



**PENGARUH WAKTU PADA PROSES
TRANSESTERIFIKASI TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODIESEL DAN PERFORMA
MESIN DIESEL**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Fida Nur Rahmat Kurniawan

NIM.5202415088

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



**PENGARUH WAKTU PADA PROSES
TRANSESTERIFIKASI TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODIESEL DAN PERFORMA
MESIN DIESEL**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Fida Nur Rahmat Kurniawan

NIM.5202415088

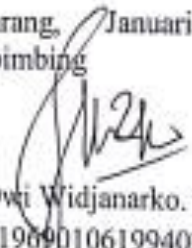
**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan
NIM : 5202415088
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap
Karakteristik Biodiesel Dan Performa Mesin Diesel

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia Ujian Skripsi/ TA Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Januari 2020
Pembimbing



Dr. Dwi Widjanarko. S.Pd., ST., MT.
NIP. 196901061994031003

PENGESAHAN

Skripsi/TA dengan judul Pengaruh Waktu pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dan Performa Mesin Diesel telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada tanggal bulan Januari tahun 2020.

Oleh


Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan

NIM : 5202415088

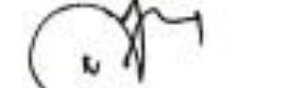
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia:


Ketua


Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002


Sekretaris


Wahyudi, S.Pd., M.Eng.
NIP. 198003192005011001


Penguji 1


Dr. Suprpto, M.Pd.
NIP. 195508091982031002

Penguji 2


Adhetya Kurniawan, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198505172015041001

Penguji 3/Pembimbing


Dr. Dwi Widjamarco, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 196401061994031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES


Dr. Nur Endus, M.P., IPM.
196411301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Januari 2020
Yang membuat pernyataan,



Fida Nur Rahmat Kurniawan

NIM. 5202415088

MOTTO DAN PERSEMAHAN

Motto

“Hidup adalah kumpulan keyakinan dan perjuangan” (Habiburrahman El-Shirazy)

Persembahan

Untuk Bapak Fatkhy dan Ibu Khamdanah yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat dalam setiap perjalanan saya

RINGKASAN

Kurniawan, F. N. R. 2020. Pengaruh Waktu pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dan Performa Mesin Diesel. Pembimbing Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. Pendidikan Teknik Otomotif.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji adanya pengaruh waktu transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel, menguji adanya pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel terhadap performa mesin diesel, menguji biodiesel hasil dari proses transesterifikasi terhadap kinerja pada performa mesin diesel. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian eksperimen. Alat yang digunakan untuk pembuatan biodiesel yaitu wadah plastic dan neraca digital. Alat pengujian karakteristik biodiesel menggunakan piknometer, *viscometer bath*, dan *GCMS*. Pengujian performa menggunakan alat dinamometer. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu : Minyak goreng, Metanol, KOH, mobil Isuzu Panther tahun 2012.

Pada variasi waktu transesterifikasi diperoleh bahwa variasi waktu terbaik untuk proses tersebut adalah 60 menit menghasilkan viskositas 3,42 mm²/s demsitas 0,861 gr/ml dan kadar metil ester 98,61%. Torsi dan daya yang dihasilkan mengalami kenaikan pada bahan bakar B30 60 menit. Makin lama waktu pembuatan biodiesel akan semakin bagus hasil yang didapat dan akan berakibat pada makin besar torsi dan daya yang dihasilkan. Torsi maksimal yang berhasil didapat oleh campuran B-30 60 menit dimana torsi yang dihasilkan campuran biodiesel minyak goreng sebesar 122,59 Nm dan daya yang dihasilkan sebesar 55,93 kW.

Sehingga pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan variasi waktu yaitu 60 menit karena waktu tersebut merupakan waktu terbaik sehingga hasil dari biodiesel proses transesterifikasi lebih optimal.

Kata Kunci: *biodiesel, karakterisitik, daya, torsi, transesterifikasi.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel Dan Performa Mesin Diesel”. Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Penyelesaian proposal skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan, motivasi dan bantuan semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu antara lain :

1. Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto S.Pd.,M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Wahyudi, S.Pd.,M.Eng Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran, dan masukan kepada penulis
5. Dr. Suprpto, M.Pd sebagai penguji 1 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
6. Adhetya Kurniawan, S.Pd., M.Pd. sebagai penguji 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
7. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
8. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan do’a, semangat dan motivasi.
9. Teman-teman satu angkatan Pendidikan Teknik Otomotif (PTO) 2015 yang selalu membantu dalam penyusunan proposal skripsi.

10. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulisan skripsi ini telah di usahakan dengan semaksimal mungkin, namun karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki tentu skripsi ini masih tadapat banyak kekurangan. Oleh karcna itu. penulis mengharapkan kritik dan saran yang mambangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1Latar Belakang.....	1
1.2Identifikasi Masalah.....	6
1.3Pembatasan Masalah.....	7
1.4Rumusan Masalah.....	7
1.5Tujuan Penelitian.....	8
1.6Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1Kajian Pustaka.....	9
2.2Deskriptif Teoritik.....	11
2.2.1Mesin Diesel	12
2.2.2Pembakaran Pada Mesin Diesel	13
2.2.3Ignition Delay.....	14
2.2.4Bahan Bakar Mesin Diesel.....	15
2.2.5Pengolahan Biodiesel	22
2.2.6Performa Mesin.....	23
2.3Kerangka Berfikir.....	25
2.4Hipotesis.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.1.1.Waktu Penelitian	27
3.1.2.Tempat Pelaksanaan.....	27

3.2	Desain Penelitian.....	27
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.3.1.	Alat Penelitian.....	27
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	28
3.3.3.	Alat Pengujian.....	29
3.4	Parameter Penelitian.....	34
3.4.1	Variabel Bebas.....	34
3.4.2	Variabel Terikat.....	34
3.4.3	Variabel Kontrol.....	34
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.5.1	Diagram Alir Penelitian.....	35
3.5.2	Proses Penelitian.....	36
3.5.3	Data Penelitian.....	39
3.6	Kalibrasi Instrumen.....	41
3.7	Teknik Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Deskripsi Data.....	43
4.1.1	Hasil Produksi Biodiesel Dari Minyak Goreng.....	43
4.1.2	Penelitian Daya dan Torsi.....	50
4.2	Analisis Data.....	55
4.3	Pembahasan.....	55
4.3.1	Pengaruh Waktu Proses Transesterifikasi terhadap Karakteristik Biodiesel.....	55
4.3.2	Pengaruh Solar Murni dan Waktu Proses Transesterifikasi Terhadap Performa Mesin Diesel.....	60
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Simpulan.....	68
5.2	Saran Hasil Penelitian.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN.....		73

DAFTAR SINGKATAN

°C	Celsius
°F	Fahrenheit
kW	Kilo watt
Nm	Newton meter
g	Gram
Kg	Kilogram
m ²	Meter kuadrat
m ³	Meter kibik
B20	Biodiesel 20%
B30	Biodiesel 30%
B40	Biodiesel 40%
SrO	Stronsium oksida
CO	Karbon Monoksida
rpm	Rotasi per menit
Cst	Centistokes
KOH	Kalium hidroksida
Kcal	Kilokalori
KJ	Kilojoule
Btu	British thermal unit
lb	Pound
maks	Maksimal
min	Minimal

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Motor Diesel 4 Langkah.....	12
Gambar 2.2. Ignition Delay	14
Gambar 2.4. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester.....	23
Gambar 3.1. Minyak Goreng	28
Gambar 3.2. Metanol	28
Gambar 3.3. KOH.....	29
Gambar 3.4. Alat Pengolah Biodiesel.....	29
Gambar 3.5. Pengontrol Temperatur.....	30
Gambar 3.6. Piknometer	335
Gambar 3.7 Viskometer Bath.....	31
Gambar 3.8 Alat Uji GC-MS	31
Gambar 3.9 Dinamometer.....	32
Gambar 3.10 Mobil Panther 2500cc	33
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1. Proses Produksi Biodiesel.....	45
Gambar 4.2. Hubungan Waktu Proses Transesterifikasi Dengan Viskositas	56
Gambar 4.3. Hubungan Waktu Proses Transesterifikasi Dengan Densitas	58
Gambar 4.4. Hubungan Waktu Proses Transesterifikasi Dengan Metil Ester	59
Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengujian Torsi Mesin Bahan Bakar Solar Murni B0.....	61
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin Dengan Torsi.....	64
Gambar 4.7. Grafik Rata-Rata Torsi	62
Gambar 4.8. Grafik Hasil Pengujian Daya Mesin Dengan Bahan Bakar Solar.....	65
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Putaran Mesin Dengan Daya Bahan Bakar Biodiesel.....	63
Gambar 4.1. Grafik Rata-Rata Daya Bahan Bakar Biodiesel.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Rincian Cadangan Minyak Terbukti Tahun 2012-2017 Di Indonesia...	1
Tabel 2.1. Spesifikasi Biosolar Dalam Negeri	17
Tabel 2.2. Spesifikasi Biodiesel Nasional.....	22
Tabel 3.1. Lembar Pengambilan Data Karakteristik Biodiesel.....	40
Tabel 3.2. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 30 menit	40
Tabel 3.3. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 45 menit	40
Tabel 3.4. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 60 menit	40
Tabel 4.1. Hasil Uji GCMS Waktu Transesterifikasi 30 Menit.....	46
Tabel 4.2. Hasil Uji GCMS waktu transesterifikasi 45 menit.....	47
Tabel 4.3. Hasil Uji GCMS Waktu Transesterifikasi 30 Menit.....	48
Tabel 4.4. Lembar Data Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel	49
Tabel 4.5. Lembar Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin Menggunakan Solar	51
Tabel 4.6. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 30 Menit .	52
Tabel 4.7. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 45 menit..	53
Tabel 4.8. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 60 menit..	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing	73
Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji Seminar Proposal Skripsi	74
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Universitas Negeri Semarang	75
Lampiran 4. Surat Izin Penelitian di Universitas Negeri Semarang.....	75
Lampiran 5. Berita Acara Seminar Proposal.....	76
Lampiran 6. Presensi Seminar Proposal.....	77
Lampiran 7. Lembar Hasil Pengujian Viskositas dan Densitas.....	78
Lampiran 8. Lembar Hasil Pengujian GCMS waktu 30 menit	80
Lampiran 9. Lembar Hasil Pengujian GCMS waktu 45 menit	81
Lampiran 10. Lembar Hasil Pengujian GCMS Waktu 60 menit	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Penggunaan energi berbasis bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia sudah sangat banyak digunakan seperti batubara, minyak bumi, gas bumi yang digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik, transportasi, dan lainnya. Energi tersebut merupakan energi yang tidak dapat diperbarui dimana energi tersebut jumlah dan produksinya terbatas. Sektor energi Indonesia sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Minyak bumi tidak bisa dieksploitasi terus menerus karena termasuk sumber daya alam tak terbarukan. Dampak buruk akan terjadi jika eksploitasi dilakukan tanpa memikirkan kelestarian alam. Cadangan minyak bumi di Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun Apabila energi ini habis maka tidak dapat diperbarui. Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2017:21), cadangan minyak bumi terbukti menurun dari mulai tahun 2013 sebanyak 3.692,50 barel dan pada tahun 2017 sebanyak 3.170,90 barel. Berikut rincian cadangan minyak bumi terbukti di Indonesia:

Tabel 1.1. Rincian Cadangan Minyak Terbukti Tahun 2013-2017 Di Indonesia

No	Tahun	Minyak Terbukti
1	2013	3,692.50 Barel
2	2014	3,624.50 Barel
3	2015	3,602.53 Barel
4	2016	3,306.90 Barel
5	2017	3,170.90 Barel

(Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017:21)

Berdasar data tersebut dapat ditunjukkan bahwa cadangan minyak bumi terbukti di Indonesia terus mengalami penurunan yang dimulai dari tahun 2013 sebanyak 3,692.50 barel dan tahun 2017 sebanyak 3,170.90 barel. Dengan adanya penurunan jumlah cadangan minyak tersebut, negara secara terpaksa harus memenuhi kebutuhan bahan bakar dalam negeri dengan cara impor.

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia sangat cepat. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor jenis mobil penumpang berjumlah 14,5 juta unit, jenis mobil bis berjumlah 2,4 juta unit, jenis mobil barang 7 juta unit dan jenis sepeda motor 105 juta unit sehingga jumlah seluruh kendaraan bermotor pada tahun 2016 berjumlah 129,2 juta unit. Padahal pada tahun sebelumnya jumlah seluruh kendaraan bermotor berjumlah 121,3 juta unit, terjadi peningkatan sejumlah 8 juta unit kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2015 sampai 2016. Dengan adanya peningkatan pada jumlah kendaraan yang ada pastinya berdampak pula pada permintaan/ konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia.

Konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia selama beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2017:51), Untuk penjualan minyak bumi Indonesia setiap tahun selalu terdapat peningkatan yang cukup signifikan, dapat dilihat yaitu pada tahun 2016 mengalami peningkatan yaitu sebesar 68,148,918 Kiloliter dibanding dari tahun sebelumnya 2015, lalu untuk tahun 2017 juga mengalami peningkatan sebesar 70,977,143 Kiloliter dibanding dari tahun 2016. Bahan bakar solar merupakan salah satu jenis bahan bakar yang

permintaannya tinggi hal tersebut karena kebutuhan akan penggunaan solar juga cukup tinggi di Indonesia. Pada tahun 2017 penjualan bahan bakar jenis solar di Indonesia sebesar 28.693.019 Kiloliter, lebih tinggi jika dibandingkan dengan penjualan bensin 90 yang hanya sebesar 14.487.098 Kiloliter. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan banyaknya mesin besar dan sektor transportasi yang biasa menggunakan mesin diesel seperti alat berat, bus, truk, mobil pribadi yang menggunakan penggerak mesin diesel.

Energi terbarukan adalah sebuah inovasi jangka panjang dari berbagai permasalahan tersebut, di Indonesia sendiri tersedia berbagai macam energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan. Sumber bahan bakar baru diharapkan dapat mengurangi ataupun mengalihkan ketergantungan pada bahan bakar fosil biodiesel misalnya. “Keuntungan biodiesel sebagai bahan bakar diesel adalah portabilitasnya, ketersediaannya, terbarukan, efisiensi pembakaran lebih tinggi, sulfur lebih rendah dan konten aromatik, lebih tinggi jumlah cetane dan biodegradabilitas yang lebih tinggi” (Khan, et al., 2013: 347) Oleh karenanya pada saat ini pemerintah diharapkan untuk lebih bisa memberikan support menggerakkan inovasi penciptaan energi baru yang terbarukan dimana energi terbarukan diharapkan memiliki stok yang melimpah.

Biodiesel sendiri adalah sumber energi yang ramah lingkungan dimana telah dijelaskan “Biodiesel terbuat dari minyak biomassa, sebagian besar dari minyak nabati. Biodiesel tampaknya menjadi sumber energi yang menarik karena beberapa alasan. Pertama, biodiesel adalah sumber energi terbarukan yang dapat dipasok secara berkelanjutan”. (Huang, et al., 2010: 38)

Sasongko (2018:8) menjelaskan di Indonesia terdapat banyak sekali potensi sumber penghasil biodiesel yang dapat dimanfaatkan seperti tanaman tebu, singkong, ubi, jarak dan sebagainya yang mudah untuk dikembangkan dan persediannya tidak terbatas. Sehingga Indonesia sangat berpotensi sekali untuk dapat mengembangkan dan memanfaatkan sumber energi baru yang dapat diperbarui untuk menggantikan bahan bakar fosil yang ada saat ini. Untuk di Indonesia memiliki potensi dalam pemanfaatan biodiesel dari bahan baku nabati minyak kelapa sawit cukup menjanjikan karena kelapa sawit tumbuh hampir diseluruh wilayah Indonesia

Biodiesel memiliki karakteristik yang ramah dibandingkan dengan bahan bakar solar hal tersebut dijelaskan “Biodiesel memiliki kandungan karbon lebih rendah dari bahan bakar diesel (Diesel: 87 dan Biodiesel: 77,2% berat). Oleh karena itu, mesin diesel berbahan bakar biodiesel akan memancarkan emisi berbasis karbon lebih rendah daripada diesel pada umumnya”. (Lahane dan Subramanian.,2015:538).

Padil, et al (2010: 30) menjelaskan bahwa, beberapa hal pengujian yang dilakukan untuk dapat menilai kualitas dan karakteristik dari produk biodiesel yang dihasilkan meliputi massa jenis, viskositas kinematik, titik nyala (flash point), kadar air, angka setana, angka iodium, angka asam dan kromatografi. Yang menjadikan perbedaan biodiesel dengan bahan bakar diesel adalah adanya kekurangan yang dijelaskan sebagai berikut. Kerugian dari biodiesel dengan bahan bakar diesel adalah viskositasnya lebih tinggi, kandungan energi lebih rendah, titik *cloud* dan titik tuang lebih tinggi, emisi nitrogen oksida lebih

tinggi, kecepatan dan tenaga engine lebih rendah, coking injektor, kompatibilitas mesin, harga tinggi, dan keausan engine lebih tinggi (Khan,et al.,2013:347).

Berdasarkan efisiensi bahan bakar biodiesel dapat dikatakan lebih baik atau dapat dikatakan sama dengan solar. Agar dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar, biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. “Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar mesin diesel secara langsung mengalami kendala karena viskositasnya yang tinggi (11-17 kali lebih besar dari petroleum diesel), adanya asam lemak bebas dan volatilitas yang rendah” (Hidayati, et al.,2017:1). Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas atau kekentalan. Sebenarnya proses transesterifikasi berfungsi untuk menghilangkan kandungan gliserin dalam minyak nabati.

Yousuf, et al (2016:8) menjelaskan bahwa adanya kesulitan dalam pembuatan biodiesel, “kesulitan paling berat yang dialami dalam proses transesterifikasi adalah adanya kandungan air yang tinggi, dan memecah gliserol atau memisahkan gliserol yang terkandung dalam minyak”. Kehadiran air bisa menyebabkan saponifikasi ester membentuk sabun. Selain itu, asam lemak bebas dapat bereaksi dengan katalis alkali membentuk air dan sabun. Sabun dapat menyebabkan pembentukan emulsi. Keadaan ini merugikan karena konsumsi katalis meningkat dan ditambah lagi berbagai kesulitan dalam proses pemurnian biodiesel.

Pengolahan biodiesel saat ini sudah mulai banyak diteliti oleh berbagai kalangan mulai dari skala kecil, menengah dan besar, dan juga hasil yang didapat sudah bisa hampir menyerupai dari solar fosil. Namun hasil bahan bakar tersebut

kurang mendapat perhatian untuk diuji pada mesin diesel secara langsung. Hal ini menuntut perlunya dilakukan uji performa mesin diesel saat memakai bahan bakar biodiesel.

1.2 Identifikasi Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tersebut, identifikasi masalah dalam penelitian ini meliputi:

- 1.2.1 Pertumbuhan kendaraan yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan permintaan akan bahan bakar yang terus meningkat.
- 1.2.2 Penggunaan bahan bakar yang ada di Indonesia masih sekedar bergantung pada penggunaan bahan bakar fosil.
- 1.2.3 Cadangan minyak bumi terbukti yang ada di Indonesia selalu mengalami penurunan
- 1.2.4 Perkembangan mesin diesel dan penggunaan pada sektor transportasi yang semakin meningkat sehingga mengakibatkan konsumsi bahan bakar solar terus meningkat. Padahal ada alternatif bahan bakar seperti biodiesel.
- 1.2.5 Pengolahan bahan baku minyak nabati yang ada di Indonesia untuk sekarang ini masih belum dimaksimalkan sedangkan potensi sumber daya alam nya sangat besar.
- 1.2.6 Penggunaan biodiesel masih jarang dikalangan masyarakat umum, padahal bahan baku biodiesel banyak tersedia.
- 1.2.7 Waktu transesterifikasi yang belum optimal sehingga bisa menghasilkan produk biodiesel, namun masih terdapat kekurangan karena belum maksimal.

1.2.8 Penggunaan variasi waktu sudah banyak namun belum menemukan berapa lama waktu yang tepat untuk proses transesterifikasi.

1.2.9 Pengujian performa mesin diesel dengan biodiesel masih sedikit, sebenarnya perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan prestasi mesin bahan bakar biodiesel.

1.3 Pembatasan Masalah.

Berdasarkan pada uraian mengenai proses transesterifikasi biodiesel, maka pada penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah yang terkait dengan penelitian ini, yaitu :

1.3.1 Masih sedikit penelitian yang memperhatikan pengaruh variasi waktu transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel dan performa mesin yang dihasilkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan variasi lama waktu dalam proses transesterifikasi.

