

**ANALISA PENGARUH VARIASI CAMPURAN DIESEL TREATMENT
DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA DAN
EMISI GAS BUANG PADA MOBIL TOYOTA FORTUNER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



OLEH :

KURNIA SONI IRWANDA

NPM : 193310257

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI CAMPURAN DIESEL TREATMENT
DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA DAN
EMISI GAS BUANG PADA MOBIL TOYOTA FORTUNER**

Disusun Oleh :

KURNIA SONI IRWANDA

19.331.0257

Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Sehat Abdi Saragih, ST., MT
Dosen Pembimbing

Tanggal : 04 Desember 2023

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI CAMPURAN DIESEL TREATMENT
DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA DAN
EMISI GAS BUANG PADA MOBIL TOYOTA FORTUNER**

Disusun Oleh :

KURNIA SONI IRWANDA

19.331.0257

Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal 17 November 2023 Dan
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Diterima

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING

Sehat Abdi Saragih, ST., MT

NIDN. 1012107502

Disahkan Oleh :

Pekanbaru, 04 Desember 2023

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

NIDN. 1009038504

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Kurnia Soni Irwanda
NPM : 193310257
Tempat/ Tanggal Lahir : Bukit Intan Makmur/ 31 Agustus 2001
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Jumlah Saudara : Anak Ke- 2 dari 3 Bersaudara
Alamat Rumah : Jln. Pasir Putih Perumahan NCM Blok.K No.13
Agama : Islam
Kebangsaan/ Suku : Indonesia / Minang
Telp/HP : 082214948698
Email : kurniasoniirwanda0100@gmail.com
Nama Orang Tua
a. Ayah : Syaril
b. Ibu : Peli Dasmawarni

PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SDN 019 Kunto Darusalam
Sekolah Menengah Pertama : MTSs Kunto Darusalam
Sekolah Menengah Atas : SMK Inayah Ujung Batu

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Kurnia Soni Irwanda

NPM : 193310257

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Toyota Fortuner

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulis skripsi ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat sarta tanpa ada paksaan dari siapapun,

Pekanbaru, 23 November 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Kurnia Soni Irwanda

NPM : 19.331.0257

TUGAS AKHIR

Judul : Analisa Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Toyota Fortuner

Tempat Penelitian : Bengkel MBS Motor Sport , Laboratorium Teknik mesin, universitas islam riau, dan UPT Laboratorium Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral

Tanggal Sidang : 17 November 2023

Pekanbaru, 23 November 2023



Kurnia Soni Irwanda
NPM : 19.331.0257

ANALISA PENGARUH VARIASI CAMPURAN DIESEL TREATMENT DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOBIL TOYOTA FORTUNER

Kurnia Soni Irwanda dan Sehat Abdi Saragih
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jln. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru.
Telp. 0761-674635 fax (0761) 674834

Email : kurniasoniirwanda0100@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan motor diesel banyak digunakan sebagai mesin penggerak, baik untuk kendaraan, alat berat maupun pembangkit listrik. Pada motor diesel, bahan bakar solar memiliki peran yang sangat penting. Disamping itu, konsumen sangat membutuhkan kendaran mobil yang memiliki kinerja mesin yang optimal, irit bahan bakar, dan bebas dari emisi gas buang yang buruk, dengan adanya penambahan Diesel Treatment pada bahan bakar motor bakar diesel akan meningkatkan nilai cetana sehingga prospek permintaan konsumen pada Diesel Treatment semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Pada penelitian ini, penambahan Diesel Treatment bervariasi yang dicampurkan kedalam bahan bakar solar untuk mengetahui unjuk kerja dan emisi gas buang yang paling baik pada mobil Toyota Fortuner. Penelitian ini dilakukan dengan memakai tiga variasi bahan bakar yaitu solar murni 5 liter dengan 50 ml Diesel Treatment, 10 liter solar murni dengan 100 ml Diesel Treatment, dan 15 liter solar murni dengan 150 ml Diesel Treatment di kondisi putaran mesin 5000 rpm serta melakukan pengujian unjuk kerja dengan alat Dynamometer dan emisi gas buang dengan alat Gas analyzer. Dari hasil pengujian bahwa penggunaan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang dari pada solar murni, unjuk kerja dan emisi gas buang yang terbaik pada penggunaan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar 15 liter pada penambahan 150 ml Diesel Treatment yang memiliki torsi tertinggi sebesar 327,61 Nm dan Daya tertinggi sebesar 171,54 kW serta menghasilkan emisi gas buang yang di keluarkan memiliki gas CO terendah sebesar 100 % dan nilai HC terendah 21 ppm.

Kata Kunci : Diesel Treatment, Bahan Bakar Diesel, Unjuk Kerja, Emisi Gas Buang

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIESEL TREATMENT MIXTURE VARIATION WITH DIESEL FUEL ON PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS IN TOYOTA FORTUNER CARS

Kurnia Soni Irwanda and Sehat Abdi Saragih
Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic
University
Jln. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru.
Telp. 0761-674635 fax (0761) 674834
Email : kurniasoniirwanda0100@gmail.com

ABSTRACT

Diesel motors are widely used as driving engines, both for vehicles, heavy equipment and power plants. In diesel motors, diesel fuel has a very important role. Apart from that, consumers really need car vehicles that have optimal engine performance, are fuel efficient, and are free from bad exhaust emissions. By adding Diesel Treatment to diesel motor fuel, the cetane value will increase so that the prospect of consumer demand for Diesel Treatment. increasing in line with the increase in population. In this research, the addition of various Diesel Treatments was mixed into diesel fuel to determine the best performance and exhaust emissions in the Toyota Fortuner car. This research was carried out using three variations of fuel, namely 5 liters of pure diesel with 50 ml of Diesel Treatment, 10 liters of pure diesel with 100 ml of Diesel Treatment, and 15 liters of pure diesel with 150 ml of Diesel Treatment at 5000 rpm engine speed and performing performance tests. work with a Dynamometer and exhaust gas emissions with a Gas analyzer. From the test results, the use of a mixture of Diesel Treatment with diesel fuel has a better influence on performance and exhaust gas emissions than pure diesel, the best performance and exhaust gas emissions are when using a mixture of Diesel Treatment with 15 liters of diesel fuel at an additional 150 ml Diesel Treatment which has the highest torque of 327.61 Nm and the highest power of 171.54 kW and produces exhaust gas emissions that have the lowest CO gas of 100% and the lowest HC value of 21 ppm.

Keywords: Diesel Treatment, Diesel Fuel, Performance, Exhaust Emissions

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatu

Alhamdulillahirobbil allamin. Segala puji ALLAH SWT, atas segala limpahan berupa rahmat, hidayah, inayah-Nya, serta kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Shalawat berserta salam penulis ucapkan kepada junjungan alam yakni Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman yang penuh cahaya dan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini.

Judul Tugas Akhir yaitu : **“ANALISA PENGARUH VARIASI CAMPURAN DIESEL TREATMENT DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOBIL TOYOTA FORTUNER.”** Tugas Akhir bertujuan untuk menganalisa pengaruh Diesel Treatment terhadap performa mesin diesel dan mengetahui bagai mana carbon dari emisi gas buang setelah memakai cairan Diesel Treatment tersebut. Disamping itu penulis tugas akhir ini di lakukan oleh penulis untuk menyelesaikan matakuliah tugas akhir sekaligus untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Hal ini di sebabkan keterbatasan ide dan sumber pendukung untuk melengkapi proposal tugas akhir ini. Penulis mengucapkan bayak terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., MCL selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. H. Syfhendri, M.Si selaku wakil rektor I Universitas Islam Riau.

3. Bapak Dr. H. Firdaus AR, S.E., M.Si., AK., CA selaku wakil rector II Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Admiral, S.H., M.H selaku Wakil Rektor III Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Mursyidah, S. Si., M.Sc dan Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, Ir. Akmar Efendi, S. Kom., M. Kom selaku Wakil Dekan I, II dan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., PhD selaku ketua Prodi Teknik Mesin, Bapak Rafil Arizona, ST., M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
8. Bapak Sehat Abdi Saragih, ST., MT selaku Kepala Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
9. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan dukungan jasman, rohani dan motivasi.
10. Bapak Ari Sepatian Negara selaku pemilik CV. Layanan Otomotif dan pemilk dari Diesel Treatment yang saya teliti.
11. Nadia Juwita yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk Menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
12. Bapak Ari selaku pemilik bengkel MBS motor sport tempat penelitian unjuk kerja dynamometer.

Harapan penulis semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat kepada semua kalangan yang membutuhkan, baik dari kalangan akademis, maupun masyarakat luas pada umumnya.

Pekanbaru, 06 Februari 2023

Kurnia Soni Irwanda

NPM. 19.331.0257

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematikan Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Umum Motor Bakar	5
2.2 Klasifikasi Motor Bakar	6
2.3 Gambaran Umum Motor Bakar Diesel.....	7
2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar Diesel 4 Langkah	8
2.5 Siklus Motor Diesel.....	11
2.5.1 Siklus Dual	11
2.5.2 Siklus Sebenarnya	12
2.6 Bahan Bakar	13
2.7 Bahan Bakar Solar	15
2.7.1 Kualitas Penyalaan	15
2.7.2 Volatilitas	15
2.7.3 Viskositas	16
2.7.4 Titik Tuang dan Titik Kabut	16

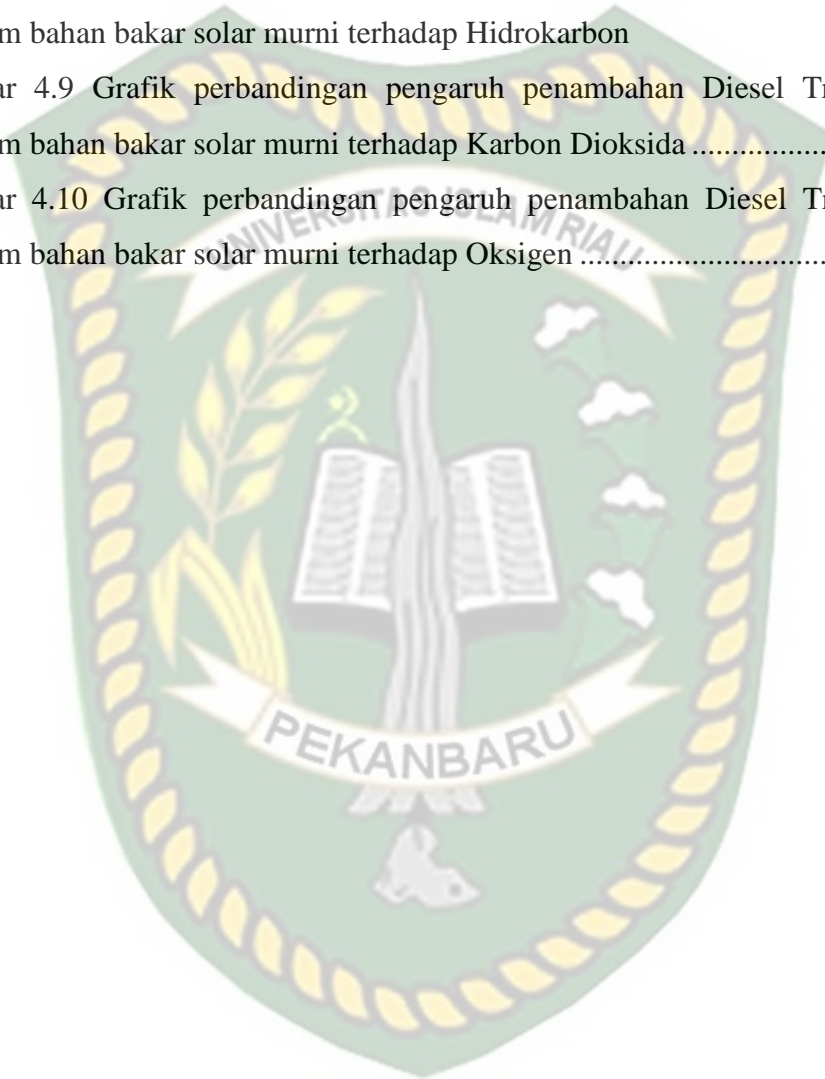
2.7.5	Sifat-sifat Lain.....	16
2.8	Diesel Treatment	18
2.9	Unjuk Kerja Mesin	19
2.9.1	Torsi Mesin	20
2.9.2	Daya Poros Efektif (N_e)	21
2.9.3	Tekanan Efektif Rata-rata (P_e)	21
2.9.4	Konsumsi Bahan Bakar (M_f).....	22
2.9.5	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (B_e)	22
2.9.6	Efisiensi Keseluruhan (η_k).....	23
2.10	Emisi Gas Buang	24
2.10.1	Karbon Monoksida (CO).....	25
2.10.2	Hidrokarbon (HC)	26
2.10.3	Karbon Dioksida (CO ₂).....	27
2.10.4	Oksigen (O ₂).....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3	Alat dan Bahan	31
3.3.1	Alat.....	31
3.3.2	Bahan Penelitian	34
3.4	Prosedur pengujian	35
3.4.1	Persiapan Pengujian.....	35
3.4.2	Prosedur Pengujian Torsi dan Daya.....	36
3.4.3	Prosedur Pengujian Emisi.....	37
3.5	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja	39
4.1.1	Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Torsi Mesin	39
4.1.2	Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Daya Poros Efektif (N_e)	41

