

SKRIPSI

**EFEK PENAMBAHAN METANOL PADA PROSES PRODUKSI
BIODIESEL DENGAN METODE PEMBANGKIT PLASMA TERHADAP
KINERJA MESIN DAN EMISI GAS BUANG**

Disusun Dan Diajukan Oleh:

ALDI M.

D021181002



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2022

SKRIPSI

**EFEK PENAMBAHAN METANOL PADA PROSES PRODUKSI
BIODIESEL DENGAN METODE PEMBANGKIT PLASMA TERHADAP
KINERJA MESIN DAN EMISI GAS BUANG**

Disusun Dan Diajukan Oleh :

ALDI M.

D021181002

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**EFEK PENAMBAHAN METANOL PADA PROSES PRODUKSI
BIODIESEL DENGAN METODE PEMBANGKIT PLASMA TERHADAP
KINERJA MESIN DAN EMISI GAS BUANG**

ALDI M.

D021181002

Gowa, 24 Agustus 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Baharuddin Mire, MT
NIP. 19550914 198702 001


Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT
NIP. 19711221 199802 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Jalaluddin ST., MT.
NIP. 19720825 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldi M.
NIM : D021181002
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Efek Penambahan Metanol Pada Proses Produksi Biodiesel Dengan Metode
Pembangkit Plasma Terhadap Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 04 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Aldi M.

ABSTRAK

Minyak kelapa sawit menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan, salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dengan menjadikan minyak kelapa sawit menjadi biodiesel. Akan tetapi biodiesel memiliki kekurangan dari segi kinerja yang dihasilkan kurang baik dibanding bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan dari biodiesel tersebut. Untuk meningkatkan kinerja pembakaran dan kinerja mesin yang dihasilkan biodiesel dan memaksimalkan pemanfaatan minyak kelapa sawit menjadi biodiesel. Dalam meningkatkan performa mesin diesel metode perlakuan penggunaan pelarut dalam memproduksi biodiesel mempengaruhi sifat fisik dari biodiesel yang dihasilkan. Sebuah metode pembangkit plasma dapat memberikan perlakuan yang berfungsi meningkatkan nilai kalor dari biodiesel, serta penggunaan methanol dapat mengubah nilai densitas dan viscositas serta titik nyala pada biodiesel. Dalam penelitian ini menggunakan campuran bahan bakar dexlite biodiesel hasil plasma dengan perbandingan 1: 1 yang menghasilkan biodiesel B50. Untuk mengukur performa menggunakan mesin Diesel TV1 dan gas analyzer opa 100 dengan rasio kompresi 1:18, 1:14 dan dengan pembebanan 1 kg, 3 kg 5 kg, 7 kg dan 9 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya efektif (BP) maksimum terjadi pada beban 9 kg rasio 18 dengan menggunakan pelarut 30% metanol yaitu sebesar 2,38 kW, konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) minimum terjadi pada rasio kompresi 18 beban 9 dengan menggunakan pelarut 30% metanol yaitu 0,240 Kg/kWh, efisiensi volumetrik (η_{vo}) maksimum terjadi pada beban 9 kg rasio kompresi 14 dengan penambahan menggunakan pelarut 0% metanol yaitu sebesar 70,61%, dan efisiensi termis (η_{th}) maksimum terjadi pada beban 9 kg rasio kompresi 18 dengan menggunakan pelarut 0% metanol yaitu 44,74%, penambahan metanol pada produksi biodiesel hasil plasma dapat meningkatkan opasitas emisi gas buang.

Kata kunci: plasma, B50, Performa, Opasitas.

ABSTRACT

Palm oil is one of the renewable energy sources that is widely used as an environmentally friendly energy source, one form of utilization is by turning palm oil into biodiesel. However, biodiesel has drawbacks in terms of performance that is produced less well than fossil fuels. This study aims to solve the problems of the biodiesel. To improve combustion performance and engine performance produced by biodiesel and to maximize the utilization of palm oil into biodiesel. In improving the performance of diesel engines, the use of solvent treatment methods in producing biodiesel affects the physical properties of the biodiesel produced. A plasma generating method can provide a treatment that functions to increase the heating value of biodiesel, and the use of methanol can change the density and viscosity values and flash point of biodiesel. In this study using a mixture of dexlite biodiesel fuel plasma with a ratio of 1: 1 which produces biodiesel B50. To measure the performance using a Diesel TV1 engine and an opa 100 gas analyzer with a compression ratio of 1:18, 1:14 and with a load of 1 kg, 3 kg, 5 kg, 7 kg and 9 kg. The results showed that the maximum effective power (BP) occurred at a load of 9 kg ratio 18 using 30% methanol as solvent which was 2.38 kW, minimum specific fuel consumption (SFC) occurred at a compression ratio of 18 load 9 using 30% solvent. methanol is 0.240 Kg/kWh, the maximum volumetric efficiency (η_{vo}) occurs at a load of 9 kg compression ratio 14 with the addition of using 0% methanol solvent that is 70.61%, and the maximum thermal efficiency (η_{th}) occurs at a load of 9kg compression ratio 18 by using a solvent of 0% methanol, which is 44,74%, the addition of methanol to plasma biodiesel production can increase the opacity of exhaust emissions.

Keywords: plasma, B50, Performance, Opacity.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kekuatan, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“efek penambahan metanol pada proses produksi biodiesel dengan metode pembangkit plasma terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang”***. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar..