1.4 Rumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, agar penelitian dapat dilaksanakan dan mengarah pada tujuan yang diharapkan maka disusunlah rumusan masalah ini :

1.4.1 Adakah pengaruh waktu pada proses transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel?

1.4.2 Adakah pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel terhadap performa mesin diesel?

1.5 Tujuan Penelitian.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan tersebut, maka tujuan didalam penelitian ini meliputi:

1.5.1 Menguji adanya pengaruh waktu transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel.

1.5.2 Menguji adanya pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel terhadap performa mesin diesel.

1.6 Manfaat Penelitian.

1.6.1 Manfaat Praktis

- a. Mengurangi emisi karbon monoksida dan SO₂
- b. Hidup menjadi lebih sehat karena udara yang dihirup menjadi lebih baik
- c. Pemanfaatan limbah minyak goreng yang tepat menjadi berguna.
- d. Menghasilkan bahan bakar alternatif yang lebih ekonomis

1.6.2 Manfaat Teoritis

- a. Dengan adanya pengujian proses transesterifikasi dengan memvariasikan waktu reaksi dapat diketahui waktu yang efektif dan diperoleh karakteristik biodiesel yang sesuai.
- b. Dengan melakukan uji performa mesin diesel dapat diketahui prestasi mesin diesel yang dihasilkan menggunakan bahan bakar biodiesel.
- c. Memberikan informasi mengenai metode dalam pembuatan biodiesel.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka.

Suatu penelitian membutuhkan referensi dari berbagai pihak untuk mendukung penelitiannya. Beberapa penelitian yang mendukung peneliti guna meneliti pengaruh waktu pada proses transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel dan performa mesin diesel sebagai berikut :

Wahyuni, et al., (2015) telah melakukan penelitian tentang pengaruh suhu proses dan lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah. Penelitian ini menguji tentang pengaruh variasi waktu pengendapan (Settling) Terhadap Kualiatas Biodiesel. Untuk variasi lama pengendapan (settling) tidak mempengaruhi kualitas biodiesel dimana rata-rata untuk semua variasi viskositas antara 5.7-5.8 Cs, densitas sekitar 861 kg/m³ , flash point >1100C dan rendemen rata-rata 75.8%. Dari hasil penelitian semakin lama waktu pengendapan akan semakin baik pemisahan antara fase gliserol dan biodiesel jadi akan semakin mudah melakukan proses pencucian dan tidak akan banyak penyabunan yang terjadi selama proses pencucian. Sehingga proses pencucian tidak akan membutuhkan waktu yang lama.

Menurut Suryanto et al., (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh daya dan waktu mikrowave produksi bahan bakar nabati dari minyak jelantah” penelitian ini berfokus pada pengaruh daya microwave pada biodiesel yang dihasilkan dan juga pengaruh waktu reaksi terhadap yield yang dihasilkan. Proses transesterifikasi dengan menggunakan variabel daya dan waktu yang telah

ditentukan. Setelah dicuci sampel dipanaskan di dalam oven dengan suhu 110° C selama 1 (satu) jam. Adapun variabel daya yang digunakan adalah 100, 200, 400, dan 600 watt. Sedangkan waktu reaksinya digunakan 1, 2,5, 3,5, 4, 4,5, 5 menit. Setelah dilakukan proses transesterifikasi, biodiesel yang telah jadi dilakukan pengujian meliputi uji FFA dengan metode volumetri, uji komponen dengan alat GC MS. Dilakukan pula uji densitas dan viskositas dengan alat viscometer. Setelah dilakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh terhadap variasi waktu reaksi terhadap yield yang dihasilkan, menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan maka semakin tinggi pula yield yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu yang digunakan maka akan semakin lama kontak trigliserida yang ada dalam minyak jelantah yang bereaksi dengan metanol untuk menghasilkan biodiesel.

Abba, et al (2017) telah melakukan penelitian tentang pengaruh waktu reaksi terhadap produksi biodiesel. Variasi waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 menit. Hasil yang diperoleh yaitu waktu reaksi transesterifikasi berbanding lurus dengan persentase hasil biodiesel yang diperoleh dan laju konversi meningkat dengan lamanya waktu reaksi. Konversi ester maksimum dapat dihasilkan pada waktu reaksi 40-50 menit, rasio campuran minyak yang digunakan adalah minyak metanol 6:1, dengan suhu 65 °C, dan kecepatan pengadukan 350rpm.

Shahabuddin, et al (2013) menjelaskan dalam penelitiannya tentang keterlambatan pengapian, karakteristik pembakaran dan emisi mesin diesel berbahan bakar biodiesel. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa biodiesel

memiliki viskositas lebih tinggi, angka setana lebih tinggi dan lebih rendah kompresibilitas dibandingkan dengan bahan bakar diesel. Sehingga sifat bahan bakar tersebut akan berdampak pada kinerja mesin, pembakaran dan karakteristik emisi.

Aziz (2010) telah melakukan penelitian uji performa mesin diesel menggunakan biodiesel dari minyak goreng bekas. Dalam penelitian tersebut menguji tentang pengaruh penggunaan biodiesel terhadap daya yang dihasilkan terhadap mesin dan emisi yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut menunjukkan apabila putaran pada mesin semakin besar, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut pengambilan data tertinggi dilakukan pada 3000 rpm dengan menggunakan 3 variasi bahan bakar. Bahan bakar solar murni menghasilkan daya 35,8398 kW, B20 sebesar 36,3911 kW, dan B40 sebesar 35,2884 kW.

Widianto dan Muhaji (2014) telah melakukan penelitian tentang uji kemampuan campuran bahan bakar solar-biodiesel dari minyak biji jarak terhadap unjuk kerja dan opasitas mesin diesel. Pada penelitian tersebut menyatakan bahwa, pada putaran 1500 rpm sampai 2250 rpm torsi mesin masih mengalami peningkatan. Hal tersebut disebabkan karena efisiensi volumetrik yang semakin tinggi yang mengakibatkan pengkompresian udara di ruang bakar menjadi semakin banyak yang efeknya ledakan dari proses pembakaran semakin kuat mendorong piston yang efeknya putaran mesin menjadi tinggi dan torsi yang dihasilkan meningkat.

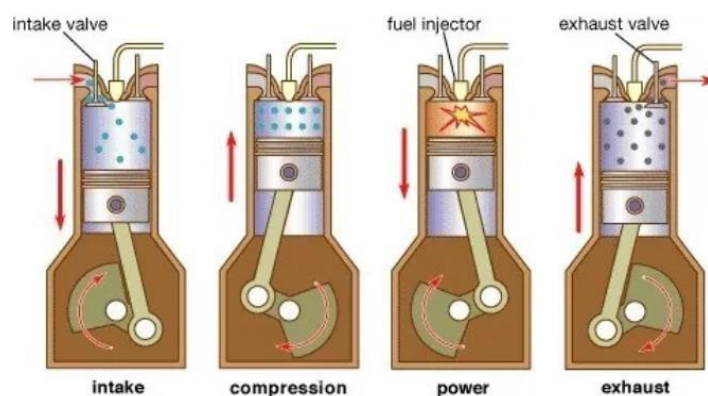
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Mesin Diesel

Mesin diesel adalah motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi didalam mesin itu sendiri (internal combustion engine) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan/dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran. (Samlawi,2018:7).

Mesin diesel menggunakan prinsip auto-ignition (terbakar sendiri). Hal tersebut bisa terjadi karena bahan bakar sudah dapat terbakar dengan sendirinya oleh udara panas yang dihasilkan dari proses kompresi yang tinggi di ruang bakar. Sedangkan mesin bensin menggunakan prinsip spark-ignition (pembakaran yang dipicu oleh percikan api pada busi). (Toyota,2003 : 3-76).

Gambar 2.1. Motor Diesel 4 Langkah



Sumber: Putra (2016)

Motor diesel menerapkan prinsip kerja siklus dual diesel, siklus tersebut merupakan rancangan sendiri dari Rudolf Diesel yaitu menggunakan udara tanpa bahan bakar yang ditekan sampai tekanan yang tinggi. Temperatur yang tinggi tadi yang menyebabkan bahan bakar menyala pada waktu disemprotkan ke ruang bakar.

Pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar. Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar.

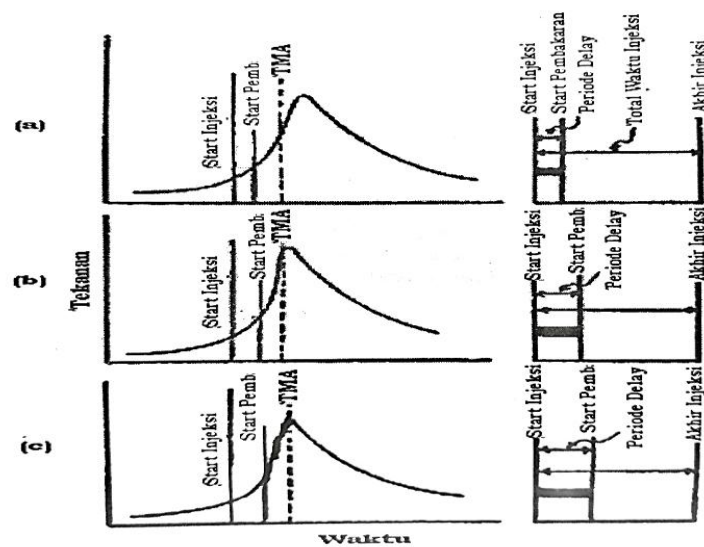
2.2.2 Pembakaran Pada Mesin Diesel

Mesin diesel mempunyai 2 tipe yaitu diesel *direct injection* dan *indirect injection*. Jadi mengenai proses pembakaran dan penyemprotan bahan bakar setiap kendaraan itu berbeda-beda dimana hal tersebut telah diatur sesuai dengan derajat poros engkol.

Pada siklus motor diesel ideal memiliki 5 langkah proses yaitu proses pemasukan panas, kompresi isentropik, pemasukan panas, ekspansi isentropik, dan pembuangan. Mesin diesel beroperasi berdasarkan prinsip pengapian kompresi, oleh karena itu mesin ini mengandalkan kompresi dalam silinder untuk menaikkan suhu dan tekanan udara sehingga pada saat menginjeksi bahan bakar, campuran udara-bahan bakar otomatis menyala. Semprotan bahan bakar yang disuntikkan harus tersebar halus untuk menguap dan bercampur dengan mudah. (Shahabuddin, et al.,2013:624).

2.2.3 Ignition Delay

Pada proses pembakaran ideal ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembakaran pada mesin diesel mengalami kelainan yang menyimpang dari siklus semestinya dimana hal tersebut dapat mempengaruhi efektifitas, efisiensi dan performa mesin tersebut. Periode ini juga disebut fase persiapan di mana beberapa bahan bakar telah dimasukkan ke dalam ruang bakar, tetapi penyalaan belum dimulai, periode ini dihitung dari awal injeksi bahan bakar ke dalam ruang bakar ke titik di mana kurva tekanan dan waktu terpisah dari kurva motoring. (Shahabuddin, et al 2013:624).



Gambar 2.2. Ignition Delay
Sumber: (Sukoco dan Arifin, 2013:54)

Persiapan proses pembakaran pada motor diesel hanya diberi waktu yang sedikit, ketika bahan bakar mulai diinjeksikan pada titik A dan diharapkan mulai

terbakar pada titik B. Periode dari titik A ke titik B ini biasa disebut dengan *Ignition Delay*. Challen & Baranescu (1999: 92), *Ignition delay* dapat didefinisikan sebagai periode waktu antara awal injeksi bahan bakar dan awal pembakaran, pada fase ini udara dan bahan bakar telah disemprotkan terlebih dahulu ke dalam ruang bakar sebelum terjadinya proses pembakaran, sehingga fungsinya sebagai fase persiapan sebelum pembakaran sehingga pada waktu pembakaran udara dan bahan bakar sudah sesuai dan pembakaran tidak terlambat.

Supaya pada pembakaran mesin diesel dapat berjalan dengan lebih baik maka diharapkan faktor tersebut di atas dapat terpenuhi. Faktor-faktor yang mempengaruhi *ignition delay* adalah kualitas bahan bakar (angka *Cetane*), perbandingan kompresi, temperatur udara yang masuk, dan temperatur air pendingin Sukoco dan Arifin (2013: 50) Menjelaskan bahwa angka *cetane* merupakan ukuran seberapa tingkat kualitas penyalaan bahan bakar diesel, semakin besar angka *cetane* berarti akan semakin pendek waktu bahan bakar untuk terbakar begitupun sebaliknya semakin rendah angka *cetane* bahan bakar akan semakin panjang waktu untuk terbakar.

Jaat, et al (2017:2724) menyatakan bahwa “Pembakaran dalam mesin diesel dicampur dan disemprotkan dengan tekanan injeksi tinggi untuk membantu pencampuran bahan bakar, udara yang lebih cepat akan mengakibatkan pembakaran yang lebih baik.”.

2.2.4 Bahan Bakar Mesin Diesel

2.2.4.1 Solar

“Bahan bakar motor diesel adalah hidrokarbon yang merupakan senyawa antara hidrogen dan karbon, seperti *benzine, pentane, hexane, toluene, propane,* dan *butane*” (Sukoco dan Arifin,2013: 46).

Solar adalah suatu campuran dari hidrokarbon yang telah di distilasi setelah bensin dan minyak tanah pada temperatur 200 sampai 340 . Sebagian besar solar digunakan untuk menggerakkan mesin diesel. Mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Mudah terbakar

Waktu tertundanya pembakaran harus pendek atau singkat sehingga mesin mudah dihidupkan. Solar harus dapat memungkinkan mesin bekerja lembut dengan *knocking*.

2. Tetap encer pada suhu dingin (tidak mudah membeku)

Solar harus tetap cair pada temperatur rendah sehingga mesin akan mudah dihidupkan dan berputar lembut.

3. Daya pelumasan

Solar juga berfungsi sebagai pelumas untuk pompa injeksi dan nosel. Oleh karena itu harus mempunyai sifat daya pelumas yang baik.

4. Kekentalan

Solar harus mempunyai kekentalan yang memadai sehingga dapat disemprotkan oleh injektor.

5. Kandungan sulfur

Sulfur merusak pemakaian komponen mesin, dan kandungan sulfur solar harus sekecil mungkin. (Toyota, 2003 : 1-42).

Berikut adalah tabel standar mutu bahan bakar diesel dan tabel spesifikasi solar pertamina :

Tabel 2.1. Spesifikasi Biosolar Dalam Negeri

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan Mutu		Metode Uji
			Minimum	Maksimum	
1.	Bilangan Setana _____ atau Indeks Setana		48		ASTM D613
			45		ASTM D4737
2.	Densitas (pada suhu 15°C)	Kg/m ³	815	860	D1298 / D4052
3.	Viskositas (pada suhu 40°C)	cSt	2,0	4,5	ASTM D445
4.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,25	D2622 / D5453 / D4294 / D7039
5.	Destilasi: 90% vol. Penguapan	°C	-	370	D86
6.	Titik Nyala	°C	52	-	D93
7.	Titik Tuang	°C	-	18	D97
8.	Residu Karbon	% m/m	-	0,1	D4530 / D189
9.	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D6304
10.	<i>Biological Growth</i>	-	Nihil		
11.	Kandungan FAME	% v/v	-	-	
12.	Kandungan metanol	% v/v	Tak terdeteksi		D4815
13.	Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D130
14.	Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D482
15.	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D473
16.	Bilangan Asam Kuat	mgKOH/g	-	0	D664
17.	Bilangan Asam Total	mgKOH/g	-	0,6	D664
18.	Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang		
19.	Warna	No. ASTM	-	3,0	ASTM D1500
20.	<i>Lubricity (HFRRwear scar dia. @ 60 oC)</i>	micron	-	460	D6079

Sumber : (<https://www.pertamina.com/industrialfuel/media/6796/biosolar.pdf>)

Menurut Sukoco dan Arifin (2013 : 47) menyatakan, “bahan bakar diesel dari proses distilasi belum dapat langsung dikonsumsi atau dipergunakan, diperlukan pengolahan lebih lanjut hingga mencapai karakteristik bahan bakar diesel yang diperlukan”. Karakteristik bahan bakar diesel meliputi :

1) Berat jenis (*Specific gravity*)

Berat jenis bahan bakar adalah perbandingan kepadatan bahan bakar dengan kepadatan air. Berat jenis diukur menggunakan hidrometer. Berat jenis bahan bakar diesel berpengaruh pada daya penetrasinya saat bahan bakar di injeksikan ke dalam ruang pembakaran, semakin berat bahan bakar maka semakin besar nilai pembakarannya.

2) Titik nyala (*Flash point*)

Flash point atau titik nyala adalah temperatur di mana bahan bakar telah siap dinyalakan apabila bersinggungan dengan api. Titik api berada di atas titik nyala yaitu sekitar 10 sampai 20 . *Flash point* bahan bakar menjadi indikator besarnya bahaya kebakaran, bahan bakar yang *flash point*-nya rendah akan sangat berbahaya terhadap terjadinya kebakaran. (Sukoco dan Arifin, 2013 : 48)

3) Titik beku (*Pour point*)

Karakteristik ini relatif tidak diperlukan di daerah yang panas, namun sangat diperlukan pada daerah yang dingin. Temperatur *puor point* yang tinggi ditandai dengan sulitnya bahan bakar mengalir dan bentuk kabutan yang kasar.

4) Kekentalan (*Viscosity*)

Viskositas bahan bakar diesel berfungsi sebagai pelumas komponen sistem bahan bakar, namun perlu di ingat bila viskositas bahan bakar terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya kabutan yang kasar. Dampaknya proses pembakaran mesin tidak akan dapat menghasilkan energi panas yang optimal, dan asap gas buang akan semakin pekat. Terjadinya asap yang tebal pada kendaraan, bisa disebabkan karena kondisi mesin namun juga bisa disebabkan oleh kualitas bahan bakar.

5) Titik uap (*Volatility*)

Volatility bahan bakar di tunjukan dengan perbandingan udara dan uap bahan bakar yang dapat dibentuk pada temperatur tertentu. Bahan bakar diesel (solar), *volatility* ditunjukkan dengan 90% temperatur destilasi. Artinya pada temperatur destilasi 90% bahan bakar telah dapat di distilasikan dari minyak mentah (Sukoco dan Arifin, 2013 : 49).

6) Kualitas penyalaan (*Cetane number*)

Cetane number atau nomor setana adalah satu cara untuk mengontrol bahan bakar solar dalam kemampuan untuk mencegah terjadinya *knocking*. Tingkatan yang lebih besar memiliki kemampuan yang lebih baik. Ada dua skala indek untuk mengontrol kemampuan solar serta mencegah *knocking* dan mudah terbakar yaitu *cetane index*. Minimal tingkatan *cetane* yang dapat diterima untuk bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel kecepatan atau putaran tinggi umumnya 40 – 45 (Sukoco dan Arifin, 2013 : 50)

7) Karbon residu

Karbon residu bahan bakar diesel yang ditunjukkan dengan sejumlah deposit yang tertinggal di ruang pembakaran. Untuk mengukur jumlah kandungan karbon residu pada bahan bakar, dapat dilakukan di laboratorium dengan mengambil sampel bahan bakar dan dipanaskan dalam sebuah media yang tidak ada udara. Dengan cara demikian akan terlihat karbon residu yang tertinggal.

8) Kandungan sulfur

Sulfur atau belerang yang ada di dalam bahan bakar, pada saat terbakar akan menghasilkan gas yang sangat korosif terhadap logam yang bersinggungan, baik gas tersebut masih dalam bentuk gas maupun saat dalam bentuk cairan setelah dingin. Cairan sulfur yang masuk dalam minyak pelumas akan merusak struktur minyak dan komponen sistem pelumasan. Oleh karena itu, dalam bahan bakar kandungan sulfur yang diizinkan tidak boleh melebihi 0,5 – 1,5 %.

9) Oksidasi dan air

Oksidasi atau endapan dan air dapat menjadi sumber permasalahan pada motor diesel. Endapan kotoran yang masih terbawa pada bahan bakar akan menjadi bahan yang mengakibatkan keausan, dan kemungkinan akan menyumbat saluran bahan bakar. Kandungan abu dan air pada bahan bakar yang diizinkan adalah 0,01 % abu, dan 0,05 % untuk abu dan air secara bersama (Sukoco dan Arifin, 2013 : 51).

2.2.4.2 Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar mesin diesel yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui (*renewable*). Biodiesel terbuat dari minyak biomassa, sebagian besar dari minyak nabati. Biodiesel adalah sumber energi terbarukan yang dapat dipasok secara berkelanjutan. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi secara kimia mereaksikan minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol seperti metanol (Gerpen, 2005:1097)

“Minyak jelantah dapat diubah menjadi biodiesel (alkil ester) melalui proses transesterifikasi. Pada proses ini minyak jelantah sebagai sumber trigliserida direaksikan dengan alkohol menghasilkan campuran alkil ester dan gliserol dengan adanya katalis basa kuat” (Hidayati, et al., 2017: 1).

Berikut data tentang spesifikasi biodiesel yang ada di Indonesia yang dikeluarkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Biodiesel dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015 yang sudah merevisi SNI 04-7182-2006 dan SNI 7182:2012 - Biodiesel.