4.1.3 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Tekanan Efektif Rata-rata (P_e).....	43
4.1.4 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (M_f)	45
4.1.5 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (S_{fe}).....	47
4.1.6 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Efisiensi Termal	49
4.2 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Emisi Gas Buang	51
4.2.1 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Karbon Monoksida.....	51
4.2.2 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Hidrokarbon	53
4.2.3 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Karbon Dioksida	55
4.2.4 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Oksigen.....	57
BAB V PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Motor Bakar	5
Gambar 2.2 prinsip kerja motor bakar diesel	8
Gambar 2.3 Langkah Isap	8
Gambar 2.4 Langkah Kompresi	9
Gambar 2.5 Langkah Kerja	10
Gambar 2.6 Langkah Buang	10
Gambar 2.7 Diagram p-v Siklus Dual	11
Gambar 2.8 Diagram P – V Sebenarnya	12
Gambar 2.9 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar	19
Gambar 2.10 Persentase Kandunag Emisi Diesel	25
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	30
Gambar 3.2 Mobil Toyota Fortuner	31
Gambar 3.3 dynotest	32
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	32
Gambar 3.5 Gelas Ukur	33
Gambar 3.6 Blower	33
Gambar 3.7 Tachometer	34
Gambar 3.8 Gas Analyzer	34
Gambar 3.9 Diesel Treatment	35
Gambar 3.10 Bahan Bakar Solar	35
Gambar 4.1 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap torsi	40
Gambar 4.2 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Daya Poros Efektif	42
Gambar 4.3 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Tekanan Efektif Rata-rata	44
Gambar 4.4 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Kosumsi Bahan Bakar	46
Gambar 4.5 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Kosumsi Bahan Bakar Spesifik	48

Gambar 4.6 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Efisiensi Termal	50
Gambar 4.7 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Karbon Monoksida.....	52
Gambar 4.8Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Hidrokarbon	54
Gambar 4.9 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Karbon Dioksida	56
Gambar 4.10 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Oksigen	58



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Bahan Bakar Solar	17
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	38
Tabel 4.1 Hasil pengujian torsi mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	39
Tabel 4.2 Hasil pengujian Daya Poros Efektif mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	41
Tabel 4.3 Hasil pengujian Tekanan Efektif Rata-rata mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	43
Tabel 4.4 Hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	45
Tabel 4.5 Hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	47
Tabel 4.6 Hasil pengujian Efisiensi Termal pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	49
Tabel 4.7 Hasil pengujian Karbon Monoksida pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	51
Tabel 4.8 Hasil pengujian Hidrokarbon pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	53
Tabel 4.9 Hasil pengujian Karbon Dioksida pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	55
Tabel 4.10 Hasil pengujian Oksigen pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment	57

DAFTAR NOTASI

Simbol	Notasi	Satuan
n	Putaran mesin	(rpm)
P	Daya	(kW)
T	Torsi	(Nm)
F	Gaya	(N)
L	Panjang lengan torsi	(m)
S _{fc}	Pemakaian bahan bakar	(kg/jam.kW)
M _f	Pemakaian bahan bakar tiap jam	(kg/jam)
t	Waktu	(detik)
Ne	Daya efektif mesin	(kW)
η _k	Efisiensi termal	(%)
LHV	Panas pembakaran rendah dari bahan bakar	(joule/kg)
g	Gaya grafitasi bumi	(m/s ²)
V _L	Volume langkah torak	(m ³)
D	Diameter torak	(mm)
S	Panjang langkah torak	(mm)
ρ _{bb}	Kerapatan bahan bakar	(kg/m ³)
V _{bb}	Volume bahan bakar	(mL)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan mesin diesel sebagai penggerak utama cukup banyak, baik untuk kendaraan, alat berat maupun pembangkit listrik. Hal ini disebabkan karena pemakaian bahan bakar lebih rendah dan daya yang dihasilkan cukup besar. Untuk mengoperasikan mesin Diesel digunakan bahan bakar cair (minyak Diesel). Mutu bahan bakar ini ditentukan oleh angka cetana, bahan bakar Diesel yang ada di Indonesia memiliki angka cetana yang berbeda-beda. Angka cetana yang rendah dapat mengakibatkan unjuk kerja motor/kendaraan kurang baik. Untuk meningkatkan kinerja motor/kendaraan maka kualitas bahan bakar harus ditingkatkan dengan cara penambahan zat adiktif (Audri, 2017).

Bahan bakar sangat penting karena sebagai sumber tenaga untuk mesin dapat bergerak. Bahan bakar juga memiliki banyak jenis dari padat, cair, dan gas. Dimana bahan bakar cair atau solar mempunyai banyak macam yaitu solar, dexlite, pertamina dex dan lain-lain. Bahan bakar solar terbentuk dari penyulingan destilasi dari turunan minyak bumi serta di setiap bahan bakar pasti memiliki nilai panas (kalor) yang berbeda-beda, yang akan menyebabkan proses pembakaran tidak ideal karena dari kualitas bahan bakar yang rendah dan akan berdampak meningkatnya konsentrasi pencemaran udara di lingkungan sekitar (Ronaldo Irzon, 2012). Bahan bakar solar mempunyai nilai angka cetana 48 dengan kandungan sulfurnya 2.500 ppm. Dexlite mempunyai angka cetana 51 dengan kandungan sulfurnya 1.200 ppm, sedangkan pertamina Dex memiliki angka cetana 53 dengan kadar sulfur di bawah 300 ppm, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. (Rosdiyanti, Cici, dan Herman Mariadi Kaharmen, 2020). Sebagai sumber tenaga penggerak, bahan bakar motor Diesel sangat digemari oleh masyarakat. Akan tetapi masyarakat menggunakan bahan bakar solar yang memiliki angka cetana rendah. Peran bahan bakar sangat penting dalam proses pembakaran karena dapat mempengaruhi performa mesin secara keseluruhan dan efisiensi pembakaran pada mesin itu sendiri. Berbagai macam cara digunakan untuk meningkatkan nilai cetana bahan

bakar. Karena nilai setana dari bahan bakar merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kesempurnaan pembakaran di dalam mesin. Kunsumen sangat membutuhkan kendaraan dengan kinerja mesin yang optimal dan irit bahan bakar.

Dari emisi gas buang berbahaya akan memunculkan dampak-dampak yang kurang baik terhadap lingkungan hidup. Efek samping yang di timbulkan berasal dari gas buang kendaraan mobil dari hasil sisa pembakaran, sekitar 15 % merupakan Hidrokarbon (HC) dan hampir 60 % polutan yang di dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) serta sisanya merupakan senyawa lain seperti sox, nox, dan partikel lainnya. Zat-zat tersebut sangat berbahaya pada kesehatan manusia antara lain dapat menyebabkan gangguan ispa, batuk dan lain-laian (Ismiyati, Devi Marlita dan Deslida Saidah. 2014) .

Maka untuk mendapat unjuk kerja mesin yang optimal dan mengurangi emis gas buang bisa dengan cara mencampurkan bahan bakar solar dengan Diesel Treatment. Dimana Diesel Treatment dapat menambahkan angka setana sehingga proses pembakaran semakin sempurna. Kandungan Diesel Treatment itulah yang dapat di manfaatkan untuk penghemat bahan bakar minyak dan meningkatkan performa mesin. Menurut penelitian sebelumnya (Audri, 2017) yang meneliti tentang pengaruh pemberian aditif terhadap persentase mesin Diesel OM 444 LA”. Pengujian dilakukan dengan penambahan zat aditif secara bervariasi, yaitu 5 ml aditif : 2.500 ml bahan bakar solar, 7,5 ml aditif : 2.500 ml bahan bakar solar, 12,5 ml aditif :2.500 ml bahan bakar solar, 17,5 ml aditif : 2.500 ml bahan bakar solar. Data yang di dihasilkan ialah, kosumsi bahan bakar terendah terjadi pada pembakaran zat aditif 12,5 ml yaitu sebesar 5,76 l/h. kemudian daya terbesar di dapat pada penambahan zat aditif 12,5 ml daya yang di dihasilkan sebesar 16,82 Kw.

Maka dari itu penulis melakukan peneliti, yaitu: “Analisa Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Mobil Toyota Fortuner”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini di rumuskan beberapa masalah, sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang dari Mobil Toyota Fortuner ?
2. Berapakah campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar yang memiliki unjuk kerja dan emisi gas buang paling balik pada mobil Toyota fortuner ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan, sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan pengaruh campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang dari mobil toyota fortuner
2. Untuk mendapatkan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar yang memiliki unjuk kerja dan emisi gas buang yang paling baik pada mobil toyota fortuner.

1.4 Batasan Masalah

Agar di dapat hasil yang baik maka di dalam penulisan ini perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah ini adalah untuk menyederhanakan permasalahan agar dapat memberikan arahan pemahaman secara mudah dalam penulisan ini batasan permasalahan yang diambil adalah :

1. Tidak melakukan pengujian terhadap angka cetane dan unsur - unsur kimia yang terkandung dalam bahan bakar campuran Diesel Treatment dengan solar.
2. Putaran mesin yang di gunakan adalah pada saat pengujian 5000 rpm.
3. Pengujian unjuk kerja di lakukan dengan menggunakan Dinamometer.
4. Pengujian emisi gas buang di lakukan dengan menggunakan gas Analyzer.
5. Pengujian ini menggunakan mesin mobil Toyota fortuner.
6. Pengujian ini dilakukan pada waktu 10 menit.

1.5 Sistematikan Penulisan

Untuk memproses gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapai penguraiannya sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

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

Bab II Landasan Teori

Bab ini berisikan tentang teori-teori pendukung dan persamaan-persamaan yang di gunakan dalam menganalisa unjuk kerja dan emisi gas buang pada motor bakar.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah yang di lakukan pada penelitian tugas akhir ini.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

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

Bab V Kesimpulan dan Saran

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

Daftar pustaka

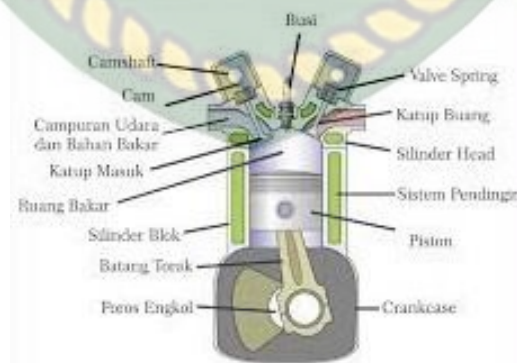
Lampiran

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum Motor Bakar

Motor bakar merupakan jenis motor yang banyak digunakan saat ini untuk mengubah suatu energi panas menjadi energi mekanis. Energi tersebut diperoleh dari hasil pembakaran di dalam ruang bakar. Motor bakar dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bakar pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) dan motor bakar pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Motor bakar pembakaran dalam adalah motor yang melakukan proses pembakarannya di dalam silinder dan gas hasil pembakaran yang terjadi berfungsi sebagai fluida kerja. Sedangkan untuk motor bakar pembakaran luar adalah motor yang melakukan pembakarannya di luar silinder dan energi panas dari gas pembakaran dipindahkan ke fluida mesin melalui beberapa dinding pemisah, contohnya ketel uap (Wiranto, 1975)

Di motor bakar torak, dorong piston bergerak translasi di dalam silinder dihasilkan dari gas hasil pembakaran campuran bahan bakar, gerakan translasi dari piston itu juga diteruskan oleh batang penggerak ke poros engkol menjadi gerakan rotasi. Adapun komponen utama dari motor bakar adalah : cylinder, piston, connectingrod, crankshaft, crankcase, (Mursalin, 2017)



Gambar 2.1 Komponen Motor Bakar

(Sumber : Muhammad Reza Furqoni.2022)

2.2 Klasifikasi Motor Bakar

Motor bakar dapat di golongkan menjadi beberapa hal (Mursalin 2017), yaitu:

1. Berdasarkan langkah kerja, meliputi :

a. Motor bakar 4 langkah

Di motor 4 langkah untuk menyelesaikan 1 kali usaha dalam 2 kali putaran poros engkol atau 4 langkah piston. Jadi dalam 4 langkah itu telah mengadakan proses hisap, penekanan, kerja, dan buang.

b. Motor bakar 2 langkah

Untuk motor 2 langkah hampir sama dengan siklus 4 langkah, perbedaannya motor 2 langkah menyelesaikan 1 kali usaha dalam 1 kali putaran poros engkol atau 2 langkah piston dan pada proses pembilasan. Proses pembilasan adalah proses pembuangan dan pemasukan bahan bakar kedalam lubang silinder secara bergantian.

2. Berdasarkan tempat pembakaran, meliputi

a. Mesin pembakaran luar (*Eksternal Combustion Engine*)

Mesin yang proses pembakannya di lakukan di luar mesin. Dalam prosesnya. Energi panas dalam bahan bakar di pindahkan menjadi energi aliran fluida melalui gas hasil pembakaran, misalnya proses pembakaran di dalam ketel uap.

b. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*)

Dalam proses pembakaran bahan bakar yang terjadi di dalam mesin kalaor yang di peroleh dari gas pembakaran ini langsung berfungsi sebagai fluida pada mesin kalor tersebut. Contohnya adalah motor bakar torak.

3. Berdasarkan sistem penyalan, meliputi :

a. Motor Bensin

Atau *Spark Ignition Engine* yaitu sebuah penggerak mula sebabnya motor bensin banyak di pakai pada bidang otomotif. Di mana penyalan pencampuran udara dan bahan bakar dalam silinder di lakukan dengan loncatan bunga api listrik di antara kedua elektroda *Spark plug*.

b. Motor Diesel

Di sebut juga *Comopression Ignition Engine* yaitu motor bakar di mana penyalaan pencampuran udara dan bahan bakar dalam silinder di lakukan melalui udara panas (bertemperatur dan bertekanan tinggi) yang telah di kompersikan dalam ruang bakar.

4. Berdasarkan siklus kerja, meliputi :

a. Siklus Otto

Yaitu suatu motor bakar di mana proses pembakaran bahan bakarnya berlangsung pada volume konstan.

b. Siklus Diesel

Yaitu suatu motor bakar di mana proses pembakar bahan bakarnya berlangsung pada tekanan konstan, serta proses pembuangan kalor berlangsung pada volume konstan.

c. Siklus Gabungan

Di mana pada siklus ini masuknya kalor dalam volume konstan maupun pada tekanan konstan.

