SFOC (*Specific Fuel Oil Consumption*) akibat penggunaan bahan bakar emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol.
5. Analisa kandungan NO_x akibat penggunaan bahan bakar emulsi dari Biodiesel kelapa sawit dengan metanol.
6. Analisis proses pembakaran menggunakan alat sensor TMR-Instrument serta SYSMONSoft v2.0.3 sebagai data akuisisi, proses dan analisis.
7. Analisis performa, proses pembakaran dan NO_x dilakukan pada motor diesel Yanmar TF85-MH yang berada di Laboratorium Marine Power Plant FTK ITS.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk menjawab semua pertanyaan yang terdapat pada perumusan masalah diatas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pembuatan bahan bakar emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol.

2. Mengetahui properties bahan bakar emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol.
3. Mengetahui hasil penggunaan metanol dalam bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit terhadap :
 - a. Mengetahui perubahan pada performa (*Performance*) yang dihasilkan mesin diesel saat menggunakan bahan bakar emulsi dari biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol.
 - b. Mengetahui perubahan pada proses pembakaran (*Combustion Process*) bahan bakar emulsi dari biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol.
 - c. Mengetahui jumlah kanduangan NO_x yang dihasilkan bahan bakar emulsi dari biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari dilakukannya kajian berikut adalah:

1. Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bahan bakar alternatif dengan melakukan emulsi antara minyak kelapa sawit dengan methanol dan memberikan pengetahuan pada masyarakat tentang bahan bakar ini baik dari segi jumlah sulfur, nilai cetane maupun efeknya pada pada performa, proses pembakaran dan NO_x yang dihasilkan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada saat ini perkembangan minyak dunia menyatakan bahwa dalam kurun waktu dekat ini mendekati krisis bahan bakar minyak, stok cadangan minyak mentah yang berasal dari fosil semakin hari semakin menipis. Hal ini diperkuat dengan besarnya bahan bakar minyak yang dikonsumsi oleh negeri ini sudah mencapai angka 1,6 juta barrel per hari, sementara produksi yang diolah oleh negeri ini hanya mencapai angka 812.000 barrel per hari, tidak seperti tahun 70-an yang produksinya mampu mencapai angka 1,5 juta barrel per hari. Dengan laju peningkatan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 6-9% tiap tahunnya, maka diperkirakan negara Indonesia dalam kurun 11 tahun cadangan bahan bakar di negeri ini akan habis. Oleh karena itu untuk mengatasi hal ini agar tidak terjadi dalam waktu dekat perlu adanya pengembangan energi terbarukan untuk mengurangi penyerapan cadangan minyak mentah yang telah menipis. Dimana salah satu pengembangan energi terbarukan ini yaitu memanfaatkan minyak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan diolah menjadi bahan bakar nabati.

Menurut (Puslitbang Perkebunan, 2015) mengumumkan bahwa salah satu solusi dari permasalahan mengenai bahan bakar minyak yang diperkirakan akan habis dalam kurun 11 tahun mendatang adalah minyak bahan bakar dari tumbuhan, seperti contohnya minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*), minyak aren (*Arenga Pinnata*), minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas*), minyak kemiri sunan (*Aleurites Trisperma Blanco*), minyak tanaman sagu (*Metroxylon Spp.*). Walaupun bahan bakar ini belum berkembang secara luas namun cukup berpotensi untuk digunakan di kawasan tertentu serta dikembangkan di berbagai wilayah Indonesia dan hanya dengan sistem pengolahan yang tradisional.



Gambar 2.1 Buah Kelapa Sawit

Sumber : (Allorerung, Syakir, Poeloengan, Syafaruddin, & Rumini, 2010)

Bahan bakar dari minyak nabati yang telah banyak dikembangkan dan telah digunakan dalam kawasan industri karena paling layak dan paling siap diolah yaitu biodiesel dari minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*). Dalam Food and Agriculture Organization of the United Nations, Indonesian Palm Oil Producers Association (*Gapki*) and Indonesian Ministry of Agriculture (2015) menyatakan bahwa telah tercatat pada tahun 2015 produksi minyak kelapa sawit telah mencapai angka 31,5 juta ton metrik dan tiap tahun akan terus menunjukkan angka pertambahan. Contoh buah kelapa sawit seperti ditunjukkan pada Gambar.2.1

Penerapan biodiesel ini dapat diterapkan salah satunya pada motor diesel. Motor diesel ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel. Prinsip kerja motor diesel adalah melalui penginjeksian bahan bakar ke dalam ruang bakar yang udara di dalamnya telah dikompresikan. Kekurangan homogenan pencampuran bahan bakar dengan udara dan temperatur pembakaran yang tinggi menyebabkan munculnya emisi pada gas buang motor diesel. Proses pembakaran bahan bakar pada motor bakar menghasilkan gas buang yang mengandung unsur Nitrogen Oksida (*NO_x*), Sulfur Oksida (*SO_x*), Particulate Matter (*PM*), Karbon Monoksida (*CO*), dan Hidrokarbon (*HC*) yang bersifat mencemari udara. Pencemaran terhadap udara tentunya akan berakibat terhadap kesehatan manusia, selain juga terhadap makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tumbuhan. Agar motor diesel yang digunakan tidak mengakibatkan pencemaran udara berlebih maka perlu dilakukan suatu penelitian. Bagaimana cara menurunkan emisi gas buang dengan pemilihan teknologi dan metode yang tepat dalam mengatasi pencemaran udara akibat emisi motor diesel. Salah satu cara untuk mengurangi emisi pada gas buang yaitu dengan menggunakan minyak nabati. (Reza,2012)

2.1 Biodiesel

Biodiesel yang digunakan sehari-hari ternyata memiliki kekuatan yang baik (*Inergetic*), ramah lingkungan (*Enviromental*) serta keuntungan harga produksi (*Economic Advantages*). Syarat yang penting dari biodiesel dalam penggunaan di mesin diesel salah satunya yaitu memiliki karakteristik bahan bakar yang sesuai dengan standar biodiesel. Hal ini dikarenakan untuk kestabilan mesin diesel saat berada di kondisi yang tidak pada umumnya (Ramos. 2012).

Adapun karakteristik biodiesel sesuai Standar Negara Indonesia (*SNI*) ada pada **Tabel** :

Tabel 2.1 Karakteristik Biodiesel Standar Negara Indonesia (SNI)

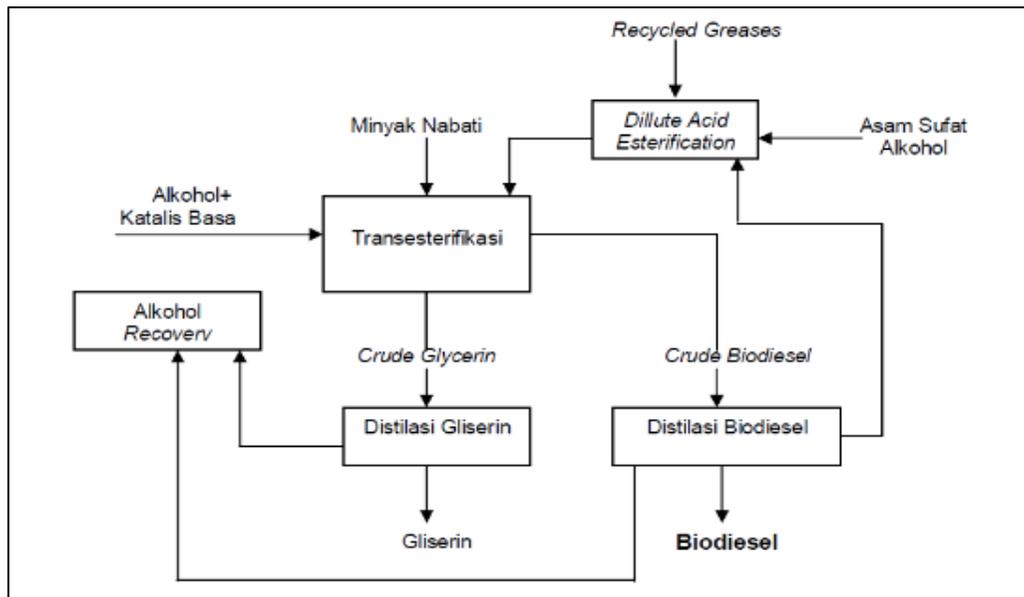
No	Parameter & Satuannya	Batas Nilai
1.	Densitas pada 15°C, Kg/m ³	850–890
2.	Viskositas kinematik pada 40°C (<i>cSt</i>)	2,3-6,0
3.	Angka Setana	Min. 51
4.	Titik nyala (<i>flash point</i>)	Min.100
5.	Titik kabut (<i>Cloud Point</i>)	Max. 18
6.	Titik Tuang (<i>Pour Point</i>)	Max. 18
7.	Korosi bilah tembaga (3 jam, 50 ⁰ C)	Max.3
8.	Residu karbon,%-berat,	Max.0,05
9.	Air dan sediman,%-volume	Maks.0,05
10.	Temperatur distilasi 90%, °C	Maks.360
11.	Abu tersulfatkan,%-berat	Maks 0,02
12.	Belerang,ppm-b (mg/kg)	Maks.100
13.	Fosfor,ppm-b (mg/kg)	Maks.10
14.	Angka asam,mg-KOH/gr	Maks.0,8
15.	Gliserol bebas,%-berat	Maks.0,02
16.	Gliserol total,%-berat	Maks.0,24
17.	Kadar ester alkil,%-berat	Min.96,5

2.2 Metode Penelitian

Menurut (Ramos. 2012) yang sudah melakukan pembuatan biodiesel, metode yang sering digunakan adalah metode transesterifikasi. Dimana metode ini menggunakan metanol serta katalis yang bisa berupa homogen ataupun heterogen. Adapun reaksi kimia yang dihasilkan dari metode ini berupa alkohol rantai pendek (*methanol*), konsentrasi katalis, rasio molar dari minyak, perubahan suhu, tekanan serta perubahan waktu reaksi.

Rahayu (2015), menyatakan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit yaitu melalui reaksi transesterifikasi dengan methanol akan menghasilkan gliserin, metil stearate, metil oleate. Metil oleate atau biodiesel dan gliserin harus dipisahkan melalui suatu tangki pengendap. Setelah gliserin dipisahkan larutan dicuci dengan air dan selanjutnya didistilasi sehingga menghasilkan biodiesel sesuai standard yang diinginkan. Minyak nabati merupakan campuran trigliserida dengan Asam Lemak Bebas (*ALB*), komposisi minyak nabati tergantung pada tanaman penghasil minyak tersebut.

Kandungan ALB akan mempengaruhi proses produksi biodiesel dan bahan bakar yang dihasilkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Blok Diagram Proses Produksi Biodiesel (Rahayu. 2015)

2.3 Minyak Kelapa Sawit

(Nagi.2008) Menyatakan bahwa kelapa sawit merupakan tanaman tropis yang oleaginous, memiliki produktivitas minyak per unit tanah tertinggi bumi. Dalam hal penggunaannya, minyak sawit memiliki berbagai kegunaan sebagai makanan, (minyak, margarin, roti, mayones, feed, es krim, cookies dll), di industri (sabun, pelumas, deterjen, plastik, kosmetik, karet dll), dalam pembuatan baja, industri tekstil, farmakologi dll. Dan fungsi lain dari minyak kelapa sawit banyak digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

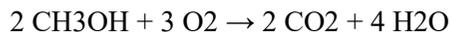
Kelapa sawit juga merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang sangat berguna, karena minyak yang dihasilkan salah satunya memiliki keunggulan sebagai bahan bakar motor diesel.

2.4 Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, wood alcohol atau spiritus adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari

menjadikan karbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai wood alcohol karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbonmonoksida; kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik. (anonim, 2015).

2.5 Blending

Proses blending adalah penambahan bahan-bahan aditif kedalam fraksi minyak bumi dalam rangka untuk meningkatkan kualitas produk tersebut. Untuk mencampur metanol dengan minyak kelapa sawit. Ada dua cara dalam memblending yaitu emulsi dan solution technique. Emulsi adalah campuran antara partikel partikel suatu zat cair (*fase terdispersi*) dengan zat cair lainnya (*fase pendispersi*). Emulsi tersusun atas tiga komponen utama, yaitu: Fase terdispersi, fase pendispersi, dan emulsifier/emulgator. Dalam pembuatan suatu emulsi, pemilihan emulgator merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan karena mutu dan kestabilan suatu emulsi banyak dipengaruhi oleh emulgator yang digunakan. Salah satu emulgator yang aktif permukaan atau lebih dikenal dengan surfaktan.

Solution technique adalah salah satu cara blending untuk mendapatkan biodiesel dengan cara dipanaskan mencapai suhu tertentu. Kedua bahan di campur dan dipanaskan secara bersamaan dengan diaduk (*Mixing*) proses solution Technique berguna untuk menggabungkan atau memisahkan partikel yang dibutuhkan atau tidak di butuhkan dalam biodiesel.

2.6 Surfaktan

Surfaktan dapat mengurangi perbedaan berat jenis minyak dan air. Surfaktan adalah zat amphipatik dengan kelompok liofobia dan liofili sehingga mampu mengadsorpsi antar cairan, padatan dan gas. Surfaktan juga disebut zat emulsifikasi karena dapat menstabilkan emulsi bila ada di sepanjang antara air dan minyak. Dalam bahan bakar emulsi air pada mesin diesel, surfaktan menghambat pengkabutan air dalam bahan bakar, sehingga air tidak bersentuhan langsung dengan komponen pada ruang pembakaran mesin diesel (Nauval. 2017). Aditif dimasukkan untuk mempertahankan emulsi, meningkatkan pelumasan, menghambat korosi dan melindungi dari pembekuan.

Dalam pembuatan suatu emulsi, pemilihan surfaktan merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan karena mutu dan kestabilan suatu emulsi banyak dipengaruhi oleh surfaktan yang digunakan. Mekanisme kerja surfaktan, yaitu :

1. Membentuk lapisan monomolekuler ; surfaktan yang dapat menstabilkan emulsi bekerja dengan membentuk sebuah lapisan tunggal yang diabsorpsi molekul atau ion pada permukaan antara minyak/air. Menurut hukum Gibbs kehadiran kelebihan permukaan penting mengurangi tegangan permukaan. Ini menghasilkan emulsi yang lebih stabil karena pengurangan sejumlah energi bebas permukaan secara nyata adalah fakta bahwa tetesan dikelilingi oleh sebuah lapisan tunggal koheren yang mencegah penggabungan tetesan yang mendekat.
2. Membentuk lapisan multimolekuler ; koloid liofilik membentuk lapisan multimolekuler disekitar tetesan dari dispersi minyak. Sementara koloid hidrofilik diabsorpsi pada pertemuan, mereka tidak menyebabkan penurunan tegangan permukaan. Keefektifannya tergantung pada kemampuan membentuk lapisan kuat, lapisan multimolekuler yang koheren.
3. Pembentukan kristal partikel-partikel padat ; mereka menunjukkan pembiasan ganda yang kuat dan dapat dilihat secara mikroskopik polarisasi. Sifat-sifat optis yang sesuai dengan kristal mengarahkan kepada penandaan 'Kristal Cair'. Jika lebih banyak dikenal melalui struktur khususnya mesifase yang khas, yang banyak dibentuk dalam ketergantungannya dari struktur kimia tensid/air, suhu dan seni dan cara penyiapan emulsi. Daerah strukturisasi kristal cair yang berbeda dapat karena pengaruh terhadap distribusi fase emulsi.

Menurut (Jenkins , 1957) emulsi dapat distabilkan dengan penambahan surfaktan yang mencegah koslesensi, yaitu penyatuan tetesan besar dan akhirnya menjadi satu fase tunggal yang memisah. Bahan pengemulsi (surfaktan) menstabilkan dengan cara menempati daerah antar muka antar tetesan dan fase eksternal dan dengan membuat batas fisik disekeliling partikel yang akan berkoalesensi. Surfaktan juga mengurangi tegangan antar permukaan dari fase dan dengan membuat batas fisik disekeliling partikel yang akan berkoalesensi. Surfaktan juga mengurangi tegangan antar permukaan dari fase, hingga meninggalkan proses emulsifikasi selama pencampuran. Menurut teori umum emulsi klasik bahwa zat aktif permukaan mampu menampilkan kedua tujuan yaitu zat-zat tersebut mengurangi tegangan permukaan (antar permukaan) dan bertindak sebagai penghalang bergabungnya tetesan karena zat-zat tersebut diabsorpsi pada antarmuka atau lebih tepat pada permukaan tetesan-tetesan yang tersuspensi. Zat pengemulsi memudahkan pembentukan emulsi dengan 3 mekanisme :

1. Mengurangi tegangan antarmuka-stabilitas termodinamis
2. Pembentukan suatu lapisan antarmuka yang halus-pembatas mekanik untuk penggabungan.
3. Pembentukan lapisan listrik rangkap-penghalang elektrik untuk mendekati partikel.

HLB adalah nomor yang diberikan bagi tiap-tiap surfaktan. Daftar di bawah ini menunjukkan hubungan nilai HLB dengan bermacam-macam tipe system:

Nilai HLB	Tipe system	
3 – 6	A/M emulgator	(1)
7 – 9	Zat pembasah (wetting agent)	(2)
8 – 18	M/A emulgator	(3)
13 – 15	Zat pembersih (detergent)	(4)
15 – 18	Zat penambah pelarutan (solubilizer)	(5)

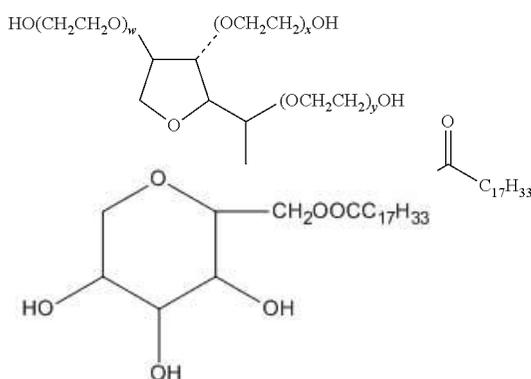
Makin rendah nilai HLB suatu surfaktan maka akan makin lipofil surfaktan tersebut, sedang makin tinggi nilai HLB surfaktan akan makin hidrofil (Anief , 2005).