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan serta masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga sangat menyadari penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa kerja keras penulis dan bantuan orang-orang terdekat yang selalu memberikan berbagai macam dukungan dan masukan demi kelancaran skripsi ini. Atas alasan itu pula penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih:

1. Kepada Orang tua penulis, Bapak Mustaming dan Ibu Hasni, terimah kasih atas semua kasih sayang, doa yang tidak pernah putus. Kalian adalah semangat penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Dr.Eng. jalaluddin ST., MT selaku ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
3. Bapak Ir.Baharuddin Mire,MT selaku pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Prof.Dr.Eng.Andi Erwin Eka Putra,ST.,MT. selaku pembimbing II Tugas Akhir.
5. Ibu Dr.Eng Novriany Amaliyah,ST.,MT selaku penguji.
6. Bapak Ir.Andi Mangkau.,MT. selaku penguji.
7. Segenap Dosen Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

8. Kanda Surahman,S.Pd.,MT. yang senantiasa selalu menjadi teman diskusi untuk membantu penulis dalam memecahkan berbagai kendala dalam penelitian.
9. Saudara-saudara seperjuangan penulis Reactor 2018 yang sudah menjadi tim pendukung paling hebat yang selalu ada dalam suka maupun duka.
10. Himpunan mahasiswa mesin yang telah menjadi tempat untuk bermain dan belajar penulis
11. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada orang-orang yang turut bersukacita atas keberhasilan penulis menyelesaikan skripsi ini. Senantiasa Allah SWT selalu memberikan kebahagiaan bagi kita semua.

Sebagai manusia biasa tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam Skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan dari pada pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan skripsi di masa yang akan datang. Terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Gowa, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GRAFIK	vi
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR SIMBOL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.	4
1.3 Tujuan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Minyak Kelapa Sawit	5
2.2 Plasma.....	5
2.3 Mesin diesel.....	7
2.4 Proses Pembakaran Mesin Diesel.....	11

2.5 Siklus Termodinamika Motor Bakar	12
2.6 Dasar Dasar Perhitungan Kinerja Motor Bakar.....	14
2.7 Emisi Gas Buang	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan.....	21
3.2 Alat Dan Bahan	21
3.3 Metode Pengambilan Data.....	31
3.4 Prosedur Penelitian	32
3.5 Flow Chart Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Tabel Karakteristik Bahan Bakar Biodiesel Hasil Plasma (B50)	38
4.2 Perhitungan (B50% Metanol Rasio Kompresi 14 Beban 9).....	39
4.3 Perhitungan (B50% Metanol Rasio Kompresi 18 Beban9).....	41
4.4 Kinerja Pembakaran Mesin Diesel TV 1	43
4.5 Pelepasan Panas (<i>Heat Release</i>) Mesin Diesel TV 1	50
4.6 Kinerja Mesin Diesel TV 1.....	52
BAB V PENUTUP.....	60
4.1 Kesimpulan	60
4.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 proses kerja mesin diesel 4 langkah	8
Gambar 2.2 Mesin diesel TV1	11
Gambar 2.3 Siklus udara tekanan konstan	13
Gambar 2.4 Siklus actual mesin diesel	14
Gambar 3.1 Alat pembangkit plasma.....	21
Gambar 3.2 Alat sirkulasi plasma	22
Gambar 3.3 Reaktor	22
Gambar 3.4 Gelas ukur	23
Gambar 3.5 Whatman paper	23
Gambar 3.6 Botol plastik	24
Gambar 3.7 Tissue	24
Gambar 3.8 Timbangan skala 0,001	25
Gambar 3.9 Stopwatch	25
Gambar 3.10 Caloriemeter bomb	26
Gambar 3.11 Magnetic stirrer	26
Gambar 3.12 Viscmetr Oswald	26
Gambar 3.13 Termokopel	27
Gambar 3.14 Mesin diesel TV1	28
Gambar 3.15 Panel mesin	28
Gambar 3.16 Komputer.....	29
Gambar 3.17 Pompa.....	29
Gambar 3.18 Opa 100	30
Gambar 3.19 Minyak kelapa sawit.....	30
Gambar 3.20 Metanol.....	31

Gambar 3.21 Teflon	31
Gambar 3.22 Elektroda tungsten.....	32
Gambar 3.23 Bahan bakar dexlite	32
Gambar 3.24 Diagram alur penelitian	37
Gambar 4.1 Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol dengan menggunakan rasio kompresi 14 menggunakan B50 tanpa metanol pada beban 3kg.....	43
Gambar 4.2 Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol dengan menggunakan rasio kompresi 14 menggunakan B50 20% metanol pada beban 3kg	44
Gambar 4.3 Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol dengan menggunakan rasio kompresi 14 menggunakan B50 30% metanol pada beban 3kg	44
Gambar 4.4 Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol dengan menggunakan rasio kompresi 14 menggunakan B50 40% metanol pada beban 3kg	45
Gambar 4.52 Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol variasi methanol dengan menggunakan rasio kompresi 14 pada beban 3kg	45
Gambar 4.6 Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder dengan menggunakan B50 0% methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg.....	47
Gambar 4.7 Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder dengan menggunakan B50 20% methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg.....	47
Gambar 4.8 Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder dengan menggunakan B50 30% methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg.....	48
Gambar 4.9 Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder dengan menggunakan B50 40% methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg.....	48
Gambar 4.10 Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder dengan variasi methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg	49
Gambar 4.11 Perbandingan NHR terhadap sudut engkol dengan variasi methanol pada rasio kompresi 14 beban 3kg	50

