

TUGAS AKHIR

“ANALISIS STUDI KELAYAKAN PENGARUH HASIL BIODIESEL DARI PEMBUATAN MESIN PENGOLAHAN BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH BERBASIS KONTROLER ARDUINO MEGA”

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik Studi
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

Wie Wien Rinaldi
1607220014



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Wie Wien Rinaldi

NPM : 1607220014

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : analisis studi kelayakan pengaruh hasil biodiesel dari pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega

Bidang ilmu : Energi Baru dan Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juni 2021



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Wie Wien Rinaldi Tempat /Tanggal

Lahir : Pante Raya, 27 Juni 1998 NPM 1607220014

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

Analisis Studi Kelayakan Pengaruh Hasil Biodiesel Dari Pembuatan Mesin Pengolahan Biodiesel Menggunakan Minyak Jelantah Berbasis Kontroler Arduino Mega,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



ABSTRAK

Biodiesel adalah salah satu energi alternatif di era global warming pada saat ini, yang sangat banyak manfaat nya untuk masyarakat yang sangat memerlukan energi listrik, namun terkendala dengan tidak ketersediaanya listrik yang selama ini hanya mengandalkan PLN sebagai sumber listrik nasional. Khususnya masyarakat yang berada dipedalaman yang tidak mendapatkan aliran listrik oleh PLN, sedangkan listrik pada saat ini sudah menjadi kebutuhan primer, yang artinya masyarakat pada saat ini harus dilayani oleh energi listrik.. Mengingat Indonesia termasuk penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia saat ini, sehingga limbah yang ditinggalkan juga semakin besar. Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan hal tersebut dengan memanfaatkan limbah yaitu minyak jelantah dikonversikan menjadi biodiesel yang akan menjadi bahan bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Penelitian ini menghasilkan biodiesel B-100 yang artinya biodiesel tersebut murni tanpa campuran dari minyak bumi, dengan merancang alat pengolah biodiesel secara otomatis berbasis arduino mega. Penelitian ini juga menganalisa seberapa layak biodiesel B-100 ini untuk digunakan pada generator bertenaga diesel, dengan melihat aspek ekonomis, dan juga tentu juga dalam aspek elektronika.

Kata Kunci: Biodiesel B-100, primer, arduino mega

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.5.1 Masyarakat	5
1.5.2 Universitas	6
1.5.3 Mahasiswa	6
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Studi Litelatur	9
2.2 Landasan Teori	
2.2.1 Energi Baru dan Terbarukan.....	12
2.2.1.1 Energi Panas Bumi.....	14
2.2.1.2 Energi Air	14
2.2.1.3 Bio Energi	15
2.2.1.4 Biomassa/Biogas.....	16
2.2.1.5 Energi Samudera/Laut	17
2.2.1.6 Sel Bahan Bakar (Fuel Cell).....	18

2.2.1.7	Angin	18
2.2.1.8	Energi Surya (Matahari)	19
2.2.1.9	Energi Nuklir	19
2.2.2	Pembuatan Biodiesel Dengan Bahan Baku Minyak Jelantah	19
2.2.3	Standar Mutu Biodiesel.....	21
2.2.4	Minyak Jelantah	23
2.2.5	Mesin Pengubah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel	24
2.2.6	Studi Kelayakan	26
2.2.6.1	Faktor Kelayakan	26
2.2.7	Faktor Yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi.....	28
2.2.8	Generator.....	30
2.2.9	Daya Listrik.....	31
BAB III	METODE PENELITIAN.....	33
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.1.1	Waktu	33
3.1.2	Tempat.....	33
3.2	Alat dan Bahan	33
3.2.1	Alat	33
3.2.2	Bahan.....	34
3.3	Perancangan perangkat keras	34
3.3.1	Skematik rangkaian alat	34
3.4	Tahapan Percobaan.....	35
3.5	Flowchart sistem pengolahan Biodiesel berbasis Arduino Mega	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1	Hasil analisis studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega	39
4.2	Proses pembuatan biodiesel.....	43

4.2.1	Pencampuran.....	43
4.2.2	Pencucian.....	44
4.2.3	Pemisahan	44
4.3	Percobaan bahan bakar Biodiesel B-20, B-40, dan B-100 pada mesin diesel <i>Shark</i> dan generator 1 <i>Phase</i>	45
4.3.1	Rincian beban.....	45
4.3.2	Percobaan bahan bakar Biodiesel B-20 pada mesin diesel <i>Shark</i> dan generator 1 <i>Phase</i>	45
4.3.3	Percobaan Biodiesel B-40 pada mesin diesel <i>Shark</i> dan generator 1 <i>Phase</i>	47
4.3.4	Percobaan Biodiesel B-100 pada mesin diesel <i>Shark</i> dan generator 1 <i>Phase</i>	50
4.4	Analisis dan perbandingan kelayakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega	53
4.4.1	Total akumulasi penggunaan listrik dan biaya yang dikeluarkan untuk pengolahan biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.....	54
4.4.1.1	Rincian Biaya.....	54
4.4.1.2	Penggunaan daya listrik	55
4.4.2	Hasil perbandingan biodiesel B-100 yang dihasilkan oleh mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah dengan biodiesel B-20.....	57
4.4.2.1	Kecepatan putaran generator yang dihasilkan	57
4.4.2.2	Tegangan listrik yang dihasilkan	58
4.4.2.3	Biaya bahan dasar biodiesel B-100 dan harga biodiesel B-20	58
4.4.2.4	Jumlah kosumsi bahan bakar	59
4.4.2.5	Kelayakan energi listrik yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel B-100 dengan listrik PLN.....	59
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Senyawa Alkil Ester (Biodiesel) Sumber: Hadrah dkk (2018)	20
Gambar 2.2 Mesin Pengubah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Sumber: M. Rio Ripardi (2014)	24
Gambar 2.3 Labu Pemanas dengan Metode <i>Zeolite Cracking Catalyst</i> Sumber: Luqman Buchori dan Widayat (2019).....	25
Gambar 2.4 Reaktor Biodiesel 30 Ltr dengan Minyak Jelantah Sumber: Alfaris Muhammad Syaddad (2015)	25
Gambar 3.1 Rangkaian mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.....	34
Gambar 3.2 Flowchart sistem kerja mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega	38
Gambar 4.1 Minyak jelantah bekas penggorengan	39
Gambar 4.2 Metanol 90%	40
Gambar 4.3 Soda api (NaOH) digunakan sebagai katalis	40
Gambar 4.4 Mesin Diesel <i>Shark</i>	41
Gambar 4.5 Timbangan digital sebagai pengukur berat.....	41
Gambar 4.6 Tabung Ukur	42
Gambar 4.7 <i>Tachometer</i>	42
Gambar 4.8 Generator 1 <i>Phase</i>	43
Gambar 4.9 Volume ukuran bahan pada proses pencampuran	44
Gambar 4.10 Biodiesel B-20	45
Gambar 4.11 Hasil Pengukuran tegangan pada kecepatan mesin pada keadaan <i>Max Power</i> menggunakan biodiesel B-20	46
Gambar 4.12 Hasil pengukuran kecepatan pada <i>Rated Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-20	46
Gambar 4.13 Perbandingan <i>volume</i> percampuran solar dan biodiesel pada biodiesel B-40	47
Gambar 4.14 Hasil pengukuran kecepatan pada <i>Rated Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40	48

Gambar 4.15 Hasil pengukuran kecepatan pada <i>Max Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40	48
Gambar 4.16 Hasil pengukuran tegangan pada <i>Max Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40	49
Gambar 4.17 Bahan bakar Biodiesel B-100	50
Gambar 4.18 Hasil pengukuran kecepatan pada <i>Rated Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100	51
Gambar 4.19 Hasil pengukuran kecepatan pada <i>Max Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100	51
Gambar 4.20 Hasil pengukuran tegangan pada <i>Max Power</i> mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40	52
Gambar 4.21 Proses percobaan bahan bakar Biodiesel B-100	52
Gambar 4.22 Perbandingan kecepatan putaran generator yang dihasilkan biodiesel B-100 dan B20	57
Gambar 4.23 Perbandingan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator 1 <i>Phase</i> berbahan bakar B-100 dan B-20	58
Gambar 4.24 Perbandingan jumlah biaya bahan baku biodiesel B-100 dan harga B-20 per liter	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Biodiesel Sumber: SNI (Badan Standarisasi Nasional SNI. 2015. Jakarta)	22
Tabel 4.1 Daftar rincian Beban	45
Tabel 4.2 Hasil percobaan Biodiesel B-20	46
Tabel 4.3 Hasil percobaan biodiesel B-40.....	48
Tabel 4.4 Hasil percobaan biodiesel B-100.....	50
Tabel 4.5 Rincian biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah	54
Tabel 4.6 Rincian daya listrik yang dibutuhkan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.....	56
Tabel 4.7 Perbandingan waktu yang dihasilkan 1 liter bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20 pada generator 1 <i>Phase</i> dan mesin diesel <i>Shark</i>	59

KATA PENGANTAR

Asalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, berkat karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. terselesaikannya proposal Tugas Akhir ini tentu tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda tercinta Alm. Yanto Lingga dan Ibunda tercinta Rohani orang tua penulis yang selalu memberikan nasihat, dorongan, motivasi, doa dan dukungan selama ini dalam proses pengerjaan dan dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Partaonan Harahap, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Solly Aryza Lubis ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir atas perhatian dan kesabarannya sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
7. Seluruh Pegawai dan Laboratorium Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman A2 Siang yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan mendukung sehingga proposal

9. Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
10. Dan semua pihak yang tidak mungkin dapat saya sebutkan satu persatu sehingga proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa karya tulis Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya semoga karya tulis Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu pengetahuan.

Wasalamualaikum Wr. Wb.

Medan, Juni 2021

Penulis

Wie Wien Rinaldi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai prime mover. Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. PLTD merupakan suatu instalasi pembangkit listrik yang terdiri dari suatu unit pembangkit dan sarana pembangkitan. Pada mesin Diesel Energi Bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri. Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM). Biodiesel dari minyak nabati merupakan bahan bakar alternatif yang diformulasikan khusus untuk engine diesel. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar dari solar murni dengan biodiesel B15 dan B20 terhadap performansi engine Komatsu SAA6D107E-1. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu dari pengumpulan data, hingga mengikuti proses pemasangan engine ke dynotest. Peneliti melakukan pengambilan data pada saat engine beroperasi menggunakan alat uji Taylor Dynamometer DX 34. Dari proses Pengujian menggunakan beberapa parameter yang digunakan yaitu perbandingan performansi antara torsi dan daya terhadap putaran engine. Berdasarkan parameter tersebut dilakukan perhitungan perbandingan performansi. Hasil pengujian didapatkan melalui dynotest pada engine Komatsu SAA6D107E-1 yang menggunakan bahan bakar biodiesel B15 mengalami penurunan performansi torsi maksimum sebesar 8,7 %, penurunan daya maksimum sebesar 2,7 %, sedangkan untuk bahan bakar biodiesel B20 mengalami penurunan torsi maksimum sebesar 10,3 % dan penurunan daya maksimum sebesar 6,1 %.

Produksi biodiesel di Indonesia pada saat ini dilakukan oleh industri besar. Bahan baku yang digunakan umumnya berasal dari kelapa sawit. Industri tersebut selain mengolah kelapa sawit menjadi minyak goreng juga mengolah menjadi biodiesel yang kemudian disalurkan ke penyalur bahan bakar minyak pemerintah

seperti Pertamina maupun penyalur swasta seperti Shell, Total, dan Petronas. Solar yang dijual pada saat ini mendapatkan subsidi dari pemerintah. Harga solar pun naik turun seiring naik turunnya harga bahan bakar minyak dunia. Akan tetapi produksi biodiesel akan terus dilakukan sesuai dengan mandatori biodiesel yang tertuang dalam Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014 yang mewajibkan kadar biodiesel 20% (B20) pada 2016 (Shofiatul, 2017).

Untuk menikmati listrik yang kita gunakan sekarang ini semuanya dimulai dari pembangkit listrik. Pembangkit pada dasarnya adalah generator, generator ini yang memproduksi listrik dan listrik itulah yang dihantarkan oleh jalur transmisi dan distribusi hingga sampai ke rumah kita. Salah satu cara yang paling ekonomis, mudah dan aman untuk mengirimkan energi adalah melalui bentuk energy listrik. Pada pusat pembangkit, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak, gas alam, dan batubara), hidro, panas bumi, dan nuklir diubah menjadi energi listrik.

Nur Sasongko (2018) mengatakan juga semakin menipisnya cadangan minyak bumi di dunia demikian pula di Indonesia salah satunya dipicu oleh ketergantungan kita pada konsumsi energi dari minyak bumi. Keadaan ini juga didorong oleh kebutuhan energi minyak yang terus naik di bidang transportasi maupun tumbuhnya sektor industri di Indonesia. Hal tersebut memaksa kita untuk mencari, memanfaatkan dan mengembangkan sumber energi baru yang renewable sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Salah satu alternatif renewable energi tersebut yaitu Biodiesel. Indonesia mempunyai potensi yang besar sebagai penghasil biodiesel karena sumber penghasil biodiesel yaitu tanaman tebu, singkong, ubi, jarak dan sebagainya banyak tersedia dan mudah untuk dikembangkan di Indonesia. Sebagai salah satu alternatif energi terbarukan, biodiesel dapat membantu dalam meminimalisir ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil.

Kemudian Magfirotunnisa, dkk (2018) menyatakan bahwa kandungan pada biodiesel B15 dan B20 masih memenuhi standar atau spesifikasi dari bahan bakar solar yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Dilihat dari parameter tabel juga cetana number dari setiap bahan bakar semakin meningkat sehingga pembakaran

bisa dikatakan sempurna dan flash point pada bahan bakar tersebut semakin tinggi. Dalam emisi gas buang yaitu kandungan SO_x pada bahan bakar biodiesel lebih rendah dari bahan bakar solar sehingga mengurangi rusaknya lingkungan sekitar dan membantu lapisan ozon pada atmosfer.

Minyak jelantah merupakan minyak bekas yang telah dipergunakan untuk keperluan rumah tangga dan telah mengalami perubahan, baik secara fisik maupun kimia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak buruk minyak jelantah adalah mengubah minyak jelantah menjadi bahan biodiesel. Pada penelitian ini pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya melalui pretreatment guna menurunkan angka asam pada minyak jelantah. Angka asam yang terlalu tinggi akan mempersulit pemisahan gliserol dari biodiesel sehingga produksi biodiesel akan sedikit (Hadrah, 2018).

Kemudian Cristina (2016) mengatakan bahwa biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi – transesterifikasi. Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Reaksi esterifikasi dapat dilakukan melalui reaksi kimia yang disebut interesterifikasi atau pertukaran ester yang didasarkan atas prinsip transesterifikasi friedel-craft.

Penggunaan biodiesel memiliki keunggulan dan masih terdapat kelemahannya tersendiri. Hal ini dapat ditinjau dari emisi gas yang dihasilkan seperti gas NO_x, CO, CO₂, hidrokarbon dan asap dari emisi tersebut. Pembakaran biodiesel dari minyak jarak, alga, kelapa sawit, dan minyak jelantah menghasilkan emisi gas NO_x yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak diesel biasa. Hal ini dikarenakan suhu pemabakaran yang terlalu tinggi sehingga oksigen yang terkandung semakin banyak. Emisi gas CO dan CO₂ dari pembakaran biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel. Emisi hidrokarbon memiliki tingkat variasi tersendiri dimana emisi hidrokarbon dari pembakaran biodiesel lebih rendah dari minyak diesel apabila beban mesin juga rendah dan akan lebih tinggi jika beban mesin tinggi (Permana, 2020).

Pengolahan minyak jelantah mengubah molekul-molekul asam lemak tak

jenuh dalam minyak nabati menjadi asam lemak jenuh dengan menggunakan alkohol (methanol & etanol) dan katalis NaOH teknis pada proses transesterifikasi. Campuran dari minyak jelantah dengan NaOH teknis akan membentuk gliserol yang mengendap dibagian bawah dan etil ester (biodiesel) mengapung dipermukaan. Berdasarkan penelitian tersebut maka terbuka kesempatan untuk membuat biodiesel sebagai pengganti bahan bakar solar. Dengan menggunakan minyak jelantah atau minyak goreng bekas (Prasetyo, 2018).

