

SKRIPSI

PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL MINYAK
KELAPA PADA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS
BUANG PADA MOTOR DIESEL



FATHURRAHMAN
02081005027

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

2017

621.4307

Fat
P
2014

2014/2015



SKRIPSI

**PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL MINYAK
KELAPA PADA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS
BUANG PADA MOTOR DIESEL**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Mesin



FATHURRAHMAN
03081005027

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL MINYAK
KELAPA PADA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS
BUANG PADA MOTOR DIESEL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin

Oleh :

FATHURRAHMAN
03081005027

Inderalaya, 12 Desember 2014

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing,

Ellyanie, ST, MT
NIP. 19690501 199412 2 001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 07/TA/FA/2015.
: 5/2-2015.
:

SKRIPSI

NAMA : FATHURRAHMAN

NIM : 03081005027

MATA KULIAH : KONVERSI ENERGI

JUDUL : PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL MINYAK
KELAPA PADA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS
BUANG PADA MOTOR DIESEL

DIBERIKAN : Desember 2013

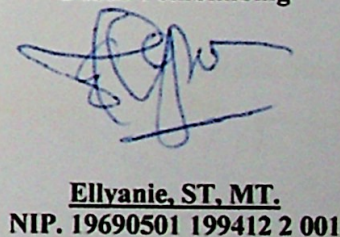
SELESAI : Desember 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Oomarul Hadi, ST., MT.
NIP.19690213 1995031001

Diberikan dan Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Ellyanie, ST, MT.
NIP. 19690501 199412 2 001

HALAMAN PERSETUJUAN

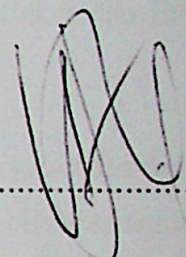
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Pengaruh campuran biodiesel minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap *Spesific fuel consumption* dan emisi gas buang pada motor diesel" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Desember 2014.

Inderalaya, 12 Desember 2014

Tim Penguji Skripsi

Ketua :

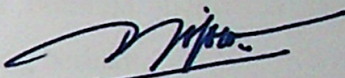
1. Ir. Firmansyah Burlian, MT
NIP. 19561227 198811 1 001



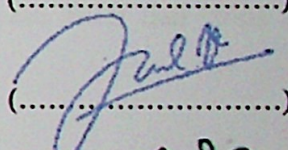
(.....)

Anggota :

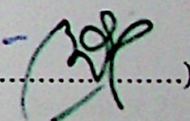
1. Ir. Dyos Santoso, MT
NIP. 19601223 1991 1 001
2. H. Ismail Thamrin, ST, MT
NIP. 19720902 199702 1 001
3. Barlin, ST, M.Eng
NIP. 19810630 200604 1 001



(.....)



(.....)



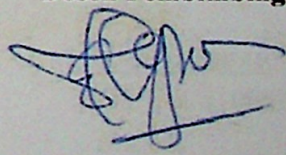
(.....)

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001

Dosen Pembimbing,



Ellyanie, ST, MT
NIP. 19690501 199412 2 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathurrahman

NIM : 03081005027

Judul : Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Kelapa Pada Bahan Bakar Solar terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Desember 2014

Penulis,



Fathurrahman

NIM. 03081005027

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathurrahman

NIM : 03081005027

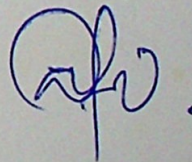
Judul : Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Kelapa Pada Bahan Bakar Solar terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Desember 2014

Penulis,



Fathurrahman

NIM. 03081005027

MOTTO SERTA PERSEMBAHAN

- *Fear not the weapon, fear the man who wield it*
- *Think of death while living. Notice danger while safe*
- *Jangan menjadi kaku dan terjebak di satu zona nyaman, bergerak, cari zona nyaman yang lainnya.*

Karya kecil ini kupersembahkan untuk:

- *ALLAH SWT ,segala puji hanya bagi-Mu ,Tuhan semesta alam.*
- *Ayah dan Ibu.*
- *Keluarga besar Teknik Mesin Unsri.*
- *Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

RINGKASAN

JURUSAN TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Desember 2014

Fathurrahman, Dibimbing oleh Ellyanie.

Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Kelapa pada Bahan Bakar Solar terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel.

xvii + 55 halaman, 10 tabel, 37 gambar, 7 lampiran

Biodiesel minyak kelapa merupakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati yang ramah lingkungan dan dapat menurunkan konsumsi bahan bakar, meningkatkan kadar bahan bakar yang baik, serta emisi gas buang pada motor bakar diesel. Pengamatan penambahan biodiesel minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap prestasi mesin dan emisi gas buang pada motor diesel telah dilakukan. Parameter yang diteliti adalah bahan bakar campuran biodiesel 10% (B10), 20% (B20), 30% (B30), daya dan kecepatan putaran mesin. Emisi gas buang yang diamati meliputi CO, CO₂, dan HC. Pengujian dilakukan pada mesin diesel *generator set* type R175. Pengujian dilakukan dengan variasi putaran 1500 rpm, 1750 rpm, 2000 rpm dan 2250 rpm. Alat ukur yang digunakan untuk emisi adalah Stargas *analyzer* type 898. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan bakar campuran biodiesel mengalami peningkatan kadar setana yang baik untuk bahan bakar, emisi yang paling rendah terdapat di campuran B20 (80% solar + 20% biodiesel minyak kelapa), begitu juga dengan perhitungan prestasi mesin dan konsumsi bahan bakar spesifiknya (SFC).

Kata kunci : bahan bakar alternatif, emisi gas buang, CO₂, CO, HC.

SUMMARY

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, FACULTY OF
ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY**

Scientific Paper in the form of Essay, December 2014

Fathurrahman, supervised by Ellyanie.

Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Kelapa pada Bahan Bakar Solar terhadap
Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel.

xvii + 55 pages, 10 tables, 37 pictures, 7 attachment

Coconut oil Biodiesel is an alternative fuel made from vegetable fat that is eco friendly and can reduces fuel consumption and increases the good value of fuel, also decreases the exhaust emissions in diesel engine. Observation and research of the coconut biodiesel addition in diesel fuel toward machine prestige and exhaust emissions have been done. The parameters that have been researched are the fuel mixtures 10% (B10), 20% (B20), 30% (B30), energy or power and RPM. Exhaust emissions that have been researched include CO, CO₂, and HC. Research have been done with diesel engine generator set type R175 with rotation varieties 1500 rpm, 1750 rpm, 2000 rpm, and 2250 rpm, and various power. Utility for exhaust emissions measurement is Stargas analyzer type 898. Results of the research show that mixtures of biodiesel and diesel fuel increases the cetane number, also lowest emission is showed in B20 mixture as same as the machine prestige and its specific fuel consumption (SFC).

Keywords: alternative fuel, exhaust gas emission, CO₂, CO, HC

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi seorang mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya.
2. Ibu Ellyanie, S.T, M.T. Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi. DEA. yang telah bersedia meminjamkan alat ukur untuk penelitian dalam skripsi ini.
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T. M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak. Ir. Dyos Santoso, M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
7. Bapak Edi Suprianto, S.T. selaku Teknisi Lab. Migas Graha Pertamina.
8. Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu, pengetahuan, dan wawasan.
9. Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
10. Kedua Orang Tua Tercinta.
11. Keluarga Besar.
12. Teman-teman KBK Konversi Energi 2008.
13. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2008, "*solidarity forever*".

14. Ucapan terimakasih disampaikan pada CSR. (Corporate Social Responsibility) PT. PERTAMINA (PERSERO) yang telah membantu memberikan peralatan kepada Universitas Sriwijaya yang mana alat – alat dan bahan tersebut telah saya gunakan dalam penelitian tugas akhir ini.
15. Keluarga Besar Fakultas Teknik Unsri.
16. Seluruh keluarga besar civitas akademika Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat Penulis diharapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “*Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Kelapa Pada Bahan Bakar Solar terhadap Spesific Fuel Consumption dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel*” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkajinya di masa yang akan datang.

