

**SKRIPSI**

**UNJUK KERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR BIODIESEL  
CAMPURAN MINYAK JARAK-MINYAK SAWIT DENGAN  
KOMPOSISI 4:1**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:**

**SAMREDDHI MAHAPADINA MAHOTTAMA**

**20160130089**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Samreddhi Mahapadina Mahottama

NIM : 20160130089

Judul Tugas Akhir : Unjuk Kerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel  
Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit dengan  
Komposisi 4:1.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil dari penelitian saya. Tidak adanya karya orang lain yang pernah diajukan sebagai gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi. Selain itu, skripsi ini tidak terdapat karya orang lain atau dipublikasikan orang lain, kecuali ada yang tertulis disebutkan sumbernya di dalam naskah dan pada daftar pustaka



Yogyakarta, 1 Oktober 2020

*Samreddhi Mahapadina Mahottama*  
Samreddhi Mahapadina Mahottama

## **MOTTO**

*“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut  
untuk kebajikannya sendiri”*

(Q.S Al-Ankabut : 6)

*“Jika kamu tidak tahan pada lelahnya belajar, maka kamu akan merasakan  
perihnya kebodohan”*

(Imam syafi’i)

*“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah  
selesai (dari satu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan  
hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”*

(Q.S. Al-Insyirah: 6-8)

*"Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang beriman."*

(Q.S. Al-Anfal: 19)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbi 'alamin kupakanatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala Karunia-Nya dan pertolongan-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi saya dengan lancar.

Karya ini Saya persembahkan untuk orang yang sangat saya sayangi.

- Teruntuk Bapak Agus Jaka Prayitna dan Ibu Dian Amilawati. Bapak dan Ibu yang sudah mendukung dan selalu mendoakan untuk kesuksesan, kelancaran dan keberhasilan anak-anaknya. Terima kasih dukungan kalian, baik dalam bentuk materi maupun moril. Karya ini karya ini dipersembahkan untuk kalian semua, sebagai ucap rasa terima kasih. Kelak cita-cita Saya ini akan menjadi suatu persembahan paling mulia kepada Bapak dan Ibu.
- Terimakasih kepada Kakak dan Adik tercinta, kakak Nurima dan Adhika untuk doa dan semangat dari kalian, semoga awal dari kesuksesan Saya ini dapat membanggakan kalian.
- Terimakasih kepada teman -teman biodiesel yang telah memberikan semangat.
- Terimakasih kepada Herawati Ningrum yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang dibuat guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul “UNJUK KERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR BIODIESEL CAMPURAN MINYAK JARAK – MINYAK SAWIT DENGAN KOMPOSISI 4:1”. Biodiesel merupakan bahan bakar yang mengandung senyawa ester dari minyak nabati dan lemak hewan. Biodiesel ini juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Terdapat beberapa minyak nabati yang digunakan untuk menjadi biodiesel, penelitian ini menggunakan minyak jarak dan minyak sawit sebagai bahan baku utama.

Penelitian ini melibatkan 2 reaksi yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi pertama yaitu esterifikasi menggunakan katalis  $H_2SO_4$  dan metanol, dan transesterifikasi menggunakan katalis KOH dan metanol. Setelah minyak tersebut menjadi biodiesel kemudian dicampurkan dengan perbandingan 4:1 lalu ditambahkan solar murni dengan variasi B5, B10, B15, dan B20. Setelah itu melakukan pengujian sifat fisik (viskositas, densitas, *flashpoint*, dan nilai kalor) dan melakukan pengujian unjuk kerja (Pengujian sudut injeksi bahan bakar, putaran mesin, daya yang dihasilkan, dan konsumsi bahan bakar).