Jauhari (2019) mengatakan bahwa biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, lemak binatang, dan ganggang. Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati mudah diperoleh dan tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel tinggi (mencapai 95%). Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak berbeda – beda tergantung dari jenis tanamannya. Zat - zat penyusun utama minyak-lemak (nabati maupun hewani) adalah trigliserida, yaitu trimester gliserol dengan asam - asam lemak (C8 – C24). Komposisi asam lemak dalam minyak nabati menentukan sifat minyak.

Selanjutnya Magfirotunnisa, dkk (2018) juga menyatakan bahwa berbagai penelitian tentang pengujian langsung biodiesel sebagai bahan bakar engine diesel sudah dilakukan dan akan diuraikan sebagai berikut. Pada penelitian, melakukan analisis perbandingan bahan bakar solar dengan biodiesel B20 terhadap performansi engine. Hasil riset tersebut menyimpulkan penurunan torsi engine menggunakan bahan bakar biodiesel B20 dibandingkan dengan bahan bakar solar yaitu sebesar 0,985 % dan penurunan daya engine sebesar 2,256 %. Performansi engine dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B20 dari tanaman jarak, dari kesimpulan penelitian tersebut mendapatkan nilai daya maksimal sebesar 1432,82 HP pada putaran engine 1901 rpm dan nilai torsi maksimal sebesar 4929,3 lb.ft pada putaran engine 1301 rpm.

Energi adalah kebutuhan hidup manusia yang sangat penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar tetapi diharapkan dengan biaya yang rendah. Sarana dan prasarana yang sangat penting bagi Indonesia adalah penyediaan energi listrik. Indonesia sudah menyediakan sumber energi listrik ini hampir di

seluruh Indonesia, tetapi masih ada juga wilayah yang belum terjangkau dengan jaringan PLN sehingga belum menerima pasokan listrik. Energi listrik berasal dari dua sumber yaitu energi yang bisa diperbaharui dan energi yang tidak bisa diperbaharui. Yang termasuk dalam energi yang bisa diperbaharui adalah tenaga surya, energi gelombang laut energi angin tetapi membutuhkan penelitian untuk pengembangannya di Indonesia. Jenis energi yang tidak dapat diperbaharui adalah pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga angina, pembangkit listrik tenaga diesel, pembangkit listrik tenaga gas dan pembangkit listrik tenaga nuklir. Penggunaan energi yang tidak dapat diperbaharui ini harus diperhatikan kuantitasnya karena akan sangat mengganggu pasokan energi ini di masa depan jika digunakan secara berlebihan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana prinsip kerja mesin pengolah Biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega?
2. Bagaimana perbandingan tegangan listrik yang dihasilkan dari mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega pada generator bertenaga diesel?
3. Bagaimana menentukan kelayakan dan ketidaklayakan Biodiesel B-100 sebagai energi alternatif pada generator bertenaga diesel?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Bagaimana prinsip kerja mesin pengolah Biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega?
2. Bagaimana perbandingan tegangan listrik yang dihasilkan dari mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega pada generator bertenaga diesel?
3. Bagaimana menentukan kelayakan dan ketidaklayakan Biodiesel B-100 sebagai energi alternatif pada generator bertenaga diesel?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud juga tujuannya, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Membahas secara umum tentang prinsip kerja perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.
2. Menganalisa kelayakan hasil kelistrikan yang dihasilkan oleh biodiesel dari mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.
3. Menentukan kelayakan dan ketidaklayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini, nantinya dapat mempunyai manfaat bagi:

1.5.1 Masyarakat

Manfaat dari analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini bagi masyarakat adalah memberikan informasi bagaimana proses analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini.

1.5.2 Universitas

Manfaat analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini bagi universitas adalah dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.5.3 Mahasiswa

Manfaat analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini bagi mahasiswa dapat dijadikan referensi untuk penelitian lebih lanjut yang lebih baik lagi.

1.6 Metode Penelitian

Adapun beberapa metode penelitian yang penulis gunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi pustaka ini dilakukan untuk menambah pengetahuan bagi penulis sekaligus sebagai referensi dalam literatur maupun teori-teori yang bersumber dari buku, jurnal dan internet mengenai analisa studi kelayakan pada alat produksi biodiesel.

2. Studi Eksperimen

Pada saat menganalisa penulis membuat perancangan dan menganalisa tempat yang ingin digunakan dalam proyek tugas akhir dan meliputi alat-alat dan bahan yang akan digunakan.

3. Studi Analisa dan Pengujian

Menganalisa dan menguji mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan penulis dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat penulisan, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka relevan yaitu teori-teori rujukan yang dapat menunjang dalam penulisan tugas akhir, serta teori dasar yang berisikan landasan teori dasar setiap komponen alat yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang lokasi penelitian berlangsung, fungsi alat dan bahan penelitian, tahapan pengerjaan, jadwal dan diagram analisa studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL

Pada bab ini berisikan tentang analisa dan hasil studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Berbagai penelitian terkait dengan bahan bakar biodiesel B-100 sebagai pembangkit listrik tenaga diesel telah banyak dilakukan. Hal ini disebabkan karena penggunaannya yang merupakan bentuk alternatif guna mengurangi permintaan energi PLN serta optimalisasi potensi alam sehingga sangat bermanfaat untuk mengurangi penggunaan energi fosil yang saat ini semakin menipis. Oleh karena itu beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dalam penelitian ini di antaranya adalah sebagai berikut :

Sebuah konsep penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar mesin muncul ketika Rudolf Diesel (1858-1913) mengembangkan mesin pertama yang berjalan menggunakan minyak kacang yang didemonstrasikannya pada pameran Dunia di Paris pada tahun 1900. Pada masa itu, Rudolf Diesel berkeyakinan bahwa pemanfaatan bahan bakar biomassa menjadi masa depan bagi mesin ciptaannya. Ambisinya ialah ingin memberikan kesempatan bagi para petani untuk menghasilkan bahan bakar mereka sendiri. Sehingga di tahun 1911, dikatakannya bahwa mesin diesel dapat diberi umpan dengan minyak nabati dan akan cukup membantu dalam pengembangan pertanian dari negara-negara yang menggunakannya. Penggunaan minyak nabati untuk bahan bakar mesin mungkin tampak tidak signifikan hari ini.

Mesin diesel modern saat ini dirancang untuk beroperasi dengan menggunakan bahan bakar yang lebih cair (mudah mengalir) daripada bahan bakar dari minyak nabati. Namun, pada saat bahan bakar menjadi langka, maka mobil dan truk telah berhasil dijalankan dengan menggunakan minyak kacang dan minyak hewan yang dipanaskan lebih dahulu. Pada pertengahan tahun 1970-an, kelangkaan bahan bakar memacu minat dalam diversifikasi sumber bahan bakar, dan dengan demikian biodiesel (ester dari minyak) kembali dikembangkan sebagai alternatif untuk minyak diesel.

Kemudian, pada tahun 1990, terjadi peningkatan ketertarikan dalam mengembangkan biodiesel karena adanya manfaat pengurangan polusi besar yang

berasal dari penggunaan biodiesel. Mesin diesel saat ini membutuhkan pembakaran yang bersih, bahan bakar yang stabil yang akan beroperasi di bawah berbagai kondisi. Kebangkitan biodiesel telah dipengaruhi oleh undang-undang dan peraturan di semua negara. Banyak peraturan dibuat untuk mempromosikan ekonomi pertanian suatu negara, keamanan nasional, dan mengurangi polusi atau perubahan iklim (Prof. Dr. Mahfud, 2018: 4-5).

Bahan baku yang bisa dapat menghasilkan minyak biodiesel seperti, minyak nyamplung, kelapa sawit, kelapa, atau minyak nabati lainnya. Penggunaan minyak kelapa sawit (Crude Palm Oil) terbesar adalah sebagai bahan baku minyak goreng. Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan bahan pokok penduduk Indonesia dengan tingkat konsumsi yang mencapai lebih dari 2,5 juta ton pertahun, atau lebih dari 12 kg/orang/tahun. Minyak goreng yang paling banyak di gunakan di Indonesia adalah yang berbahan baku minyak kelapa sawit (lebih dari 70%) (Joni Prasetyo, 2018).

Penggunaan minyak goreng kelapa sawit sebagai biodiesel secara teknis lebih menguntungkan karena sudah melalui berbagai proses penghilangan impuritis, kandungan asam lemak dan lemak padat. Namun secara ekonomis penggunaan minyak goreng kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan biodiesel secara teknis tidak menguntungkan. Hal ini disebabkan oleh kebijakan harga BBM di Indonesia relatif rendah, sehingga jika dibandingkan dengan harga minyak goreng kelapa sawit terdapat perbedaan yang relatif besar (Joni Prasetyo, 2018).

Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengkonversi minyak nabati ke dalam bentuk metil ester asam lemak (FAME = *Fatty Acid Methyl Ester*) yang lebih dikenal sebagai biodiesel melalui proses esterifikasi atau transesterifikasi. Pada pengolahan biodiesel secara konvensional waktu pemanasan sangat berpengaruh pada capaian hasil esterifikasi. Seiring dengan perkembangan populasi, tentunya limbah yang dihasilkan semakin banyak, termasuk minyak jelantah limbah industri dan rumah tangga.

Minyak goreng dapat menyala pada suhu tertentu, hal ini berarti minyak goreng bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif khususnya pengganti solar. Namun jika menggunakan minyak goreng sebagai bahan baku tentunya harga

penjualan biodiesel akan lebih mahal daripada harga solar. Jika minyak goreng dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel demikian pula halnya dengan minyak jelantah. Sebab minyak jelantah merupakan turunan terdekat dan memiliki sifat yang sama seperti minyak goreng. Tentunya solusi menjadikan minyak jelantah sebagai bahan bakar pengganti minyak solar akan dapat mengatasi dua masalah sekaligus yakni mengurangi limbah pencemaran lingkungan dan alternatif BBM khususnya solar. Sebab ketersediaan minyak bumi di dunia ini semakin menipis khususnya di Indonesia (Firdaus Jauhari, 2018).

Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah ini menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya, dengan pretreatment guna menurunkan angka asam pada minyak jelantah. Angka asam yang terlalu tinggi akan mempersulit pemisahan gliserol dari biodiesel sehingga produksi biodiesel akan sedikit (Hadrah, 2018).

Generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul ggl induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Rotor berhubungan dengan poros generator yang berputar di pusat stator. Poros generator biasanya diputar menggunakan usaha luar yang dapat berasal dari medan magnet. Sebagaimana pada mesin arus searah dan mesin asinkron (tak serempak) maka mesin sinkron (serempak) dibagi menjadi dua jenis :

1. Generator sinkron (generator serempak/generator arus bolak-balik/alternator yang banyak digunakan pada pembangkit tenaga listrik).
2. Motor sinkron (motor serempak) dapat digunakan untuk menggerakkan mesinmesin produksi di Industri yang menghendaki putaran tetap. Sebagaimana pada generator arus searah, belitan (kumparan) jangkar ditempatkan pada rotor sedangkan belitan medan ditempatkan pada stator, demikian pula untuk generator sinkron untuk kapasitas kecil. Akan tetapi pada generator sinkron yang dipergunakan untuk pembangkitan dengan kapasitas besar, belitan atau kumparan jangkar ditempatkan pada stator sedangkan belitan medan ditempatkan pada rotor dengan alasan :

1. Belitan jangkar lebih kompleks dari belitan medan sehingga lebih terjamin jika ditempatkan pada struktur yang diam.
2. Lebih mudah mengisolasi dan melindungi belitan jangkar terhadap tegangan yang tinggi.
3. Pendinginan belitan jangkar mudah karena inti stator yang terbuat cukup besar sehingga dapat didinginkan dengan udara paksa.
4. Belitan medan mempunyai tegangan rendah sehingga efisien bila digunakan pada kecepatan tinggi.

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel cocok untuk lokasi dimana pengeluaran bahan bakar rendah, persediaan air terbatas, minyak sangat murah dibandingkan dengan batubara dan semua beban besarnya adalah seperti yang dapat ditangani oleh mesin pembangkit dalam kapasitas kecil. serta dapat berfungsi dalam waktu yang singkat I Kegunaan dari suatu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah penyedia daya listrik yang dapat berfungsi untuk unit cadangan yang dijalankan pada saat unit pembangkit utama yang ada tidak dapat mencukupi kebutuhan daya listrik. Sebagai unit pembangkit yang menyuplai listrik selama 24 jam atau sebagai pemikul beban tetap.

Sifat pengoperasian harus pada beban dasar yang berkapasitas tertinggi dan tidak dipengaruhi oleh frekuensi beban tetap. Hal ini memungkinkan juga bila pasokan dapat mengalami gangguan. Sebagai unit beban puncak atau Peak Load. Bila PLTD dioperasikan pada beban puncak. biasanya dalam waktu yang tidak lama. karena dapat berfungsi untuk menaikkan tegangan yang turun pada saat beban puncak.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Energi Baru dan Terbarukan

Energi adalah kebutuhan hidup manusia yang sangat penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar tetapi diharapkan dengan biaya yang rendah. Sarana dan prasarana yang sangat penting bagi Indonesia adalah penyediaan energi listrik. Indonesia sudah menyediakan sumber energi listrik ini hampir di seluruh Indonesia, tetapi masih ada juga wilayah yang belum terjangkau dengan jaringan PLN sehingga belum menerima pasokan listrik. Energi listrik berasal dari dua sumber yaitu energi yang bisa diperbaharui dan energi yang tidak bisa

diperbaharui. Yang termasuk dalam energi yang bisa diperbaharui adalah tenaga surya, energi gelombang laut energi angin tetapi membutuhkan penelitian untuk pengembangannya di Indonesia. Jenis energi yang tidak dapat diperbaharui adalah pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga angina, pembangkit listrik tenaga diesel, pembangkit listrik tenaga gas dan pembangkit listrik tenaga nuklir. Penggunaan energi yang tidak dapat diperbaharui ini harus diperhatikan kuantitasnya karena akan sangat mengganggu pasokan energi ini di masa depan jika digunakan secara berlebihan (Partaonan Harahap, 2019).

Indonesia sesungguhnya memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di tanah air, seperti: bioethanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan untuk membangkitkan listrik. Hampir semua sumber energi tersebut sudah dicoba diterapkan dalam skala kecil di tanah air. Lonjakan harga minyak (BBM) hingga US\$ 70/barrel mempengaruhi aktifitas perekonomian di berbagai belahan dunia. di Indonesia momentum krisis BBM saat ini (awal 2006) merupakan waktu yang tepat untuk menata dan menerapkan dengan serius berbagai potensi tersebut. Meski saat ini sangat sulit untuk melakukan substitusi total terhadap bahan bakar fosil, namun implementasi sumber energi terbarukan sangat penting untuk segera dimulai. Di bawah ini dibahas secara singkat berbagai sumber energi terbarukan tersebut.

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari alam disekitar kita. Beberapa contoh energi terbarukan adalah angin, air, geothermal, biomas, dan matahari. Disebut energi terbarukan karena energi tersebut dapat memperbaharui energi itu sendiri dalam kurun waktu yang singkat tidak seperti energi fosil yang memerlukan waktu bertahun-tahun agar terbentuk energi lagi. Untuk di indonesia potensi energi terbarukan sangat besar karena negara indonesia memiliki iklim yang bagus untuk energi terbarukan contohnya adalah matahari di indonesia cukup sering karena di indonesia hanya terbagi menjadi 2 iklim dalam setahun, untuk air, indonesia sebagian besar wilayahnya adalah perairan jadi sangat bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi.

Energi terbarukan juga sangat ramah lingkungan karena tidak

menghasilkan limbah yang dapat mencemarkan lingkungan. Beberapa wilayah telah mengembangkan energi terbarukan contohnya adalah di pesisir pantai yang dapat menggunakan angin sebagai energi alternatif disamping menggunakan energi dari supply PLN.