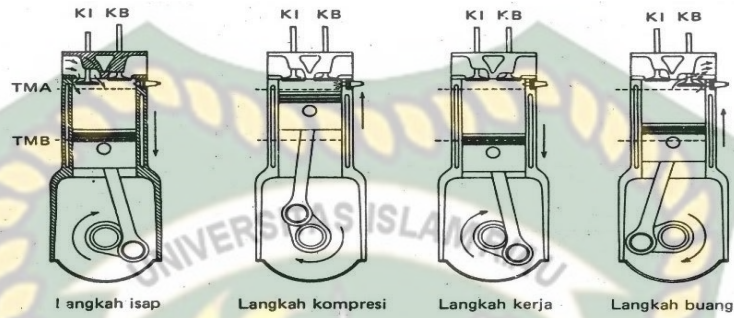
2.3 Gambaran Umum Motor Bakar Diesel

Menurut (Wiranto, 1975) mesin Diesel adalah jenis motor pembakaran dalam dengan karakteristik utama yang berbeda dari motor bakar yang lain, yaitu terletak pada motode pembakran bahan bakarnya.

Torak (piton) yang bergerak secara translasi/bolak-balik di dalam silinder mengkompresikan udara sehingga menaikkan temperatu dan tekana, kemudian bahan bakar di kabutkan kedalam ruang bakar, karena suhu dan tekana yang sangat tinggi menyebabkan bahan bakar yang di kabutkan oleh *nozzle* akan terbakar dengan sendirinya (*Compression Ignition Engines*) dan terjadilah proses ekspansi yang mendorong piston. Tenaga dari piston di terukan oleh batang piston menuju pros engkol, gerak translasi di rubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol tersebut.

2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar Diesel 4 Langkah

Motor diesel empat langkah bekerja bila melakukan empat kali gerakan (dua kali putaran engkol) menghasilkan satu kali kerja. Secara skematis prinsip kerja motor diesel empat langkah dapat di lihat pada gambar 2.3 di bawah ini :

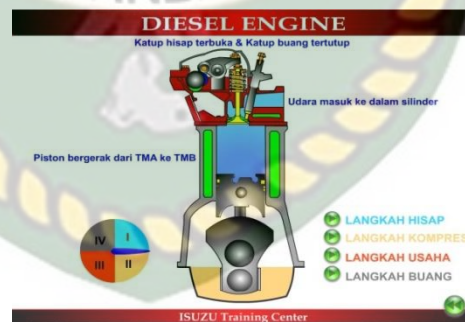


Gambar 2.2 prinsip kerja motor bakar diesel

(sumber: Taufiqullah.2021)

Masing-masing kerja motor bakar 4 langkah di jelaskan di bawah ini :

1. Langkah Isap



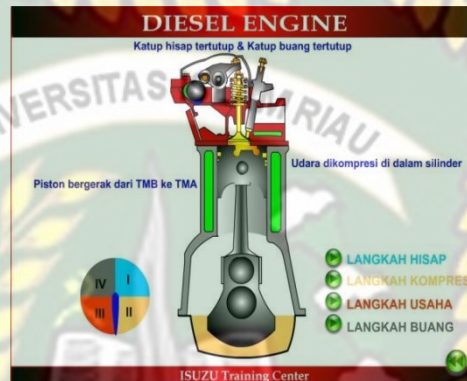
Gambar 2.3 Langkah Isap

(sumber : Juliandi dan suandy. 2017)

Di mana piston beralih dari TMA ke TMB dengan katup isap terbuka dan katup buang tertutup. sewaktu piston berpindah ke bawah tekanan di ruang bakar menjadi vakum terjadilah perbedaan tekanan udara akan

berpindah dan berbaur dengan bahan bakar. Seterusnya campuran udara dengan bahan bakar tersebut melalui katup masuk yang terbuka bergerak masuk kedalam silinder.

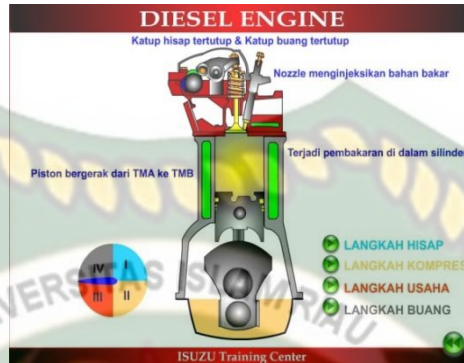
2. Langkah Kompresi



Gambar 2.4 Langkah Kompresi
(sumber : Juliandi dan suandy. 2017)

Di langkah penekanan ini torak berpindah dari TMB Ke TMA dengan kedua katup tertutup. Dengan terjadinya proses kompresi, udara serta bahan bakar yang tercampur menjadi padat sehingga tekanan dan suhunya akan naik. Beberapa saat sebelum torak berada TMA terjadi proses penyalaan terhadap campuran bahan bakar yang telah terkompresi pada saat itu busi pijar akan memercikan api sehingga terbentuk lah proses pembakaran.

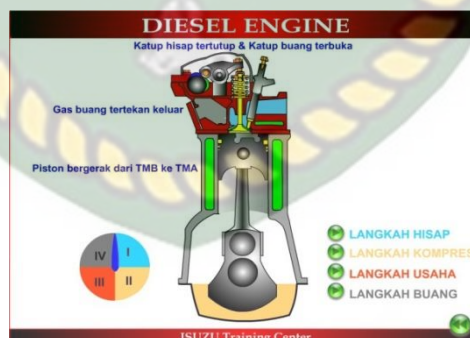
3. Langkah Kerja



Gambar 2.5 Langkah Kerja
(sumber : Juliandi dan suandy. 2017)

Pada saat langkah ini kedua katup dalam kondisi tertutup, karena terjadi transformasi dari energi kimia menjadi energi gerak dan gas sisa yang menyebabkan torak terdorong dari TMA ke TMB. Gerakan torak ini akan mengakibatkan berputarnya poros engkol sehingga membuahkan gaya

4. Langkah Buang



Gambar 2.6 Langkah Buang
(sumber : Juliandi dan suandy. 2017)

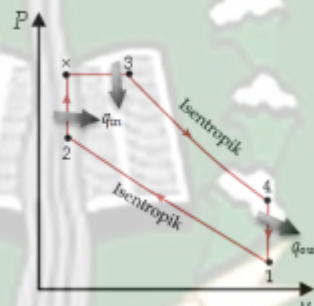
Di langkah ini torak beralih dari TMB ke TMA dengan keadaan katub buang terbuka serta katup masuk tertutup. Sewaktu torak mulai bergerak naik dari TMB, torak mendorong gas sisa pembakaran yang masih

tertinggal keluar melalui katup buang dari saluran buang kelilingkungan. Setelah langkah ini maka motor torak telah memenuhi 1 siklus dalam silinder. Seterusnya akan kembali lagi ke langkah awal isap untuk siklus seterusnya.

2.5 Siklus Motor Diesel

2.5.1 Siklus Dual

Siklus dual biasanya di gunakan pada mesin Diesel putaran tinggi. Proses thermodinamika dan kimia yang terjadi di dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk di analisa menurut teori. Untuk memudahkan analisa tersebut dapat dilihat pada diagram p-v di bawah.



Gambar 2.7 Diagram p-v Siklus Dual
(Sumber : wijaya. 2019)

Keterangan :

0-1: Langkah hisap, di mana volume berubah sedangkan tekanan konstan.

1-2: Langkah kompresi isentropik, tekanan meningkat dan volume mengecil.

2-3a: Proses pembakaran kalor pada volume konstan.

3a-3: Proses pemasukan kalor pada tekanan konstan.

3-4: Langkah tenaga atau ekspansi, dimana tekanan menurun dan volume meningkat.

4-1: Proses pembuangan kalor dimana tekanan menuru sedangkan volume konstan.

1-0: Langkah buang, terjadi pada tekanan konstan sedangkan torak bergerak dari TMB Ke TMA.

2.5.2 Siklus Sebenarnya

Dalam kenyataan tidak ada siklus ideal, karena dalam setiap gerak torak terjadi kehilangan kalor akibat pendinginan dan keausan torak, tetapi boleh dikatakan hampir mendekati ideal. Siklus sebenarnya bisa kita lihat pada diagram p-v di bawah ini.



Gambar 2.8 Diagram P – V Sebenarnya

(sumber : wijaya. 2019)

Keterangan :

1. Langkah Hisap (0-1)

20° sebelum torak mencapai TMA katup hisap sudah mulai terbuka dan 10° setelah TMA katup buang tertutup. Torak bergerak dari TMA menuju TMB sehingga tekanan silinder sedikit lebih rendah dari tekanan udara di luar, udara masuk kedalam silinder melewati katup hisap.

2. Langkah Kompresi (1-2)

Bergeraknya torak dari TMB menuju TMA menyebabkan ruang dalam silinder mengecil, katup hisap menutup pada 20° setelah TMB, sehingga pada langkah ini kedua katup tertutup. Tekanan naik sampai $\pm 30 \text{ kg/cm}^3$ dan temperaturnya 550°C .

3. Langkah Pembakaran (2-3)

Pembakaran di mulai dari titik 2 bahan bakar di masukan ke dalam silinder berangsur-angsur selama 10% dari langkah, setelah bahan bakar bersentuhan dengan udara yang sangat panas, maka mulai terjadi pembakaran dengan temperatur yang naik menjadi $1200\text{-}1600^\circ\text{C}$.

4. Langkah Usaha/Ekspansi (3-4)

Setelah pembakaran bahan bakar selesai pada titik 3, piston bergerak dari TMA menuju TMB gerakan translasi piston di terukan oleh batang piston untuk di ubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol dan menghasilkan kerja. Pada langkah ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.

5. Langkah Buang (4-0)

35° sebelum torak mencapai TMB katup buang terbuka, dimana pada saat itu tekanan gas masih kurang lebih 2 atm dan gas-gas sisa pembakaran mengalir keluar. Torak bergerak dari TMB ke TMA dengan mendorong gas sisa pembakaran keluar silinder.

2.6 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu material dengan suatu jenis energi yang bisa di ubah menjadi energi berguna lainnya. Nyaris semua jenis bahan bakar yang beredar di pasaran berwal dari minyak bumi dengan turunannya yang selanjutnya di proses menjadi berbagai jenis bahan bakar. Di dalam reaksi pembakaran bahan itu sangat penting yang terjadi di silinder. Bahan bakar

yang akan di gunakan mesin kalor harus mencapai patokan bentuk fisik dan karakter komposisi, antara lain :

1. Memiliki nilai bahan bakar
2. Kerapatan energi yang besar
3. Tidak berbahaya
4. Kesetimbangan kalor
5. Memiliki rendah emisi
6. Mudah di gunakan dan penyimpanan

Sebaliknya karakter natural dari bahan bakar yaitu :

1. *Volatility* adalah daya menguap dari bahan bakar pada suhu tertentu dalam reaksi destilasi.
2. Titik hidup adalah suhu tertentu di mana bahan bakar dapat menyala dengan sendirinya tanpa bantuan tempas api.
3. Gerafitasi spesifik, adalah analogi bobot jenis bahan bakar terhadap referensi tertentu (terhadap berat jenis air atau pun udara).
4. Nilai nyala, adalah kuantitas energi yang terdapat pada bahan bakar.

Bahan bakar yang di pakai dalam motor torak terdapat 3 macam menurut wujudnya, yaitu cair, gas, serta padat. Bahan bakar cair berasal dari hasil desalinasi minyak mentah bumi, bahan bakar gas pada dasarnya berasal dari gas bumi sebaliknya bahan bakar padat dasarnya berupa batu bara. Adapun parameter mendasar yang harus terpenuhi bahan bakar yang akan di pakai dalam mesin kalor yaitu :

1. Reaksi pembakan bahan bakar dalam ruang bakar perlu cepat mungkin dan kalor yang di hasilkan mesti besar.
2. Bahan bakar yang di pakai mesti tidak menghasilkan sedimen setelah reaksi pembakaran, karena akan mengakibatkan kerusakan pada dinding ruang bakar.
3. Gas hasil riaksi pembakaran mestinya tidak berbahaya pada saat di buang ke lingkungan.

2.7 Bahan Bakar Solar

Minyak solar ialah fraksi minyak bumi berwarna kuning coklat yang jernih yang mendidih sekitar 175-370° C dan yang digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Umumnya, solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi. Penggunaan solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1000 rpm), yang juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Minyak solar ini biasa disebut juga Gas Oil, *Automotive Diesel Oil*, *High Speed Diese*.

2.7.1 Kualitas Penyalaan

Kualitas penyalaan bahan bakar solar yang berhubungan dengan kelambatan penyalaan, tergantung kepada komposisi bahan bakar. Kualitas bahan bakar solar dinyatakan dalam angka cetan, dan dapat diperoleh dengan jalan membandingkan kelambatan menyala bahan bakar solar dengan kelambatan menyala bahan bakar pembanding (reference fuels) dalam mesin uji baku CFR (ASTM D 613-86). Sebagai bahan bakar pembanding digunakan senyawa hidrokarbon cetan atau n- heksadekan (C₁₆H₃₄), yang mempunyai kelambatan penyalaan yang pendek dan heptametilnonan (isomer cetan) yang mempunyai kelambatan penyalaan relatif panjang.

2.7.2 Volatilitas

Volatilitas bahan bakar diesel yang merupakan faktor yang penting untuk memperoleh pembakaran yang memuaskan dapat ditentukan dengan uji distilasi ASTM (ASTM D 86-90). Makin tinggi titik didih atau makin berat bahan bakar diesel, makin tinggi nilai kalor untuk setiap galonnya dan makin diinginkan dari segi ekonomi. Tetapi hidrokarbon berat merupakan sumber asap dan endapan karbon serta dapat mempengaruhi operasi mesin. Sehingga bahan bakar diesel harus mempunyai komposisi yang berimbang antara fraksi ringan dan fraksi berat agar diperoleh volatilitas yang baik.

2.7.3 Viskositas

Viskositas bahan bakar solar perlu dibatasi. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar minyak akan menumbuk dinding dan memebentuk karbon atau mengalir menuju ke karter dan mengencerkan minyak karter.