Surfaktan yang digunakan dalam pembuatan bahan bakar emulsi terdapat beberapa jenis. Untuk surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tween 80 dan Span 80. Tween 80 memiliki nama resmi “Polysorbatum 80” sedangkan Span 80 memiliki nama resmi “Sorbitan monooleate”. Karakteristik Tween 80 dan Span 80 akan dijelaskan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Karakteristik Surfaktan Tween 80 dan Span 80

Material	Tampilan	M.wt. %	Density, g/ml at 20°C	HLB	Sumber
Span 80 “Sorbitan monooleate”	Cairan kental berwarna kuning pekat	428.61	0.99	4.3	Sigma-Aldrich CO., Jerman
Tween 80 “Polyoxyethylene”	Cairan lengket berwarna amber	1310	1.08	15	Sigma-Aldrich CO., Jerman

(Sumber : M.R. Noor El-Din, Sabral H-Hamouly, H.M Mohamed, Marwa R. Mishrif, Ahmad M. Ragab. 2013)



Gambar 2.3. Struktur ikatan kimia Span 80 dan Tween 80

(Sumber : M.R. Noor El-Din, Sabral H-Hamouly, H.M Mohamed, Marwa R. Mishrif, Ahmad M. Ragab. 2013)

2.7 Parameter Performa Mesin

Torsi

Torsi adalah tenaga untuk menggerakkan, menarik atau menjalankan sesuatu (pulling power). Satuan untuk torsi di internasional adalah feet/lbs, feet-pounds atau Newtonmeter (Nm). Torsi dihasilkan dari jarak dan kekuatan dan untuk menghitungnya adalah perkalian antara tenaga dengan jarak. Mesin dari kendaraan menghasilkan torsi dan menggunakannya untuk menggerakkan crankshaft. Jadi, torsi adalah tenaga yang digunakan pada suatu jarak tertentu.

$$T = \frac{P \times 60000}{2 \pi \times \text{rpm}} \quad (1)$$

dimana:

$$T = \text{Torsi benda berputar (N.m)} \quad (2)$$

$$P = \text{Daya} \quad (3)$$

$$\text{Rpm} = \text{Putaran mesin diesel} \quad (4)$$

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Daya

Sebuah kemampuan untuk mengusung sebuah beban dalam periode/rentang waktu tertentu

$$P = \frac{v \times i \times \cos \phi}{\text{eff}_{\text{gen}} \times \text{eff}_{\text{slip}}} \quad (1)$$

$$P = \text{Daya (watt)} \quad (2)$$

$$V = \text{Voltase (volt)} \quad (3)$$

$$\text{Cos } \phi = 0.9 \quad (4)$$

$$\text{Eff Gen} = \text{Efisiensi generator } 0.82 \quad (5)$$

$$\text{Eff Slip} = \text{Efisiensi slip} \quad (6)$$

SFOC (Specific Fuel Oil Consumption)

Konsumsi bahan bakar secara spesifik merupakan perbandingan antara bahan bakar yang dikonsumsi dalam waktu tertentu dan tenaga yang dihasilkan oleh motor. Adapun teori dari konsumsi bahan bakar dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{SFOC} = \text{mf}/P \quad (1)$$

Keterangan :

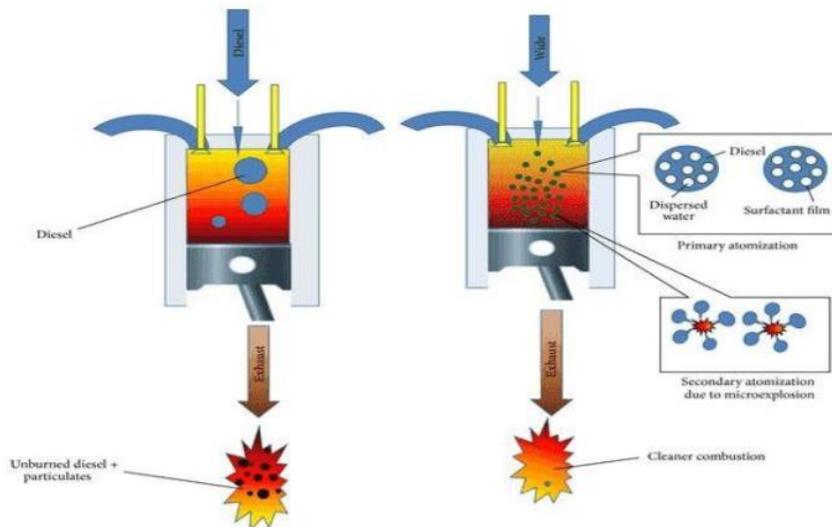
$$\text{BSFC} : \text{pemakaian bahan bakar spesifik} \quad (2)$$

$$\text{mf} : \text{Massa Flow Rate (gr/h)} \quad (3)$$

$$P : \text{daya (Kw)} \quad (4)$$

Proses Pembakaran

Pembakaran internal adalah perangkat yang mengubah bahan kimia energi dalam bahan bakar menjadi energi mekanik yang berguna, melalui proses pembakaran. Pembakaran yaitu proses mengubah energi kimia menjadi energi panas, menggunakan bahan bakar dan zat pengoksidasi. Internal mengacu pada proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin, dalam pembakaran ruang. (Azhar Malik and David Embersson. 2015)



Gambar 2.4 Proses Pembakaran motor diesel berbahan bakar minyak dan emulsi

(Sumber : Pahlevi, 2017)

Dalam pengoperasian bahan bakar emulsi ke motor diesel ada hal yang harus diperhatikan, yaitu munculnya knocking. Knocking yaitu hal yang disebabkan karena terlalu banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan pada tahapan pembakaran tertunda. Sehingga terlalu banyak bahan bakar yang terbakar pada tahapan kedua yang mengakibatkan tekanan dalam silinder meningkat drastis serta menghasilkan getaran dan suara yang keras. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian analisa combustion process motor diesel yang menggunakan bahan bakar emulsi sebagai bahan bakarnya untuk mengetahui proses pembakarannya (*Combustion Process*). Combustion analysis process

merupakan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan karakteristik proses pembakaran meliputi ignition delay, maximum pressure, heat release dan knocking.

Combustion Analyzer adalah metode yang digunakan di kimia organik dan kimia analitik untuk menentukan komposisi unsur (rumus lebih tepatnya empiris) dari senyawa organik murni dengan sampel pembakaran dalam kondisi di mana produk pembakaran yang dihasilkan dapat dianalisis kuantitatif. Setelah jumlah mol masing-masing produk pembakaran telah ditentukan rumus empiris atau rumus empiris parsial senyawa asli dapat dihitung.

Aplikasi untuk analisis pembakaran hanya melibatkan unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan sulfur (S) sebagai pembakaran bahan yang mengandung mereka mengkonversi elemen-elemen ini ke bentuk mereka teroksidasi (CO_2 , H_2O , NO atau NO_2 , dan SO_2) di bawah kondisi oksigen tinggi suhu tinggi. (Gage. 2015).

2.8 Emisi

Emisi adalah zat, energi atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara yang mempunyai atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Namun secara umum, emisi dapat di analogikan sebagai pancaran, misalnya: pancaran sinar, elektron atau ion. Berdasarkan peristiwanya, dapat terjadi akibat terganggunya suatu sistem yang melampaui suatu batas energi sehingga terjadi suatu emisi.

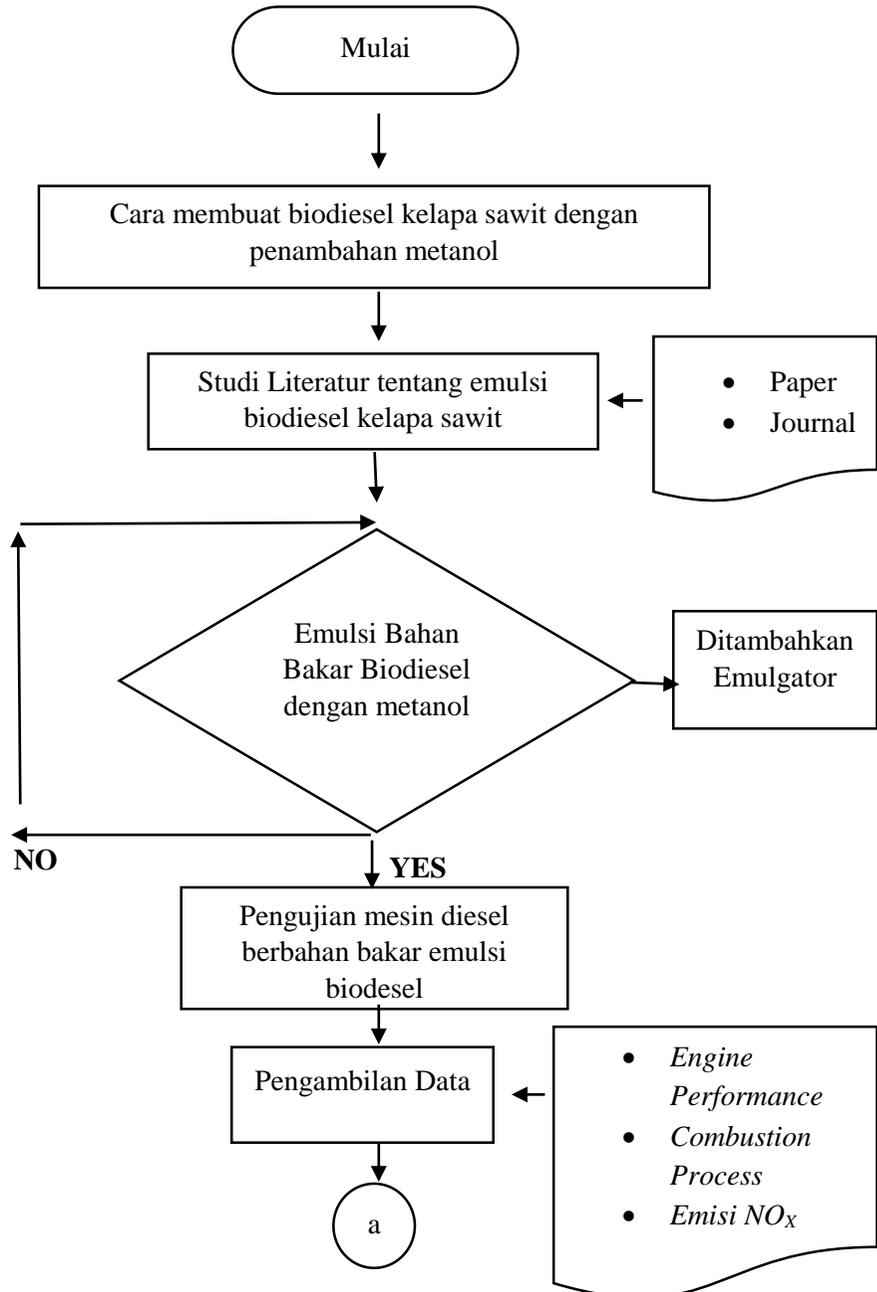
Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa Emisi merupakan zat, energy atau komponen yang dihasilkan oleh kegiatan yang berlebihan, sehingga menimbulkan terganggunya suatu system. Sebagai contoh adalah Emisi Gas Buang. Alat yang biasa untuk mengukur gas buang adalah exhaust gas analyzer. (Aligra. 2017)

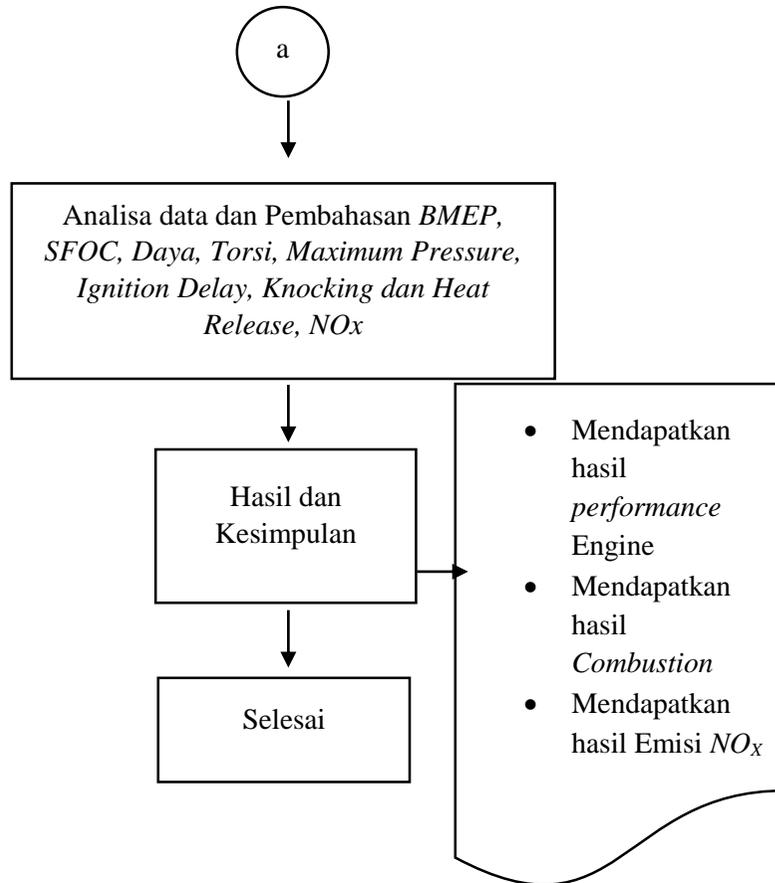
Pengetesan dan factor pembebanan harus dilakukan untuk memferifikasikan penyesuaian dari mesin diesel dengan pembatasan limit bedasarkan pada regulasi 13 pada Annex VI (IMO, 2016) :

Tabel 2.3 Tabel pengetesan IMO

Test cycle type E2	Speed	100%	100%	100%	100%	
	Power	100%	75%	50%	25%	
	Weighting factor	0.2	0.5	0.15	0.15	
Test cycle type E3	Speed	100%	91%	80%	63%	
	Power	100%	75%	50%	25%	
	Weighting factor	0.2	0.5	0.15	0.15	
Test cycle type D2	Speed	100%	100%	100%	100%	100%
	Power	100%	75%	50%	25%	10%
	Weighting factor	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

BAB III METODE PENELITIAN





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pengidentifikasi masalah pada penelitian ini, untuk mengetahui bagaimana cara membuat bahan bakar emulsi dari biodiesel minyak kelapa sawit dengan methanol dan Bagaimana cara mengetahui hasil bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol terhadap performa (*Performance*), proses pembakaran (*Combustion Process*) dan NO_x pada mesin diesel.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur 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, mengacu pada karakteristik bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol terhadap performa, proses pembakaran, NO_x . meliputi dari tekanan maksimum (*Maximum Pressure*), *Ignition Delay*, *Heat Release*, dan *Knocking*.

3.3 Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan persiapan perlengkapan sebelum dilaksanakannya eksperimen analisis proses pembakaran bahan bakar emulsi biodiesel minyak sawit

dengan metanol ,dexlite dan B20. Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahan Bakar Dexlite
- b. Biodiesel Kelapa Sawit
- c. Metanol
- d. Span 80
- e. Tween 80
- f. Alat pengaduk
- g. Gelas ukur
- h. Mesin Diesel Yanmar TF85-MH
- i. Hardware Vibrasindo TMR-Card Board & TMR-Crankangle-CPU dengan Entry Level Cards
- j. Software SYSMONSoft v2.0.3 sebagai data akuisisi, proses dan analisis
- k. Komputer sebagai pengolahan data

Untuk penentuan variabel bahan bakar yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

a. Variabel Bahan Bakar

- i. M/D20 = Biodiesel 83% + Metanol 15% + tween 80 1% + span 80 1%
- ii. M/D20 = Biodiesel 81% + Metanol 15% + tween 80 2% + span 80 2%
- iii. M/D20 = Biodiesel 79% + Metanol 15% + tween 80 3% + span 80 3%

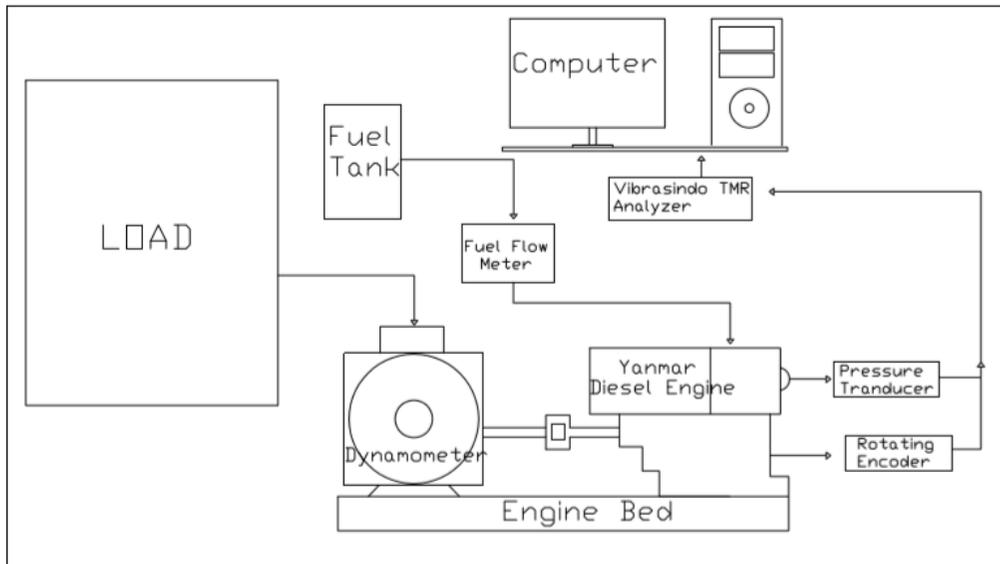
b. Variabel RPM

- i. Pada RPM 1800
- ii. Pada RPM 1900
- iii. Pada RPM 2000
- iv. Pada RPM 2100
- v. Pada RPM 2200

c. Variabel Beban

- i. Pada beban 0
- ii. Pada beban 25 %
- iii. Pada beban 50 %
- iv. Pada beban 75 %
- v. Pada beban 100 %

Pada Engine Set Up dilakukan pengecekan awal (Running Test) mesin terlebih dahulu mengenai kondisi mesin, basic performance mesin, full load dari mesin untuk mengetahui kondisi awal mesin sebelum dilakukan penelitian terhadap mesin yang akan digunakan. Data mesin yang digunakan dalam pengambilan data adalah YANMAR Diesel Engine dengan tipe TF 85 MH-di. Mesin ini berkapasitas 493 cc. Berikut gambar engine set up yang akan dirancang.



Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian

3.4 Eksperimen Analisis Performa, Proses Pembakaran, Emisi NO_x

Tahap ini dilakukan setelah semua tahap-tahap sebelumnya selesai dikerjakan. Pada eksperimen ini menggunakan mesin Yanmar TF85-MH yang berada di Laboratorium Power Plant FTK ITS serta mesin analisis proses pembakaran yaitu Vibrasindo TMR-Card Board & TMR-Crankangle-CPU dengan Entry Level Cards. Dalam eksperimen ini.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh setelah melakukan Eksperimen analisis performa, proses pembakaran, emisi NO_x. Hasilnya diperoleh beberapa data dari bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol dan pertamina dex. Adapun datanya sebagai berikut:

- Data Properties Bahan Bakar Emulsi
- Data BMEP, SFOC, Daya, Torsi pada M/D20 pada beban 1, 2, 3, 4 dan RPM 1800, 1900, 2000, 2100, 2200
- Data *Maximum Pressure, Ignition Delay, Knocking dan Heat Release* dari M/D20 pada beban 1, 2, 3, 4 dan RPM 2200
- Data NO_x beban M/D20 pada 1, 2, 3, 4 dengan RPM 2200
- Foto selama pembuatan bahan bakar emulsi dan pengujian

3.6 Analisa Data

Pada penelitian ini, analisa data yang dilakukan adalah pada proses performa, proses pembakaran, Emisi NO_x motor diesel yang meliputi *Maximum Pressure, Ignition Delay, dan Heat Release*. Dan akan dianalisa bagaimana performa, proses pembakaran, emisi NO_x mesin diesel berbahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan methanol.

