



**SKRIPSI – ME184834**

**PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR  
B20 DAN B30 TERHADAP PERFORMA MESIN  
DIESEL SILINDER TUNG GAL TF 85 MH**

**Naufal Adhima Rizqullah  
NRP 04211745000011**

**Dosen Pembimbing 1 :  
Beny Cahyono, S.T. ,M.T. ,Ph.D  
Dosen Pembimbing 2 :  
Sunarsih, S.T. ,M.Eng. ,Ph.D**

**Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019**



**FINAL PROJECT – ME184834**

**EFFECT OF FUEL HEATING B20 AND B30  
ON PERFORMANCE OF SINGLE CYLINDER  
DIESEL ENGINE TF 85 MH**

**Naufal Adhima Rizqullah  
NRP 0421174500011**

**Supervisor 1:  
Beny Cahyono, S.T. ,M.T. ,Ph.D  
Supervisor 2:  
Sunarsih, S.T. ,M.Eng. ,Ph.D**

**Marine Engineering Departement  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR B20 DAN B30 TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL SILINDER TUNGGAL TF 85 MH

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana  
pada

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

Oleh :

**Naufal Adhima Rizqullah**  
**NRP. 0421174500011**

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T**  
**NIP. 197708022008011007**

Surabaya, Juli 2019

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR B20 DAN B30 TERHADAP  
PERFORMA MESIN DIESEL SILINDER TUNGGAL TF 85 MH**

**TUGAS AKHIR**

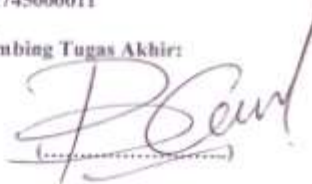
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Naufal Adhima Rizqullah**  
NRP. 0421174500011

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D  
NIP. 197903192008011008



(.....)

Sunarsi, ST., M.Eng., Ph.D



(.....)

Surabaya, Juli 2019

# PENGARUH PEMANASAN BAHAN BAKAR B20 DAN B30 TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL SILINDER TUNGGAL TF 85 MH

**Nama** : Naufal Adhima Rizqullah  
**NRP** : 0421174500011  
**Jurusan** : Departemen Sistem Perkapalan, FTK – ITS  
**Dosen Pembimbing** : 1. Beny Cahyono, S.T., M.T., P.hD  
2. Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.

## Abstrak

*Pesatnya kemajuan Industri mendorong meningkatnya kebutuhan konsumsi bahan bakar sehingga diperlukan bahan bakar alternatif. Biodiesel merupakan salah satu biofuel yang bisa menjadi alternatif pengganti bahan bakar fosil pada motor diesel. Namun terdapat perbedaan properties antara solar dan biodiesel seperti viskositas biodiesel yang lebih tinggi akan berpengaruh pada penginjeksian. Pemanasan bahan bakar dilakukan untuk menurunkan viskositas sehingga didapat perbandingan proses pembakaran, performa serta kebisingan motor diesel yang dihasilkan. Penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar B23 dan B30 Terhadap Performa Mesin Diesel Silinder Tunggal TF 85 MH” bertujuan untuk mengetahui performa pada beban penuh, emisi dan penginjeksian dengan variasi bahan bakar B20 dan B30 serta variasi pemanasan suhu ruang, 40°C, 50°C dan 60°C. Variasi pembebanan yang dilakukan pada pengujian performa dengan beban 1000, 2000, 3000, 4000 watt. Pada pengujian ini mesin yang digunakan adalah mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH tanpa modifikasi. Dari pengujian dihasilkan nilai daya yang terbesar pada bahan bakar B20 adalah 5.3 Kw pada pemanasan 60°C dengan pembebanan 4000w dan bahan bakar B30 adalah 4.6 Kw pada semua variasi pemanasan dan pembebanan 4000w. Dari pengujian dihasilkan nilai torsi yang terbesar pada bahan bakar B20 adalah 24.07Nm dan bahan bakar B30 adalah 21.1Nm pada pemanasan 60°C dan pembebanan 4000w. Dari pengujian dihasilkan nilai SFOC yang terbaik pada bahan bakar B20 adalah 272.3 gr/Kwh dan bahan bakar B30 adalah 370 gr/Kwh. Pada pengujian penginjeksian didapatkan bahwa semakin besar temperatur pemanasan semakin pendek panjang hasil penginjeksian, namun semakin membesar radius penginjeksian yang dihasilkan dan tekanan penginjeksian menurun. Hal ini disebabkan karena turunnya nilai viskositas. Dari hasil pengujian nilai emisi NOx 71ppm pada bahan bakar B20 dan 78ppm pada bahan bakar B30 yang mana hasil didapatkan pada pemanasan 50°C dengan pembebanan 3000w.*

**Kata kunci:** B20, B30, Emisi, Penginjeksian, Performa

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## EFFECT OF HEATING FUEL B20 AND B30 ON THE PERFORMANCE OF SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE TF 85 MH

**Name** : Naufal Adhima Rizqullah  
**NRP** : 0421174500011  
**Major** : Marine Engineering, FTK – ITS  
**Advisor** : 1. Beny Cahyono, S.T., M.T., P.hD  
2. Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.

### *Abstract*

*Progress of the industry has pushed up the need for fuel consumption so that alternative fuels are needed. Biodiesel is one of the biofuels that can be an alternative substitute for fossil fuels in diesel motors. However, there are differences in properties between diesel and biodiesel as higher biodiesel viscosity will affect injection. Fuel monitoring is done to reduce viscosity so that a comparison of the combustion process, performance and noise of the diesel motor is obtained. The research entitled " Effect Of Fuel Heating B20 and B30 On Performance Of Single Cylinder Diesel Engine TF 85 MH" aims to determine performance at full load, emission and injection with variations of B20 and B30 fuels and variations in room temperature, 40°C, 50°C and 60°C heating. Variations in loading carried out on testing performance with loads of 1000, 2000, 3000, 4000 watts. At this test the engine used diesel engine single cylinder TF 85 MH without modification. From the test produced the largest power value on B20 fuel is 5.3 Kw on heating 60°C with 4000w load and B30 fuel is 4.6 Kw on all variations of heating and load 4000w. From the test, the biggest torque value on B20 fuel is 24.07Nm and B30 fuel is 21.1Nm at 60°C heating and 4000w load. From the test results, the best SFOC value on B20 fuel is 272.3 gr / Kwh and B30 fuel is 370 gr / Kwh. In the injection test it was found that the greater the heating temperature the shorter the length of the injection results, but the larger the injection radius produced and the injection pressure decreases. This is due to the decrease in viscosity value. From the test results the value of emissions of NOx 71ppm on B20 and 78ppm fuel on B30 fuel which results are obtained at 50°C heating with 3000w load.*

**Keyword:** B20, B30, Emission, Injection, Performance

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas kehadirat-Nya, serta tak lupa sholawat dan salam saya ucapkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar B20 dan B30 Terhadap Performa Mesin Diesel Silinder Tunggal TF 85 MH”** dengan optimal dan waktu yang tepat. Tugas Akhir (TA) ini penulis susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Tersusunnya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan dan kerja sama yang baik dari semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat di dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis serta saudara/i penulis tercinta atas kasih sayang, doa, dan dukungannya berupa moril maupun materiil yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis.
2. Beny Cahyono, S.T., M.T., P.hD dan Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, pemantauan, dan motivasi serta menjadi sosok bapak di kampus bagi penulis.
3. Dr. Eng. M. Badrus Zaman., S.T., M.T selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
4. Beny Cahyono, S.T., M.T., P.hD selaku Dosen Wali dan Kepala Laboratorium MPP.
5. Bapak/Ibu dosen dan karyawan Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang telah memberikan ilmunya dan membantu selama duduk dibangku kuliah.
6. Teman-teman D3 Mesin dan S1 Teknik Sistem Perkapalan, khususnya teman teman lab MPP atas bantuan yang diberikan kepada penulis sehingga berguna untuk saat ini sampai kelak.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga semua doa, semangat dan bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk perkembangan lebih lanjut.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
Abstrak .....	v
<i>Abstract</i> .....	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pendahuluan .....	3
2.2 Mesin Diesel Silinder Tunggal TF 85 MH.....	3
2.2.1 Proses Pembakaran.....	5
2.2.2 Analisa Pembakaran .....	7
2.2.3 Penginjeksian Bahan Bakar.....	8
2.3 Bahan Bakar.....	11
2.3.1 Properties Bahan Bakar .....	11
2.3.2 Emisi Pembakaran.....	12
2.4 Parameter Performa Mesin.....	13
2.4.1 Torsi .....	13
2.4.2 Daya .....	13
2.4.3 BMEP.....	14
2.4.4 Konsumsi Bahan Bakar .....	14
BAB III.....	15
METODOLOGI PENELITIAN .....	15
3.1 Pendahuluan .....	15
3.3 Perumusan Masalah .....	16
3.4 Persiapan .....	16

3.4.1.	Data Mesin.....	16
3.4.2.	Seting Mesin .....	16
3.4.3.	Fuel Preparation dan Maping Mesin .....	17
3.5	Pengambilan Data .....	18
3.5.1	Pengambilan Data Performa Mesin .....	18
3.5.2	Pengambilan Data Penginjeksian.....	19
3.5.3	Pengambilan Data Emisi.....	20
3.6	Analisis data.....	21
<b>BAB IV.....</b>		<b>23</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>23</b>
4.1	Penjelasan Umum .....	23
4.2	Hasil Pengujian Performa .....	23
4.2.1	Karakteristik Daya Bahan Bakar B20 dan B30.....	24
4.2.2	Karakteristik Torsi Bahan Bakar B20 dan B30.....	26
4.2.3	Karakteristik BMEP Bahan Bakar B20 dan B30 .....	29
4.2.4	Karakteristik SFOC Bahan Bakar B20 dan B30 .....	31
4.3	Hasil Pengujian Penginjeksian.....	33
4.3.1	Analisa perbandingan panjang vs temperatur .....	34
4.3.2	Analisa .....	34
4.4	Hasil Pengujian Emisi.....	37
4.4.1	Analisa Nox vs pemanasan bahan bakar B30 .....	38
4.4.2	Analisa Nox vs pemanasan bahan bakar B20 .....	38
4.4.3	Analisa Nox vs beban bahan bakar B20 .....	39
4.4.4	Analisa Nox vs pemanasan bahan bakar B30 .....	40
<b>BAB V.....</b>		<b>41</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>41</b>
5.1	Ringkasan Penelitian.....	41
5.2	Kesimpulan.....	41
5.2.1	Pengaruh pemansan bahan bakar terhadap performa mesin .....	41
5.3	Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>43</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>45</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin diesel 4 langkah .....	4
Gambar 2. 2 Mesin silinder tunggal TF 85 MH .....	5
Gambar 2. 3 Siklus 4 langkah .....	6
Gambar 2. 4 Siklus mesin diesel .....	6
Gambar 2. 5 Proses Pembakaran .....	8
Gambar 2. 6 injektor single hole .....	9
Gambar 2. 7 injektor multiple hole .....	9
Gambar 2. 8 injektor pintle .....	10
Gambar 2. 9 spesifikasi penginjeksian .....	10
Gambar 3. 1 Alur metodologi penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Skema penelitian .....	16
Gambar 3. 3 Uji penginjeksian.....	20
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Daya vs RPM Bahan Bakar B20.....	25
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Daya vs Beban Bahan Bakar B30 .....	26
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Torsi vs Beban Bahan Bakar B20 .....	27
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Torsi vs Beban Bahan Bakar B30 .....	28
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Bmep vs Beban Bahan Bakar B20 .....	29
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Bmep vs Beban Bahan Bakar B30 .....	30
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B20.....	31
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B30.....	32
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B20 dan B30 .....	34
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan Panjang dan Tekanan Penginjeksian vs Temperatur .....	35
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan Radius Penginjeksian vs Temperatur .....	36
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan Panjang Penginjeksian vs Temperatur .....	37
Gambar 4. 13 Grafik Nox vs pemanasan bahan bakar B30 .....	38
Gambar 4. 14 Grafik Nox vs pemanasan bahan bakar B20 .....	38
Gambar 4. 15 Grafik Nox vs beban bahan bakar B20.....	39
Gambar 4. 16 Grafik Nox vs beban bahan bakar B30.....	40

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi radius penginjeksian .....	10
Tabel 2. 2 Properties Spesifikasi Minyak Solar Sesuai Surat Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 .....	11
Tabel 3. 1 Test condition.....	18
Tabel 4. 1 Hasil pengujian performa bahan bakar B20.....	23
Tabel 4. 2 Hasil pengujian performa bahan bakar B30.....	24
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan daya vs beban bahan bakar B20.....	24
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan daya vs beban bahan bakar B30.....	25
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan torsi vs beban bahan bakar B20 .....	27
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan torsi vs beban bahan bakar B30 .....	28
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan Bmep bahan bakar B20.....	29
Tabel 4. 8 Hasil perhitungan Bmep bahan bakar B30.....	30
Tabel 4. 9 Hasil perhitungan sfoc bahan bakar B20.....	31
Tabel 4. 10 Hasil perhitungan sfoc bahan bakar B20.....	32
Tabel 4. 11 Data hasil penginjeksian .....	33
Tabel 4. 12 Hasil penginjeksian .....	33
Tabel 4. 13 Hasil pengukuran panjang penginjeksian vs pemanasan.....	34
Tabel 4. 14 Hasil pengukuran panjang penginjeksian dan tekanan vs pemanasan.....	35
Tabel 4. 15 Hasil pengukuran radius penginjeksian vs pemanasan .....	35
Tabel 4. 16 Hasil pengukuran panjang penginjeksian vs pemanasan.....	36
Tabel 4. 17 Hasil pengujian emisi bahan bakar B30.....	37
Tabel 4. 18 Hasil pengujian emisi bahan bakar B20.....	39

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Solar merupakan bahan bakar mesin diesel yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak bumi, pada dasarnya minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250°C sampai 300°C. Sedangkan bersediaan akan bahan bakar solar semakin menipis, maka perlu dicarikan alternative pengganti bahan bakar disamping menggunakan teknologi lain yang dapat menghemat penggunaan bahan bakar tersebut, di antara jenis bahan bakar alternative yang sudah beredar di pasaran adalah bahan bakar biodiesel. Biodiesel adalah energi yang terbarukan yang tidak akan habis selama masih ada yang menanam bahan bakunya. Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati, lemak hewani, atau minyak goreng bekas yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel (solar). Sebagai alternatif dilakukan pencampuran antara solar dan biodiesel dengan perbandingan antara 95% solar dan 5% biodiesel (B5) hingga 80% solar dan 20% biodiesel (B20). Kualitas solar dinyatakan dengan bilangan *cetane* (pada bensin disebut oktan), yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan solar mengalami pembakaran di dalam mesin serta kemampuan mengontrol jumlah ketukan (knocking), semakin tinggi bilangan *cetane* pada solar maka kualitas solar akan semakin bagus. Angka *cetane* adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum solar terbakar habis bersama dengan oksigen pada flash point.

Pada motor diesel, besarnya emisi dalam bentuk opasitas (ketebalan asap) tergantung banyaknya bahan bakar yang disemprotkan (dikabutkan) kedalam silinder, karena pada motor diesel yang dikompresikan adalah udara murni. Dengan kata lain semakin kaya campuran, maka semakin besar konsentrasi asap. Sementara itu, semakin kurus campuran konsentrasi asap juga semakin kecil (Diki Cahyo Gumilang, 2016). Selain opasitas pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx). Dengan melihat tingginya emisi gas buang dan dampak yang ditimbulkan, maka perlu adanya usaha untuk menanggulangi agar dampak dari emisi gas buang bagi kesehatan manusia dapat dikurangi.

