

**UNJUK KERJA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR  
BIODIESEL CAMPURAN MINYAK KELAPA DAN MINYAK  
JARAK**

*PERFORMANCE OF DIESEL ENGINES WITH BIODIESEL FUEL  
MIXTURE OF COCONUT OIL AND CASTOR OIL*

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Starta-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:  
**Anggara Timur Subono**  
**20130130107**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel  
Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Jarak**

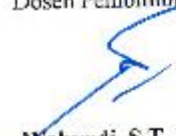
*Performance of Diesel Engines With Biodiesel Fuel Mixture of  
Coconut Oil and Castor Oil*

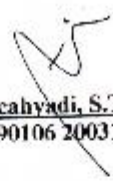
Dipersiapkan dan disusun oleh:  
**Anggara Timur Subono**  
(20130130107)

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal 19 Desember 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Wahyudi, S.T., M.T.**  
NIK. 19700823 199702 123032

  
**Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng.**  
NIK. 19790106 200310 123053

Penguji  
  
**Thoharudin, S.T., M.T.**  
NIK. 19870410 201604 123097

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal Desember 2017

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY  
  
**Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D**  
NIK. 19740302 200104 123049



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggara Timur Subono

NIM : 20130130107

Judul Tugas Akhir : "Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Minyak Kelapa dan Minyak Jarak.


Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan tugas akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah yang tercantum sebagian dari tugas akhir ini. Jika terdapat karya orang lain saya mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 19 Desember 2017

Yang membuat pernyataan

  
Anggara Timur Subono

NIM. 20130130107



## MOTTO

Yang patah tumbuh yang hilang berganti

Yang hancur lebur akan terobati

Yang sia-sia akan jadi makna

Yang terus berulang suatu saat nanti

Yang pernah jatuh kan berdiri lagi

Yang patah tumbuh yang hilang berganti

(Banda Neira)

“Karena ketakutan yang menenggelamkan

Karena keberanian yang menyelamatkan”

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*“Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”*

**Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT.**

**Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan,  
membekali ku dengan ilmu.**

**Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya tugas akhir  
ini dapat terselesaikan.**

**Sholawat dan salam selalu terlimpahkan.**

[ Ayah dan Ibu Tercinta ]

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada ibu dan ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga dan tiada mungkin ku balas hanya dengan selembar kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk ibu dan ayah bahagia karena ku sadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu memberi kasih sayang, selalu menasehatiku dan mendoakanku untuk menjadi lebih baik.

[ Dosen Pembimbingku ]

Bapak Wahyudi, S.T., M.T.dan Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng. selaku dosen tugas akhir saya, terima kasih banyak atas semua bantuan, nasihat,bimbingan, dan pelajaran yang telah diberikan saya tidak akan pernah lupa atas bantuan dan kesabaran Bapak-bapak semua

Seluruh dosen dan staff pengajar di jurusan teknik mesin: terima kasih banyak untuk ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berharga yang telah diberikan kepada kami.

[ Teknik Mesin 2013 ]

Semua sahabatku seperjuangan teknik mesin angkatan 2013, terimakasih untuk kalian yang mekenal saya telah memberikan dukungan dan juga canda tawa selama perkuliahan di Tenik Mesin UMY.

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua. Terima kasih beribu terima kasih kuucapkan. Atas segala kekilafan dan kekuranganku,kurendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah.

Tugas Akhir ini ku persembahkan

**ANGGARA TIMUR S**

## INTISARI

Konsumsi akan bahan bakar minyak mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan kebutuhan masyarakat dan industri. Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak bumi ini tidak diimbangi dengan pasokan minyak Indonesia. Karena itu sering terjadi kelangkaan bahan bakar minyak pada daerah-daerah di Indonesia dan menyebabkan melambungnya harga bahan bakar. BBM yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah jenis solar. Dengan terjadinya kelangkaan pada bahan bakar solar maka mencari alternatif yaitu biodiesel, yang memanfaatkan minyak kelapa dan minyak jarak.