3.7 Kesimpulan

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

3.8 Jadwal Pelaksanaan

Adapun perencanaan pengerjaan skripsi mulai dari awal mengerjakan sampai akhir yaitu selama enambelas minggu adalah sebagai berikut:

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol

Pencampuran bahan bakar merupakan hal yang penting karena berhasil atau tidaknya penelitian ini berasal dari proses awal pencampuran antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol.

4.1.1 Penentuan komposisi

Penentuan komposisi merupakan hal penting yang harus dilakukan mengingat dengan ketersediaan bahan baku yang terbatas. Pada penelitian kali ini ditentukan jumlah campuran yaitu Biodiesel kelapa sawit + Metanol 15%.

4.1.2 Penentuan komposisi

Setelah ditentukan komposisi antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol perlu diperhatikan pencampuran dengan surfaktannya. Karena kita masih tidak tahu berapakah campuran yang sesuai untuk bisa mencampurkan antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol.

Pada gambar dibawah dapat dilihat dari kiri ke kanan beberapa variasi campuran emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol :

- A. Biodiesel 83% + Metanol 15% + Tween 80 1% + Span 80 1%
- B. Biodiesel 81% + Metanol 15% + Tween 80 2% + Span 80 2%
- C. Biodiesel 79% + Metanol 15% + Tween 80 3% + Span 80 3%



Gambar 4.1. Emulsi biodiesel minyak sawit dengan metanol

Pada gambar A,B dan C diatas dapat dilihat beberapa variasi campur dari biodiesel kelapa sawit dengan metanol.

1. Biodiesel 83% + Metanol 15% + Tween 80 1% + Span 80 1%
2. Biodiesel 81% + Metanol 15% + Tween 80 2% + Span 80 2%
3. Biodiesel 79% + Metanol 15% + Tween 80 3% + Span 80 3%

Pada gambar nomor 1 diatas dilakukan pencampuran pertama dengan komposisi tween 80 dan span 80 sebesar 1%, pada gambar diatas terlihat bahwa antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol tercampur dengan sempurna.

Pada gambar nomor 2 diatas dilakukan pencampuran kedua dengan komposisi tween 80 dan span 80 sebesar 2%, pada gambar diatas terlihat bahwa antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol tercampur dengan sempurna.

Pada gambar nomor 3 diatas pencampuran ketiga dengan komposisi tween 80 dan span 80 sebesar 3%, ada gambar diatas terlihat bahwa antara biodiesel kelapa sawit dengan metanol tercampur dengan sempurna.

4.1.3 Proses pencampuran biodiesel kelapa sawit dengan metanol

Setelah ditentukan komposisi surfaktan yang sesuai, setelah itu dilakukan pencampuran antara biodiesel kelapa sawit, metanol, tween 80 dan span 80 sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan sebelumnya.



Gambar 4.2. Biodiesel + Metanol + Tween 80 1% +Span 80 1%

Gambar diatas merupakan campuran antara biodiesel kelapa sawit, metanol, tween 80 dan span 80. Campuran tersebut terlihat belum tercampur dan masih berpisah antara 1 sama lain.

Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran dibantu dengan mixer. Proses ini berlangsung selama 8 jam dengan kecepatan tinggi. Apabila 8 jam masih ada endapan yang tersisa maka proses pencampuran dapat dilanjutkan sampai 8 jam berikutnya. Salah satu tanda campuran sudah tercampur adalah berkurangnya busa saat proses pencampuran dan warna menjadi jernih. Pada saat awal busa yang dihasilkan sangat banyak lalu setelah tercampur busa yang dihasilkan semakin sedikit dan itu menandakan tercampur dengan sempurna.



Gambar 4.3. Hasil akhir bahan bakar

Setelah dilakukan pencampuran dengan mixer selama 8 jam selanjutnya dilakukan proses pengendapan selama kurang lebih 1 hari. Fungsi dari proses pengendapan sendiri adalah untuk melihat apakah bahan bakar mengalami separasi atau tidak. Proses selanjutnya adalah dilakukan pengambilan data dengan mesin diesel.

4.2 Uji karakteristik Emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol

Untuk mendapatkan emulsi biodiesel kelapa sawit dengan methanol pada penelitian ini menggunakan bahan dasar biodiesel kelapa sawit. Setelah didapatkan biodiesel yang berasal dari bahan baku minyak kelapa sawit melalui proses transesterifikasi. Untuk mengetahui bagaimana proses pembuatan biodiesel dapat dilihat di lampiran.

Setelah didapatkan Emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol maka untuk menentukan kualitasnya diperlukan pengujian properties. Pada penelitian ini, pengujian properties dilakukan di Laboratorium Energi ITS

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

Tabel 4.1 Properties Emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol

No.	Jenis Uji	Satuan	SNI	Hasil	Metode Pengujian
1	<i>Kinematic Viscosity at 40°C</i>	cSt	2,3 - 6	6,08	ASTM D 445-97
2	<i>Angka Cetana</i>	-	Min 51	73	Okatan/Cetana Meter
3	<i>Pour Point</i>	°C	Max 18	18,336	ASTM D 240
4	<i>Flash Point</i>	°C	Min 52	85	ASTM D 93-00

4.2.1 Cetana number

Ukuran yang menunjukkan kualitas dari bahan bakar untuk diesel, Dalam mesin diesel angka bahan bakar setana yang lebih tinggi akan memiliki periode pengapian lebih pendek daripada bahan bakar setana bernilai rendah. Semakin tinggi angka setana akan lebih mudah bagi bahan bakar untuk terbakar dalam kompresi, Dengan bahan bakar yang mudah terbakar maka akan mengurangi ketukan dari mesin diesel, sehingga mesin akan lebih halus.

4.2.2 Viskositas

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

4.2.3 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°C.

4.2.4 Titik Tuang (*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.

4.2.5 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.

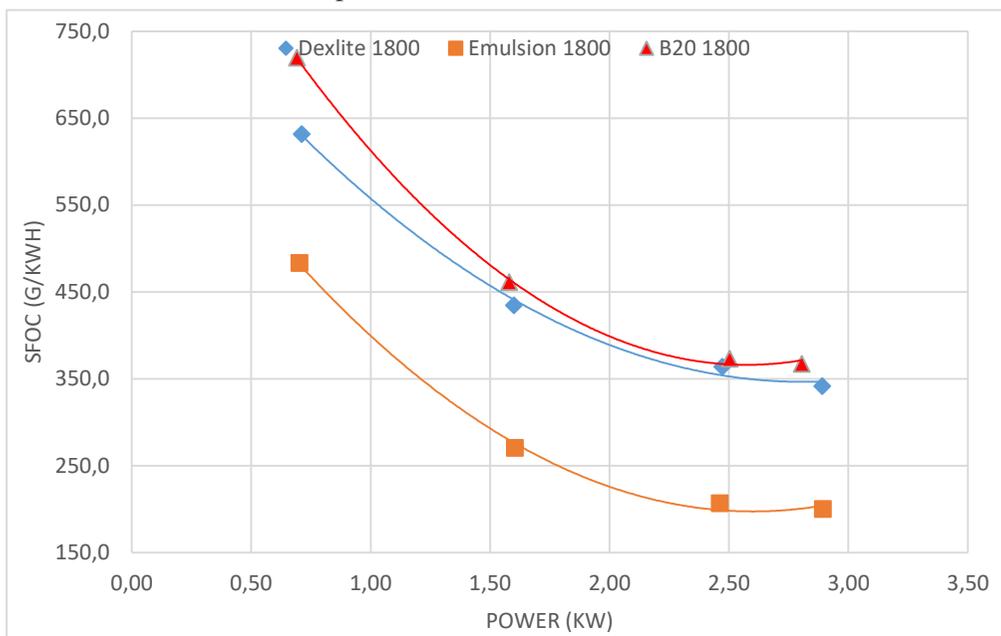
4.3 Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi Biodiesel Kelapa Sawit dengan Metanol terhadap Performa Motor Diesel

Motor diesel merupakan jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana pembakaran dalam menyemprotkan bahan bakar cair ke dalam dan udara di kompresikan di dalam ruang bakar. Bahan bakar akan terbakar secara bersamaan dengan udara yang telah di kompresikan kemudian menghasilkan suatu tenaga kerja.

Pada penelitian ini akan dilakukan uji performa untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar emulsi biodiesel kelapa sawit dengan metanol. Hasil dari percobaan nantinya akan menentukan performa mesin secara menyeluruh terutama pada pembebanan masing-masing putaran dan dalam percobaan ini dilakukan dengan putaran 1800 rpm – 2200 rpm.

Dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan dengan 3 jenis bahan bakar yaitu bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol, dengan prosentase B20 83% ,Metanol 15% dengan penambahan surfaktan tween 80 1% dan span 1% dan 100% dexlite dan B20.

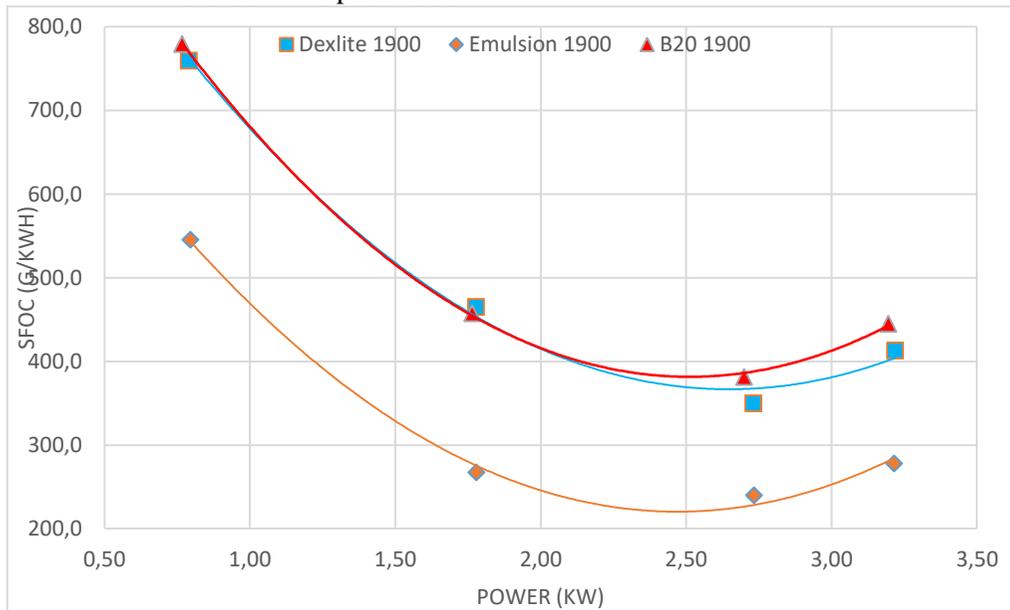
4.3.1 Perbandingan Daya dengan SFOC Terhadap Bahan Bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1800 RPM



Gambar 4.4 Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1800 RPM.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Dexlite pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,71 kW dan nilai SFOC sebesar 631 gr/kWh, untuk bahan bakar emulsi nilai 0,70 kW dan nilai SFOC sebesar 483 gr/kWh, sedangkan untuk bahan bakar B20 memiliki nilai 0,69 kW dan nilai SFOC 719 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil. Tetapi pada beban maksimal dexlite dan emulsi memiliki daya lebih tinggi dari pada B20 tetapi untuk SFOC pada beban maksimal nilainya lebih rendah emulsi dari pada dexlite dan B20.

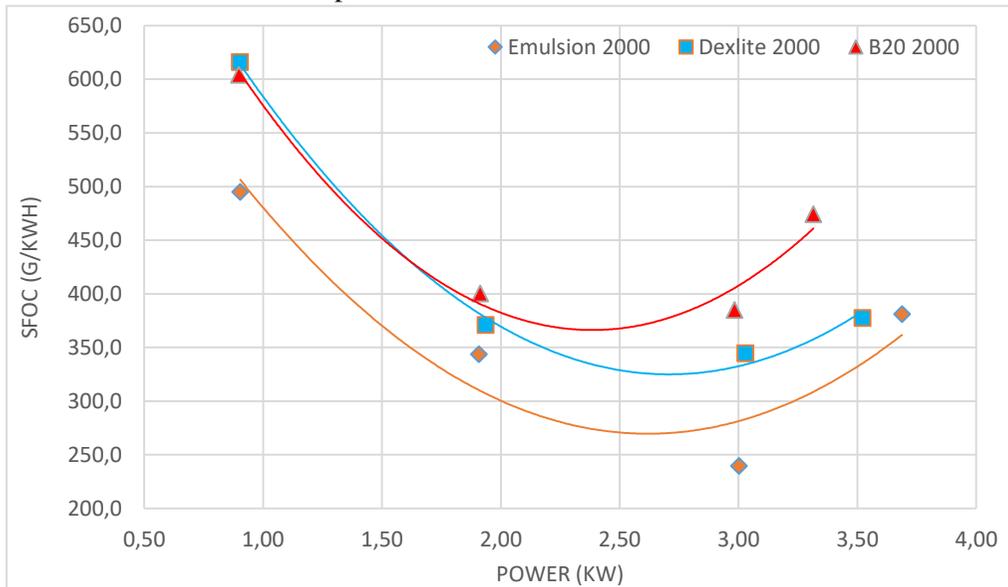
4.3.2 Perbandingan Daya dengan SFOC Terhadap Bahan Bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1900 RPM



Gambar 4.5. Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 1900 RPM.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Dexlite pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,78 kW dan nilai SFOC sebesar 759 gr/kWh, untuk bahan bakar emulsi nilai 0,79 kW dan nilai SFOC sebesar 545 gr/kWh, sedangkan untuk bahan bakar B20 memiliki nilai 0,77 kW dan nilai SFOC 779 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil. Tetapi pada beban maksimal dexlite dan emulsi memiliki daya lebih tinggi dari pada B20 tetapi untuk SFOC pada beban maksimal nilainya lebih rendah emulsi dari pada dexlite dan B20.

4.3.3 Perbandingan Daya dengan SFOC Terhadap Bahan Bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2000 RPM

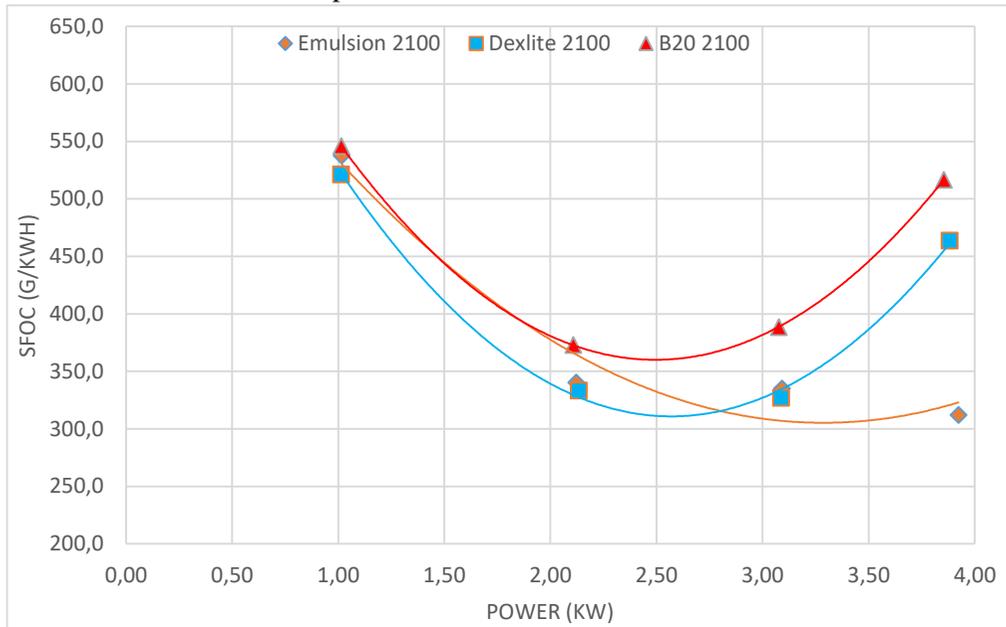


Gambar 4.6. Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2000 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Dexlite pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 0,9 kW dan nilai SFOC sebesar 616 gr/kWh, untuk bahan bakar emulsi nilai 0,9 kW dan nilai SFOC sebesar 492 gr/kWh, sedangkan untuk bahan bakar B20 memiliki nilai 0,9 kW dan nilai SFOC 604 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil.

Tetapi pada beban maksimal dexlite, emulsi, B20 memiliki daya lebih sebanding tetapi untuk SFOC pada beban maksimal nilainya lebih rendah emulsi dari pada dexlite dan B20.

4.3.4 Perbandingan Daya dengan SFOC Terhadap Bahan Bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2100 RPM

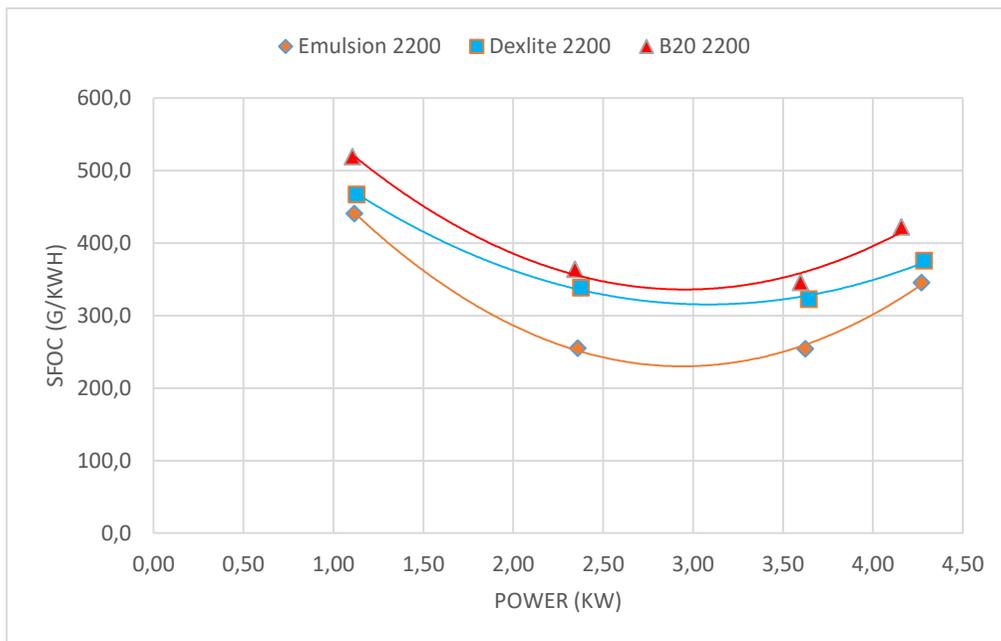


Gambar 4.7. Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2100 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Dexlite pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 1,012 kW dan nilai SFOC sebesar 527 gr/kWh, untuk bahan bakar emulsi nilai 1,014 kW dan nilai SFOC sebesar 545,6 gr/kWh, sedangkan untuk bahan bakar B20 memiliki nilai 1,015 kW dan nilai SFOC 545,9 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah, sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil.