Gambar 4.12 Perbandingan NHR terhadap sudut engkol dengan variasi methanol pada rasio kompresi 14 beban 5kg	50
Gambar 4.13 Perbandingan NHR terhadap sudut engkol dengan variasi methanol pada rasio kompresi 14 beban 7kg	51
Gambar 4.14 Perbandingan NHR terhadap sudut engkol dengan variasi methanol pada rasio kompresi 14 beban 9kg	51
Gambar 4.15 Perbandingan daya efektif terhadap beban dengan variasi metanol	52
Gambar 4.16 Perbandingan tosi terhadap beban dengan variasi methanol.....	54
Gambar 4.17 Perbandingan konsumsi bahan bakr spesifik terhadap beban dengan variasi methanol	55
Gambar 4.18 Perbandingan efisiensi volumetrik terhadap beban dengan variasi methanol.....	56
Gambar 4.19 Perbandingan efisiensi termis terhadap beban dengan variasi methanol.....	57
Gambar 4.20 Perbandingan temperature gas buang terhadap beban dengan variasi methanol.....	58
Gambar 4.21 Perbandingan opasitas emisi gas buang mesin terhadap beban dengan variasi methanol.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik bahan bakar biodiesel hasil plasma (B50).....	38
Tabel 4.2 Fraksi massa terbakar.....	46

DAFTAR SIMBOL

BHP	Daya efektif	kW
η_{vo}	Efisiensi Volumetrik	%
N	Putaran poros	Rpm
n	Jumlah putaran persiklus	-
FC	Konsumsi bahan bakar	kg/h
VGU	Volume gelas ukur	Cc
ρ_f	Massa jenis bahan bakar	kg/h
SFC	Konsumsi bahan bakar spesifik	kg/h
Ma	Laju aliran udara actual	kg/h
K	Koefisien	-
C	kecepatan aliran udara	m/s
Do	Diameter orifice	mm
h _o	Beda tekanan pada manometer	mmH ₂ O
ρ_a	Massa jenis udara pada kondisi masuk	kg/m ³
Mth	Laju udara secara teoritis	kg/h
V _s	Volume silinder	-
Ud	Massa jenis udara	kg/m ³
Ka	konstanta untuk motor 4 langkah	-
D	Diameter selinder	mm
η_{th}	Efisiensi thermis	%
s	Panjang langkah selinder	mm
z	Jumlah selinder	-
AFR	Rasio udara-bahan bakar	-
Q _{tot}	Kalor total	kW
LHV _{bb}	Nilai kalor bahan bakar	kJ/kg

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak kelapa sawit adalah salah satu hasil tani yang banyak di produksi di Indonesia yang digunakan sebagai bahan dasar minyak goreng. Minyak kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan bakar minyak berupa biodiesel yang lebih ramh lingkungan dan sebagai solusi pencengahan dari permasalahan krisis bahan bakar minyak yang mungkin terjadi apabila minyak bumi terus digunakan sebagai bahan bakar utama dimana minyak bumi sendiri pada masa sekarang kian menipis.

Tahun 2018 penggunaan mesin diesel semakin berkembang pesat dan hal ini diikuti penggunaan baahna bakar diesel yang meningkat dan akan mengurangi cadangan minyak secara terus menerus. Berdasarkan peristiwa tersebut,pasokan energy dunia meningkat sebesar 62,91% dari tahun 1990 sampai 2018 hingga mencapai 14281.898 Mtoe (*Milion tonnes of oil equivalent*),(IEA,2021).

Produksi minyak bumi di Indonesia menurun dalam beberapa tahun terakhir. Tahun 2009 indonesia memproduksi minyak bumi sebesar 346 juta barel (949 ribu bph) dan menjadi sekitar 283 juta barel (778 ribu bph) pada tahun 2018. penggunaan minyak bumi juga berdampak pada emisi, total emisi CO₂ didunia meningkat 63,35% dari tahun 1990 sampai 2018 33513.25 Mt (*Metric tons*), (Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional.2019).

Indonesia telah melakukan usaha agar konsumsi minyak bumi dan emisi gas buang pada mesin diesel menurun dengan program mandatori bahan bakar nabati (BBN) dimna pada tahun 2020 menerapkan bahan bakar biosolar dengan 30% biodiesel dalam bahan bakar solar (B30), (Peraturan pemerintah.2015)

Dalam penelitian (Yudhistira, A. D., & Istadi, I. 2014). unjuk kerja reaktor plasma *dielectric barrier discharge* untuk produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan menggunakan rasio perbandingan 3:1 antara methanol dan minyak kelapa sawit menghasilkan nilai yield terbesar adalah 89,9% dan nilai Nilai angka asam, angka setana, bilangan iodin, dan angka penyabunan telah memenuhi standar biodiesel SNI dengan kandungan FAME, aldehid, alkuna, alkohol, ester, dan asam karboksilat .

Penelitian juga telah dilakukan (Muhammad nur, 2021) karakterisasi hasil plasma pirolisis campuran minyak sawit kasar (crude palm oil) dengan methanol menghasilkan nilai yield 83,74% dan nilai *viscositas* yang telah memenuhi standar biodiesel SNI dengan kandungan metil/etil, ester, dan karbonil .