Adapun potensi energi baru dan terbarukan yang masih bisa kita dapat di bumi ini adalah sebagai berikut:

2.2.1.1 Energi Panas Bumi

Sebagai daerah vulkanik, wilayah Indonesia sebagian besar kaya akan sumber energi panas bumi. Jalur gunung berapi membentang di Indonesia dari ujung Pulau Sumatera sepanjang Pulau Jawa, Bali, NTT, NTB menuju Kepulauan Banda, Halmahera, dan Pulau Sulawesi. Panjang jalur itu lebih dari 7.500 km dengan lebar berkisar 50-200 km dengan jumlah gunung api baik yang aktif maupun yang sudah tidak aktif berjumlah 150 buah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di sepanjang jalur itu, terdapat 217 daerah prospek panas bumi. Potensi energi panas bumi total adalah 19.658 MW dengan rincian di Pulau Jawa 8.100 MW, Pulau Sumatera 4.885 MW, dan sisanya tersebar di Pulau Sulawesi dan kepulauan lainnya.

Sumber panas bumi yang sudah dimanfaatkan saat ini adalah 803 MW. Biasanya data energi panas bumi dapat dikelompokkan ke dalam data energi cadangan dan energi sumber. Biaya investasi ada dua macam. Pertama biaya eksplorasi dan pengembangan sebesar 500-1.000 dollar AS/kW: 1. Kedua, biaya pembangkit sebesar 1.500 dollar/kW (kapasitas 15 MW), 1.200 dollar/kW (kapasitas 30 MW), dan 910 dollar/kW (kapasitas 55 MW). 2. Untuk biaya energi dari panas bumi adalah 3-5 sen/kWh.

2.2.1.2 Energi Air

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air. Itu disebabkan kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai dan daerah-daerah tertentu mempunyai danau/waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu teknologi yang sudah terbukti (proven), tidak merusak lingkungan, menunjang diversifikasi energi dengan

memanfaatkan energi terbarukan, menunjang program pengurangan pemanfaatan BBM, dan sebagian besar memakai kandungan lokal. Besar potensi energi air di Indonesia adalah 74.976 MW, sebanyak 70.776 MW ada di luar Jawa, yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 3.105,76 MW sebagian besar berada di Pulau Jawa. Pembangunan setiap jenis pembangkit listrik didasarkan pada kelayakan teknis dan ekonomis dari pusat listrik serta hasil studi analisis mengenai dampak lingkungan.

Sebagai pertimbangan adalah tersedianya sumber energi tertentu, adanya kebutuhan (permintaan) energi listrik, biaya pembangkitan rendah, serta karakteristik spesifik dari setiap jenis pembangkit untuk pendukung beban dasar (base load) atau beban puncak (peak load) Selain PLTA, energi mikrohidro (PLTMH) yang mempunyai kapasitas 200- 5.000 kW potensinya adalah 458,75 MW, sangat layak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di daerah pedesaan di pedalaman yang terpencil ataupun pedesaan di pulau-pulau kecil dengan daerah aliran sungai yang sempit. Biaya investasi untuk pengembangan pembangkit listrik mikrohidro relatif lebih murah dibandingkan dengan biaya investasi PLTA. Hal ini disebabkan adanya penyederhanaan standar konstruksi yang disesuaikan dengan kondisi pedesaan. Biaya investasi PLTMH adalah lebih kurang 2.000 dollar/kW, sedangkan biaya energi dengan kapasitas pembangkit 20 kW (rata rata yang dipakai di desa) adalah Rp 194/ kWh.

2.2.1.3 Bio Energi

Tahun 2025 menargetkan penggunaan bahan bakar alternatif biofuel sebesar dua puluh lima persen . target lima persen dicapai tahun 2010, meningkat menjadi 20 persen pada tahun 2020, dan 25 persen pada tahun 2025.

Akhir tahun 2004 luas total perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 5,3 juta hektare (ha) dengan produksi minyak kelapa sawit (crude palm oil/CPO) sebesar 11 juta ton. Perkembangan perkebunan sawit ini masih terus berlanjut dan diperkirakan dalam lima tahun mendatang Indonesia akan menjadi produsen CPO terbesar di dunia dengan total produksi sebesar 15 juta ton per tahun.

Salah satu produk hilir dari minyak sawit yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif,

terutama untuk mesin diesel. Dengan semakin tingginya harga minyak bumi akhir-akhir ini, sudah saatnya apabila Indonesia mulai mengembangkan biodiesel, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor. Harga biodiesel murni sangat bergantung pada harga CPO yang selalu berfluktuasi. Untuk skala besar, pada harga CPO US\$ 400 per ton, harga biodiesel diperkirakan mencapai sekitar US\$ 560 per ton, sehingga harga B-10 (campuran 10 persen biodiesel dan 90 persen solar) menjadi Rp 2.400 per liter, suatu harga yang tidak terlalu tinggi untuk bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Dengan kebutuhan solar Indonesia sekitar 23 juta ton per tahun (7,2 juta ton di antaranya diimpor), penggunaan B-10 akan memerlukan 2,3 juta ton biodiesel, atau setara dengan 2,415 juta ton CPO yang dapat dihasilkan dari sekitar 700.000 ha kebun kelapa sawit, dan dapat menghidupi sekitar 350.000 keluarga petani kelapa sawit, dengan asumsi kepemilikan lahan seluas 2 ha per keluarga. Banyak keuntungan dari pemakaian biodiesel. Jenis bahan bakar ini tidak mengandung sulfur dan senyawa benzene yang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan solar. Perbedaan antara biodiesel dan solar terutama pada komposisinya. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan solar adalah hidrokarbon. Pada dasarnya tidak perlu ada modifikasi mesin diesel apabila bahan bakarnya menggunakan biodiesel.

Biodiesel bahkan mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan slang. Biodiesel tidak menambah efek rumah kaca seperti halnya solar, karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon. Energi yang dihasilkan oleh biodiesel serupa dengan solar, sehingga engine torque dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa. Selain itu biodiesel menghasilkan tingkat pelumasan mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar.

2.2.1.4 Biomassa/Biogas

Biomassa merupakan sumber energi primer yang sangat potensial di Indonesia, yang dihasilkan dari kekayaan alamnya berupa vegetasi hutan tropika. Biomassa bisa diubah menjadi listrik atau panas dengan proses teknologi yang sudah mapan. Selain biomassa seperti kayu, dari kegiatan industri pengolahan hutan, pertanian dan perkebunan, limbah biomassa yang sangat besar jumlahnya

pada saat ini juga belum dimanfaatkan dengan baik. Munisipal solid waste (MSW) di kotakota besar merupakan limbah kota yang utamanya adalah berupa biomassa, menjadi masalah yang serius karena mengganggu lingkungan adalah potensi energi yang bisa dimanfaatkan dengan baik. Limbah biomassa padat dari sektor kehutanan, pertanian, dan perkebunan adalah limbah pertama yang paling berpotensi dibandingkan misalnya limbah limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Besarnya potensi limbah biomassa padat di seluruh Indonesia adalah 49.807,43 MW.

Dengan pemutakhiran teknologi budidaya tanaman, dimungkinkan pengembangan hutan energi untuk pengadaan biomasa sesuai dengan kebutuhan dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan. Selain limbah biomassa padat, energi biogas bisa dihasilkan dari limbah kotoran hewan, misalnya kotoran sapi, kerbau, kuda, dan babi juga dijumpai di seluruh provinsi Indonesia dengan kuantitas yang berbeda-beda. Pemanfaatan energi biomassa dan biogas di seluruh Indonesia sekitar 167,7 MW yang berasal dari limbah tebu dan biogas sebesar 9,26 MW yang dihasilkan dari proses gasifikasi. Biaya investasi biomassa adalah berkisar 900 dollar/kW sampai 1.400 dollar/kW dan biaya energinya adalah Rp 75/kW-Rp 250/kW.

2.2.1.5 Energi Samudera/Laut

Di Indonesia, potensi energi samudra/ laut sangat besar karena Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang 81.000 km, terdiri dari laut dalam , laut dangkal. dan sekitar 9.000 pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau arus listrik Nasional, dan penduduknya hidup dari hasil laut. Dengan perkiraan potensi semacam itu, seluruh pantai di Indonesia dapat menghasilkan lebih dari 2 ~ 3 Terra Watt Ekwivalensi listrik, diasumsikan 1% dari panjang pantai Indonesia (~ 800 km) dapat memasok minimal ~16 GWatt atau sama dengan pasokan seluruh listrik di Indonesia tahun 2005. Energi samudra ada empat macam, yaitu energi panas laut, energi pasang surut, energi gelombang, energi arus laut. Prinsip kerja masing-masing :

1. Energi panas laut yaitu dengan menggunakan beda temperatur antara temperatur di permukaan laut dan temperatur di dasar laut.
2. Energi pasang surut dengan menggunakan beda ketinggian antara laut pasang

terbesar dan laut surut terkecil.

3. Energi gelombang adalah dengan menggunakan besar ketinggian gelombang dan panjang gelombang.
4. Energi arus laut prinsip kerjanya persis sama dengan turbin angin.

Dengan menggunakan turbin akan dihasilkan energi listrik. Potensi energi panas laut di Indonesia bisa menghasilkan daya sekitar 240.000 MW, tetapi secara teknologi, pembangkit listrik tenaga laut belum dikembangkan dan dikuasai sedangkan untuk energi pasang surut dan energi gelombang masih sulit diprediksi karena masih banyak ragam penelitian yang belum bisa didata secara rinci. Keempat energi samudra di atas di Indonesia masih belum terimplementasikan karena masih banyak faktor sehingga sampai saat ini masih taraf wacana dan penelitian penelitian. Biaya investasi belum bisa diketahui di Indonesia tetapi berdasarkan uji coba di beberapa negara industri maju adalah berkisar 9 sen/kWh hingga 15 sen/kWh.

2.2.1.6 Sel Bahan Bakar (Fuel Cell)

Bahan baku utama sebagai sumber energi sel bahan bakar adalah gas hidrogen. Gas hidrogen dapat langsung digunakan dalam pembangkitan energi listrik dan mempunyai kerapatan energi yang tinggi.

Beberapa alternatif bahan baku seperti methane, air laut, air tawar, dan unsur-unsur yang mengandung hidrogen dapat pula digunakan namun diperlukan sistem pemurnian sehingga menambah jumlah system cost pembangkitnya. Biaya investasi belum bisa diketahui karena masih banyak penelitian yang sangat bervariasi yang belum bisa dipakai sebagai patokan.

2.2.1.7 Angin

Secara umum Indonesia masuk kategori negara tanpa angin, mengingat bahwa kecepatan angin minimum rata-rata yang secara ekonomis dapat dikembangkan sebagai penyedia jasa energi adalah 4m/ dt. Kendatipun demikian ada beberapa wilayah dimana sumber energi angin kemungkinan besar layak dikembangkan. Wilayah tersebut antara lain Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Sulawesi Selatan dan Tenggara, Pantai Utara dan Selatan Jawa dan Karimun Jawa.

2.2.1.8 Energi Surya (Matahari)

Surya Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran :

- Kawasan barat Indonesia (KBI) = 4.5 kWh/m² .hari, variasi bulanan sekitar 10%
- Kawasan timur Indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%
- Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m² .hari, variasi bulanan sekitar 9%.

Hal ini mengisyaratkan bahwa radiasi surya tersedia hampir merata sepanjang tahun, kawasan timur Indonesia memiliki penyinaran yang lebih baik. Energi surya dapat dimanfaatkan melalui dua macam teknologi yaitu energi surya termal dan surya fotovoltaik.

2.2.1.9 Energi Nuklir

Kebutuhan energi nasional dari tahun ke tahun semakin meningkat, terutama kebutuhan energi listrik. Peningkatan tersebut sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi, laju pertumbuhan penduduk, dan pesatnya perkembangan sektor industri. Untuk memenuhi kebutuhan energi nasional tidak cukup hanya mengandalkan sumber energi yang ada, karena sumber energi kita sudah banyak terkuras selama beberapa tahun terakhir. Untuk itu, perlu mencari sumber energi alternatif yang lain yang cukup potensial untuk menggantikannya, misalnya energi baru dan terbarukan. Energi nuklir adalah energi baru yang perlu dipertimbangkan karena energi ini bisa menghasilkan energi yang dalam order yang besar sampai ribuan megawatt, tetapi harus memerhatikan beberapa aspek. Aspek itu antara lain aspek keselamatan, sosial, ekonomi, teknis, sumber daya manusia, dan teknologi.

2.2.2 Pembuatan Biodiesel Dengan Bahan Baku Minyak Jelantah

Dalam menentukan proses pembuatan biodiesel, kandungan asam lemak bebas merupakan faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel. Dengan menggunakan proses transesterifikasi, esterifikasi atau esterifikasi – transesterifikasi.

a. Esterifikasi

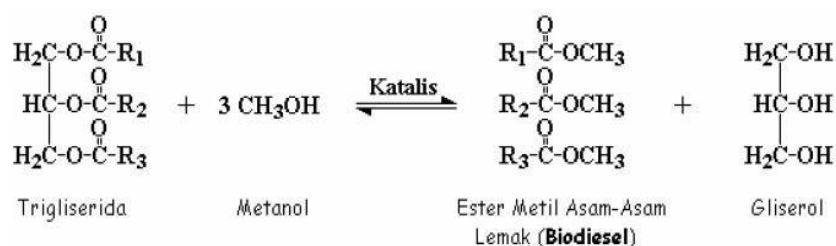
Proses esterifikasi dilakukan karena minyak jelantah mempunyai kadar ALB lebih dari 2%. Minyak jelantah diambil sebanyak 100 ml dan dimasukkan kedalam reaktor esterifikasi. Proses dilakukan pada reaktor berpengaduk secara batch dan ditempatkan diatas hot plate sebagai pemanas untuk menaikkan suhu reaksi. Setelah suhu reaksi tercapai 65oC, kemudian dimasukkan pereaksi metanol dan katalis H2SO4 98% sebanyak 1%-b. Pengaduk mulai dijalankan dan reaksi berlangsung selama 1 jam. Kemudian campuran dipisahkan dengan corong pisah. Lapisan atas berupa katalis H2SO4 dan metanol sisa dipisahkan dari lapisan bawah yang akan dilanjutkan ke tahap reaksi transesterifikasi (Adhari, 2016).

b. Transesterifikasi

Adhari (2016) mengatakan setelah reaksi esterifikasi selesai dilanjutkan ke tahap reaksi transesterifikasi dengan kondisi operasi pada temperatur 65oC, kecepatan pengadukan 350 rpm. kemudian ditambahkan katalis ZnO (0,5%, 0,6% dan 0,7%) ke dalam reaktor. Waktu awal reaksi mulai dihitung setelah katalis diumpankan ke dalam reaktor. Reaksi transesterifikasi berlangsung selama 50 menit, 75 menit, dan 100 menit. Setelah proses selesai, campuran dalam reaktor dipisahkan menggunakan corong pisah.

Transesterifikasi adalah tahap konversi dari trigliserida atau minyak nabati menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping gliserol (Cristina, 2016).

Menurut Prof. Dr. Mahfud (2018:6) reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :



Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Senyawa Alkil Ester (Biodiesel)
Sumber: Hadrah dkk (2018)

Menurut Silvira Wahyuni dkk (2015) faktor – faktor yang mempengaruhi proses transesterifikasi pada proses produksi biodiesel yaitu:

- a. Homogenisasi reaksi (pencampuran)
- b. Rasio molar
- c. Pengaruh jenis alkohol
- d. Katalis
- e. Metanolisis crude dan refined minyak nabati
- f. Pengaruh suhu
- g. Lama waktu pengendapan (*settling*)
- h. Kandungan air
- i. Putaran pengadukan
- j. Viskositas
- k. Massa jenis
- l. Titik nyala (*flash point*)
- m. Rendemen biodiesel

2.2.3 Standar Mutu Biodiesel

Syarat Mutu Biodiesel menurut SNI (Badan Standarisasi Nasional SNI. 2015. Jakarta) di susun dengan mengacu pada standar-standar syarat mutu biodiesel di Amerika Serikat, Eropa, dan Australia serta memperhatikan kondisi Indonesia. Parameter-parameter Syarat Mutu Biodiesel menurut SNI terdiri dari 2 kelompok antara lain:

1. Parameter yang nilainya lebih mewakili tingkat kesempurnaan pengolahan adalah viskositas kinematik, titik nyala (*flash point*), tingkat korosi bilah tembaga, bilangan asam, kadar ester alkil, gliserol total, fosfor, belerang, abu tersulfatkan, air dan sendimen.
2. Parameter yang nilainya ditentukan oleh komposisi asam lemak bahan mentah adalah angka setana, bilangan iodium, titik kabut (*cloud point*), residu karbon, uji halphen, massa jenis dan temperature destilasi.