Tetapi pada beban maksimal dexlite dan emulsi memiliki daya lebih tinggi dari pada B20 tetapi untuk SFOC pada beban maksimal nilainya lebih rendah emulsi dari pada dexlite dan B20.

4.3.5 Perbandingan Daya dengan SFOC Terhadap Bahan Bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2200 RPM

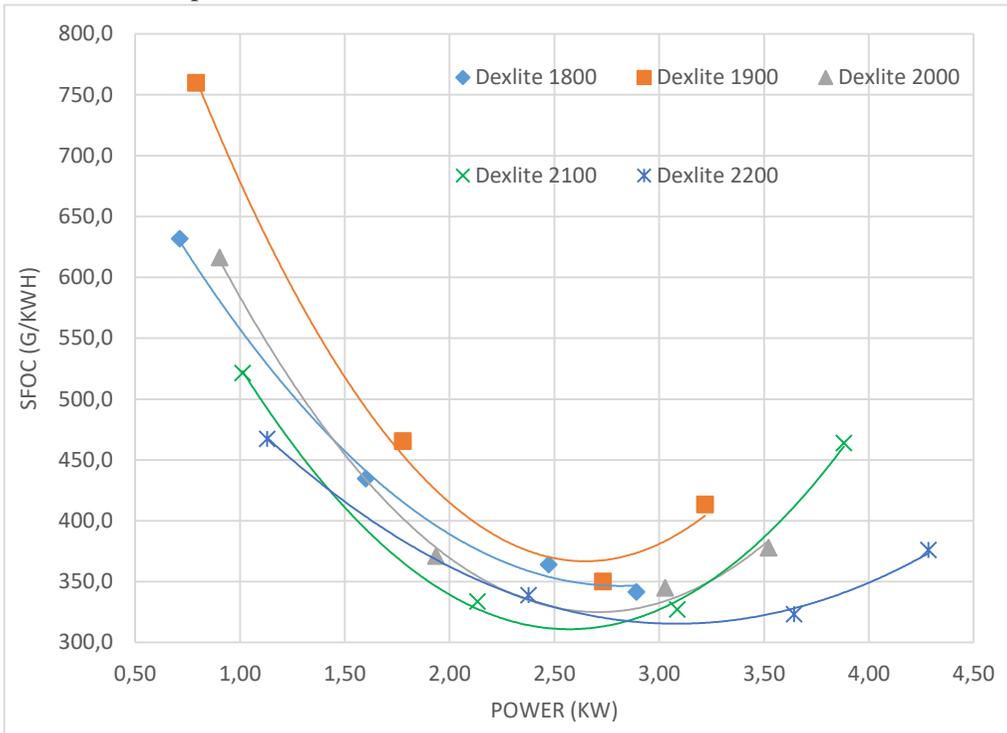


Gambar 4.8. Perbandingan Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, Emulsi dan B20 pada 2200 RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada Dexlite pada beban rendah memiliki daya dengan nilai 1,012 kW dan nilai SFOC sebesar 527 gr/kWh, untuk bahan bakar emulsi nilai 1,014 kW dan nilai SFOC sebesar 545,6 gr/kWh, sedangkan untuk bahan bakar B20 memiliki nilai 1,015 kW dan nilai SFOC 545,9 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil.

Tetapi pada beban maksimal dexlite dan emulsi memiliki daya lebih tinggi dari pada B20 tetapi untuk SFOC pada beban maksimal nilainya lebih rendah emulsi dari pada dexlite dan B20.

4.3.6 Perbandingan Daya dengan SFOC dengan Bahan Bakar Dexlite pada setiap RPM

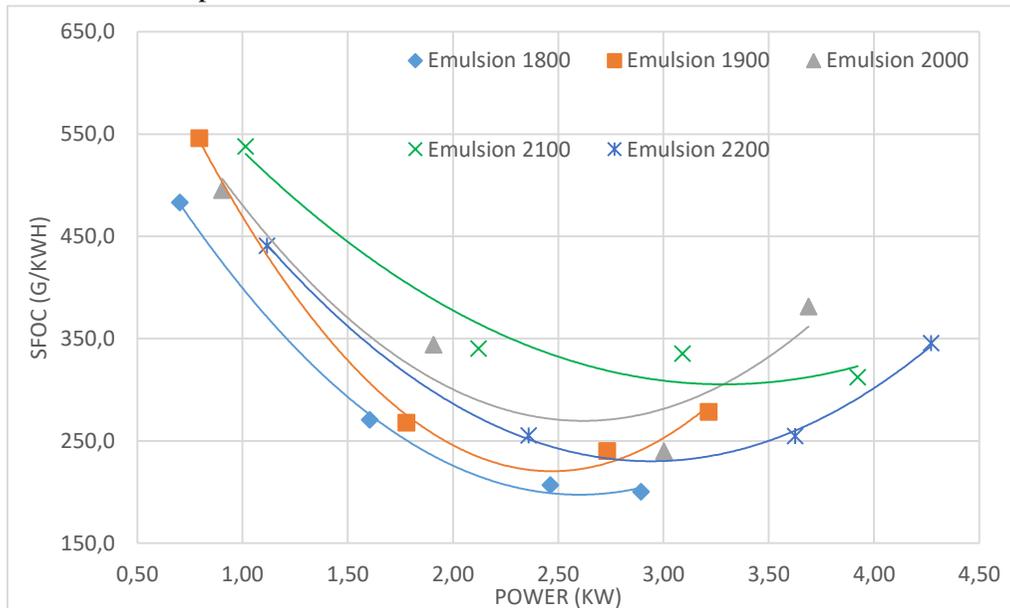


Gambar 4.9. Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Dexlite, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada beban rendah Daya yang berkisar 0,71 kW sampai 1,12 kW dengan nilai SFOC sebesar 631 gr/kWh sampai 467 gr/kWh, sedangkan untuk beban tinggi Daya berkisar 2,89 kW sampai 4,28 kW dengan nilai SFOC sebesar 341 gr/kWh sampai 375 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah, sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil.

Tetapi pada bahan bakar Dexlite yang lebih kecil SFOC adalah pada beban 3000 Watt

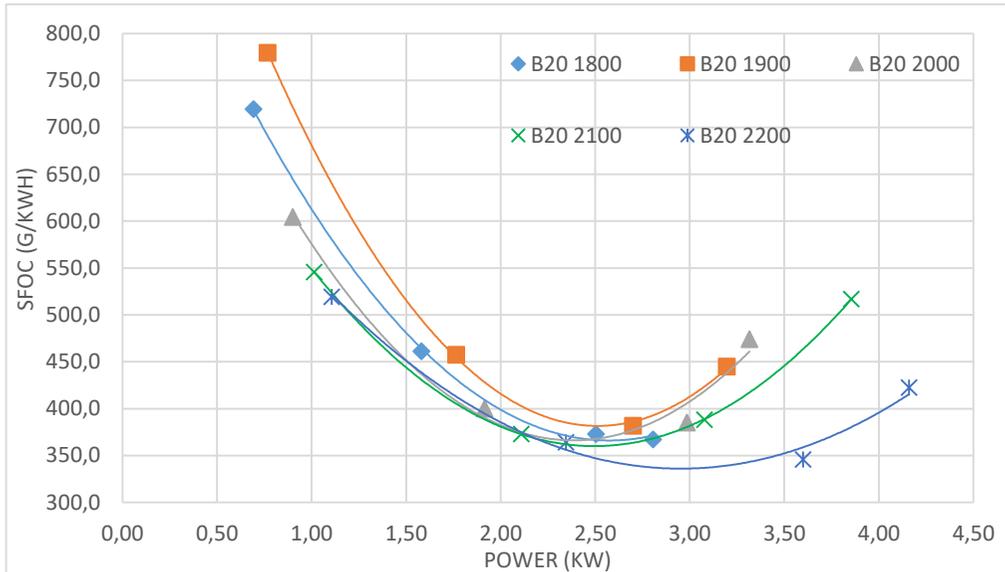
4.3.7 Perbandingan Daya dengan SFOC dengan Bahan Bakar Emulsi pada setiap RPM



Gambar 4.10. Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar Emulsi, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada beban rendah Daya yang berkisar 0,70 kW sampai 1,11 kW dengan nilai SFOC sebesar 483 gr/kWh sampai 440 gr/kWh, sedangkan untuk beban tinggi Daya berkisar 2,89 kW sampai 4,27 kW dengan nilai SFOC sebesar 200 gr/kWh sampai 345 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil. Tetapi pada bahan bakar Emulsi yang lebih kecil SFOC adalah pada beban 3000 Watt

4.3.8 Perbandingan Daya dengan SFOC dengan Bahan Bakar B20 pada setiap RPM

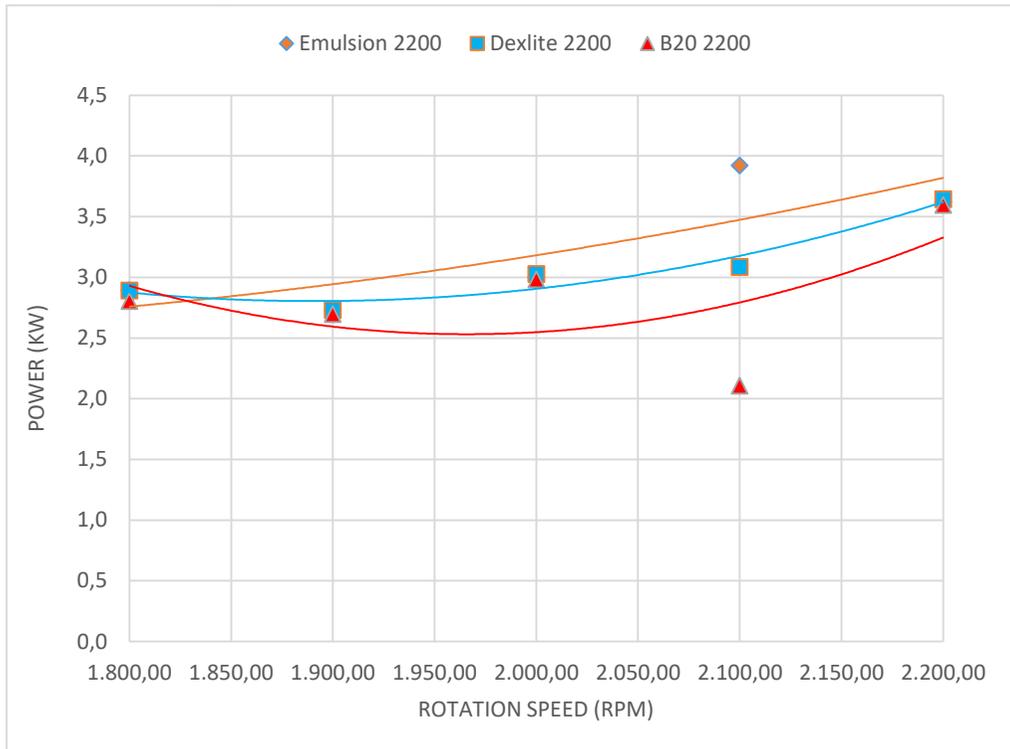


Gambar 4.11. Perbandingan antara Daya dengan SFOC terhadap bahan bakar B20, pada setiap RPM

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika berada pada beban rendah terdapat perbedaan baik itu pada daya maupun SFOC. Pada beban rendah Daya yang berkisar 0,69 kW sampai 1,11 kW dengan nilai SFOC sebesar 719 gr/kWh sampai 519 gr/kWh, sedangkan untuk beban tinggi Daya berkisar 2,81 kW sampai 4,41 kW dengan nilai SFOC sebesar 367 gr/kWh sampai 422 gr/kWh. Dan seiring dengan bertambahnya beban maka daya yang dihasilkan juga bertambah ,sedangkan untuk SFOC semakin besar beban maka yang di hasilkan akan semakin kecil.

Tetapi pada bahan bakar B20 yang lebih kecil SFOC adalah pada beban 3000 Watt.

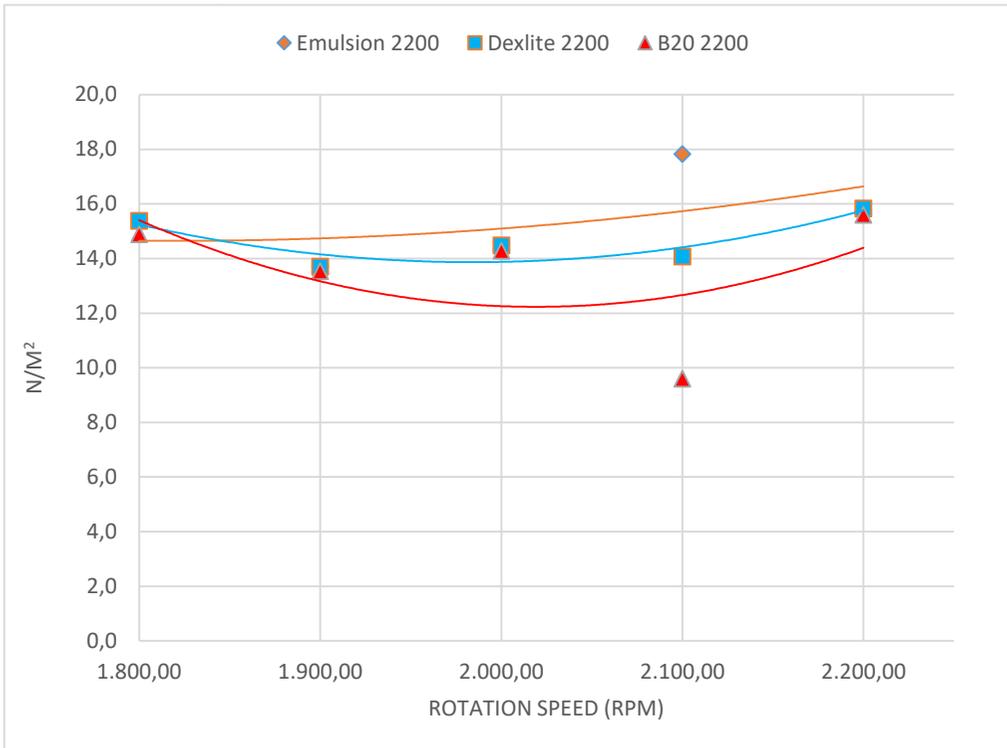
4.3.9 Perbandingan antara Full Load dengan putaran mesin pada Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20



Gambar 4.12. Perbandingan antara Full Load dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika daya maksimal yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya rpm. Pada rpm rendah bahan bakar Dexlite memiliki daya 2,89 kW ,untuk emulsi 2,89 kW dan 2,81 kW untuk B20. Sedangkan pada rpm tinggi bahan bakar dexlite memiliki daya 3,64 kW, untuk emulsi 3,62 kW dan 3,6kW untuk B20.

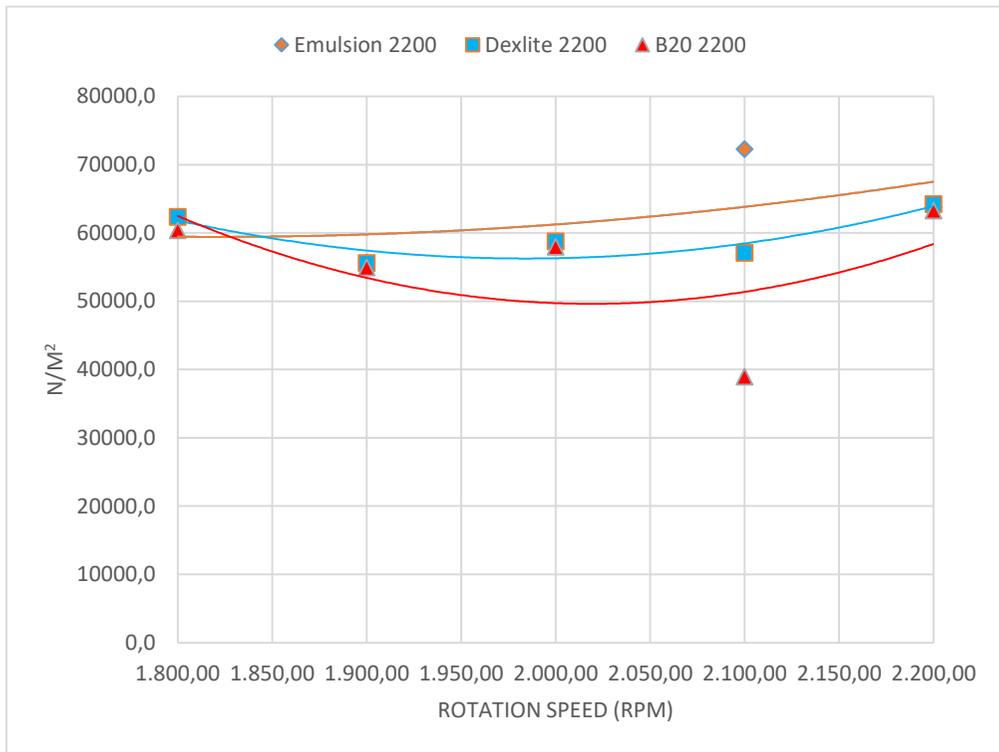
4.3.10 Perbandingan antara Torsi dengan putaran mesin pada Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20



Gambar 4.13. Perbandingan antara Torsi maksimum dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika Torsi maksimal yang dihasilkan semakin tinggi seiring bertambahnya rpm. Pada putaran rendah bahan bakar dexlite memiliki nilai 13,11 N/m², untuk emulsi sendiri 15,1 N/m² dan untuk B20 sendiri yaitu 14,8 N/m². Dan pada rpm tinggi torsi yang dihasilkan tidak terlalu jauh juga yaitu untuk dexlite 15,8 N/m², untuk emulsi 15,7 N/m² untuk B20 sendiri yaitu 15,5 N/m². Hal ini menunjukkan bahwa torsi yang dihasilkan oleh bahan bakar emulsi biodiesel dengan metanol tidak memiliki perbedaan yang cukup jauh.