2.7.4 Titik Tuang dan Titik Kabut

Bahan bakar solar harus dapat mengalir dengan bebas pada suhu atmosfer terendah dimana bahan bakar ini digunakan. Suhu terendah dimana bahan bakar solar masih dapat mengalir disebut titik tuang. Pada suhu sekitar 10° F diatas titik tuang, bahan bakar solar dapat berkabut dan hal ini disebabkan oleh pemisahan kristal malam yang kecil-kecil. Suhu ini dikenal dengan nama titik kabut. Karena kristal malam dapat menyumbat saringan yang digunakan dalam system bahan bakar mesin diesel, maka seringkali titik kabut lebih berarti dari pada titik tuang.

2.7.5 Sifat-sifat Lain

Sifat-sifat bahan bakar solar lainnya yang perlu juga diperhatikan ialah kebersihan, kecenderungan bahan bakar untuk memberikan endapan karbon dan kadar belerang. Bahan bakar solar harus bebas dari kotoran seperti air dan pasir. Adanya pasir yang sangat halus yang terikut bahan bakar solar dapat mengakibatkan keausan bagian injektor bahan bakar. Kadar abu dalam bahan bakar merupakan ukuran sifat abrasi bahan bakar.

Kecenderungan bahan bakar solar untuk memberikan endapan karbon dan asap dalam gas buang dapat ditunjukkan dengan uji sisa karbon. Belerang dalam bahan bakar solar dapat mengakibatkan korosi pada sistem injeksi bahan bakar dan setelah pembakaran dapat mengakibatkan korosi pada cincin torak, silinder, bantalan dan sistem pembuangan gas buang.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Bakar Solar

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ASTM/Lain
		Minimum	Maksimum	
Angka Setana		48	-	D 613
Indeks Setana		45	-	D 4737
Berat Jenis Pada 15 °C	Kg/m ³	815	870	D 1298/ D 4052
Viskositas Pada 40 °C	mm ² /s	2.0	5.0	D 445
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0.35	D 2622
			0.30	D 5453
			0.25	D 4294
			0.05	D 7039
			0.005	
Distilasi				D 86
T 90	°C	-	370	
Titik Nyala	°C	52	-	D 93
Titik Tuang	°C	-	18	D 97
Residu Karbon	% m/m	-	0.1	D 4530
Kandungan Air	Mg/kg	-	500	D 1744
Biological Growth ^{*)}	-	Nihil		
Kandungan FAME ^{*)}	% v/v	-	10	
Kandungan Metanol dan Etanol ^{*)}	% v/v	Tak Terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	menit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% m/m	-	0.01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0.01	D 473
Bilangan Asam Kuat	Mg	-	0	D 664
	KOH/g			
Bilangan Asam Total	Mg	-	0.6	D 664
	KOH/g			
Partikulat	Mg/l	-	-	D 2276

Penampilan Visual	-	Jerni dan Terang		
Warna	No ASMT	-	3.0	D 1500
Lubricitry (HFFR wear scar dia @60)	micron	-	460 ⁷)	D 6079

(Sumber : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi)

Kandungan FAME mengacu pada peraturan Menteri ESDM No. 25 Tahun 2013 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri ESDM No. 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Sebagai Bahan Bakar Lain.

Menurut SK Dirjen Migas No.978K/10/DJM/2013 tanggal 19 November 2013 batasan persen pemakaian bahan bakar solar di atur sebagai berikut :

1. Batasan 0.35% setara dengan 3500 ppm, berlaku pada tahun 2015.
2. Batasan 0.30% setara dengan 3000 ppm, berlaku mulai 1 januari 2016.
3. Batasan 0.25 % setara dengan 2500 ppm, berlaku mulai 1 januari 2017.
4. Batasan 0.05% setara dengan 500 ppm, berlaku mulai 1 januari 2021.
5. Batasan 0.005% setara dengan 50 ppm, berlaku mulai 1 januari 2025.
6. Berlaku mulai 1 januari 2016.

Catatan umum:

1. Aditif harus *compatible* dengan minyak mesin (tidak menambah kotoran mesin/kerak) Aditif yang mengandung komponen pembentuk debu (ashforming) tidak diperbolehkan.
2. Pemeliharaan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain,dll).
3. Pelabelan pada pompa harus memadai dan terdeteksi.

2.8 Diesel Treatmant

Diesel Treatmant merupakan formula additive untuk meningkatkan peforma mesin diesel dengan solar kualitas rendah. Ferforma khusus ini di rancang untuk mengikat sulfur,menetralisir kadar air meningkatkan nilai cetan sehingga mesin

diesel yang menggunakan formula ini bersih mulai dari tangki sampai ke sistem pembakarannya.

Hasil yang di dapatkan setelah pemakaian Diesel Treatment :

1. Emisi gas buang rendah/ jadi ramah lingkungan.
2. Tangki lebih bersih dan menghindari korosi yang di sebabkan endapan air di dalam tangki.
3. Pemakaian solar jadi irit.
4. Performa mesin diesel jadi lebih sempurna dan terawat.
5. mendongkrak cetane number untuk pembakaran mesin diesel yang lebih baik.
6. diesel treatment juga umumnya punya aditif sejenis deterjen yang bisa menjaga kebersihan saluran bahan bakar.

2.9 Unjuk Kerja Mesin

Unjuk kerja mesin merupakan kekuatan mesin kalor dalam mengkonversikan energi masuk adalah dari bahan bakar sehingga mengakibatkan tenaga yang bermanfaat. Pada motor torak tidak bisa merubah semua energi bahan bakar hanya menciptakan 25 persen energi di pakai dan daya sebagai akan di gunakan untuk menjalankan asesoris, sentuhan serta yang lainnya tersampingkan sebagai kalor gas sisa dan melewati air penyejuk. Jika di gambar dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak bisa membuat sebuah mesin yang mengkonversikan semua energi kalor yang masuk menjadi tenaga”, (Roharjo dan Karnowo, 2008).



Gambar 2.9 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar

(Sumber : Roharjo dan Karnowo, 2008:93).

Pada dasarnya Torsi sejalan dengan Volume langkah sedangkan Daya sejalan dengan besar torak. Torsi dan Daya mesin atau kekuatan mesin di pengaruhi oleh sebagai aspek, di antaranya rasio komperesi, volume ruang bakar, efektifitas volumetrik, serta mutu bahan bakar. Indikator tersebut relatif harus di pakai oleh motor bakar yang berdaya kerja dengan perbedaan kecepatan kerja dan besar pembebanan. Torsi poros pada kecepatan tertentu menandakan kekuatan untuk mendapatkan aliran bahan bakar pada kecepatan tertentu. Sedangkan Daya tertinggi adalah sebagai kekuatan tertinggi yang bisa di produksi oleh suatu motor bakar. Sementara suatu motor bakar bekerja pada jangka waktu yang lama, maka pemakaian bahan bakar dan juga efektivitas motor bakar menjadi hal yang sangat berpengaruh.

2.9.1 Torsi Mesin

Torsi mesin adalah besar kekuatan mesin untuk menghasilkan kerja, kuantitas torsi adalah total turunan yan bisa di pakai untuk memperkirakan tenaga yang di produksi dari benda yang berputar pada sumbunya, di gunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{\eta_f \times \eta_v \times VI_{HV} \times Q_{HV} \times \rho_a \times (F/A)}{4\pi} (N.m) \dots \dots \dots (pers. 2.1)$$

Dimana

T = Torsi Mesin (N.m)

η_f = Efisiensi Bahan Bakar (%)

η_v = Efisiensi Volumetrik (%)

VI = Volume Langkah Piston (m³)

Q_{HV} = Nilai Panas Bahan Bakar (Kj/kg)

ρ_a = Kerapatan Udara (kg/m³)

F/A = Perbandingan Bahan Bakar dan Udara

(Sumber : Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGram-Hill, Inc).

2.9.2 Daya Poros Efektif (Ne)

Daya sebagai efek dari operasi atau arti lain Daya adalah kerja atau tenaga yang di produksi motor per satuan waktu motor itu sedang bekerja. Daya yang di hasilkan di reaksi pembakaran umumnya di sebut Daya parameter. Daya tadi kemudian di teruskan pada piston yang bergerak bolak-balik di dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar terjadi transformasi energi dari energi kimia bahan bakar dengan reaksi pembakaran menjadi energi gerak pada piston. Sehingga dalam pengukuran tenaga menyertai perhitungan torsi atau gaya serta kecepatan. Penjumlahan di lakukan dengan mealkukan tachometer dan dynamometer atau alat lain memiliki manfaat yang sama. Untuk menghitung besar tenaga pada motor empat langkah di gunakan rumus sebagai berikut :

$$N_e = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60 \times 1000} \text{ (Kw)} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.2})$$

Dimana

Ne = Daya Poros Efektif (Kw)

T = Torsi Mesin (N.m)

n = Putaran Mesin (rpm)

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

2.9.3 Tekanan Efektif Rata-rata (Pe)

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

$$P_e = \frac{6,28 \times n_R \times T}{V_l} \times 10^{-3} \text{ (kPa)} \dots\dots\dots(\text{Pers. 2.3})$$

Dimana

Pe = Tekanan Efektif Rata-rata (kPa)

T = Torsi Mesin (N.m)

n_R = Jumlah Putaran Poros Engkol Dalam 1 Kali Siklus

V_l = Volume Langkah Piston (m^3)

(Sumber : Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGraw-Hill, Inc).

2.9.4 Konsumsi Bahan Bakar (M_f)

Pemakaian bahan bakar dapat di hitung untuk menentukan waktu di butuhkan oleh motor bakar untuk pemakaian bahan bakar dalam satuan volume yang di pengaruhi oleh massa jenis bahan bakar tersebut, konsumsi bahan bakar di hitung dengan sebagai berikut :

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

Dimana

M_f = Konsumsi Bahan Bakar yang di Butuhkan (kg/jam)

V_{bb} = Volume Bahan Bakar (m^3)

ρ_{bb} = Kerapatan Bahan Bakar (kg/m^3)

T = Waktu Untuk Pemakaian Bahan Bakar (s)

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

2.9.5 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (B_e)

Dalam kinerja motor, penggunaan bahan bakar spesifik merupakan ukuran bagai mana motor memakai bahan bakar yang tersedia secara sfisien untuk memproduksi tenaga, yang di nyatakan sebagai kecepatan arus massa bahan bakar per satuan keluar Daya . maka pemakaian bahan bakar di ukur sebagai kecepatan arus massa bahan bakar persatuan waktu. Penggunaan bahan bakar spesifik adalah indikasi efektifitas mesin dalam memproduksi tenaga dari reaksi pembakaran. Pemakaian bahan bakar di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Be = \frac{M_f}{N_e} \left(\frac{kg}{jam} \cdot kw \right) \dots\dots\dots(Pers. 2.5)$$

Dimana

Be = Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/jam .Kw)

M_f = Konsumsi Bahan Bakar yang di Butuhkan (kg/jam)

N_e = Daya Poros Efektif (Kw)

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

2.9.6 Efisiensi Keseluruhan (η_k)

Efisiensi keseluruhan menyatakan perbandingan antara daya poros yang di hasilkan terhadap daya bahan bakar yang di perlukan untuk jangka waktu tertentu.

Sebelum mencari efisiensi keseluruhan, terlebih dahulu mencari nilai daya bahan bakar menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_{B.bakar} = M_f \times LHV_{bb} (Kw) \dots\dots\dots(Pers. 2.6)$$

Dimana

$N_{B.bakar}$ = Daya Masuk dari Bahan Bakar (kW)

M_f = Konsumsi Bahan Bakar yang di Butuhkan (kg/jam)

LHV_{bb} = Nilai Kalor Bahan Bakar Terendah (kj/kg)

Setelah daya masuk bahan bakar di ketahui, maka dapat di lanjutkan untuk menghitung efisiensi keseluruhan, maka efisiensi keseluruhan adalah :

$$\eta_k = \frac{N_{Poros} \times 3600}{N_{B.bakar}} \times 100\% \dots\dots\dots(Pers. 2.7)$$

Dimana

η_k = Efisiensi Keseluruhan %

N_{Poros} = Daya Poros Efektif (kw)

$N_{\text{B.bakar}}$ = Daya Masuk dari Bahan Bakar (kw)

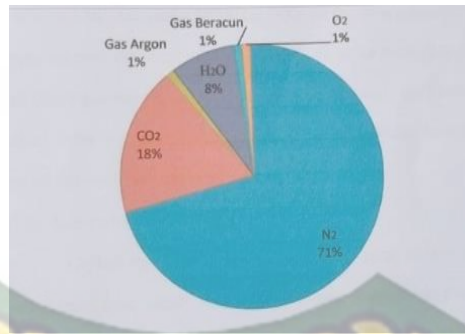
LHV_{bb} = Nilai Kalor Bahan Bakar Terendah (kj/kg)

(Sumber : Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion engine Fundamentals*.
New York : McGram-Hill, Inc).

2.10 Emisi Gas Buang

Gas sisa yang timbul akibat sisa dari reaksi pembakaran campuran udara serta bahan bakar di ruang bakar alat transportasi, dan dilepas melewati system pembuangan, atau defenisi lain yaitu emisi gas sisa yang di produksi dari reaksi pembakaran udara serta bahan bakar terbentuk dari komposisi gas yang berbeda besar adalah pengotoran bagi alam sekitar. Tinggi emisi gas sisa pada mobil solar sejalan dengan besarnya pemasukan banyaknya campuran bahan bakar dan udara. Dapat di simpulkan bahwa semakin kaya campuran udara serta bahan bakar maka akan semakin tinggi pemfokusan CO,NOx serta asap, sementara semakin rendah campuran udara serta bahan bakar maka pemfokusan CO,NOx serta asap akan tetapi HC cukup terjadi peningkatan.