Cara dalam mengurangi kadar emisi gas buang pada mesin diesel yaitu dengan meningkatkan nilai *cetane*. Nilai *cetane* suatu bahan bakar dapat ditingkatkan dengan 84 Jurnal Mekanika dan Sistem Termal, Vol. 1(3), Desember 2016 – ISSN : 2527-3841 ; e-ISSN : 2527-4910 cara penambahan biodiesel. Nilai *cetane* yang terkandung di dalam bahan bakar setelah adanya biodiesel akan meningkat. Meningkatnya nilai *cetane* ini secara tidak langsung berpengaruh terhadap pembakaran yang sempurna. Pada proses pembakaran yang sempurna tersebut akan mempengaruhi gas buang hasil pembakaran, (Setyadi dan Susiantini, 2007). Usaha lain yang dapat dilakukan dalam mengurangi dampak emisi dengan penurunan kadar emisi mesin yaitu dengan menaikkan suhu bahan bakar dapat dilakukan dengan pemanasan bahan bakar, sehingga bahan bakar lebih mudah dalam penginjeksiannya. Bahan bakar yang memiliki nilai

viskositas rendah akan lebih mudah terbakar, sehingga pembakaran dapat terjadi secara sempurna. Metode pemanasan bahan bakar dilakukan menggunakan termoelektrik.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana performa mesin diesel 1 silinder menggunakan bahan bakar B20 dan B30 yang dilakukan pemanasan sebelumnya?
2. Bagaimana karakteristik pengabutan pada bahan bakar bio diesel yang dipanaskan dan emisi yang dihasilkan?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dari Permasalahan yang harus diselesaikan diatas, maka dibutuhkan pembatasan masalah serta ruang lingkupnya agar dalam melakukan analisa tidak melebar dan mempermudah dalam melakukan analisisnya, batas tersebut antara lain:

1. Bahan bakar yang digunakan jenis bio solar B20 dan B30.
2. Temperatur udara sekitar mesin dianggap ideal.
3. Menggunakan mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH di lab MPP Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS.
4. Sistem pendingin mesin menggunakan sistem pendingin sesuai dari bawaan mesin.
5. Mengabaikan pengaruh performa akibat sistem pelumasan.
6. Percobaan dilakukan tanpa pemanasan dan pemanasan pada suhu 40°C , 50°C dan 60°C.

### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa performa mesin silinder tunggal TF 85 MH menggunakan bahan bakar B20 dan B30 yang dilakukan pemanasan sebelumnya dan tanpa pemanasan
2. Menganalisa karakteristik pengabutan pada bahan bakar bio diesel yang dipanaskan dan emisi yang dihasilkan

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah

1. Mengetahui performa mesin silinder tunggal TF 85 MH menggunakan bahan bakar B20 dan B30 yang dilakukan pemanasan sebelumnya dan tanpa pemanasan
2. Mengetahui karakteristik pengabutan pada bahan bakar bio diesel yang dipanaskan dan emisi yang dihasilkan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

Pengembangan sumber-sumber alternatif dalam rangka mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM), telah menjadi agenda penting pemerintah yang dituangkan pada Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006, tentang Kebijakan Energi Nasional. Kebijakan tersebut diterjemahkan dalam bentuk upaya pemberdayaan sumber-sumber energi yang ada. Penggunaan bahan bakar gas (BBG) sebagai sumber energi merupakan salah satu upaya yang banyak dilakukan untuk menggantikan bahan bakar minyak. Bahan bakar gas adalah semua jenis bahan bakar yang berbentuk gas, seperti gas alam dan gas dari minyak bumi (Mulyatno,2013).

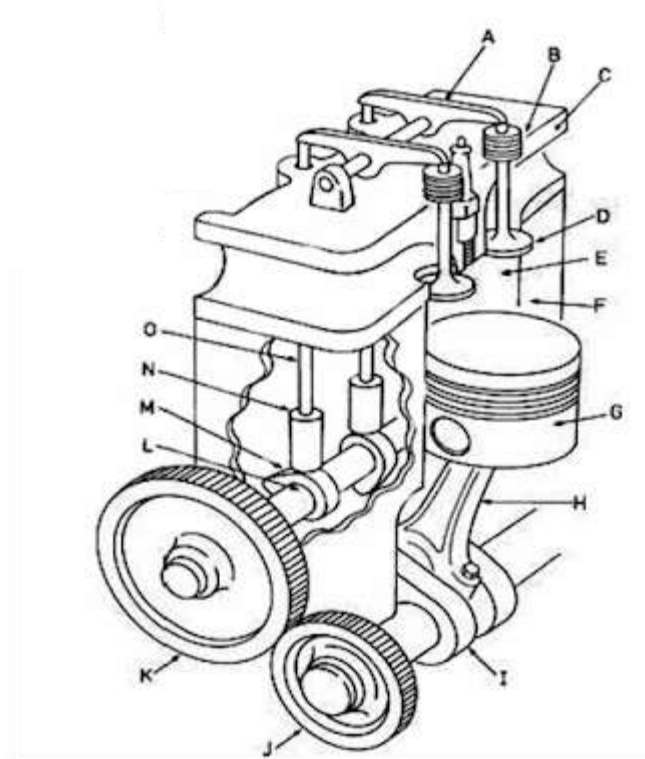
Solar adalah hasil dari pemanasan minyak bumi antara 105°C-135°C dan merupakan bahan bakar mesin diesel dan merupakan fraksinasi dari minyak bumi. Solar tidak dapat menguap pada suhu tersebut dan bagian minyak bumi lainnya akan terbawa keatas untuk diolah kembali. Umumnya solar mengandung kadar belerang yang cukup tinggi. Kualitas minyak solar dinyatakan dalam bilangan setana, angka setana solar dipasaran adalah 48. *Cetane number* atau tingkatan dari solar adalah satu cara untuk mengontrol bahan bakar solar dalam kemampuan untuk mencegah terjadinya *knocking*. Tingkatan yang lebih besar memiliki kemampuan yang lebih baik.

Bahan bakar solar atau minyak solar adalah bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi diatas 1000 rpm. Bahan bakar solar disebut juga *High Speed Diesel* (HSD) atau *Automotif Diesel Oil* (ADO). Pada motor diesel penyalannya adalah penyalan kompresi meruapakan jenis mesin *Internal Combustion Engine*. Berbeda dengan bensin dimana motor bensin penyalannya menggunakan busi motor, baik dua langkah maupun empat langkah. Minyak solar adalah campuran kompleks hidrokarbon C21-C30, yang mempunyai titik didih 105°C-135°C. mutu minyak solar harus memenuhi batasan sifat-sifat yang tercantum pada spesifikasi dalam segala cuaca. Secara umum minyak solar adalah mudah teratomisasi menjadi butiran-butiran halus, sehingga dapat segera menyala dan terbakar dengan sempurna sesuai dengan kondisi dalam ruang bakar mesin.

#### **2.2 Mesin Diesel Silinder Tunggal TF 85 MH**

Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) adalah mesin kalor yang berfungsi untuk mengkonversikan energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi mekanis dan prosesnya terjadi di dalam suatu ruang bakar yang tertutup. Energi kimia dalam bahan bakar terlebih dahulu diubah menjadi energi termal melalui proses pembakaran. Energi termal yang diproduksi akan menaikkan tekanan yang kemudian menggerakkan mekanisme mesin. Dalam proses pembakaran tersebut, bagian-bagian motor melakukan gerakan berulang yang dinamakan siklus. Setiap siklus yang terjadi dalam mesin terdiri dari beberapa urutan langkah kerja. Siklus kerja motor pembakaran dalam

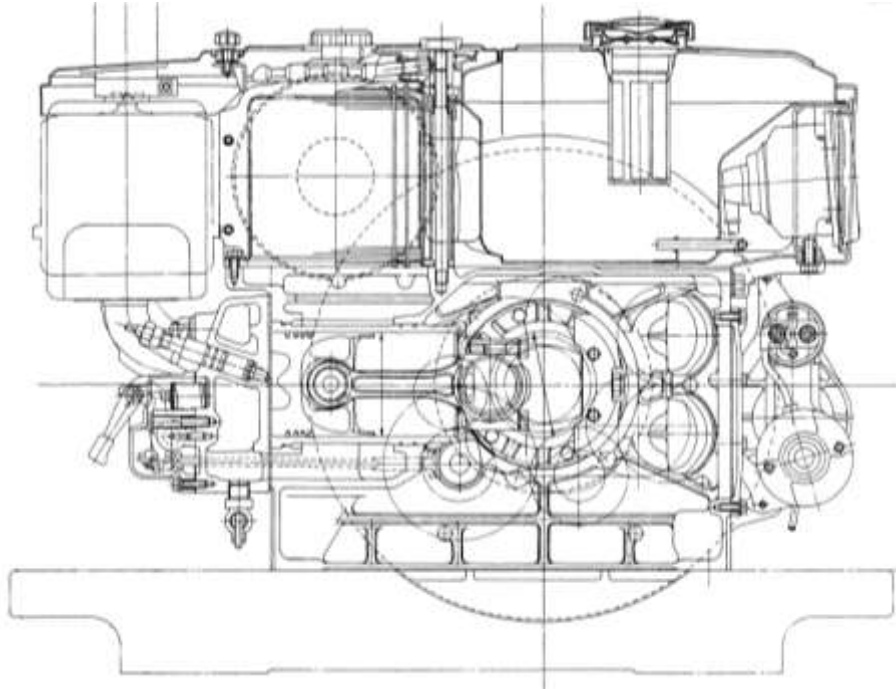
dapat diklasifikasikan menjadi motor 2 langkah dan motor 4 langkah. Berdasarkan pembatasan masalah, peralatan uji yang digunakan adalah motor diesel berbahan bakar solar dengan sistem 4 langkah. Untuk menghasilkan kerja hasil pembakaran berupa tekanan diterima oleh piston yang diteruskan connecting rod dan disalurkan ke crankshaft dan diteruskan ke flywheel dan diteruskan menuju transmisi atau gear box (Wiranto Arismunandar, 2002). Komponen secara umum mesin diesel seperti ditunjukkan pada gambar 2.1 dan mesin yang digunakan seperti gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Mesin diesel 4 langkah  
(Sumber: [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com))

Keterangan :

- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| a. Rocker arm     | i. Crankshaft             |
| b. Valve spring   | j. Crankshaft timing gear |
| c. Cylinder head  | k. Camshaft timing gear   |
| d. Valve          | l. Camshaft               |
| e. Cylinder liner | m. Cam                    |
| f. Cylinder block | n. Cam follower           |
| g. Piston         | o. Pushrod                |
| h. Connecting rod |                           |



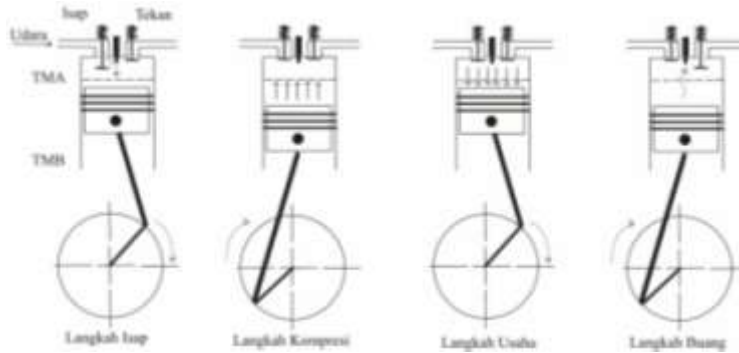
Gambar 2. 2 Mesin silinder tunggal TF 85 MH  
(Sumber: Service manual yanmar TF series)

### 2.2.1 Proses Pembakaran

Motor empat langkah merupakan mesin dengan siklus kerja yang terdiri dari langkah isap, kompresi, ekspansi, dan buang. Masing-masing membutuhkan  $180^\circ$  pada putaran *crankshaft* sehingga dalam satu siklus membutuhkan  $720^\circ$ . Beberapa kejadian berikut, membentuk siklus dalam motor bensin :

1. Mengisi silinder mesin dengan udara.
2. Penekanan isi udara yang menaikkan tekanan dan suhu sehingga kalau bahan bakar diinjeksikan, akan segera menyala dan terbakar secara efisien.
3. Pembakaran bahan bakar dan pengembangan gas panas.
4. Mengosongkan hasil pembakaran dari silinder.

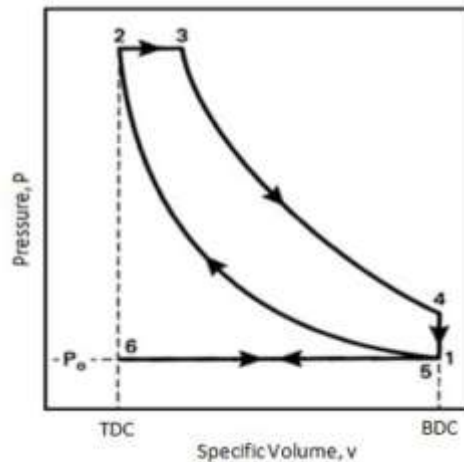
Keempat kejadian ini terjadi berulang-ulang pada waktu mesin menyala. Jika masing-masing dari keempat kejadian ini memerlukan langkah torak yang terpisah, maka daurnya disebut daur empat langkah. Empat kejadian utama ditunjukkan secara skematis pada gambar.