4.3.11 Perbandingan antara BMEP dengan putaran mesin pada Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20

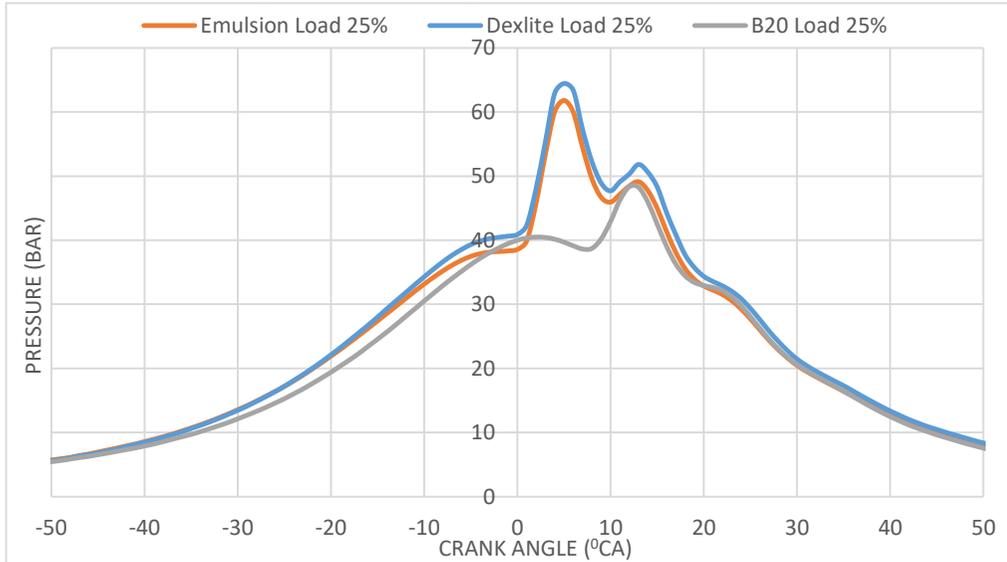


Gambar 4.14. Perbandingan antara BMEP maksimum dengan Rpm terhadap Bahan Bakar Emulsi, Dexlite dan B20, pada setiap Rpm.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat ketika BMEP maksimal yang dihasilkan semakin tinggi seiring bertambahnya rpm. Pada putaran rendah bahan bakar dexlite memiliki nilai 62362 N/m², untuk emulsi 62065 N/m² dan untuk B20 60372 N/m². Dan pada rpm tinggi yang dihasilkan yaitu untuk dexlite 64225 N/m², untuk emulsi 63831 N/m² dan untuk B20 63251 N/m². Hal ini menunjukkan bahwa bmep yang dihasilkan oleh bahan bakar dexlite, emulsi dan B20 lebih tinggi dexlite.

4.4 Analisa Perbandingan tekanan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada daya maksimal

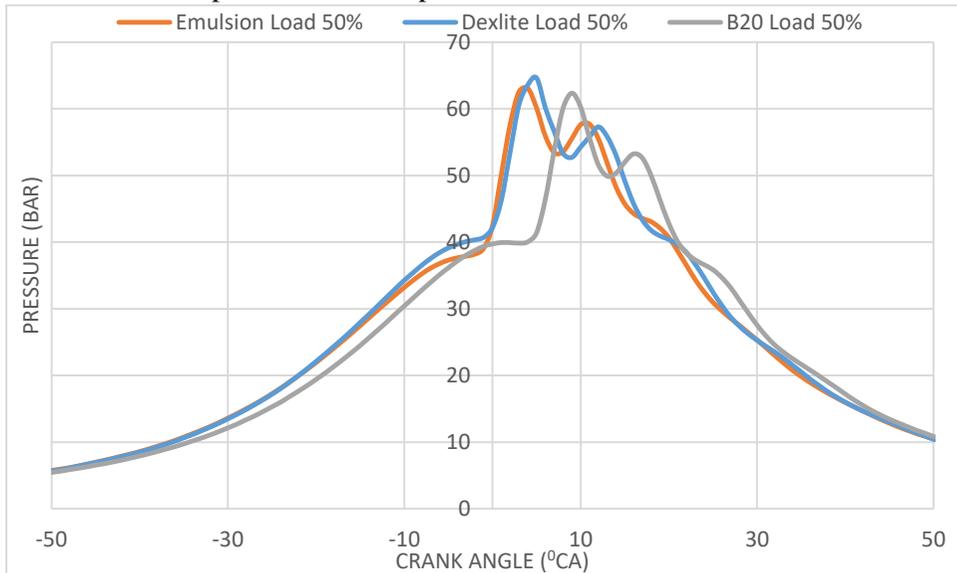
4.4.1 Analisa perbandingan tekanan hasil Maximum Pressure Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM pada Load 25%



Gambar 4.15. Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, Load 25%

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal pada Rpm 2200, Load 25% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai tekanan 64,4 bar pada posisi 5^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 61,7 bar pada posisi 5^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 48,3 bar pada posisi 12^o setelah TMA pada bahan bakar B20.

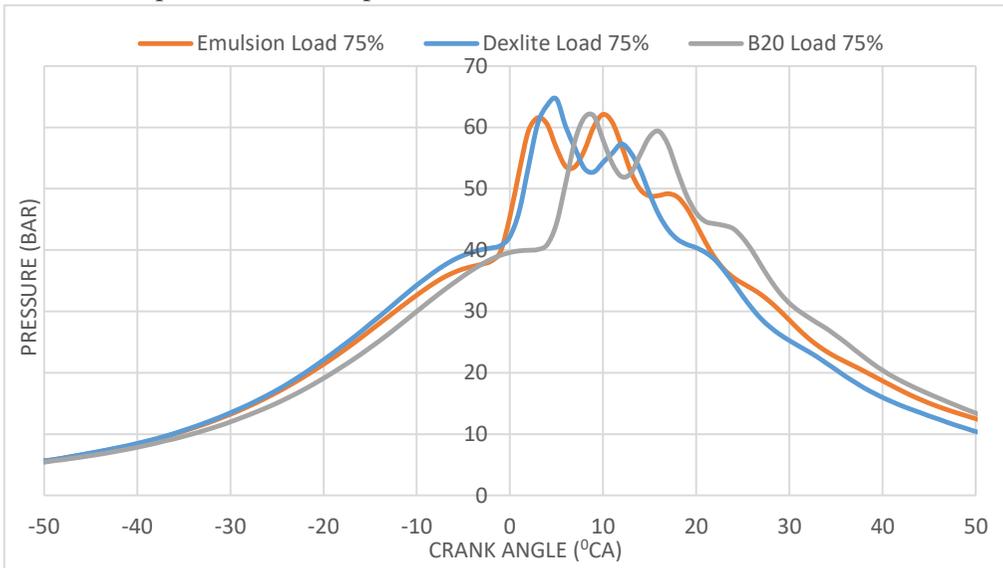
4.4.2 Analisa perbandingan tekanan hasil Maximum Pressure Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM pada Load 50%



Gambar 4.16. Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, Load 50%

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal pada Rpm 2200, Load 50% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai tekanan 64,6 bar pada posisi 5° setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 61,7 bar pada posisi 5° setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 62,3 bar pada posisi 9° setelah TMA pada bahan bakar B20.

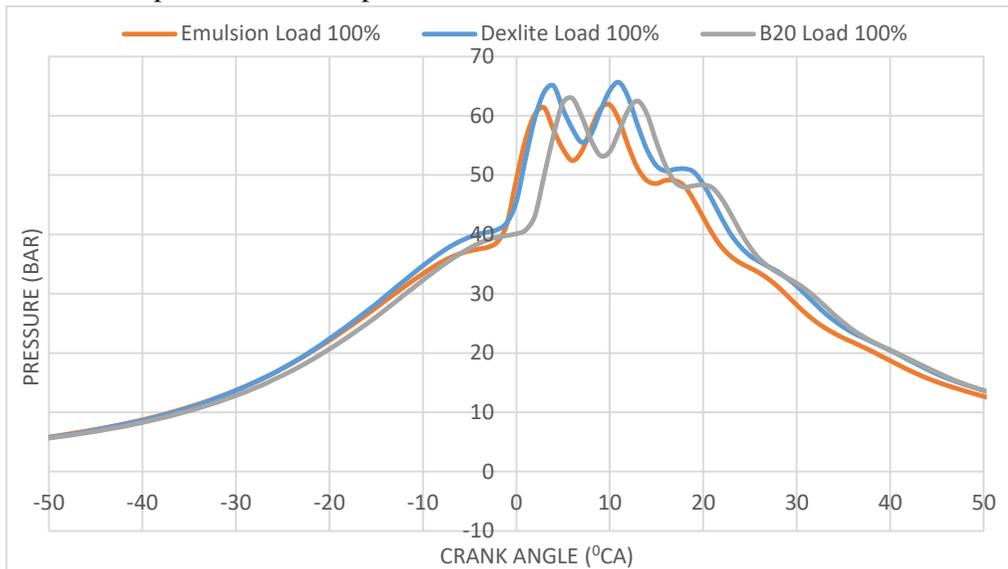
4.4.3 Analisa perbandingan hasil Maximum Pressure Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM pada Load 75%



Gambar 4.17. Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, Load 75%

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal pada Rpm 2200, Load 75% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai tekanan 64,6 bar pada posisi 5^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 62,1 bar pada posisi 10^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 61,8 bar pada posisi 9^o setelah TMA pada bahan bakar B20.

4.4.4 Analisa perbandingan hasil Maximum Pressure Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM pada Load 100%

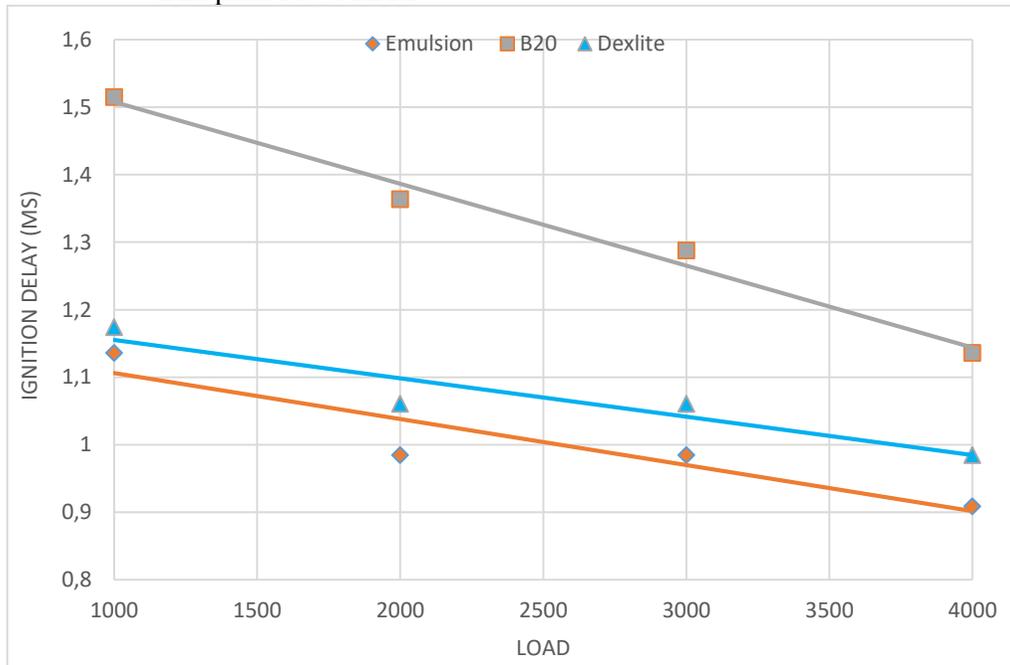


Gambar 4.18. Perbandingan hasil Maximum Pressure antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM, Load 100%

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik tekanan maksimal pada Rpm 2200, Load 100% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai tekanan 65,6 bar pada posisi 11^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 61,8 bar pada posisi 10^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 62,9 bar pada posisi 6^o setelah TMA pada bahan bakar B20.

4.5 Analisa Perbandingan tekanan hasil Ignition Delay antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada daya maksimal

4.5.1 Analisa perbandingan tekanan hasil Ignition Delay Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM

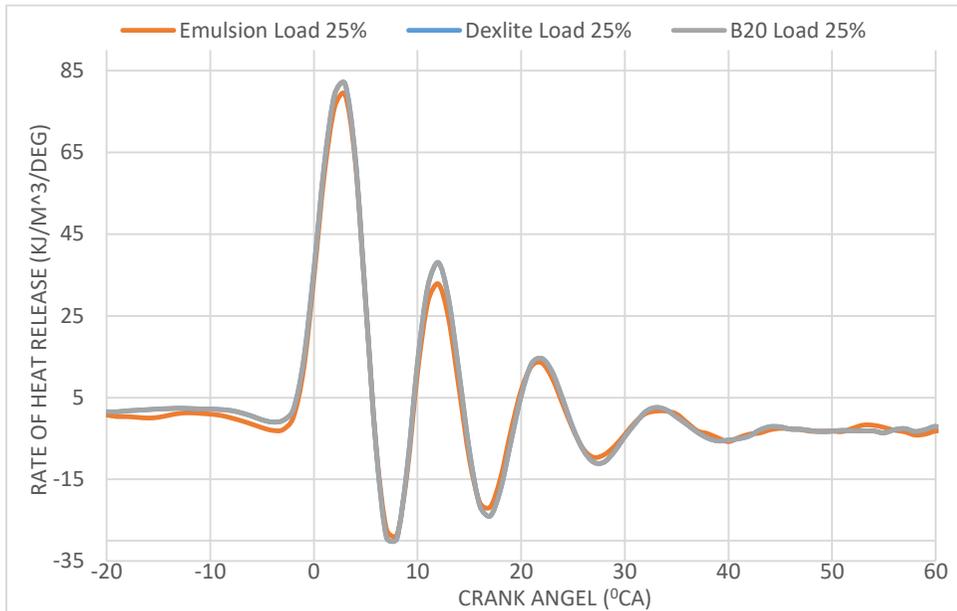


Gambar 4.19. Perbandingan hasil ignition delay antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada 100% RPM

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan grafik perbandingan ignition delay antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 dengan Rpm 2200. Dan pada grafik diatas bahwa waktu penginjeksian pada beban rendah bahan bakar Dexlite yaitu 1,17 kJ/m³/deg dengan posisi -2,5⁰ sebelum TMA ,untuk Emulsi sendiri yaitu 1,13 kJ/m³/deg dengan posisi -3⁰ sebelum TMA dan untuk B20 yaitu 1,51 kJ/m³/deg dengan posisi 2⁰ setelah TMA.

4.6 Analisa Perbandingan hasil Heat Reales dan Rate Of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal

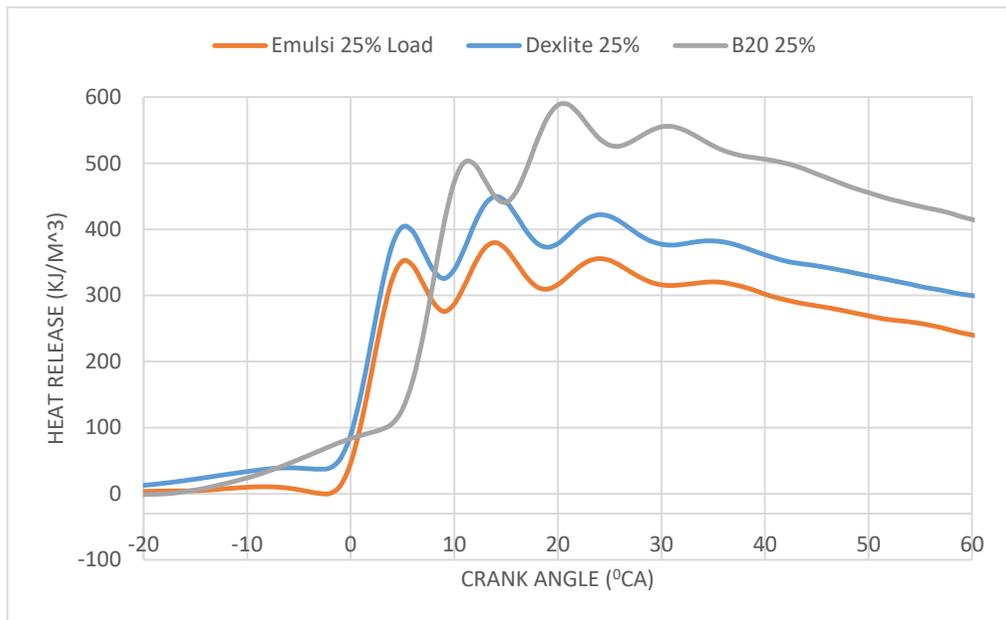
4.6.1 Analisa perbandingan hasil Reat of Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada beban Load 25%



Gambar 4.20. Grafik perbandingan Rate of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Grafik perbandingan rate of heat release (ROHR) pada 100% RPM dengan pembebanan load 25%. Pada grafik rate of heat release dapat diperoleh informasi tentang perbandingan perubahan proses pelepasan panas atau heat release serta lama waktu tunda pembakaran. Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik rate of heat release (ROHR) pada Rpm 2200, Load 25% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Pada bahan bakar emulsi terjadi pada posisi 3 °CA sebelum TMA. Sedangkan dexlite terjadi pada posisi 1 °CA sebelum TMA dan pada bahan bakar B20 terjadi pada posisi 1 °CA sesudah TMA. Untuk nilai tertinggi dari Rate Of Heat Release yaitu 79,2 kJ/m³/deg pada posisi 3°CA setelah TMA bahan bakar emulsi dan 81,7 kJ/m³/deg pada posisi 3°CA setelah TMA bahan bakar dexlite dan 84,5 kJ/m³/deg pada posisi 4 °CA setelah TMA pada B20.

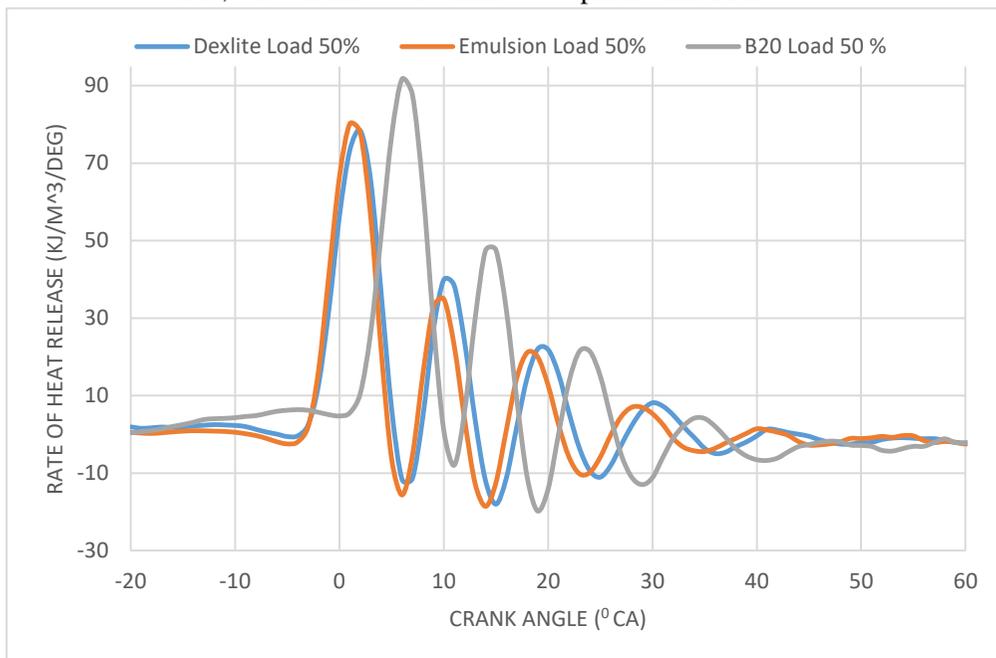
4.6.2 Analisa perbandingan hasil Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 25%



Gambar 4.21. Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Heat Release pada Rpm 2200, 25% Load dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 449 kJ/m³/deg pada posisi 14^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 379 kJ/m³/deg pada posisi 14^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 588 kJ/m³/deg pada posisi 21^o setelah TMA pada bahan bakar B20.