Penelitian ini menggunakan mesin diesel satu silinder yang dihubungkan ke generator untuk menyalakan beban yaitu 5 lampu dengan masing masing beban 500watt. Parameter pengujiannya adalah konsumsi bahan bakar spesifik dan daya serta pengujian karakteristik injeksi.

Hasil penelitian didapatkan bahwa bahan bakar biodiesel B5 dan B10 lebih rendah dari bahan bakar solar. Untuk bahan bakar BKBJ 91 B5 dan BKBJ 91 B10 memiliki daya lebih baik daripada bahan bakar biodiesel lainnya pada setiap pembebanannya yaitu 2.596 kW dan 2.504 kW. Untuk konsumsi bahan bakar (SFC), campuran biodiesel B5 dan B10 lebih rendah daripada solar atau lebih irit dari solar yaitu BKBJ 55 B5 0,169 Kg/watt.jam dan BKBJ B10 0,163 Kg/watt.jam pada beban 500watt. Pada uji karakteristik semprotan didapat bahan bakar biodiesel B5 dan B10 memiliki semprotan yang panjang dibandingkan solar. Untuk bahan bakar biodiesel B5 semprotan sedikit menyebar, untuk B10 memiliki semprotan yang memusat ke dasar kolam.

**Kata Kunci :** biodiesel, unjuk kerja mesin diesel, minyak kelapa, minyak jarak, karakteristik injeksi

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobal'amin*, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Jarak**” Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan selama melakukan penelitian ini. Penulis mengucapkan ucapan terima-kasih kepada.

1. Orangtua saya Bapak Subono dan Ibu Sripurwaningsih, atas kesabaran dalam mendidik penulis serta doa dan dukungan yang telah diberikan demi keberhasilan dan kesuksesan penulis.
2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc. Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Wahyudi, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh staf Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam penelitian tugas akhir.
6. Rekan-rekan satu kelompok proyek Tugas Akhir, terimakasih atas kerjasamanya dan kebersamaanya.
7. Teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin UMY angkatan 2013 yang telah memberikan dukungan dan semangat dari masa perkuliahan hingga terselesaikan pengerjaan tuga akhir.
8. Rekan-rekan kelas C angkatan 2013.
9. Serta kepada pihak yang telah memberikan bantuan baik tulisan, ucapan, bimbingan, arahan dan lain-lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.



Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi kita civitas akademika dan umumnya bagi pembaca semua, Aamiin.

Yogyakarta, 19 Desember 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
INTI SARI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Bahan Bakar Minyak.....	9
2.2.2 Biodiesel.....	9
2.2.3 Syarat Mutu Biodiesel dan Biosolar .....	9
2.2.4 Sifat-sifat Biodiesel.....	12
2.2.4.1 Viskositas .....	12
2.2.4.2 Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ).....	12
2.2.4.3 Nilai Kalor .....	12
2.2.4.4 Rapat Massa ( <i>Density</i> ).....	13
2.2.5 Minyak Jarak.....	13
2.2.6 Minyak Kelapa.....	14
2.2.7 Transesterifikasi.....	16

2.2.8 Motor Bakar .....	17
2.2.9 Mesin Diesel .....	17
2.2.10 Siklus Diesel .....	18
2.2.11 Proses Pembakaran Mesin Diesel .....	20
2.2.12 Daya Listrik .....	21
2.2.13 Konsumsi Bahan Bakar.....	22
2.2.14 Pengukuran Panjang Semprotan dan Sudut Semprotan.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	25
3.1.1 Bahan Penelitian .....	25
3.1.1.1 Bidiesel Kelapa dan Jarak.....	25
3.1.1.2 Solar .....	26
3.2 Alat Penelitian.....	27
3.2.1 Mesin Diesel dan Alternator .....	27
3.2.2 Alat Uji Injeksi.....	28
3.2.3 Alat Instrumentasi .....	29
3.2.3.1 Tachometer Digital .....	29
3.2.3.2 Voltmeter Digital .....	29
3.2.3.3 Amperemeter Digital .....	30
3.2.3.4 Termometer Digital.....	30
3.2.3.5 Tangki Bahan Bakar .....	31
3.2.3.6 Lampu .....	31
3.2.3.7 Selang Nosel .....	32
3.2.3.8 Selang Bahan Bakar .....	32
3.2.3.9 Pompa Injektor.....	32
3.2.3.10 Injektor.....	33
3.2.3.11 Nosel .....	33
3.2.3.12 Motor Listrik.....	33
3.2.3.13 Kamera.....	34
3.3 Tempat Penelitian dan Pengujian.....	34
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	34