Gambar 2. 3 Siklus 4 langkah

(Sumber: <https://news.okezone.com/read/2016/02/16/15/1313807/ketahui-kelebihan-dan-kekurangan-motor-4-tak>)

Siklus diesel adalah siklus teoritis untuk *compression-ignition engine* atau mesin diesel. Perbedaan antara siklus diesel dan Otto adalah penambahan panas pada tekanan tetap. Karena alasan ini siklus Diesel kadang disebut siklus tekanan tetap (Isalmi Aziz, 2015). Dalam diagram P-v, siklus diesel dapat digambarkan seperti gambar 2.4:



Gambar 2. 4 Siklus mesin diesel

Proses dari siklus tersebut yaitu:

6-1 = Langkah Hisap pada  $P = c$  (isobarik)

1-2 = Langkah Kompresi,  $P$  bertambah,  $Q = c$  (isentropik / reversibel adiabatik)

2-3 = Pembakaran, pada tekanan tetap (isobarik)

3-4 = Langkah Kerja  $P$  bertambah,  $V = c$  (isentropik / reversibel adiabatik)

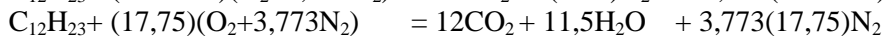
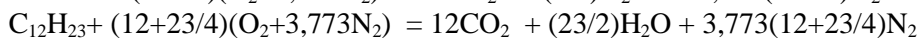
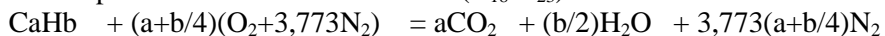
4-5 = Pengeluaran Kalor sisa pada  $V = c$  (isokhorik)

5-6 = Langkah Buang pada  $P = c$

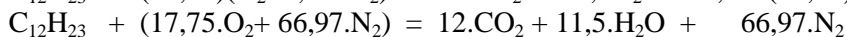
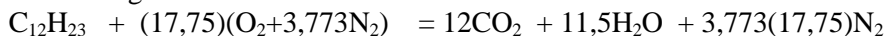
### 2.2.2 Analisa Pembakaran

Proses pembakaran adalah terbakarnya kombinasi kimia antara hidrogen dan karbon pada bahan bakar dengan oksigen dalam udara dengan waktu yang relatif singkat dan menghasilkan energi dalam bentuk panas. Persamaan kimia untuk pembakaran bahan bakar:

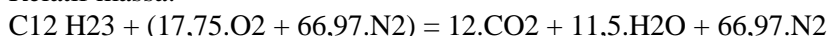
Reaksi pembakaran stoikiometri solar ( $C_{18}H_{23}$ )



Perbandingan nilai mol



Relatif massa:



$$1\{(12 \times 12) + (1 \times 23)\} + \{(17,75 \times 32) + (66,97 \times 28)\} = 12(44) + 11,5(18) + 66,97(28)$$

$$167 + 2443,16 = 2610,16$$

Per unit massa:

$$1 + 14,6 = 15,6$$

Hasil stokiometrik

$$(A/F)_s = 14,6 \text{ dan } (F/A)_s = 0,0689$$

(Francisco Sarmiento, 2017)

Produk pembakaran campuran udara-bahan bakar dapat dibedakan menjadi:

1. Pembakaran sempurna (pembakaran ideal)
 

Setiap pembakaran sempurna menghasilkan karbon dioksida dan air. Peristiwa ini hanya dapat berlangsung dengan perbandingan udara -bahan bakar stoikiometris dan waktu pembakaran yang cukup bagi proses ini.
2. Pembakaran tak sempurna
 

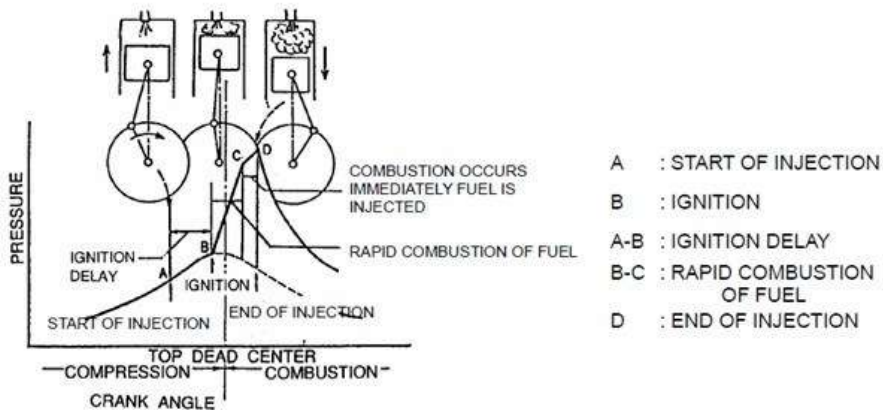
Peristiwa ini terjadi bila tidak tersedia cukup oksigen. Produk pembakaran ini adalah hidrokarbon tak terbakar dan bila sebagian hidrokarbon terbakar maka aldehide, ketone, asam karbosiklis dan sebagian karbon monoksida menjadi polutan dalam gas buang.
3. Pembakaran dengan udara berlebihan
 

Pada kondisi temperatur tinggi nitrogen dan oksigen dari udara pembakaran akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen (NO dan NO<sub>2</sub>). Disamping itu produk yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat berupa oksida timah, oksida hlogenida, oksida sulfur, serta emisi evaporatif seperti hidrokarbon ringan yang teremisi dari sistem bahan bakar (Dimas Priyanto 2017).

### 2.2.3 Penginjeksian Bahan Bakar

Proses pembakaran adalah terbakarnya kombinasi kimia antara hidrogen dan karbon pada bahan bakar dengan oksigen dalam udara dengan waktu yang relatif singkat dan menghasilkan energi dalam bentuk panas. Pembakaran dalam siklus diesel terjadi karena piston bergerak dari TMB ke TMA tekanan udara dalam ruang bakar meningkat dan sesaat sebelum mencapai TMA injektor menyemprotkan bahan bakar. (Samsudi Raharjo, 2007) Kombinasi yang diperlukan untuk pembakaran adalah seperti pada gambar 2.5

- Penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh injektor dapat terkabutkan secara sempurna.
- Suplai udara tercukupi dan tekanan udara dalam proses kompresi mencukupi untuk dapat membakar bahan bakar.



Gambar 2.5 Proses Pembakaran  
(Sumber: Angga adi, 2017)

Pembakaran dan emisi mesin diesel menunjukkan bahwa sangat tergantung terhadap faktor utama pada atomisasi bahan bakar, dan mereka benar-benar dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berkaitan dengan sifat bahan bakar (seperti viskositas, kepadatan, tegangan permukaan) dan konfigurasi injektor (yaitu deposit di lubang injektor). Singkatnya, endapan yang terbentuk di lubang nosel dan tiga sifat fisik bahan bakar yang tinggi adalah faktor utama yang memperburuk pembakaran dan meningkatkan emisi pembakaran (Farida Ariani. 2017).

Secara umum, semakin tinggi viskositas kinematik, semakin tinggi penetrasi semprotan dan semakin kecil sudut kerucutnya. Dalam hal penetrasi semprotan tinggi dan sudut kerucut kecil, balok semprotan bahan bakar agregat di area kecil di mahkota piston. Agregasi ini menyebabkan diameter tetesan bahan bakar yang lebih besar sehingga sulit berubah menjadi uap. Perbedaan karakteristik semprotan dapat dijelaskan bahwa bahan bakar yang memiliki kepadatan yang lebih tinggi, viskositas kinematik, dan tegangan permukaan yang menunjukkan semprotan dan atomisasi yang lebih rendah.



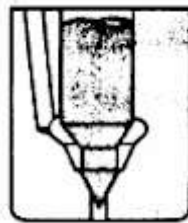
Tetes bahan bakar bergerak cepat, dan cenderung pecah menjadi tetesan yang lebih kecil sejak proses injeksi bahan bakar dimulai. Distribusi ukuran tetesan bahan bakar terutama tergantung pada kepadatan, viskositas kinematik, tegangan permukaan bahan bakar. Jika viskositas dan kerapatan bahan bakar rendah, fenomena atomisasi terjadi dengan cepat, namun, bahan bakar dengan viskositas dan kerapatan tinggi, atomisasi sulit terjadi karena kekuatan intra-molekulnya yang tinggi (Anh Tuan Hoang, 2018).

Injektor nozzle pada mesin diesel umumnya memiliki 4 jenis. Pada direct injection digunakan injektor tipe multiple hole. Pada combustion chamber dan swirl chamber digunakan tipe pintle. Umumnya nozzle injektor dapat diklasifikasikan seperti berikut:

- Hole type :

#### 1. Single hole

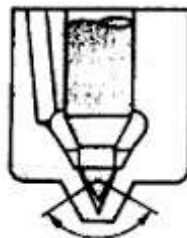
Pada tipe nozzle injektor ini hanya memiliki 1 lubang. Umumnya jenis ini digunakan untuk mesin diesel dengan sistem penginjeksian langsung atau direct injection. Gambar injektor single hole atau lubang tunggal ditunjukkan seperti gambar 2.6.



Gambar 2. 6 injektor single hole

#### 2. Multiple hole

Pada tipe nozzle injektor ini hanya memiliki lubang lebih dari 1, umumnya memiliki 4 lubang pada bagian ujungnya. Umumnya jenis ini digunakan untuk mesin diesel dengan sistem penginjeksian langsung atau direct injection. Gambar injektor multiple hole atau lubang jamak ditunjukkan seperti gambar 2.7.



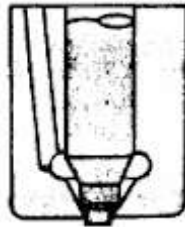
Gambar 2. 7 injektor multiple hole

- Pin type :

#### 1. Pintle

Nozzle jenis ini digunakan untuk motor diesel dengan sistem kamar depan dan kamar pusat, dipasang dengan katup - katup yang ujungnya mempunyai

batang atau pena yang disebut dengan " pintle" yang bentuknya disesuaikan dengan bentuk semprotan yang diinginkan. Pintle terpasang pada lubang nozzle, membentuk ruang berlingkar di mana bahan bakar mengalir. Dengan pembentukan pena yang cocok, akan diperoleh semprotan bahan bakar yang silindris yang berlubang dengan daya tembus semprotan bahan bakar yang tinggi ataupun semprotan bahan bakar berbentuk konis yang berongga dengan sudut kira - kira 60 derajat. Gambar injektor pintle ditunjukkan seperti gambar 2.8.



Gambar 2. 8 injektor pintle

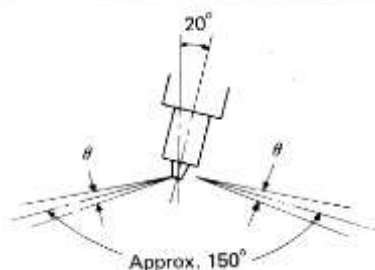
Proses penginjeksian merupakan proses yang sangat penting dalam proses pembakaran. Dalam proses penginjeksian bahan bakar terdapat komponen penting yaitu injektor. Terdapat 3 pemeriksaan injektor sebelum dikatakan rusak, yaitu:

1. Pemeriksaan sudut dan pengkabutan penginjeksian
2. Pemeriksaan tekanan injektor
3. Pemeriksaan kebocoran

Dalam buku manual mesin silinder tunggal TF 85 MH didapatkan spesifikasi radius atau sudut penginjeksian pada injector sebesar  $150^\circ$  pada saat bahan bakar diinjeksi seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi penginjeksian

Model	TF50	TF60, TF70	TF80, TF90	TF110, TF120	TF140, TF160
Item					
Nozzle type No.	150P194FO	150P204FO	150P224FO	150P264FO	150S294NO
Injection pressure	200 – 210 kg/cm <sup>2</sup>				
Injection hole diameter x number of holes	0.19 mm x 4	0.20 mm x 4	0.22 mm x 4	0.26 mm x 4	0.29 mm x 4
Injection angle	150°				



Gambar 2. 9 spesifikasi penginjeksian

## 2.3 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal. Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia.

### 2.3.1 Properties Bahan Bakar

Tabel 2. 2 Properties Spesifikasi Minyak Solar Sesuai Surat Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006

No.	Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji	
			MIN	MAX	ASTM	IP
1	Angka Setana		45	–	D-613	
2	Indek Setana		48	–	D-4737	
3	Berat jenis pada 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	815	870	D-1298	
4	Viskositas pada 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2	5	D-445	
5	Kandungan Sulfur	% m/m	–	0.35	D-1552	
6	Distilasi : T95	°C	–	370	D-86	
7	Titik Nyala	°C	60	–	D-93	
8	Titik Tuang	°C	–	18	D-97	
9	Karbon Residu	merit	–	Kelas I	D-4530	
10	Kandungan Air	mg/kg	–	500	D-1744	
11	Biological Growth	–				
12	Kandungan FAME	% v/v	–	10		
13	Kandungan Metanol dan Etanol	% v/v	Tak Terdeteksi		D-4815	
14	Korosi Bilah Tembaga	Merit	–	Kelas I	D-130	
15	Kandungan Abu	% m/m	–	0.01	D-482	
16	Kandungan Sedimen	% m/m	–	0.01	D-473	
17	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	–	0	D-664	
18	Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	–	0.6	D-664	
19	Partikulat	mg/l	–	–	D-2276	
20	Penampilan Visual	–	Jernih dan terang			
21	Warna	No. ASTM	–	3	D-1500	

Dari penelitian nilai SOFC minyak solar rata – rata sebesar 47,10 %. Efisiensi thermal sebesar 40,89 % Temperatur gas buang meningkat dari 292°C menjadi 317°C pada SOI 80° CA BTDC (Dicky Yoko Exoryanto 2016). Biodiesel yang diperoleh dari hasil ransesterifikasi dengan methanol

dapat digunakan dalam keadaan murni atau dicampur (*blending*) dengan solar. Penggunaan biodiesel murni 100% biasa dikenal dengan nama B100. Namun harus diperhatikan bahwa biodiesel merupakan ester yang dapat melunakkan polimer karet, sehingga bahan tersebut harus diganti dengan bahan yang tahan terhadap ester. Sebagai alternatif dilakukan pencampuran antara solar dan biodiesel dengan perbandingan antara 95% solar dan 5% biodiesel (B5) hingga 80% solar dan 20% biodiesel (B20). Campuran ini dapat digunakan secara langsung tanpa memerlukan penggantian komponen yang terbuat dari bahan karet. Hampir semua komponen bahan kimia yang ada dalam biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel (solar). Biodiesel tidak mengandung senyawa  $\text{SO}_2$  (0 ppm). Walaupun ada nilainya relatif kecil (kurang dari 15 ppm). Selain itu emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan cukup rendah (Moch Setyadji 2007). Tabel 2.3 menunjukkan perbandingan emisi biodiesel dan solar yang dilakukan CRE-ITB.

Tabel 2.3 Perbandingan emisi biodiesel dan solar

Bahan kimia	Biodiesel	Solar	Perbedaan (%)
$\text{SO}_2$ (ppm)	0	78	-100
CO (ppm)	10	40	-75
NO (ppm)	37	64	-42
$\text{NO}_2$ (ppm)	1	1	0
$\text{O}_2$ (%-b)	6	6,6	-9
Total partikulat ( $\text{mg}/\text{Nm}_3$ )	0,25	5,6	-9,6
Benzen ( $\text{mg}/\text{Nm}_3$ )	0,3	5,01	-99,9
Toluen ( $\text{mg}/\text{Nm}_3$ )	0,57	2,31	-99,9
Xylene ( $\text{mg}/\text{Nm}_3$ )	0,73	1,57	-99,9
Etilbenzen ( $\text{mg}/\text{Nm}_3$ )	0,3	0,73	-59

### 2.3.2 Emisi Pembakaran

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sistem pembersihan gas buang harus memenuhi persyaratan hukum statutory yang berlaku. Dalam hal terjadi laut persyaratan kapal yang ditetapkan dalam Konvensi MARPOL serta Pedoman IMO lebih lanjut, sejauh berlaku, harus diperhatikan. Dalam hal sistem pembersihan gas buang basah (sistem scrubber) IMO Resolusi MEPC.184 (59) berlaku. Persyaratan berikut berlaku untuk sistem pembersihan gas buang yang mengurangi jumlah nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), sulfur oksida ( $\text{SO}_x$ ) atau partikel dari gas buang mesin pembakaran dalam (BKI 2016). Telah diperlihatkan bahwa faktor apa pun yang mempengaruhi dan mengubah warna injektor (mis. Perubahan diameter lubang injektor) juga menyebabkan dampak negatif yang mencolok terhadap pembakaran dan emisi. Di antara dampak yang disebutkan di atas, endapan pada injektor

diperhatikan sebagai parameter inti, mereka menyebabkan pengurangan sudut kerucut semprotan dan pengurangan penetrasi semprotan. Akibatnya, interaksi terjalin dan dampak lingkaran menjadi karakteristik semprotan (sudut kerucut, panjang penetrasi) dan penurunan terlihat jelas. Singkatnya, endapan yang terbentuk, yang mempengaruhi parameter penyemprotan bahan bakar, adalah hasil dari pembakaran tidak sempurna yang akan dianalisis pada bagian selanjutnya.

