

TUGAS AKHIR

UNJUK KERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL NYAMPLUNG (*CALOPHYLLUM INOPHYLLUM*), BIODIESEL SAWIT (*PALM OIL*) DENGAN KOMPOSISI 3:7

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Nur Alim

20170130132

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Alim

NIM : 20170130132

Judul Tugas Akhir : Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Biodiesel Sawit (*Palm Oil*) dengan Komposisi 3:7.

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan tugas akhir ini berdasarkan pada hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan murni dari pemikiran diri saya sendiri. Apabila ditemukan karya orang lain dalam tugas akhir ini, saya memastikan telah mencantumkan pembuat karya tersebut dengan jelas.

Demikian pernyataan tentang penulisan tugas akhir ini saya tulis dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Atas Perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan


Nur Alim

MOTTO

“Tujuanmu Apa?”

“Visi Tanpa Eksekusi Adalah Halusinasi”
(Henry Ford)

“Jangan Pernah Berhenti Mencoba Hal Baru Sampai Namamu Disebut Oleh Nazir Masjid”

“Ojo Tura-turu Wae”
(Bopo)

“Seungguhnya Allah Tidak Akan Mengubah Keadaan Suatu Kaum, Sebelum Mereka Mengubah Keadaan Diri Mereka Sendiri”
(Q.S. Ar-Rad 11)

Gaya Harus Sesuai Dengan Isi Dompok”

“Jadilah Seperti Tiang Listrik, Walaupun Mendapatkan Cobaan Masih Bisa Berdiri Tegak”

“Hidup Itu Seperti Eceng Gondok Di Sungai, Kalau Airnya Meluap Diatas, Kalau Airnya Sat Dibawah, Kalau Banjir Hanyut”

“Jagalah Kesetiaan”

"Tidak penting apapun agama atau sukumu. Kalau kamu bisa melakukan sesuatu yang baik untuk semua orang, orang tidak pernah tanya apa agamamu."

(Abdurrahman Wahid)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga tercipta sebuah karya ilmiah yang tak lepas dari semua doa dan dukungan segala pihak yang terkait. Dengan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada Bapak Rudy Prayetno dan Ibu Karmini selaku orang tua penyusun yang telah memberi motivasi dan materi dari awal sampai penyusun menyelesaikan masa studi
3. Kepada Abdi Limam selaku abang, Muhammad Rizky dan Fahry Prayetno Wijaya selaku adek yang telah menyemangati penyusun.
4. Kepada Azzura Wardhani Irawan selaku mantan pacar yang insyaallah menjadi calon istri kalau direstui.
5. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang memberi bimbingan, motivasi dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang memberi bimbingan, motivasi dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Kepada keluarga Mochammad Awaludin Khafinda yang telah memberi dukungan.
8. Teman seperjuangan BEACUKAI HOUSE dan Mesin Kelas D Angkatan 2017 yang telah memberi dukungan.
9. Kepada pihak yang belum tercantum diatas, saya ucapkan terima kasih.
10. Teman-teman BP yang sudah memotivasi secara kasar selama penulisan.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan dari semua pihak yang terkait mendapat imbalan yang setimpal dari ALLAH SWT (Aamin Ya Rabbal Alamin).

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah S.W.T, atas segala rahmat, hidayah, barokah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul **“Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Biodiesel Sawit (*Palm Oil*) dengan Komposisi 3:7”**. Konsumsi bahan bakar solar mengalami peningkatan, maka dari itu perlu dilakukan penelitian ini untuk mengurangi konsumsi bahan bakar solar.

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan cara mencampurkan bahan baku minyak nyamplung dan minyak sawit dengan komposisi 3:7 serta variasi bahan bakar B5, B10, B15, B20. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan tiga proses yaitu proses *degumming*, esterifikasi dan transesterifikasi. Proses *degumming* menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) sebanyak 0,2% dari volume minyak, proses esterifikasi menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 0,5% dari volume minyak dan metanol sebanyak 22,5% dari volume minyak dan proses terakhir adalah transesterifikasi menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) sebanyak 1% dari volume minyak dan metanol sebanyak 15% dari volume minyak. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel sawit dengan variasi B5, B10, B15, B20. Parameter pengujian meliputi densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian terhadap karakteristik injeksi, daya, putaran mesin, konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel.