Indralaya, 24 Desember 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Motor Diesel	4
2.1.1. Siklus Diesel	6
2.1.2. Proses Pembakaran pada Motor Diesel	7
2.2. Bahan Bakar Diesel	8
2.2.1. Sifat Penting Bahan Bakar	9
2.3. Biodiesel	12
2.3.1. Minyak Kelapa	14
2.3.2. Proses Pembuatan Biodiesel Minyak Kelapa	15
2.4. Konsumsi Bahan Bakar	16
2.5. Emisi Gas Buang	17
2.5.1. Gas Buang Pada Biodiesel	23
2.5.3. Baku Mutu Emisi Gas Buang	24

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2. Alat dan Bahan	26
3.2.1. Laboratorium Pilot Plant Biodiesel Unsri	26
3.2.2. Laboratorium MIGAS Graha Pertamina Unsri	30
3.3. Prosedur Pengujian	35
3.3.1. Prosedur Pembuatan Biodiesel	35
3.3.2. Prosedur Pengujian Sifat Fisik Bahan Bakar	36
3.3.2.1. prosedur pengujian nilai kalori	36
3.3.2.2. Prosedur Pengujian Angka Setana	36
3.3.2.3. Prosedur Pengujian Viskositas	37
3.3.2.4. Prosedur Pengujian Densitas	37
3.3.3. Prosedur Pengujian Laju Aliran Bahan Bakar	37
3.3.4. Prosedur Pengujian Emisi Gas Buang	38
3.4. Pengujian dan Pengumpulan Data	39
3.5. Diagram Alir	40
3.5.1. Diagram Alir Penelitian	40
3.5.2. Diagram Alir Pembuatan Biodiesel	41
3.6. Skema Pengujian	42

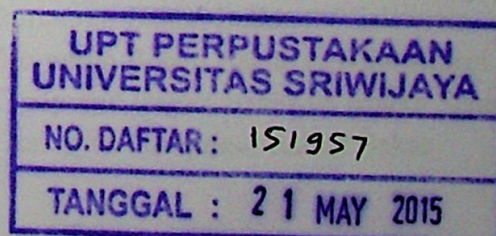
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian	43
4.1.1. Data Hasil Pengujian	43
4.1.2. Konsumsi Bahan Bakar	44
4.2. Analisa dan Pembahasan	46
4.2.1. Densitas	46
4.2.2. Viskositas	47
4.2.3. Nilai Kalor	48
4.2.4. Angka Setana	49
4.2.5. Laju Aliran Bahan Bakar	50
4.2.6. Kadar Emisi Gas Buang CO	51
4.2.7. Kadar Emisi Gas Buang CO ₂	52
4.2.8. Kadar Emisi Gas Buang HC	53

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	55

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN**



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Proses Kerja Motor Diesel Empat Langkah	4
2.2. Siklus Diesel Diagram P-v	6
2.3. Proses Pembakaran Motor Diesel	7
2.4. Reaksi Transesterifikasi	16
3.1. Timbangan Digital	26
3.2. Pipet Tetes	27
3.3. <i>Hot Plate stirrer</i>	27
3.4. Rangkaian Alat Trans-Esterifikasi	27
3.5. Corong Pemisah	28
3.6. Minyak Kelapa	28
3.7. Metanol	29
3.8. NaOH Padat	29
3.9. Aquades	29
3.10. <i>Oxygen bomb calorimeter</i>	30
3.11. <i>Diesel Analyzer Irox Diesel</i>	30
3.12. <i>Pensky-Martens Tester</i>	30
3.13. <i>Gas Analyzer</i>	31
3.14. <i>Viskometer Bath</i>	31
3.15. Tachometer	31
3.16. Timbangan Digital	32
3.17. Gelas ukur 100 ml	32
3.18. Stopwatch Digital	32
3.19. Pipet Tetes	33
3.20. Neraca Digital	33
3.21. Genset Diesel	33
3.22. Tanki Modifikasi	34
3.23. Sampel Bahan Bakar	42
3.24. Diagram Alir Penelitian	43
3.25. Diagram Alir Pembuatan Biodiesel	44
3.26. Skema Pengujian	45
4.1. Grafik Hubungan Densitas vs Campuran Bahan Bakar	46
4.2. Grafik Hubungan Campuran Bahan Bakar vs Viskositas	47
4.3. Grafik Hubungan Campuran Bahan Bakar vs Nilai Kalori	48
4.4. Grafik Hubungan Campuran Bahan Bakar vs Angka Setana	49
4.5. Laju Aliran Bahan Bakar vs Campuran Bahan Bakar	50

