

**UNJUK KERJA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR  
BIODIESEL DARI BAHAN BAKU CAMPURAN MINYAK  
JARAK DAN MINYAK SAWIT**

Tugas Akhir

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Tomi Zulkifli

20130130174

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2017**

## HALAMAN PERYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tomi Zulkifli

NIM : 20130130174

Judul Tugas Akhir : “Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel dari Bahan Baku Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit”

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, November 2017

Yang membuat pernyataan

Tomi Zulkifli

NIM. 20130130174

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Barangsiapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar. Dan memberinya rezeki dari arah yang tiada disangka-sangkanya. Dan barangsiapa yang bertawakkal kepada Allah niscaya Allah akan mencukupkan (keperluan)nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan yang (dikehendaki)-Nya. Sesungguhnya Allah telah mengadakan ketentuan bagi tiap-tiap sesuatu”*

(QS. Ath-Thalaq: 2-3)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- ❖ Keluarga saya atas kasih sayang, doa yang tidak henti-hentinya dan dukungan yang diberikan.
- ❖ Untuk teman-teman tim Tugas Akhir “unjuk kerja mesin diesel” yang selalu kompak, semangat, humoris, tanggung jawab serta semangat bersama-sama dalam penyusunan skripsi hingga selesai sesuai target.
- ❖ Untuk teman-teman teknik mesin angkatan 2013 terima kasih atas solidaritas, kekeluargaan dan semangat selama menempuh perkuliahan.

## **MOTTO**

“Tidak ada sesuatu yang lebih baik selain memberikan hasil yang terbaik”

“Keyakinan adalah ketenangan di dalam hati yang tidak akan bisa kita dapatkan tanpa perenungan yang mendalam”

“Sebagian orang tak tahu bagaimana berbagi, karena mereka tak pernah mengerti mengapa orang memberi”

“Tak perlu menjawab penghinaan dengan penghinaan kembali. Cukup jawab dengan evaluasi diri dan berikan bukti yang tak terpungkiri”

“Ilmu tanpa adanya Agama adalah sesuatu kecacatan, dan Agama tanpa Ilmu merupakan Kebutaan”

“Ilmu adalah harta yang tak akan pernah habis, pengetahuan akan berarti dengan mengamalkannya”

“Sesungguhnya orang yang sempurna akal nya adalah yang selalu memperbaiki dirinya”

## INTISARI

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang terjadi saat ini dibarengi dengan melimpahnya ketersediaan minyak nabati maupun hewani, sehingga meningkatkan tuntutan untuk menggunakan minyak nabati sebagai pengganti sumber daya minyak bumi. Umumnya, minyak nabati dapat diperoleh dari tumbuh – tumbuhan seperti kelapa sawit, jarak, kelapa, kedelai, dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan yaitu minyak jarak dan minyak sawit yang kemudian kedua minyak tersebut dikombinasikan. Akan tetapi, minyak jarak dan sawit tidak dapat digunakan secara langsung karena memiliki viskositas yang tinggi, adanya asam lemak bebas serta angka setana yang rendah. Adanya asam lemak bebas dan viskositas yang tinggi tersebut akan menyebabkan deposit jika digunakan sebagai bahan bakar langsung. Oleh karena itu, perlu diubah ke dalam bentuk akil ester atau yang lebih dikenal dengan biodiesel. Proses produksi biodiesel ini dilakukan dengan reaksi metanolisis yang kemudian menghasilkan asam lemak metil ester dan gliserin.

Aplikasi biodiesel pada mesin diesel sudah pernah diteliti sebelumnya. Beberapa penelitian mengatakan bahwa biodiesel memiliki output energi yang mendekati solar dan emisi gas buang yang lebih baik sehingga dapat digunakan pada mesin diesel untuk jangka waktu yang lama. Untuk tujuan dari penelitian ini sendiri yaitu mengetahui kinerja dari mesin diesel menggunakan bahan bakar biodiesel jarak dan sawit. Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian sifat fisik biodiesel, uji mesin diesel dengan bahan bakar solar, uji mesin diesel dengan variasi biodiesel B5 dan B10, uji karakteristik injeksi bahan bakar solar, uji karakteristik injeksi biodiesel B5 dan B10, analisis data dan kesimpulan. Seluruh pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UMY dan LPPT UGM.