Pengembangan teknologi injeksi berdasarkan tekanan tinggi dan konfigurasi injektor yang maju membawa hasil yang luar biasa mengenai pembentukan campuran udara-bahan bakar dan homogenitasnya, rasio ekivalensi udara-bahan bakar. Efisiensi dan emisi termal dianggap sebagai hasil akhir yang mencerminkan proses injeksi yang baik dan pembakaran sempurna. Sisa hasil pembakaran berupa air (H<sub>2</sub>O), gas CO atau disebut juga karbon monooksida yang beracun, CO<sub>2</sub> atau disebut juga karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO<sub>x</sub> senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa Hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas. Dari hasil penelitian didapatkan emisi gas buang solar pada mesin diesel D22 pada putaran 1000 rpm didapatkan Karbonmonoksida sebesar 14%, karbondioksida 6%, oksigen 4%, dan opasitas 52,7% (Dwi Heru Sutjahjo 2014). Sebagian besar proses pembakaran pada mesin diesel, mekanisme termal yang terjadi di ruang bakar diyakinin sebagai hal yang utama dalam pembentukan NO<sub>x</sub>. (Bowman,1975).

## 2.4 Parameter Performa Mesin

### 2.4.1. Torsi

Torsi atau momen putar motor adalah merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu.

$$T = \frac{P \times 60000}{2 \pi \times rpm}$$

Dimana :

T : torsi (Nm)

P : daya (kW)

Rpm :putaran motor diesel (rpm)

### 2.4.2. Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Arends&Berenschot 1980: 20)

$$P = \frac{v \times i \times \cos \theta}{eff \ gen \times eff \ slip}$$

Dimana:

- P : daya (kW)  
 V : tegangan listrik (Volt)  
 I : arus listrik (Ampere)  
 Cos  $\emptyset$  : 0.9  
 Eff Gen : efisiensi generator (0.85)  
 Eff Slip : efisiensi slip (0.85)

### 2.4.3. BMEP

BMEP adalah tekanan efektif dari fluida kerja terhadap piston sepanjang langkahnya untuk menghasilkan kerja per siklus.

$$BMEP = \frac{P \times Z \times 1000}{V \times 2 \times 3,14 \times r \times p \times s \times i}$$

Dimana:

- BMEP : tekanan efektif rata-rata (N/m<sup>2</sup>)  
 P : daya (kW)  
 Z : konstanta 2 untuk 4-stroke  
 V : volume langkah (m<sup>3</sup>)  
 I : jumlah silinder

### 2.4.4. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah laju konsumsi bahan bakar yang diperoleh dengan menganalisis pemakaian bahan bakar yang terpakai per satuan waktu (detik) untuk setiap daya kuda yang dihasilkan (Linggar Palang Aras, 2018).

$$FCR = \frac{v \times \rho}{t}$$

Dimana :

- FCR : laju aliran bahan bakar (gr/h)  
 $\rho$  : massa jenis bahan bakar (gr/m<sup>3</sup>)  
 v : volume bahan bakar (m<sup>3</sup>)

t : waktu yang diperlukan menghabiskan bahan bakar

$$SFOC = \frac{FCR}{P}$$

Dimana :

- SFOC : konsumsi spesifik bahan bakar (gr/kWh)  
 FCR : laju aliran bahan bakar (gr/h)  
 P : daya (kW)

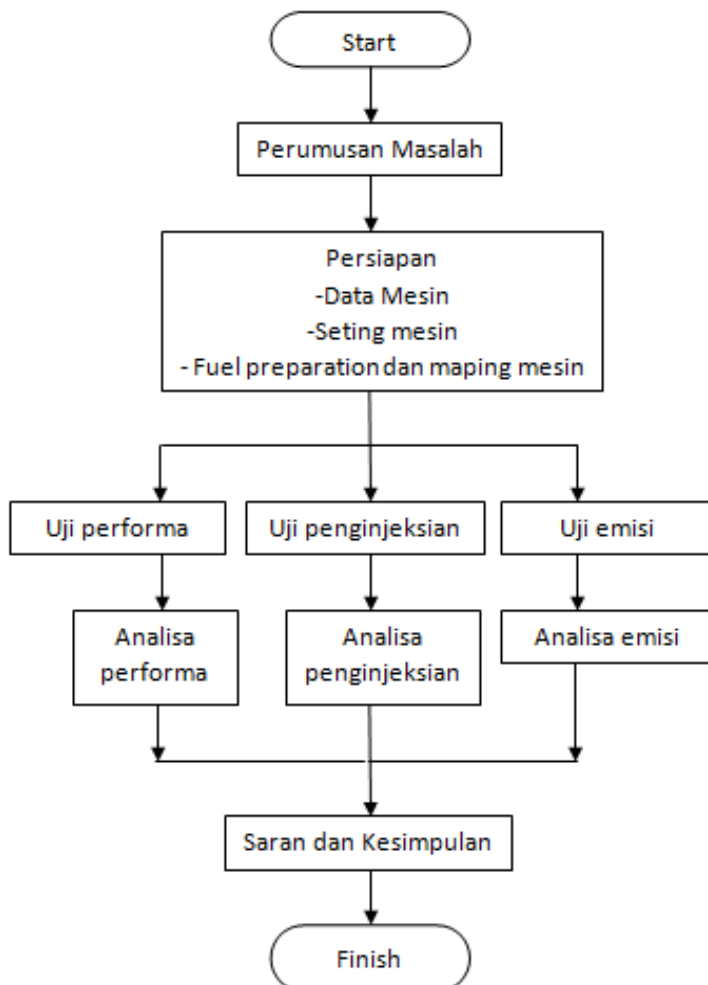
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Pendahuluan

Metodologi Penelitian merupakan sebuah cara untuk merumuskan dari sebuah permasalahan yang spesifik. Permasalahan dalam tugas akhir disebut juga dengan permasalahan penelitian. Dalam metodologi penelitian, digunakan berbagai kriteria yang berbeda untuk memecahkan masalah penelitian yang ada. Sumber yang berbeda menyebutkan bahwa penggunaan berbagai jenis metode adalah untuk memecahkan masalah.

### 3.2 Alur Metodologi Penelitian

Pada Gambar 3.1 menunjukkan alur metodologi dalam tugas akhir ini. Alur metodologi penelitian bertujuan untuk pembaca agar lebih mudah memahami tugas akhir ini.



Gambar 3. 1 Alur metodologi penelitian

### 3.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penulisan tugas akhir ini adalah mengenai pengaruh pemanasan bahan bakar terhadap performa, penginjeksian dan emisi mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH. Bahan bakar yang digunakan adalah B20 dan B30. Pada pengujian emisi data yang diambil adalah nilai Nox gas buang.

### 3.4 Persiapan

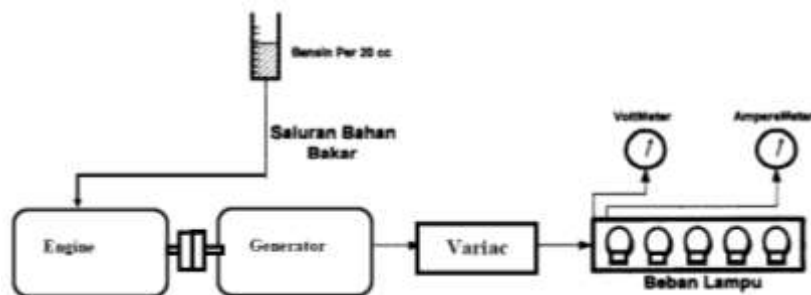
#### 3.4.1. Data Mesin

Data mesin dibutuhkan guna mengetahui kondisi mesin standart sebelum melakukan eksperimen. Data mesin didapatkan dari manual book mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH. Data utama mesin diesel silinder tunggal 85 TF adalah sebagai berikut:

Engine Type	: TF 85 MH
Number of cylinders	: 1
Combustion system	: Direct Injection four stroke
Bore	: 85 mm
Stroke	: 87 mm
Displacement	: 493 cc
Compression Ratio	: 1:18
Max. Engine speed at full load	: 2200 RPM
Continous Power Output	: 7.5 kW
Specific Fuel Consumption	: 171 gr/kWh

#### 3.4.2. Seting Mesin

Seting mesin yang dilakukan adalah mempersiapkan segala bentuk persiapan agar mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH siap dijalankan sebelum memulai eksperimen. Mesin yang digunakan adalah mesin yang sudah dimodifikasi pada tabung bahan bakar agar bahan bakar dapat dipanaskan. Dalam tahap ini perlu diperhatikan karena akan berdampak pada hasil eksperimen pengambilan data yang akan diambil. Gambar 3.2 menunjukkan skema penelitian yang akan dilakukan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 2 Skema penelitian



Pada tahapan ini dilakukan persiapan dan alat serta material yang digunakan. Persiapan eksperimen pengambilan data pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

- a. Heater
- b. Bahan bakar B20 dan B30
- c. Mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH
- d. Generator
- e. Load
- f. Thermometer
- g. Ampere meter
- h. Volt meter
- i. Tachometer
- j. Alat uji emisi dan penyemprotan bahan bakar

### 3.4.3. Fuel Preparation dan Mapping Mesin

Bahan bakar merupakan faktor yang penting dalam proses pembakaran pada mesin pembakaran dalam, utamanya pada tugas akhir ini adalah mesin diesel. Pada tugas akhir ini bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar bio diesel B20 dan B30. Bahan bakar B20 yang digunakan adalah bahan bakar yang dibeli pada stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) pada umumnya, dan bahan bakar B30 yang digunakan adalah bahan bakar B20 yang ditambahkan dengan B100. B100 yang digunakan adalah minyak sawit. Pencampuran yang dilakukan agar terbentuk agar terbentuk campuran B30 adalah dengan cara mencampur bahan bakar B20 sebanyak 10 liter ditambahkan dengan B100 1.5 liter. Pada 10 liter B20 memiliki campuran 80% solar dan 20% B100, yang mana ketika 10 liter B20 ditambahkan 1.5 liter B100 maka didapatkan hasil 8 liter solar dan 3.5 liter B100. Pencampuran 8 liter solar ditambah dengan 3.5 liter B100 didapatkan total bahan sebanyak 11.5 liter B30.

Mapping mesin merupakan langkah yang dapat dilakukan setelah melakukan tahap setting mesin. Tahap mapping mesin merupakan tahap untuk melihat kinerja mesin kondisi aktual, yang mana kondisi ini berbeda dengan kondisi awal / baru. Dengan mengetahui kondisi aktual mesin, kita dapat menentukan kondisi beban penuh engine tersebut. Agar dapat terlaksana proses mapping dengan baik tanpa ada kesalahan, berikut tahapan proses mapping mesin:

1. Hidupkan motor dan lakukan pemanasan
2. Naikkan putaran motor hingga putaran 1800 rpm.
3. Nyalakan lampu pembebanan, periksa putaran motor. Jika putaran motor turun naikkan lagi hingga rpm yang telah ditentukan, lalu catat tegangan, arus, putaran mesin, putaran generator dan konsumsi bahan bakar
4. Tambahkan lagi lampu beban satu per satu dan catat data yang diperlukan seperti langkah 3 sampai katup gas terbuka penuh. Ingat : putaran motor harus selalu diperiksa (konstan)
5. Lakukan langkah 3 dan 4 sesuai dengan variabel beban yang ditentukan.
6. Setelah selesai, matikan lampu pembebanan satu persatu yang diiringi dengan penurunan putaran motor lalu matikan.

Setelah dilakukan proses mapping didapatkan bahwa beban penuh kondisi aktual didapatkan pada putaran mesin 2100, yang mana hal ini berbeda dengan spesifikasi pada mesin. Perbedaan kondisi beban penuh ini dikarenakan adanya losses maupun penurunan fungsi fungsi pada bagian mesin tertentu. Data hasil mapping dapat dilihat pada lampiran 1.

### 3.5 Pengambilan Data

Proses pengambilan data ini dilakukan setelah menakukan proses pra eksperimen. Proses pra eksperimen dalam tugas akhir ini adalah proses melihat kondisi aktual pada mesin yang akan digunakan untuk pengambilan data. Pra eksperimen dilakukan dengan putaran mesin konstan yang diberi pembebanan, lalu dianalisa nilai daya tertinggi serta sfoc yang terbaik. Pada proses pra eksperimen didapatkan bahwa beban penuh kondisi aktual berada pada putaran 2100 rpm. Setelah melakukan proses pra eksperimen, dilakukan proses pengambilan data. Data yang diambil dalam tugas akhir ini yaitu pengambilan data performa, pengambilan data penginjeksian serta pengambilan data performa. Dalam proses pengambilan data terdapat variasi yang dilakukan, untuk variasi pengambilan data performa dan pengambilan data emisi seperti ditunjukkan pada tabel 3.1. Pengambilan data penginjeksian dilakukan dengan variasi pemanasan bahan bakar dan jenis bahan bakar.

#### 3.5.1 Pengambilan Data Performa Mesin

Pada tahap pengambilan data performa mesin ini dilakukan setelah dilakukannya proses maping mesin untuk menentukan titik pengambilan data. Hasil yang diperoleh merupakan patokan awal dalam melakukan pengambilan data terhadap performa mesin. Setelah melakukan tahap engine set-up dan pra eksperimen, maka dilakukan eksperimen dengan variasi seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Test condition

Bahan Bakar	Temperatur (oC)	Beban (Watt)
B20	Suhu Ruang	1000
		2000
		3000
		4000
	40	1000
		2000
		3000
		4000
	50	1000
		2000
		3000
		4000
60	1000	
	2000	
	3000	
	4000	
B30	Suhu Ruang	1000
		2000
		3000
		4000
	40	1000
		2000
		3000
		4000
	50	1000
		2000
		3000
		4000
60	1000	
	2000	
	3000	
	4000	

Agar dapat terlaksana proses pengujian performa dengan baik tanpa ada kesalahan, berikut tahapan proses pengujian performa:

#### Persiapan Percobaan

1. Pemeriksaan instalasi percobaan
2. Pemeriksaan minyak pelumas motor
3. Pemeriksaan sistim bahan bakar
4. Tabung gelas ukur untuk mengukur konsumsi bahan bakar per 20 cc
5. Stop watch untuk mengukur waktu menghabiskan bahan bakar per 20 cc
6. Pemeriksaan sistim pendingin motor
7. Pemeriksaan lampu beban (pastikan lampu beban tidak ada yang putus)
8. Tachometer untuk mengukur putaran motor
9. Voltmeter untuk mengukur tegangan keluaran generator
10. Ampermeter untuk mengukur arus keluaran generator

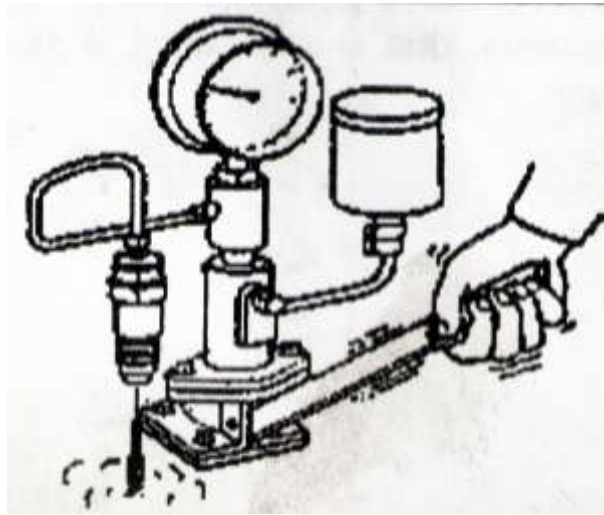
#### Pengambilan Data

1. Hidupkan motor dan lakukan pemanasan
2. Naikkan putaran motor sampai 2100 rpm
3. Nyalakan 1 buah lampu beban, periksa putaran motor. Jika putaran motor turun naikkan lagi 2100 rpm, lalu catat tegangan, arus dan konsumsi bahan bakar
4. Tambahkan lagi lampu beban satu per satu dan catat data yang diperlukan seperti langkah 3 sampai katup gas terbuka penuh. Ingat : putaran motor harus selalu diperiksa (konstan)
5. Lakukan langkah 3 dan 4 sesuai dengan variabel beban yang ditentukan
6. Setelah selesai turunkan putaran motor lalu matikan.