4.6. Grafik Pengaruh Putaran Mesin terhadap Emisi CO	51
4.7. Grafik Pengaruh Putaran Mesin terhadap Emisi CO ₂	52
4.8. Grafik Pengaruh Putaran Mesin Pada Emisi HC	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Syarat Mutu Biodiesel SNI	13
2.2 Komponen Penyusun Partikulat	22
2.3 Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kepmen	25
4.1 Data Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar	43
4.2 Data Hasil Pengujian Emisi CO	43
4.3 Data Hasil Pengujian Emisi CO ₂	44
4.4 Data Hasil Pengujian Emisi HC	44
4.5 Data Hasil Pengujian Waktu Konsumsi Bahan Bakar	45
4.6 Hasil perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar (\dot{m}_f)	46
4.7. Hasil Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar	55

DAFTAR SIMBOL

Simbol Umum

ρ	Rapat massa
m	Massa
V	Volume
ν	Viskositas kinematik
μ	Viskositas dinamik
P	Tekanan
m_f	Laju aliran bahan bakar
V_f	Konsumsi bahan bakar volumetrik
t_c	Waktu konsumsi bahan bakar
ρ_f	Massa jenis bahan bakar
Sfc	Konsumsi bahan bakar spesifik
kg	Kilogram
s	Sekon
kW	Kilowatt
m	Meter
gr	Gram
ml	Milliliter
°C	Celcius
mg	miligram
J	Joule
cSt	Centistokes

BAB 1 PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak (BBM) hingga saat ini masih merupakan sumber energi utama di Indonesia. Berdasarkan data dari Sekretariat Panitia Teknis Sumber Energi, (2006), distribusi penggunaan sumber energi nasional untuk Bahan Bakar Minyak (BBM) sebesar 60%, gas 16%, batubara 12%, listrik 10% dan LPG 1% dari total 606,13 juta SBM (setara bahan bakar minyak). BBM yang dipakai pada saat ini berasal dari fosil yang merupakan sumber daya alam tak terbarukan, sehingga pada suatu saat akan semakin menipis dan sampai akhirnya akan habis. Minyak solar merupakan jenis BBM yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia (Prihandana *et al.*, 2006).

Dilain hal bahan bakar fosil juga mengakibatkan pencemaran udara. Hal ini menyebabkan kondisi udara tidak sepenuhnya bersih, karena gas buang hasil dari pembakaran kendaraan mengandung racun yang berbahaya bagi lingkungan, terutama karbon monoksida (CO) dan juga hidrokarbon (HC) yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x. Mengingat hal-hal yang disebut sebelumnya, kita sadar bahwa polusi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor sangat berbahaya, oleh karena itu langkah-langkah mengurangi dampak polusi udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan penghematan bahan bakar fosil yang tak terbaharui perlu ditanggapi secara serius. Salah satu cara adalah dengan menggunakan minyak kelapa sebagai biodiesel yang memiliki beberapa nilai tambah, seperti bahan yang mudah didapat, mampu mengurangi kadar polusi gas buang dan mampu mengurangi dan menghemat penggunaan bahan bakar.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana memanfaatkan minyak kelapa agar menjadi biodiesel ramah lingkungan dan bagaimana pengaruh campurannya pada bahan bakar solar murni terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada mesin diesel.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Minyak kelapa digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel yang akan dicampur dengan solar.
2. Variasi pencampuran bahan bakar yang digunakan adalah B₀ (100% solar), B₁₀ (90% solar + 10% biodiesel minyak kelapa), B₂₀ (80% solar + 20% biodiesel minyak kelapa), dan B₃₀ (70% solar + 30% biodiesel minyak kelapa).
3. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah nilai kalor, *cetane number*, viskositas, densitas pada masing-masing campuran.
4. Melakukan pengujian konsumsi bahan bakar.
5. Melakukan pengujian emisi gas buang (kadar CO, CO₂ dan HC).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai kalor, *cetane number*, viskositas, densitas dari biodiesel minyak kelapa, solar, dan pada masing-masing campuran.
2. Mendapatkan emisi gas buang pada mesin yang menggunakan campuran biodiesel minyak kelapa dan bahan bakar solar murni.
3. Mendapatkan campuran yang paling optimal dari segi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan antara keseluruhan variasi campuran biodiesel minyak kelapa dan solar.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini, diantaranya:

1. Membantu penghematan pemakaian solar yang semakin lama semakin menipis persediaannya.

2. Menghasilkan bahan bakar mesin diesel yang lebih efisien dan ramah lingkungan.
3. Membantu mengurangi polutan berbahaya yang di timbulkan mesin diesel seperti partikulat , carbon monoksida, sulfur, dan lain-lain.
4. Menghasilkan energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan dan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 1988. *Penggerak mula motor bakar torak*. Edisi keempat. Bandung : ITB
- Baharta. 2007, *Proses Produksi Biodiesel*, Penebar Swadaya.
- Darsono, Dodi. 2010. "Simulasi CFD pada Mesin Diesel Injeksi Langsung dengan Bahan Bakar Biodiesel dan Solar." Skripsi, Universitas Indonesia.
- De Bruijn, L.A dan L. Muilwijk. 1985. *Motor Bakar*. PT. Bhratara Karya Aksara: Jakarta
- Havendri, Adly. 2008. "Kaji Eksperimental Perbandingan Prestasi Dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Solar Dengan Biodiesel CPO, Minyak Jarak Dan Minyak Kelapa" *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.1 (29) : 40-41, Universitas Andalas.
- Keteren, S., 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press, Jakarta.
- Putra, Akhsa Kusuma. 2008. "Studi Komprasi Unjuk Kerja Mesin Berbahan Bakar Solar dan CPO Dengan Pemanasan." Skripsi, Universitas Indonesia.
- Pradipta, Oksi Sigit. 2008. "Studi Komprasi Unjuk Kerja Mesin dan Pengaruh Kenaikan Cetane Number pada Campuran Biodiesel Minyak Jagung dan Solar Murni." Skripsi, Universitas Indonesia
- Prihandana R., Hendroko R., Nuramin M., "*Menghasilkan biodiesel murah*", Agromedia Pustaka, Jakarta, 2006.
- PT PERTAMINA PERSERO : Departemen Laboratorium
- Setyadji, M. Dan Susiantini Endang., 2007. "Pengaruh Penambahan Biodiesel Dari Minyak Jelantah pada Solar terhadap Opasitas dan Emisi Gas Buang CO, CO₂, dan HC" *Prosiding PPI-PDIPTN, P3TM-BATAN*, 198-199.
- Soerawidjadja TH, Brodjonegoro TP, dan Reksowardojo IK. 2006. *Tanaman Sumber Bahan Mentah Biodiesel*. Kelompok Studi Biodiesel. Bandung : ITB.
- Sukoco. 2008. *Tekhnologi motor diesel*. edisi pertama. Alfabeta. Bandung.

Trommelmans, J. 1993. Mesin Diesel, PrinsipPrinsip Mesin Diesel Untuk Otomotif. PT. Rosda Jayaputra: Jakarta

<http://viarohidinthea.blogspot.com/2011/05/emisi-gas-buang.html> : diakses tanggal 23 juni 2014

<http://chemical-engineer.digitalzones.com/biodiesel.html> : diakses tanggal 14 mei 2014

<http://www.scribd.com/doc/105001931/Pengertian-Emisi-Gas-Buang>. diakses tanggal 7 Januari 2013