Hasil penelitian didapatkan bahwa bahan bakar biodiesel B5 dan B10 memiliki daya yang lebih rendah dari solar. Biodiesel yang memiliki daya mendekati solar yaitu BJBS 55 B5 dengan selisih daya 2.90% dibawah solar pada pembebanan maksimal. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada biodiesel B5 dan B10 lebih rendah dibanding solar atau lebih hemat dalam pemakaian bahan bakarnya. Hasil uji karakteristik injeksi menunjukkan bahwa biodiesel B5 dan B10 memiliki semprotan yang lebih panjang dan sudut semprotan yang lebih kecil dibanding solar. Semprotan terpanjang dan sudut semprotan terkecil terdapat pada biodiesel BJBS 91 B10 dengan selisih 116.4 mm lebih panjang dari semprotan solar dan selisih sudut semprotan  $2.15^{\circ}$  dibawah solar pada waktu 0.01 detik.

**Kata kunci** : biodiesel, unjuk kerja mesin diesel, minyak jarak, minyak sawit, karakteristik injeksi

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan lancar Tugas Akhir yang berjudul **“Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel dari Bahan Baku Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit”**. Laporan tugas akhir dibuat guna memenuhi syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Mesin Strata-1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, namun dapat membukakan mata penulis bahwa sesungguhnya pengalaman dan pengetahuan tersebut adalah guru yang terbaik. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Wahyudi, ST., M.T., selaku dosen Pembimbing Pertama Tugas Akhir atas segala petunjuk, arahan, bantuan serta motivasinya.
3. Bapak Teddy Nurcahyadi, ST., M.Eng., selaku dosen Pembimbing Kedua Tugas Akhir atas segala petunjuk, arahan, bantuan serta motivasinya.
4. Keluarga saya, yang telah memberikan dukungan materiil, moral serta doa.
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, terima kasih atas kerjasama dan kebersamaanya.
7. Teman-teman Teknik Mesin Kelas angkatan 2013 yang telah memberikan dukungan dan semangat dari masa perkuliahan hingga terselesaikannya pengerjaan Tugas Akhir ini.

8. Serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan baik tulisan, ucapan, bimbingan, arahan dan lain-lainya yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu-persatu.

Penulis telah berusaha untuk dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan baik, namun penulis pun menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak merupakan masukan yang sangat berguna bagi penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulisan lain yang akan datang.

Yogyakarta, November 2017

Penulis

Tomi Zulkifli

NIM. 20130130174

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xvi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Bahan Bakar Minyak.....	9
2.2.2 Minyak Jarak.....	10
2.2.3 Minyak Sawit .....	10
2.2.4 Biodiesel.....	11
2.2.5 Proses Pembuatan Biodiesel .....	12



2.2.6 Minyak Solar .....	14
2.2.7 Karakteristik Bahan Bakar .....	14
2.2.7.1 Viskositas .....	14
2.2.7.2 Densitas .....	15
2.2.7.3 Flashpoint .....	15
2.2.7.4 Nilai Kalor .....	16
2.2.8 Motor Bakar .....	16
2.2.8.1 Motor Diesel .....	17
2.2.8.2 Proses Pembakaran pada Mesin Diesel .....	19
2.2.9 Sistem Bahan Bakar .....	21
2.2.9.1 Injektor dan Nosel .....	22
2.2.10 Daya Listrik.....	23
2.2.11 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	24
2.2.12 Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar .....	25

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.1.1 Bahan Penelitian.....	27
3.1.1.1 Biodiesel Jarak dan Sawit .....	27
3.1.1.2 Solar .....	28
3.1.1.3 Biodiesel Variasi B5 dan B10 .....	28
3.2 Alat Penelitian.....	29
3.2.1 Mesin Diesel dan Altenator.....	30
3.2.2 Alat Uji Injeksi.....	31
3.2.3 Alat Instrumentasi .....	32
3.2.3.1 Tachometer Digital.....	32
3.2.3.2 Voltmeter Digital.....	32
3.2.3.3 Ampere meter Digital .....	33
3.2.3.4 Termometer Digital .....	33
3.2.3.5 Tangki Bahan Bakar dan Burret .....	33
3.2.3.6 Selang Bahan Bakar .....	34