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 Ir. Berli Paripurna kamiel, S.T., M. Eng Sc. Ph.D. sebagai Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Wahyudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir atas segala bimbingan, petunjuk, arahan serta motivasinya.
3. Bapak Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir atas segala bimbingan, petunjuk, arahan serta motivasinya.
4. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyempurnaan Tugas Akhir.
5. Seluruh staff Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam penelitian Tugas Akhir.
6. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan semangat dari awal kuliah sampai terselesaikannya pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman KKN 15 UMY 2019 yang sudah memberi kenyamanan selama sebulan di Dukuh Gombong tercinta.
8. Keluarga Saya yang telah memberikan dukungan moral maupun materiil.
9. Serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan baik tulisan, ucapan, bimbingan, arahan, dan lain-lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu-persatu.

Penulis telah berusaha untuk dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan baik, namun penulis 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, 1 Oktober 2020

Penulis

Samreddhi Mahapadina Mahottama

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	8
2.2.1 Bahan Bakar Minyak.....	8
2.2.2 Minyak Jarak.....	9
2.2.3 Minyak Sawit .....	10
2.2.4 Biodiesel.....	11
2.2.5 Karakteristik Biodiesel.....	14
2.2.6 Definisi Mesin Diesel.....	15
2.2.7 Daya Listrik.....	16
2.2.8 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik ( <i>Specific Fuel Consumption</i> ).....	17
2.2.9 Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar.....	17
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tempat Penelitian dan Pengujian .....	18

3.2	Bahan Penelitian.....	18
3.3	Alat Penelitian .....	20
3.3.1.	Mesin Diesel dan Altenator.....	20
3.3.2.	Alat Uji Injeksi.....	21
3.3.3.	Alat Intrumentasi.....	22
3.4	Proses Pembuatan Biodiesel.....	30
3.4.1.	Proses Pencampuran Minyak.....	30
3.4.2.	Proses Esterifikasi .....	31
3.4.3.	Proses Transesterifikasi.....	32
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.5.1	Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	34
3.5.2	Pengujian karakteristik Injeksi.....	36
3.6	Persiapan Pengujian.....	37
3.7	Tahap Pengujian .....	37
3.7.1	Pengujian Untuk Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	37
3.7.2	Pengujian karakteristik Injeksi .....	39
3.8	Metode Pengujian.....	40
3.9	Metode Pengambilan Data .....	40
3.10	Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar.....	41
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>43</b>
4.1	Data Hasil Uji Sifat Fisik Bahan Bakar.....	43
4.2	Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi bahan Bakar.....	49
4.2.1	Hasil Uji Sudut Semprotan Injeksi Bahan Bakar Minyak Solar, Biodiesel dengan Campuran Solar Variasi (B5, B10, B15, B20) dan Biodiesel Murni (B100).....	50
4.3	Hasil Pengujian Untuk Kerja Mesin Diesel.....	52
4.3.1	Bahan Jenis Bahan bakar Terhadap Putaran Mesin Diesel.....	52
4.3.2	Hasil Pengujian Daya Listrik Pada Mesin Diesel .....	54
4.3.3	Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel.....	56
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>60</b>
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>62</b>