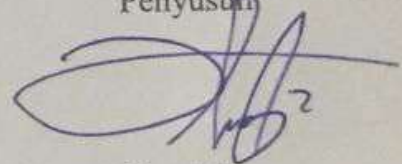
Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari peran, dukungan dan doa, serta bantuan, dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terimakasih kepada Bapak Rudy Prayetno dan Ibu Karmini selaku orang tua penyusun yang memberi materi dan motivasi dari awal sampai menyelesaikan program studi, Bapak Dr. Wahyudi, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Muhammad Nadjib,

S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan untuk kebaikan penelitian ini. Terimakasih juga kepada pengelola program studi yang telah memfasilitasi untuk menyelesaikan studi.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari bahwa penyusunannya masih jauh dari kata kesempurnaan. Kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembacanya serta menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, Februari 2022

Penyusun

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Nur Alim', with a stylized flourish extending to the right.

Nur Alim

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
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.....	10
2.2.1 Mesin Diesel	10
2.2.2 Biodiesel.....	11
2.2.3 Minyak Nabati.....	12
2.2.4 Minyak Nyamplung	12
2.2.5 Minyak Kelapa Sawit.....	14
2.2.6 Proses Pembuatan Biodiesel	16
2.2.7 Sifat Biodiesel dan Pengujian	17
2.2.8 Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	20

BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Bahan Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian.....	25
3.3 Variabel Penelitian	37
3.4 Tahapan Penelitian	37
3.4.1 Persiapan Penelitian	40
3.4.2 Proses Degumming	40
3.4.3 Proses Esterifikasi	40
3.4.4 Proses Transesterifikasi.....	41
3.5 Pengujian Karakteristik Biodiesel.....	41
3.5.1 Pengujian Densitas Biodiesel.....	41
3.5.2 Pengujian Viskositas Biodiesel	42
3.5.3 Pengujian Flash Point Biodiesel.....	43
3.5.4 Pengujian Nilai Kalor Biodiesel.....	43
3.5.5 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	44
3.5.6 Proses Pengujian Karakteristik Injeksi Mesin Diesel	45
3.6 Metode Pengambilan Data	46
3.7 Metode Penelitian.....	46
3.8 Metode Perhitungan	46
3.9 Metode Perhitungan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Bahan Bakar	47
4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Bahan Bakar.....	48
4.2.1 Hasil Uji Bahan Bakar Biodiesel B5 ,B10, B15, B20 dan Solar	50
4.3 Hasil Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel	51
4.3.1 Pengaruh Jenis Terhadap Putaran Mesin Bahan Bakar.....	52
4.3.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	54
4.3.3 Hasil Pengujian Daya Listrik Pada Mesin Diesel	56
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Mesin Diesel.....	11
Gambar 2.2 Tanaman Nyamplung.....	13
Gambar 2.3 Tanaman Sawit.....	15
Gambar 3.1 Minyak Nyamplung.....	22
Gambar 3.2 Minyak Sawit.....	22
Gambar 3.3 Minyak Solar.....	23
Gambar 3.4 Metanol.....	23
Gambar 3.5 Asam Fosfat.....	24
Gambar 3.6 Asam Sulfat.....	24
Gambar 3.7 Kalium Hidroksida.....	25
Gambar 3.8 Gelas Beker.....	25
Gambar 3.9 Gelas Ukur.....	26
Gambar 3.10 <i>Thermometer</i>	26
Gambar 3.11 Toples Plastik.....	27
Gambar 3.12 Alat Pemanas dan Pengaduk.....	27
Gambar 3.13 Alat Pembuat Biodiesel.....	28
Gambar 3.14 Neraca Digital Analitik.....	28
Gambar 3.15 <i>Magnetic Stirrer</i>	29
Gambar 3.16 <i>Viscometer</i>	29
Gambar 3.17 Alat Uji <i>Flash Point</i>	30
Gambar 3.18 Alat Uji Kalor.....	30
Gambar 3.19 Alat Uji Karakteristik Injeksi.....	31
Gambar 3.20 Motor Listrik.....	31
Gambar 3.21 Selang Nosel.....	32
Gambar 3.22 Pompa Injektor.....	32
Gambar 3.23 Injektor.....	33
Gambar 3.24 Nosel.....	33
Gambar 3.25 Kamera.....	34
Gambar 3.26 Mesin Diesel.....	34