Penelitian sebelumnya juga membahas emisi gas pada penggunaan biodiesel yang dihasilkan menggunakan metode konvensional dengan menghasilkan emisi yang lebih ramah lingkungan pada penggunaan biodiesel dengan rasio yang lebih besar pada bahan bakar dengan penurunan pada power mesin yang dihasilkan pada mesin .pada penggunaan biodiesel pada mesin menghasilkan konsumsi bahan bakar yang meningkat berbanding lurus dengan banyaknya biodiesel yang digunakan pada campuran bahan bakar yang digunakan,(Pudjanarsa & Nursuhud 2015).

Biodiesel secara umum adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan seperti minyak nabati dan minyak hewani atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri atas ester alkil dari asam-asam lemak. Pengembangan biodiesel berdampak positif bagi lingkungan dikarenakan biodiesel memiliki beberapa keunggulan antara lain: (1) dapat menekan atau mengurangi polusi yang dihasilkan oleh bahan bakar solar seperti gas karbon monoksida (CO) dan karbon monoksida (CO₂), (2) meningkatkan efisiensi mesin, (3) tidak mengandung toksin atau racun.

Pembuatan biodiesel pada umumnya dilakukan secara konvensional (esterifikasi dan transesterifikasi), menggunakan gelombang mikro dan baru-baru ini menggunakan metode plasma. Metode konvensional memerlukan waktu yang relatif lama pada proses pembuatan biodiesel. Transesterifikasi merupakan salah satu metode paling populer untuk memproduksi biodiesel. Biodiesel yang diperoleh dengan proses transesterifikasi merupakan campuran mono-alkyl ester dari asam lemak tinggi, sedangkan metode gelombang mikro memerlukan waktu yang singkat dalam menghasilkan biodiesel.

Dalam pengujian kali ini penulis akan melakukan penerapan proses plasma dan melakukan pencampuran dengan metanol untuk meningkatkan mutu dari minyak kelapa sawit kasar (crude palm oil). Minyak kelapa sawit kasar (crude palm oil) yang telah melalui proses plasma selanjutnya dicampur dengan bahan bakar solar murni dan kemudian dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada mesin dan emisi gas buang yang dihasilkan mesin.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penggunaan biodiesel pada mesin diesel dilakukan. Maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul **“EFEK PENAMBAHAN METANOL PADA PROSES PRODUKSI BIODIESEL DENGAN METODE PEMBANGKIT PLASMA TERHADAP KINERJA MESIN DAN EMISI GAS BUANG”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit ?
2. Bagaimana kinerja pembakaran mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit ?

3. Bagaimana emisi gas buang yang dihasilkan mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kinerja mesin yang dihasilkan mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit.
2. Untuk menganalisis kinerja pembakaran yang dihasilkan mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit.
3. Untuk menganalisis emisi gas buang yang dihasilkan mesin yang menggunakan biodiesel hasil plasma dengan rasio campuran 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Rasio campuran methanol yang digunakan adalah 0%, 20%, 30% 40% dari volume minyak sawit.
2. Rasio campuran biodiesel yang digunakan adalah 50% dari volume solar (B50).
3. Menggunakan mesin diesel tipe TV1
4. Beban yang digunakan 3kg , 5kg, 7kg dan 9 kg
5. Rasio kompresi yang digunakan adalah 14 dan 18

1.5 Manfaat Masalah

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan tentang penggunaan biodiesel hasil plasma pada mesin .
2. Bagi pembaca, menambah bahan bacaan dan menambah ilmu pengetahuan dan tentang biodiesel hasil plasma .
3. Bagi industri, dapat menjadi bahan referensi pemanfaatan biodiesel hasil plasma untuk produksi biodiesel.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

2.1 Minyak kelapa sawit

Minyak kelapa sawit kasar (crude palm oil) adalah minyak nabati edibel yang berasal dari mesocarp buah (daging buah) pohon kelapa sawit. Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan beta-karoten yang tinggi. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (palm kernel oil) yang dihasilkan dari inti buah yang sama.

Minyak sawit termasuk minyak memiliki kadar lemak jenuh yang tinggi. Minyak sawit berwujud setengah pada temperatur ruangan dan memiliki beberapa jenis lemak jenuh asam laurat (0,1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Minyak sawit juga memiliki lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat (39%) asam linoleate (10%), dan asam alfa linoleate (0,3%). Asam palmitat merupakan asam lemak jenuh rantai panjang yang memiliki titik cair (melting point) yang tinggi yaitu 64°C. Asam palmitat yang tinggi membuat minyak sawit lebih tahan terhadap oksidasi dibanding jenis minyak lain.

Pemanfaatan minyak kelapa sawit sebagai biodiesel lebih prospektif karena minyak sawit bersifat edible oil sehingga dapat dimanfaatkan juga untuk kebutuhan pangan Indonesia.

Diperkirakan sekitar 85% dari minyak kelapa sawit digunakan untuk bahan baku pangan, seperti margarin, roti, minyak goreng dan lain-lain. Sedangkan 10% dari total produksi digunakan untuk industri kosmetik, deterjen, farmasi, sabun, dan oleokimia. Sisanya 5% digunakan untuk bahan baku energi seperti biodiesel.

2.2 Plasma

Konsep tentang plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928. Mereka mendefinisikan plasma sebagai gas yang terionisasi dalam lucutan listrik, jadi plasma dapat juga didefinisikan sebagai campuran kuasinetral dari elektron, radikal, ion positif dan negatif. Percampuran antara ion-ion yang bermuatan positif dengan

elektron-elektron yang bermuatan negatif memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda dengan gas pada umumnya dan materi pada fase ini disebut fase plasma. Maka secara sederhana plasma didefinisikan sebagai gas terionisasi dan dikenal sebagai fase materi ke empat setelah fase padat, cair, dan fase gas (Nur, 2011).