3.4.1	Pengujian Kinerja Mesin Diesel .....	35
3.4.2	Pengujian Karakteristik Injeksi.....	37
3.5	Persiapan Pengujian .....	38
3.6	Tahapan Pengujian.....	38
3.6.1	Pengujian Kinerja Mesin Diesel .....	38
3.6.2	Pengujian Karakteristik Injeksi Mesin Diesek.....	40
3.7	Metode Pengujian .....	40
3.8	Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar .....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		42
4.1	Data Hasil Uji Sifat Fisik Bahan Bakar .....	42
4.2	Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi.....	48
4.2.1	Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B5 .....	50
4.2.1.1	Solar .....	50
4.2.1.2	Injeksi BKBJ 55 B5 .....	51
4.2.1.3	Injeksi BKBJ 64 B5 .....	52
4.2.1.4	Injeksi BKBJ 73 B5 .....	53
4.2.1.5	Injeksi BKBJ 82 B5 .....	54
4.2.1.6	Injeksi BKBJ 91 B5 .....	55
4.2.2	Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Biodiesel B10.....	56
4.2.2.1	Injeksi BKBJ 55 B10 .....	56
4.2.2.2	Injeksi BKBJ 64 B10 .....	57
4.2.2.3	Injeksi BKBJ 73 B10 .....	58
4.2.2.4	Injeksi BKBJ 82 B10 .....	59
4.2.2.5	Injeksi BKBJ 91 B10 .....	60
4.3	Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel .....	62
4.3.1	Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Diesel .....	63
4.3.2	Data Hasil Pengujian Daya Listrik pada Mesin Diesel.....	66
4.3.2.1	Perhitungan Daya Listrik .....	66
4.3.2.2	Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Daya Mesin.....	67
4.3.3	Data Hasil Pengujian Konsumsu Bahan Bakar Mesin Diesel.....	71
4.3.3.1	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	71

4.3.3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar .....	72
BAB V PENUTUP .....	75
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	77
LAMPIRAN.....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin Terhadap Daya Efektif dan (b) Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin Terhadap <i>Fuel Consumption</i> .....	6
Gambar 2.2 (a) Grafik Putaran Mesin Terhadap Daya, (b) Grafik Putaran Mesin Terhadap <i>Fuel Consumption</i> .....	7
Gambar 2.3 Siklus Mesin Diesel.....	18
Gambar 2.4 Siklus Motor Diesel 4 Langkah.....	19
Gambar 2.5 Proses Pembakaran Mesin Diesel .....	21
Gambar 3.1 Mesin Jiandong dan Generator.....	28
Gambar 3.2 Alat Uji Injeksi .....	28
Gambar 3.3 Tachometer Digital.....	29
Gambar 3.4 Voltmeter Digital.....	29
Gambar 3.5 Amperemeter Digital.....	30
Gambar 3.6 Termometer Digital .....	30
Gambar 3.7 Tangki Bahan Bakar .....	31
Gambar 3.8 Lampu.....	31
Gambar 3.9 Selang Nosel.....	32
Gambar 3.10 Selang Bahan Bakar .....	32
Gambar 3.11 Injektor .....	32
Gambar 3.12 Injektor .....	33
Gambar 3.13 Nosel .....	33
Gambar 3.14 Motor Listrik .....	34
Gambar 3.15 Kamera .....	34
Gambar 3.16 Diagram Alir Pengujian Kinerja Mesin .....	36
Gambar 3.17 Diagram Alir Pengujian Karakteristik Injeksi.....	37
Gambar 3.18 Skema Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	3
Gambar 3.19 Skema Uji Semprotan.....	40
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Densitas.....	44
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Viskositas.....	45