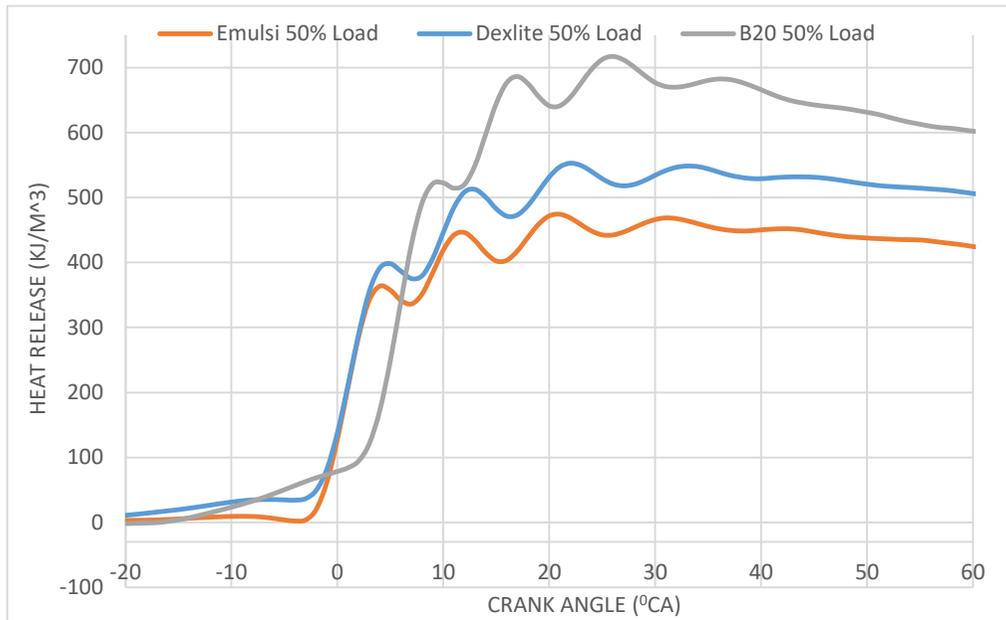
4.6.3 Analisa perbandingan hasil Rate of Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 50%



Gambar 4.22. Grafik perbandingan Rate of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Grafik perbandingan rate of heat release (ROHR) pada 100% RPM dengan pembebanan Load 50%. Pada grafik rate of heat release dapat diperoleh informasi tentang perbandingan perubahan proses pelepasan panas atau heat release serta lama waktu tunda pembakaran. Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik rate of heat release (ROHR) pada Rpm 2200, Load 50% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Pada bahan bakar emulsi terjadi pada posisi 4 °CA sebelum TMA. Sedangkan dexlite terjadi pada posisi 4 °CA sebelum TMA dan pada bahan bakar B20 terjadi pada posisi 1 °CA sesudah TMA. Untuk nilai tertinggi dari Rate Of Heat Release yaitu 80,1 kJ/m³/deg pada posisi 1°CA setelah TMA bahan bakar emulsi dan 78,3 kJ/m³/deg pada posisi 2°CA setelah TMA bahan bakar dexlite dan 91,7 kJ/m³/deg pada posisi 4 °CA setelah TMA B20.

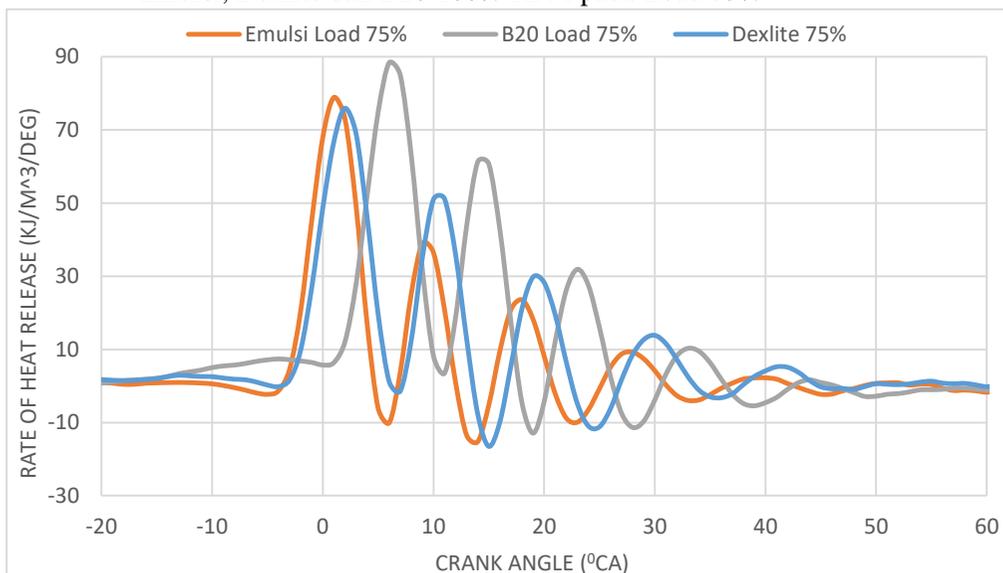
4.6.4 Analisa perbandingan hasil Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 50%



Gambar 4.23. Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Heat Release pada Rpm 2200, 50% Load dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 553 kJ/m³/deg pada posisi 22^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 474 kJ/m³/deg pada posisi 20^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 717 kJ/m³/deg pada posisi 26^o setelah TMA pada bahan bakar B20.

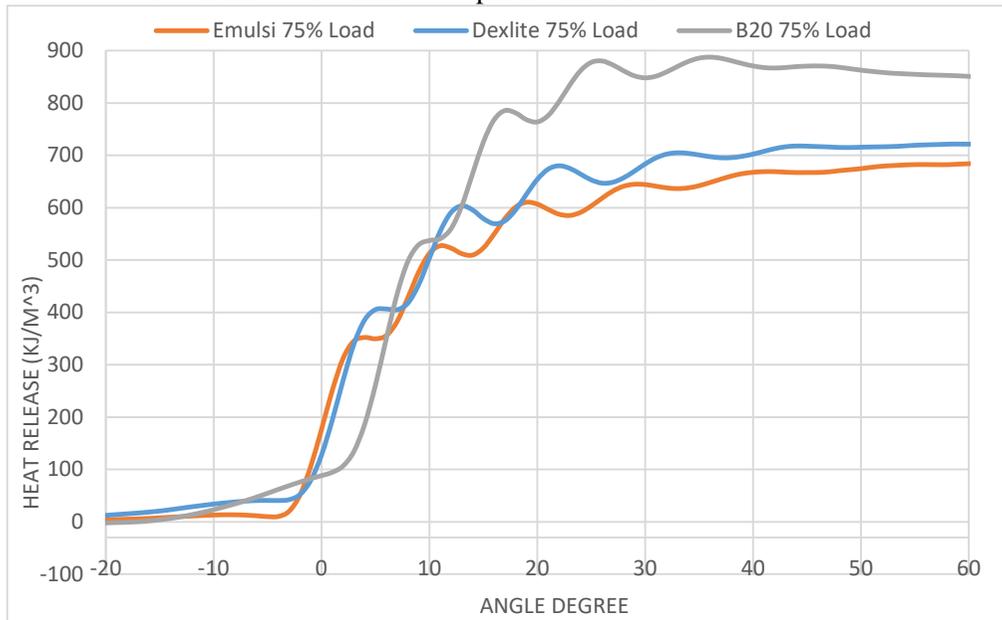
4.6.5 Analisa perbandingan hasil Rate of Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 75%



Gambar 4.21. Grafik perbandingan Rate of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Grafik perbandingan rate of heat release (ROHR) pada 100% RPM dengan pembebanan Load 75%. Pada grafik rate of heat release dapat diperoleh informasi tentang perbandingan perubahan proses pelepasan panas atau heat release serta lama waktu tunda pembakaran. Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik rate of heat release (ROHR) pada Rpm 2200, Load 75% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Pada bahan bakar emulsi terjadi pada posisi 4 °CA sebelum TMA. Sedangkan dexlite terjadi pada posisi 3 °CA sebelum TMA dan pada bahan bakar B20 terjadi pada posisi 2 °CA sesudah TMA. Untuk nilai tertinggi dari Rate Of Heat Release yaitu 78,8 kJ/m³/deg pada posisi 1°CA setelah TMA bahan bakar emulsi dan 75,9 kJ/m³/deg pada posisi 2°CA setelah TMA bahan bakar dexlite dan 88,3 kJ/m³/deg pada posisi 4 °CA setelah TMA pada B20.

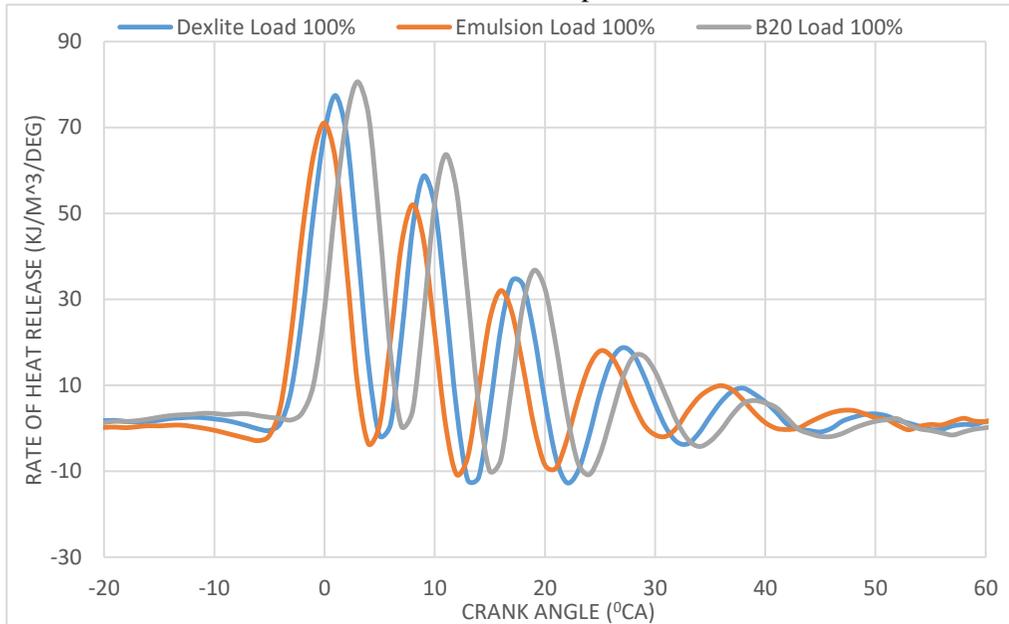
4.6.6 Analisa perbandingan hasil Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 75%



Gambar 4.25. Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Heat Release pada Rpm 2200, 75% Load dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 744 kJ/m³/deg pada posisi 90⁰ setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 713 kJ/m³/deg pada posisi 91⁰ setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 887 kJ/m³/deg pada posisi 36⁰ setelah TMA pada bahan bakar B20.

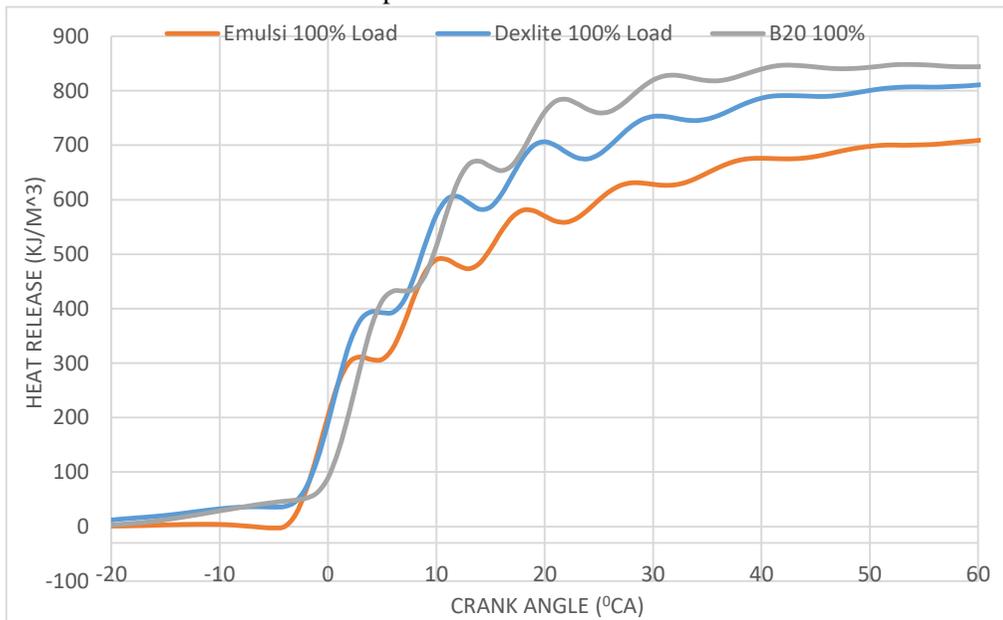
4.6.7 Analisa perbandingan hasil Reat of Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 100%



Gambar 4.22. Grafik perbandingan Reat of Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Grafik perbandingan rate of heat release (ROHR) pada 100% RPM dengan pembebanan Load 100%. Pada grafik rate of heat release dapat diperoleh informasi tentang perbandingan perubahan proses pelepasan panas atau heat release serta lama waktu tunda pembakaran. Grafik diatas menunjukkan bahwa grafik rate of heat release (ROHR) pada Rpm 2200, Load 100% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Pada bahan bakar emulsi terjadi pada posisi 4 °CA sebelum TMA. Sedangkan dexlite terjadi pada posisi 5 °CA sebelum TMA dan pada bahan bakar B20 terjadi pada posisi 5 °CA sebelum TMA. Untuk nilai tertinggi dari Rate Of Heat Release yaitu 71 kJ/m³/deg pada posisi 0°CA TMA bahan bakar emulsi dan 77,4 kJ/m³/deg pada posisi 1°CA setelah TMA bahan bakar dexlite dan 80,6 kJ/m³/deg pada posisi 1 °CA sebelum TMA pada B20.

4.6.8 Analisa perbandingan Heat Release pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 100%

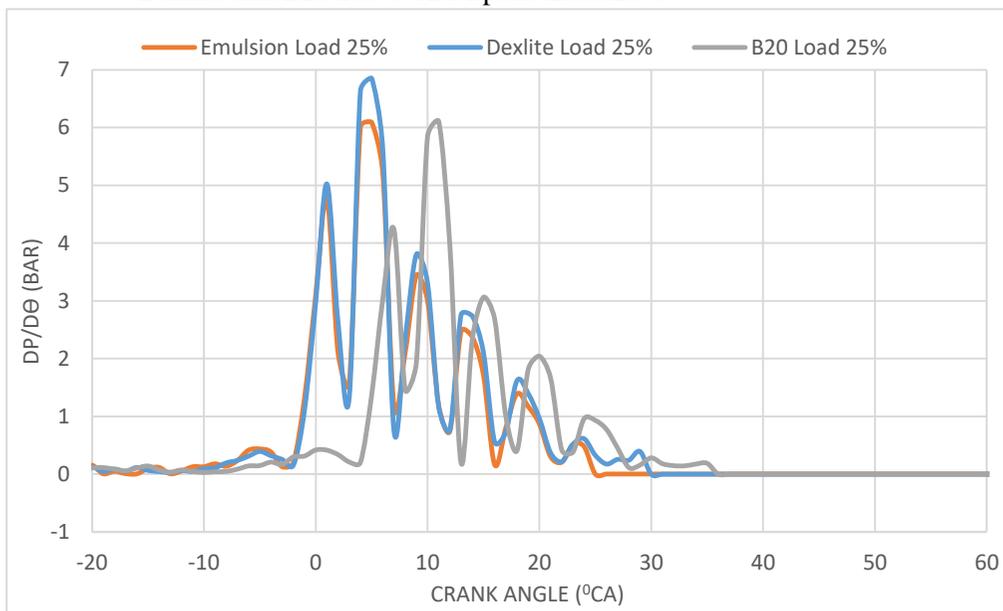


Gambar 4.27. Grafik perbandingan Heat Release antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Heat Release pada Rpm 2200, 100% Load dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 846 kJ/m³/deg pada posisi 90⁰ setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 752 kJ/m³/deg pada posisi 91⁰ setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 879 kJ/m³/deg pada posisi 91⁰ setelah TMA pada bahan bakar B20.