Menurut Shofiatul ula (2017) solar yang dijual pada saat ini mendapatkan subsidi dari pemerintah. Harga solar pun naik turun seiring naik turunnya harga bahan bakar minyak dunia. Akan tetapi produksi biodiesel akan terus dilakukan sesuai dengan mandatori biodiesel yang tertuang dalam Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014 yang mewajibkan kadar biodiesel 20% (B20) pada 2016. Melimpahnya bahan baku dan untuk mengatasi limbah minyak jelantah maka

perlu dilakukan proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Proses produksi biodiesel dari minyak jelantah oleh industri kecil memerlukan alat-alat yang bisa dioperasikan secara mudah dengan harga terjangkau.

Selain itu, proses produksi biodiesel dari minyak jelantah juga membutuhkan bahan-bahan lain selain minyak jelantah, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian kelayakan proses produksi biodiesel skala industri kecil. Syarat mutu biodiesel dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Biodiesel Sumber: SNI (Badan Standarisasi Nasional SNI. 2015. Jakarta)

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 ⁰ C	Kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematik Pada 40 ⁰ C	Mm ² /s (cSt)	2.3-6.0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	⁰ C, min	100
5	Titik kabut	⁰ C, maks	18
6	Korosi lempeng Tembaga (3 jam pada 50 ⁰ C)		nomor 1
7	Residu karbon - dalam percontohan asli atau - dalam 10 ⁰ C ampas distilasi	%-massa, maks	0.05 0.3
8	Air dan sedimen	%-volume, Maks	0.05
9	Temperatur distilasi 90%	⁰ C, maks	360
10	Abu terpulsatkan	%-massa, maks	0.02
11	Belerang	Mg/kg, maks	50
12	Fospor	Mg/kg, maks	4

13	Angka asam	Mg-KOHg, Maks	0.5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0.02
15	Gliserol total	%-massa, Maks	0.24

2.2.4 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali penggorengan. Minyak jelantah merupakan salah satu bahan baku biodiesel yang potensial untuk dimanfaatkan di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari produksi minyak jelantah di Indonesia yang dapat mencapai 4.000.000 ton/tahun. Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan biodiesel jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jelantah, sebab mengingat banyaknya minyak jelantah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Teknologi terbaik yang dapat diterapkan adalah mengolah kembali minyak jelantah yang telah menjadi limbah sehingga memberi manfaat bagi masyarakat (Adhari, 2016).

Menurut Hadrah dkk (2018) salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak buruk minyak jelantah adalah mengubah minyak jelantah menjadi bahan biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar yang diproduksi dengan menggunakan minyak nabati atau lemak hewan melalui proses transesterifikasi atau proses esterifikasi dengan bantuan alkohol dan katalis.

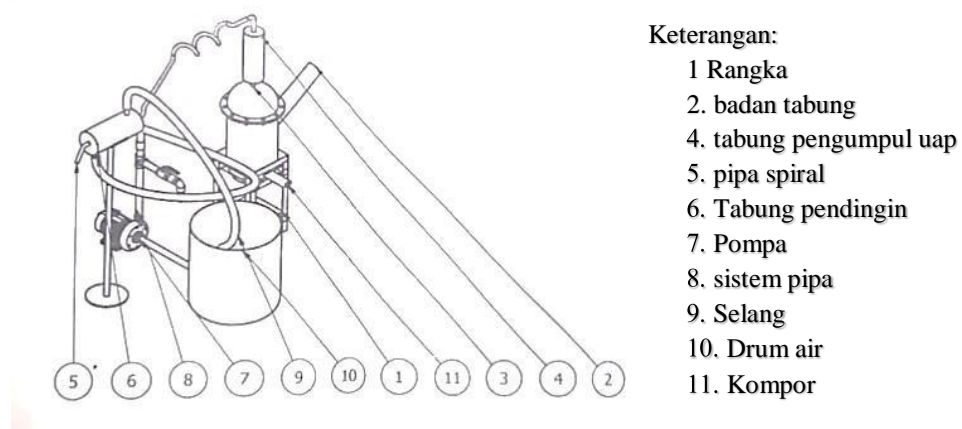
Penggunaan minyak goreng bekas atau minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel, karena secara karakteristik masih ada kesamaan dengan minyak kelapa sawit: masih mengandung trigliserida, di samping asam lemak bebas. Secara ekonomi, minyak goreng bekas yang kualitas sangat rendah seperti bentuknya yang sudah hitam, saat ini dapat diperoleh secara gratis karena merupakan limbah yang sudah tidak digunakan lagi. Data statistik menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan produksi minyak goreng. Selain ketersediaannya yang relatif berlimpah, minyak jelantah merupakan limbah sehingga berpotensi mencemari lingkungan berupa naiknya kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biology Oxygen Demand) dalam perairan, selain itu juga menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi (Joni Prasetyo, 2018).

2.2.4 Macam-Macam Alat Penghasil Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam menggunakan mesin diesel untuk menjadikan biodiesel bahan bakar. Sebagai energi baru dan terbarukan biodiesel semakin banyak diciptakan manusia dengan variasi mesin penghasil biodiesel yang semakin terbaru. Karena pada awalnya mesin berjalan yang pertama kali diciptakan oleh Rudolf Diesel menggunakan bahan bakar biodiesel. Pada dasarnya pembuatan Biodiesel memiliki metode yang sama yaitu esterifikasi tetapi ada beberapa metode yang berbeda pada prosesnya. Berikut ini adalah contoh alat pembuat biodiesel yang pernah ada:

2.2.5 Mesin Pengubah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel

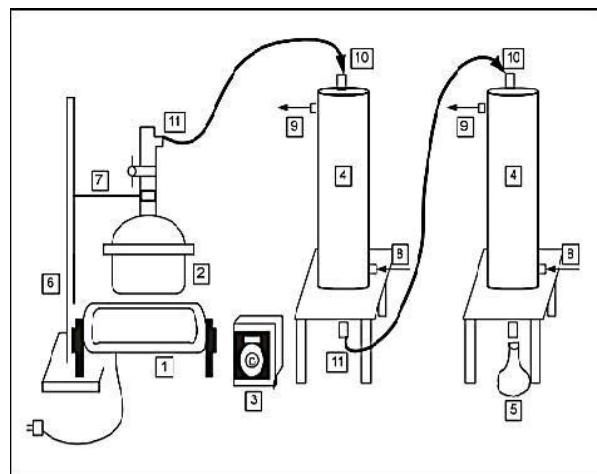
Alat ini adalah yang sederhana yang pernah di buat oleh Ripardi sebagai tugas akhirnya di Politeknik Negeri Sriwijaya. Cara kerja alat ini dengan cara menuangkan minyak jelantah pada wadah dan direbus dengan ruang tertutup sehingga mengga akibatkan minyak menguap dan mengalir dengan kata lain seperti penyulingan.



Gambar 2.2 Mesin Pengubah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel
Sumber: M. Rio Ripardi (2014)

3 Labu Pemanas dengan Metode *Zeolite Cracking Catalyst*

Pada jurnal yang di buat oleh Luqman Buchori dan Widayat ini mereka menggantikan katalis yang biasa digunakan yaitu asam klorida dan asam sulfat dengan *zeolite*. Proses *cracking* adalah salah satu cara untuk memutus rantai hidrokarbon dari molekul yang besar ke molekul yang lebih kecil.

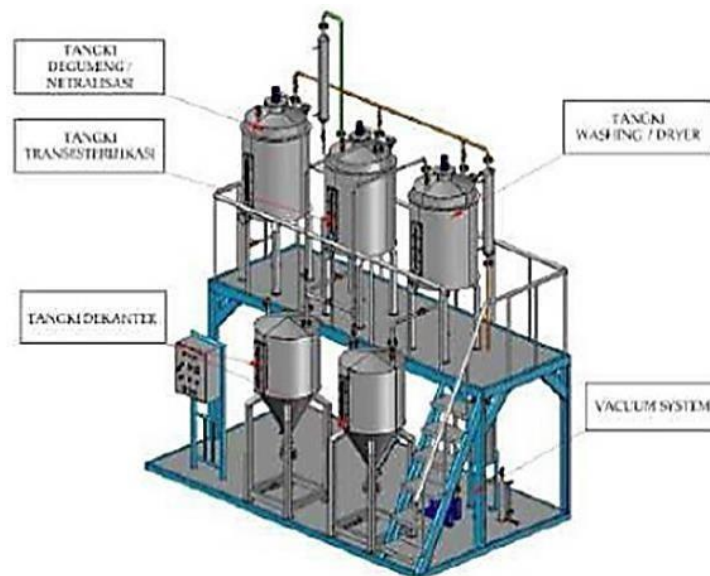


Keterangan:

1. Kompor listrik
2. Labu pemanas
3. Termokontrol
4. Pendingin balik
5. Erlenmeyer
6. Statif
7. Pipa air pendingin masuk
8. Pipa air pendingin keluar
9. Aliran uap masuk
10. Aliran uap keluar

Gambar 2.3 Labu Pemanas dengan Metode *Zeolite Cracking Catalyst*
Sumber: Luqman Buchori dan Widayat (2019)

- 4 Reaktor Biodiesel Kapasitas 30 liter dengan Bahan Baku Minyak Jelantah Alat yang dirancang oleh Alfaris ini memiliki keunggulan pada kapasitas yang banyak dan adanya proses netralisasi pada minyak yang memiliki kadar asam bebas tinggi karena jika asam pada minyak terlalu tinggi akan proses esterifikasi tak akan berjalan dengan baik.



Gambar 2.4 Reaktor Biodiesel 30 Ltr dengan Minyak Jelantah
Sumber: Alfaris Muhammad Syaddad (2015)

2.2.6 Studi Kelayakan

Studi kelayakan (*feasibility*) terhadap suatu proyek merupakan hal yang sangat penting mengingat perlunya suatu landasan yang dapat dijadikan acuan untuk menilai suatu proyek layak atau tidak untuk dilaksanakan. Salah satu hal yang biasanya ditinjau dalam studi kelayakan suatu proyek adalah mengenai analisa investasi (*investment analysis*) (Anugrah Prandana, 2015).

Sedangkan Aditya Laksana (2014), mengatakan bahwa studi kelayakan merupakan hal yang penting untuk dilakukan pada suatu perusahaan karena analisis kelayakan dilakukan untuk melihat apakah suatu proyek memberikan manfaat atas investasi yang ditanamkan, sesuai dengan teori Ibrahim (2003) menyatakan studi kelayakan merupakan suatu penelitian tentang layak atau tidaknya suatu proyek investasi dilaksanakan. Hasil kelayakan merupakan perkiraan kemampuan suatu proyek menghasilkan keuntungan yang layak bila telah dioperasionalkan.

2.2.6.1 Faktor Kelayakan

a. Kelayakan Teknis

Menurut Maulani Fauzi, dkk (2019) faktor kelayakan teknis adalah aspek membahas proses pengembangan proyek teknis dan operasinya (Prasetya, Nugraha, & Arijanto, 2013). Berdasarkan analisis ini juga dapat diperoleh penilaian awal rencana biaya investasi termasuk biaya pengembangan. Suatu investasi usaha sebaiknya ditunda terlebih dahulu apabila secara teknis tidak berjalan dengan baik meskipun menurut aspek pasar dikatakan layak dijalankan. Hal tersebut dikarenakan bisnis/usaha sering mengalami kegagalan karena tidak mampu menghadapi masalah-masalah teknis. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada aspek teknis dan teknologi yaitu sebagai berikut (Suliyanto, 2010):

- a. Penentuan lokasi bisnis
- b. Penentuan luas produksi
- c. Pemilihan mesin peralatan dan teknologi
- d. Penentuan layout pabrik dan bangunan

Kelayakan teknis menyoroti kebutuhan sistem yang telah disusun dari aspek teknologi yang akan digunakan, jika teknologi yang dikehendaki untuk

pengembangan sistem merupakan teknologi yang mudah didapat, murah, dan tingkat pemakaiannya mudah, maka secara teknis usulan kebutuhan sistem bisa dinyatakan layak.

b. Kelayakan Finansial

Maulani Fauzi dkk (2019) mengatakan bahwa aspek Finansial Keuangan adalah salah satu fungsi dari bisnis atau usaha yang bertujuan untuk memberi keputusan untuk berinvestasi, pendanaan dan *divident*. Studi keuangan akan memberikan pemahaman mendalam mengenai arah bagaimana dana akan dialokasikan yang dapat dilakukan dalam dua bentuk yaitu untuk aktiva tetap (*fixed assets*) dan modal kerja (*working capital*) (Situmorang & Dilham, 2007). Aspek biaya investasi dan biaya operasional merupakan dua jenis biaya yang mempengaruhi perhitungan kelayakan finansial suatu usaha (Suliyanto, 2010).

c. Kelayakan Ekonomi

Untuk menganalisis kelayakan ekonomi digunakan kalkulasi analisis biaya dan manfaat (*cost benenefit analysis*). adapun tujuan dari analisis biaya dan manfaat adalah untuk memberikan gambaran kepada pengguna apakah manfaat yang diperoleh dari sistem baru “ lebih besar “ dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Pada analisis biaya dan manfaat, ada beberapa metode kuantitatif yang digunakan untuk menemukan standar kelayakan proyek (Saifullah, 2014).

d. Kelayakan Hukum

Menguraikan secara hukum apakah sistem yang akan dikembangkan tidak menyimpang dari hukum yang berlaku (tidak melanggar hukum jika diterapkan di objek penelitian). Misal : bagaimana kelayakan perangkat lunak yang digunakan, bagaimana kelakan hukum informasi yang dihasilkan oleh program aplikasi yang dibuat. Apakah melanggar hukum atau tidak.

e. Kelayakan Operasional

Penilaian terhadap kelayakan operasional digunakan untuk mengukur apakah sistem yang akan dikembangkan nantinya dapat dioperasikan dengan baik atau tidak di dalam organisasi.

f. Kelayakan Jadwal

Penilaian kelayakan jadwal ini digunakan untuk menentukan bahwa pengembangan sistem akan dapat dilakukan dalam batas waktu yang telah

ditetapkan.