Tabel 2.2. Spesifikasi Biodiesel Nasional

No	Parameter Uji	Satuan, Min/max	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850 -890
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 - 6,0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		nomor 1
7	Residu karbon	%-massa, maks	
	-dalam per contoh asli, atau		0,05
	-dalam 10% ampas distilasi		0,3
8	Air dan sedimen	%-vol, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	100
12	Fosfor	mg/kg, maks	10
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa(g-I ₂ /100g), maks	115
18	Kadar monogliserida	%-massa, maks	0,8
19	Kestabilan oksidasi	Menit	
	- Periode induksi metode rancimat, atau		360
	- Periode induksi metode petro oks		27

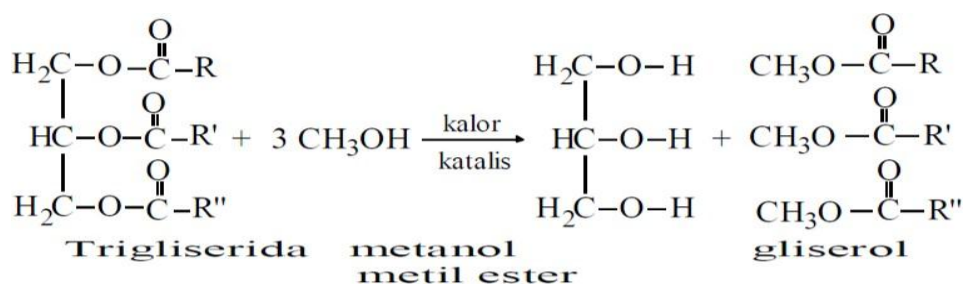
(Standar Nasional Indonesia nomor SNI 7182:2015 revisi 2015 : 2).

2.2.5 Pengolahan Biodiesel

Biodiesel dapat diperoleh melalui proses yang dinamakan yaitu transesterifikasi, adalah sebuah tahapan proses konversi dari trigliserida menjadi alkil ester melalui reaksi alkohol, dan menghasilkan produk samping berupa gliserol. Menurut Syamsidar (2013:213) “Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida melalui reaksi dengan alkohol yang akan menghasilkan

produk utama metil ester asam lemak (FAME) dan produk samping berupa gliserol.”.Biasa disebut juga dengan alkoholisis dengan tahap konversi dari trigliserida atau minyak nabati menjadi alkyl ester, , dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol.

Alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber gugus alkil adalah metanol yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi sehingga reaksi disebut metanolisis. Sebagian besar, Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :



Gambar 2.3. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester

Sumber: (Miskah, et al, 2016: 56)

Proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis dan pemberian reaktan berlebih agar reaksi bergeser ke kanan.

2.2.6 Performa Mesin

Menurut As'adi dan Djaja (2017:64) bahwa performa suatu mesin merupakan ukuran seberapa besar efisiensi yang dihasilkan oleh mesin tersebut, sedangkan parameter performa terdiri dari : a) torsi, b) daya, c) konsumsi bahan bakar. Untuk mengukur torsi dilakukan test bed pada dinometer dan dinyatakan dengan gaya (force) di kalikan dengan jarak dalam satuan N.m.

Menurut Heywood, (1988: 46), persamaan untuk menentukan nilai torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F \cdot b$$

Keterangan : T : Torsi (Nm)

F : Gaya (N)

b : Jarak (m)

Dimana F adalah gaya yang diperoleh dari massa dikali percepatan gravitasi, maka persamaannya menjadi:

$$T = m \cdot g \cdot b$$

Keterangan : T : Torsi (Nm)

m : Massa (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

b : Jarak (m)

Pada pengujian performa sebuah mesin prestasi kerja mesin tidak hanya ditampilkan dalam bentuk torsi saja namun juga ada nilai daya. Daya (*power*) yaitu sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Menurut Heywood (1988: 46) persamaan nilai daya yang merupakan hasil dari nilai torsi dan kecepatan sudut:

$$P = 2\pi NT$$

Dimana N merupakan kecepatan putaran mesin, maka dalam satuan internasional sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

Keterangan: P : Daya (kW)

N : Kecepatan putaran mesin (rev/s)

T : Torsi (Nm)

Prestasi mesin dapat diketahui secara pasti, jika menggunakan alat ukur yang sudah valid dan itu bisa menggunakan dinamometer. Dinamometer pada dunia otomotif biasanya digunakan sebagai alat untuk mengukur prestasi sebuah mesin,. Umumnya, dinamometer tidak menghasilkan angka/nilai torsi dan daya secara langsung. Dinamometer hanya akan menunjukkan nilai yang dapat digunakan untuk mengetahui torsi dan daya, seperti: nilai gaya yang bekerja dan jarak gaya ke titik pusat rotasi

Dinamometer dengan prinsip tersebut lebih sering dikenal dengan istilah dinamometer absorpsi yang mengubah energi mekanik dari mesin menjadi skala pembebanan atau nilai tertentu, sehingga dari nilai tersebut dapat diperoleh nilai torsi dan nilai daya yang dicari. Jenis dinamometer sendiri pada dasarnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: dinamometer penggerak, dinamometer transmisi dan dinamometer absorpsi, (Arijanto dan Saputra, 2015: 108).

2.3 Kerangka Berfikir

Bahan bakar biodiesel/solar merupakan unsur utama yang harus ada pada proses pembakaran di mesin. Pada proses pembakaran bahan bakar merupakan unsur utama agar dapat terjadi proses pembakaran. Bahan bakar pada mesin diesel dimasukkan pada saat proses pembakaran yaitu pada akhir langkah kompresi, sehingga biodiesel akan terbakar pada saat proses kompresi. Bahan bakar mesin diesel yang baik dan ramah lingkungan salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel memiliki tingkatan kualitas yang berbeda dimana tingkat kualitas ini menentukan

mudah tidaknya bahan bakar tersebut terbakar pada saat proses kompresi, jika karakteristik bahan bakar yang dihasilkan semakin baik maka akan semakin baik dan sempurna dalam proses pembakaran pada mesin sehingga berpengaruh terhadap torsi dan daya yang dihasilkan. Salah satu karakter yang di uji adalah metil ester menurut Darmanto dan Sigit (2006:64) menjelaskan bahwa molekul metil ester adalah rantai karbon lurus yang sama dengan bahan bakar diesel yang memiliki molekul oksigen pada ujung rantai karbon. Karbon merupakan senyawa penyusun bahan bakar yang utama. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar kadar metil ester yang terkandung dalam biodiesel, akan semakin banyak terdapat kandungan karbon di dalam biodiesel. Biodiesel dengan kandungan karbon yang semakin tinggi akan membuat pembakaran semakin sempurna, sehingga dapat meningkatkan performa mesin.

2.4 Hipotesis

Hipotesis adalah suatu dugaan yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, sampai terbukti melalui data yang sudah terkumpul.

Berdasarkan kajian pada permasalahan di atas hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh waktu pada proses *transesterifikasi* terhadap karakteristik biodiesel.
2. Ada pengaruh karakteristik biodiesel hasil proses *transesterifikasi* terhadap performa mesin diesel 4 silinder.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli

3.1.2. Tempat Pelaksanaan

Adapun tempat pelaksanaan penelitian terbagi menjadi dua tempat yaitu:

- 1) Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang untuk pembuatan alat dan pengujian performa.
- 2) Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang untuk menguji karakteristik hasil pengolahan biodiesel.

3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2016: 107). Perlakuan dilakukan dengan beberapa variabel waktu yang terkontrol.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat Penelitian

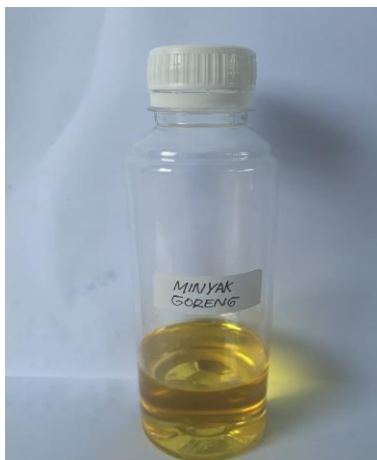
Alat yang digunakan untuk pembuatan biodiesel yaitu alat proses transesterifikasi, alat pengukur waktu, alat pengukur suhu, wadah plastik dan neraca. Alat pengujian karakteristik biodiesel menggunakan piknometer,

viskometer bath, dan GCMS. Pengujian performa menggunakan alat dinamometer.

3.3.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu :

- 1) Minyak goreng



Gambar 3.1. Minyak goreng
(Dokumentasi Pribadi)

Minyak goreng yang digunakan menggunakan merk Filma

- 2) Metanol



Gambar 3.2. Metanol
(Dokumentasi Pribadi)

Metanol digunakan sebagai campuran untuk membuat larutan metoksid.

3) KOH



Gambar 3.3. KOH
(Dokumentasi Pribadi)

KOH digunakan sebagai campuran untuk membuat larutan metoksid.

4) Mobil Panther

3.3.3. Alat Pengujian

1) Alat pengolah biodiesel



Gambar 3.4. Alat Proses Transesterifikasi di lab TUK UNNES
(Dokumentasi Pribadi)

Alat pengolah ini berfungsi sebagai pengaduk dan pemanas dalam proses transesterifikasi.

2) Pengontrol temperatur



Gambar 3.5. Pengontrol Temperatur
(Dokumentasi Pribadi)

Pengontrol temperatur berfungsi sebagai pengendali temperatur pada proses transesterifikasi agar sesuai dengan yang diinginkan.

3) Piknometer



Gambar 3.6. Piknometer
(Dokumentasi Pribadi)

Piknometer merupakan alat untuk mengukur densitas biodiesel.

4) Viskometer



Gambar 3.7. Viskometer bath
(Dokumentasi Pribadi)

Viskometer merupakan alat untuk mengukur kekentalan hasil biodiesel.

5) Alat uji GCMS



Gambar 3.8. Alat Uji GC-MS
(Dokumentasi Pribadi)

6) Dynamometer



Gambar 3.9. *Dynamometer*
(Dokumentasi Pribadi)

Dynamometer merupakan alat untuk mengukur performa mesin, terutama torsi dan daya.

Spesifikasi:

Dynotest MAHA type LPS 3000

kapasitas pengukuran : 15 BHP sampai dengan 450 BHP

Sensing sensor : *Load Cell*

Brake : *Eddy Brake Current*

Pendingin : udara

7) Mobil Panther 2500cc



Gambar 3.10. Mobil Panther 2500cc
(Dokumentasi Pribadi)

Mobil yang dipakai dalam pengujian ini, yaitu panther 2500cc. Berikut gambaran spesifikasi dari mobil yang digunakan:

Mesin	: MSG5K
Kapasitas Silender	: 2.499 cc.
Tenaga Maksimum	: 80 PS /3.500 rpm. Torsi Maksimum
	: 19.5 kgm /1.800 rpm. Jumlah Silinder
	: 4 silinder sebaris.
Diameter x Langkah	: 95.4 x 87.4. Transmisi : 5 percepatan.

(Mobil, CS, 2017, *Spesifikasi Mesin Isuzu Panther* <http://mobilisuzumakassar.blogspot.com/2017/06/isuzumakassar-panther-pickup.html>, diakses tanggal 24 Juli 2019).

3.4 Parameter Penelitian

Adapun parameter penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (Sugiyono, 2015:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi waktu proses yaitu 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2015:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik dari bahan bakar biodiesel hasil proses transesterifikasi dan performa mesin.

3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2015:41)

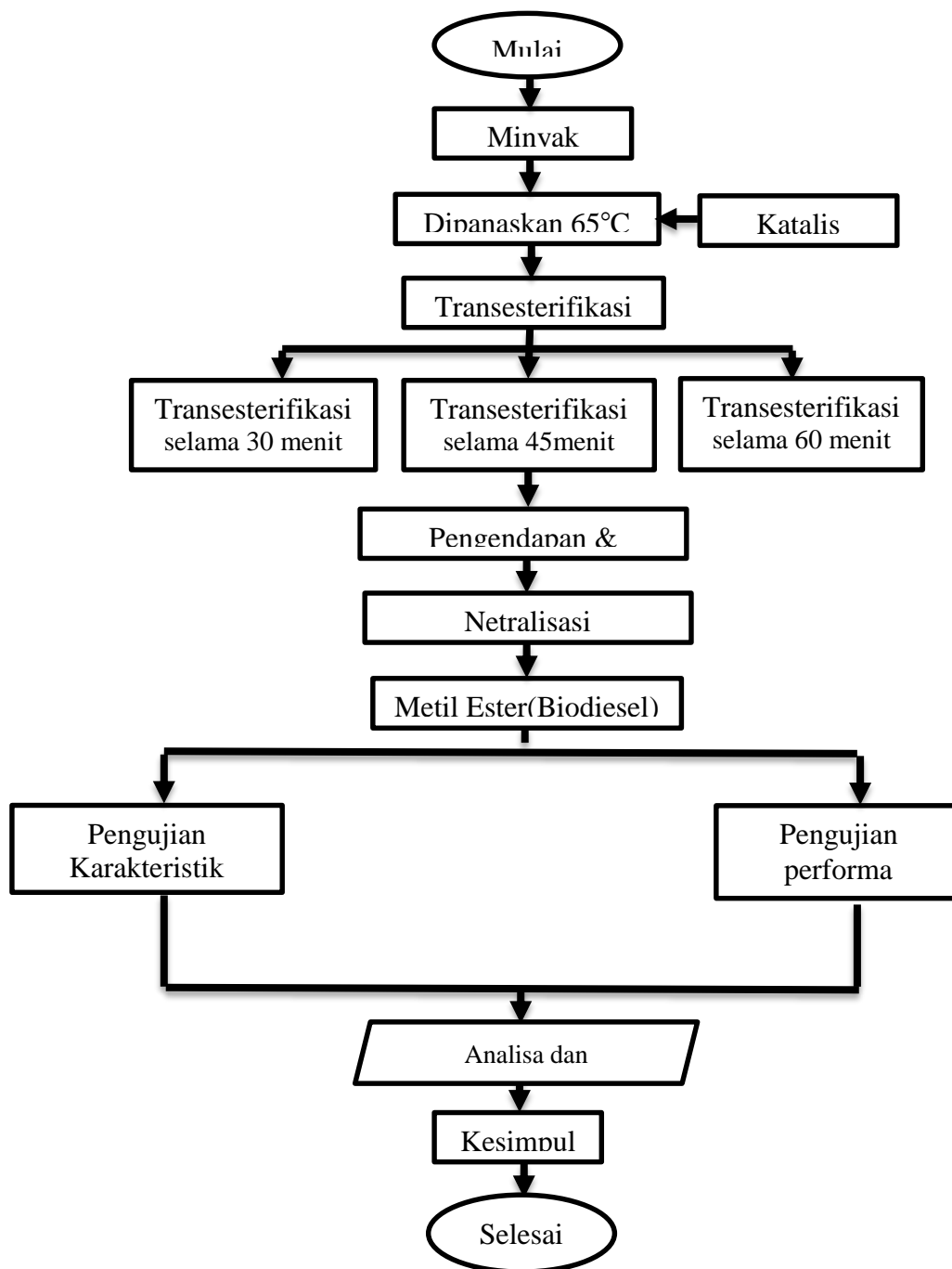
Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Minyak goreng yang dipakai yaitu minyak goreng baru merk Bimoli.
- 2) Katalis yang digunakan yaitu KOH.
- 3) Suhu transesterifikasi yaitu 65°C.

4) Mesin yang digunakan yaitu Isuzu Panther.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian

3.5.2 Proses Penelitian

3.5.2.1 Pembuatan Biodiesel

1. Pencampuran dan pemanasan

- a. Mencampurkan antara metanol dengan KOH sampai keduanya tercampur dan larut (larutan metoksid).
- b. Dilakukan pemanasan minyak sebanyak 2 L sambil dicampur hingga suhu minyak mencapai 65°C.
- c. Pencampuran kedua dengan mereaksikan larutan metoksid dengan minyak yang telah divariasi waktu yaitu selama 30, 45 dan 60 menit.

2. Pengendapan dan Pemisahan

- a. Selanjutnya hasil pencampuran larutan metoksid dengan minyak dimasukkan terlebih dahulu kedalam penampungan.
- b. Selanjutnya larutan didiamkan dalam waktu diatas 24 jam. Maka akan diperoleh biodiesel yang terpisah dari gliserin yang mengendap didasar wadah.
- c. Proses selanjutnya yaitu pemisahan antara biodiesel dengan gliserin.

3. Netralisasi

Tujuan dari proses tersebut adalah untuk meminimalkan kandungan sabun terhadap biodiesel yang bersifat basa tersebut, oleh karenanya akan ditambahkan larutan asam sebelum proses pencucian.

- a. Air yang digunakan untuk untuk proses tersebut terlebih dahulu ditambahkan/ dicampur dengan dengan asam cuka agar biodiesel mencapai pH 7 dengan perbandingan 2:1

4. Pencucian dan pengeringan

- a. Biodiesel dicampurkan dengan air untuk melarutkan sisa katalis (alkil), sabun, gliserin, dan metanol yang terkandung dalam proses pembuatan biodiesel dan kemudia diaduk.
- b. Mendiamkan selama setengah sampai satu jam sehingga biodiesel terpisah dari air hasil cucian. Biodiesel akan terpisah berada dibagian atas sedangkan air di bawah
- c. Pisahkanlah antara biodiesel dengan air
- d. Menempatkan biodiesel kedalam wadah yang bersih dikarenakan biodiesel tersebut sudah bersih.

3.5.2.2 Pengujian Performa Mesin

Pengujian performa mesin dilakukan menggunakan alat *dynotest*. *Dynotest* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada kendaraan bermotor. Prinsip kerja dari *dynamometer* ini terdiri dari suatu rotor yang digerakkan oleh suatu motor yang tenaganya akan diukur dan berputar dalam medan magnet.

1) Persiapan Pengujian

Dalam sebuah penelitian, terutama pengujian perlu dipersiapkan alat-alat yang digunakan dan bahan habis pakainya. Untuk itu berikut langkah persiapan pengujian:

- a. Pertama adalah memastikan mesin mobil dalam kondisi prima dengan melakukan *tune up engine*.

- b. Kemudian mempersiapkan bahan bakar yang digunakan yaitu biodiesel B30 *hasil transesterifikasi*.
- c. Selanjutnya hidupkan alat-alat yang digunakan mulai dari komputer, *blower* dan kompresor serta *dynotest* itu sendiri.
- d. Setelah semuanya hidup, perlu dilakukan pengecekan ulang pada setiap alat, apakah sudah sesuai kriteria atautkah ada yang perlu diperbaiki dan dikalibrasi.
- e. Cek alat utama yaitu *dynotest* dengan mengkalibrasi menggunakan komputer, serta konektivitas alat dengan komputer.
- f. Pelumasan pada bearing dan pengencangan pada alat *dynotest*.
- g. Siapkan pengikat yang akan diikatkan dengan mobil pada tempatnya
- h. Setelah semua dirasa cukup dan baik, naikkan mobil pada alat *dynotest*, kemudian parkirkan dengan pas pada ban posisi diatas *roller dynotest* dengan catatan posisi disesuaikan dengan putaran roda depan atau belakang.
- i. Ketika sudah pas, ikatkan tali pengaman sampai benar-benar kencang pada mobil agar saat diuji tidak terlempar.
- j. Mobil siap untuk dilakukan pengujian.

2) Pengujian dan Pengambilan Data

Jika semuanya sudah siap mulai dari tahap satu dan tahap dua dimana mobil dan alat siap digunakan, serta sudah dilakukan pengecekan ulang serta kalibrasi alat, maka pengujian siap digunakan. Berikut langkah pengujian dan pengambilan datanya:

- a. Periksa kembali pengikat kendaraan agar kendaraan aman sewaktu menguji dan perkaitan roda dengan *roller* sempurna karena dalam pengujian kecepatan tinggi sangat berbahaya jika tidak dicek ulang kembali.
- b. Masukkan data-data spesifikasi dari mobil ke dalam software, mulai dari jenis mobil, model penggerak depan atau belakang, kecepatan maksimum.
- c. Selanjutnya untuk kalibrasi mobil dalam memasukkan nilai rpm yang dikehendaki dengan cara hidupkan mesin mobil, selanjutnya injak pedal gas sampai pada kecepatan maksimum yang sudah dimasukan data, selanjutnya klik *continue* dan mobil siap diujikan
- d. Masukkan gigi pertama kemudian pedal gas diinjak penuh, masukkan gigi kedua injak penuh, masukkan gigi tiga injak penuh pedal gas, masukkan gigi empat injak penuh pedal gas, dan seterusnya sampai top gear.
- e. Lihat pembacaan grafik dari layar monitor, maka akan didapatkan torsi dan daya tertinggi.
- f. Data akan tercatat sendirinya melalui komputer berupa torsi maksimum serta daya mesin akan terdeteksi menggunakan *software* yang terdapat dikomputer.