Dalam proses pembakaran sebenarnya, di upayakan agar tidak memproduksi gas CO karena berkarakteristik toksin. Reaksi pembakaran ideal pada motor bakar sangat susah di peroleh sehingga, gas-gas sisa pembakaran yang beracun seperti HC, SOx, CO, NOx, dan, Pb. Gas sisa pada dasarnya terdiri dari gas yang tidak bercampur H₂O, N₂, serta CO₂. Beberapa kecil adalah gas beracun seperti HC, CO serta NOx Gas sisa dengan berkarakter toksin yang di hasilkan oleh transportasi alat transportasi mobil.



Gambar 2.10 Persentase Kandungan Emisi Diesel

(Sumber : Arifin dan Sukoco, 2009:34)

Sebagian besar gas sisa berkomposisi dari 72 persen N₂, 18,1 Persen CO₂, 8,2 Persen H₂O, 1,2 Persen gas argon, 1,1 persen O₂ dan 1,1 Persen gas toksin yang terdiri dari 0,13 persen NO_x, 0,09 persen HC dan 0,9 persen CO (Arief dkk. 2016.)

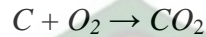
Akan tetapi kegunaan dari gas buang yang bagus tidak hanya untuk daerah sekitar, melainkan juga untuk alat transportasi itu sendiri. Kendaraan yang efektif, berdaya serta hemat bahan bakar. Dari hasil pengukuran Emisi, akan teranalisa persoalan apa saja yang terjadi di mesin alat transportasi. Contohnya apabila kadar oksigen dari 2,5 % lalu peluang terjadinya persoalan pada campuran bahan bakar serta udara yang tidak sesuai, jalur intake yang berlubang atau pun reaksi pembakaran yang tidak ideal dan seterusnya.

Sedangkan Negara-negara yang mempunyai kriteria emisi gas sisa alat transportasi yang selektif, ada 5 unsur dalam gas sisa alat transportasi yang akan di uji antara lain komposisi HC, NO_x, CO serta O₂. Sebaliknya pada Negara-negara yang patokan emisinya tidak terlalu selektif, Cuma menguji 4 unsur yang tersipan dalam gas sisa yaitu komposisi HC, CO, CO₂ serta O₂ (Imam, 2017). 2 gas terakhir tidak menjadi polutan tetapi terus di kendalikan karena menjadi parameter efektifitas bahan bakar.

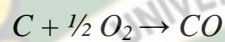
2.10.1 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas toksin yang terbuat dari reaksi pembakaran tidak ideal. Reaksi pembakaran yang tidak ideal tersebut mengakibatkan rendahnya suplay oksigen yang mengalir kedalam silinder

sehingga pencampuran udara tidak mencukupi AFR stoikiometri pembakaran atau maupun karena rendahnya waktu yang tersaji untuk menyempurnakan reaksi pembakaran. Asap mesin adalah penyebab mendasar atas karbon monoksida di kota besar. Apabila karbon pembakar ideal maka memproduksi reaksi yaitu :



Apabila oksigen yang di perlukan dalam reksi pembakaran tidak memadai maka akan memproduksi CO serupa pada reaksi berikut :



“Emisi karbon monoksida (CO) dapat di kendalikan dari pembakaran internal mesin terutama rasio bahan bakar dengan udara. Tingkat emisi gas buang CO dari penyalain mesin umum bergantung oleh jenis bahan bakar” (Heywood, 1988 :592).

Data menjelaskan sekitar 60 % kontaminasi udara di jalan raya di akibatkan karena benda berjalan atau kendaraan umum yang berbahan bakar solar mendasar berawal dari metro mini atau bus kota. Susunan CO adalah peran dari perbandingan keperluan bahan bakar serta udara dalam rekasi pembakaran dalam silinder. Campuran yang selaras antara bahan bakar serta udara apa lagi yang berlaku pada alat transportasi yang memakai turbochager adalah peralatan langkah rendahkan gas CO. karbon monoksida yang besar di berbagai daerah dapat menyebabkan susutnya berat jenis dan tingginya jumlah kematian bayi serta radang otak.

2.10.2 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon adalah susunan kimia dari hidrogen serta karbon. Akibat menojolnya gas hidrokarbon adalah seputar dinding-dinding silinder yang bersuhu rendah di mana suhu itu bisa melaksanakan reksi pembakaran, seperti yang terjadi dampak adanya kedua katup sama-sama terbuka jadi ada gas pembasuh. Susunan hidrokarbon adalah susunan bahan bakar bensin, maka setiap HC yang di peroleh di gas sisa mesin menerapkan adanya bahan bakar yang tidaak menyala dan terlewat

bersama sisa pembakaran. Adanya suatu susunan hidrokarbon terbuka ideal (bergabung dengan oksigen) maka produksi proses pembakaran tersebut adalah air serta karbon dioksida.

Berupa perbandingan bahan bakar dengan udara *AFR* sudah sesuai dan ditujukan oleh rancangan silinder motor bakar saat ini yang sudah hampir sempurna, hanya saja beberapa dari bensin seakan-akan stasioner dapat “menyelinap” dari nyala saat terjadi reaksi pembakaran dan menghasilkan emisi HC dalam gas sisa di butuhkan kata lisator untuk memperlambat reaksi pembakaran dengan oksigen menjadi H_2O serta CO_2 .

HC yang terdapat di gas sisa adalah dari merupakan bahan bakar yang tidak habis terreaksi dalam pembakaran. HC di hitung dalam suatu ppm. Heywood, (1988: 601) menerapkan bahwa susunan terbentuknya emisi hidrokarbon adalah sebagai berikut :

Empar asumsi susunan struktur pembentukan emisi HC pada saat reaksi pembakara terjadi antara lain ;

1. Setelah proses pembakara meninggalkan lapisan pencampuran udara serta bahan bakar yang tidak bereaksi di dinding silinder.
2. Tidak habisnya udara serta bahan bakar terbakar pada reaksi pembakar di ruang bakar.
3. Penyerapan uap bahan bakar kelapisan minya pada dinding silinder dalam langkah hisap dan kompresi.
4. Pembakaran tidak ideal sebagian kecil terjadi bila kualitas pembakaran yang miskin contohnya, pada waktu pengapian tidak dapat di atur secara memadai.

2.10.3 Karbon Dioksida (CO_2)

Gas karbon dioksida yaitu gas sisa yang tidak berbau serta berwarna, gampang berbau dalam air. Gas CO_2 yang dapat mengakibatkan pemanasan dunia, karena hutan yang dapat menghisap CO_2 sudah semakin berkurang (Ellyanie, 2011). Atau karbon dioksida adalah produksi

pembakaran yang di capai dari proses pembakaran, karena pada umumnya semakin tinggi CO₂ yang di peroleh maka semakin efisien operasi motor. Maka semakin maksimal nilai CO₂ mengendalikan bahan kemampuan pembakaran tidak ideal dan menandakan pula tidak optimal.

Karbon dioksida adalah dampak terbesar sejalan dengan makmuran industri serta teknologi otomotif yang berakibat pada kesehatan manusia. Pemfokusan CO₂ menandakan terjadi keadaan reaksi pembakaran di silinder, semakin kaya maka semakin ideal. Saat AFR berada dalam angka baik, emisa CO₂ berkisar antara 15% - 12%. Apabila AFR terlalu kecil atau terlalu banyak, yang terjadi gas CO₂ akan anjok. Apabila CO₂ di posisi di bawah 12%, lalu kita mesti melihat senyawa lainnya yang menandakan apakah AFR terlalu besar atau terlalu kecil. Harus di ingat bahwa dasar dari CO₂ ini hanya silinder dan CCm (*Catalytic Converter*). Lalu CO₂ terlalu miskin tetapi HC serta CO normal, menandakan adanya rembesan di kenalpot. Persentase karbon dioksida dalam gas sisa di pakai sebagai penanda akan idealnya pembakaran.

2.10.4 Oksigen (O₂)

Oksigen adalah susunan gas di otometik yang tak berbau serta berwarna. Di dalam reaksi pembakaran dalam 3 macam yang harus di cakupi antara lain panas atau api, bahan bakar dan oksigen. Dasar oksigen yaitu dari udara, yang mana memerlukan paling sedikit sekitar 15% volume oksigen di dalam udara biar berlangsungnya reaksi pembakaran. Udara yang baik di dalam atsmosfir kita terdiri dari 21% oksigen. Di dalam proses pembakaran pasti ada oksigen yang tidak di ikut terbakar di dalam mesin dan ikut terbuang bersama-sama senyawa gas buang yang lain.

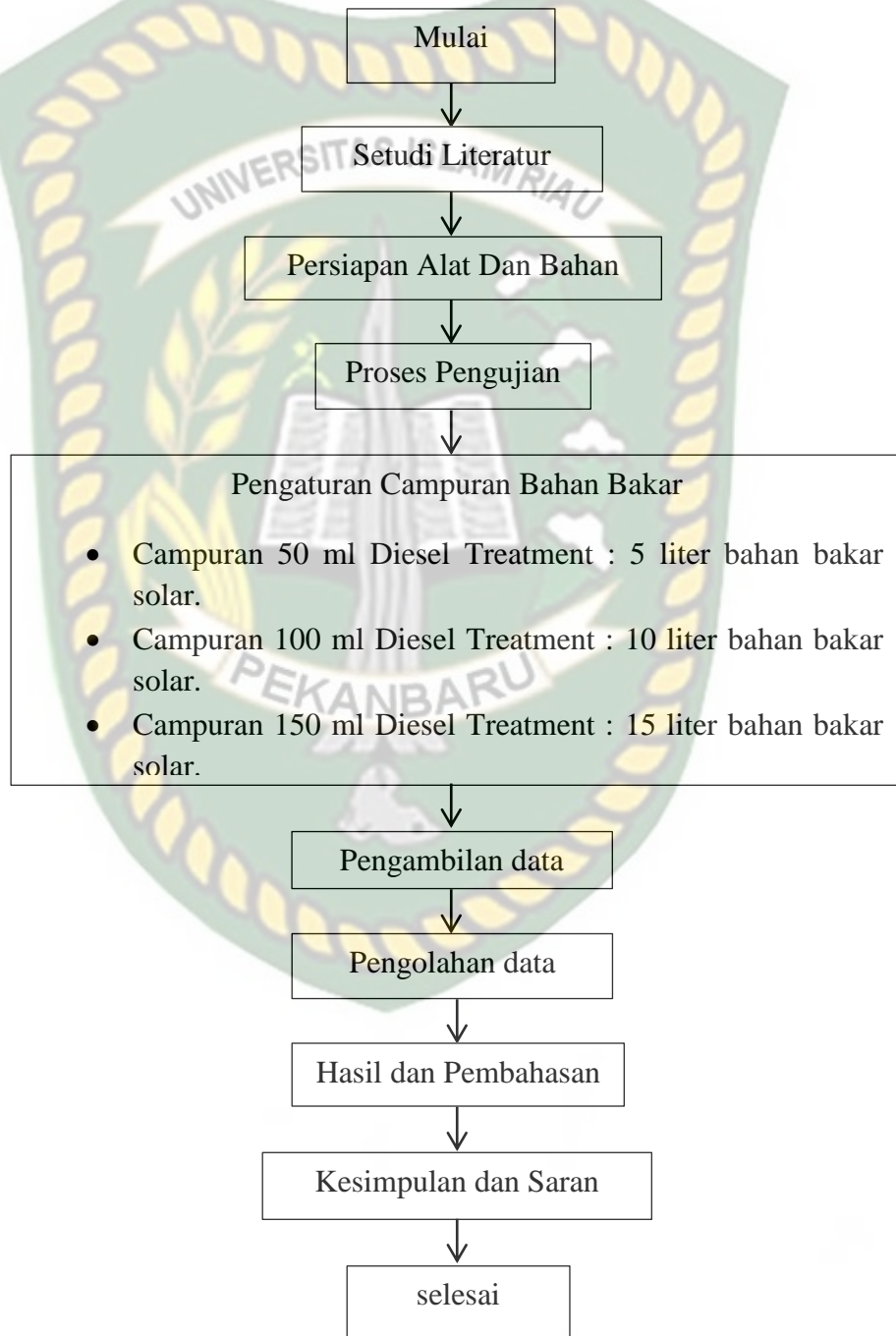
Di dalam uji emisi pemfokusan dari gas sisa mesin berlawanan dengan pemfokusan CO₂. Untuk menghasilkan reaksi pembakaran yang ideal, maka nilai oksigen yang mengalir ke silider harus mencukupi di setiap senyawam hidrokarbon. Dalam silinder, pencampuran bahan bakar serta udara dapat terbakar ideal adaikan bangundari silinder tersebut

membusur serta bagus. Keadaan ini memungkinkan senyawa bahan bakar dan dapat mudah cocok untuk berproses dengan ideal di reaksi pembakaran. Tapi silinder tidak dapat bagus membusur dan lembut sehingga mengharuskan senyawa bahan bakar seakan-akan ngumpet dari senyawa oksiges dan menghasilkan reaksi pembakaran tidak terjadi dengan ideal. Untuk menekan emisi HC, lalu di perluakan cukup tambahan udara untuk meyakinkan bahwa semua senyawa bahan bakar dapat “bertemu” dengan senyawa oksigen untuk memproses dengan baik. Ini berarti AFR 14,7 :1 atau $\lambda = 1,00$ bahwasannya yaitu keadaan yang sedikit miskin, ini lah yang menghasilkan oksigen dalam gas sisa akan bernilai antara lain 1% - 0,5%. Wajarnya pemfokusan oksigen di dalam gas sisa yaitu antara 1,2% atau lebih rendah bahkan 0%. Lalu kita arus selektif apabila pemfokusan oksigen sampai 0% ini memandakan hingga semua oksigen dapat di peroleh semua dalam reaksi pembakaran ini dapat dalam bahwa AFR condong tinggi. Dalam keadaan demikian, meskipun pemfokusan oksigen akan sejalan dengan besarnya emisi CO.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir berfungsi sebagai alur dalam penelitian, proses ini di gambarkan seperti *flowchart* gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian analisa pengaruh variasi campuran Diesel treatment dengan bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada mobil Toyota fortuner untuk pengujian unjuk kerja di laksanakan di bengkel MBS Motor Sport jl. paus, bukit raya, pekanbaru (pengujian dengan Dynamometer) dan pengujian emisi gas buang di laksanakan di Laboratorium Teknik mesin, universitas islam riau, pekanbaru (pengujian dengan Gas Analyzer).