Suatu gas dikatakan terionisasi jika terdiri dari atom-atom yang terionisasi bermuatan positif (ion) dan elektron yang bermuatan negatif. Pada prinsipnya, karena proses ionisasi membutuhkan energi dalam orde elektron volt untuk melepas elektron, maka dalam membuat plasma harus ditambahkan energi dalam suatu sistem. Penambahan ini bisa dilakukan dengan osilator gelombang mikro (RF) pada ruangan bertekanan rendah.

Hasil dari penelitian (Sulfadli,2020) menunjukkan bahwa proses plasma mempengaruhi peningkatan atau perubahan terhadap nilai karakteristik minyak sawit. Untuk nilai masaa jenis dan viskositas terendah ditemukan pada waktu penyalaan plasma 4 menit yaitu masing – masing 0,914 gr/ml dan 14,337 mm²/s. Sedangkan untuk nilai kalor optimal diperoleh diperoleh dari waktu penyalaan plasma 4 menit yaitu 35079 kJ/kg. untuk parameter titik nyala dari semua sampel ditemukan >210°C.

Plasma minyak jelantah dengan daya pada microwave 400 watt menghasilkan yield produk biodiesel terbesar yaitu 93,22%. Dengan kandungan pada hasil plasma microwave yaitu didominasi metil ester laurat dan metil ester miristat. Hasil karakteristik fisik densitas, viskositas, flash point dan pour point menunjukkan karakteristik dari produk biodiesel menunjukkan bahwa karakteristik dari produk biodiesel yang telah dianalisa telah memenuhi standar biodiesel SNI 7128:2012.(Hidayanti dkk,2016)

Mekanisme pelepasan plasma dalam cairan (terkhusus air) dapat diklasifikasikan ke dalam dua bagian. Bagian pertama mempertimbangkan bahwa plasma atau pelepasan listrik dalam air dimulai dari proses terbentuknya gelembung dan proses elektronik yang terjadi dalam

gelembung. Sementara itu bagian kedua, prosesnya dimulai dari pelepasan sebagian dan berkembang sampai pelepasan penuh .

Sesuai pendekatan dari bagian pertama, proses gelembung dimulai dengan gelembung kecil yang terbentuk melalui penguapan cairan dari pemanasan akibat medan listrik yang tinggi pada daerah ujung elektroda. Di dalam gelembung akan terjadi proses elektronika yang mengionisasi atom gas sehingga timbul plasma.

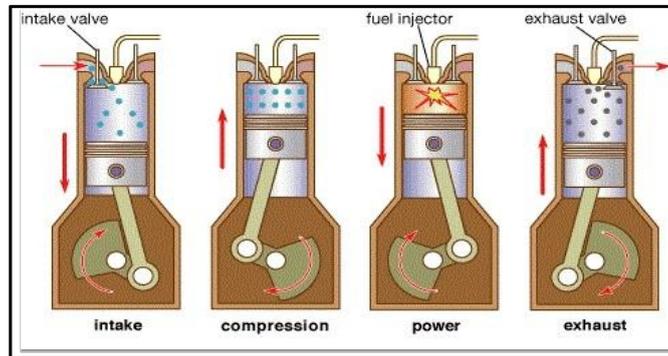
2.3 Mesin diesel

A. Pengertian Mesin Diesel

Mesin diesel adalah mesin yang sistem pembakarannya di dalam (internal combustion engine) dengan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan/dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran. Pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar . Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. Sesuai dengan gerakan piston untuk mendapatkan satu kali proses tersebut maka mesin diesel tersebut dibagi dalam 2 macam: 1)Mesin diesel 4 langkah (4 tak) dan 2) Mesin diesel 2 langkah (2 tak).

B. Prinsip Kerja Mesin Diesel 4 Langkah

Mesin diesel empat langkah mempunyai empat prinsip kerja, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Keempat langkah mesin diesel ini bekerja secara bersamaan untuk menghasilkan sebuah tenaga yang menggerakkan komponen lainnya.



Gambar 2.1 Proses kerja motor diesel 4 tak.

Sumber: Dody darsono, 2010. Simulasi CFD. FT UI

1. Langkah Hisap (*Intake*)

Langkah hisap yaitu ketika piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), pada saat ini kondisi katup hisap membuka dan katup buang menutup. Kondisi ini menyebabkan volume ruang bakar dan kevakuman meningkat sehingga campuran bahan bakar dan udara masuk ke dalam ruang silinder atau pembakaran. Proses pemasukkan udara ke dalam ruang bakar diakibatkan oleh tekanan atmosfer di luar silinder lebih besar dibandingkan di dalam silinder, kemudian bahan bakar masuk dikarenakan kevakuman yang besar di ruang bakar.

2. Langkah Kompresi (*Compression*)

Langkah kompresi yaitu piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), katup hisap dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang silinder atau ruang bakar dikompresikan atau dimampatkan, proses ini terjadi dikarenakan adanya penyempitan ruangan yang terjadi sehingga tekanan dan suhu di silinder mengalami peningkatan.