2.2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi Menurut Arpiwi (2015), faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut:

a) Lama Reaksi

Semakin lama waktu reaksi semakin banyak produk yang dihasilkan karena keadaan ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk bertumbukan satu sama lain. Namun setelah kesetimbangan tercapai tambahan waktu reaksi tidak mempengaruhi reaksi.

b) Rasio

Perbandingan alkohol atau metanol dengan minyak Rasio molar antara alkohol dengan minyak nabati sangat mempengaruhi dengan metil ester yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan maka konversi ester yang dihasilkan akan bertambah banyak. Perbandingan molar antara alkohol dan minyak nabati yang biasa digunakan dalam proses industri untuk mendapatkan produksi metil ester yang lebih besar dari 98% berat adalah 6 : 1.

c) Jenis katalis Katalis

adalah suatu zat yang berfungsi mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi, namun tidak menggeser letak keseimbangan. Penambahan katalis bertujuan untuk mempercepat reaksi dan menurunkan kondisi operasi. Tanpa katalis reaksi transesterifikasi baru dapat berjalan pada suhu 250°C. Ketika reaksi selesai, kita akan mendapatkan massa katalis yang sama seperti pada awal kita tambahkan. Katalis yang dapat digunakan dapat berupa katalis homogen atau heterogen.

d) Suhu

Kecepatan reaksi transesterifikasi akan meningkat pada suhu yang mendekati titik didih alkohol yang digunakan. Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30°C - 65°C dan dijaga selama proses, tergantung dari jenis minyak yang digunakan. Dalam proses transesterifikasi perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat sehingga bisa mengatasi energi aktivasi. Suhu mempengaruhi viskositas dan densitas, karena viskositas

dan densitas merupakan dua parameter fisis penting yang mempengaruhi pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar. Semakin tinggi suhu menyebabkan gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik yang dimiliki molekul-molekul pereaksi semakin besar sehingga tumbukan antara molekul pereaksi juga meningkat.

e) Pengadukan

Peningkatan kecepatan pengadukan meningkatkan kecepatan reaksi karena dengan pengadukan akan mempercepat pergerakan molekul dan memperbesar peluang terjadinya tumbukan antar molekul.

f) Lama Waktu Pengendapan (*Settling*)

Lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses transesterifikasi 2 tahap yaitu melakukan dua kali proses transesterifikasi. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi.

g) Kandungan Air

Kandungan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi dapat berubah menjadi reaksi sabun atau saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sehingga meningkatkan viskositas, terbentuknya gel dan dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dan Biodiesel.

h) *Methanol*

Jenis alkohol yang selalu dipakai pada proses transesterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena methanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) karena metanol memiliki satu ikatan carbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan etanol. Jumlah metanol tidak berpengaruh terhadap densitas biodiesel namun besarnya menunjukkan bahwa densitas biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan pada spesifikasi minyak biodiesel yaitu 0,87 gr/ml. Densitas yang diperoleh telah memenuhi standar baku mutu SNI 7182:2015 yaitu

0,85 - 0,87 gr/ml.

i) Kosolven

Pembuatan biodiesel merupakan reaksi yang lambat karena berlangsung dalam dua fase, permasalahan tersebut dapat di atasi dengan penambahan kosolven kedalam campuran minyak nabati, metanol dan katalis, sehingga penambahan kosolven bertujuan untuk membentuk sistem larutan menjadi berlangsung dalam satu fase. Reaksi transesterifikasi tanpa kosolven ternyata berlangsung lambat dan menghasilkan metil ester yang kurang signifikan dibanding penambahan kosolven, Hal ini terjadi karena adanya perbedaan kelarutan antara minyak nabati dengan metanol, dalam metanol campuran reaktan membentuk dua lapisan (membentuk dua fase) dan diperlukan waktu beberapa saat agar minyak nabati dapat larut di dalam metanol.

2.2.8 Generator

Generator merupakan jenis mesin listrik yang digunakan sebagai alat pembangkit energi listrik dengan cara mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator mempunyai kumparan jangkar pada rotor dan kumparan medan pada stator. Apabila kumparan jangkar dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa akan ditimbulkan medan putar pada stator. Kumparan medan rotor diberi arus searah sehingga mendapatkan tarikan dari kutub medan stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama sampai menimbulkan energi listrik (Rimbawati, dkk. 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin meningkat, kebutuhan akan tenaga listrik setiap hari juga semakin meningkat. Sehingga mendorong peningka-tan penyediaan pembangkit energi listrik yang memadai. Generator merupakan salah satu peralatan utama dalam suatu pembangkit tenaga listrik, baik pada pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga gas, pembangkit listrik tenaga uap, dan pembangkit listrik tenaga diesel.

Generator sinkron mengubah energy mekanik yang dihasilkan pada poros turbin menjadi energi listrik tiga fasa. Pembangkit listrik adalah bagian dari alat industri yang dipakai untuk memproduksi dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber tenaga, seperti PLTU, PLTD, PLTA, dan lain-lain. Bagian utama

dari pembangkit listrik ini adalah generator, yakni mesin berputar yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip medan magnet dan penghantar listrik. Mesin generator ini diaktifkan dengan menggunakan berbagai sumber energi yang sangat bermanfaat dalam suatu pembangkit listrik. Pembangkitan tenaga listrik sebagian besar dilakukan dengan cara memutar generator sinkron sehingga didapat tenaga listrik dengan tegangan bolak-balik tiga fasa. Energi mekanik yang diperlukan untuk memutar generator sinkron didapat dari mesin penggerak generator atau biasa disebut penggerak mula (prime mover). Mesin penggerak generator yang banyak digunakan dalam praktik, yaitu: mesin diesel, turbin uap, turbin air, dan turbin gas.

Generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul ggl induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Rotor berhubungan dengan poros generator yang berputar di pusat stator. Poros generator biasanya diputar menggunakan usaha luar yang dapat berasal dari medan magnet. Sebagaimana pada mesin arus searah dan mesin asinkron (tak serempak) maka mesin sinkron (serempak) dibagi menjadi dua jenis :

1. Generator sinkron (generator serempak/generator arus bolak-balik/alternator yang banyak digunakan pada pembangkit tenaga listrik).
2. Motor sinkron (motor serempak) dapat digunakan untuk menggerakkan mesinmesin produksi di Industri yang menghendaki putaran tetap. Sebagaimana pada generator arus searah, belitan (kumparan) jangkar ditempatkan pada rotor sedangkan belitan medan ditempatkan pada stator, demikian pula untuk generator sinkron untuk kapasitas kecil. Akan tetapi pada generator sinkron yang dipergunakan untuk pembangkitan dengan kapasitas besar, belitan atau kumparan jangkar ditempatkan pada stator sedangkan belitan medan ditempatkan pada rotor dengan alasan :
 1. Belitan jangkar lebih kompleks dari belitan medan sehingga lebih terjamin jika ditempatkan pada struktur yang diam.
 2. Lebih mudah mengisolasi dan melindungi belitan jangkar terhadap tegangan

yang tinggi.

3. Pendinginan belitan jangkar mudah karena inti stator yang terbuat cukup besar sehingga dapat didinginkan dengan udara paksa.
4. Belitan medan mempunyai tegangan rendah sehingga efisien bila digunakan pada kecepatan tinggi.

2.2.9 Daya Listrik

Faisal Irsan Pasaribu (2018), kualitas daya listrik pada industri sangat penting, karena sangat mempengaruhi proses dan hasil akhir produksi. Ketika semakin sensitifnya suatu peralatan baik di industri maupun di rumah tangga, kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan kerusakan-kerusakan peralatan sensitif tersebut. Beban-beban non-linier juga menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas daya listrik. Beban tersebut merupakan sumber harmonik yang dapat menurunkan kualitas daya listrik. Beban non-linier adalah beban di mana bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dalam setiap setengah siklus, sehingga gelombang keluaran arus dan tegangannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beberapa beban non linier adalah inti magnet pada trafo dan mesin berputar, mesin-mesin sinkron, pengelasan, photovoltaic inverter, dan peralatan elektronik kantor. Selain itu, masih banyak akibat yang dihasilkan jika kualitas daya listrik dalam industri buruk (Hamdani Rizal.M, 2017). Apabila nilai sudut faktor daya melebar maka efektivitas dari daya aktif (KW) atau daya kerja akan rendah.

Untuk memperbaiki dari menurunnya daya listrik yang dikarenakan pengaruh faktor daya yang tinggi, dengan menggunakan aplikasi kapasitor bank. Kapasitor bank berfungsi menaikan daya reaktif, dengan menggunakan kapasitor bank pemakaian daya reaktif pada jaringan instalasi listrik dapat diperbaiki. karena pemakaian daya reaktif yang dibutuhkan tidak sepenuhnya disuplai melalui jaringan instalasi listrik. Dengan aplikasi kapasitor bank rugi-rugi daya yang mempengaruhi kualitas dari daya listrik dapat diperbaiki sehingga efektivitas dari daya kerja (KW) dapat bekerja secara optimal (penangsang dkk, 1995, susanto dkk, 1993). Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui besarnya kompensasi XC (reaktansi kapasitif) akibat beban XL (reaktansi induktif)

untuk perbaikan faktor daya dan menganalisa pengaruh XC (reaktansi kapasitif) dari bank kapasitor untuk perbaikan kualitas daya.

2.2.10 Karakteristik Mesin Diesel

M. Riski (2018), mesin Diesel adalah penggerak utama untuk mendapatkan energi listrik dan dikeluarkan oleh Generator. Pada mesin diesel energi bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kemudian pada proses engkol dirubah menjadi energi putar. Energi putar ini digunakan untuk memutar generator yang merubahnya menjadi energi listrik. Mesin diesel adalah sejenis motor bakar yang penyalanya dengan cara bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi tekanan udara dalam silinder maka suhu udara akan meningkat, sehingga bahan bakar dalam bentuk kabut halus bersinggungan dan bercampur dengan udara panas, maka proses pembakaran akan terjadi dengan sendirinya. Mesin diesel terdiri dari 2 susunan silinder pada mesin yaitu:

- a. Mesin diesel 4-Langkah
- b. Mesin diesel 2-Langkah

Karakteristik utama dari mesin diesel yang membedakannya dari motor bakar yang lain adalah metode penyalaan bahan bakar. Dalam mesin diesel bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi udara bertekanan tinggi. Selama kompresi udara dalam silinder mesin maka suhu udara meningkat, sehingga ketika bahan bakar dalam bentuk kabut halus, bersinggungan dengan udara panas akan menyala dan tidak dibutuhkan alat penyalaan lain dari luar. Karena alasan ini mesin diesel disebut juga mesin penyalaan kompresi. Karakteristik yang penting dari mesin diesel adalah bahwa mesinnya menghasilkan puntiran yang kurang lebih tidak tergantung pada kecepatan, karena banyaknya udara yang diambil ke dalam silinder dalam tiap langkah hisap dari torak hanya sedikit dipengaruhi oleh kecepatan mesin. Banyaknya bahan bakar yang dapat dibakar di dalam silinder dengan tiap langkah hisap dan usaha berguna yang ditimbulkan oleh aksi torak. Dengan demikian hampir konstan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan rancangan alat penelitian. Metode penelitian yang digunakan ialah metode penelitian eksperimen yang dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan sebuah mesin pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel.

Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah yaitu pengujian untuk mengetahui kelayakan alat, prinsip kerja sebuah alat dan keefektifan alat tersebut. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 6 bulan terhitung dari tanggal 2 Oktober 2020 sampai 20 Maret 2021. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian.

3.1.2 Tempat

Tempat penelitian di kecamatan lima puluh kabupaten batubara, sumatera utara. Tepatnya pada sebuah peternakan ayam.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan dan komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Laptop pribadi yang digunakan sebagai input pengumpulan data.
2. Multimeter berfungsi sebagai alat ukur tegangan listrik yang dihasilkan.
3. Timbangan digital berfungsi untuk menimbang berat soda api.
4. Tabung Ukur berfungsi sebagai pengukur.
5. *Stopwacth* sebagai penghitung waktu.
6. Kipas angin berfungsi sebagai beban.
7. Kabel sebagai penghubung generator
8. Lampu pijar berfungsi sebagai beban.

3.2.2 Bahan

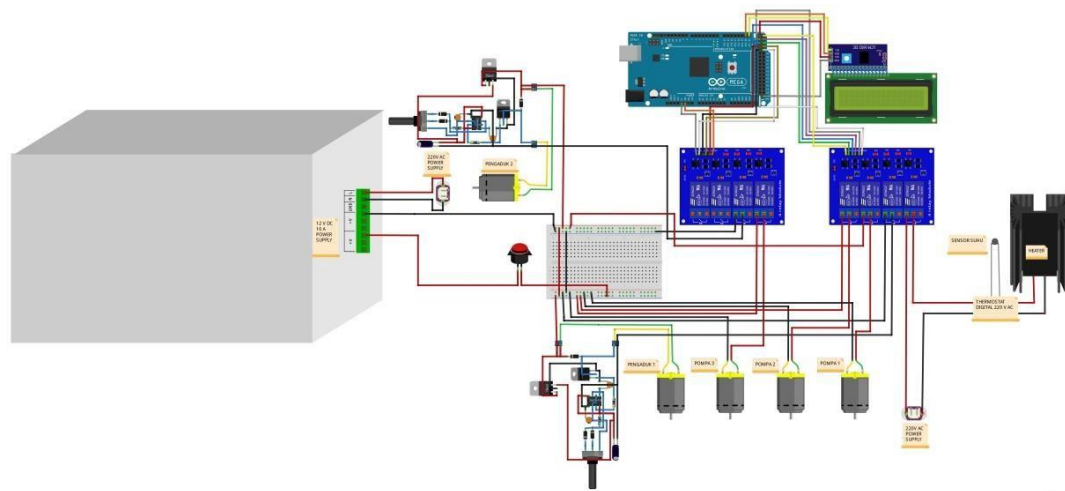
Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Soda api (NaOh)
2. Methanol-etanol
3. Minyak jelantah
4. Biosolar (B-20)
5. Mesin Diesel *Shark*
6. Generator 1 *Phase*

4.2 Perancangan perangkat keras

3.3.1 Skematik rangkaian alat

Setiap bagian dari sistem komponen memiliki peran penting sesuai fungsi masing – masing supaya sistem tersebut dapat berjalan sesuai yang direncanakan. Setiap dari masing – masing komponen akan dihubungkan dengan Arduino Mega. Gambar rangkian skematik sistem dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 3.1 Rangkaian mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

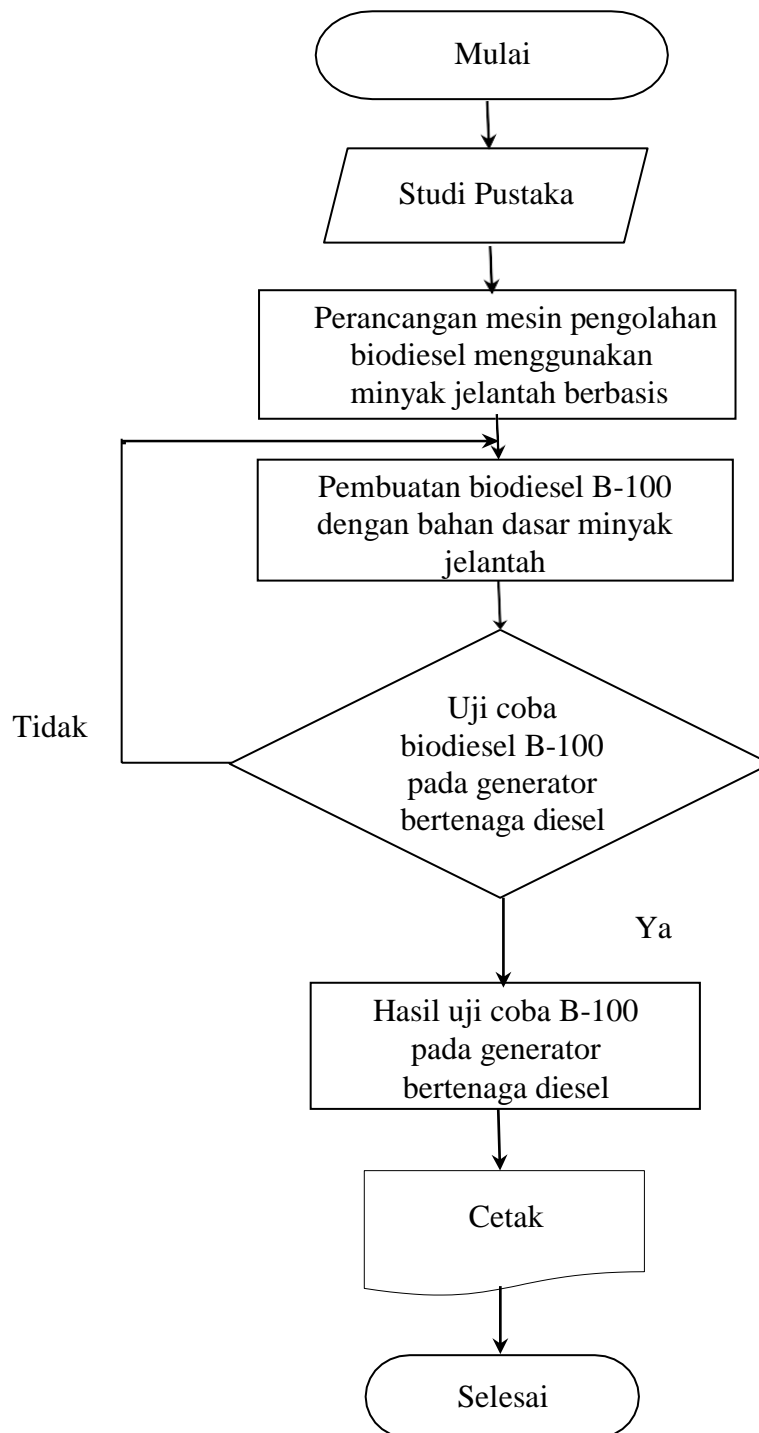
Rangkaian diatas di buat dengan menggunakan program ISIS pada software Proteus 8. Fungsi gambar skematik rangkaian sistem percobaan ialah agar lebih mudah memahami rangkaian dengan melihat jalur-jalur terhubungnya komponen.