**LAMPIRAN..... 65**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur kimia minyak jarak.....	10
Gambar 2. 2 Bagian dalam buah kelapa sawit .....	11
Gambar 2. 3 Siklus Mesin Diesel.....	16
Gambar 3. 6 Voltmeter Digital.....	23
Gambar 3. 7 Ampere Meter .....	24
Gambar 3. 8 Tangki Bahan Bakar dan Burret.....	25
Gambar 3. 9 Selang Bahan Bakar .....	25
Gambar 3. 10 Lampu (Beban).....	26
Gambar 3. 11 Motor Listrik .....	27
Gambar 3. 12 Selang Nosel.....	27
Gambar 3. 13 Pompa Injektor .....	28
Gambar 3. 14 Injektor .....	28
Gambar 3. 15 Nosel.....	29
Gambar 3. 16 Kamera .....	29
Gambar 3. 17 Proses Pencampuran Minyak .....	31
Gambar 3. 18 Proses Reaksi Esterifikasi .....	32
Gambar 3. 19 Proses Transesterifikasi.....	33
Gambar 3. 20 Diagram alir pada pengujian unjuk kerja mesin diesel .....	35
Gambar 3. 21 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi .....	36
Gambar 3. 22 Skema pengujian unjuk kerja mesin diesel .....	38
Gambar 3. 23 Skema pengujian karakteristik injeksi.....	39
Gambar 4. 1 Pengujian Viskositas Kinematik .....	45
Gambar 4. 2 Pengujian Densitas .....	46
Gambar 4. 3 Pengujian Flashpoint .....	47
Gambar 4. 4 Pengujian Nilai Kalor.....	48
Gambar 4. 5 Sudut Semprotan Injektor.....	51
Gambar 4. 6 Perbandingan Putaran Mesin dengan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Campuran Variasi B5, B10, B15, B20 Terhadap Beban lampu Pada Pembukaan Throttle 100%.....	53
Gambar 4. 7 Hasil dari Perbandingan antara Putaran Mesin dengan Daya Mesin	55
Gambar 4. 8 Perbandingan Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Biodiesel.....	13
Tabel 3. 1 Perbandingan komposisi campuran biodiesel jarak dan sawit.....	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi mesin diesel .....	20
Tabel 3. 3 Spesifikasi altenator / dynamo .....	21
Tabel 3. 4 Kondisi pengujian untuk kerja mesin diesel .....	34
Tabel 3. 5 Kondisi pengujian karakteristik injeksi.....	34
Tabel 4. 1 Perbandingan sifat fisik biodiesel jarak – sawit dan solar .....	43
Tabel 4. 2 Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel Variasi B5, B10, B15, .....	44
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Viskositas Biodiesel Jarak-Sawit dengan Solar.....	45
Tabel 4. 4 Pengujian Densitas Bahan bakar.....	46
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Bahan Bakar Solar dan Campuran Variasi B5, B10, B15, B20 .....	47
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Nilai kalor Bahan Bakar Solar dan Campuran Solar Variasi B5, B10, B15, B20.....	48
Tabel 4. 7 Hasil dari Pengujian Sudut Semprotan Injektor dari Masing-Masing Sampel Bahan Bakar .....	51
Tabel 4. 8 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Putaran Mesin dengan bahan Bakar Solar dan Biodiesel Campuran.....	53
Tabel 4. 9 Hasil dari Perbandingan antara Putaran Mesin dengan Daya Mesin ...	55
Tabel 4. 10 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Campuran variasi B5, B10, B15.....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Sudut Semprotan Injeksi .....	65
Lampiran 2 Hasil Pengujian Densitas .....	66
Lampiran 3 Hasil Pengujian Viskositas .....	f67
Lampiran 4 Hasil Uji Flashpoint.....	68
Lampiran 5 Hasil Uji Nilai Kalor.....	69
Lampiran 6 Hasil Pengujian Unjuk Kerja mesin Diesel .....	70

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$P$  = Daya (watt)

$W$  = Usaha (Joule)

$T$  = waktu (detik)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

$\rho$  = Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )

$\Theta$  = Sudut ( $^\circ$ )

$^\circ$  = Derajat

SFC = *Specific Fuel Consumption* ( $\text{kg/kW.jam}$ )

$m_f$  = Laju aliran bahan bakar ( $\text{kg/jam}$ )

$V$  = Volume bahan bakar yang diuji (ml)

B5 = Biodiesel 5% - Solar 95%

B10 = Biodiesel 10% - Solar 90%

B15 = Biodiesel 15% - Solar 85%

B20 = Biodiesel 20% - Solar 80%

B100 = Biodiesel 100%

$\rho_f$  = Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )

$t_f$  = Waktu konsumsi bahan bakar sebanyak volume yang diuji (detik)

$\Delta P$  = Tekanan injeksi (Pa)

$d_o$  = Diameter lubang nosel (mm)