3.5.3 Data Penelitian

Data yang dihasilkan dalam penelitian tentang pengaruh suhu transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel dan performa dimasukkan ke dalam tabel untuk kemudian dianalisis. Adapun tabel lembar pengambilan data sebagai berikut:

- 1) Pengambilan data karakteristik biodiesel

Tabel 3.1. Lembar Pengambilan Data Karakteristik Biodiesel

No	Uji Kualitas Biodiesel	Waktu transesterifikasi			Menurut SNI
		30 menit	45 menit	65menit	
1	Viskositas (mm ² /s)				
2	Densitas (kg/m ²)				
3	Kadar Metil Ester (%-massa)				

2) Pengambilan data performa mesin

Tabel 3.2. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 30 menit

Putaran Mesin (RPM)	Bio Diesel B30 30 Menit			
	Torsi		Daya	
	Pengujian	Rata-rata	Pengujian	Rata-rata
2500	1.	2.	1.	2.
2750	1.	2.	1.	2.
3000	1.	2.	1.	2.
3500	1.	2.	1.	2.
3750	1.	2.	1.	2.
4000	1.	2.	1.	2.
4500	1.	2.	1.	2.
4750	1.	2.	1.	2.
5000	1.	2.	1.	2.

Tabel 3.3. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 45 menit

Putaran Mesin (RPM)	Bio Diesel B30 45 Menit			
	Torsi		Daya	
	Pengujian	Rata-rata	Pengujian	Rata-rata
2500	1.	2.	1.	2.
2750	1.	2.	1.	2.
3000	1.	2.	1.	2.
3500	1.	2.	1.	2.
3750	1.	2.	1.	2.
4000	1.	2.	1.	2.
4500	1.	2.	1.	2.
4750	1.	2.	1.	2.
5000	1.	2.	1.	2.

Tabel 3.4. Lembar Pengambilan Data Torsi Dan Daya Mesin B30 60 menit

Putaran Mesin (RPM)	Bio Diesel B30 60 Menit			
	Torsi		Daya	
	Pengujian	Rata-rata	Pengujian	Rata-rata
2500	1.	2.	1.	2.
2750	1.	2.	1.	2.
3000	1.	2.	1.	2.
3500	1.	2.	1.	2.
3750	1.	2.	1.	2.
4000	1.	2.	1.	2.
4500	1.	2.	1.	2.
4750	1.	2.	1.	2.
5000	1.	2.	1.	2.

3.6 Kalibrasi Instrumen

Kalibrasi instrumen pada penelitian ini dilakukan terhadap alat-alat yang dipakai untuk menguji karakteristik biodiesel. Alat-alat yang digunakan yaitu:

3.6.1 Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengetahui berat jenis suatu zat. Prosedur kalibrasi piknometer yaitu dengan melakukan pembersihan dan dikeringkan.

3.6.2 Viskometer *bath*

Viskometer merupakan alat untuk menghitung viskositas suatu zat. Kalibrasi viskometer dilakukan menggunakan cairan dengan standar yang telah ditentukan.

3.6.3 GCMS

GCMS dalam hal ini dilakukan untuk menentukan kadar metil ester yang terkandung dalam biodiesel. Kalibrasi dapat dilakukan oleh operator laboratorium.

3.6.4 Dinamometer

Dinamometer digunakan untuk mengukur torsi dan daya. Kalibrasi dilakukan dengan cara memastikan pada display monitor bahwa dinamometer tanpa beban dan berada pada skala nol.

3.7 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang akan dilakukan dengan memvariasikan 3 variasi waktu proses transesterifikasi dan untuk diketahui pengaruhnya, karena data yang didapatkan merupakan hasil asli dari pengujian dengan alat, maka dari itu teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan metode analisis data statistik deskriptif.

Penelitian pengujian daya dan torsi yang akan dilakukan nantinya akan didapatkan hasil sebanyak 2 data, karena pengujian yang dilakukan adalah sebanyak dua kali untuk mendapatkan hasil rata-rata yang valid, dimana nantinya hasil data besaran yang didapatkan yaitu tiap satuan rpm dalam bentuk grafik. Hasil dari bentuk grafik kemudian dianalisis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data.

4.1.1 Hasil Produksi Biodiesel Dari Minyak Goreng

Pada penelitian ini, biodiesel dari minyak goreng diproduksi melalui proses transesterifikasi dengan menggunakan alat. Untuk sekali proses pembuatan/ *transesterifikasi* kami membutuhkan minyak goreng sebanyak 1 liter dan penggunaan metanol sebanyak 200 ml ditambahkan katalis berupa KOH sebanyak 10 gr. Pada proses transesterifikasi dilakukan dengan cara memanaskan campuran minyak goreng dengan katalis KOH + metanol dengan suhu 65°C dan dengan variasi waktu 30 menit, 45 menit, 60 menit. Setelah dilakukan proses transesterifikasi, biodiesel diendapkan selama 24 jam sehingga biodiesel dapat terpisah dari gliserin.

Setelah diendapkan semalaman proses selanjutnya yaitu pencucian biodiesel yang memiliki tujuan menetralkan kandungan basa pada biodiesel. Selain itu fungsi dari pencucian biodiesel adalah karena hasil biodiesel sering tercampur dengan sabun dan kotoran sehingga perlu proses pencucian menggunakan air suling (*aquades*) untuk menghilangkan sabun dan sisa-sisa larutan kimia lainnya. Pencucian dilakukan hingga biodiesel benar-benar bersih dengan ciri air hasil dari pencucian sudah bening dan tidak berbusa. Kemudian setelah selesai proses pencucian dilakukan proses pengeringan *biodiesel* dan uji kualitas *biodiesel*. Berikut ini adalah proses pembuatan *biodiesel* yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Minyak goreng nabati



minyak goreng dilakukan pemanasan
dan selanjutnya ditambahkan katalis
KOH + Metanol

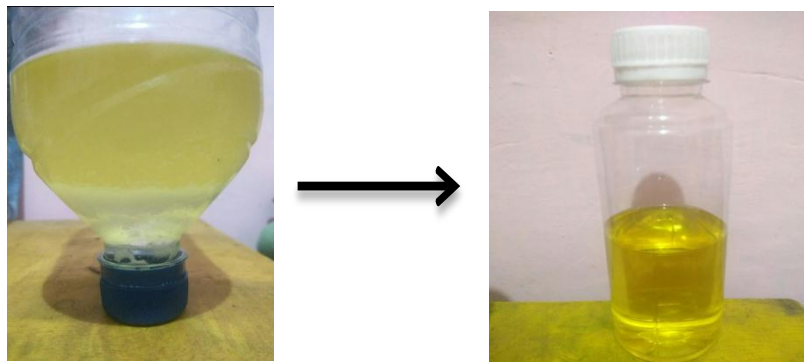


Metanol+katalis KOH



SELANJUTNYA
BODIESEL
DILAKUKAN
PENCUCIAN

Hasil biodiesel lalu dilakukan Pemisahan metil ester dan gliserin



Proses pencucian *metil ester*

metil ester / biodiesel

Gambar 4.2. Proses Produksi Biodiesel

Pada pengujian karakteristik biodiesel parameter pengujian yang dilakukan antara lain adalah pengujian viskositas, densitas dan pengujian kadar metil ester , pengujian data di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang pada tanggal 19 November 2019 pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk 3 sampel yang dikirim yaitu sampel biodiesel proses transesterifikasi 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

Pengujian karakteristik biodiesel dilakukan pada setiap sampel menggunakan alat yang berbeda seperti pada pengujian viskositas yaitu pengujian kekentalan pada zat cair alat yang digunakan adalah viscometer bath, untuk densitas atau pengujian pada berat jenis alat yang digunakan adalah piknometer. Sedangkan untuk pengukuran kadar metil ester yaitu menguji seberapa besar kadar metil ester yang dihasilkan oleh biodiesel tersebut yaitu menggunakan alat uji GCMS dengan alat GC-MS Perkin Elmer.

Tabel 4.1. Hasil Uji GCMS Waktu Transesterifikasi 30 Menit

No.	% Massa	Komponen
1	0.29%	<i>Lauric acid, methyl ester</i>
2	1.99%	<i>Myristic acid, methyl ester</i>
3	32.11%	<i>Palmitic acid, methyl ester</i>
4	56.12%	<i>Elaidic acid, methyl ester</i>
5	6.49%	<i>Stearic acid, methyl ester</i>
6	0.58%	<i>cis-11-Eicosenoic acid, methyl ester</i>
7	1.09%	<i>Methyl 18-methylnonadecanoate</i>
8	0.20%	<i>Behenic acid, methyl ester</i>
9	0.29%	<i>Palmitin, 2-mono-</i>
10	0.73%	<i>Methyl lignocerate</i>
11	0.11%	<i>Squalene</i>

Data yang ditampilkan pada tabel 4.1 di atas, menunjukkan pada proses transesterifikasi berhasil merubah 7 komponen dari 11 komponen penyusun biodiesel menjadi metil ester sisanya masih menjadi senyawa lain. Dari penjumlahan kandungan yang dihasilkan dari proses transesterifikasi dengan waktu 30 menit berhasil menghasilkan biodiesel dengan kandungan 97,78% dan komponen selain metil ester sebesar 2,22%.

Tabel 4.2. Hasil Uji GCMS waktu transesterifikasi 45 menit

No.	% Massa	Komponen
1	0.29%	<i>Lauric acid, methyl ester</i>
2	1.97%	<i>Myristic acid, methyl ester</i>
3	30.85%	<i>Palmitic acid, methyl ester</i>
4	58.71%	<i>Elaidic acid, methyl ester</i>
5	5.71%	<i>Stearic acid, methyl ester</i>
6	0.68%	<i>cis-11-Eicosenoic acid, methyl ester</i>
7	1.13%	<i>Methyl 18-methylnonadecanoate</i>
8	0.20%	<i>Behenic acid, methyl ester</i>
9	0.45%	<i>Methyl lignocerate</i>

Data yang ditampilkan pada tabel 4.2 di atas, menunjukkan pada proses transesterifikasi berhasil merubah 7 komponen dari 9 komponen penyusun biodiesel menjadi metil ester sisanya adalah masih menjadi senyawa lain. Dari penjumlahan kandungan yang dihasilkan dari proses transesterifikasi dengan waktu 45 menit berhasil menghasilkan biodiesel dengan kandungan 98,41% dan komponen selain metil ester sebesar 1,59%.

Tabel 4.3. Hasil Uji GCMS Waktu Transesterifikasi 30 Menit

No.	% Massa	Komponen
1	0.33%	<i>Lauric acid, methyl ester</i>
2	2.06%	<i>Myristic acid, methyl ester</i>
3	32.02%	<i>Palmitic acid, methyl ester</i>
4	57.46%	<i>Elaidic acid, methyl ester</i>
5	5.90%	<i>Stearic acid, methyl ester</i>
6	0.64%	<i>cis-11-Eicosenoic acid, methyl ester</i>
7	1.07%	<i>Methyl 18-methylnonadecanoate</i>
8	0.20%	<i>Behenic acid, methyl ester</i>
9	0.34%	<i>Methyl lignocerate</i>

Data yang ditampilkan pada tabel 4.3 di atas, menunjukkan pada proses transesterifikasi berhasil merubah 7 komponen dari 9 komponen penyusun biodiesel menjadi metilester sisanya adalah masih menjadi senyawa lain. Dari penjumlahan kandungan yang dihasilkan dari proses transesterifikasi dengan waktu 60 menit berhasil menghasilkan biodiesel dengan kandungan 98,61% dan komponen selain metil ester sebesar 1,39%

Berdasarkan pengujian karakteristik yang telah dilakukan meliputi viskositas, densitas dan GCMS, menghasilkan data yang disajikan dalam bentuk tabel diawah ini. Berikut adalah data hasil pengujian karakteristik bahan bakar biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku minyak goreng hasil dari pengujian di Laoratorium Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.

Tabel 4.4. Lembar Data Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel

No	Uji Kualitas Biodiesel	Hasil Penelitian			Menurut SNI
		30 menit	45 Menit	60 menit	
1	Viskositas (mm ² /s)	3,56	3,54	3,42	2,3-6,0
2	Densitas (kg/m ³)	867	864	861	850-890
3	Kadar Metil ester (%-massa, min)	97,78	98,41	98,61	96,5

Pada pengujian karakteristik ini dilakukan untuk mengetahui adakah pengaruh waktu pada proses transesterifikasi terhadap bahan bakar biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku yang sama serta dengan komposisi yang sama. Setelah dilakukan uji laboratorium, didapatkan hasil yang tersaji pada tabel 4.4. Setiap variasi pengujian mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Viskositas tertinggi terdapat pada sampel uji biodiesel dengan variasi waktu transesterifikasi 30 menit yaitu sebesar 3,56 mm²/s dan terendah pada sampel uji biodiesel dengan variasi waktu transesterifikasi 60 menit sebesar 3,42 mm²/s. Sedangkan pada pengujian densitas yang telah dilakukan, hasil tertinggi didapat pada sampel uji variasi waktu transesterifikasi 30 menit yakni sebesar 867 kg/m³ dan terendah pada variasi waktu transesterifikasi 60 menit yakni sebesar 861 kg/m³. Kadar metil ester tertinggi pada sampel uji variasi waktu transesterifikasi 60 menit sebesar 98,61% dan terendah pada sampel uji variasi waktu transesterifikasi 30 menit sebesar 97,78%.

Setelah bahan bakar hasil dari proses transesterifikasi dilakukan pengujian karakteristik, selanjutnya adalah bahan bakar tersebut dilakukan pengujian pada performa mesin, dan pengujian performa tersebut dilakukan pada mesin

kendaraan jenis Isuzu Panther 2500cc. Pada pengujian tersebut menggunakan kadar bahan bakar B30 yaitu 30% biodiesel hasil proses transesterifikasi dan 70% solar. Variasi kecepatan mesin (rpm) yaitu 2500, 2750, 3000, 3500, 3750, 4000, 4500, 4750 dan 5000 rpm. di Laboratorium TUK Jurusan Teknik Mesin, Gedung E9 Lt 1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang dengan alat Dynotest tipe LPS 3000 PKW. Hasil data yang keluar berupa torsi dan daya. Pengambilan data dilakukan pada 28 November 2019 di Laboratorium Performa Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

4.1.2 Penelitian Daya dan Torsi

Pengambilan data dari penelitian daya dan torsi dengan menggunakan mobil Isuzu Panther dengan menggunakan variasi bahan bakar biosolar yang telah ditambahkan biodiesel hasil dari proses penelitian kami. dilakukan di bengkel pengujian Universitas Negeri Semarang. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Solar murni dengan B30 biodiesel minyak goreng hasil dari proses transesterifikasi terhadap besarnya daya dan torsi yang dikeluarkan.

Pengujian dilakukan dengan kondisi mesin mobil dalam keadaan sehat dan normal. Pengujian masing-masing variasi B30 biodiesel minyak goreng hasil dari proses transesterifikasi. Pengujian dimulai dari putaran mesin paling rendah diambil pada 2500 RPM, sedangkan putaran mesin paling tinggi yaitu dibatasi pada 5000 RPM untuk menghindari *blow engine*. Sebelum melakukan pengujian performa, kendaraan Isuzu Panther terlebih dahulu dilakukan tune up agar hasil daya dan torsi lebih maksimal dan sesuai harapan.

Tabel 4.5. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin Menggunakan Solar B0

Solar B0					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1. 103,5	103,5	1. 24,51	27,1
		2. 113,4		2. 29,69	
2	2750	1. 113,8	113,8	1. 27,88	27,88
		2. 113,5		2. 32,60	
3	3000	1. 119,15	119,15	1. 37,27	37,435
		2. 119,7		2. 37,6	
4	3500	1. 111,75	111,75	1. 40,91	40,97
		2. 111,9		2. 41,03	
5	3750	1. 107,45	107,45	1. 42,91	43,005
		2. 109,3		2. 43,1	
6	4000	1. 105,8	105,8	1. 44,38	44,325
		2. 105,7		2. 44,27	
7	4500	1. 104,25	104,25	1. 49,73	49,13
		2. 103		2. 48,53	
8	4750	1. 103,6	103,6	1. 51,4	51,11
		2. 102,3		2. 50,82	
9	5000	1. 97,65	97,65	1. 52,91	52,91
		2. 97,1		2. 51,09	

Pengujian pertama yang telah dilakukan menggunakan bahan bakar solar murni B0. Pengujian dimulai dari rpm terendah hingga tertinggi. Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali supaya memperoleh data yang valid, diperoleh data pada tabel diatas. Dua data yang dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian pada tabel diatas menunjukkan torsi maksimal sebesar 119,15 Nm dicapai pada putaran mesin 3000 rpm dan daya maksimal sebesar 52,91kW dicapai pada putaran mesin 5000 rpm

Selanjutnya tabel hasil penelitian menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dengan variasi waktu transesterifikasi 30 menit.

Tabel 4.6. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 30 Menit

Biodiesel B30 30 menit					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1.114,56 2.116,73	115,645	1.19,74 2.24,03	21,885
2	2750	1.118,78 2.117,48	118,13	1.34,21 2.39,41	36,81
3	3000	1.114,17 2.113,56	113,56	1.36,03 2.37,03	36,53
4	3500	1.108,65 2.108,03	108,03	1.39,83 2.39,88	39,855
5	3750	1.107,05 2.105,92	106,485	1.42,04 2.46,49	46,49
6	4000	1.105,69 2.104,78	105,235	1.40,75 2.44,39	42,57
7	4500	1.103,78 2.103,77	103,77	1.48,88 2.52,33	50,605
8	4750	1.104,91 2.102,35	103,63	1.51,59 2.54,57	51,59
9	5000	1.99,85 2.98,68	99,265	1.52,01 2.57,74	54,875

Pengujian pertama yang telah dilakukan menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dengan waktu transesterifikasi pada 30 menit. Percobaan dimulai dari rpm terendah hingga tertinggi. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali supaya memperoleh data yang valid, diperoleh data pada tabel diatas. Dua data yang

dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian pada tabel diatas menunjukkan torsi maksimal sebesar 118,13 Nm dicapai pada putaran mesin 2750 rpm dan daya maksimal sebesar 54,87 kW dicapai pada putaran mesin 5000 rpm.

Tabel 4.7. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 45 menit

Biodiesel B30 45 menit					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1. 110,5 2. 112,5	111,5	1. 22,29 2. 30,56	26,425
2	2750	1. 118,93 2. 113,35	116,14	1. 34,25 2. 34,20	34,225
3	3000	1. 114,71 2. 119,69	119,69	1. 35,85 2. 39,67	37,76
4	3500	1. 108,67 2. 115,81	115,81	1. 39,82 2. 43,59	41,705
5	3750	1. 104,16 2. 109,35	106,75	1. 40,90 2. 46,80	43,85
6	4000	1. 97,28 2. 105,98	101,63	1. 44,27 2. 49,89	47,08
7	4500	1. 103,73 2. 109,68	106,70	1. 49,44 2. 52,90	51,17
8	4750	1. 103,19 2. 107,9	105,54	1. 51,53 2. 52,50	52,015
9	5000	1. 99,34 2. 101,20	100,27	1. 52,28 2. 56,67	54,475

Pengujian kedua yang telah dilakukan menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dengan waktu transesterifikasi pada 45 menit. Percobaan dimulai dari rpm terendah hingga tertinggi. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali supaya memperoleh data yang valid, diperoleh data pada tabel diatas dua data yang dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian

pada tabel diatas menunjukkan torsi maksimal sebesar 119,69 Nm dicapai pada putaran mesin 3000 rpm dan daya maksimal sebesar 54,75 kW dicapai pada putaran mesin 5000 rpm.

Tabel 4.8. Lembar Data Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Mesin B30 60 menit Biodiesel B30 60 menit

Putaran Mesin (rpm)	Torsi (Nm)		Daya (kW)	
	Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1 2500	1. 101,50 2. 119,90	110,70	1. 26,59 2. 31,40	28,995
2 2750	1. 119,70 2. 125,30	122,59	1. 34,47 2. 37,25	35,86
3 3000	1. 114,90 2. 113,90	114,40	1. 36,10 2. 39,80	37,95
4 3500	1. 109,19 2. 108,35	108,77	1. 40,01 2. 45,70	42,855
5 3750	1. 106,35 2. 115,78	111,06	1. 41,76 2. 47,73	44,745
6 4000	1. 106,78 2. 112,80	109,79	1. 44,47 2. 50,24	47,355
7 4500	1. 105,65 2. 109,35	109,35	1. 49,78 2. 54,66	52,22
8 4750	1. 104,25 2. 107,35	105,80	1. 51,85 2. 58,90	55,375
9 5000	1. 106,15 2. 102,10	104,12	1. 52,45 2. 59,41	55,93

Pengujian ketiga yang telah dilakukan menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dengan waktu transesterifikasi pada 60 menit. Percobaan dimulai dari rpm terendah hingga tertinggi. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali supaya memperoleh data yang valid, diperoleh data pada tabel diatas dua data yang dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian pada tabel diatas menunjukkan torsi maksimal sebesar 122,59 Nm dicapai pada

putaran mesin 2750 rpm dan daya maksimal sebesar 55,93 kW dicapai pada putaran mesin 5000 rpm.

4.2 Analisis Data.

Analisis data pada penelitian tersebut bertujuan untuk membuktikan adanya perbedaan tingkat performa dan karakteristik dari hasil variasi waktu proses transesterifikasi. Variasi waktu yang dilakukan pada proses transesterifikasi adalah 30 menit, 45 menit dan 60 menit dengan menggunakan kontrol timer stopwatch. Perbedaan waktu sudah terlihat mempengaruhi hasil dari karakteristik sampel biodiesel yang di ujikan.