3.3 Alat dan Bahan

Ada pun alat dan bahan yang di gunakan pada saat penelitian antar lain :

3.3.1 Alat

1. Mobil Toyota Fortuner

Spesifikasi mesin Toyota fortuner

Engine Mode	: Fortuner 2.4 VRZ 4 x 2 A/T
Isi Silinder	: 2.393 cc
Diameter x Langkah	: 98 x 92 mm
Jumlah Silinder	: 4
Torsi Maksimal	: 294.2 Nm @ 5000 rpm



Gambar 3.2 Mobil Toyota Fortuner

2. Dynamometer

Berdasarkan daya torsi dan putaran poros yang di hasilkan oleh mesi di ukur dengan menggunakan alat Dynamometer. Adapun alat dan spesifikasi dynotest dapat di lihat pada gambar 3.3.

- Nama : Leadsdyno
- Model : SportDyno-Ver
- Serial No : 3-AUG-2020
- *Displacement compensation* : ISO 1585



Gambar 3.3 dynotest

3. Stopwatch

Alat yang di gunakan untuk mengukur waktu yang di perlukan oleh mesin untuk menghabiskan bahan bakar untuk jumlah tertentu. Waktu yang di perlukan ini di ukur dalam satuan detik seperti pada gambar 3.4 sebagai berikut :



Gambar 3.4 Stopwatch

4. Gelas ukur

Untuk mengukur banyaknya pemakaian bahan bakar pada waktu pengujian di gunakan gelas ukur. Gelas ukur yang di gunakan yaitu gelas ukur yang berkapasitas 1 liter, yang dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Gelas Ukur

5. Blower

Blower berfungsi sebagai penambahan udara pada saat pengujian berlangsung agar panas pada mesin tidak berlebihan atau over heating, yang dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Blower

6. Tachometer

Untuk mengukur putaran dimesin pada saat pengujian dapat menggunakan ini dengan satuan untuk putaran mesin adalah rpm, untuk alat uji rpm tester dapat di lihat pada gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.7 Tachometer

7. Gas Analyzer

Alat ini di gunakan untuk mengukur senyawa dari sisa-sisa gas pembakaran mesin yang keluar melalui kenalpot. Untuk alat gas analyzer ini dapat di lihat pada gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.8 Gas Analyzer

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Diesel Treatment

Diesel treatment di gunakan untuk meningkatkan sifat-sifat dasar tertentu yang telah di miliki oleh bahan bakar, yang cara pemakaiannya di masukan langsung kedalam bahan bakar sesuai denagan perbandingan yang telah di tentukan.



Gambar 3.9 Diesel Treatment

2. Bahan Bakar

Bahan bakar yang di gunakan pada pengujian ini yaitu menggunakan bahan bakar solar dengan *cetana number* 48.



Gambar 3.10 Bahan Bakar Solar

3.4 Perosedur pengujian

3.4.1 Persiapan Pengujian

Perlu adanya persiapan sebelum melakukan pengujian agar data yang di dapat dari hasil pengujian merupakan data yang kongkrit. Persiapan yang di lakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan kendaraan mobil yang akan digunakan dan peralatan-peralatan yang mendukung di dalam melakukan pengujian.

- 2) Melakukan pemeriksaan dan menyetingan ulang mobil agar dengan setingan standar serta memastikan kondisi mobil benar-benar pada kondisi prima, agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan perhitungan yang dilakukan minimal mendekati atau mempunyai karakter yang sama.
- 3) Mempersiapkan bahan bakar solar murni dan campuran solar dengan zat Diesel Treatment pada perbandingan 50 ml Diesel Treatment : 5, 10 dan 15 liter bahan bakar solar, 100 ml Diesel Treatment : 5,10 dan 15 liter bahan bakar solar dan 150 ml Diesel Treatment : 5,10 dan 15 liter bahan bakar solar.
- 4) Memasang alat emisi gas buang, pemasangan dilakukan dengan cara memasukan selang analyzer emisi gas buang pada saluran knalpot kendaraan kemudian menghidupkan alat emisi gas buang.
- 5) mengganti alat bahan bakar dari tangki digantikan dengan tempat gelas ukur yang diberi selang dari gelas ukur ke filter solar.
- 6) mempersiapkan alat tulis untuk mencatat hasil pengujian.

3.4.2 Prosedur Pengujian Torsi dan Daya

Pengujian torsi dan Daya memakai alat Dynotest, langkah-langkah menguji kendaraan memakai Dynotest sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan kendaran mobil Toyota Fortuner 2.4 cc
- 2) Membuka kap mesin mobil
- 3) Menaikan mobil di atas dynotest, dan mengatur stoper roda belakang.
- 4) Memasang kabel sensor putaran mesin pada input koin pengapian.
- 5) Mengisi bahan bakar pengujian, lalu menyalakan mesin.
- 6) Menghidupkan mesin selama (± 5 menit) sehingga mendekati suhu kerja mesin, lalu menghidupkan blower.
- 7) Setelah semua persiapan selesai, gas atau membuka *throttle valve* sampai mesin dyno mulai membaca daya dan torsi mesin.
- 8) Menyiapkan data pengukuran daya dan torsi lalu mencetak hasil pengujian berbentuk grafik.
- 9) Mematikan mesin.
- 10) Menguras bahan bakar sampai habis termasuk bahan bakar yang tersisa pada filter solar.

11) Mengulangi langkah 6 sampai langkah 10 dengan jenis bahan bakar yang berbeda.

3.4.3 Prosedur Pengujian Emisi

- 1) Menyiapkan alat-alat yang akan dipakai, bahan bakar solar dan mobil Toyota Fotuner 2.4 cc.
- 2) Membuka kap mesin mobil.
- 3) Mengisi bahan bakar.
- 4) Menghidupkan mesin dan atur putaran mesin sesuai kebutuhan penelitian.
- 5) Menghidupkan tachometer untuk melihat putaran mesin.
- 6) Menghidupkan alat uji Gas Analyzer.
- 7) Menunggu sampai display pada alat tersebut menampilkan “GAS READY”.
- 8) Setelah kondisi tersebut tercapai, masukan pipa *input exhaust* Gas Analyzer kedalam pipa knalpot.
- 9) Menekan tombol “MEAS” pada alat Gas Analyzer dan akan muncul angka pada display. Tunggu beberapa saat sampai angka yang di tunjukan pada display stabil.
- 10) Mencatat data-data yang di tunjukan oleh display Gas Analyzer.
- 11) Menekan tombol “STANDBY” pada Gas Analyzer apabila pengambilan data sudah selesai.
- 12) Mematikan mesin dan menguras bahan bakar sampai habis termasuk bahan bakar yang tersisa di filter solar.
- 13) Mengulangi pengujian tersebut dengan langkah (3) sampai dengan langkah (12) dengan bahan bakar yang berbeda.

3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan dengan lancar, optimal serta sesuai dengan waktu yang telah ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan Ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■	■			
2	Persiapan Alat dan Bahan	■	■	■			
3	Pengujian dan Pengumpulan Data			■	■		
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar dan Sidang Hasil						■

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja

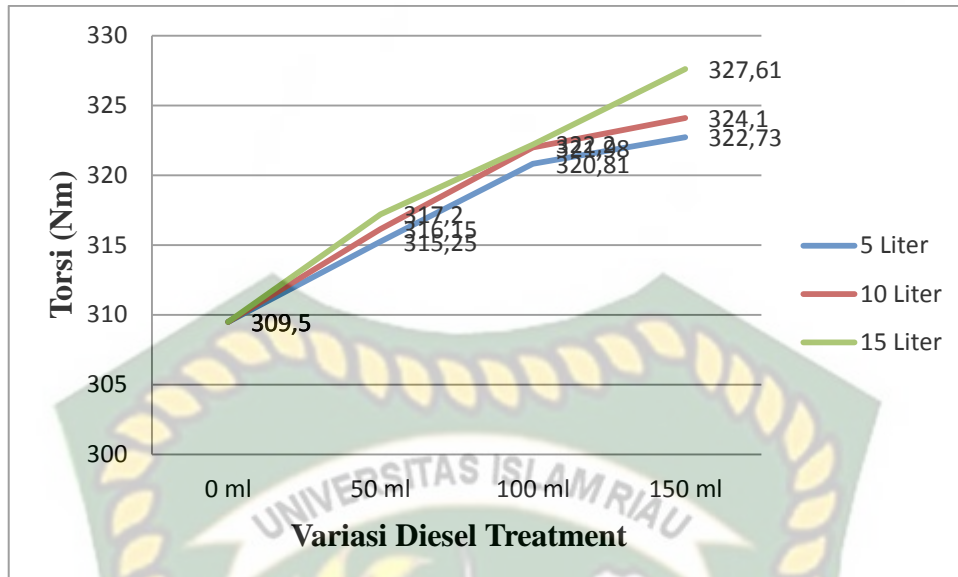
4.1.1 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Torsi Mesin

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari torsi yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap torsi. Maka dapat di lihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil pengujian torsi mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Torsi (Nm)
0	5	309,50
	10	309,50
	15	309,50
50	5	315,25
	10	316,15
	15	317,20
100	5	320,81
	10	321,98
	15	322,20
150	5	322,73
	10	324,10
	15	327,61

Dari tabel 4.1 diatas dapat di lihat bahwa torsi tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 327,61 Nm dari torsi terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 309,50 Nm.



Gambar 4. 1 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap torsi

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai torsi mesin semakin besar. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga torsi yang dihasilkan akan semakin tinggi. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai torsi mesin semakin besar. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga torsi pada mesin semakin tinggi.

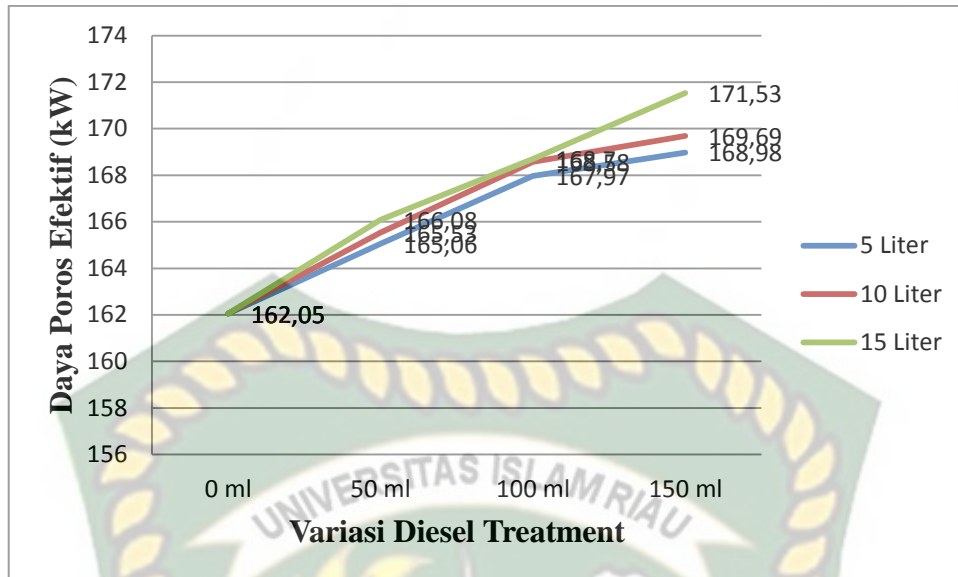
4.1.2 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Daya Poros Efektif (Ne)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Daya Poros Efektif yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Daya Poros Efektif. Maka dapat di lihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian Daya Poros Efektif mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Daya Poros Efektif (kW)
0	5	162,05
	10	162,05
	15	162,05
50	5	165,06
	10	165,53
	15	166,08
100	5	167,97
	10	168,58
	15	168,70
150	5	168,98
	10	169,69
	15	171,53

Dari tabel 4.2 diatas dapat di lihat bahwa Daya Poros Efektif tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 171,53 kW dari Daya Poros Efektif terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 162,05 kW.



Gambar 4. 2 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Daya Poros Efektif

Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Daya Poros Efektif mesin semakin besar. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga Daya Poros Efektif yang dihasilkan akan semakin tinggi. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Daya Poros Efektif mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Daya Poros Efektif pada mesin semakin tinggi.

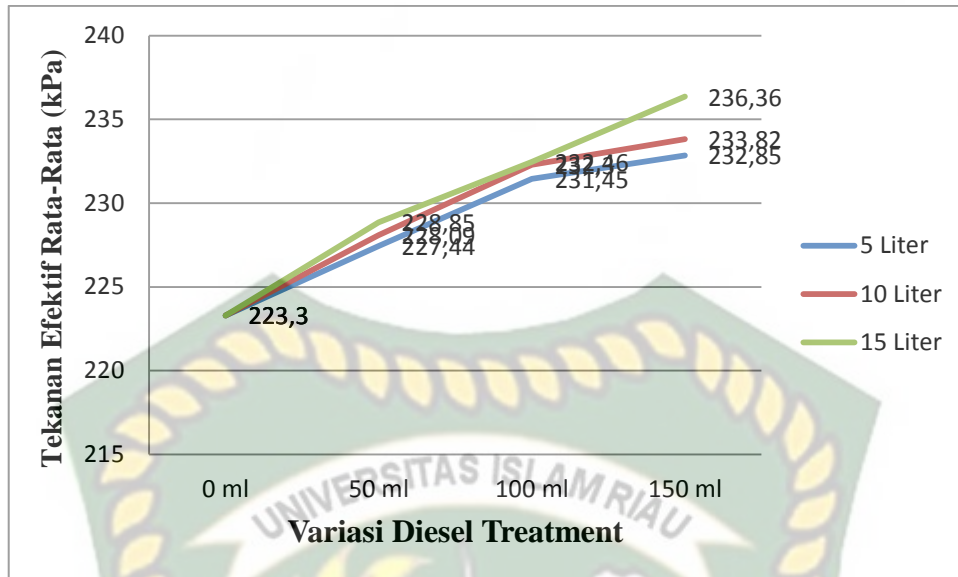
4.1.3 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Tekanan Efektif Rata-rata (Pe)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Tekanan Efektif Rata-rata yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Tekanan Efektif Rata-rata. Maka dapat di lihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian Tekanan Efektif Rata-rata mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Tekanan Efektif Rata-rata (kPa)
0	5	223,30
	10	223,30
	15	223,30
50	5	227,44
	10	228,09
	15	228,85
100	5	231,45
	10	232,30
	15	232,46
150	5	232,85
	10	233,82
	15	236,36

Dari tabel 4.3 diatas dapat di lihat bahwa Tekanan Efektif Rata-rata tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 236,36 kPa dari Tekanan Efektif Rata-rata terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 223,30 kPa.