3.2.3.7 Lampu (Beban).....	34
3.2.3.8 Motor Listrik .....	35
3.2.3.9 Selang Nosel.....	35
3.2.3.10 Pompa Injektor .....	36
3.2.3.11 Injektor .....	36
3.2.3.12 Nosel.....	37
3.2.3.13 Kamera .....	38
3.3 Tempat Penelitian dan Pengujian.....	38
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	38
3.4.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel .....	39
3.4.2 Pengujian Karakteristik Injeksi.....	40
3.5 Persiapan Pengujian .....	41
3.6 Tahapan Pengujian.....	42
3.6.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel .....	42
3.6.2 Pengujian Karakteristik Injeksi.....	44
3.7 Metode Pengujian .....	45
3.8 Metode Pengambilan Data .....	45
3.9 Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar.....	46
3.10 Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan bakar .....	46

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Uji Sifat Fisik Bahan Bakar.....	47
4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Bahan Bakar.....	49
4.2.1 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B5 .....	51
4.2.1.1 Solar.....	51
4.2.1.2 BJBS 91 B5 .....	52
4.2.1.3 BJBS 82 B5 .....	53
4.2.1.4 BJBS 73 B5 .....	54
4.2.1.5 BJBS 64 B5 .....	55
4.2.1.6 BJBS 55 B5 .....	56
4.2.2 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Biodiesel B10.....	57

4.2.2.1 BJBS 91 B10 .....	57
4.2.2.2 BJBS 82 B10 .....	58
4.2.2.3 BJBS 73 B10 .....	59
4.2.2.4 BJBS 64 B10 .....	60
4.2.2.5 BJBS 55 B10 .....	61
4.3 Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel .....	62
4.3.1 Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin Diesel .....	62
4.3.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel .....	66
4.3.2.1 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	66
4.3.2.2 Hasil pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar .....	67
4.3.3 Hasil Pengujian Daya Listrik pada Mesin Diesel .....	70
4.3.3.1 Perhitungan Daya Listrik.....	70
4.3.3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Daya Listrik .....	70

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	76

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk reaksi kimia proses transesterifikasi .....	12
Gambar 2.2 Proses pembuatan biodiesel .....	13
Gambar 2.3 Siklus mesin diesel .....	18
Gambar 2.4 Diagram proses pembakaran motor diesel .....	19
Gambar 2.5 Skema aliran bahan bakar motor diesel.....	21
Gambar 2.6 Konstruksi injektor.....	22
Gambar 3.1 Bahan Bakar B5 dan B10 .....	29
Gambar 3.2 Mesin diesel dan alternator.....	31
Gambar 3.3 Alat uji injeksi .....	31
Gambar 3.4 <i>Tachometer</i> Digital.....	32
Gambar 3.5 Voltmeter Digital .....	32
Gambar 3.6 Ampere Meter Digital .....	33
Gambar 3.7 Termometer Digital .....	33
Gambar 3.8 Tangki Bahan Bakar dan Burret.....	34
Gambar 3.9 Selang Bahan Bakar .....	34
Gambar 3.10 Lampu.....	35
Gambar 3.11 Motor Listrik .....	35
Gambar 3.12 Selang Nosel.....	36
Gambar 3.13 Pompa Injektor .....	36
Gambar 3.14 Injektor .....	37
Gambar 3.15 Nosel.....	37
Gambar 3.16 Kamera .....	38
Gambar 3.17 Diagram alir pengujian unjuk kerja mesin diesel.....	40
Gambar 3.18 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi .....	41
Gambar 3.19 Pengujian unjuk kerja mesin diesel.....	42
Gambar 3.20 Skema pengujian unjuk kerja mesin diesel .....	43
Gambar 3.21 Pengujian karakteristik injeksi .....	44
Gambar 3.22 Skema pengujian karakteristik injeksi .....	44
Gambar 4.1 Semprotan bahan bakar solar .....	51