Gambar 4.3 Grafik Pengujian <i>Flash Point</i> .....	46
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Nilai Kalor .....	47
Gambar 4.5 Semprotan Bahan Bakar Solar .....	50
Gambar 4.6 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 55 B5 .....	51
Gambar 4.7 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 64 B5 .....	52
Gambar 4.8 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 73 B5 .....	53
Gambar 4.9 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 82 B5 .....	54
Gambar 4.10 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 91 B5 .....	55
Gambar 4.11 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 55 B10 .....	56
Gambar 4.12 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 64 B10 .....	57
Gambar 4.13 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 73 B10 .....	58
Gambar 4.14 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 82 B10 .....	59
Gambar 4.15 Semprotan Bahan Bakar BKBJ 91 B10 .....	60
Gambar 4.16 Grafik Panjang Semprotan pada 0,01 Detik B5 .....	61
Gambar 4.17 Grafik Panjang Semprotan pada 0,04 Detik B10 .....	62
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Putaran Mesin Terhadap Beban Lampu pada Putaran Mesin Maksimal B5.....	64
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Putaran Mesin Terhadap Beban Lampu Pada Putaran Mesin Maksimal B10.....	65
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Putaran mesin Terhadap Daya yang Dihasilkan Mesin Diesel Pada Putaran Maksimal B5.....	68
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Putaran mesin Terhadap Daya yang Dihasilkan Mesin Diesel Pada Putaran Maksimal B10.....	70
Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik B5.....	72
Gambar 4.4 Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik B10.....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Semprotan.....	8
Tabel 2.2 Syarat Mutu Biodiesel.....	10
Tabel 2.3 Spesifikasi Solar/Biosolar Pertamina.....	11
Tabel 2.4 Kandungan Asam Lemak Minyak Kelapa.....	15
Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Campuran Biodiesel Kelapa dan Jarak.....	25
Tabel 3.2 Sifat Fisik Biodiesel Campuran Kelapa dan Jarak.....	26
Tabel 3.3 Sifat Fisik Solar Pertamina.....	26
Tabel 3.4 Kondisi Pengujian Kinerja Mesin Diesel.....	35
Tabel 3.5 Kondisi Pengujian Karakteristik Injeksi.....	35
Tabel 4.1 Sifat Fisik Biodiesel.....	42
Tabel 4.2 Sifat Fisik Campuran Solar dengan Biodiesel B5, B10 dan Solar.....	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Densitas.....	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Viskositas.....	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Flash Point</i> .....	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nilai Kalor.....	47
Tabel 4.7 Panjang Semprotan pada 0,01 Detik B5.....	61
Tabel 4.8 Panjang Semprotan pada 0,04 Detik B10.....	62
Tabel 4.9 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Mesin B5.....	63
Tabel 4.10 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Mesin B10.....	65
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Daya B5.....	67
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Daya B10.....	69
Tabel 4.13 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik B5.....	72
Tabel 4.14 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik B10.....	73



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Viskositas Biodiesel .....	79
Lampiran 2. Data Hasil Pengujian Densitas Biodiesel .....	81
Lampiran 3. Data Hasil Pengujian <i>Flash Point</i> Biodiesel .....	83
Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Nilai Kalor Biodiesel .....	85
Lampiran 5. Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Solar .....	86
Lampiran 6. Data Hasil Kalibrasi Sensor Temperatur .....	88
Lampiran 7 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 91 B5 ... .....	89
Lampiran 8 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 82 B5 .....	92
Lampiran 9. Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 73 B5..... .....	95
Lampiran 10. Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 64 B5 . .....	98
Lampiran 11 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 55 B5 .....	101
Lampiran 12 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 91 B10 .....	104
Lampiran 13 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 82 B10 .....	107
Lampiran 14 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 73 B10 .....	110
Lampiran 15 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 64 B10 .....	113
Lampiran 16 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar BKBJ 55 B10 .....	116
Lampiran 17 Data Hasil Unjuk Kerja Mesin Diesel Bahan Bakar Solar.....	119
Lampiran 18 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Biodiesel B5 .....	120
Lampiran 19 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Biodiesel B10.....	123

Lampiran 20 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Solar.....	126
--	-----