Gambar 3.27 Lampu 500 Watt.....	35
Gambar 3.28 Digital <i>Tachometer</i>	35
Gambar 3.29 <i>Voltmeter</i>	36
Gambar 3.30 <i>Amperemeter</i>	36
Gambar 3.31 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 3.32 Skema Alur Pengujain Densitas.....	41
Gambar 3.33 Skema Alur Pengujain Viskositas.....	42
Gambar 3.34 Proses pengujian dan pengambilan data untuk kinerja mesin diesel..	44
Gambar 3.35 Proses pengujian injeksi karakteristik mesin diesel.....	45
Gambar 4.1 Sudut Semprotan Penetrasi Biodiesel Campuran Nyamplung-Sawit dengan Variasi (a) B5 (b) B10 (c) B15 (d) B20 (e) Solar.....	50
Gambar 4.2 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Putaran Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel B5, B10, B15, B20 dan Solar.....	53
Gambar 4.3 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Berbahan Bakar Biodiesel B5, B10, B15, B20 dan Solar....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Baku Minyak Kelapa dan Minyak Nyamplung.....	6
Tabel 2.2 Karakteristik Biodiesel Nyamplung dibandingkan Standar SNI.....	9
Tabel 2.3 Sifat Fisik Minyak Nyamplung.....	14
Tabel 2.4 Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Kelapa Sawit.....	15
Tabel 2.5 Syarat Mutu Biodiesel.....	17
Tabel 4.1 Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel Nyamplung – Sawit dan Solar.....	47
Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Fisik Variasi Biodiesel B5, B10, B15, B20 dan Solar.....	48
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Pada Pengujian Karakteristik Injeksi Bahan Bakar B5, B10, B15, B20 dan Solar.....	51
Tabel 4.4 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Putaran Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel B5, B10, B15, B20 dan Solar.....	52
Tabel 4.5 Perbandingan Pembebanan Lampu Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Berbahan Bakar Biodiesel B5, B10, B15, B20 dan Solar.....	55
Tabel 4.6 Perbandingan Putaran Mesin dengan Daya Listrik Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel B5, B10, B15, B20, dan Solar.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengujian Mesin Diesel.....	63
Lampiran 2. Data Pengujian Nilai Kalor.....	65
Lampiran 3. Data Pengujian Densitas.....	66
Lampiran 4. Data Pengujian Viskositas.....	67
Lampiran 5. Data Pengujian <i>Flash Point</i>	68

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

m	= Massa Zat (kg)
v	= Volume Zat (m^3)
L	= Panjang Semprotan (mm)
ρ	= Kerapatan Massa Zat (kg/m^3)
ρ_f	= Densitas Bahan Bakar (kg/m^3)
ρ_a	= Densitas Udara (kg/m^3)
μ	= Viskositas Dinamik (mPa.s)
V	= Viskositas Kinematik (cSt)
V_f	= Viskositas kinematik Bahan Bakar (m^2/s)
Δp	= Tekanan Injeksi (Pa)
θ	= Sudut Semprotan ($^\circ$)
d_0	= Diameter Lubang Nosel (mm)
sfc	= Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)
P	= Daya keluaran (Watt)
\dot{m}_f	= Laju Aliran Bahan Bakar (kg/jam)