4.7 Analisa Perbandingan hasil Knock Detecion antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal

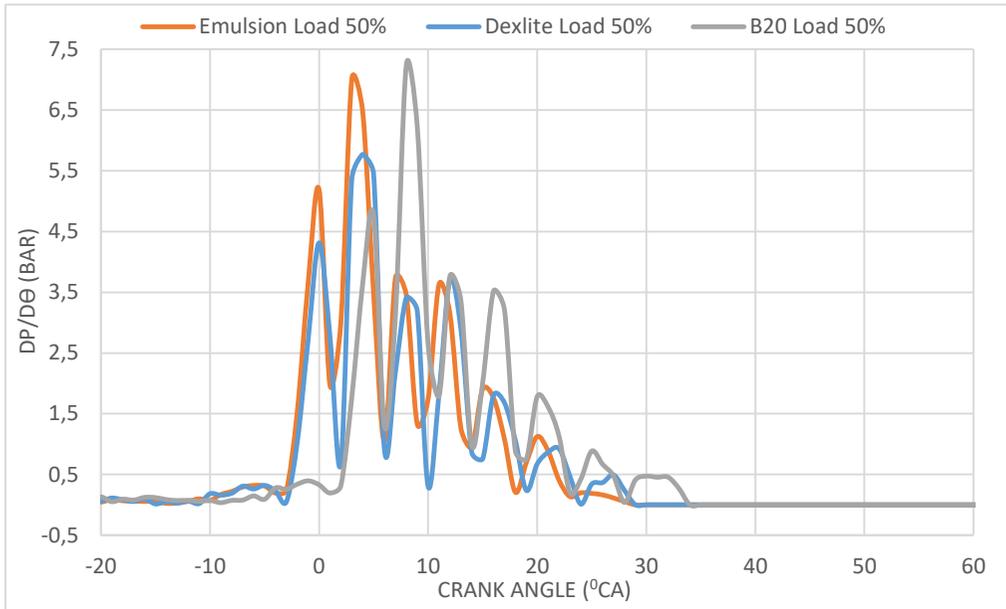
4.7.1 Analisa perbandingan hasil Knock Detection pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 25%



Gambar 4.23. Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Knock Detection pada Rpm 2200, Load 25% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 6,85 bar pada posisi 5⁰ setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 6,49bar pada posisi 5⁰ setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 6,10 bar pada posisi 11⁰ setelah TMA pada bahan bakar B20

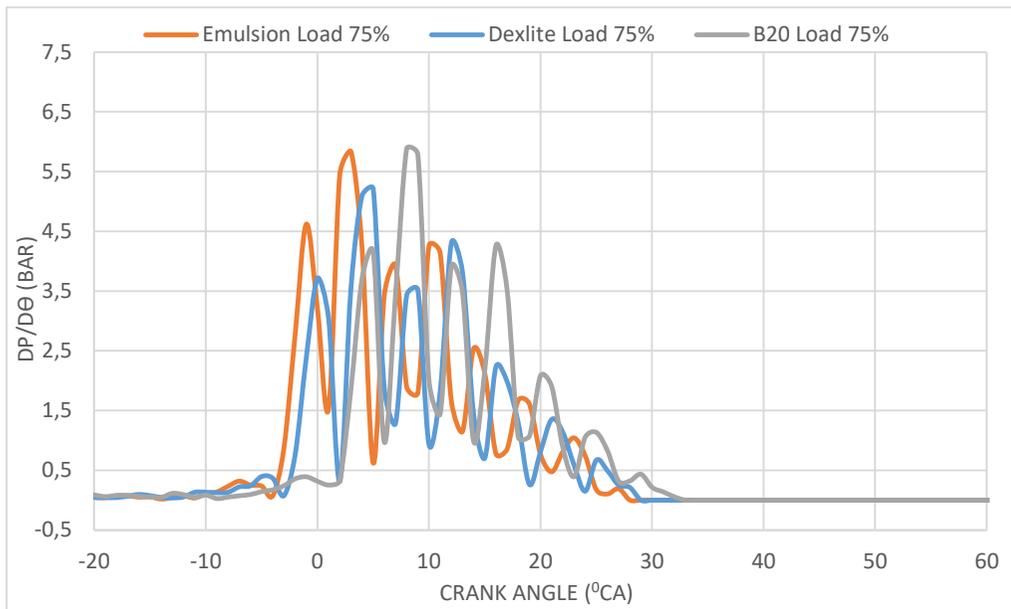
4.7.2 Analisa perbandingan hasil Knock Detection pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 50%



Gambar 4.24. Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Knock Detection pada Rpm 2200, Load 50% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 5,76 bar pada posisi 4^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 7 bar pada posisi 3^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 7,23 bar pada posisi 8^o setelah TMA pada bahan bakar B20

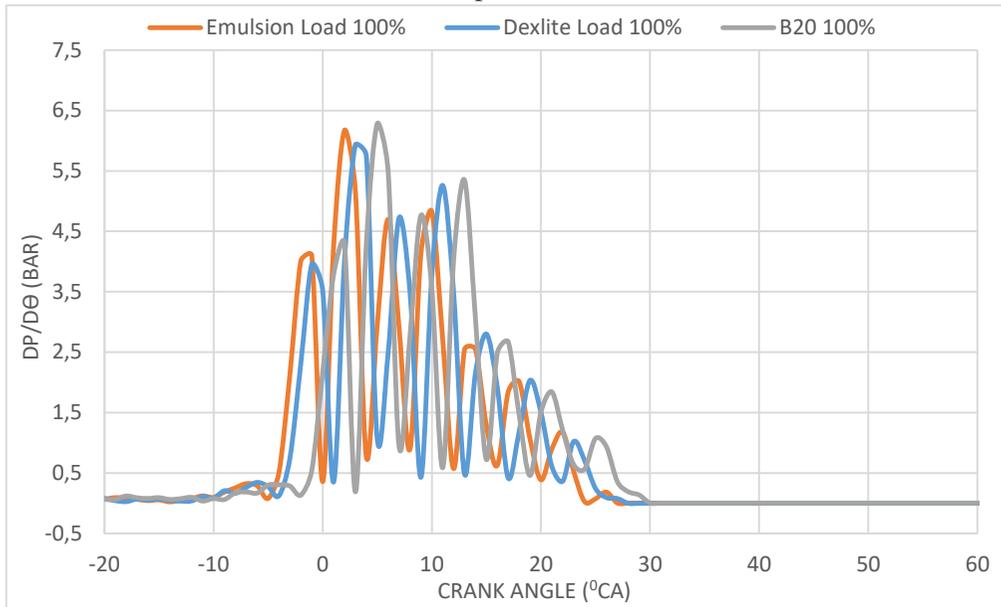
4.7.3 Analisa perbandingan hasil Knock Detection pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 75%



Gambar 4.25. Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Knock Detection pada Rpm 2200, Load 75% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 5,21 bar pada posisi 4^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 5,82 bar pada posisi 3^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 5,85 bar pada posisi 7^o setelah TMA pada bahan bakar B20

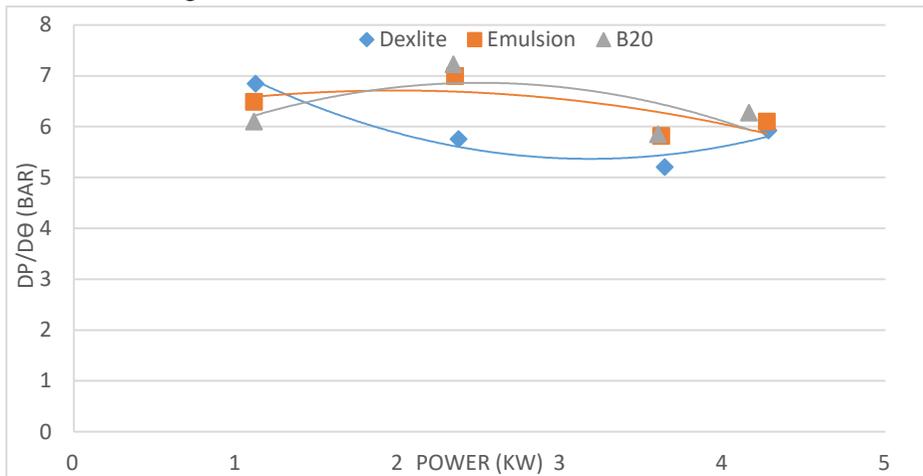
4.7.4 Analisa perbandingan hasil Knock Detection pada bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 100% RPM pada Load 100%



Gambar 4.26. Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Knock Detection pada Rpm 2200, Load 100% dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 5,93 bar pada posisi 3^o setelah TMA pada bahan bakar Dexlite, 6,1 bar pada posisi 2^o setelah TMA pada bahan bakar Emulsi dan 6,28 bar pada posisi 5^o setelah TMA pada bahan bakar B20

4.7.5 Analisa Knock Detection pada bahan Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM 2200 dengan variasi beban.

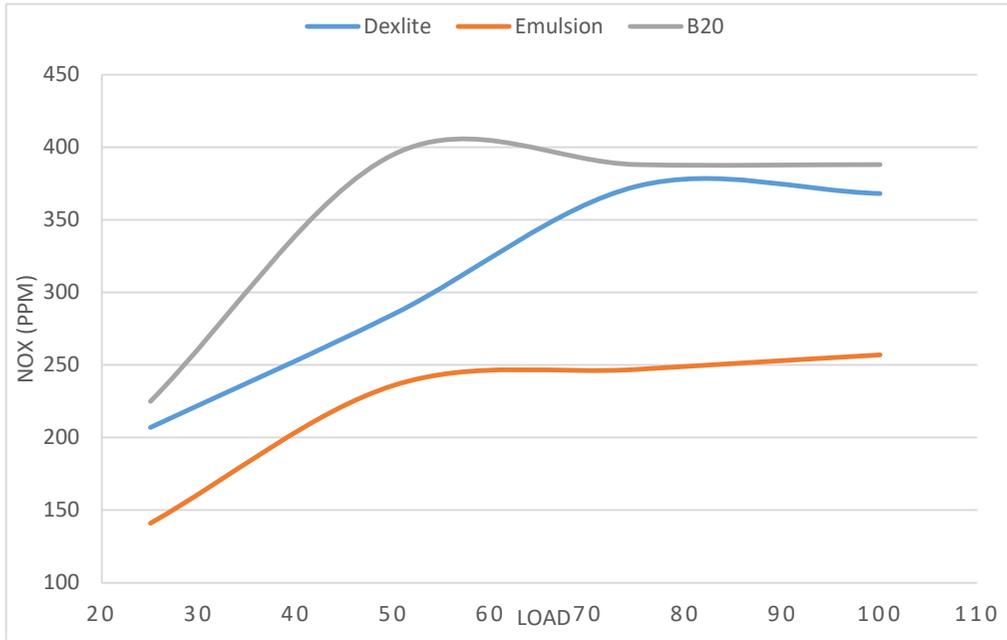


Gambar 4.32. Grafik perbandingan Knock Detection antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 dengan variasi beban

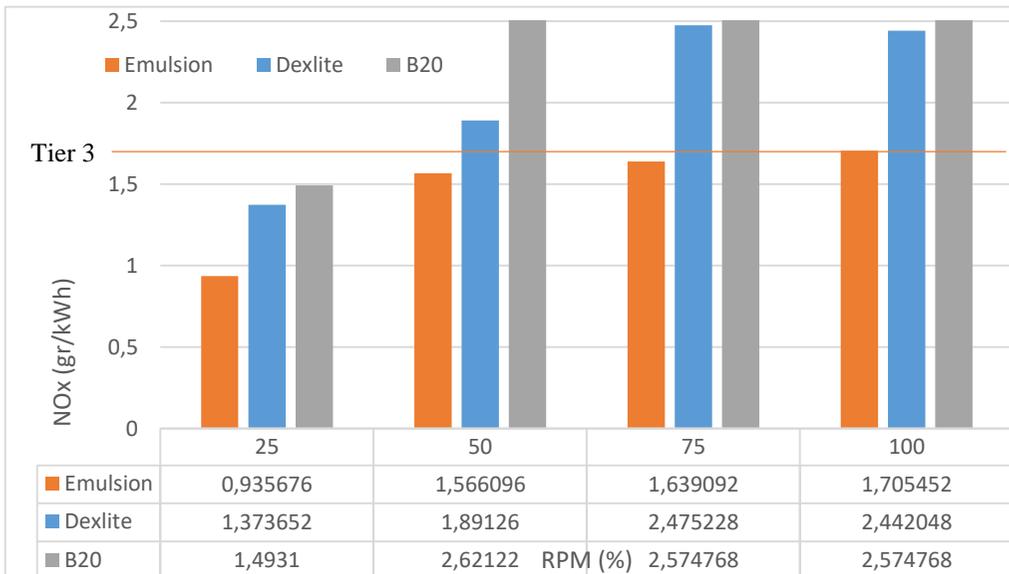
Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa grafik Knock Detection pada Rpm 2200, dengan variasi beban dari bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20. Dan pada grafik diatas memiliki nilai 6,85, 5,76, 5,21, 5,93 dt/dθ pada bahan bakar Dexlite, kemudian 6,49, 7, 5,82, 6,1 dt/dθ pada bahan bakar Emulsi, dan 6,1, 7,23, 5,85, 6,28 dt/dθ pada bahan bakar B20.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa pada putaran yang sama dan beban yang sama nilai knocking tidak stabil.

4.8 Analisa Perbandingan hasil Emisi antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20 pada RPM maksimal



Gambar 4.33. Grafik Perbandingan Emisi NOx (PPM) antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20



Gambar 4.34. Grafik perbandingan Emisi Nox antara bahan bakar Emulsi, Dexlite dan B20

Pada grafik diatas menunjukkan perbandingan hasil dari keluaran NOx antara bahan bakar Pertamina Dex dan Emulsi ,pada putaran 100% yaitu

putaran 2200 RPM dan 4 variasi pembebanan dengan menggunakan metode pengujian yang dikeluarkan oleh IMO.

Pada grafik diatas ditunjukkan untuk beban sebesar 25% mengeluarkan kandungan NOx 1,37 gr/kWh pada Dexlite dan 0,93 gr/kWh untuk emulsi, 1,49 gr/kWh untuk B20. Untuk pada daya 50% pada putaran 2200 yaitu 1,89 gr/kWh untuk dexlite dan 1,56 gr/kWh untuk Emulsi dan 2,62 gr/kWh untuk B20. pada daya 75% pada putaran 2200 yaitu 2,47 gr/kWh untuk dexlite dan 1,63 gr/kWh untuk emulsi dan 2,57 gr/kWh pada B20, pada daya 100% pada putaran 2200 yaitu 2,44 gr/kWh untuk dexlite dan 1,7 gr/kWh untuk emulsi dan 2,57 gr/kWh.

Pada grafik perbandingan emisi antara bahan bakar pertamina dex dan emulsi pada RPM maksimal untuk load 25%, 50%, 75%, 100% masih memenuhi standart IMO tier 3.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari performance nox dan combustion proses dari bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan methanol, dexlite dan b20 ini, maka dapat ditarik kesimpulan seperti berikut :

1. Jadi pada penelitian ini, bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit dengan metanol yang tidak terjadi separasi adalah pada campuran surfaktan 1%.
2. Dalam penelitian ini, emulsion biodiesel sawit dengan metanol masih tidak memenuhi standar pertamina. Untuk viskositas bahan bakar emulsi meningkat dibandingkan dengan bahan bakar Dexlite yang digunakan sebagai pembanding dan pada titik tuang juga meningkat dibandingkan dengan bahan bakar dexlite. Tetapi untuk flash point dan angka cetana masih memenuhi standar pertamina dexlite.
3. Hasil dari penggunaan metanol dalam bahan bakar emulsi biodiesel minyak kelapa sawit terhadap performa (Performance), proses pembakaran (Combustion), Emisi NOx yaitu :
 - a. Hasil Pada Performa mesin diesel pengaruh bahan bakar Emulsi dapat terlihat jelas pada grafik *SFOC x Rpm*, dimana dapat terlihat semakin tinggi rpm yang diberikan maka *SFOC* dari bahan bakar Emulsi lebih baik dibandingkan dengan Dexlite dan B20. Untuk *Daya x Rpm* yang dihasilkan yaitu lebih baik pada bahan bakar dexlite daripada emulsi dan B20. Untuk *Torsi x Rpm* yang dihasilkan yaitu lebih baik pada bahan bakar Dexlite daripada Emulsi dan B20
 - b. Hasil proses pembakaran yang dapat diketahui bahwa *Ignition Delay* yang dihasilkan oleh Emulsi lebih cepat dari dexlite dan B20. Tetapi *Rate Of Heat Release* yang dihasilkan lebih besar B20 daripada Dexlite dan Emulsi. Sedangkan nilai *Max. Pressure* yang dihasilkan lebih besar Dexlite daripada Emulsi dan B20. Untuk nilai *Knock Detection* yang paling tinggi terjadi pada bahan bakar B20 daripada Dexlite dan Emulsi.
 - c. Dari hasil uji emisi NOx pada RPM dan beban rendah hingga tinggi yang paling baik yaitu pada bahan bakar Emulsi

5.2 Saran

Berdasarkan dari analisis dan seluruh proses yang telah dilakukan penulis dalam melakukan uji performa, proses pembakaran dan nox. Disarankan melakukan uji coba dengan penambahan surfaktan 0,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015, “Perbedaan Etanol dan Metanol”,
[http://fungsi.web.id/2015/07/perbedaan etanol dan metanol](http://fungsi.web.id/2015/07/perbedaan-etanol-dan-metanol), diakses pada tanggal 17 Januari 2018 pukul .16.00 WIB
- Prahara, Aligra J., 2017. “Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Emulsi dari Metanol Dengan Diesel Oil Terhadap Performa, NOx dan Combustion Process Pada Diesel Engine”., Departement Teknik Sistem Perkapalan., Fakultas Teknologi Kelautan., Institut Sepuluh Nopember., Surabaya.
- Hanif., 2004. “Uji Presentasi Motor Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif”., Jurusan Teknik Mesin.
- Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi., 2015. “Porang/Iles-Iles (*Amorphallus Onchophylus*)”. JL Raya Ragunan No Pasar Minggu. Jakarta Selatan
- Cendekiaji, Gage H., 2017 “Analisa Pengaruh Penggunaan Biodiesel Biji Kapuk (*Ceiba Pentandra*) terhadap Proses Pembakaran dan Kadar Emisi NOx pada Mesin Diesel Satu Silinder”., Departement Teknik Sistem Perkapalan., Fakultas Teknologi Kelautan., Institut Sepuluh Nopember., Surabaya
- Revari, Reza., 2012. “Rancang Bangun Alat Pereduksi Particulate Matter (PM) Gas Buang Mesin Diesel dengan Metode Cyclone”., Departement Teknik Sistem Perkapalan., Fakultas Teknologi Kelautan., Institut Sepuluh Nopember., Surabaya..
- Boris, Ramos., 2012. “Production Of Biodiesel From Vegetable Oils”., Departement of Chemical Science and Tecnology., Royal Institute of Technology (KHT)., Stockholm., Sweden.
- Rahayu, Martini. 2015. “Teknologi Proses Produksi Biodiesel”., Prospek Pengembangan Bio-Fuel sebagai Substansi Bahan Bakar Minyak.
- Nagi, J., Syed K.A., & Furrukh N. 2008. “Palm Biodiesel an Alternative Green Renewable Energy for the Energy Demands of the Future”., Universiti Tenaga Malaysia., Malaysia.
- Jenkins, G.L., (1957), “Scoville’s ; The Art Of Compounding’, Ninth Edition, McGraw-Hill Book Company,Inc., New York, Toronto, Book page 314, 315.
- Azhar M, David E., 2015.,Study of Biodiesel Emission Characteristics in Internal Combustion Engine ., Norwegia University of Science and Technology., Departement of Energy and Process Engineering.
- Anief, Moh., (2005)., ”Ilmu Meracik Obat”, cetakan XII, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta., Book page 143, 147

Pahlevi, nauval, 2017. Effect of Water in Fuel Emulsion on Performance and NO_x of Diesel Engine. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, Vol. 1(4), Sept. 2017. 221-232 (pISSN: 2541-5972, eISSN: 2548-1479).

Prasetyo, Yudi. 2015. "Analisa Properties Biodiesel dari Umbi Porang (*Amarphopallus Onchophillus*) dan Pengaruhnya Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel". Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS-FTK. Surabaya.

International Maritime Organization. 2016. MARPOL REGULATION., IMO, hal. 408-410,.

Allorerung, D., Syakir, M., Poeloengan, Z., Syafaruddin, & Rumini, W. (2010). *Budidaya Kelapa Sawit*. Bogor: ASKA MEDIA.