### 3.5.2 Pengambilan Data Penginjeksian

Pengumpulan data diperoleh dari hasil eksperimen yang sudah dilakukan. Hasil yang diperoleh merupakan data setelah melakukan eksperimen analisa terhadap penginjeksian injektor Yanmar TF 85 MH. Setelah melakukan tahap persiapan, maka dilakukan eksperimen dengan variasi sebagai berikut :

- Variasi bahan bakar:
  1. Bahan bakar B20
  2. Bahan bakar B30
- Variasi pemanasan:
  1. Tanpa pemanasan
  2. Pemanasan 40°
  3. Pemanasan 50°
  4. Pemanasan 60°



Gambar 3. 3 Uji penginjeksian

Gambar 3.3 menunjukkan pengaturan eksperimental untuk menentukan parameter dari semprotan bahan bakar seperti tekanan, panjang dan radius penginjeksian. Sistem pengaturan eksperimental terdiri dari pemanas menggunakan tegangan listrik 220 V yang dilengkapi alat pengatur suhu, sistem injeksi bahan bakar mekanis, dan kamera. Sistem injeksi bahan bakar digunakan dalam percobaan untuk menentukan karakteristik semprotan bahan bakar yang identik dengan sistem injeksi bahan bakar yang digunakan dalam ruang bakar mesin diesel. Injektor atau nozzle adalah injektor bahan bakar mekanis sederhana milik mesin diesel silinder tunggal TF 85 MH. Injektor tersebut terhubung ke pompa bahan bakar melalui saluran tekanan tinggi, dengan tekanan pembuka katup pengiriman diatur pada 200 bar, sementara itu, tekanan sekitar adalah 1 bar. Bahan bakar dikirim ke pompa lalu ditekan secara mekanis dari tangki bahan bakar di mana suhu bahan bakar disesuaikan dengan pemanas otomatis.

Penetrasi semprotan digambarkan sebagai jumlah jarak yang dicakup oleh semprotan dalam volume, sedangkan sudut kerucut bahan bakar ditandai oleh sudut yang dibentuk dari dua garis lurus yang dimulai dari lubang injeksi nosel dan keberangkatan. ke garis semprotan dalam jarak yang ditentukan. Dua parameter yang memainkan peran penting dalam mengevaluasi karakteristik semprotan.

### 3.5.3 Pengambilan Data Emisi

Pengumpulan data diperoleh dari hasil eksperimen yang sudah dilakukan, dari tahap pra eksperimen hingga tahap eksperimen. Hasil yang diperoleh merupakan data setelah melakukan eksperimen analisa terhadap performa mesin setelah bahan bakar dipanaskan. Setelah melakukan tahap engine set-up, maka dilakukan eksperimen dengan variasi seperti pada tabel 3.1. Selain untuk mengontrol standar gas buang kendaraan, untuk teknologi kendaraan seperti sekarang ini, uji emisi pada mobil digunakan untuk mengonfirmasi kinerja mesin dan output gas buang. Emisi gas buang yang diperoleh pada hasil pengujian adalah Nox.

Prosedur pengujian emisi gas buang pada tugas akhir ini adalah:

1. Persiapkan mesin, bahan bakar dan semua alat ukur yang akan digunakan.
2. Atur mesin pada putaran 2100. Nyalakan lampu beban, periksa putaran motor. Jika putaran motor turun naikkan lagi 2100 rpm.
3. Dekatkan ujung alat uji emisi pada bagian ujung exhaust. Lalu catat hasil pengujian.
4. Tambahkan lagi lampu beban satu per satu dan catat data yang diperlukan seperti langkah 3. Ingat : putaran motor harus selalu diperiksa (konstan)
5. Lakukan langkah 3 dan 4 sesuai dengan variabel beban, pemanasan dan bahan bakar seperti yang telah ditentukan.
6. Setelah selesai matikan lampu pembebanan dan turunkan putaran motor secara bertahap lalu matikan.

### **3.6 Analisis data**

Analisa data merupakan proses selanjutnya setelah melakukan 3 proses pengujian. Proses pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian performa, pengujian penginjeksian dan pengujian emisi. Kelebihan dari metode ini adalah kesimpulan yang lebih terukur dan komprehensif. Metode analisis data kuantitatif terdiri dari beberapa teknik analisis seperti:

1. Analisis Deskriptif, kita mendeskripsikan hasil data yang terkumpul apa adanya melalui ukuran-ukuran statistik seperti mean, median, modus dan standar deviasi.
2. Analisis Komparatif, kita membandingkan satu buah fenomena dengan fenomena lain, atau kita membandingkan fenomena yang sama pada kelompok subjek yang berbeda.
3. Analisis Korelasi, kita melihat keterkaitan antara satu fenomena dengan fenomena lain yang secara teori belum terbukti.
4. Analisis Kausalitas, kita mempertanyakan lagi kausalitas antara beberapa fenomena yang secara teori sebetulnya sudah diduga saling mempengaruhi.

Metode analisis data kuantitatif lebih banyak digunakan pada bidang keilmuan, ekonomi, teknik, kedokteran. Walaupun sekarang ini banyak penelitian sosial yang merupakan aplikasi dan dampak dari ilmu-ilmu eksakta, ekonomi, teknik, kedokteran. Sehingga pendekatan metode yang digunakan pun sering menggunakan pendekatan kuantitatif. Dalam tugas akhir ini metode analisa yang dilakukan adalah metode analisa data kuantitatif dengan cara deskriptif dan komparatif. Metode analisis data kuantitatif adalah pendekatan pengolahan data melalui metode statistik atau matematik yang terkumpul dari data yang telah didapatkan.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penjelasan Umum

Pada bab ini dijelaskan hasil dan pembahasan pada uji performa, emisi dan penginjeksian mesin motor diesel. Percobaan dilakukan dengan perbandingan antara bahan bakar B20 dan B30, beban 1000 hingga 4000 watt dan temperatur pemanasan bahan bakar. Metode analisa yang dilakukan adalah dengan metode analisa data kuantitatif dengan cara deskriptif dan komparatif.

### 4.2 Hasil Pengujian Performa

Hasil dan pembahasan pada uji performa mesin motor diesel dengan perbandingan antara bahan bakar B20 dan B30. Untuk dapat mencapai campuran bahan bakar B30 dilakukan seperti pada sub bab fuel preparation. Adapun pokok bahasan dalam bab ini adalah kinerja termasuk didalamnya daya, torsi, BMEP (Break Main Effective Pressure) dan SFOC (Specific Fuel Oil Consumption). Hasil pengujian performa mesin dengan bahan bakar B20 ditunjukkan pada tabel 4.1 dan dengan bahan bakar B30 ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian performa bahan bakar B20

Suhu	Beban	Tegangan (v)	Arus (A)	rpm engine	waktu(s)	rps	n bb	daya (watt)	torsi (Nm)	sfoc	bmep
Suhu ruang	1000	224	4.45	2097	98	35.0	620.8	1241.7	5657.3	500.0	23.0
	2000	233	8.99	2098	68	35.0	894.7	2609.3	11882.5	342.9	48.2
	3000	236	13.51	2103	49	35.1	1241.6	3971.7	18043.6	312.6	73.2
	4000	234	18.04	2098	27	35.0	2253.3	5258.4	23946.6	428.5	97.1
40oC	1000	224	4.45	2097	98	35.0	620.8	1241.7	5657.3	500.0	23.0
	2000	233	8.99	2098	68	35.0	894.7	2609.3	11882.5	342.9	48.2
	3000	236	13.51	2103	49	35.1	1241.6	3971.7	18043.6	312.6	73.2
	4000	234	18.04	2098	29	35.0	2097.9	5258.4	23946.6	399.0	97.1
50oC	1000	220	4.47	2097	99	35.0	614.5	1225.0	5581.2	501.7	22.6
	2000	228	8.89	2098	70	35.0	869.1	2524.9	11498.1	344.2	46.6
	3000	232	15.46	2103	50	35.1	1216.8	4467.9	20298.1	272.3	82.3
	4000	230	17.89	2098	29	35.0	2097.9	5125.6	23341.5	409.3	94.7
60oC	1000	222	4.49	2105	101	35.1	602.4	1241.7	5635.6	485.1	22.9
	2000	230	9.04	2098	69	35.0	881.7	2590.0	11794.7	340.4	47.8
	3000	236	13.61	2110	53	35.2	1147.9	4001.1	18116.9	286.9	73.5
	4000	235	18.13	2106	30	35.1	2028.0	5307.3	24077.1	382.1	97.7

Tabel 4. 2 Hasil pengujian performa bahan bakar B30

Suhu	Beban	Teg (v)	Arus (A)	rpm engine	waktu(s)	m bb	daya (Kw)	torsi (Nm)	sfoc
Suhu ruang	1000	221	4.3	2108	97	627.2	1.1	4.8	593.6
	2000	227	8.9	2097	63	965.7	2.3	10.3	428.9
	3000	232	13.4	2103	47	1294.5	3.5	15.7	375.0
	4000	230	18.0	2102	28	2172.9	4.6	20.9	471.4
40oC	1000	221	4.3	2097	95	640.4	1.1	4.8	603.2
	2000	229	8.8	2098	65	936.0	2.3	10.3	415.3
	3000	232	13.4	2103	48	1267.5	3.5	15.7	366.1
	4000	231	17.8	2098	26	2340.0	4.6	20.9	509.5
50oC	1000	221	4.4	2108	100	608.4	1.1	4.9	562.6
	2000	226	9.0	2101	70	869.1	2.3	10.3	384.7
	3000	232	13.5	2103	46	1322.6	3.5	15.8	379.7
	4000	230	18.0	2104	27	2253.3	4.6	21.0	487.3
60oC	1000	223	4.5	2108	96	633.8	1.1	5.0	569.2
	2000	228	9.0	2101	68	894.7	2.3	10.4	389.5
	3000	232	13.5	2103	47	1294.5	3.5	15.9	370.0
	4000	231	18.1	2104	30	2028.0	4.6	21.1	436.2

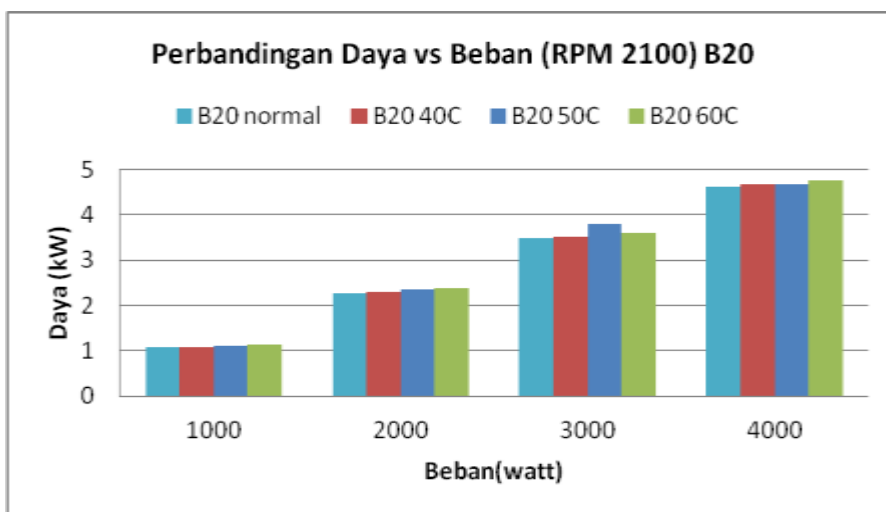
#### 4.2.1 Karakteristik Daya Bahan Bakar B20 dan B30

Pembahasan analisa daya disajikan dengan grafik perbandingan daya dengan beban. Berikut grafik serta analisa pembahasan serta tabel hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dan gambar 4.1.

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan daya vs beban bahan bakar B20

Suhu	Beban	Daya (Kw)
Suhu ruang	1000	1.2
	2000	2.6
	3000	4.0
	4000	5.3
40oC	1000	1.2
	2000	2.6
	3000	4.0
	4000	5.3
50oC	1000	1.2
	2000	2.5
	3000	4.5
	4000	5.1
60oC	1000	1.2
	2000	2.6
	3000	4.0
	4000	5.3





Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Daya vs RPM Bahan Bakar B20

Pada grafik 4.1 kenaikan temperatur rata-rata menyebabkan kenaikan Daya bahan bakar B20. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata kenaikan daya 1,4%. Rendahnya aliran bahan bakar akan menyulitkan terjadinya atomisasi bahan bakar yang baik. Untuk dapat meningkatkan aliran bahan bakar maka dilakukan proses pemanasan bahan bakar guna menurunkan nilai viskositas agar dapat tercapai pembakaran yang baik. Pembahasan analisa daya disajikan dengan grafik perbandingan daya dengan beban. Berikut grafik serta analisa pembahasan serta tabel hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dan gambar 4.2.

Tabel 4. 4 Hasil perhitungan daya vs beban bahan bakar B30

Suhu	Beban	daya (Kw)
Suhu ruang	1000	1.1
	2000	2.3
	3000	3.5
	4000	4.6
40	1000	1.1
	2000	2.3
	3000	3.5
	4000	4.6
50	1000	1.1
	2000	2.3
	3000	3.5
	4000	4.6
60	1000	1.1
	2000	2.3
	3000	3.5
	4000	4.6



Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Daya vs Beban Bahan Bakar B30

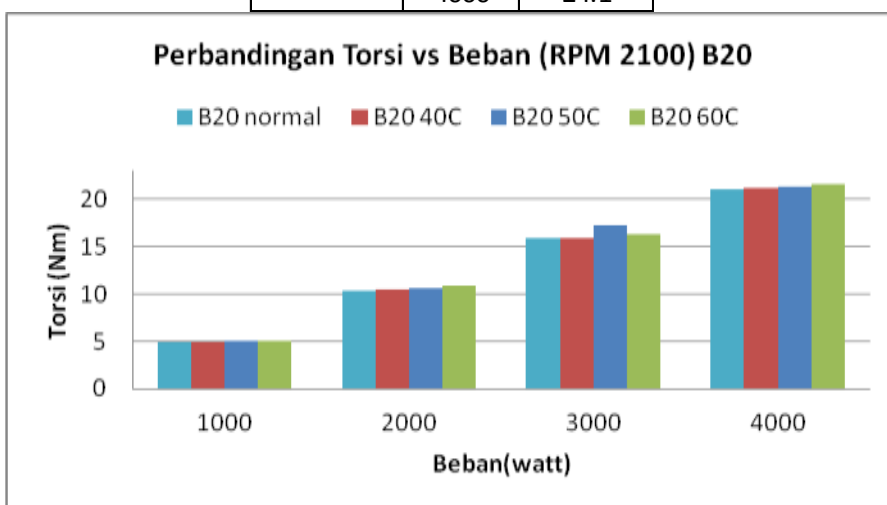
Pada grafik 4.2 kenaikan temperatur rata-rata menyebabkan kenaikan Daya. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata kenaikan daya 0,79%. Sama halnya dengan bahan bakar B20 yang telah melalui proses pemanasan bahan bakar, B30 pun mengalami peningkatan daya pada setiap temperatur pemanasan yang dilakukan. Pemanasan mengakibatkan menurunnya nilai viskositas bahan bakar. Yang membedakan antara hasil daya bahan bakar B20 dan B30 adalah karena perbedaan nilai flash point pada bahan bakar. Perbedaan nilai flash point bahan bakar B20 mengakibatkan perbedaan nilai daya yang dihasilkan. Bahan bakar B20 memiliki nilai flash point yang lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar B30. Besarnya nilai flash point bahan bakar B30 dibandingkan bahan bakar B20 dapat diartikan bahwa bahan bakar B20 terbakar terlebih dahulu dibandingkan dengan bahan bakar B30 atau dengan kata lain bahan bakar B20 lebih mudah terbakar dibandingkan dengan bahan bakar B30. Daya yang dihasilkan bahan bakar B20 memiliki nilai yang besar dibandingkan dengan nilai daya bahan bakar B30.