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Tekanan Efektif Rata-rata

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Tekanan Efektif Rata-rata mesin semakin besar. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga Tekanan Efektif Rata-rata yang dihasilkan akan semakin tinggi. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Tekanan Efektif Rata-rata mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Tekanan Efektif Rata-rata pada mesin semakin tinggi.

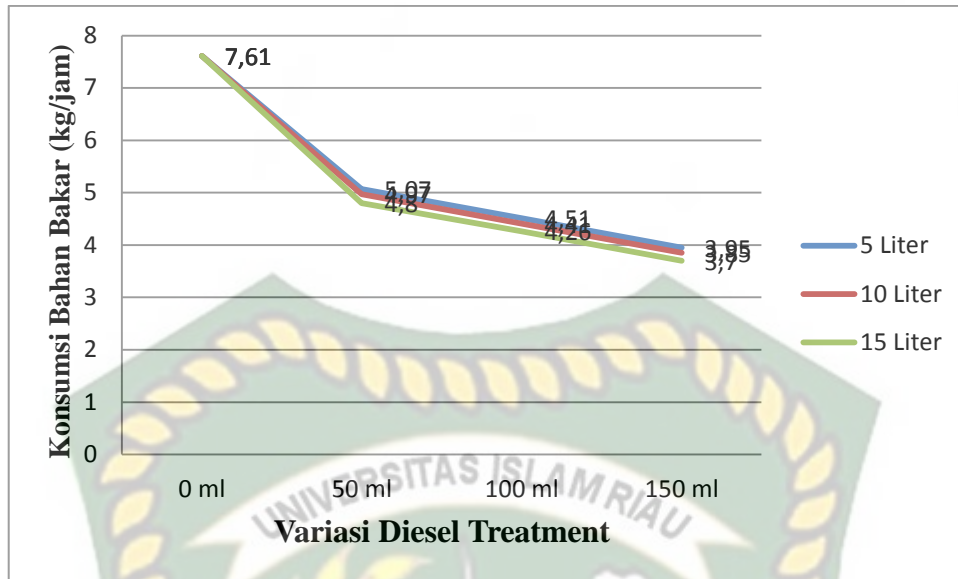
4.1.4 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (M_f)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Konsumsi Bahan Bakar yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Kansumsi Bahan Bakar. Maka dapat di lihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)
0	5	7,61
	10	7,61
	15	7,61
50	5	5,07
	10	4,97
	15	4,80
100	5	4,51
	10	4,41
	15	4,26
150	5	3,95
	10	3,85
	15	3,70

Dari tabel 4.4 diatas dapat di lihat bahwa Konsumsi Bahan Bakar terendah terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 3,70 kg/jam dari Konsumsi Bahan Bakar tertinggi didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 7,61 kg/jam.



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Kosumsi Bahan Bakar

Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai konsumsi bahan bakar mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga Konsumsi bahan bakar yang dihasilkan akan semakin rendah. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Konsumsi bahan bakar mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Konsumsi bahan bakar pada mesin semakin rendah.

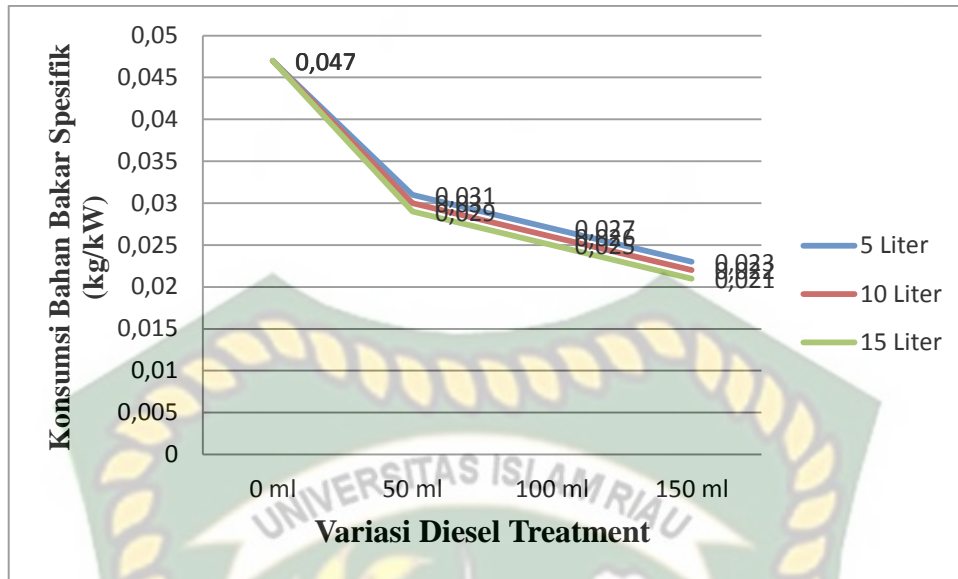
4.1.5 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Sfe)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Konsumsi Bahan Bakar Spesifik yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Kansumsi Bahan Bakar. Maka dapat di lihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW)
0	5	0,047
	10	0,047
	15	0,047
50	5	0,031
	10	0,030
	15	0,029
100	5	0,027
	10	0,026
	15	0,025
150	5	0,023
	10	0,022
	15	0,021

Dari tabel 4.5 diatas dapat di lihat bahwa Konsumsi Bahan Bakar spesifik terendah terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 0,021 kg/kW dari Konsumsi Bahan Bakar tertinggi didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 0,047 kg/kW.



Gambar 4. 5 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Kosumsi Bahan Bakar Spesifik

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai konsumsi bahan bakar spesifik mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga Konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan akan semakin rendah. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Konsumsi bahan bakar spesifik mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin semakin rendah.

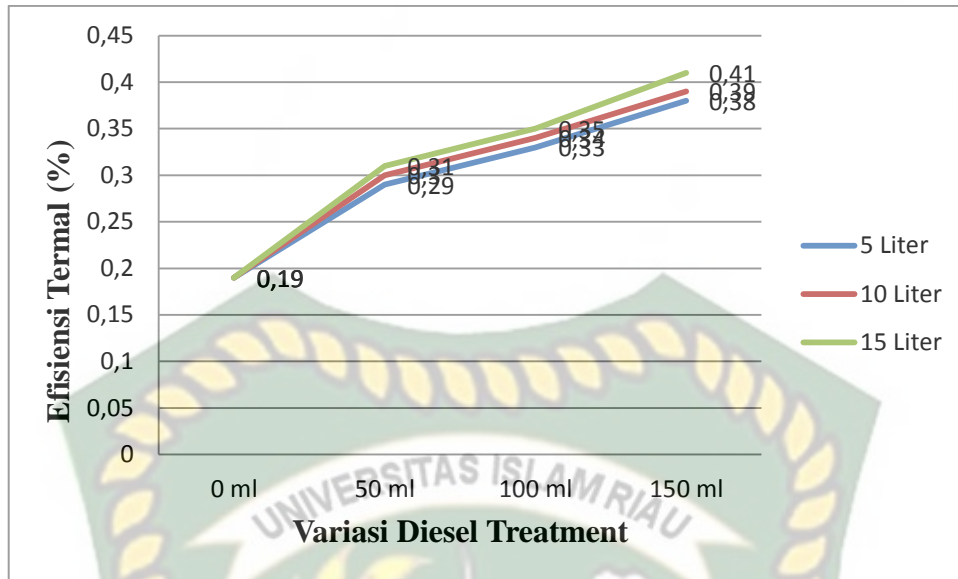
4.1.6 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Efisiensi Termal

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Efisiensi Termal yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Kansumsi Bahan Bakar. Maka dapat di lihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil pengujian Efisiensi Termal pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Efisiensi Termal (%)
0	5	0,19
	10	0,19
	15	0,19
50	5	0,29
	10	0,30
	15	0,31
100	5	0,33
	10	0,34
	15	0,35
150	5	0,38
	10	0,39
	15	0,41

Dari tabel 4.6 diatas dapat di lihat bahwa Efisiensi Termal tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 0,41 % dari Efisiensi Termal terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 0,19 %.



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Efisiensi Termal

Dari gambar 4.6 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Efisiensi Termal mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pada campuran bahan bakar solar dan Diesel Treatment memiliki panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar solar murni, maka semakin besar volume campuran Diesel Treatment dan bahan bakar solar maka semakin besar pula panas yang dihasilkan saat pembakar di dalam ruang bakar sehingga Efisiensi Termal yang dihasilkan akan semakin tinggi. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Efisiensi Termal mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Efisiensi Termal pada mesin semakin tinggi.

4.2 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Emisi Gas Buang

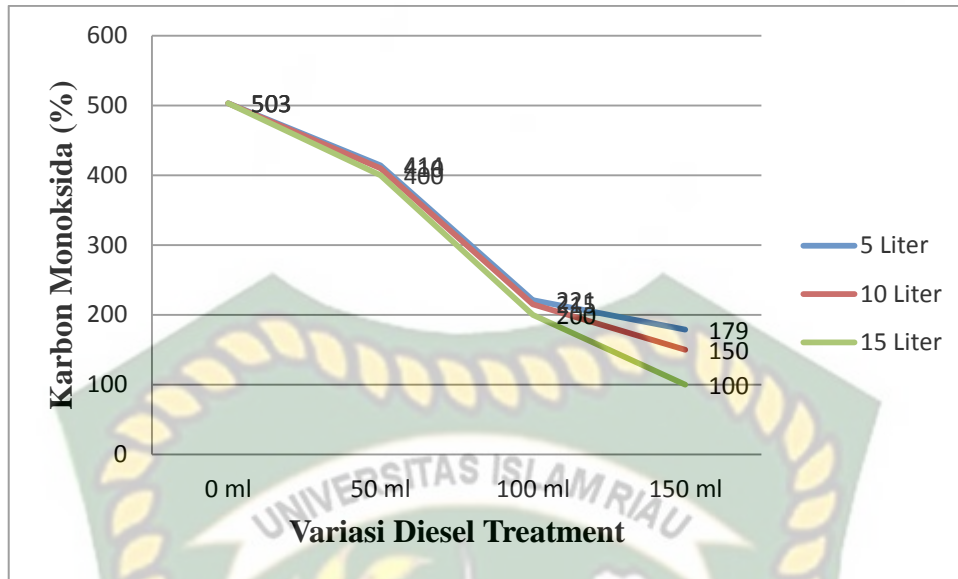
4.2.1 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Karbon Monoksida

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Karbon Monoksida yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Karbon Monoksida. Maka dapat di lihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil pengujian Karbon Monoksida pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Karbon Monoksida (%)
0	5	503
	10	503
	15	503
50	5	414
	10	410
	15	400
100	5	221
	10	215
	15	200
150	5	179
	10	150
	15	100

Dari tabel 4.7 diatas dapat di lihat bahwa Karbo Monoksida terendah terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 100 % dari Karbo Monoksida tertinggi didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 503 %.



Gambar 4. 7 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Karbon Monoksida

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Karbon Monoksida pada mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena Diesel Treatment memiliki kandungan nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Sehingga bahan bakar yang dicampur Diesel Treatment memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Sehingga kandungan oksigen yang masuk kedalam mesin cukup untuk membakar lebih banyak karbon monoksida menjadi karbon dioksida (CO_2) untuk menjadikan pembakaran lebih sempurna. Sehingga karbon monoksida dengan menggunakan campuran bahan bakar solar yang dicampur dengan Diesel Treatment memiliki karbon monoksida yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Karbon Monoksida pada mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Karbon Monoksida pada mesin semakin rendah.

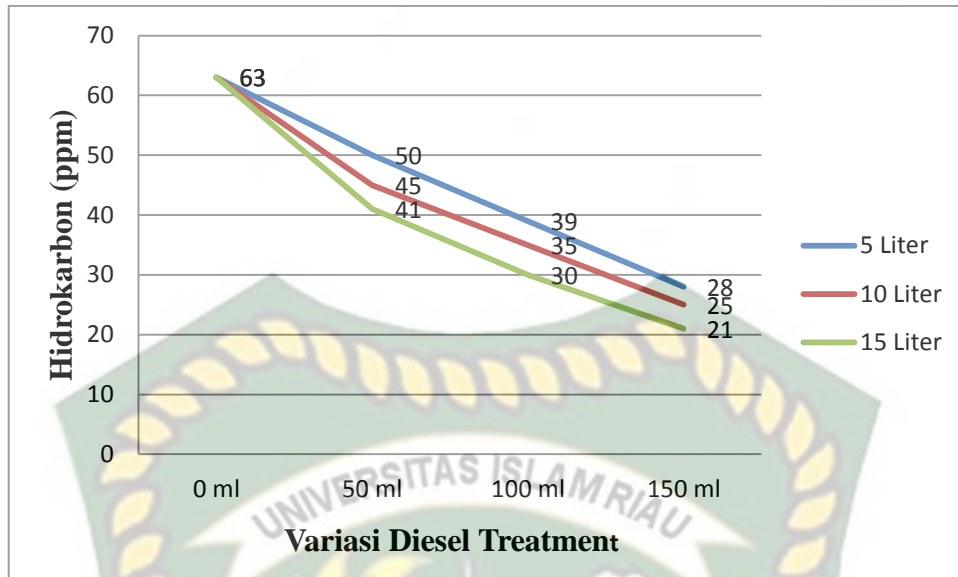
4.2.2 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Hidrokarbon

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Hidrokarbon yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Hidrokarbon. Maka dapat di lihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil pengujian Hidrokarbon pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Hidrokarbon (ppm)
0	5	63
	10	63
	15	63
50	5	50
	10	45
	15	41
100	5	39
	10	35
	15	30
150	5	28
	10	25
	15	21

Dari tabel 4.8 diatas dapat di lihat bahwa Hidrokarbon terendah terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 21 ppm dari Hidrokarbon tertinggi didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 63 ppm.