4.3 Tahapan Percobaan

Tahapan Percobaan dapat dilakukan dengan prosedur yang telah dilakukan, Adapun tahap yang dilakukan dalam melaksanakan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

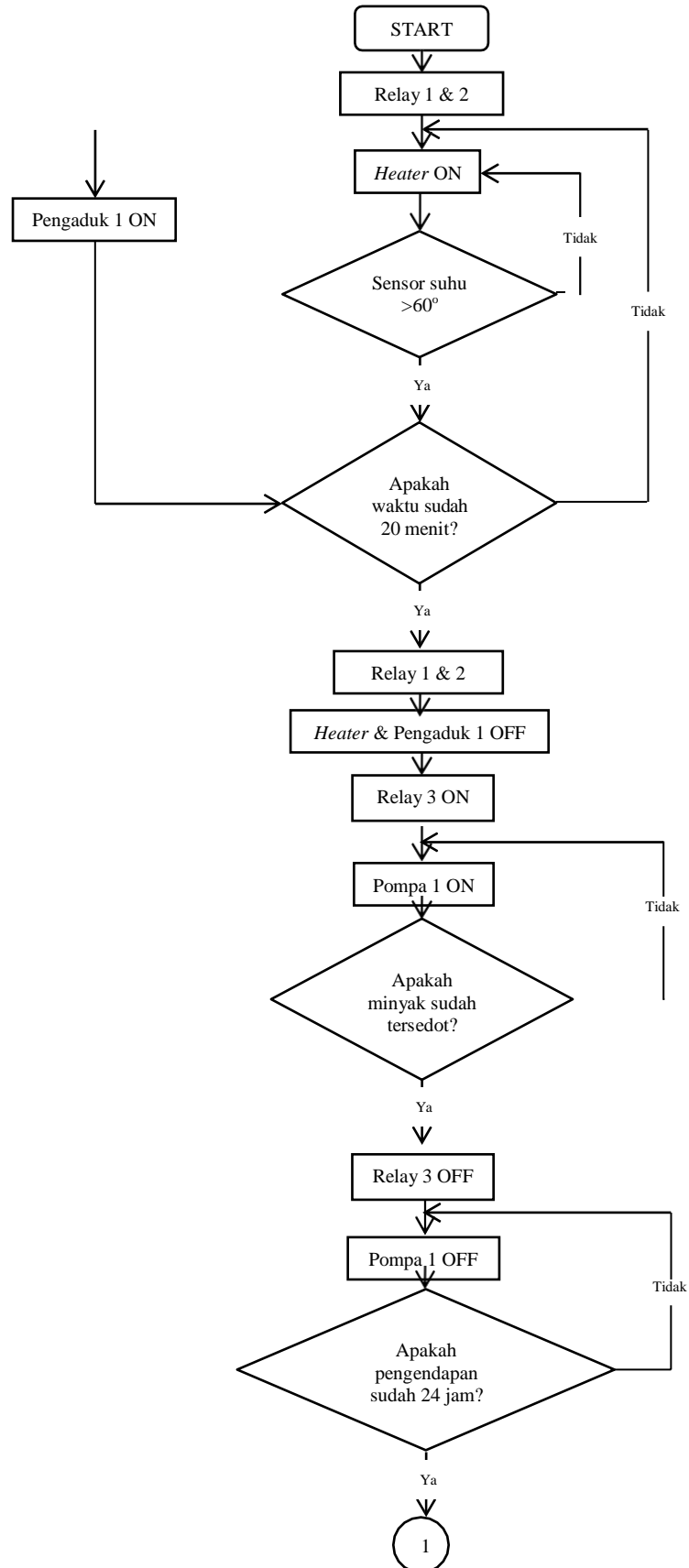
1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literature guna memperoleh berbagai teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Menyiapkan bahan dan alat penelitian.
3. Melakukan Perancangan alat penelitian dan program pengontrolan arduino mega.
4. Melakukan uji coba alat penelitian.
5. Menganalisis hasil uji coba dari alat penelitian.
6. Cetak hasil uji coba dari alat penelitian tersebut.
7. Selesai.

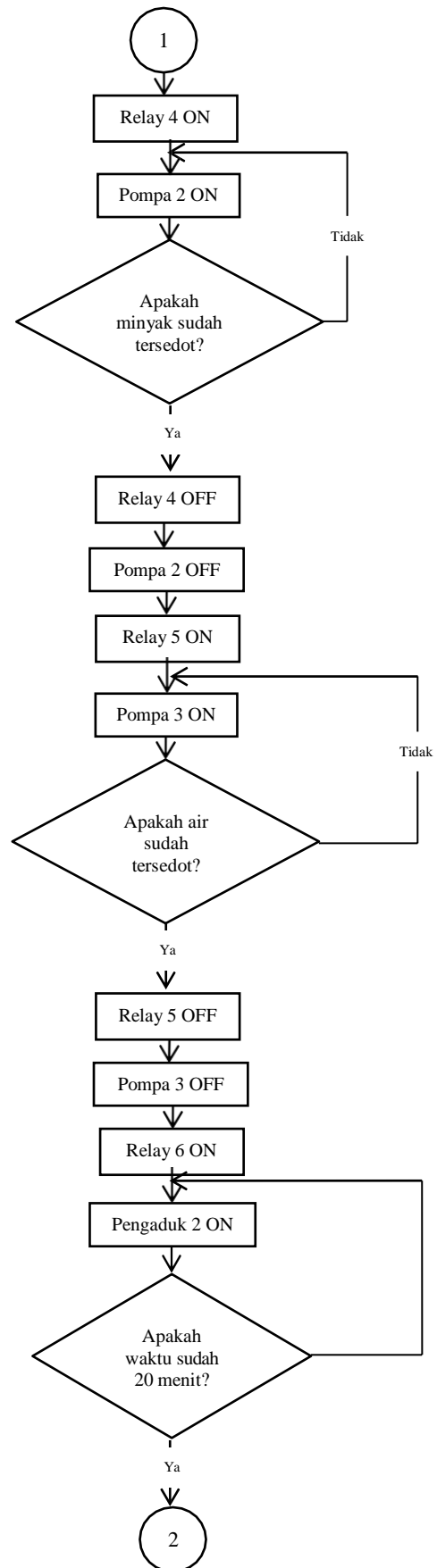
3.5 Flowchart Penelitian

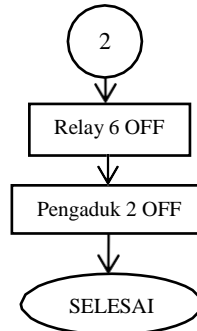


Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

3.6 Flowchart sistem kerja mesin pengolah Biodiesel

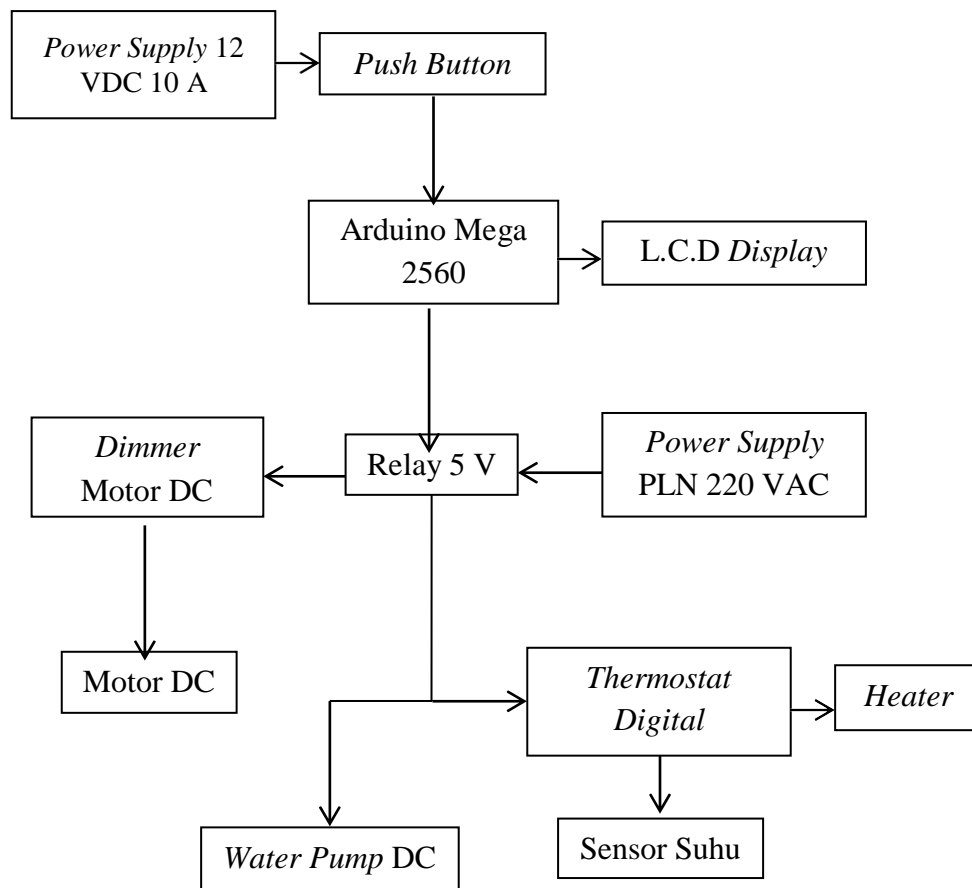






Gambar 3.3 Flowchart sistem kerja mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

3.7 Blok Diagram



Gambar 3.2 Skema rancangan Alat Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega

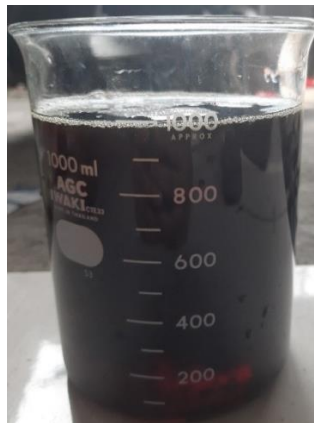
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

41 Hasil analisis studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

Pada penelitian analisis studi kelayakan perancangan dan pembuatan mesin biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino ini terdiri dari beberapa alat dan bahan yang akan menjadi bahan penelitian. Adapun alat dan bahan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Minyak Jelantah

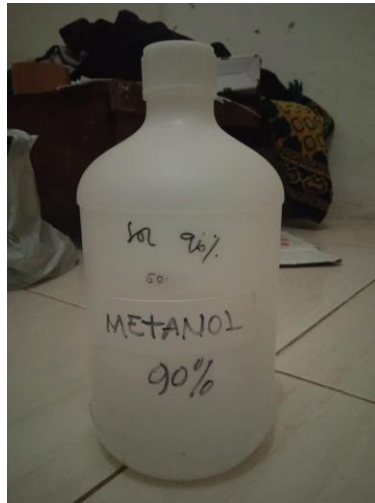
Minyak jelantah akan menjadi bahan utama dalam pembuatan biodiesel pada penelitian ini. Minyak jelantah yang masih mudah didapat dari para pedagang akan dimanfaatkan menjadi sebuah energi baru dan terbarukan yaitu biodiesel.



Gambar 4.1 Minyak jelantah bekas penggorengan

2. Metanol

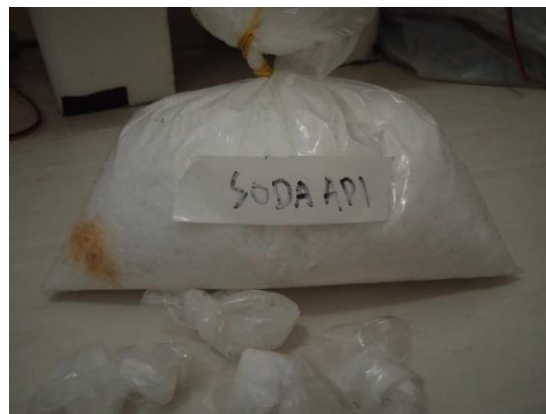
Jenis alkohol yang selalu dipakai pada proses transesterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena methanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) karena metanol memiliki satu ikatan carbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan etanol.



Gambar 4.2 Metanol 90%

3. Soda Api (NaOH)

Soda api atau Natrium Hidroksida (NaOH) berperan sebagai katalis pada saat proses transesterifikasi yaitu saat proses reaksi trigliserida yaitu reaksi NaOH, metanol, dan minyak jelantah.



Gambar 4.3 Soda api (NaOH) digunakan sebagai katalis

4. Mesin Diesel *Shark*

Mesin diesel yang dipakai pada penelitian adalah Mesin Diesel *Shark*. Fungsi Mesin Diesel *Shark* tipe R175 7 HP dengan *rated speed* 2600 Rpm ini adalah untuk menguji biodiesel yang dihasilkan dari alat proses dan pembuatan minyak jelantah berbasis arduino mega.



Gambar 4.4 Mesin Diesel *Shark*

5. Timbangan Digital

Timbangan digital pada penelitian ini berfungsi sebagai pengukur berat pada bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini. Digunakannya timbangan digital ini agar menentukan secara detail dan akurat berat pada bahan-bahan yang digunakan, karena akan menentukan angka rasio yang akurat pada proses reaksi yang diinginkan pada penelitian.



Gambar 4.5 Timbangan digital sebagai pengukur berat

6. Tabung ukur

Tabung ukur digunakan sebagai penentu volume bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini, bertujuan agar rasio pada bahan-bahan yang akan direaksikan akan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4.6 Tabung Ukur

7. *Tachometer*

Tachometer berfungsi sebagai pengukur kecepatan putaran generator dalam satuan Rpm (*Rotation Per Minute*).



Gambar 4.7 *Tachometer*

8. *Generaor 1 Phase*

Generator 1 *Phase* Yamagawa tipe ST-3 KW dengan *rated speed* 1500 Rpm, pada penelitian ini digunakan sebagai pembangkit listrik dari mesin diesel dan diberi beban 990 Watt.



Gambar 4.8 Generator 1 Phase

9. Mesin pengolah biodiesel

sehingga hasil gabungan rangkaian ini membentuk suatu alat utuh dan diharapkan dapat bermanfaat untuk pengolahan limbah minyak jelantah yang banyak di lingkungan kita, adapun hasil rancangan alat secara keseluruhan dari pemanasan dan LCD produksi biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega dapat dilihat pada gambar berikut ini.