3. Langkah Ekspansi (*Power*)

Langkah Ekspansi (*Power*) yaitu setelah bunga api membakar campuran bahan bakar dan udara terkompresikan, terjadilah ledakan yang berakibat tekanan dan suhu meningkat kondisi kedua katup

menutup. Tekanan yang besar menggerakkan piston dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Pada saat ini, gerakan translasi dari piston diubah oleh poros engkol menjadi gerak putar, sehingga kendaraan dapat bergerak maju atau mundur sesuai dengan kecepatan.

4. Langkah Buang (Exhaust)

Langkah buang yaitu pada akhir langkah usaha, piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), gas sisa hasil pembakaran dibuang menuju katup buang. *Overlapping* terjadi disaat katup buang dan katup hisap terbuka bersama-sama, kondisi ini memiliki tujuan untuk membantu proses pembilasan di dalam ruang silinder. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah hisap dan seterusnya. Piston bergerak dari TMA-TMB-TMA-TMB-TMA membentuk satu siklus. Ada satu langkah tenaga dengan dua putaran poros engkol. Motor bakar yang bekerja dengan siklus lengkap tersebut termasuk golongan motor 4 langkah.

C. VCR (*Variable Compression Ratio*)

Mesin diesel terhubung ke dynamometer tipe arus eddy untuk memuat. Itu rasio kompresi dapat diubah tanpa menghentikan mesin dan tanpa mengubah geometri ruang bakar dengan blok silinder miring yang dirancang khusus pengaturan. Pengaturan dilengkapi dengan instrumen yang diperlukan untuk tekanan pembakaran dan pengukuran sudut engkol. Sinyal-sinyal ini dihubungkan ke komputer melalui indikator mesin untuk diagram $P\theta - PV$. Ketentuan juga dibuat untuk menghubungkan aliran udara, aliran bahan bakar, suhu dan pengukuran beban.

Pengaturan memiliki panel yang berdiri sendiri kotak yang terdiri dari kotak udara, dua tangki bahan bakar untuk uji campuran, manometer, pengukur bahan bakar unit, pemancar untuk pengukuran aliran udara dan bahan bakar, indikator proses dan mesin indikator. Rotameter disediakan untuk air pendingin dan aliran air kalorimeter pengukuran.

Pengaturan ini memungkinkan studi kinerja mesin VCR dengan exhaust gas recirculation (EGR) untuk daya rem, ditunjukkan daya, daya gesekan, brake mean effective pressure (BMEP), indicated mean effective pressure (IMEP), efisiensi termal rem, ditunjukkan efisiensi termal, efisiensi mekanik, efisiensi volumetrik, bahan bakar spesifik konsumsi, rasio A/F (Air/Fuel) dan keseimbangan panas. Performa Mesin Berbasis Lab view Paket perangkat lunak analisis "Enginesoft" disediakan untuk kinerja online evaluasi.



Gambar 2.2 Mesin Diesel TV1

Mesin yang digunakan adalah silinder tunggal empat langkah, vertikal, berpendingin air, disedot alami, injeksi langsung mesin diesel. Transduser tekanan digunakan untuk memantau tekanan injeksi. Peralatan mesin dihubungkan dengan perangkat pengukuran emisi gas. alat analisis gas, juga dilengkapi dengan instrumen yang diperlukan untuk mengukur tekanan melalui indikator sensor mesin perangkat lunak. Udara atmosfer memasuki intake manifold mesin melalui saringan udara dan kotak udara.

Udara sensor aliran dilengkapi dengan kotak udara memberi masukan untuk konsumsi udara ke sistem akuisisi data. Semua input seperti konsumsi udara dan bahan bakar, rem mesin daya, tekanan silinder dan sudut engkol direkam oleh sistem akuisisi data, yang disimpan dalam komputer dan ditampilkan di monitor. *Thermocouple* dengan indikator suhu terhubung pada pipa knalpot untuk mengukur suhu knalpot gas.

2.4 Proses Pembakaran Mesin Diesel

A. Jenis Pembakaran

Produk pembakaran campuran udara – bahan bakar dapat dibedakan menjadi:

1. Pembakaran sempurna (pembakaran ideal)

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

2. Pembakaran tak sempurna

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

3. Pembakaran dengan udara berlebihan

Pada kondisi temperatur tinggi nitrogen dan oksigen dari udara pembakaran akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen.

2.5 Siklus Termodinamika Motor Bakar

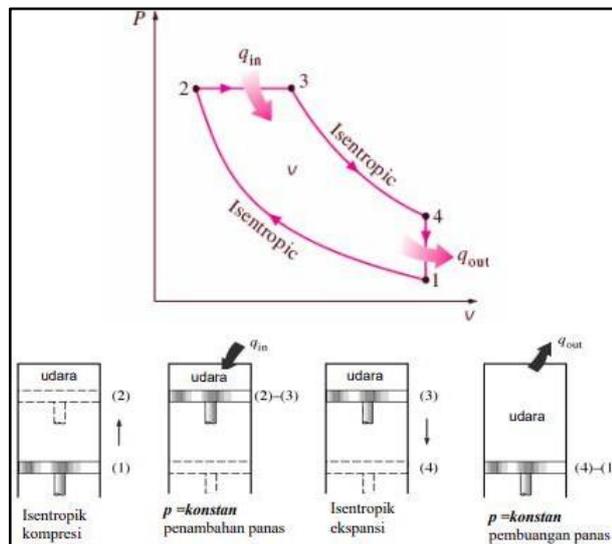
A. Siklus Udara Ideal

Penggunaan siklus ini berdasarkan beberapa asumsi adalah sebagai berikut:

1. Fluida kerja dianggap udara sebagai gas ideal dengan kalor spesifik konstan (tidak ada bahan bakar).
2. Langkah isap dan buang pada tekan konstan.
3. Langkah kompresi dan tenaga pada keadaan adiabatic.
4. Kalor diperoleh dari sumber kalor dan tidak ada proses pembakaran atau tidak ada reaksi kimia.