#### 4.2.2 Karakteristik Torsi Bahan Bakar B20 dan B30

Pembahasan analisa torsi disajikan dengan grafik perbandingan torsi dengan beban. Berikut grafik serta analisa pembahasan serta hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.5 dan gambar 4.3.

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan torsi vs beban bahan bakar B20

Suhu	Beban	torsi (Nm)
Suhu ruang	1000	5.7
	2000	11.9
	3000	18.0
	4000	23.9
40oC	1000	5.7
	2000	11.9
	3000	18.0
	4000	23.9
50oC	1000	5.6
	2000	11.5
	3000	20.3
	4000	23.3
60oC	1000	5.6
	2000	11.8
	3000	18.1
	4000	24.1

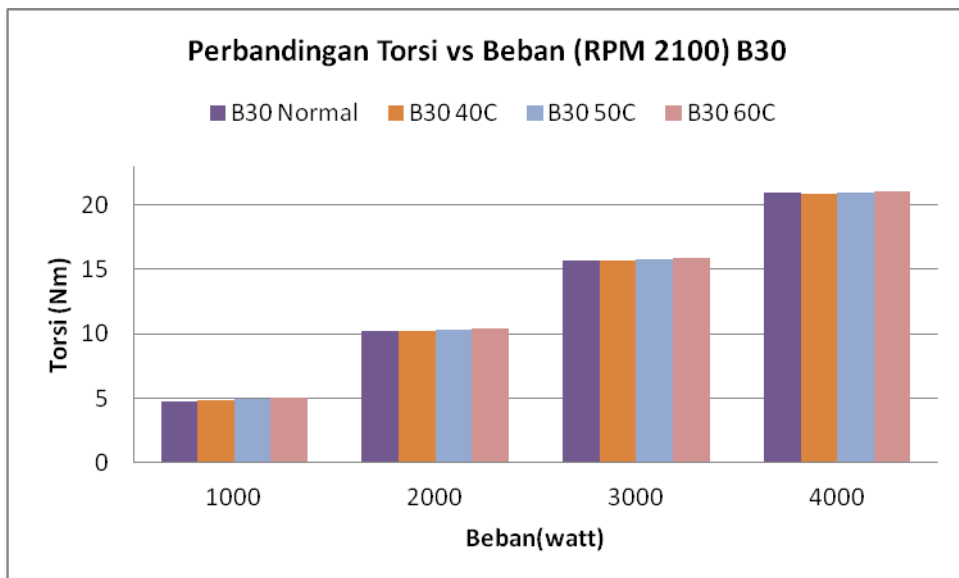


Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Torsi vs Beban Bahan Bakar B20

Pada grafik 4.3 kenaikan temperatur rata-rata menyebabkan kenaikan Torsi. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata kenaikan torsi 1,34%. Kenaikan nilai daya diikuti serta kenaikan nilai torsi dapat disimpulkan nilai torsi berbanding lurus dengan nilai torsi yang dihasilkan. Pembahasan analisa torsi disajikan dengan grafik perbandingan torsi dengan beban. Berikut grafik serta analisa pembahasan serta hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.6 dan gambar 4.4.

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan torsi vs beban bahan bakar B30

Suhu	Beban	torsi (Nm)
Suhu ruang	1000	4.8
	2000	10.3
	3000	15.7
	4000	20.9
40	1000	4.8
	2000	10.3
	3000	15.7
	4000	20.9
50	1000	4.9
	2000	10.3
	3000	15.8
	4000	21.0
60	1000	5.0
	2000	10.4
	3000	15.9
	4000	21.1



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Torsi vs Beban Bahan Bakar B30

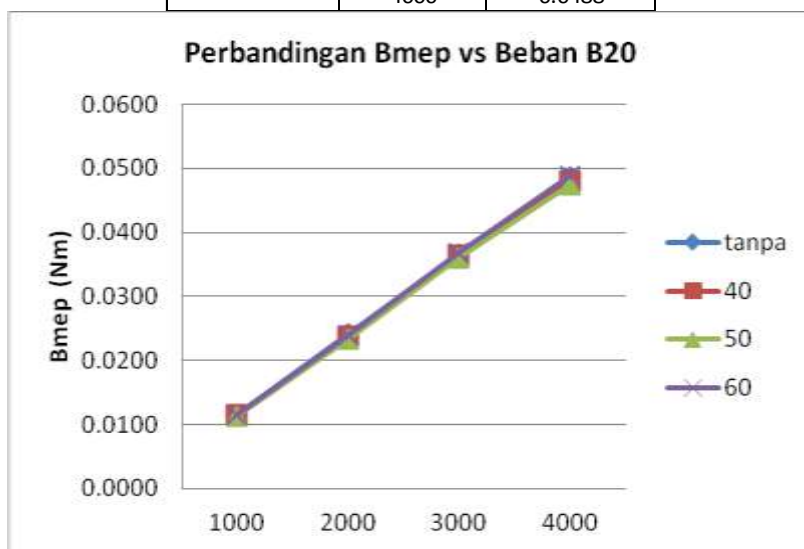
Pada grafik 4.4 kenaikan temperatur rata-rata menyebabkan kenaikan Torsi. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata kenaikan daya 0,77%. Perbedaan hasil torsi dikarenakan perbedaan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar B20 dan B30. Nilai kalor digunakan untuk menentukan kualitas bahan bakar dimana nilai kalor mencakup nilai Low Heating Value (LHV) dan High Heating value (HHV). Bahan bakar B20 memiliki nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar B30.

### 4.2.3 Karakteristik BMEP Bahan Bakar B20 dan B30

Pembahasan analisa BMEP bahan bakar B20 disajikan dengan grafik perbandingan torsi dengan beban. Berikut serta analisa pembahasannya pada tabel 4.7 dan gambar 4.5

Tabel 4. 7 Hasil perhitungan Bmep bahan bakar B20

Temperatur (oC)	Beban (Watt)	Bmep
Suhu Ruang	1000	0.0115
	2000	0.0241
	3000	0.0366
	4000	0.0486
40	1000	0.0114
	2000	0.0237
	3000	0.0364
	4000	0.0480
50	1000	0.0113
	2000	0.0233
	3000	0.0359
	4000	0.0473
60	1000	0.0114
	2000	0.0239
	3000	0.0367
	4000	0.0488



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Bmep vs Beban Bahan Bakar B20

Pada grafik 4.5 didapat hasil bahwa semakin tinggi beban maka semakin tinggi BMEP yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan berbanding lurus dengan daya mesin. Pada saat beban 1000 torsi terbesar 0.0115 bar pada temperatur tanpa pemanasan. Pada beban 4000 torsi terbesar 0.0488 pada temperatur 60. Pembahasan analisa BMEP bahan bakar B20 disajikan dengan grafik perbandingan torsi dengan beban. Berikut serta analisa pembahasannya pada tabel 4.8 dan gambar 4.6:

Tabel 4. 8 Hasil perhitungan Bmep bahan bakar B30

Temperatur (°C)	Beban (Watt)	Bmep
Suhu Ruang	1000	0.0115
	2000	0.0241
	3000	0.0368
	4000	0.0488
40	1000	0.0116
	2000	0.0241
	3000	0.0367
	4000	0.0492
50	1000	0.0116
	2000	0.0240
	3000	0.0367
	4000	0.0487
60	1000	0.0118
	2000	0.0242
	3000	0.0361
	4000	0.0487



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Bmep vs Beban Bahan Bakar B30

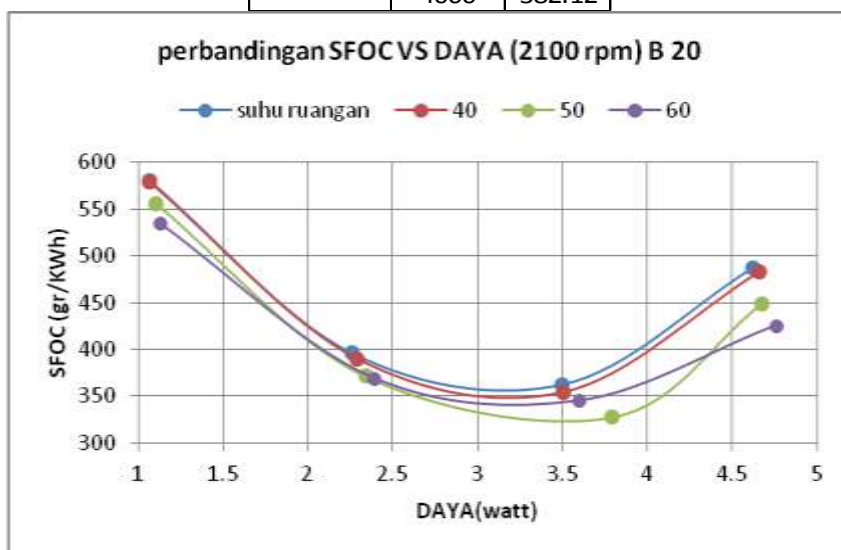
Pada grafik 4.6 didapat hasil bahwa semakin tinggi beban maka semakin tinggi BMEP yang dihasilkan. Pada saat beban 1000 torsi terbesar 0.0115 bar pada temperatur tanpa pemanasan. Pada beban 2000 torsi terbesar 0.0241 bar pada temperatur tanpa pemanasan. Pada beban 3000 torsi terbesar 0.0367 bar pada temperatur 60. Pada beban 4000 torsi terbesar 0.0488 pada temperatur 60.

#### 4.2.4 Karakteristik SFOC Bahan Bakar B20 dan B30

Pembahasan analisa SFOC disajikan dengan grafik perbandingan SFOC dengan beban. Berikut analisa pembahasannya seperti pada gambar 4.7 dan tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil perhitungan sfoc bahan bakar B20

Suhu	Beban	sfoc
Suhu ruang	1000	499.98
	2000	342.89
	3000	312.62
	4000	428.52
40oC	1000	499.98
	2000	342.89
	3000	312.62
	4000	398.96
50oC	1000	501.67
	2000	344.23
	3000	272.34
	4000	409.31
60oC	1000	485.14
	2000	340.44
	3000	286.91
	4000	382.12

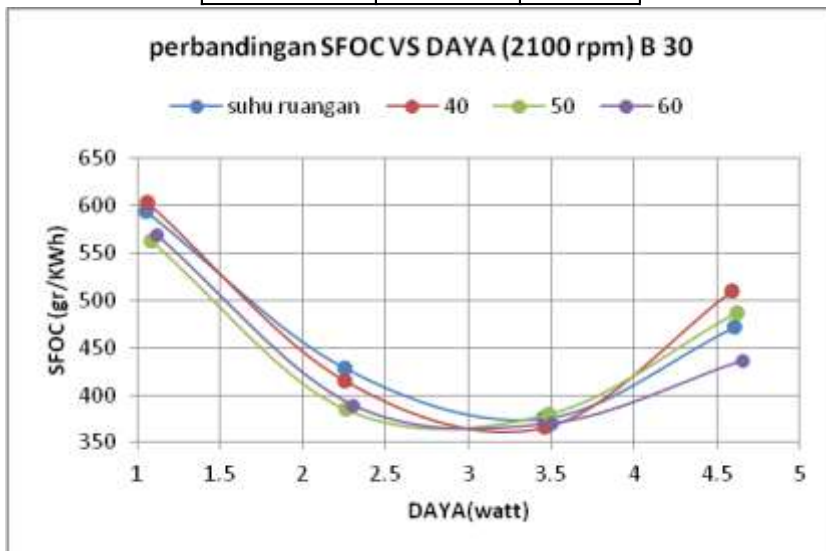


Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B20

Pada grafik 4.7 dapat disimpulkan terjadi penurunan SFOC ketika temperatur bahan bakar dinaikan. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata penurunan SFOC 2,71 %. Hal ini menandakan performa semakin baik. Pembahasan analisa SFOC disajikan dengan grafik perbandingan SFOC dengan beban. Berikut grafik serta analisa pembahasannya :

Tabel 4. 10 Hasil perhitungan sfoc bahan bakar B20

Suhu	Beban	sfoc
Suhu ruang	1000	593.565
	2000	428.877
	3000	374.992
	4000	471.426
40	1000	603.248
	2000	415.317
	3000	366.083
	4000	509.459
50	1000	562.642
	2000	384.672
	3000	379.731
	4000	487.26
60	1000	569.161
	2000	389.473
	3000	370.003
	4000	436.152



Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B30

Pada grafik 4.8 dapat disimpulkan terjadi penurunan SFOC ketika temperatur bahan bakar dinaikan. Pada RPM 2100 mempunyai rata-rata penurunan SFOC 1,76 %. Penurunan terjadi pada pembebanan 3000. Dapat diartikan efisiensi maksimum mesin terjadi pada putaran 2100 dengan beban 3000 hal ini dikarenakan daya terbesar didapat pada putaran 2100 dan sfoc terendah pada beban 3000, untuk lebih lengkap penentuan putaran 2100 dapat dilihat pada lampiran.