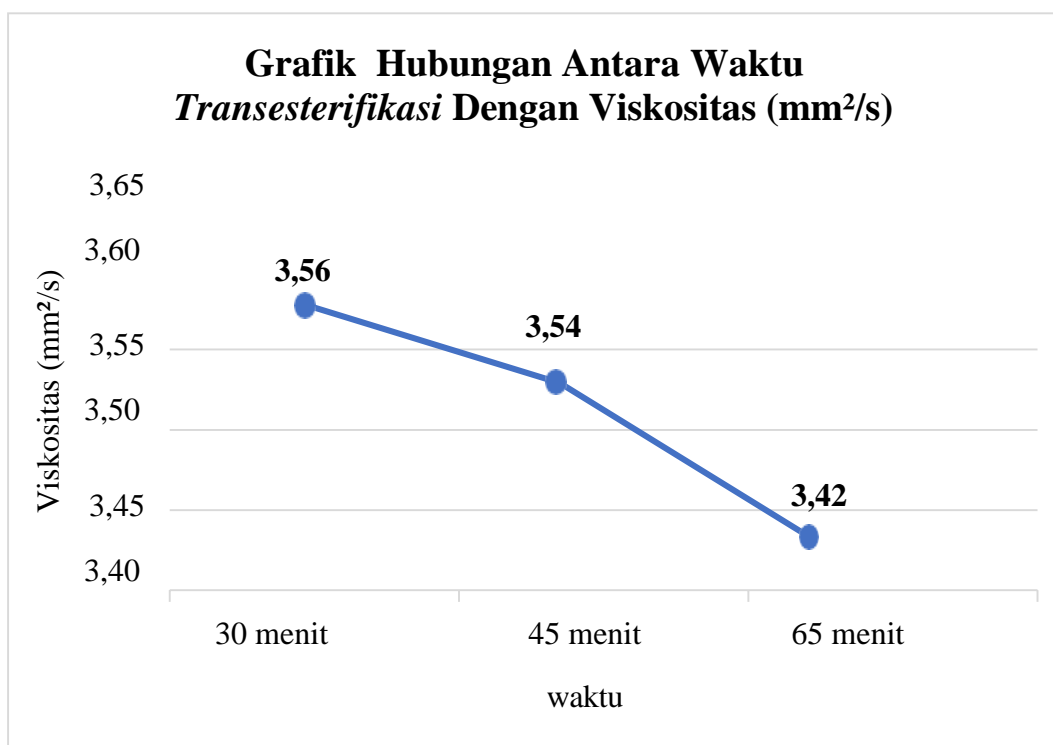
4.3 Pembahasan.

4.3.1 Pengaruh Waktu Proses Transesterifikasi terhadap Karakteristik Biodiesel

Pada pengujian karakteristik biodiesel ini dilakukan supaya mengetahui hasil dari variasi waktu pada proses transesterifikasi apakah berpengaruh atau tidak terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Proses transesterifikasi merupakan sebuah tahapan mengkonversi atau mengubah minyak goreng murni menjadi biodiesel dengan penambahan katalis di dalamnya yaitu KOH dan metanol. Pada proses tersebut membutuhkan proses pengadukan yang berlangsung lama dan tidak berhenti dengan pengontrolan suhu 65°C setelah proses pembuatan selesai maka akan dilakukan pengujian dan akan keluar hasil data pengujiannya. Setelah didapatkan data, maka hasil pengujian disajikan ke dalam bentuk grafik agar mudah dalam pembacaan. Data dapat dilihat dalam bentuk grafik di bawah ini.

1. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran untuk menyatakan kekentalan cairan maupun fluida. Semakin tinggi nilai viskositas biodiesel, maka semakin tinggi kekentalan yang menyebabkan semakin kecil kemampuan alirnya. Viskositas dan densitas adalah dua hal yang saling berkaitan. Nilai viskositas setiap bahan bakar biodiesel berbeda-beda. Semakin rendah viskositas bahan bakar atau lebih encer maka semakin baik pengabutan yang dihasilkan (Kusuma, *et al.*, 2019:161).



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Waktu Pada Proses Transesterifikasi Dengan Viskositas

Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu transesterifikasi akan membuat viskositas semakin rendah. Nilai standar SNI 7182:2015 tentang biodiesel menunjukkan viskositas biodiesel berada pada 2,3 – 6,0 mm^2/s .

Data pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pada proses transesterifikasi akan menghasilkan viskositas biodiesel yang semakin rendah. Nilai viskositas berurutan dari yang tertinggi pada 30 menit sebesar 3,56 mm²/s, lalu pada waktu 45 menit sebesar 3,54 mm²/s, dan terendah pada waktu 60 menit yaitu sebesar 3,42 mm²/s. Setiap variasi waktu mempunyai selisih, selisih yang terbesar pada 30 menit dan 60 menit sebesar 0,14 mm²/s.

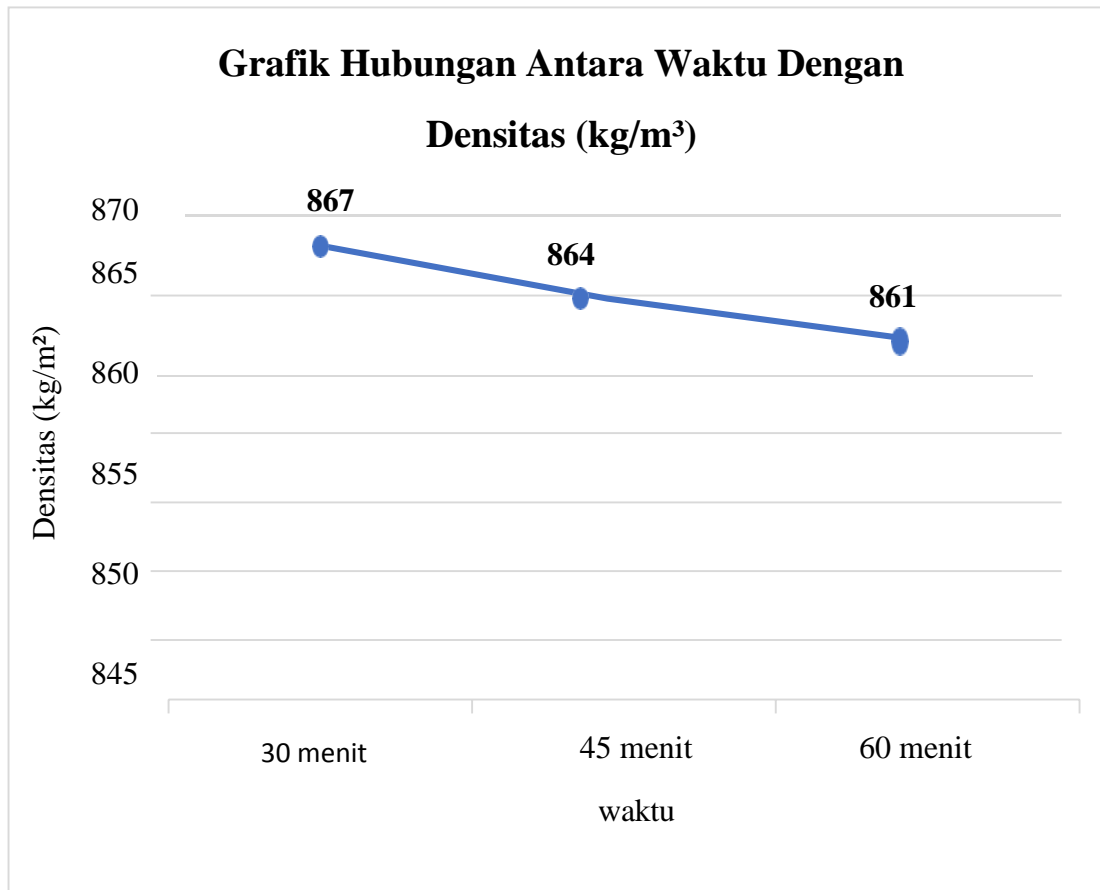
Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil biodiesel proses transesterifikasi pada waktu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit sudah masuk pada rentang 2,3 - 6,0 mm²/s. Hal ini berarti semua biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan nilai viskositas yang diatur dalam standar SNI 7182:2015.

2. Densitas

Menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Uji densitas menggunakan alat piknometer. Konsep perhitungan densitas adalah membandingkan massa zat dengan volume zat tersebut. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu pada proses transesterifikasi membuat nilai densitas turun. Densitas selaras dengan viskositas, viskositas rendah juga mempunyai densitas kecil.

Nilai standar SNI 7182:2015 tentang biodiesel menunjukkan densitas biodiesel berada pada 850-890 kg/m³. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil biodiesel variasi waktu transesterifikasi pada waktu 30 menit, 45menit dan 60 menit sudah masuk pada rentang 850-890 kg/m³. Hal ini berarti semua biodiesel yang

dihasilkan sudah sesuai dengan nilai densitas yang diatur dalam standar SNI 7182:2015.

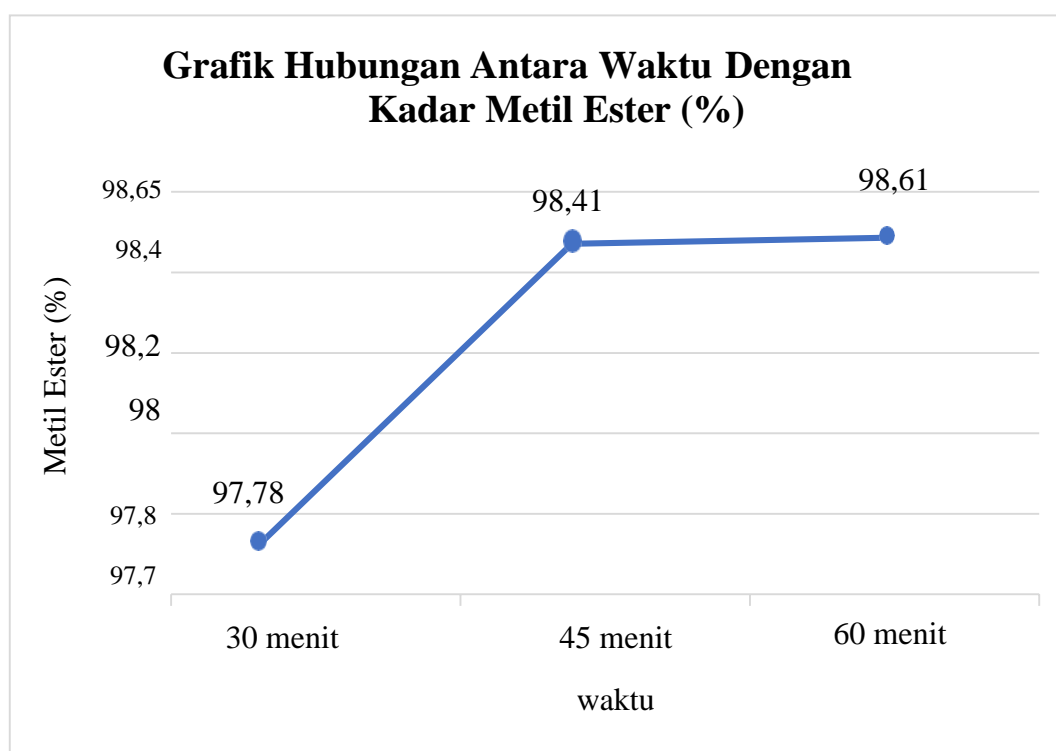


Gambar 4.4. Grafik Hubungan Antara Waktu Pada Proses Transesterifikasi Dengan Densitas

Data pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pada proses transesterifikasi menghasilkan densitas biodiesel yang semakin rendah. Terbukti pada waktu 30 menit menghasilkan densitas tertinggi di angka 867 kg/m², 45 menit sebesar 864 kg/m³, dan terendah pada 60 menit sebesar 861 kg/m³. Selisih tertinggi yaitu antara waktu 30 menit dan 60 menit yaitu sebesar 6 kg/m³

3. Kadar Metil Ester

Kadar metil ester merupakan perhitungan untuk menentukan seberapa persen kandungan metil ester dalam biodiesel yang telah dihasilkan. Pengujian dilakukan menggunakan alat GCMS. Data keluaran yang dihasilkan adalah komponen yang terkandung dalam biodiesel dan besarnya ditentukan dalam persen. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu pada proses transesterifikasi akan memperbesar konversi dan memperbanyak kadar metil ester. Hal ini terjadi karena dengan lamanya waktu, maka tumbukan antar partikel semakin besar, sehingga reaksi berjalan semakin cepat.



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Antara Waktu Pada Proses Transesterifikasi Dengan Kadar Metil Ester

Data pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang dilakukan pada proses transesterifikasi menjadikan konversi hasil transesterifikasi Biodiesel semakin baik, ditunjukkan dengan data dimana semakin banyak kadar metil ester yang terkandung. Kadar metil ester tertinggi pada waktu 60 menit sebesar 98,61%, 45 menit sebesar 98,41%, dan terendah pada 30 menit sebesar 97,78%. Selisih terbesar berada pada waktu 30 menit dan 60 menit yaitu sebesar 0,83%.

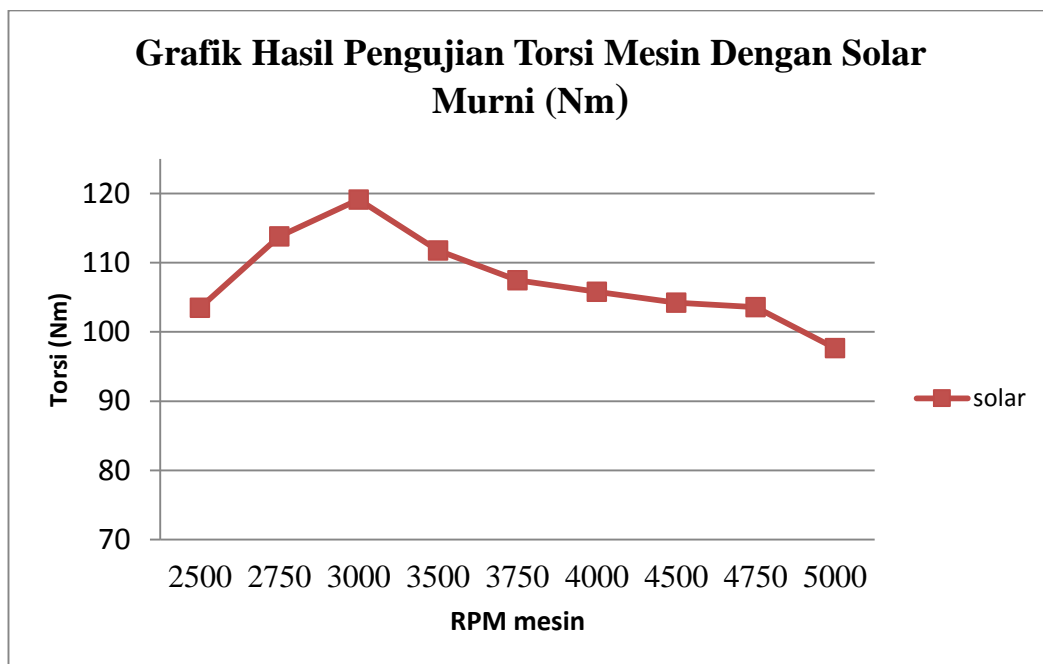
Nilai standar SNI 7182:2015 tentang biodiesel menunjukkan kadar metil ester biodiesel berada minimal 96,5%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil biodiesel variasi waktu transesterifikasi pada waktu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit sudah melebihi dari 96,5%. Hal ini berarti semua biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan nilai kadar metil ester yang diatur dalam standar SNI 7182:2015.

4.3.2 Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar Murni dan Biodiesel B30 Variasi Waktu Proses Transesterifikasi Terhadap Performa Mesin Diesel

Menganalisa data performa mesin diesel dilakukan untuk mengetahui seberapa besarnya perbedaan performa mesin yang meliputi torsi dan daya mesin yang merupakan pengaruh dari penggunaan biodiesel dengan variasi waktu proses transesterifikasi, yang dimana biodiesel telah dilakukan uji karakteristik untuk mengetahui seberapa baik kualitas biodiesel tersebut.

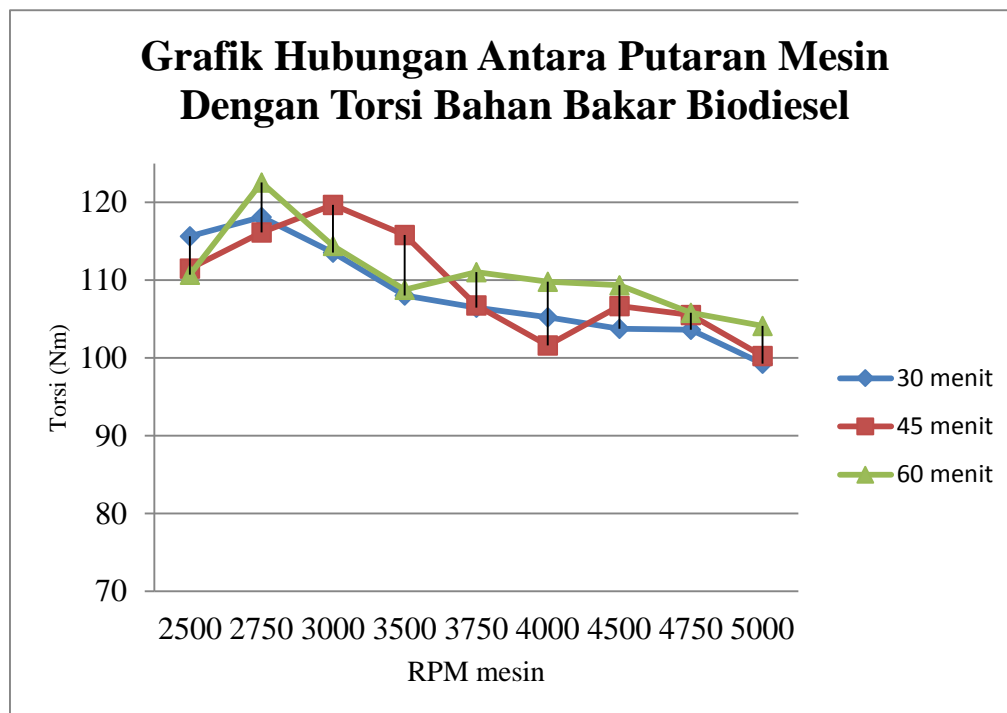
Pada pengujian performa mesin diesel yang dilakukan yaitu dengan menggunakan bahan bakar solar B0 murni dengan bahan bakar B30 hasil proses transesterifikasi dengan variasi waktu proses transesterifikasi 30 menit, 45 menit

dan 60 menit. Hasil dari pengujian performa tadi keluar dalam bentuk angka lalu diubah menjadi grafik agar lebih mudah dalam pembacaan. Di bawah ini adalah grafik hasil dari pengujian torsi :



Gambar 4.6. Grafik Hasil Pengujian Torsi Mesin Dengan Bahan Bakar Solar Murni B0

Dalam pengujian torsi menggunakan bahan bakar solar murni diperoleh data yang disajikan berupa grafik diatas. Dua data yang dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian pada grafik diatas menunjukkan torsi maksimal sebesar 119,15 Nm dicapai pada putaran mesin 3000 rpm.



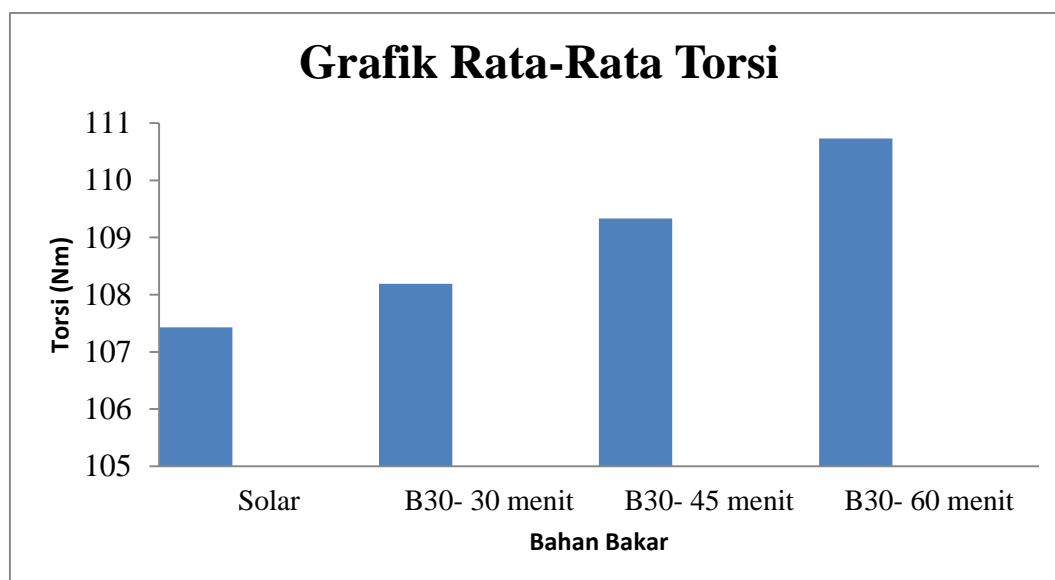
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin Dengan Torsi Bahan Bakar Biodiesel

Grafik di atas menggambarkan data torsi mesin yang telah dihasilkan dari penggunaan biodiesel B30, dilihat dari gambar grafik diatas, variasi waktu pada proses transesterifikasi berpengaruh terhadap hasil dari torsi. Semakin tinggi putaran mesin akan menyebabkan torsi turun. Menurut Sugiyanto (2014), torsi akan meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin dan torsi menurun setelah mencapai titik maksimum.