Gambar 4. 8 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Hidrokarbon

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Hidrokarbon pada mesin semakin rendah. Hal ini terjadi karena unsur Hidrogen yang terdapat di dalam bahan bakar terbakar sempurna sehingga menurunkan kadar Hidrokarbon pada gas sisa pembakaran yang dapat memperbaiki proses pembakaran. Sehingga Hidrokarbon dengan menggunakan bahan bakar solar yang di campur dengan Diesel Treatment yang bervariasi memiliki Hidrokarbon yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar murni. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Hidrokarbon pada mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Hidrokarbon pada mesin semakin rendah.

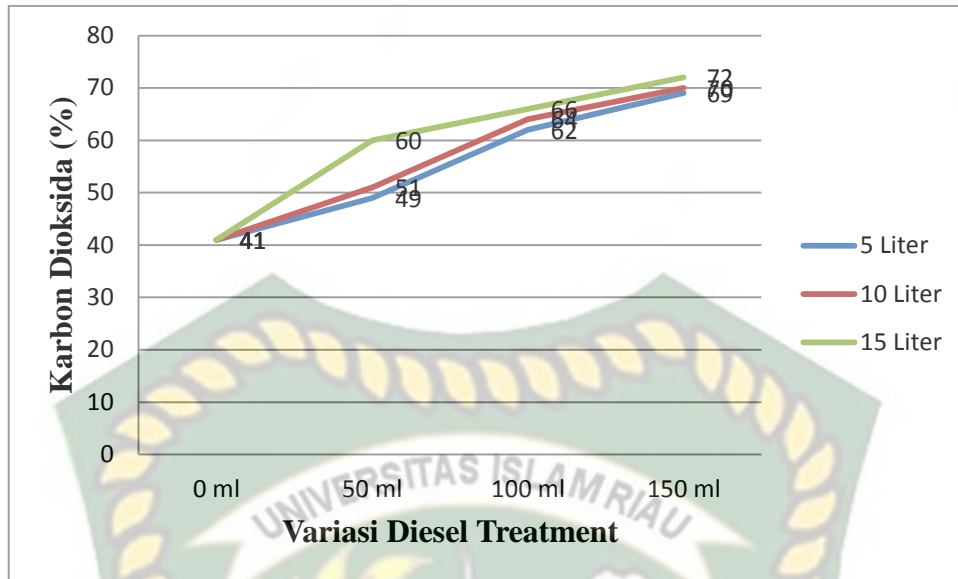
4.2.3 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bahan Solar Terhadap Karbon Dioksida

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Karbon Dioksida yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Karbon Dioksida. Maka dapat di lihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil pengujian Karbon Dioksida pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Karbon Dioksida (%)
0	5	41
	10	41
	15	41
50	5	49
	10	51
	15	60
100	5	62
	10	64
	15	66
150	5	69
	10	70
	15	72

Dari tabel 4.9 diatas dapat di lihat bahwa Karbon Dioksida tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 72 % dari Karbon Dioksida terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 41 %.



Gambar 4. 9 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Karbon Dioksida

Dari gambar 4.9 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Hidrokarbon pada mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena unsur Karbon dan Hidrogen yang terdapat di dalam bahan bakar terbakar sempurna sehingga menjadikan karbon dioksida pada gas sisa pembakaran tinggi yang dapat memperbaiki proses pembakaran. Dimana nilai karbon dioksida memiliki hubungan ke unjuk kerja yang mana semakin tinggi Karbon dioksida menandakan unjuk kerja mesin yang efisien. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Karbon Dioksida pada mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar maka semakin besar pula jumlah kalor pada bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Karbon Dioksida pada mesin semakin tinggi.

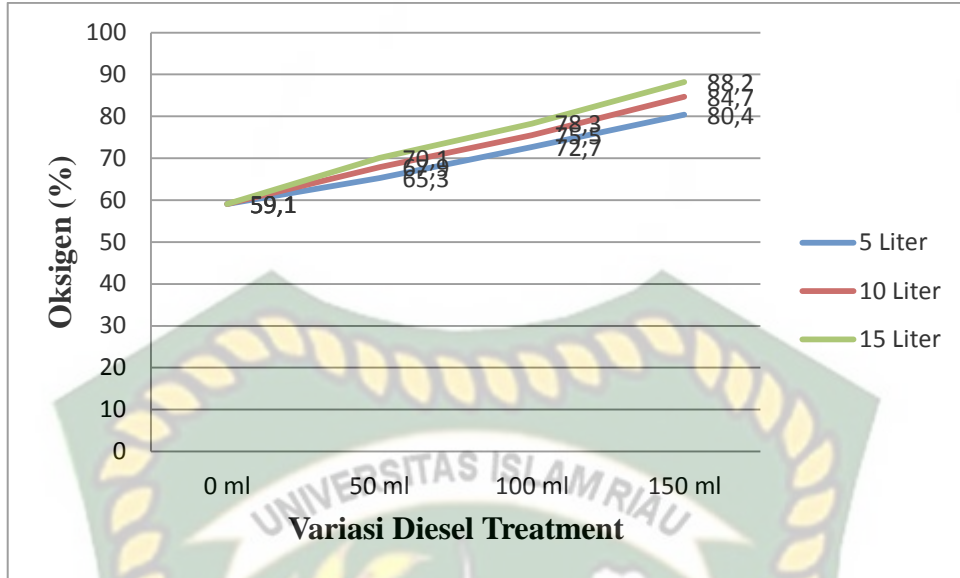
4.2.4 Pengaruh Variasi Campuran Diesel Treatment Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Oksigen

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahan bakar solar dengan penambahan Diesel Treatment dan tanpa penambahan Diesel Treatment, maka di dapat hasil dari Oksigen yang paling baik setelah menggunakan Diesel Treatment disimpulkan bahwa penambahan Diesel Treatment berpengaruh terhadap Oksigen. Maka dapat di lihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil pengujian Oksigen pada mesin tanpa campuran Diesel Treatment dan campuran Diesel Treatment

Diesel Treatment (ml)	Bahan Bakar Solar (liter)	Oksigen (%)
0	5	59,1
	10	59,1
	15	59,1
50	5	65,3
	10	67,9
	15	70,1
100	5	72,7
	10	75,5
	15	78,3
150	5	80,4
	10	84,7
	15	88,2

Dari tabel 4.10 diatas dapat di lihat bahwa Oksigen tertinggi terjadi pada penambahan 150 ml Diesel Treatment dengan 15 liter bahan bakar solar yaitu sebesar 88,9 % dari Oksigen terendah didapat pada bahan bakar solar murni (tanpa penambahan Diesel Treatment) yaitu sebesar 59,1 %.



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan pengaruh penambahan Diesel Treatment kedalam bahan bakar solar murni terhadap Oksigen

Dari gambar 4.10 dapat diketahui bahwa semakin besar volume Diesel Treatment maka nilai Hidrokarbon pada mesin semakin rendah. Hal tersebut terjadi unsur oksigen yang terdapat di dalam bahan bakar terbakar sempurna maka menurut kadar oksigen pada gas sisa pembakaran. Diketahui bahwa semakin besar volume bahan bakar solar maka nilai Oksigen pada mesin semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar solar memiliki kandungan jumlah kalor yang besar. Sehingga semakin besar volume bahan bakar solar, maka semakin tinggi panas pada bahan bakar solar dan semakin bagus pembakar yang terjadi di dalam ruang bakar sehingga Oksigen pada mesin semakin tinggi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan mengenai pengaruh penambahan Diesel Treatment pada bahan bakar solar murni terhadap unjuk kerja pada motor bakar Diesel Toyota Fortuner, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar murni memiliki pengaruh terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang. Dimana unjuk kerja mesin yang menggunakan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar murni memiliki hasil yang lebih baik dan emisi gas buang yang menggunakan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar murni memiliki hasil yang rendah dari pada penggunaan bahan bakar solar murni.
2. Unjuk kerja dan emisi gas buang yang terbaik terdapat pada penggunaan campuran Diesel Treatment dengan bahan bakar solar murni 15 liter pada penambahan 150 ml Diesel Treatment. Dimana nilai torsi mesin diperoleh tertinggi yaitu 327,61 Nm, Daya poros efektif tertinggi yaitu 171,53 kW, Tekanan efektif rata-rata tertinggi yaitu 236,36 kPa, Konsumsi bahan bakar terendah yaitu 3,70 kg/jam, Konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu $0,021 \frac{kg}{jam}.kW$, serta efisiensi keseluruhan tertinggi yaitu 0,41 % sedangkan untuk emisi gas buang memiliki nilai karbon monoksida terendah yaitu 100 %, serta yang di ikuti dengan hidrokarbon terendah yaitu 21 ppm, kemudian karbon dioksida tertinggi yaitu 72 % dan oksigen terendah yaitu 88,2 %.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian analisa pengaruh campuran bahan bakar solar murni dengan Diesel Treatment terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada mesin Diesel Toyota Fortuner, maka dapat diambil beberapa saran yaitu :

1. Pemilihan bahan bakar hendaknya disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang dianjurkan untuk bertujuan menghindari kerugian-kerugian pada mesin.
2. Untuk mendukung kelancaran dan akurasi hasil pengujian sebaiknya dilakukan pemeriksaan dan kalibrasi terhadap alat ukur setiap kali pengujian dilakukan.
3. Perlu dilakukan penelitian dan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan bahan bakar lain serta pengujian bahan bakar seperti analisa ultimate dan pengujian nilai setana.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends dan Berenhott, 1980. Motor bakar torak, Erlangga Jakarta
- Arismuhandar, Wiranto, 1998. Penggerak mula motor bakar torak. ITB Bandung.
- Arismuhandar, Wiranto dan Koichi Tsuda, 1975. Motor Diesel putar tinggi, Jakarta.
- Arifin, Zainal dan Sukoco. 2009. Pengendalian Polusi Kendaraan. Bandung. Alfabeta
- Audri D. Cappenberg, 2017. Pengaruh pemberian zat aditif terhadap prestasi mesin Diesel OM 444 LA. Jurnal Konversi energy dan manufaktur UNJ, edisi terbit 1 April 2017.
- Eddy Elfiano, M.Nasir dan Ryan Hermawan, 2017. Jurnal Analisa pengaruh bahan bakar Pertamina Dex, Dexlite dan campuran Pertamina Dex dengan Dex dengan Dexlite terhadap *performance* mesin Diesel 4 silinder. Jurnal Teknik Mesin UIR, Pekanbaru.
- Azlan Dwi Fahmi dan Eddy Elfiano, 2020. Pengaruh penambaha zat aditif pada bahan bakar *cetane* 51 terhadap unjuk kerja pada motor Diesel isuzu TLD 54. Jurnal Teknik Mesin, UIR. Pekanbaru.
- Fox R. W., McDonald A. T dan Pritchard P.J, 2003. *Interoduction to head transfer*, edisi ke 6, Jhon Wiley and Sons, Denver.
- Fiter dan Sehad Abdi saragih, 2019. Analisa pengaruh campuran bahan bakar pertalite dengan naftalen terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada mesin sepeda motor. Jurnal Teknik Mesin UIR, Pekanbaru.
- Heisler, H. 1995. *Advanced Engine Technology*. Edward Arnold.
- Heywood, H. 1988. *Internal Combustion Engines Fundamentals*. New York: McGraw-Hill.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi.

- Kristanto, P ., Winaya, R. 2002. Penggunaan Minyak Nabati sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Motor Diesel Sistem Injeksi Langsung. *Jurnal Teknik Mesin UK Petra* Vol.4,2.
- Marthur M. I dan Sharma RP, 1980. *A Course in internal combustion engine*, edisi ke 3, *Dhanpai Rai end Sons, Nai Sarak, Delhi*.
- Maleev, V.L. 1989. *Internal Combustion Engine*, edisi. Mc-Graw Hill Book Company.
- Niko Tacker dan Eddy Elfiano, 2020. Pengaruh penambahan variasi zat aditif ke dalam bahan bakar ron 90 terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor bensin type SPE motoyaman 460 GP. *Jurnal Teknik Mesin, UIR*. Pekanbaru.
- Obert, E.F. 1973. *Internal Combustion Engines and Air Pollution*. Harper & Row Publishers.
- Qorry Angga Ramadhany, 2017. Studi eksperimen pengaruh variasi timing injeksi terhadap unjuk kerja dan emisi mesin Diesel 4 langkah silinder tunggal berbahan bakar campuran Dexlite dan Ethanol. Departemen teknik mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Raharjo W. D dan Karnowo, 2008. *Mesin Konversi Energy*. Semarang. Universitas Semarang.
- Rosdiyanti, Cici, and Herman Mariadi Kaharmen. "Pengaruh Penggunaan Jenis Bahan Bakar Sola B20, Dexlite B20 Dan Pertamina Dex Terhadap Opasitas, Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Innova Diesel Common Rail." *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)* 7.1 (2020): 76-82.
- Sulaeman dan Fardiansyah, 2011. Pengaruh pemberian aditif pada bahan bakar solar terhadap pretasi mesin. Jurusan teknik mesin Universitas Muhammdiyah Jakarta.
- Yasuhiro Monden. 2000. *System Produksi Toyota*. Yayasan Toyota & Astra.