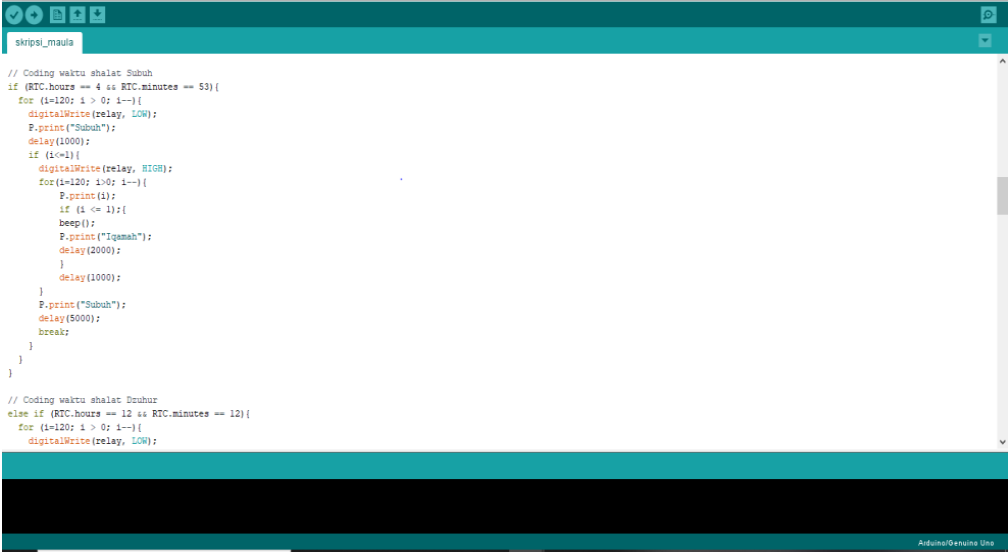


Gambar 4.1.13 Pemanasan Produksi Biodiesel

42 Proses pembuatan biodiesel pada mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega

Persiapan awal pada proses ini adalah menyiapkan program dari *software* Arduino IDE, berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan:

1. Mempersiapkan kabel penghubung arduino agar bisa terhubung ke laptop.
2. Mempersiapkan laptop sebagai tempat coding program arduino.
3. Menyiapkan aplikasi program arduino di laptop, bisa di download di internet.
4. Membuka aplikasi arduino yang telah di download.
5. Menghubungkan arduino ke laptop dengan kabel penghubung.
6. Melakukan setting program untuk alat tersebut.
7. Setelah setting program selesai, klik konfirmasi kemudian klik upload, tunggu beberapa saat.
8. Sistem bekerja.



```

// Coding waktu shalat Subuh
if (RTC.hours == 4 && RTC.minutes == 53){
  for (i=120; i > 0; i--){
    digitalWrite(relay, LOW);
    P.print("Subuh");
    delay(1000);
  }
  digitalWrite(relay, HIGH);
  for(i=120; i>0; i--){
    P.print(i);
    if (i <= 3){
      beep();
      P.print("Tqamah");
      delay(2000);
    }
    delay(1000);
  }
  P.print("Subuh");
  delay(5000);
  break;
}
}

// Coding waktu shalat Dhuhur
else if (RTC.hours == 12 && RTC.minutes == 12){
  for (i=120; i > 0; i--){
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
}

```

Gambar 4.8 Tampilan Program Arduino Untuk Pengontrolan Alat Pengolahan Biodiesel

Dapat dilihat dari gambar diatas adalah rangkaian program dari *Software* Arduino IDE yang diaplikasikan pada mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega.

Adapun isi setting program untuk alat tersebut, yaitu sebagai berikut :

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
void setup()

```

```
{
  pinMode(22,OUTPUT); // pemanas
  pinMode(23,OUTPUT); // pengaduk 1
  pinMode(24,OUTPUT); // pompa 1
  pinMode(25,OUTPUT); // pompa 2
  pinMode(26,OUTPUT); // Pompa 3
  pinMode(27,OUTPUT); // pengaduk 2

  lcd.init();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PEMBUATAN");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("BIODIESEL");

  digitalWrite(22,HIGH);
  digitalWrite(23,HIGH);
  digitalWrite(24,HIGH);
  digitalWrite(25,HIGH);
  digitalWrite(26,HIGH);
  digitalWrite(27,HIGH);
  delay(3000);
}
void loop()
{
  delay(120000);
  lcd.clear();
  digitalWrite(23,LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PEMANAS ON");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Timer =10 Menit");
  delay(600000); // PEMANASAN
  digitalWrite(23, HIGH);
```

```
lcd.clear();
delay(1000);
digitalWrite(22,LOW);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PENGADUKAN");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Timer =20 Menit");
delay(1200000); // PENGADUKAN
digitalWrite(22,HIGH);
lcd.clear();
delay(1000);
digitalWrite(24, LOW); // pompa 1 nyala
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("POMPA 1 ON");
delay(25000); // lama pompa menyala
digitalWrite(24,HIGH);
lcd.clear();
delay(1000);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PENGENDAPAN");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Timer =24 Jam");
delay(86400000);// pengendapan 1 malam
lcd.clear();
delay(1000);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("POMPA 2 ON");
digitalWrite(25, LOW);
delay(25000);
digitalWrite(25, HIGH);
lcd.clear();
delay(1000);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("POMPA 3 ON");
digitalWrite(26, LOW);
```

```
delay(25000);  
digitalWrite(26, HIGH);  
lcd.clear();  
delay(1000);  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("PENGADUK 2 ON");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Timer =20 Menit");  
digitalWrite(27, LOW);  
delay(1200000);  
digitalWrite(27, HIGH);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("PROSES SELESAI");  
  