Biodiesel dengan variasi waktu transesterifikasi 60 menit menghasilkan pengujian torsi terbaik yaitu 122,50 Nm pada putaran mesin 2750 rpm, lalu pada biodiesel dengan variasi waktu transesterifikasi 45 menit menghasilkan torsi tertingginya pada rpm 3000 yaitu sebesar 119,69 Nm dan pada hasil variasi waktu 30 menit memiliki hasil tertingginya 115,64 Nm pada rpm 2500.

Penurunan torsi signifikan terjadi pada putaran mesin 4000 rpm. Variasi waktu transesterifikasi 45 menit mempunyai torsi terendah pada rpm ini, sebesar 101,63 Nm

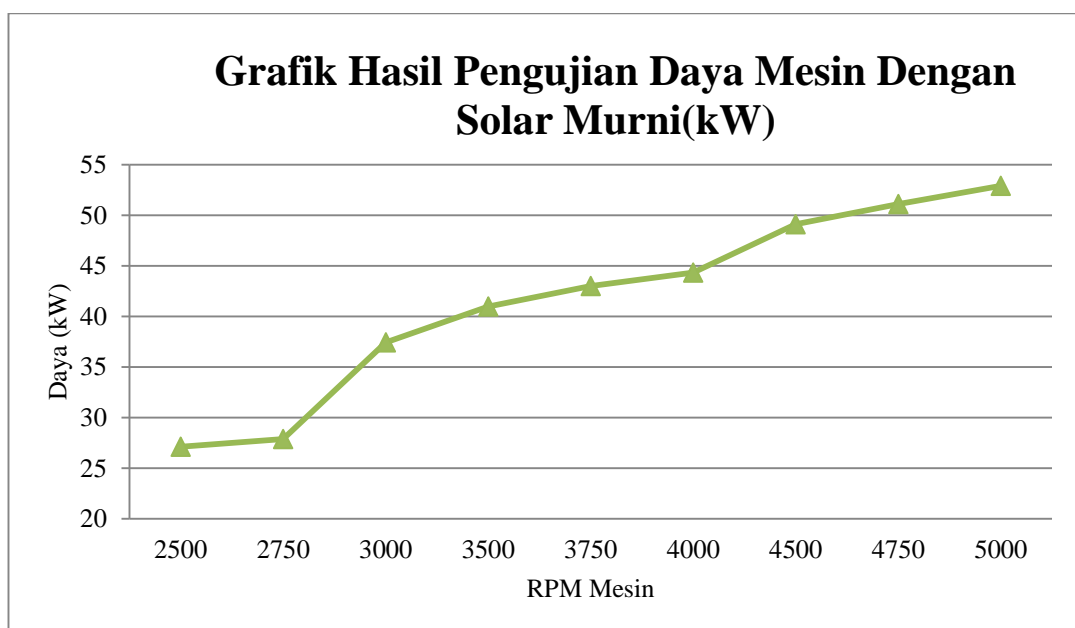
Torsi terendah dari semua sampel biodiesel berada pada 5000 rpm. Variasi waktu 30 menit memiliki hasil torsi terendah pada rpm ini, yaitu sebesar 99,265 Nm, lalu diikuti pada posisi kedua terendah yaitu variasi waktu 45 menit sebesar 100,27 Nm dan terendah ketiga pada variasi waktu 60 menit yaitu sebesar 104,12 Nm.



Gambar 4.7. Grafik Rata-Rata Torsi Bahan Bakar Biodiesel.

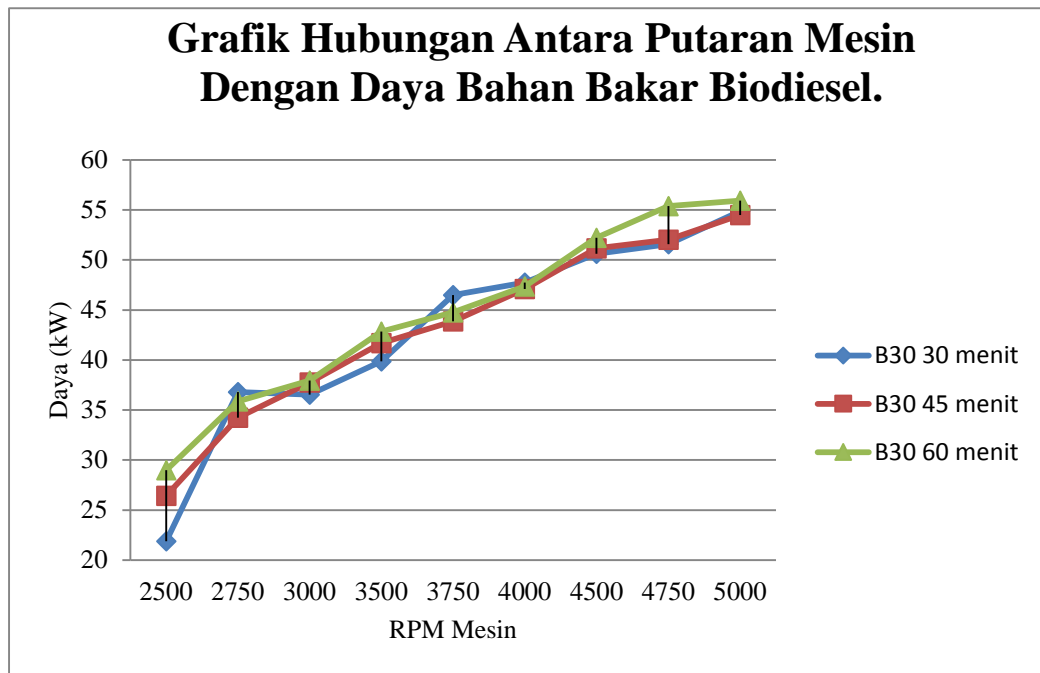
Nilai rerata torsi tertinggi diperoleh dari penggunaan bahan bakar B30 variasi waktu 60 menit yaitu sebesar 110,73 Nm. Mengalami peningkatan 2,5% dibandingkan nilai rata-rata torsi variasi waktu 45 menit yaitu 109,33 Nm. Bahan bakar B30 45 menit mengalami peningkatan 1,5% dengan nilai rata-rata torsi yang terakhir yaitu B30 variasi waktu 30 menit yaitu 108,19 Nm

Untuk torsi maksimal yang dihasilkan oleh bahan bakar solar masih rendah jika dibandingkan dengan nilai torsi terbaik penggunaan biodiesel B30 dimana nilai tertinggi torsi bahan bakar solar hanya 107,43 Nm dan torsi terbaik yaitu B30 60 menit yang menghasilkan torsi sebesar 110,73 Nm peningkatan yang dihasilkan oleh bahan bakar B30 dibandingkan solar murni adalah 2,7%



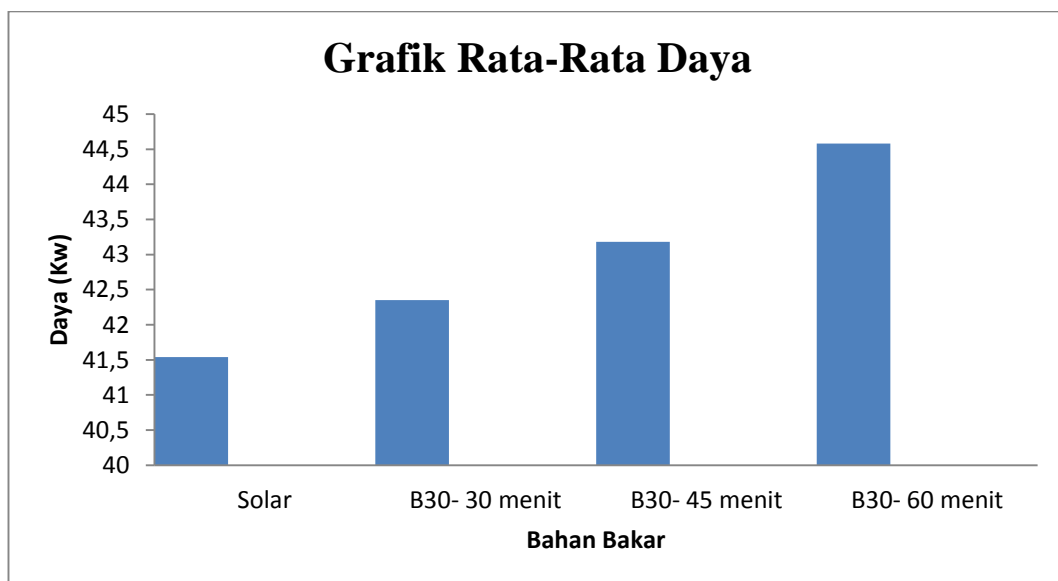
Gambar 4.8. Grafik Hasil Pengujian Daya Mesin Dengan Bahan Bakar Solar Murni B0

Dalam pengujian Daya menggunakan bahan bakar solar murni diperoleh data yang disajikan berupa grafik diatas. Dua data yang dihasilkan kemudian dirata-rata agar menjadi data tunggal. Hasil dari pengujian pada grafik diatas menunjukkan daya maksimal sebesar 52,11 kW dicapai pada putaran mesin 5000 rpm.



Gambar 4.9. Grafik Hubungan Antara Putaran Mesin Dengan Daya Bahan Bakar Biodiesel.

Grafik di atas menunjukkan bahwa lama waktu pada proses transesterifikasi dapat memengaruhi hasil daya. Daya akan meningkat seiring naiknya putaran mesin.



Gambar 4.10 Grafik Rata-Rata Daya Bahan Bakar Biodiesel.

Hubungan antara putaran dan daya pada pemakaian bahan bakar, B-30 dengan variasi waktu pembuatan biodiesel yaitu 30 menit, 45 menit dan 60 menit dapat terlihat pada Gambar 4.10 terlihat bahwa daya yang dihasilkan secara umum untuk bahan bakar B-30 30 menit, B-30 45 menit sampai B-30 60 menit terus mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan pada putaran mesin dari 2500 hingga 5000 rpm. Dimana pada variasi waktu 30 menit menghasilkan daya maksimal sebesar 54,475 kW, selanjutnya pada variasi waktu 45 menit menghasilkan daya maksimal sebesar 54,9 kW dan daya maksimal paling besar dihasilkan oleh variasi waktu 60 menit yaitu sebesar 55,93 kW. Pada bahan bakar solar daya tertinggi dihasilkan pada rpm 5000 sebesar 52,91 kW.

Nilai rerata daya tertinggi diperoleh dari penggunaan bahan bakar B30 variasi waktu 60 menit yaitu sebesar 44,58 kW. Mengalami peningkatan 3,1% dibandingkan nilai rata-rata daya variasi waktu 45 menit yaitu 43,23 kW. Bahan bakar B30 45 menit mengalami peningkatan 2,1% dengan nilai rata-rata daya yang terakhir yaitu B30 variasi waktu 30 menit yaitu 42,31 kW

Untuk daya maksimal yang dihasilkan oleh bahan bakar solar masih rendah jika dibandingkan dengan nilai daya terbaik penggunaan biodiesel B30 dimana nilai tertinggi daya bahan bakar solar hanya 41,54 kW dan B30 60 menit yang menghasilkan daya sebesar 44,58 kW peningkatan yang dihasilkan oleh bahan bakar B30 dibandingkan solar murni adalah 7,3%

Hal yang paling berpengaruh terhadap daya poros yang dihasilkan oleh mesin adalah penggunaan bahan bakar. Biodiesel mempunyai beberapa karakteristik, salah satunya yaitu kadar metil ester. Menurut Darmanto dan Sigit

(2006:64), molekul metil ester adalah rantai karbon lurus yang sama dengan bahan bakar diesel yang memiliki molekul oksigen pada ujung rantai karbon. Karbon merupakan senyawa penyusun bahan bakar yang utama. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar kadar metil ester yang terkandung dalam biodiesel, akan semakin banyak terdapat kandungan karbon di dalam biodiesel. Biodiesel dengan kandungan karbon yang semakin tinggi akan membuat pembakaran semakin sempurna, sehingga dapat meningkatkan performa mesin.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan.

Dari hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh waktu pada proses transesterifikasi 30 menit, 45 menit dan 60 menit terhadap karakteristik biodiesel dan terhadap unjuk kerja mesin diesel Isuzu Panther dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 5.1.1 Pada pengujian yang telah dilakukan di laboratorium yaitu pengujian karakteristik biodiesel diperoleh hasil yaitu ada pengaruh waktu proses transesterifikasi dengan hasil terhadap biodiesel yang dihasilkan. Variasi waktu terbaik adalah 60 menit
- 5.1.2 Ada pengaruh penggunaan biodiesel hasil transesterifikasi terhadap torsi dan daya yang dihasilkan dimana pada variasi B30 60 menit memperoleh hasil torsi terbaik sebesar 122,59 Nm dan daya yang dihasilkan sebesar 55,93 kW.

5.2 Saran Hasil Penelitian

Adapun saran penulis yang diberikan terhadap hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh variasi *biodiesel* terhadap uji kualitas parameter *biodiesel* dan konsumsi bahan bakar mesin diesel Isuzu Panther adalah sebagai berikut :

1. Supaya dalam hasil pembuatan biodiesel bisa optimal bisa menggunakan variasi waktu transesterifikasi yaitu 60 menit.
2. Dalam pengujian performa mesin bisa menggunakan bahan bakar dengan variasi 60 menit dimana hasilnya akan lebih maksimal.
3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk uji kualitas dilakukan uji parameter lebih banyak dan disarankan lebih baik melakukan uji kualitas *cetane number* dan *uji auto ignition*.
4. Putaran idle mesin juga perlu diperhatikan
5. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan mesin diesel terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Abba, E. C., N. R. Nwakuba, S. N. Obasi, dan J. I. Enem. 2017. Effect of Reaction Time on The Yield of Biodiesel From Neem Seed Oil. *American Journal of Energy Science*, 4(2): 5-9.
- Arijanto. dan T. F. Saputra. 2015. Pengujian Bahan Bakar Gas Pada Mesin Sepeda Motor Karburator Ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya. *Rotasi Jurnal Teknik Mesin*. 17(2): 105-113.
- As'adi, M. dan Y. Djaja. 2017. Kaji Eksperimental Penggunaan Liquid Gas For Vehicle (LGV) Dengan Pertamina Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Motor Bensin 2000 cc. *Jurnal Teknik Mesin*. 6: 62-68.
- Aziz, I. 2010. Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Valensi*. 1(6): 291-297.
- Badan Pusat Statistik. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Menurut Jenis 1949-2017*. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. Diakses pada 8 September 2019 (9:15).
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *Biodiesel*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Challen, B. dan R. Baranescu. 1999. *Diesel Engine Reference Book*. 2nd ed. India: Replika Press.
- Darmanto, S., dan Sigit, A. 2006. Analisa biodiesel minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif minyak diesel. *Traksi* 4(2).
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2017. *Statistik Minyak dan Gas Bumi 2017*. Jakarta: Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Gerpen, J. V. 2005. Biodiesel processing and production. *Fuel processing technology*, 86(10): 1097-1107.
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Hidayati, N., T. S. Ariyanto, dan H. Septiawan. 2017. Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1): 1-5.

- Huang, G., F. Chen, D. Wei., X. Zhang, dan G. Chen. 2010. Biodiesel Production by Microalgal Biotechnology. *Applied Energy*. 87(1): 38-46.
- Jaat, N., A. Khalid, A. R. Andsaler, A. Sapit., A. Razali, dan M. Basharie. 2017. Effects of Ambient Temperature and Injection Pressure on Biodiesel Ignition Delay. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*. 11(2): 2723-2733.
- Khan, M. M., R. U. Khan, F. Z. Khan, dan A. Moina. 2013. Impacts of Biodiesel on The Environment. *International Journal of Environmental Engineering and Management*. 4(4): 345-350.
- Lahane, S., dan K. A. Subramanian. 2015. Effect of Different Percentages of Biodiesel–Diesel Blends on Injection, Spray, Combustion, Performance, and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fuel. 139: 537-545.
- Miskah, S., A. Anugerah, Gunadi. 2016. Pemanfaatan Kulit Telur sebagai Katalis Biodiesel dari Campuran Minyak Jelantah dan Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(2): 54-61.
- Padil, P., S. Wahyuningsih, dan A. Awaluddin. 2010. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO₃ Yang Dipijarkan. *Jurnal Natur Indonesia*. 13(1): 27-32.
- Pertamina. 2019. Fuel Product. <https://www.pertamina.com/industrialfuel/id/products-services/fuel-product/>. Diakses pada 7 September 2019 (10:19).
- Putra, A. 2016. *Prinsip Dasar Kerja Mesin Diesel*. <https://mobilupdate.net/prinsip-dasar-kerja-mesin-diesel/>. 7 Januari 2020 (23:43).
- Samlawi, A. K., 2018. *Buku Ajar Motor Bakar Teori Dasar Motor Diesel*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Sasongko, M. N. 2018. Pengaruh Prosentase Minyak Goreng Bekas Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Biodiesel. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 4(2), 8-13.
- Shahabuddin, M., A. M. Liaquat., H. H. Masjuki., M. A. Kalam, dan M. Mofijur. 2013. Ignition Delay, Combustion and Emission Characteristics of Diesel Engine Fueled with Biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 21: 623-632.
- Sukoco., dan Z. Arifin 2013. *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta.

- Sugiyanto, D. 2014. Pengaruh variasi jenis busi dan campuran bensin methanol terhadap kinerja motor 4 tak. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta* 1(2).
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryanto, A., Mandasini, A. Djaharuddin, dan A. Nabilla. 2018. Pengaruh Daya dan Waktu Mikrowave Produksi Bahan Bakar Nabati dari Minyak Jelantah. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 3(2): 12-16.
- Syamsidar, H. S. 2013. Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*. 7(2): 209-218.
- Toyota. 2003. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta : PT Toyota Astra Motor Training Center.
- Wahyuni, S., Ramli, Mahrizal. 2015. Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Pillar of Physics*. 6: 33-40.
- Widianto, A., dan Muhaji. 2014. Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar-Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja Dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(3): 38-46.
- Yousuf, A., M. R. Khan, M. A. Islam, Z. A Wahid, dan D. Pirozzi. 2016. Technical Difficulties and Solutions of Direct Transesterification Process of Microbial Oil for Biodiesel Synthesis. *Biotechnology Letters*. 39(1):13-23.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Gedung E9 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 024 8508101
Laman: mesin.unnes.ac.id, surel: teknik.mesin@mail.unnes.ac.id

Nomor : 218/UN 371.5.2.10T/2019
Lamp. :
Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan

Nama : Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT
NIP : 196901061994031003
Pangkat/Golongan : IV/b
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Dosen Pembimbing

Dalam penyusunan Skripsi/Tugas Akhir untuk mahasiswa

Nama : FIDA NUR RAHMAT KURNIAWAN
NIM : 5202415088
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Topik : Pengaruh Waktu Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dan Performa Mesin Diesel

Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.



Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji Seminar Proposal Skripsi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
 Telepon/Fax (024) 8508101 - 8508009
 Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 7460 /UN37.1.5/TD.06, 2019

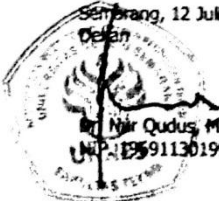
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Drs. Suprpto, M.Pd. 195508091982031002	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Adhetya Kurniawan, S.Pd., M.Pd. 198505172001041001	Penata Muda Tk. I, III/b	Penguji 2
3	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. 196901061994031003	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 NIM : 5202415088
 Prodi : S1 Pendidikan Teknik Otomotif
 Topik : PENGARUH WAKTU PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DAN PERFORMA MESIN DIESEL
 Waktu : Kamis, 18 Juli 2019
 Jam : 09.00 WIB-selesai
 Tempat : Gedung E9, Ruang Seminar, Lantai 2
 Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Semarang, 12 Juli 2019
 Dekan

 Nir Qudus, M.T., IPM,
 NIP. 195911301994031001

Tembusan :
 1. Wakil Dekan Bidang II;
 2. Ketua Jurusan TM;
 3. Kasubag Keuangan,
 Fakultas Teknik UNNES

Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Universitas Negeri Semarang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
 Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
 Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/13709/UN37.1.5/LT/2019
 Hal : Izin Penelitian

07 Nopember 2019

Yth. Kepala Laboratorium Teknik Mesin
 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 NIM : 5202415088
 Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
 Semester : Gasal
 Tahun akademik : 2019/2020
 Judul : Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik dan Performa Mesin Diesel

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 11-22 November 2019.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

Tembusan:
 Dekan FT;
 Universitas Negeri Semarang



Lampiran 4. Surat Izin Penelitian di Laoratorium Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/13708/UN37.1.5/LT/2019
Hal : Izin Penelitian

07 Nopember 2019

Yth. Kepala Laboratorium Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan
NIM : 5202415088
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Semester : Gasal
Tahun akademik : 2019/2020
Judul : Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik dan Performa Mesin Diesel

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 8-22 November 2019.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Tembusan:
Dekan FT;
Universitas Negeri Semarang

Lampiran 5. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL

Proposal Skripsi mahasiswa :

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan

NIM : 5202415088

Prodi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dan Performa Mesin Diesel

Telah diseminarkan pada

Hari/Tanggal : Kamis/18 Juli 2019

Waktu : 09.00- Selesai

Tempat : Ruang Seminar E9 Lt 2

Jumlah Dosen Hadir : Orang

Jumlah Mahasiswa Hadir : Orang

Kesimpulan Hasil Seminar : **Proposal tidak direvisi/Proposal direvisi ***

Catatan hasil seminar (**wajib diisi**)

Seminar berjalan lancar

Semarang, Juli 2019

Dosen Penguji 1

Dr. Suprpto, M.Pd.
195508091982031002

Dosen Penguji 2

Adhetya Kurniawan, S.Pd. M.Pd.
198505172015041001

Dosen Pembimbing

















Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT
196901061994031003

Lampiran 6. Presensi Seminar Proposal Skripsi

PRESENSI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 NIM : 5202415088
 Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dan Performa Mesin Diesel

Hari/Tgl : Kamis/18 Juli 2019
 Waktu : 09.00-Selesai
 Tempat : Ruang Seminar E9-It 2

No	Nama	NIP/NIM	Tanda tangan
1.	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT	19690106 1994031003	1 
2.	Dr. Suprptono, M.Pd.	195508091982031002	2 
3.	Adhetya Kurniawan, S.Pd, M.Pd	198505172015041001	3 
4.	Ahmad Ihwan	5202415064	4 
5.	Ahmad Afwan Fathoni	5202415068	5 
6.	Bayu Fitri N	5202415091	6 
7.	Andika Dwi Cahya	5202415084	7 
8.	Oceanius Dwi Prakoso	5202415028	8 
9.	Ahmad Wildan	5202415025	9 
10.	Angga Tibora	5202415055	10 
11.	Muh. Iqam Faidusuf	5202415040	11 
12.	Poy mahesa	5202415075	12 
13.	Shivani A	5202416025	13 
14.	Khairu Fala	5201415046	14 
15.	Apana	5201415021	15 
16.	Much. Ahsaul M	5201415038	16 
17.	Saipul Irfan	520415003	17
18.	Anasroddin Pratama	5201415035	18
19.	Ami Rimb R	5201415001	19
20.	Iqhar Sumardi	5201415002	20
21.	Idris Fatsah	5201415025	21

Lampiran 7. Lembar hasil pengujian Viskositas dan Densitas



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Gedung E1 Lantai 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
Telepon (024) 8508101 ext 110, Fax (024) 8508009

Laman : <http://www.tkkim.unnes.ac.id>, email : tkkim@unnes.ac.id, chemeng@mail.unnes.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISIS

No. YANMAS 15/12/2019

Telah dilakukan analisis sebagai berikut:

Pemohon : Fida Nur Rahmat Kurniawan
Instansi : Universitas Negeri Semarang
Jenis Uji : Densitas & Viskositas
Jenis Sample : Biodiesel

Hasil Analisis

NO	Nama Sampel	Densitas (gr/ml)	Viskositas (mm ² /s)
1	30	0,867	3,56
2	45	0,864	3,54
3	60	0,861	3,42

Diterbitkan tanggal,

Ka. Laboratorium
Teknik Kimia FT Unnes

Dr. Widi Aritas, S.T., M.T.
N.P. 197310192006032001

Lampiran 4. Lembar Hasil Pengujian GCMS waktu 30 menit



UNNES

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
 Gedung E1 Lantai 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

Telah dilakukan analisis sebagai berikut:

Pemohon : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 Instansi : Universitas Negeri Semarang
 Jenis Uji : Uji kandungan senyawa kimia

Jenis Sampel : BIODIESEL 30
 Nomor Order : GCMS.23.11.2019

Hasil Analisis GCMS BIODIESEL 30

NO	RT	Height	Area	% Area	Komponen
1	14.134	2.01E+09	74553792	0.29%	Lauroic acid, methyl ester
2	16.405	9.47E+09	507072000	1.99%	Myristic acid, methyl ester
3	18.661	4.27E+10	8.161E+09	32.11%	Palmitic acid, methyl ester
4	20.356	6.26E+10	1.426E+10	56.12%	Elaidic acid, methyl ester
5	20.446	3.26E+10	1.65E+09	6.49%	Stearic acid, methyl ester
6	21.792	3.94E+09	146548960	0.58%	cis-11-Eicosenoic acid, methyl ester
7	21.992	8.81E+09	277309696	1.09%	Methyl 18-methylnonadecanoate
8	23.537	1.6E+09	50143008	0.20%	Behenic acid, methyl ester
9	23.633	1.34E+09	74490864	0.29%	Palmitic, 2-mono-
10	24.988	3.03E+09	185068848	0.73%	Methyl lignocerate
11	25.548	9.55E+08	28447936	0.11%	Squalene

Lampiran 5. Lembar Hasil Pengujian GCMS waktu 45 menit



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
 Gedung E1 Lantai 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

Telah dilakukan analisis sebagai berikut:
 Pemohon : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 Instansi : Universitas Negeri Semarang
 Jenis Uji : Uji kandungan senyawa kimia

Jenis Sampel : BIODIESEL 40
 Nomor Order : GCMS.23.11.2019

Hasil Analisis GCMS BIODIESEL 40

NO	RT	Height	Area	% Area	Komponen
1	14.139	1.61E+09	66903688	0.29%	Lauric acid, methyl ester
2	16.41	9.31E+09	447645248	1.97%	Myristic acid, methyl ester
3	18.661	3.98E+10	7.013E+09	30.85%	Palmitic acid, methyl ester
4	20.371	5.86E+10	1.335E+10	58.71%	Elaidic acid, methyl ester
5	20.456	3.15E+10	1.298E+09	5.71%	Stearic acid, methyl ester
6	21.797	4.25E+09	155682016	0.68%	dis-11-Eicosenoic acid, methyl ester
7	21.997	8.28E+09	257929296	1.13%	Methyl 18-methylnonadecanoate
8	23.548	1.46E+09	45275400	0.20%	Behenic acid, methyl ester
9	24.998	2.21E+09	102199632	0.45%	Methyl lignocerate

Lampiran 6. Lembar Hasil Pengujian GCMS Waktu 60 menit



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
 Gedung E1 Lantai 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

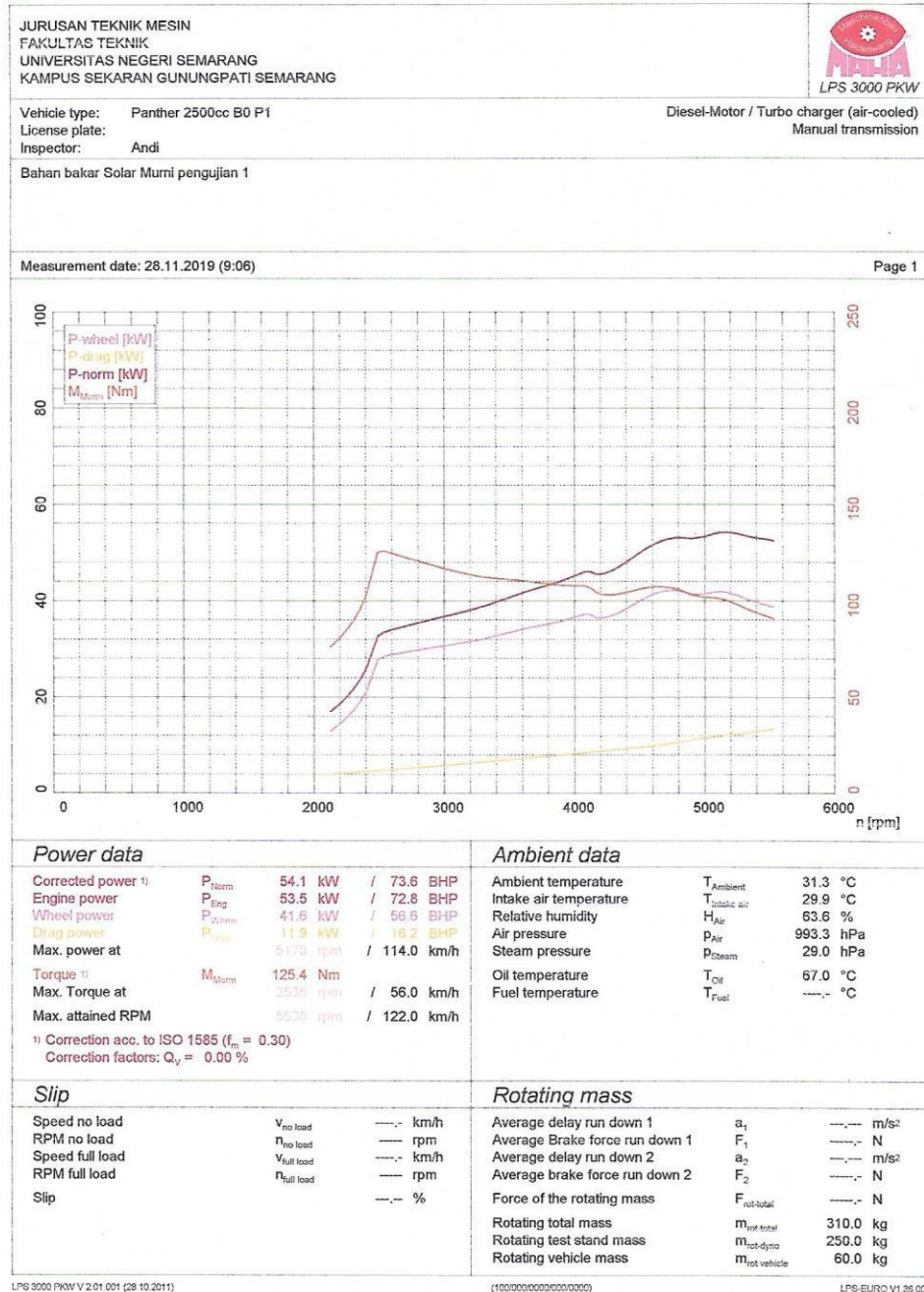
Telah dilakukan analisis sebagai berikut:
 Permohonan : Fida Nur Rahmat Kurniawan
 Instansi : Universitas Negeri Semarang
 Jenis Uji : Uji kandungan senyawa kimia

Jenis Sampel : BIODIESEL 60
 Nomor Order : GCMS.23.11.2019

Hasil Analisis GCMS BIODIESEL 60

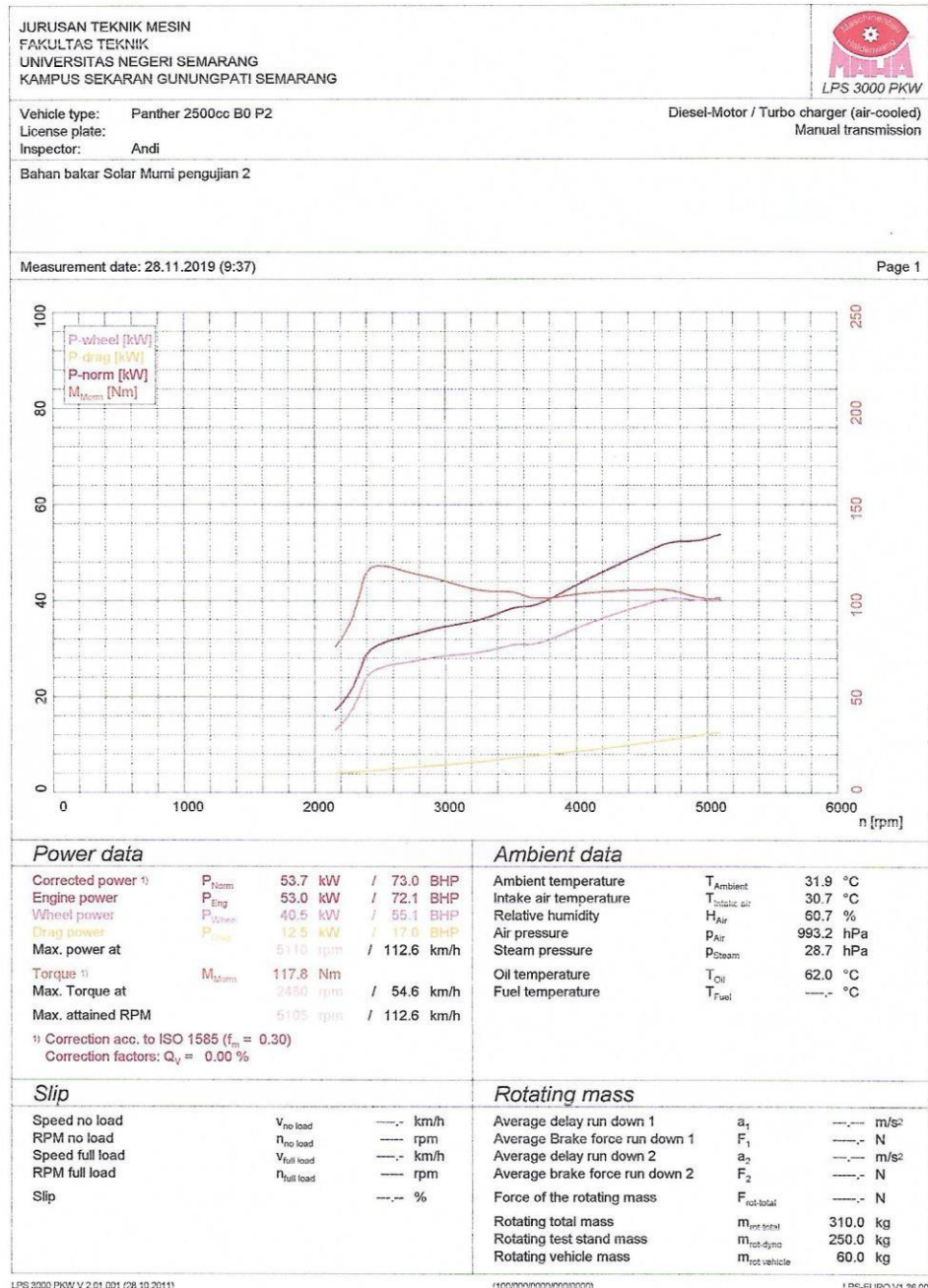
NO	RT	Height	Area	% Area	Komponen
1	14.169	1.73E+09	80551432	0.33%	Lauric acid, methyl ester
2	16.43	1.09E+10	505052320	2.06%	Myristic acid, methyl ester
3	18.676	4.26E+10	7.866E+09	32.02%	Palmitic acid, methyl ester
4	20.381	6.11E+10	1.412E+10	57.46%	Elaidic acid, methyl ester
5	20.476	3.23E+10	1.449E+09	5.90%	Stearic acid, methyl ester
6	21.812	4.15E+09	157235984	0.64%	cis-11-Eicosenoic acid, methyl ester
7	22.012	8.29E+09	262092048	1.07%	Methyl 18-methylnonadecanoate
8	23.557	1.59E+09	48425352	0.20%	Behenic acid, methyl ester
9	25.003	2.07E+09	83087600	0.34%	Methyl lignocerate

Lampiran 11. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Solar Percobaan Pertama



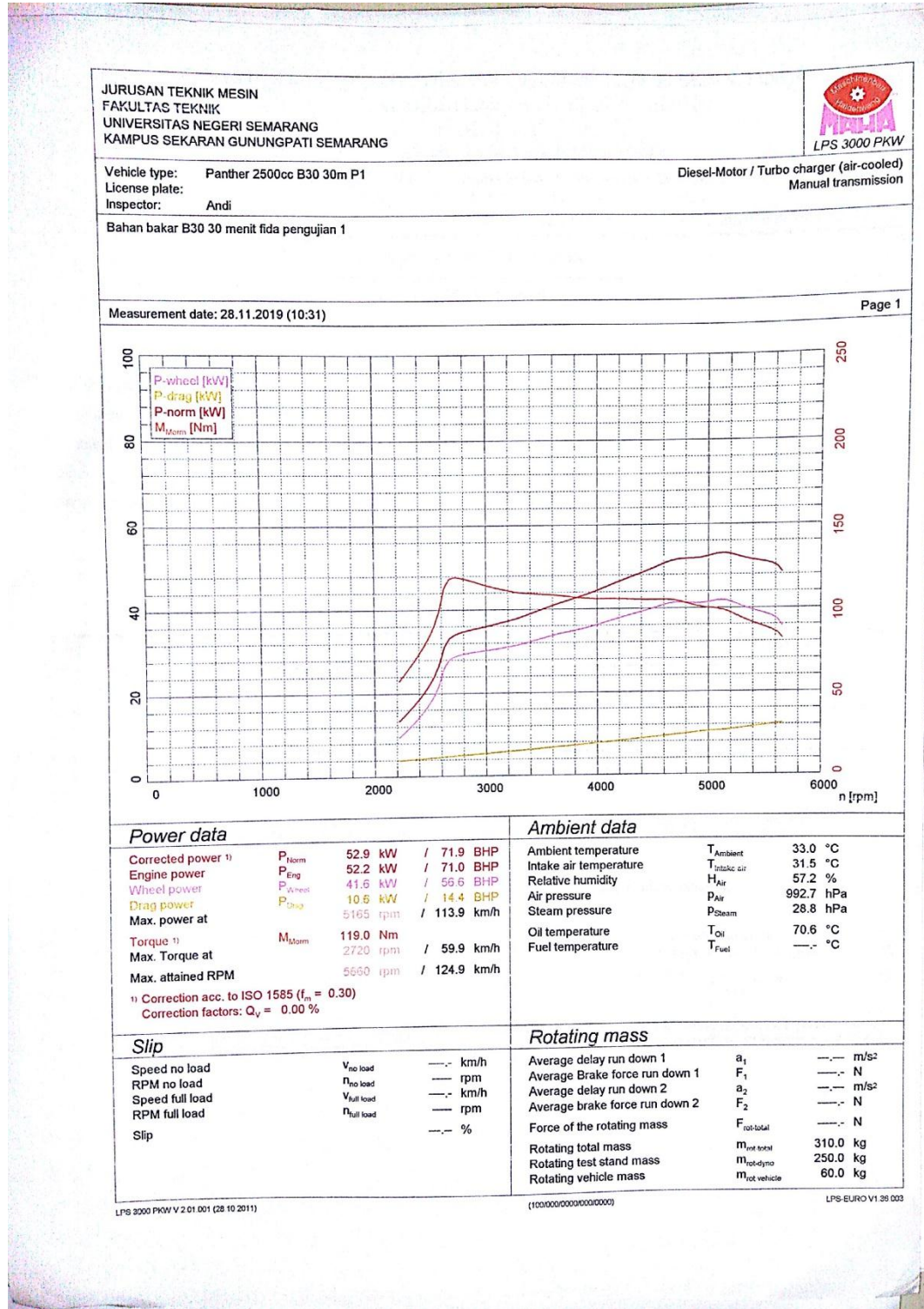
Lampiran 12. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Solar