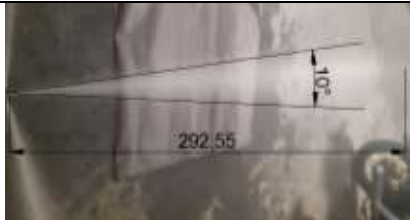






### 4.3 Hasil Pengujian Penginjeksian

Pembahasan analisa daya disajikan dengan grafik perbandingan panjang penginjeksian dengan temperatur. Berikut grafik serta analisa pembahasannya. Berikut adalah data yang diperoleh setelah melakukan eksperimen seperti pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Data hasil penginjeksian

No.	Pemanasan	Tekanan Penginjeksian		Radius Penginjeksian		Panjang Penginjeksian	
		B30	B20	B30	B20	B30	B20
1	Suhu ruangan	17.2	17.1	10	10	292.55	290.19
2	40	16.5	16.4	11	11	282.53	279.84
3	50	16.2	16	14	14	272.74	269.57
4	60	15.2	15	15	16	255.18	253.01

Tabel 4. 12 Hasil penginjeksian

No.	Penginjeksian		Ket.
	B20	B30	
1.			Suhu Ruang
2.			40°C
3.			50°C
4.			60°C

Dari tabel 4.11 hasil penginjeksian didapatkan data angka radius penginjeksian dan panjang penginjeksian. Data tersebut didapatkan dengan melakukan variasi

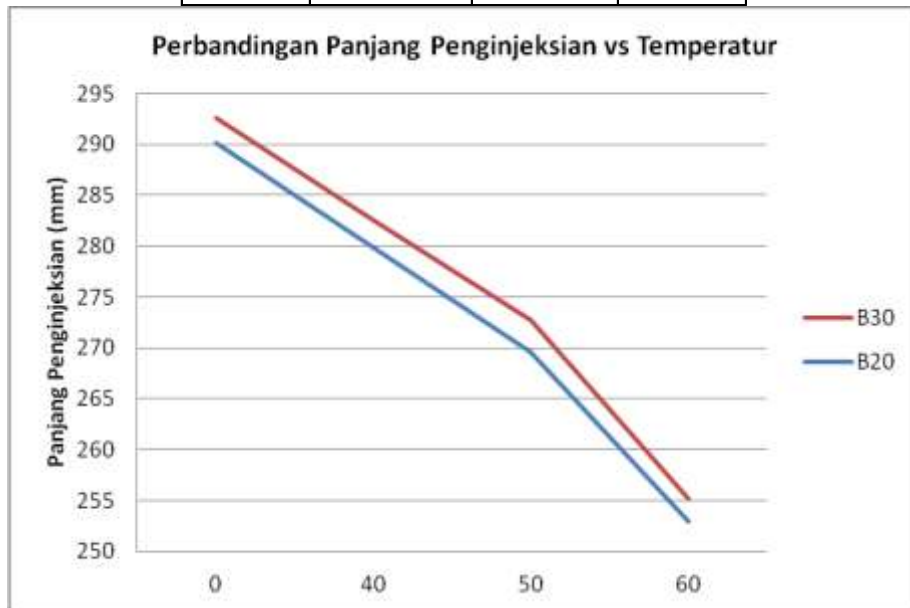
pemanasan bahan bakar dan jenis bahan bakar yang digunakan. Untuk dapat memudahkan pembacaan hasil penginjeksian, kita dapat melihat tabel 4.12 yang meupakan data hasil penginjeksian.

#### 4.3.1 Analisa perbandingan panjang vs temperatur

Pembahasan analisa perbandingan panjang penginjeksian berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.13 dan gambar 4.9.

Tabel 4. 13 Hasil pengukuran panjang penginjeksian vs pemanasan

No.	Pemanasan	Panjang Penginjeksian	
		B30	B20
1	Suhu ruangan	292.55	290.19
2	40	282.53	279.84
3	50	272.74	269.57
4	60	255.18	253.01



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan SFOC vs Beban Bahan Bakar B20 dan B30

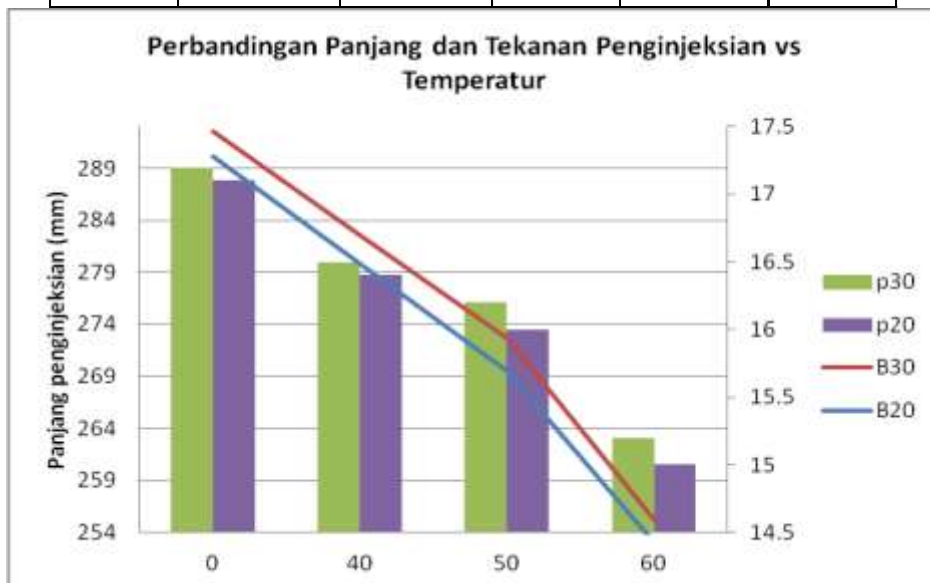
Pada grafik 4.9 dapat disimpulkan semakin tinggi pemanasan bahan bakar, semakin rendah jarak penginjeksian. Hal ini dikarenakan viskositas bahan bakar yang menurun, namun radius penginjeksiannya meningkat hal ini menyebabkan proses pembakaran yang maksimal

#### 4.3.2 Analisa perbandingan panjang dan tekanan vs temperatur

Pembahasan analisa perbandingan panjang penginjeksian dan tekanan penginjeksian berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.14 dan gambar 4.10.

Tabel 4. 14 Hasil pengukuran panjang penginjeksian dan tekanan vs pemanasan

No.	Pemanasan	Tekanan Penginjeksian		Panjang Penginjeksian	
		B30	B20	B30	B20
1	Suhu ruangan	17.2	17.1	292.55	290.19
2	40	16.5	16.4	282.53	279.84
3	50	16.2	16	272.74	269.57
4	60	15.2	15	255.18	253.01



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan Panjang dan Tekanan Penginjeksian vs Temperatur

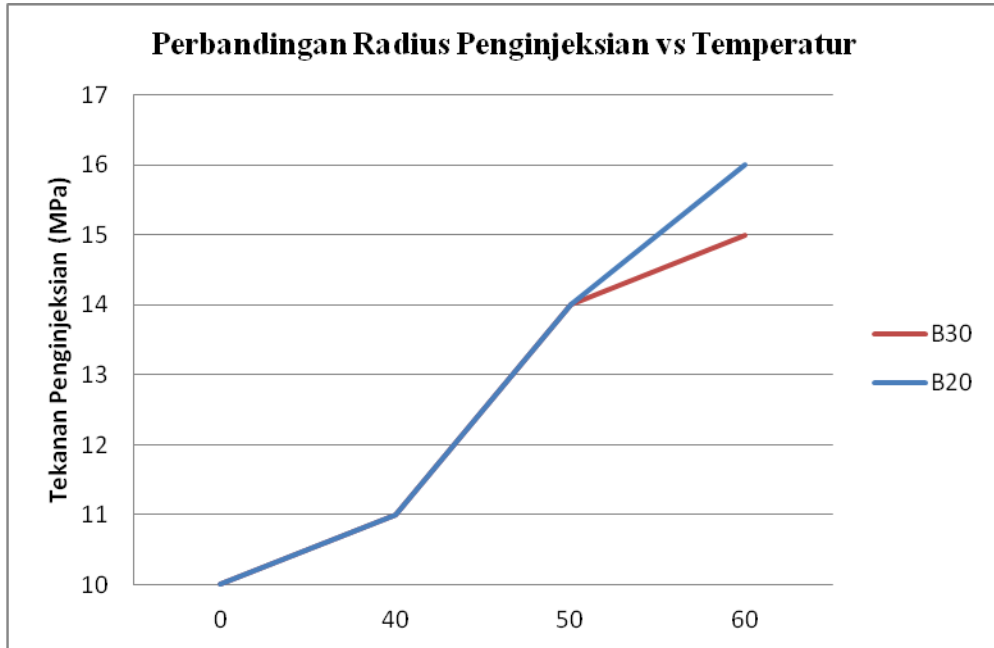
Pada grafik 4.10 dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka panjang penginjeksian yang dihasilkan semakin pendek hal ini berbanding lurus dengan tekanan penginjeksiannya. Turunnya panjang peginjeksian ini dikarenakan turunnya nilai viskositas bahan bakar. Turunnya viskositas bahan bakar menyebabkan bahan bakar mudah terkabutkan.

#### 4.3.3 Analisa radius penginjeksian vs temperatur

Pembahasan analisa perbandingan radius penginjeksian berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.15 dan gambar 4.11.

Tabel 4. 15 Hasil pengukuran radius penginjeksian vs pemanasan

No.	Pemanasan	Radius Penginjeksian	
		B30	B20
1	Suhu ruangan	10	10
2	40	11	11
3	50	14	14
4	60	15	16



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan Radius Penginjeksian vs Temperatur

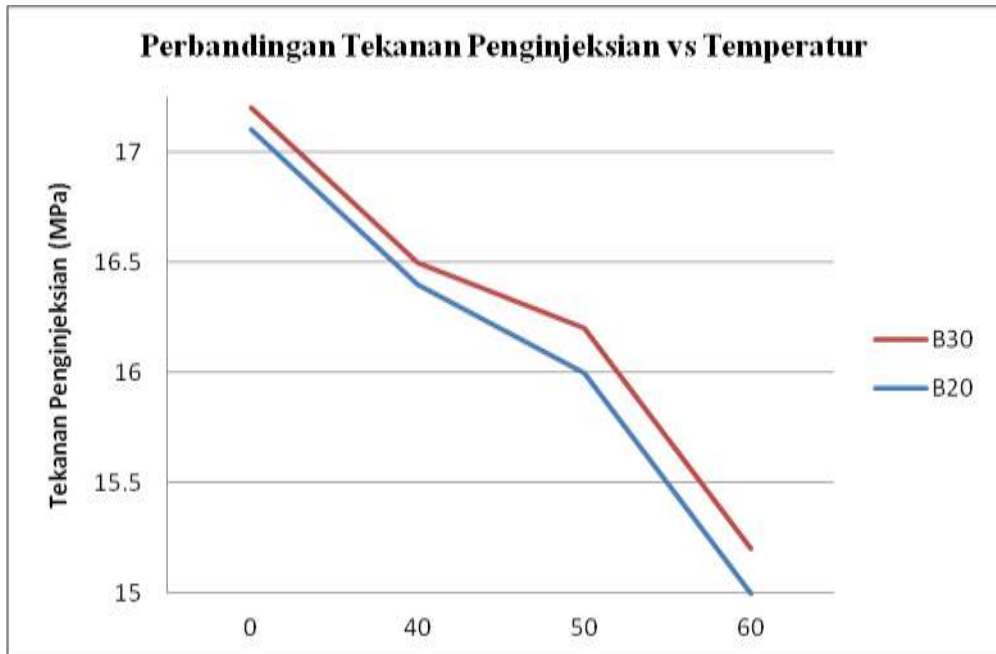
Pada grafik 4.11 dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan mengakibatkan semakin besar pula radius penginjeksiannya. Semakin besarnya radius penginjeksian diikuti pula penurunan panjang dari penginjeksian. Semakin besarnya penginjeksian ini dikarenakan turunnya nilai viskositas bahan bakar akibat dari pemanasan. Turunnya viskositas bahan bakar menyebabkan bahan bakar mudah terkabutkan dan radius bahan bakar membesar.

#### 4.3.4 Analisa tekanan vs temperatur

Pembahasan analisa perbandingan panjang penginjeksian berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.16 dan gambar 4.12.

Tabel 4. 16 Hasil pengukuran panjang penginjeksian vs pemanasan

No.	Pemanasan	Tekanan Penginjeksian	
		B30	B20
1	uhu ruangan	17.2	17.1
2	40	16.5	16.4
3	50	16.2	16
4	60	15.2	15



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan Panjang Penginjeksian vs Temperatur

Pada grafik 4.12 dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan semakin kecil pula tekanan penginjeksiannya. Penurunan tekanan penginjeksian ini diakibatkan karena penurunan nilai viskositas bahan bakar yang dipanaskan.

#### 4.4 Hasil Pengujian Emisi

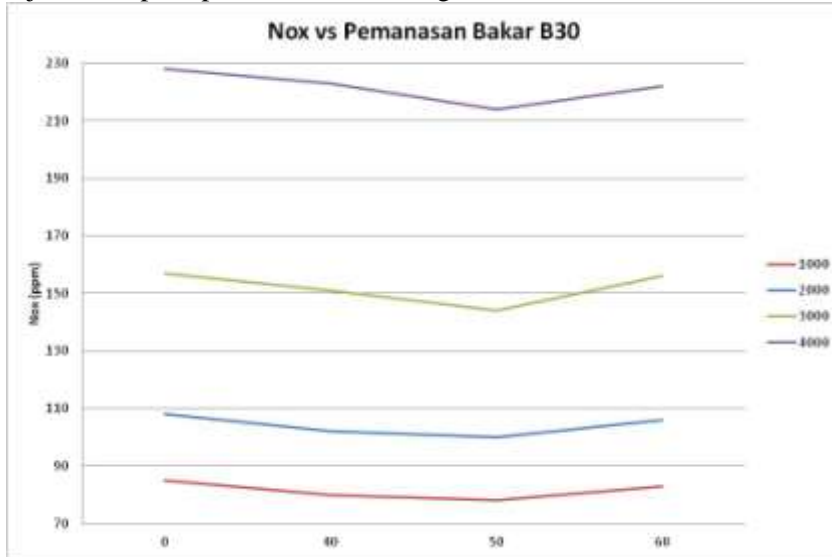
Pembahasan analisa emisi disajikan dengan grafik perbandingan NO<sub>x</sub>, pembebanan dan putaran. Berikut grafik serta analisa pembahasannya :

Tabel 4. 17 Hasil pengujian emisi bahan bakar B30

B30		Beban			
		1000	2000	3000	4000
Pemanasan	Tanpa	85	108	157	228
	40oC	80	102	151	223
	50oC	78	100	144	214
	60oC	83	106	156	222

#### 4.4.1 Analisa Nox vs pemanasan bahan bakar B30

Pembahasan analisa hasil emisi Nox berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.17 dan gambar 4.13.

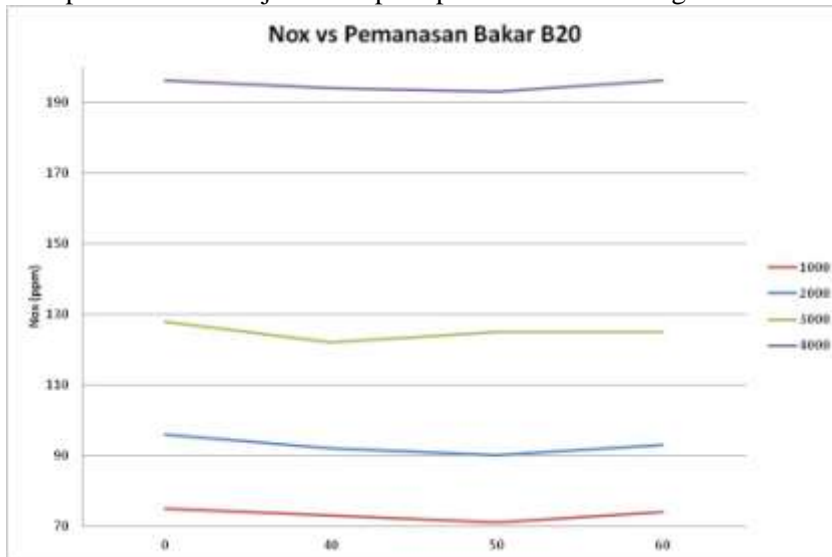


Gambar 4. 13 Grafik NOx vs pemanasan bahan bakar B30

Pada gambar 4.13 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai pemanasan berpengaruh sedikit pada nilai emisi NOx yang dihasilkan, namun setiap pembebanan yang dilakukan mengakibatkan kenaikan nilai emisi NOx. Pada tabel 4.17 menunjukkan nilai emisi NOx pada gambar 4.13.