Gambar 4.2 Semprotan bahan bakar BJBS 91 B5 .....	52
Gambar 4.3 Semprotan bahan bakar BJBS 82 B5 .....	53
Gambar 4.4 Semprotan bahan bakar BJBS 73 B5 .....	54
Gambar 4.5 Semprotan bahan bakar BJBS 64 B5 .....	55
Gambar 4.6 Semprotan bahan bakar BJBS 55 B5 .....	56
Gambar 4.7 Semprotan bahan bakar BJBS 91 B10 .....	57
Gambar 4.8 Semprotan bahan bakar BJBS 82 B10 .....	58
Gambar 4.9 Semprotan bahan bakar BJBS 73 B10 .....	59
Gambar 4.10 Semprotan bahan bakar BJBS 64 B10 .....	60
Gambar 4.11 Semprotan bahan bakar BJBS 55 B10 .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Sifat fisik minyak jarak dan minyak sawit mentah .....	3
Tabel 3.1 Perbandingan komposisi campuran biodiesel jarak dan sawit.....	27
Tabel 3.2 Sifat fisik campuran biodiesel jarak dan sawit.....	28
Tabel 3.3 Sifat fisik solar .....	28
Tabel 3.4 Sifat fisik campuran biodiesel jarak – sawit dengan variasi B5 .....	29
Tabel 3.5 Sifat fisik campuran biodiesel jarak – sawit dengan variasi B10 .....	29
Tabel 3.6 Kondisi pengujian unjuk kerja mesin diesel .....	38
Tabel 3.7 Kondisi pengujian karakteristik injeksi .....	39
Tabel 4.1 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel jarak – sawit .....	47
Tabel 4.2 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel variasi B5 .....	48
Tabel 4.3 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel variasi B10 .....	48
Tabel 4.4 Perbandingan pembebanan lampu terhadap putaran mesin dengan variasi bahan bakar B5 .....	63
Tabel 4.5 Perbandingan pembebanan lampu terhadap putaran mesin dengan variasi bahan bakar B10 .....	64
Tabel 4.6 Konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B5.....	67
Tabel 4.7 Konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B10.....	68
Tabel 4.8 Perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel pada variasi bahan bakar B5 .....	71
Tabel 4.9 Perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel pada variasi bahan bakar B10 .....	73

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan putaran mesin dengan variasi bahan bakar B5 terhadap beban lampu pada posisi throttle terbuka penuh .....	63
Grafik 4.2 Perbandingan putaran mesin dengan variasi bahan bakar B10 terhadap beban lampu pada posisi throttle terbuka penuh .....	65
Grafik 4.3 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B5 terhadap beban lampu pada putaran mesin maksimal .....	67
Grafik 4.4 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B10 terhadap beban lampu pada putaran mesin maksimal .....	69
Grafik 4.5 Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B5 pada putaran mesin maksimal.....	72
Grafik 4.6 Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B10 pada putaran mesin maksimal.....	73

## DAFTAR NOTASI

### Lambang

### Keterangan

BJBS 91	Biodiesel Jarak 90% - Biodiesel Sawit 10%
BJBS 82	Biodiesel Jarak 80% - Biodiesel Sawit 20%
BJBS 73	Biodiesel Jarak 70% - Biodiesel Sawit 30%
BJBS 64	Biodiesel Jarak 60% - Biodiesel Sawit 40%
BJBS 55	Biodiesel Jarak 50% - Biodiesel Sawit 50%
Solar 100%	Minyak solar murni
B5	Biodiesel 5% - Solar 95%
B10	Biodiesel 10% - Solar 90%
SFC	<i>Specific Fuel Consumption</i>



## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Data Hasil Pengujian Viskositas Biodiesel B5 dan B10.....	79
2. Data Hasil Pengujian Densitas Biodiesel B5 dan B10.....	80
3. Data Hasil Pengujian Flashpoint Biodiesel B5 dan B10.....	81
4. Data Hasil Pengujian Nilai Kalor Biodiesel B5 dan B10 .....	82
5. Data Hasil Uji Sifat Fisik Solar.....	83
6. Data Hasil Kalibrasi Sensor Temperatur.....	85
7. Data Hasil Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	86
8. Data Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi .....	119