Percobaan Kedua



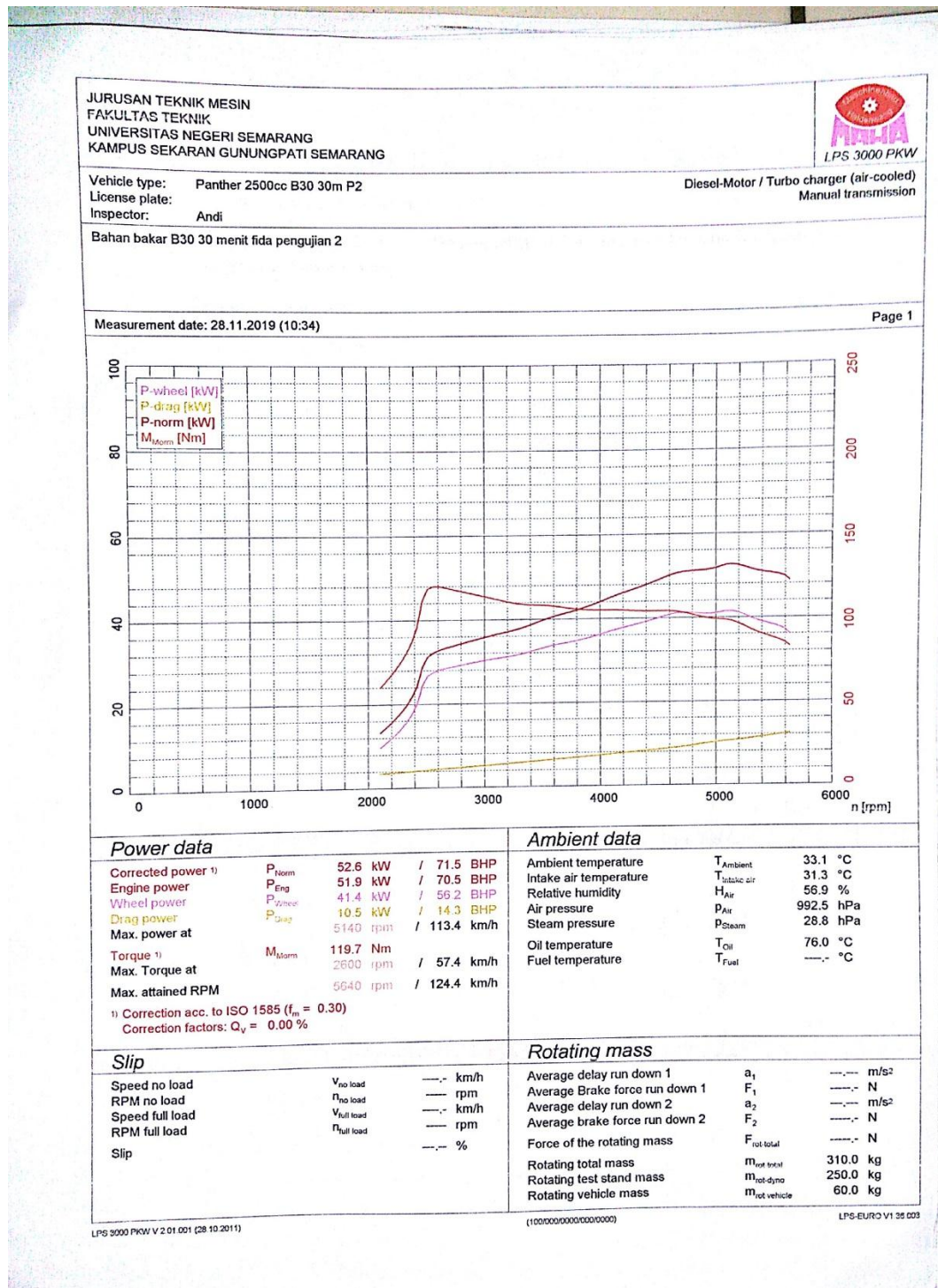
Lampiran 13. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Biodiesel B30

Waktu Transesterifikasi 30 menit Percobaan Pertama



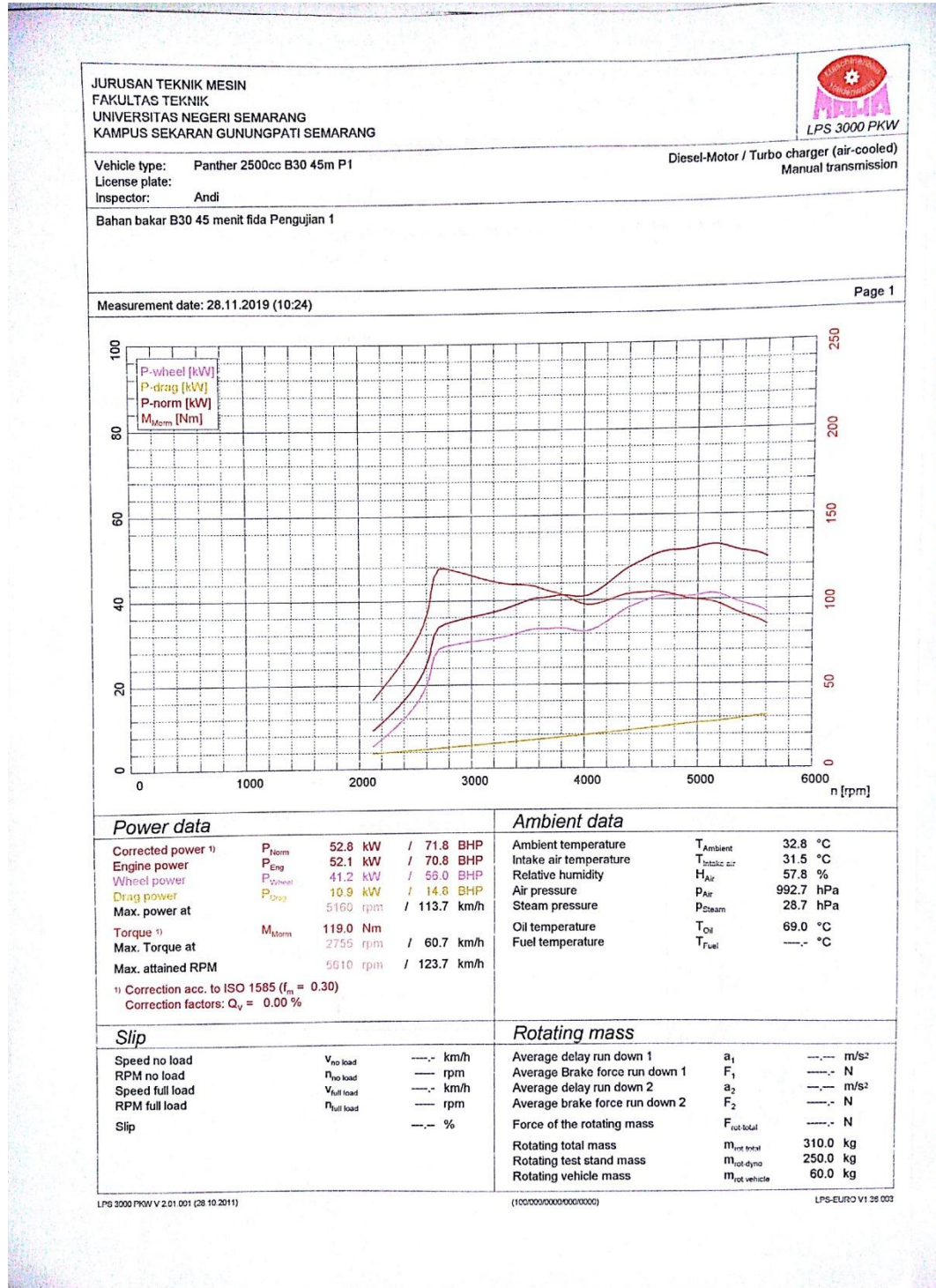
Lampiran 14. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Biodiesel B30

Waktu Transesterifikasi 30 menit Percobaan Kedua



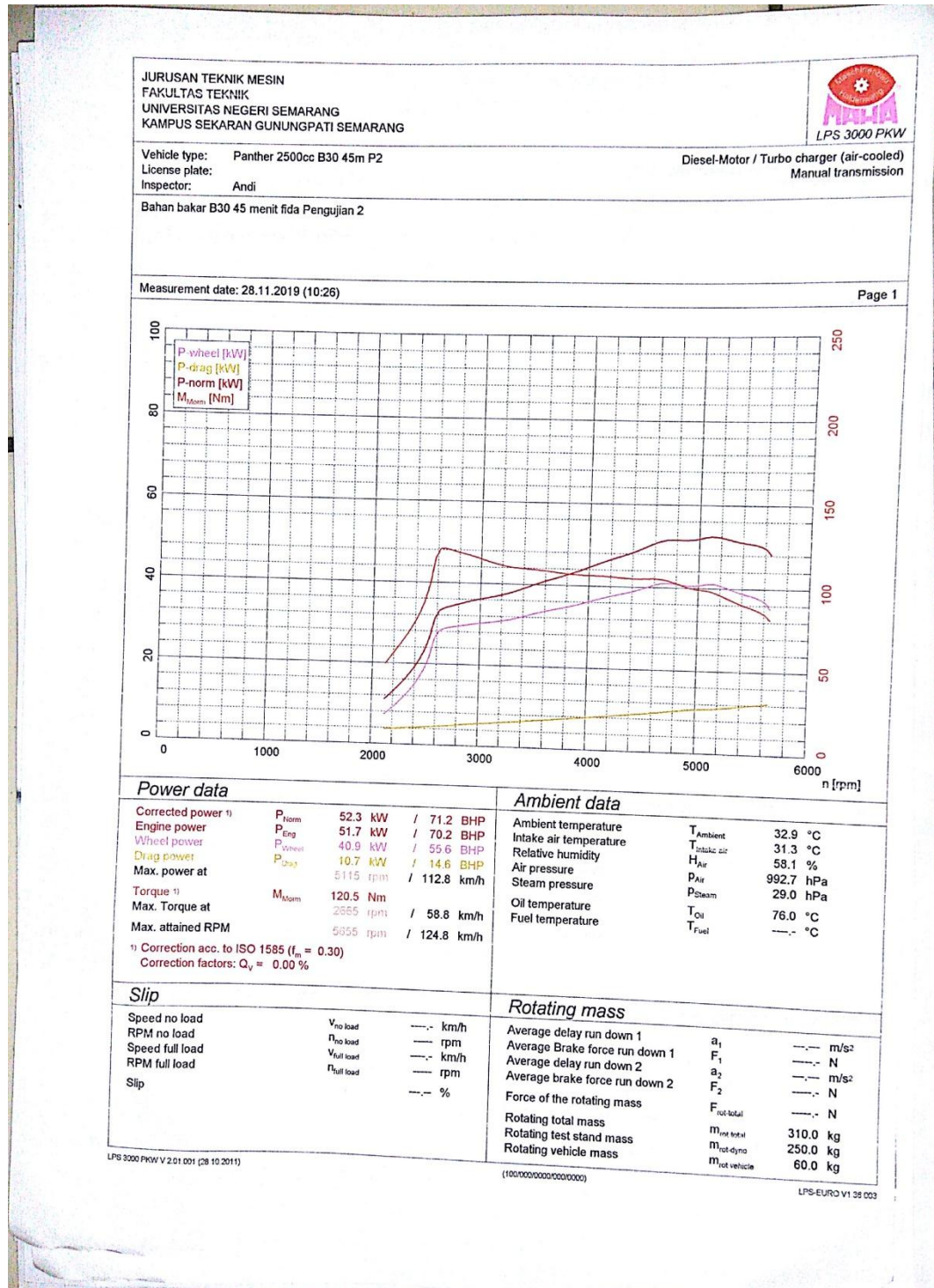
Lampiran 15. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Biodiesel B30

Waktu Transesterifikasi 45 menit Percobaan Pertama



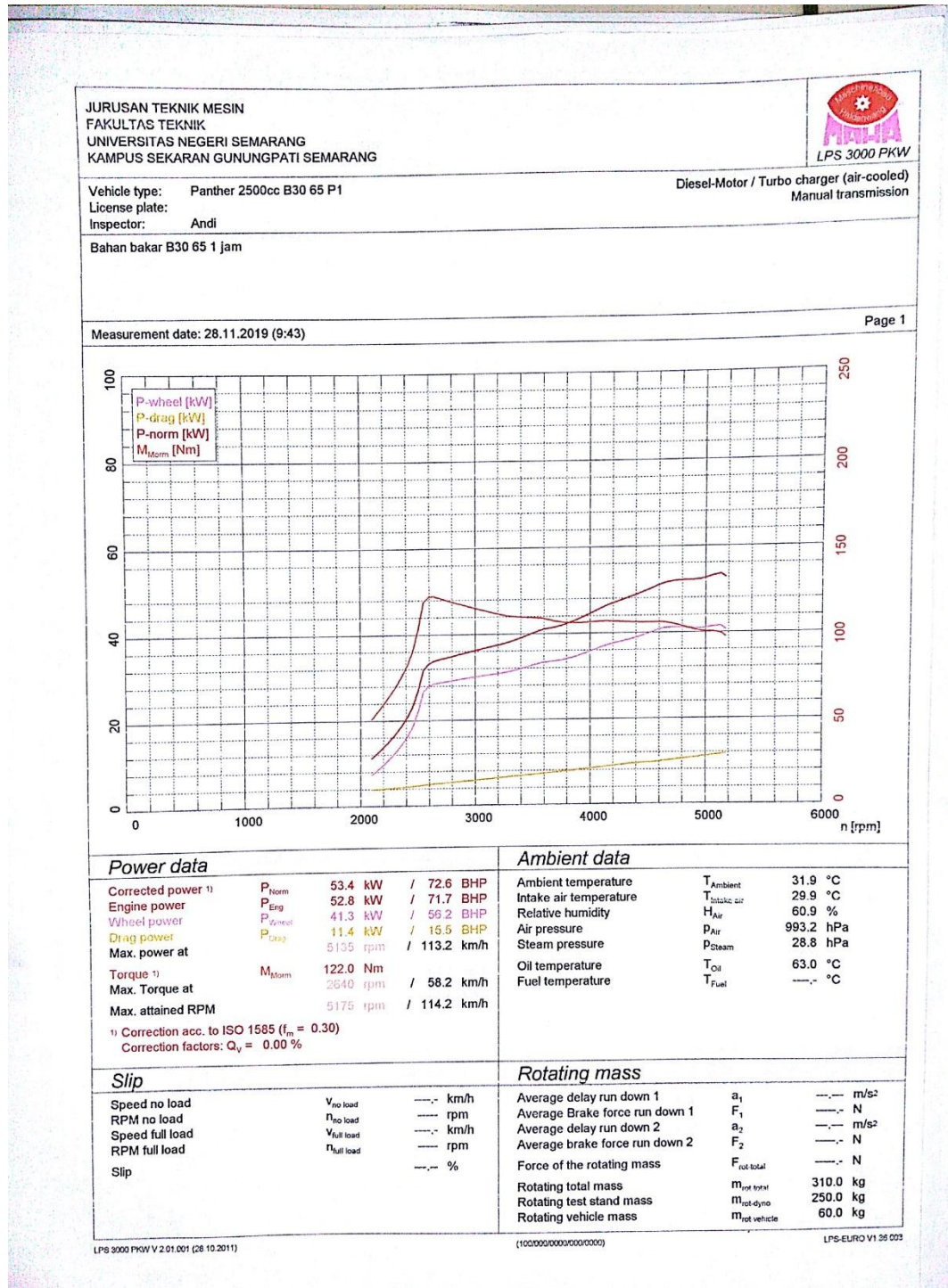
Lampiran 16. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Biodiesel B30

Waktu Transesterifikasi 45 menit Percobaan Kedua



Lampiran 17. Lembar Hasil Pengujian Dinamometer Bahan Bakar Biodiesel B30

Waktu Transesterifikasi 60 menit Percobaan Pertama



Lampiran 19. Hasil Torsi Dan Daya Waktu Tansesterifikasi 30 menit

Biodiesel B30 30 menit					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1.114,56 2.116,73	115,645	1.19,74 2.24,03	21,885
2	2750	1.118,78 2.117,48	118,13	1.34,21 2.39,41	36,81
3	3000	1.114,17 2.113,56	113,56	1.36,03 2.37,03	36,53
4	3500	1.108,65 2.108,03	108,03	1.39,83 2. 39,88	39,855
5	3750	1.107,05 2.105,92	106,485	1. 42,04 2. 46,49	46,49
6	4000	1.105,69 2.104,78	105,235	1. 40,75 2. 44,39	42,57
7	4500	1.103,78 2.103,77	103,77	1. 48,88 2. 52,33	50,605
8	4750	1.104,91 2.102,35	103,63	1. 51,59 2. 54,57	51,59
9	5000	1.99,85 2.98,68	99,265	1. 52,01 2. 57,74	54,875

Lampiran 20. Hasil Torsi Dan Daya Waktu Tansesterifikasi 45 menit

Biodiesel B30 45 menit					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1. 110,5 2. 112,5	111,5	1. 22,29 2. 30,56	26,425
2	2750	1. 118,93 2. 113,35	116,14	1. 34,25 2. 34,20	34,225
3	3000	1. 114,71 2. 119,69	119,69	1. 35,85 2. 39,67	37,76
4	3500	1. 108,67 2. 115,81	115,81	1. 39,82 2. 43,59	41,705
5	3750	1. 104,16 2. 109,35	106,75	1. 40,90 2. 46,80	43,85
6	4000	1. 97,28 2. 105,98	101,63	1. 44,27 2. 49,89	47,08
7	4500	1. 103,73 2. 109,68	106,70	1. 49,44 2. 52,90	51,17
8	4750	1. 103,19 2. 107,9	105,54	1. 51,53 2. 52,50	52,015
9	5000	1. 99,34 2. 101,20	100,27	1. 52,28 2. 56,67	54,475

Lampiran 21. Hasil Torsi Dan Daya Waktu Tansesterifikasi 60 menit

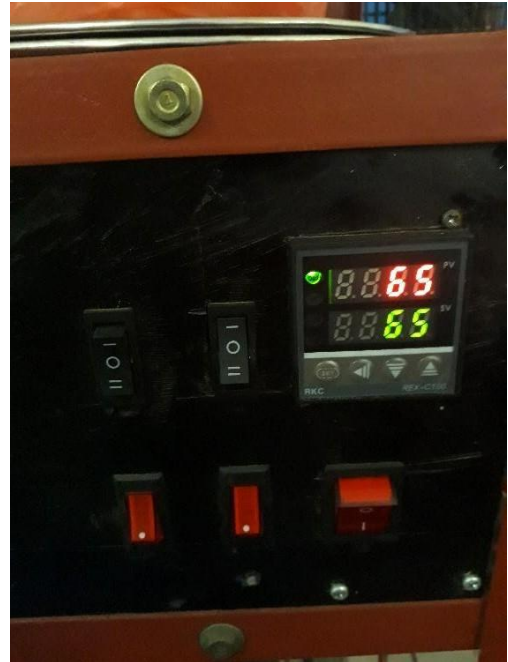
Biodiesel B30 60 menit					
Putaran Mesin (rpm)		Torsi (Nm)		Daya (kW)	
		Pengujian	Rata-Rata (Nm)	Pengujian	Rata-Rata (kW)
1	2500	1. 101,50	110,70	1. 26,59	28,995
		2. 119,90		2. 31,40	
2	2750	1. 119,70	122,59	1. 34,47	35,86
		2. 125,30		2. 37,25	
3	3000	1. 114,90	114,40	1. 36,10	37,95
		2. 113,90		2. 39,80	
4	3500	1. 109,19	108,77	1. 40,01	42,855
		2. 108,35		2. 45,70	
5	3750	1. 106,35	111,06	1. 41,76	44,745
		2. 115,78		2. 47,73	
6	4000	1. 106,78	109,79	1. 44,47	47,355
		2. 112,80		2. 50,24	
7	4500	1. 105,65	109,35	1. 49,78	52,22
		2. 109,35		2. 54,66	
8	4750	1. 104,25	105,80	1. 51,85	55,375
		2. 107,35		2. 58,90	
9	5000	1. 106,15	104,12	1. 52,45	55,93
		2. 102,10		2. 59,41	

Lampiran 22. Foto Dokumentasi Penelitian

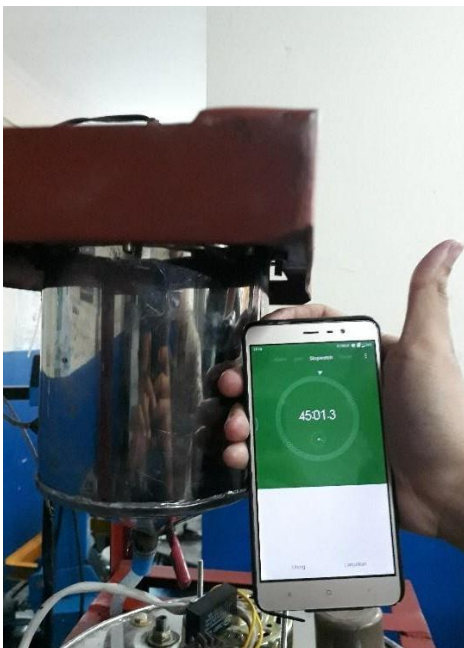
1. Memasukkan minyak goreng



3. Menyalakan Kontrol Temperatur



2. Menyalakan pewaktu



4. Memisahkan gliserin



5. Memanaskan biodiesel



7. Minyak goreng



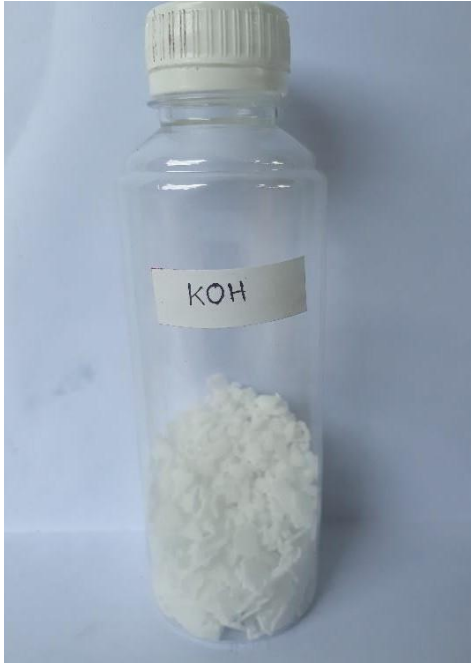
6. Pencucian hasil biodiesel



8. Metanol



9. KOH



11. Setelah dipanaskan 65°C



10. Pengendapan gliserin



12. Pencucian dan pengendapan air



13. Hasil biodiesel setelah dipanaskan 105°C



15. Hasil biodiesel pada waktu transesterifikasi 30, 45, dan 60 menit



14. Bahan bakar solar