#### 4.4.2 Analisa NOx vs pemanasan bahan bakar B20

Pembahasan analisa perbandingan hasil emisi NOx berbanding dengan temperatur pemanasan ditunjukkan seperti pada tabel 4.17 dan gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Grafik NOx vs pemanasan bahan bakar B20

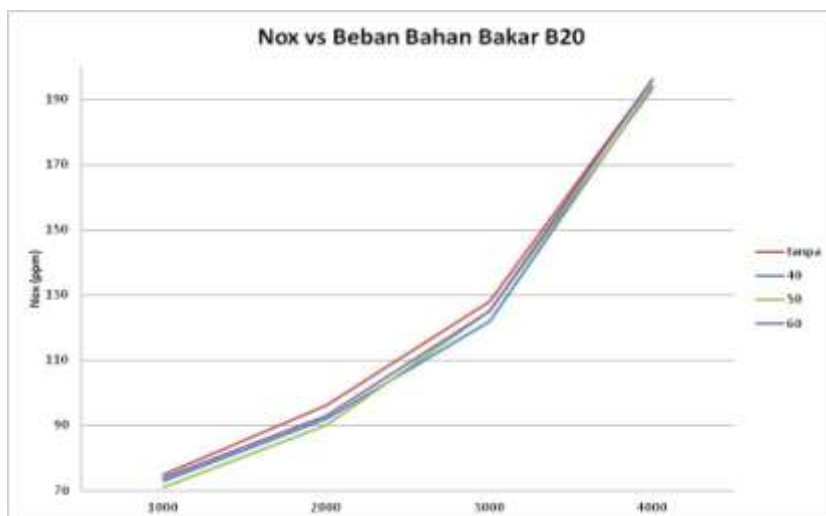
Pada gambar 4.14 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai pemanasan berpengaruh sedikit pada nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan, namun setiap pembebanan yang dilakukan mengakibatkan kenaikan nilai emisi NO<sub>x</sub>. Yang membedakan antara gambar 4.14 dan 4.13 adalah nilai emisi nox yang dihasilkan, yang mana nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan dari bahan bakar B30 lebih besar dari nilai emisi NO<sub>x</sub> bahan bakar B20. Hal ini dikarenakan bahan bakar B30 memiliki nilai kalor yang berbeda dengan bahan bakar B20. Perbedaan nilai kalor pada bahan bakar B20 dan B30 ini mengakibatkan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan tenaga, injektor menyemprotkan bahan bakar B30 lebih banyak dibandingkan dengan bahan bakar B20. Hal inilah yang menyebabkan nilai emisi NO<sub>x</sub> bahan bakar B30 lebih banyak. Pada tabel 4.18 menunjukkan nilai emisi NO<sub>x</sub> pada gambar 4.14.

Tabel 4. 18 Hasil pengujian emisi bahan bakar B20

B20		Beban			
		1000	2000	3000	4000
Pemanasan	Tanpa	75	96	128	196
	40oC	73	92	122	194
	50oC	71	90	125	193
	60oC	74	93	125	196

#### 4.4.3 Analisa NO<sub>x</sub> vs beban bahan bakar B20

Pembahasan analisa perbandingan hasil emisi NO<sub>x</sub> berbanding dengan pembebanan ditunjukkan seperti pada tabel 4.18 dan gambar 4.15.



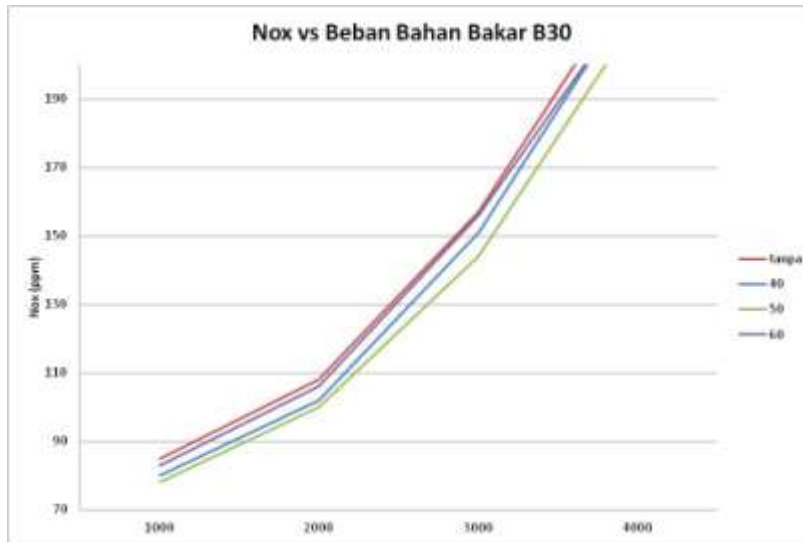
Gambar 4. 15 Grafik NO<sub>x</sub> vs beban bahan bakar B20

Pada gambar 4.15 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai pembebanan yang diberikan semakin besar pula nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan untuk pengujian putaran konstan, setiap kenaikan pembebanan menyebabkan penurunan

putaran mesin, untuk menjaga putaran tersebut perlu dinaikkan lagi. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pembebanan semakin tinggi pula nilai emisi Nox.

#### 4.4.4 Analisa NOx vs pemanasan bahan bakar B30

Pembahasan analisa perbandingan hasil emisi NOx berbanding dengan pembebanan ditunjukkan seperti pada tabel 4.18 dan gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Grafik NOx vs beban bahan bakar B30

Pada gambar 4.16 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai pembebanan yang diberikan semakin besar pula nilai emisi NOx yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan untuk pengujian putaran konstan, setiap kenaikan pembebanan menyebabkan penurunan putaran mesin, untuk menjaga putaran tersebut perlu dinaikkan lagi. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pembebanan semakin tinggi pula nilai emisi NOx. Sama halnya dengan gambar 4.14 dan 4.13, yang membedakan gambar 4.16 dan 4.15 adalah nilai emisi nox yang dihasilkan, yang mana nilai emisi Nox yang dihasilkan dari bahan bakar B30 lebih besar dari nilai emisi NOx bahan bakar B20. Hal ini dikarenakan bahan bakar B30 memiliki nilai kalor yang berbeda dengan bahan bakar B20. Perbedaan nilai kalor pada bahan bakar B20 dan B30 ini mengakibatkan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan tenaga, injektor menyemprotkan bahan bakar B30 lebih banyak dibandingkan dengan bahan bakar B20. Hal inilah yang menyebabkan nilai emisi Nox bahan bakar B30 lebih banyak.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Ringkasan Penelitian

Penelitian ini telah berhasil mencapai tujuan penelitian yang ditetapkan yaitu mengetahui pengaruh pemanasan bahan bakar B20 dan B30 terhadap performa, penginjeksian dan emisi mesin diesel silinder tunggal setelah dilakukan eksperimen berdasarkan metodologi penelitian yang ada.

#### 5.2 Kesimpulan

Pengaruh pemanasan bahan bakar terhadap performa, penginjeksian dan emisi mesin adalah:

- a. Pengaruh pemanasan bahan bakar terhadap performa mesin adalah pada temperatur yang lebih tinggi untuk setiap variasi putaran dan beban, performa mesin diesel daya bahan bakar B20 mengalami peningkatan sebesar 1.4% dan daya bahan bakar B30 mengalami peningkatan sebesar 0.79%. Pada temperature yang lebih tinggi untuk setiap variasi putaran dan beban, performa mesin diesel torsi bahan bakar B20 mengalami peningkatan sebesar 1.34% dan torsi bahan bakar B30 mengalami peningkatan sebesar 0.77%. Performa berupa SFOC mesin diesel bahan bakar B20 mempunyai penurunan nilai yaitu 2.71% dan SFOC bahan bakar B30 mengalami penurunan sebesar 1.76%.
- b. Didapati bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan bahan bakar B20 dan B30 menyebabkan semakin besarnya radius penginjeksian yang dihasilkan, hal ini mengakibatkan peningkatan performa karena bahan bakar lebih terakibatkan akibat adanya penurunan nilai viskositas. Berbeda halnya dengan panjang dan tekanan penginjeksian menurun akibat menurunnya nilai viskositas bahan bakar. Selain pengaruh pemanasan bahan bakar, jenis bahan bakar B20 dan B30 pun juga memiliki nilai viskositas yang berbeda hal ini dapat dilihat bahwa panjang penginjeksian yang berbeda antara bahan bakar B20 dan B30. Pada bahan bakar B30 memiliki panjang penginjeksian yang lebih panjang dari bahan bakar B20.
- c. Pengaruh pemanasan bahan bakar terhadap nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan yaitu nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan dari bahan bakar B30 lebih besar dari nilai emisi NO<sub>x</sub> bahan bakar B20. Hal ini dikarenakan bahan bakar B30 memiliki nilai kalor yang berbeda dengan bahan bakar B20. Perbedaan nilai kalor pada bahan bakar B20 dan B30 ini mengakibatkan perbedaan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan tenaga, injektor menyemprotkan bahan bakar B30 lebih banyak dibandingkan dengan bahan bakar B20. Perbedaan penyemprotan bahan bakar B20 dan B30 dapat dilihat dari waktu yang dibutuhkan dalam pengujian untuk bahan bakar sebanyak 20cc yang berbeda. Hal inilah yang menyebabkan nilai emisi NO<sub>x</sub> bahan bakar B30 lebih banyak. Semakin besar nilai pembebanan yang diberikan pada mesin semakin besar pula nilai emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan

### **5.3 Saran**

Dalam penelitian selanjutnya untuk memperoleh data pengujian secara lebih akurat dapat dilakukan dengan metode 3 standar deviasi. Standar deviasi yaitu nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, serta seberapa dekat titik data individu ke mean ataupun rata-rata nilai sampel. Selain penggunaan standar deviasi juga perlu dilakukan pengujian bahan bakar yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wibowo, Angga Adi. 2016. *Perbandingan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Lpg dan Bahan Bakar Pertalite*. Tugas Akhir. Fakultas Vokasi, Departemen Teknik Mesin Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Abryandoko, Eko Wahyu. 2014. *Studi Komparasi Emisi Gas Buang Bahan Bakar Solar Dan Biodiesel Dari Crude Oil Nyamplung Dengan Proses Degumming Pada Mesin Diesel Nissan D22*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, S1 Pendidikan Teknik Mesin. Universitas Negeri Surabaya.
- Exoriyanto, Dicky Yoko. 2016. *Studi Eksperimen Unjuk Kerja Mesin Diesel Menggunakan Sistem Dual Fuel Solar-Gas CNG dengan Variasi Tekanan Injeksi Gas dan Derajat Waktu Injeksi*. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Industri, Departemen Teknik Mesin. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gumilang, Diki Cahyo. 2016. *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar dan Penambahan Biodiesel dalam Solar terhadap Opasitas Mesin Diesel Mitsubishi L300*. Tugas Akhir. Fakultas Keguruan dan Ilmu, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret
- Setyadji, Moch. 2007. *Pengaruh Penambahan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Pada Solar Terhadap Opasitas Dan Emisi Gas Buang CO, CO2 Dan HC*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN. Yogyakarta
- Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Institut Teknologi Bandung. Indonesia.
- Yanmar Diesel Engine.CO., LTD. *Manual Service TF Series. Overseas Operation Division*. Tokyo. Japan
- Sarmiento, Francisco. 2017. *Pengaruh Pemanasan Awal Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Dengan Bahan Bakar Solar Dan Solar Dex*. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Udayana Bali.
- Priyanto, Dimas. 2017. “*Studi Eksperimental Pengaruh Temperatur Pemanasan Bahan Bakar Biodieselpalm Oil (B100) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Sistem Injeksi Langsung Diamond Tipe Di800*” Jurnal Teknik Mesin. ITS
- Raharjo, Samsudi ,2007, “*Analisa Performa Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar*”, Unimus Semarang
- Aziz, Isalmi. 2015. *Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas*. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta
- BKI. 2016. *Rules For Machinery Installation Vol III*. Jakarta. Indonesia

Ariani, Farida. 2017. Karakteristik Kinerja Mesin Diesel Stasioner dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel dari Biji Kemiri Sunan. Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin. Universitas Sumatra Utara





Aras, Linggar Palang. 2018. Analisa Pengaruh Penambahan *Fin* Pada *Air Intake Valve Gas – Oil Fuel Engine* Terhadap Performa Mesin Berdasarkan Eksperimen. Fakultas Teknologi Kelautan, Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## LAMPIRAN





### Data Hasil Percobaan

Bahan Bakar	RPM	Temperatur	Beban	NOX
B20	2100	Tanpa Pemanasan	1000	75
			2000	96
			3000	128
			4000	196
		40 derajat	1000	73
			2000	92
			3000	122
			4000	194
		50 derajat	1000	71
			2000	90
			3000	125
			4000	193
		60 derajat	1000	74
			2000	93
			3000	125
			4000	196
B30	2100	Tanpa Pemanasan	1000	85
			2000	108
			3000	157
			4000	228
		40 derajat	1000	80
			2000	102
			3000	151
			4000	223
		50 derajat	1000	78
			2000	100
			3000	144
			4000	214
		60 derajat	1000	83
			2000	106
			3000	156
			4000	222

Tabel Penginjeksian dan tekanan tanpa pemanasan



No.	Penginjeksian	Tekanan	Keterangan
1.			B20
2.			B30

Tabel Penginjeksian dan tekanan pemanasan 40°





No	Penginjeksian	Tekanan	Keterangan
1.			B20
2.			B30

Tabel Penginjeksian dan tekanan pemanasan 50°



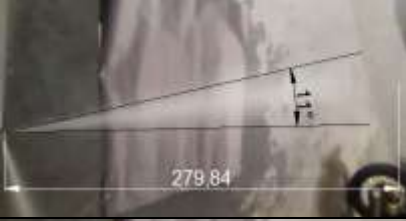




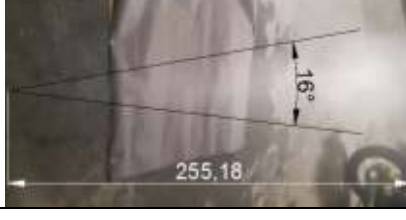
No	Penginjeksian	Tekanan	Keterangan
1.			B20

2.			B30
----	---	---	-----

Tabel Penginjeksian dan tekanan pemanasan 60°

No	Penginjeksian	Tekanan	Keterangan
1.			B20
2.			B30



No.	Pengeinjeksian		Ket.
	B20	B30	
1.			Suhu Ruang
2.			40°C
3.			50°C
4.			60°C

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya 04 september 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu, SDN Ketintang 3 Surabaya, SMPN 12 Surabaya, dan SMK Katolik St. Louis Surabaya. Pada tahun 2014 Penulis diterima di Jurusan D3 Teknik Mesin FTI – ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 2114030065. Konversi Energi merupakan bidang studi yang dipilih penulis dan mengambil tugas akhir dibidang yang sama khususnya pada matakuliah Mesin Pembakaran Dalam. Penulis diterima di S1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan dengan NRP 04211745000011. MPP merupakan lab pilihan dari penulis. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) Unit Pembangkit Paiton Probolinggo. Selama menempuh pendidikan perguruan tinggi penulis telah mengikuti berbagai pelatihan dan berpartisipasi sebagai panitia kegiatan. Ketertarikan penulis di bidang perlombaan, mendorongnya untuk aktif di berbagai perlombaan seperti PKM yang diadakan oleh DIKTI dan perlombaan KMHE yang diadakan juga oleh DIKTI.

Email: [naufaladhima@gmail.com](mailto:naufaladhima@gmail.com)