El-Din Noor M.R, 2013. "Water-in-diesel fuel nanoemulsions: Preparation, stability and physical properties". *Egyptian Petroleum Research Institute*, (517-530)

LAMPIRAN I

Pembuatan biodiesel kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tumbuhan sejenis buah yang banyak tumbuh di daerah sumatra. Tumbuhan ini berbeda dengan tumbuhan lain dikarenakan tidak dapat dimakan. Meski tidak dapat dimakan banyak di olah menjadi minyak goreng, margarin, sabun, sampo. Tumbuhan ini diambil minyaknya sebagai bahan baku biodiesel dengan bantuan KOH dan metanol dalam proses transesterifikasi.

d. Pembuatan dan penambahan larutan metoksid

Pada proses ini pembuatan metoksid didapat dari campuran larutan metanol sebanyak 33,33% dari volume minyak kelapa sawit dengan katalis KOH sebanyak 4 gram setiap 1 liter minyak kelapa sawit kemudian diaduk secara merata. Campuran tersebut merubah kandungan asam lemak (Trigliserida) menjadi Metil Ester.

b. Proses transesterifikasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan minyak dengan suhu sekitar 50 – 55 C agar tidak terlalu kental saat pencampuran dengan larutan metoksid. Pada saat pencampuran minyak diaduk dengan rata dan stabil karena kunci dari keberhasilan proses ini adalah adukan, suhu, katalis dan perubahan serta waktu reaksi yang tepat. Proses pencampuran harus dilakukan di media yang terbuat dari kaca atau Stainless Steel, selain itu tidak direkomendasikan karena dapat mempengaruhi proses kimiawi dari hasil pencampuran minyak dengan larutan metoksid tersebut. Pengadukan dilakukan berlangsung sekitar 1 jam, diamkan agar terjadi pemisahan antara gliserin dan biodiesel (Ester).

c. Proses pencucian

Setelah proses transesterifikasi, selanjutnya adalah menuangkan biodiesel tersebut kedalam gelas kaca lalu minyak dan aquades dicampur. Untuk perbandingannya yaitu 1 : 1 dan cuka 3 ml. Fungsi cuka sendiri adalah untuk menggantikan sodium sulfat.

d. Proses pengendapan

Setelah di buble selama 24jam lalu di diamkan selama 24 jam agar terjadi proses pemisahan antara glyserol dengan ester.

e. Proses pengeringan

Setelah di pisahkan antara ester dengan glyserol lalu dilakukan proses pengeringan dengan cara di panaskan selama 1 jam dengan suhu 1000C. Gambar di bawah menunjukkan metil ester yang telah dilakukan proses pengeringan.



Gambar 1. Metil ester

Dalam pembuatan biodiesel kelapa sawit diperlukan persiapan bahan dan alat. Berikut bahan dan alat yang digunakan adalah :

- Kelapa sawit
- Metanol
- KOH
- Aquades
- Kompor gas
- Thermometer
- Pippet
- Panci stainless steel
- Timbangan
- Gelas ukur

LAMPIRAN II

Properties Biodiesel



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Gedung Pusat Riset , Lantai Lobby, Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111
Telp : 031 - 5953759, Fax : 031 - 5955793, PABX : 1404, 1405
<http://www.lppm.its.ac.id>

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Dwiky Bayu Hermawan
Alamat Pemilik : SISKAL ITS
Nama Contoh : **Emulsi Biodiesel dengan metanol** Tanggal Terima : 06 Apr 2018
Deskripsi : Bentuk : ~~Padat~~/Cair/~~Gas~~ Tanggal Pengujian : 09 Apr 2018
Contoh Volume : - Tanggal Selesai :
Kemasan : botol Pengujian : 11 Apr 2018
Kode Contoh : **EI-252** Jumlah Contoh : 1

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS

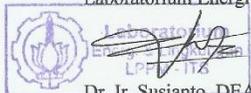
No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	B 20	<i>Kinematic Viscosity at 40°C</i>	6,08	cSt	ASTM D 445-97
		AngkaCetana	73,0	-	Okatan/Cetane Meter
		<i>Pour Point</i>	4	°C	ASTM D 97-85
		<i>Flash Point</i>	135	°C	ASTM D 93-00

Suhu : 25,3°C
Humidity : 61%
Analisis : MBB,EVY,WNN

Catatan:

1. Hasil pengujian hanya berlaku dari sampel yang diuji.
2. Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga.
3. Laporan hasil pengujian hanya diperbanyak secara utuh.

Manajer Puncak
Laboratorium Energi dan Lingkungan



Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004

Manajer Teknis

Vita Yuliana, S.Si
NIPH. 914014001

LAMPIRAN III



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(UPT K3)**



Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234
Email : uptk3sby@gmail.com; admin@k3.disnakertrans.jatimprov.go.id
Website : www.k3.disnakertrans.jatimprov.go.id

LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran
LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No. PT. 46 / VI / 2018

- I Nama Pengguna Jasa : PRAVENSIA DASTIOAJI
(Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan – ITS)
- II Alamat : Sukolilo – Surabaya
- III Jenis Pengukuran : Emisi Gas Buang Genset
- IV Tanggal Pengukuran : 26 Juni 2018
- V Alat yang Digunakan : Gas Analyzer Merk Star Gas 898 dan E-COM
- VI Hasil Pengukuran :

Bahan Bakar	RPM	Beban	Jam (WIB)	Hasil Pengukuran		
				NO _x (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
Dexlite	2200	1000	13.14	207	0,028	12
		2000	13.16	286	0,024	12
		3000	13.18	373	0,030	15
		4000	13.20	368	0,160	4
P5 Ambient (Dexlite + Pertamax 5%)	2200	1000	13.54	210	0,066	22
		2000	13.55	272	0,047	22
		3000	13.57	314	0,140	15
		4000	13.59	288	0,723	8
P5 65 °C (Dexlite + Pertamax 5%)	2200	1000	14.07	234	0,049	21
		2000	14.10	278	0,056	23
		3000	14.12	269	0,220	16
		4000	14.14	282	0,982	13
P10 Ambient (Dexlite + Pertamax 10%)	2200	1000	14.20	248	0,052	26
		2000	14.22	262	0,054	25
		3000	14.23	283	0,161	19
		4000	14.25	294	0,614	15

Mengetahui,
KEPAKALA NPT K3 SURABAYA


Dra. RIMH WINARNI, MM.
NIP. 19611110 198603 2 017

Surabaya, 02 Juli 2018
MANAJER TEKNIK


S L A M E T, SKM.
NIP. 19630111 198803 1 012

LAMPIRAN IV



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(UPT-K3)**



Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234
Email : uptk3sby@gmail.com; admin@k3.disnakertrans.jatimprov.go.id
Website : www.k3.disnakertrans.jatimprov.go.id

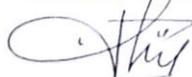
LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran
LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No. PT. 36-s / VII / 2018

- I Nama Pengguna Jasa : Mahasiswa ITS - Teknik Sistem Perkapalan (Reggi Irdian Kusprianto)
- II Alamat : Sukolilo – Surabaya
- III Jenis Pengukuran : Kualitas Udara Emisi Gas Buang
- IV Tanggal Pengukuran : 2 Juli 2018
- V Alat yang Digunakan : Gas Analyzer Merk StarGas 898 dan ECOM
- VI Hasil Pengukuran :

Bahan Bakar	RPM	Load (Watt)	Hasil Pengukuran					O ₂ (%)
			NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	HIC (ppm)	
Biosolar	2200	1000	225	0	0.026	1.97	41	17.2
		2000	395	0	0.027	3.44	44	15.71
		3000	388	0	0.058	3.78	31	15.10
		4000	388	0	0.270	4.81	24	13.33
Emulsi 10% Air	2200	1000	314	0	0.029	2.08	31	18.03
		2000	351	0	0.021	1.28	5	19.15
		3000	401	14	0.072	3.29	7	16.15
		4000	398	107	0.356	3.55	0	15.53
Emulsi 15% Air	2200	1000	238	9	0.033	1.37	12	19.16
		2000	394	0	0.036	1.91	9	18.35
		3000	435	12	0.061	2.76	7	16.94
		4000	372	68	0.446	5.90	2	12.17

Mengetahui,
**KEPALA UPT K3 SURABAYA
KASUBAN LATA USAHA**

NONO SUWARSONO, SH, M.Si
NIP. 19630305 1985031 018

Surabaya, 9 Juli 2018
MANAJER TEKNIK

SLAMET, SKM
NIP. 19630111 198803 1 012

LAPIRAN V

Dexlite

Putaran Engine (rpm) (rpm) kontrol aktual	Beban (Watt)	Putaran Aluminium (Rpm)	Alternator Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Densitas (gr/m ³)	Efisiensi Slip	Daya (Kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (Mm ²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
1800	1803	1306	146	0	0.00002	2.667	160	0.0444	850.000	0.9924	0.0000	382.5000	0.0000	0.0000	0.00	47.054.250	0.0000
1800	1803	1302	178	3.74	0.00002	2.267	136	0.0378	850.000	0.9883	0.7125	450.0000	631.6870	3.7755	16306.46	47.054.250	12.1135
1800	1802	1301	191	7.83	0.00002	1.457	88	0.0244	850.000	0.9891	1.6009	635.4545	434.4033	8.4534	34415.54	47.054.250	17.6121
1800	1797	1290	193	11.9	0.00002	1.133	68	0.0089	850.000	0.9835	2.4727	900.0000	363.9794	13.1100	53104.56	47.054.250	21.0197
1800	1800	1288	193	13.87	0.00002	1.033	62	0.0172	850.000	0.9803	2.8913	987.0968	341.4022	15.3722	62362.00	47.054.250	22.4098
1900	1903	1375	174	0	0.00002	2.467	148	0.0411	850.000	0.9899	0.0000	413.6195	0.0000	0.0000	0.00	47.054.250	0.0000
1900	1896	1368	190	3.88	0.00002	1.700	102	0.0283	850.000	0.9865	0.7697	600.0000	759.8199	3.9645	16003.35	47.054.250	10.0692
1900	1905	1372	204	8.12	0.00002	1.233	74	0.0206	850.000	0.9867	1.7776	827.0270	465.2535	8.9574	36338.45	47.054.250	16.4442
1900	1895	1361	206	12.32	0.00002	1.067	64	0.0178	850.000	0.9839	2.7311	956.2500	350.1381	13.6971	55566.33	47.054.250	21.8505
1900	1903	1364	207	14.42	0.00002	0.767	46	0.0128	850.000	0.9820	3.2186	1330.4348	413.3620	16.2273	66830.71	47.054.250	18.5086
2000	2000	1447	189	0	0.00002	2.167	130	0.0361	850.000	0.9912	0.0000	470.7692	0.0000	0.0000	0.00	47.054.250	0.0000
2000	1998	1441	207	4.07	0.00002	1.833	110	0.0306	850.000	0.9881	0.9028	556.3636	616.2536	4.3128	17436.21	47.054.250	12.4149
2000	1999	1438	215	8.38	0.00002	1.420	85.2	0.0237	850.000	0.9885	1.9357	718.3099	371.0842	9.2563	37550.75	47.054.250	20.6173
2000	1999	1433	220	12.77	0.00002	0.977	68.6	0.0163	850.000	0.9821	3.0289	1044.3688	344.8027	14.4764	58727.98	47.054.250	22.1888
2000	2000	1432	219	14.9	0.00002	0.767	46	0.0128	850.000	0.9809	3.5223	1330.4348	377.7228	16.8345	68233.96	47.054.250	20.2849
2100	2099	1518	208	0	0.00002	2.467	148	0.0411	850.000	0.9908	0.0000	413.6195	0.0000	0.0000	0.00	47.054.250	0.0000
2100	2098	1515	223	4.24	0.00002	1.933	116	0.0322	850.000	0.9883	1.0120	627.5662	521.3470	4.6062	18686.54	47.054.250	14.6150
2100	2096	1509	229	8.68	0.00002	1.433	86	0.0229	850.000	0.9863	2.1338	711.6279	333.4976	9.1773	39421.17	47.054.250	22.3409
2100	2104	1510	234	12.25	0.00002	1.010	60.6	0.0168	850.000	0.9832	3.0069	1009.9010	327.1561	14.0710	57083.05	47.054.250	22.3956
2100	2102	1505	233	15.43	0.00002	0.567	34	0.0094	850.000	0.9809	3.8808	1800.0000	463.8221	17.6225	71490.78	47.054.250	16.4950
2200	2198	1585	225	0	0.00002	2.133	128	0.0356	850.000	0.9879	0.0000	478.1250	0.0000	0.0000	0.00	47.054.250	0.0000
2200	2200	1586	240	4.39	0.00002	1.933	116	0.0322	850.000	0.9876	1.1296	627.5662	467.0842	4.9098	18917.98	47.054.250	16.3798
2200	2199	1583	246	9	0.00002	1.267	76	0.0211	850.000	0.9882	2.3770	805.2632	338.7762	10.3227	41877.13	47.054.250	22.5635
2200	2199	1576	247	13.68	0.00002	0.867	52	0.0144	850.000	0.9819	3.6438	1176.9231	322.9929	15.8316	64225.06	47.054.250	23.6870
2200	2204	1581	249	15.97	0.00002	0.633	38	0.0106	850.000	0.9827	4.2944	1610.5263	375.9074	18.6146	75515.56	47.054.250	20.2827

LAMPIRAN VI

Emulsi Biodiesel dengan Metanol

Putaran Engine (rpm)	Beban (Watt)	Putaran Aluminium (Rpm)	Alternator		Volume Bahan Bakar (Mm3)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Densitas (gr/m3)	Efisiensi Slip	Daya (Kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m2)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)	
			Tegangan (Volt)	Arus (Amper)														
1800	1808	0	1303	145	0	0,00002	3,533	212	0,0589	820000	0,9873	0,0000	278,4906	0,0000	0,0000	0,00	44E-07	0,0000
1800	1805	1000	1300	175	3,74	0,00002	2,900	174	0,0483	820000	0,9867	0,7023	339,3103	483,1151	3,778	15081,48	44E-07	16,9688
1800	1802	2000	1298	191	7,83	0,00002	2,287	136	0,0378	820000	0,9868	1,6046	434,1176	270,5388	8,5078	34514,23	44E-07	30,2988
1800	1807	3000	1296	192	11,9	0,00002	1,933	116	0,0322	820000	0,9826	2,4621	508,9655	206,7207	13,0178	52810,57	44E-07	39,6498
1800	1807	4000	1292	193	13,87	0,00002	1,700	102	0,0283	820000	0,9795	2,8936	578,8235	200,0386	15,2991	62085,31	44E-07	40,9743
1900	1909	0	1370	175	0	0,00002	3,633	218	0,0606	820000	0,9832	0,0000	270,8257	0,0000	0,0000	0,00	44E-07	0,0000
1900	1907	1000	1373	191	3,88	0,00002	2,287	136	0,0378	820000	0,9864	0,7955	434,1176	545,7066	3,9814	16151,65	44E-07	15,0199
1900	1905	2000	1371	204	8,12	0,00002	2,067	124	0,0344	820000	0,9860	1,7789	476,1290	267,6566	8,9123	36155,20	44E-07	30,6230
1900	1902	3000	1385	206	12,32	0,00002	1,500	90	0,0250	820000	0,9832	2,7331	656,0000	240,0187	13,7074	55608,16	44E-07	34,1492
1900	1901	4000	1384	207	14,42	0,00002	1,100	66	0,0183	820000	0,9830	3,2162	894,5455	278,2249	16,1506	65518,49	44E-07	29,4598
2000	2005	0	1445	187	0	0,00002	3,667	220	0,0611	820000	0,9874	0,0000	268,3636	0,0000	0,0000	0,00	44E-07	0,0000
2000	2007	1000	1440	206	4,07	0,00002	2,200	132	0,0387	820000	0,9830	0,9031	447,2727	495,2482	4,3035	17458,62	44E-07	16,5502
2000	2005	2000	1443	212	8,38	0,00002	1,500	90	0,0250	820000	0,9860	1,9078	656,0000	343,8531	9,0819	36643,28	44E-07	23,8370
2000	2004	3000	1436	218	12,77	0,00002	1,367	82	0,0228	820000	0,9817	3,0026	720,0000	239,7943	14,3077	58043,55	44E-07	34,1811
2000	2003	4000	1432	229	14,9	0,00002	0,700	42	0,017	820000	0,9795	3,6886	1405,7143	381,0960	17,9866	71941,08	44E-07	21,5076
2100	2101	0	1514	207	0	0,00002	4,193	251,6	0,0699	820000	0,9872	0,0000	234,6582	0,0000	0,0000	0,00	44E-07	0,0000
2100	2103	1000	1521	224	4,24	0,00002	1,803	108,2	0,0301	820000	0,9909	1,0149	545,6562	637,6407	4,6162	18723,01	44E-07	15,2482
2100	2105	2000	1518	228	8,68	0,00002	1,363	81,8	0,0227	820000	0,9880	2,1210	721,7604	340,2947	9,6359	39090,69	44E-07	24,0863
2100	2104	3000	1508	234	12,25	0,00002	0,960	57	0,0168	820000	0,9819	3,0910	1035,7895	335,0982	14,0294	66314,37	44E-07	24,4598
2100	2105	4000	1509	236	15,42	0,00002	0,803	48,2	0,0134	820000	0,9821	3,9234	1224,8963	312,2030	17,8159	722,7582	44E-07	26,2536
2200	2203	0	1588	225	0	0,00002	2,887	172	0,0478	820000	0,9875	0,0000	343,2558	0,0000	0,0000	0,00	44E-07	0,0000
2200	2201	1000	1595	239	4,38	0,00002	2,000	120	0,0333	820000	0,9928	1,1164	492,0000	440,6875	4,8419	19642,40	44E-07	18,5992
2200	2201	2000	1583	244	9	0,00002	1,633	98	0,0272	820000	0,9863	2,3598	602,4490	255,2970	10,2434	41555,56	44E-07	32,1055
2200	2203	3000	1586	247	13,67	0,00002	1,067	64	0,0178	820000	0,9863	3,6248	922,5000	254,4993	15,7344	63831,41	44E-07	32,2061
2200	2203	4000	1577	248	15,95	0,00002	0,667	40	0,0111	820000	0,9807	4,2707	1476,0000	345,6115	18,5215	75137,78	44E-07	23,7168

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Dwiky Bayu Hermawan, merupakan putra nomor 2 dari 3 bersaudara. Ayah dari penulis bernama Siswanto dan Ibu dari penulis bernama Ermawati. Lahir pada tanggal 29 September 1995, di Surabaya, Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan formal dasar di SD Negeri Kalisari II Kota Surabaya, jenjang menengah pertama di SMP Negeri 30 Kota Surabaya, jenjang menengah atas di SMK RAJASA, dan melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Program Reguler, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya di bidang *Marine Power Plant (MPP)*. Penulis pernah menjalankan *on the job training* di beberapa perusahaan yaitu PT. PAL Indonesia. Selain aktivitas akademik, penulis berpengalaman dan aktif tergabung dalam beberapa organisasi. Penulis pernah bergabung dalam pengurus HIMASISKAL ITS sebagai staff MATIC (Marine Technology and Innovation Club) pada tahun 2015 dan sebagai Kadep Riset dan Pengembangan Bakat tahun 2016-2018. Dan menjadi panitia sub. Lomba Marine Diesel Assembly (MDA) Marine Icon 2015 lalu 2016 sebagai wakil sub. Lomba Marine Diesel Assembly (MDA) Marine Icon, serta menjadi Staff laboratorium MPP. Selain itu, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan pengembangan *softskills* seperti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar. Penulis dapat dihubungi melalui dwikybayuhermawan@gmail.com.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”