Siklus termodinamika dalam motor bakar terbagi menjadi tiga pokok bagian yaitu:

1. Siklus udara pada volume konstan (Siklus Otto)
2. Siklus udara pada tekanan konstan (Siklus Diesel)
3. Siklus udara tekanan terbatas (Siklus gabungan).



Gambar 2.3 Siklus Udara Tekanan Konstan

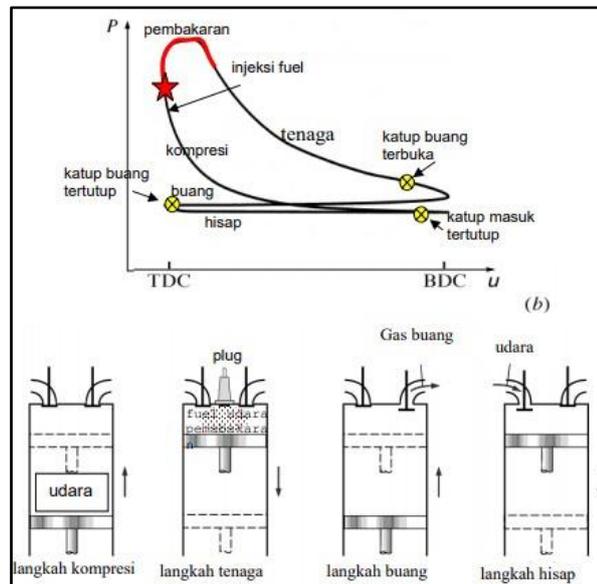
Sumber : Basyirun, Winarno, and Karnowo, 2008 Semarang,
Universitas Negeri Semarang

Siklus ideal tekanan konstan ini adalah siklus untuk mesin diesel. Gambar 2.5 adalah diagram P-V untuk siklus ideal Diesel. Adapun urutan prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
2. Langkah kompresi (1-2) merupakan proses adiabatik.
3. Langkah kerja (3-4) merupakan proses adiabatik.
4. Langkah buang (1-0) merupakan proses tekanan konstan.

Dapat dilihat dari urutan proses diatas bahwa pada siklus tekanan konstan pemasukan kalornya pada tekanan konstan berbeda dengan siklus volume konstan yang proses pemasukan kalornya pada kondisi volume konstan. Siklus tekanan konstan sering disebut dengan siklus diesel. Rudolf Diesel yang pertama kali merumuskan siklus ini dan sekaligus pembuat pertama mesin diesel. Proses penyalaan pembakaran terjadi tidak menggunakan busi, tetapi terjadi penyalaan sendiri karena temperatur didalam ruang bakar tinggi karena kompresi.

B. Siklus Aktual



Gambar 2.4 Siklus Aktual Diesel

Sumber : Basyirun, Winarno, and Karnowo, “Mesin Konversi Energi Universitas Negeri Semarang”, 2008.

Pada gambar 2.6 diatas adalah siklus aktual dari mesin diesel. Alasan yang sama dengan mesin, dengan perbedaan pada disel pada langkah isap hanya udara saja, bahan bakar diseprotkan melalui nosel di kepala silinder. Proses pembakaran untuk menghasilkan panas karena kompresi, atau pembakaran kompresi.

2.6 Dasar-dasar Perhitungan Kinerja Motor Bakar

Parameter-parameter yang akan dijadikan sebagai perhitungan dalam pengujian ini adalah :

- a. Daya indikasi (IP)
 - b. Konsumsi Bahan Bakar (FC)
 - c. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)
 - d. Konsumsi Udara Aktual (M_{ac}) Konsumsi Udara Teoritis (M_{tt})
 - e. Perbandingan Udara Bahan Bakar (AFR)
 - f. Efisiensi Volumetris (η_{vol})
 - g. Efisiensi Thermis (η_{th})s
-
- a. Daya Indikasi, IP (kW)

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsi yang terjadi. Dengan demikian jumlah putaran (rpm) dan besarnya momen putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan oleh sebuah motor Maka daya indikasi dari mesin merupakan karakteristik mesin dalam pembangkitan daya pada berbagai kondisi operasi, dapat dihitung menurut persamaan,

$$IP = \frac{P_m \times s \times A \times N}{60 \times 1000 \times n} = (\text{kW})$$

Dimana:

- IP = Daya indikasi, (Kw)
- N = Putaran Poros, (rpm)
- Pm = Tekanan efektif rata-rata, (Pa)
- s = Panjang langkah silinder, (0.11 m)
- A = Luas penampang silinder, (m)
- 1000 = konversi dari watt ke kilo watt
- n = jumlah putaran persiklus
 - = 2 untuk motor empat langkah
 - = 1 untuk motor dua langkah

b. Konsumsi bahan Bakar, FC (kg/h)

Konsumsi bahan bakar menunjukkan jumlah pemakaian bahan bakar yang dihitung dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan sejumlah bahan bakar yang terdapat pada gelas ukur, dapat dihitung dari persamaan,

$$FC = \frac{VGU \cdot 10^{-3} \cdot \rho_f \cdot 3600}{W} \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Dimana:

- FC = Konsumsi Bahan Bakar (kg/h)
- VGU = Volume gelas ukur
- ρ_f = Massa jenis bahan bakar, (kg/h)
- 10^{-3} = Faktor konversi cc ke dm^3
- 3600 = Faktor konversi detik ke jam

c. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik, SFC (kg/kW.h)

Konsumsi bahan bakar spesifik menyatakan jumlah bahan bakar untuk menghasilkan suatu kW setiap satu satuan waktu pada beban

tertentu. SFC merupakan parameter keekonomisan suatu motor bakar. Parameter ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SFC = \frac{FC}{BP} \text{ (kg/kW.h)}$$

Dimana:

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW.h)

d. Laju Aliran Udara aktual, M_a (kg/h)

Untuk mengukur jumlah pemakaian udara sebenarnya, digunakan sebuah plat orifice sisi tajam dengan diameter 20 mm yang dihubungkan dengan sebuah manometer presisi. Perbedaan tekanan akibat aliran udara yang melintasi plat orifice diukur oleh manometer, menggambarkan konsumsi udara yang sanggup di isap oleh mesin selama langkah pemasukan. Maka dari itu persamaan M_a adalah:

$$M_a = Kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_o^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{h_o \cdot \rho_{ud}}$$

Dimana:

M_a = Laju Aliran Udara aktual (kg/h)

Kd = koefisien discharge orifice = (0,6)

D_o = diameter orifice, (mm)

C = kecepatan aliran udara, (m/s)

h_o = beda tekanan pada manometer (mmWC)

ρ_{ud} = massa jenis udara pada kondisi masuk, (kg/m³)

e. Laju Aliran Udara Teoritis, M_{th} (kg/h)

Banyaknya bahan bakar yang dapat terbakar sangat bergantung pada jumlah udara yang terisap selama langkah pemasukan, karena itu perlu diperhatikan berapa jumlah udara yang dikonsumsi selama pemasukan. Dalam keadaan teoritis, jumlah massa udara yang dapat masuk ke dalam ruangan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{th} = \frac{V_s \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot 60 \cdot \rho_{ud}}{K_a} \text{ (kg/h)}$$

Dan,

$$V_s = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot z}{4 \cdot 10^6}$$

Dimana:

- V_s = volume selinder
- 10^{-3} = fakto konversi dari cc ke liter
- N = putaran poros (rpm)
- ρ_{ud} = massa jenis udara (kg/m^3)
- K_a = 2 (konstanta untuk motor 4 langkah)
- d = Diameter selinder (87,5 mm)
- s = panjang langkah silinder (110 mm)
- z = jumlah selinder (1)

f. Perbandingan Udara Bahan Bakar, *AFR*

Perbandingan udara bahan bakar sangat penting bagi pembakaran sempurna. Konsumsi udara bahan bakar yang dihasilkan akan sangat mempengaruhi laju dari pembakaran dan energi yang dihasilkan. Secara umum *air fuel consumption* dapat dihitung dengan persamaan:

$$AFR = \frac{M_a}{FC}$$

Dimana:

- M_a = konsumsi udara aktual (kg/h)
- FC = konsumsi bahan bakar (kg/h)

g. Efisiensi Volumetrik, η_{vol} (%)

Efisiensi volumetris adalah perbandingan antara jumlah udara terisap sebenarnya pada proses pengisapan, dengan jumlah udara teoritis yang mengisi volume langkah pada saat temperatur dan tekanan sama. Dengan demikian η_{vo} dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$\eta_{vo} = \frac{M_a}{M_{th}} \cdot 100 (\%)$$

Dimana:

M_a = konsumsi udara aktual (kg/h)

M_{th} = konsumsi udara teoritis (kg/h)

h. Efisiensi Thermis, η_{th} (%)

Efisiensi thermis didefinisikan sebagai perbandingan antara besarnya energi kalor yang di ubah menjadi daya efektif dengan jumlah kalor bahan bakar yang disuplai ke dalam selinder. Parameter ini menunjukkan kemampuan suatu mesin untuk mengkonversi energi kalor dari bahan bakar menjadi energi mekanik. η_{th} dapat dihitung dengan rumus berikut,

$$\eta_{th} = \frac{BP}{Q_{tot}} (\%)$$

$$Q_{tot} = \frac{FC.LHV_{bb}}{3600} (kW)$$

Dimana:

Q_{tot} = kalor yang di suplai, (kW)

LHV_{bb} = nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)

3600 = faktor konversi jam ke detik

BP = daya efektif (kW)

2.7 Emisi gas buang

Habibi (2016) mengatakan, “Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui system pembuangan mesin”.

Menurut PP No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yang dimaksud dengan emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai

unsur pencemar. Sumber emisi adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan emisi dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik

Pengertian uji emisi kendaraan bermotor berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama adalah uji emisi gas buang yang wajib dilakukan untuk kendaraan bermotor secara berkala. Di dalam peraturan tersebut juga dijelaskan bahwa pelaksanaan uji emisi di suatu daerah dievaluasi oleh Bupati atau Walikota minimal 6 bulan sekali. Adapun unsur-unsur emisi gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

- a. Karbon monoksida (CO)
- b. Hidro karbon (HC)
- c. Karbon dioksida (CO₂)
- d. Nitrogen monoksida (NO)
- e. Oksigen (O₂)