while();  
}
```

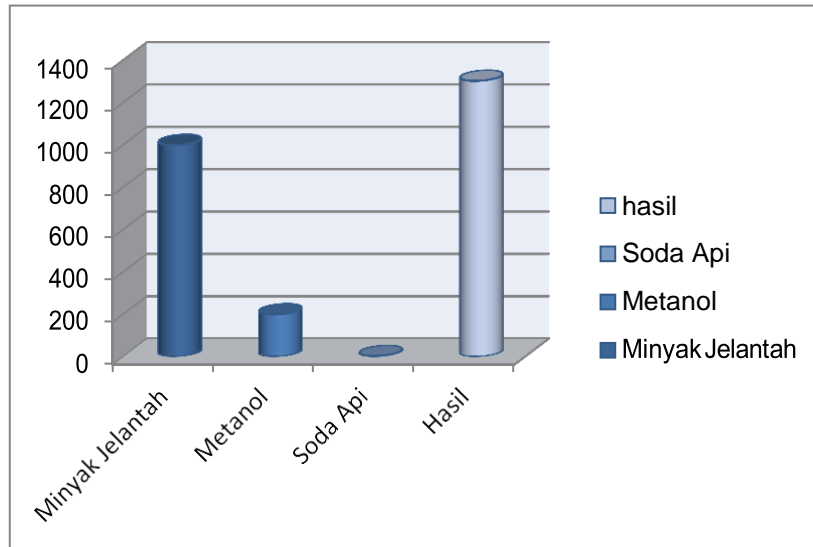
4.2.1 Pencampuran



Gambar 4.10 Proses pencampuran

Pada proses awal pembuatan biodiesel ini disebut pencampuran dimana metanol akan di reaksikan dengan soda api (NaOH), soda api akan dilarutkan kedalam wadah yang berisi metanol sampai benar-benar larut. Pada proses pencampuran ini tidak boleh dilakukan pada wadah yang terbuka karena kadar oksigen akan mempengaruhi proses reaksi tersebut. Setelah itu minyak jelantah dipanaskan hingga 60°C, dan dicampurkan

kembali dengan larutan soda api dan metanol tersebut, disini proses transesterifikasi terjadi bertemunya triglerisida. Jika 1 liter minyak jelantah maka metanol yang dibutuhkan 200 ml, dan soda api (NaOH) 300 gr. Kemudian ketiga bahan yang sudah dicampurkan tersebut akan diendapkan selama 24 jam.



Gambar 4.9 Volume ukuran bahan pada proses pencampuran

4.2.2. Pencucian

Setelah diendapkan selama 24 jam 3 bahan tersebut bersatu dan menyisakan gliserol yang padat pada bagian bawahnya, dan di sedot oleh pompa ke proses pencucian dan kemudian bagian minyak akan diambil dan pisahkan dengan gliserol padat tersebut. selanjutnya akan dicuci dengan air yang bersuhu 60°C, dicuci dengan cara mencampurkan air dan bahan-bahan yang sudah direaksikan tersebut dan diaduk dengan merata sehingga kadar-kadar gliserol yang ada pada bahan tersebut akan terpisahkan oleh air. Lalu air dan minyak yang sudah dicuci tersebut akan di endapkan lagi selama 12 jam, agar kadar gliserol dan minyak betul-betul berpisah dengan air.



Gambar 4.10 Proses pencucian

Gambar diatas adalah pencampuran antara air dan minyak jelantah yang sudah direaksikan dengan metanol dan soda api. Selama proses pencucian di lakukan berulang-ulang sampai gliserin pada minyak tersebut dibersihkan dan dipisahkan dengan minyak, gliserin tidak termasuk limbah pada pengujian ini, gliserin dapat dimanfaatkan sebagai lilin.

4.2.3. Pemisahan

Pada bagian pemisahan ini minyak yang sudah dicuci dengan air yang bersuhu 60°C akan dipisahkan melalui wadah pemisah, warna dan tingkat kejernihan minyak akan terlihat jauh lebih jernih setelah melewati proses pencucian dan diendapkan lagi selama 12 jam agar kadar gliserol yang masih menyangkut dengan minyak akan berpisah dan bergabung dengan air. Pada proses ini minyak akan dipisahkan melalui wadah pemisah, dan bahan minyak tersebut sudah menjadi biodiesel yang diinginkan.



Gambar 4.11 Biodiesel B-100

4.4 Percobaan bahan bakar Biodiesel B-20, B-40, dan B-100 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*

4.4.1 Rincian beban

Tabel 4.1 Daftar rincian Beban

No	Nama Item	Daya	Banyak	Jumlah
1.	Lampu pijar	30 Watt	9	270 Watt
4.	Kipas Angin	240 Watt	3	720 Watt
Jumlah: 990 Watt				

4.3.2 Percobaan bahan bakar Biodiesel B-20 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*

Percobaan pertama, biodiesel B-20 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase* B-20 yang artinya Adalah pencampuran 20 % biodiesel dan 80% solar, Pertamina saat ini sudah menjual B20 dipasaran, jadi biosolar yang dipasarkan Pertamina saat ini adalah jenis biodiesel B-20.



Gambar 4.10 Biodiesel B-20

Pada penelitian bahan bakar biodiesel B-20 ini, akan dihitung kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dengan menggunakan *Tachometer* hasil pengukuran kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dalam bentuk satuan *Rpm (Rotation per Minute)*, dan dihitung juga tegangan yang dihasilkan oleh generator 1 *Phase* menggunakan *Voltmeter*, hasil yang didapatkan dari penelitian ini bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.2 Hasil percobaan Biodiesel B-20

<i>Power Engine</i>	Putaran Mesin (Rpm)	Tegangan (V)
<i>Rate Power</i>	1337	180 V
<i>Max Power</i>	1505	208 V

**Gambar 4.11** Hasil Pengukuran tegangan pada kecepatan mesin pada keadaan *Max Power* menggunakan biodiesel B-20

Tegangan listrik yang dihasilkan minyak biodiesel B-20 pada saat mesin diesel dalam keadaan *Max Power* adalah sebesar 208 V yang diukur dengan Voltmeter digital.

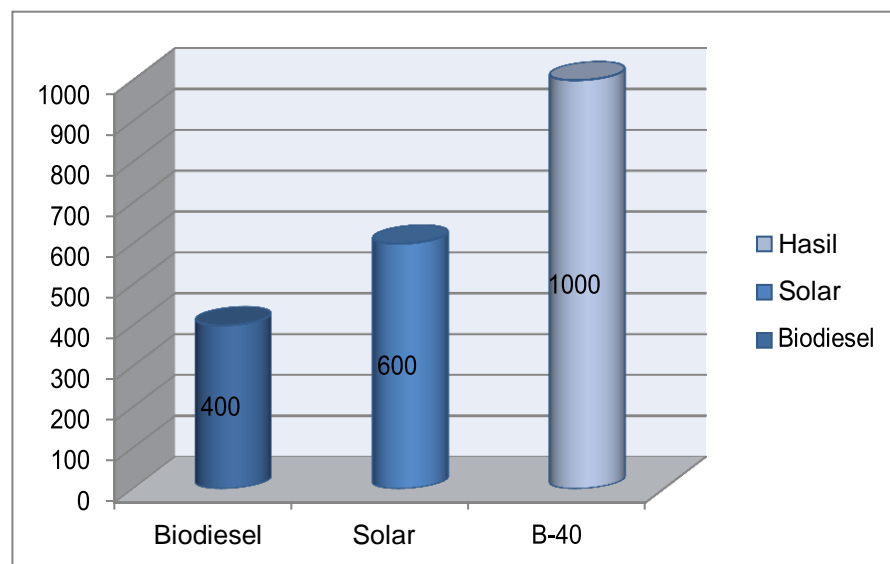
**Gambar 4.12** Hasil pengukuran kecepatan pada *Rated Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-20

Hasil yang didapatkan dari percobaan mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-20 dengan beban 990 Watt menunjukkan bahwa pada *Power Engine* di keadaan *Max Power* dapat menghasilkan putaran mesin generator 1505 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan sebesar 208 V yang mana masih bisa menghidupkan beban sebesar 990 Watt. Dan pada *Power Engine* diatur menjadi *Rated Power* yang mana artinya *Power Engine* dalam keadaan normal tanpa beban menghasilkan putaran mesin generator 1337 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan adalah sebesar 180 V.

4.3.3 Percobaan Biodiesel B-40 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1

Phase

Pada saat percobaan biodiesel B-40 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*, B-40 adalah biodiesel yang dicampurkan 40% dengan solar 60% sehingga menjadi biodiesel dengan jenis B-40, dapat dilihat perbandingan volume pencampuran solar dan biodiesel B-40 pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.13 Perbandingan *volume* pencampuran solar dan biodiesel pada biodiesel B-40

Pada penelitian akan dihitung kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dengan menggunakan *Tachometer* hasil pengukuran kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dalam bentuk satuan *Rpm* (*Rotation per Minute*), dan dihitung juga tegangan yang dihasilkan oleh generator 1 *Phase* menggunakan Voltmeter, hasil yang didapatkan dari penelitian menggunakan biodiesel B-40 ini bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.3 Hasil percobaan biodiesel B-40

<i>Power Engine</i>	Putaran Mesin (Rpm)	Tegangan (V)
<i>Rate Power</i>	1205	175 V
<i>Max Power</i>	1467	200 V

**Gambar 4.14** Hasil pengukuran kecepatan pada *Rated Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40

Pada pengukuran kecepatan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-40 didapatkan hasil putaran per menitnya adalah 1205 Rpm pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Rated Power*.

**Gambar 4.15** Hasil pengukuran kecepatan pada *Max Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40

Pada pengukuran kecepatan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-40 didapatkan hasil putaran per menitnya adalah 1467 Rpm pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Max Power*.



Gambar 4.16 Hasil pengukuran tegangan pada *Max Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40

Pada pengukuran tegangan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-40 didapatkan hasil tegangan yang diperoleh adalah 200 V, pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Max Power*.

Hasil yang didapatkan dari percobaan mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-40 dengan beban 990 Watt menunjukkan bahwa pada *Power Engine* di keadaan *Max Power* dapat menghasilkan putaran mesin generator 1467 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan sebesar 200 V yang mana masih bisa menghidupkan beban sebesar 990 Watt. Dan pada *Power Engine* diatur menjadi *Rated Power* yang mana artinya *Power Engine* dalam keadaan normal tanpa beban menghasilkan putaran mesin generator 1205 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan adalah sebesar 175 V.

4.3.4 Percobaan Biodiesel B-100 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1

Phase

Bahan bakar biodiesel B-100 adalah bahan bakar murni dari minyak nabati dan tidak ada campuran solar, yang dipakai pada penelitian ini adalah minyak jelantah yang diolah menjadi biodiesel B-100.



Gambar 4.17 Bahan bakar Biodiesel B-100

Pada saat percobaan biodiesel B-100 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*, akan dihitung kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dengan menggunakan *Tachometer* hasil pengukuran kecepatan yang dihasilkan generator 1 *Phase* dalam bentuk satuan *Rpm (Rotation per Minute)*, dan dihitung juga tegangan yang dihasilkan oleh generator 1 *Phase* menggunakan *Voltmeter*, hasil yang didapatkan dari penelitian ini bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil percobaan biodiesel B-100

<i>Power Engine</i>	Putaran Mesin (Rpm)	Tegangan (V)
<i>Rate Power</i>	1167	170 V
Max Power	1370	200 V

Hasil yang didapatkan dari percobaan minyak biodiesel B-100 dengan beban 990 Watt menunjukkan bahwa pada *Power Engine* di keadaan *Max Power* dapat menghasilkan putaran mesin generator 1370 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan sebesar 200 V yang mana masih bisa menghidupkan beban sebesar 990 Watt. Dan pada *Power Engine* diatur menjadi *Rated Power* yang mana artinya *Power Engine* dalam keadaan normal tanpa beban menghasilkan putaran mesin

generator 1167 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan adalah sebesar 170 V.



Gambar 4.18 Hasil pengukuran kecepatan pada *Rated Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100

Pada pengukuran kecepatan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-100 didapatkan hasil putaran per menitnya adalah 1167 Rpm pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Rated Power*.



Gambar 4.19 Hasil pengukuran kecepatan pada *Max Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100

Pada pengukuran kecepatan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-40 didapatkan hasil putaran per menitnya adalah 1370 Rpm pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Max Power*.



Gambar 4.20 Hasil pengukuran tegangan pada *Max Power* mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100

Pada pengukuran tegangan putaran generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar minyak biodiesel B-40 didapatkan hasil tegangan yang diperoleh adalah 200 V, pada saat mesin diesel berada saat kekuatan *Max Power*.



Gambar 4.21 Proses percobaan bahan bakar Biodiesel B-100

Pada saat proses percobaan bahan bakar B-100 pada mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase* dilakukan, mesin hidup dengan keadaan mesin normal sama seperti dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-20. Hanya saja terdapat perbedaan, seperti kecepatan putaran yang dihasilkan jelas berkurang pada saat menggunakan B-100, tetapi tegangan yang dihasilkan generator tetap sama pada saat mesin diesel dalam keadaan *Max Power* tegangan yang dihasilkan 200V yang bisa menghidupkan beban yang sama yaitu sebesar 990 Watt.

Juga terdapat kelebihan pada bahan bakar B-100 yaitu pada saat *Engine Start* dilakukan pada mesin diesel *Shark* lebih ringan dan mudah dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel B-20 dan B40. Dikarenakan pada bahan bakar biodiesel B-100 yang artinya 100% minyak nabati yang diolah menjadi biodiesel B-100 terdapat kandungan pelumas yang membuat mesin diesel semakin bersih dan ringan untuk *Engine Start*, juga bagus untuk kebersihan mesin.

Tetapi terdapat kekurangan juga pada biodiesel B-100 yaitu tegangan yang dihasilkan tidak stabil, dikarenakan sifat pembakaran pada bahan bakar biodiesel B-100 tidak sebagus biodiesel B-20, yang mana kandungan yang terdapat pada B-20 masih mengandung solar 80%. Tegangan yang tidak stabil yang dihasilkan biodiesel B-100 dapat berdampak buruk untuk beban.

4.4 Analisis dan perbandingan kelayakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

Pada penelitian ini akan menghitung dan mengakumulasikan total biaya yang dikeluarkan dan penggunaan listrik yang digunakan pada mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah pada saat proses pembuatan biodiesel dengan hasil yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga diesel. Dan selanjutnya akan dibandingkan dengan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100 yang dihasilkan oleh mesin pengolah biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

4.4.1 Total akumulasi penggunaan listrik dan biaya yang dikeluarkan untuk pengolahan biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

4.4.1.1 Rincian Biaya

Pada saat proses perancangan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini, tentunya akan mengeluarkan biaya bahan dasar. Berikut adalah rincian biaya yang dikeluarkan:

Tabel 4.5 Rincian biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah

No	Bahan	Harga Bahan
1.	Metanol	Rp. 15.000/liter
2.	Soda api (NaOh)	Rp. 14.000/kilo
3.	Minyak jelantah	Rp 1000/liter

Dari tabel diatas dapat dilihat total biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah. Dalam pembuatan 1 liter biodiesel hanya diperlukan total biaya sebagai berikut:

Metanol = 200 ml : 1000

= 0,2 liter

= 0,2 liter x Rp. 15000,-

= Rp. 3000,-

Soda api (NaOh) = 3 gr : 1000

= 0,003 kg

= 0,003 kg x Rp. 14.000

= Rp. 42,-

Minyak jelantah= 1 liter

= Rp. 500,-

Jadi:

Metanol= Rp. 3000,-

Soda Api= Rp. 42,-

Minyakjelantah= Rp.500,- +

Total biaya= Rp.3542,-/liter

Total biaya bahan dasar yang dikeluarkan dalam pembuatan 1 liter biodiesel

adalah senilai Rp. 4042,-/liter

4.4.1.2 Penggunaan daya listrik alat pengolah biodiesel

Selanjutnya yaitu mengakumulasikan total penggunaan daya listrik untuk sekali proses pembuatan biodiesel B-100. Daya listrik dapat ditentukan dari rumus dibawah ini:

Dimana:

P= Daya listrik

V= Tegangan

I= Arus

Untuk sekali pembuatan biodiesel, mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino ini menghasilkan 1 Liter biodiesel B-100. Setelah mengakumulasikan total daya listrik yang dibutuhkan pada mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega, akan dilakukan kalkulasi konsumsi daya listrik yang dibutuhkan pada saat proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

Dan untuk menentukan jumlah kWh yang dibutuhkan, dapat ditentukan melalui persamaan dibawah ini:

—

Berikut adalah jumlah daya penggunaan listrik dan dikalikan waktu yang dibutuhkan untuk satu kali proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega dan dapat ditentukan hasil jumlah daya:

Tabel 4.6 Rincian daya listrik yang dibutuhkan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

NO	Jenis alat	Daya (P) (Watt)	Waktu (T)	Jumlah Daya (Watt)
1	<i>Power supply DC</i>	5,7456	37 jam 1 menit	210,9
2	Arduino	5,5016	37 jam 1 menit	203
3	Relay	0,5060	37 jam 1 menit	18,5
4	<i>LCD Display</i>	0,7325	37 jam 1 menit	25,9
5	Pengaduk 1	0,3570	20 menit	0,09
6	Pengaduk 2	0,2018	20 menit	0,06
7	Pompa 1	4,7273	25 detik	0,02
8	Pompa 2	5,2624	25 detik	0,03
9	Pompa 3	5,2155	10 detik	0,01
10	<i>Heater AC</i>	100	20 menit	30
Total daya listrik= 488,51 Watt				

Dari tabel diatas dapat dilihat jumlah daya listrik yang dibutuhkan adalah sebesar 488,51 Watt. Berikutnya yaitu menentukan total tagihan biaya listrik PLN dengan sumber daya listrik PLN 1300 VA, saat ini daya listrik yang terpasang 1300 VA dikenakan tarif Rp. 1.352 per kWh oleh PLN, dan dapat dijumlahkan sebagai berikut:

Jumlah daya : 1000

$488,51 : 1000 = 0,48 \text{ kWh}$

$0,48 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1352 = \text{Rp } 649,-$

Jadi dalam satu kali proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega hanya diperlukan Rp 649 ,- untuk tagihan biaya listrik yang dikeluarkan. Dan dijumlahkan dengan biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menjadi:

Biaya bahan baku = Rp. 3542,-

Biaya listrik = Rp. 649,-

$3542 + 649 = \text{Rp. } 4191,-$

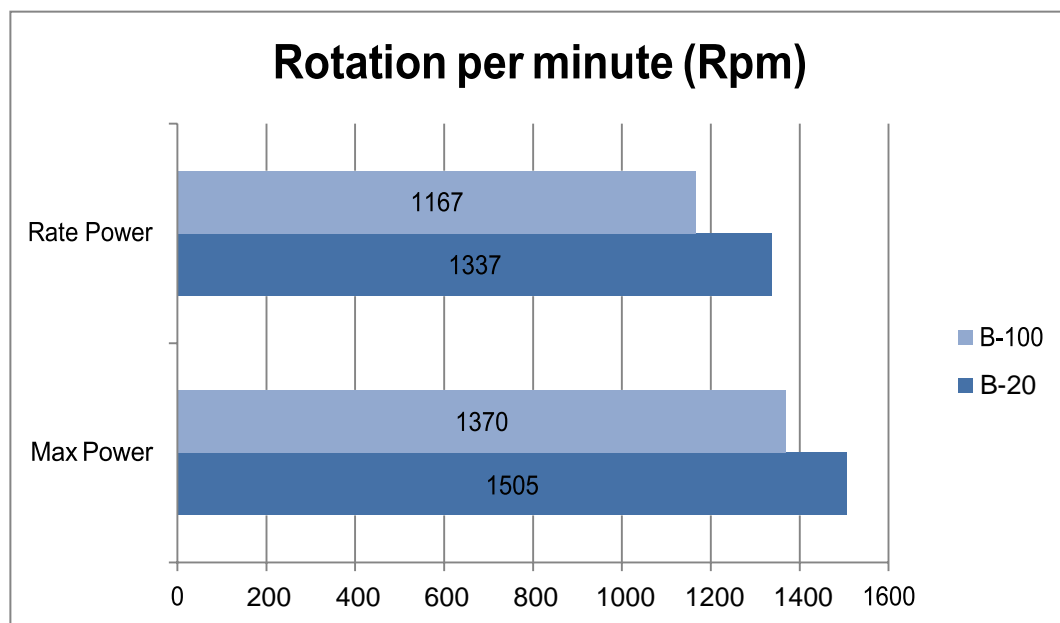
Dapat dilihat dari penjumlahan diatas nilai pembuatan per liter biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega adalah senilai Rp. 4191,-.

4.4.2 Hasil perbandingan biodiesel B-100 yang dihasilkan oleh mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah dengan biodiesel B-20

Pada penelitian ini adalah bagian akhir dari penelitian yang membandingkan kelayakan mesin pengolahan biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega dengan biodiesel B-20 yang dipasarkan oleh Pertamina.

4.4.2.1 Kecepatan putaran generator yang dihasilkan

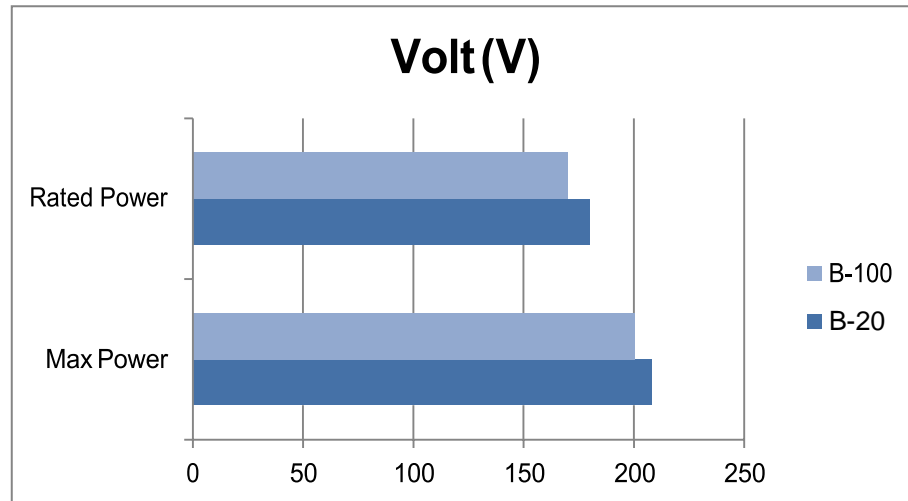
Perbandingan kecepatan generator 1 *Phase* yang dihasilkan oleh kedua bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.22 Perbandingan kecepatan putaran generator yang dihasilkan biodiesel B-100 dan B20

4.4.2.2 Tegangan listrik yang dihasilkan

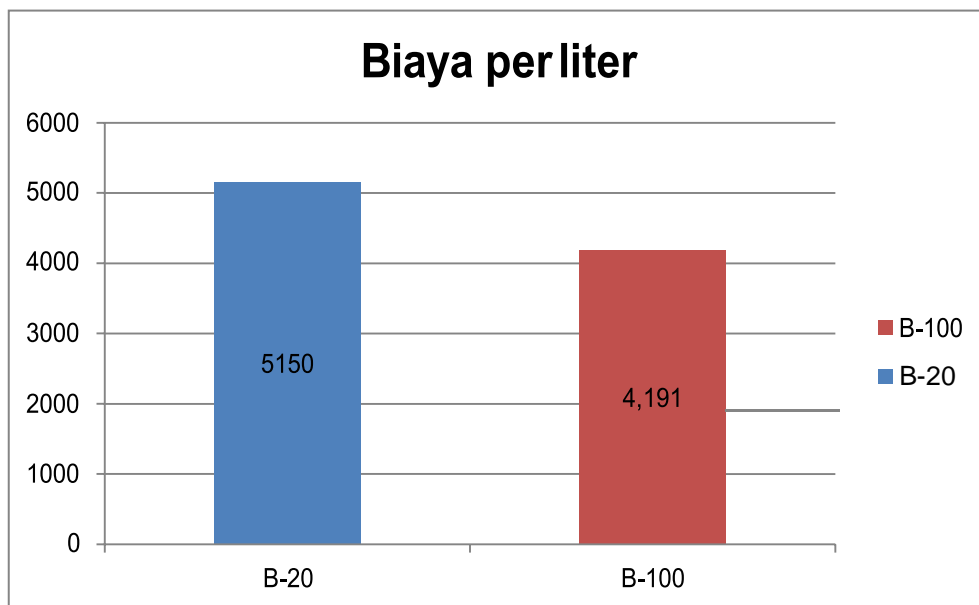
Perbandingan tegangan listrik yang dihasilkan dari generator 1 *Phase* dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B-100 dan B20 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.23 Perbandingan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator 1 *Phase* berbahan bakar B-100 dan B-20

4.4.2.3 Biaya bahan dasar biodiesel B-100 dan harga biodiesel B-20

Perbandingan biaya bahan dasar pembuatan biodiesel B-100 dan harga biodiesel B-20 yang dipasarkan oleh Pertamina dapat dilihat dari grafik dibawah ini:



Gambar 4.24 Perbandingan jumlah biaya bahan baku biodiesel B-100 dan harga B-20 per liter

4.4.2.4 Jumlah konsumsi bahan bakar

Jumlah konsumsi bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20, dalam pengujian volume minyak masing-masing sebanyak 1 liter, pada penelitian ini di uji melalui perhitungan waktu seberapa lama mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase* hidup dan membangkitkan listrik dengan beban yang sama. Berikut adalah tabel perbandingan waktu yang di hasilkan bahan bakar biodiesel B-100 dan B20.

Tabel 4.7 Perbandingan waktu yang dihasilkan 1 liter bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20 pada generator 1 *Phase* dan mesin diesel *Shark*

BIODIESEL	WAKTU	
	Beban 990 Watt	Tanpa Beban
B-20	2 jam 11 menit	4 jam 6 menit
B-100	3 jam 5 menit	5 jam 10 menit

Dapat dilihat dari tabel diatas, konsumsi bahan bakar B-100 lebih hemat kurang lebih 1 jam. Dikarenakan pembakaran biodiesel B-100 tidak se stabil pembakaran biodiesel B-20, jadi konsumsi bahan bakar B-100 jauh lebih hemat dibandingkan dengan biodiesel B-20.

4.4.2.5 Kelayakan energi listrik yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel B-100 dengan listrik PLN

Perbandingan energi listrik yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel B-100 dengan energi listrik yang dihasilkan oleh PLN, pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung jumlah biaya yang dikeluarkan dengan waktu dan beban yang sama. Dan dibandingkan dengan biaya bahan dasar pengolahan biodiesel B-100 dengan menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega.

Tabel 4.7 Daftar rincian Beban

No	Nama Item	Daya	Banyak	Jumlah
1.	Lampu pijar	30 Watt	9	270 Watt
2.	Kipas Angin	240 Watt	3	720 Watt
Jumlah: 990 Watt				

Pada tabel diatas adalah rincian beban pada penelitian ini, selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung waktu yang didapat kan dengan perbandingan 1 liter biodiesel B-100 dengan beban 990 Watt. Pada penelitian waktu yang diperoleh oleh mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase* berbahan bakar biodiesel

B-100 adalah 3 jam 5 menit. Berikut adalah perhitungan dan perbandingan energi listrik yang dihasilkan oleh PLN dan biodiesel B-100:

3,08 jam

Dapat dilihat dari persamaan dilihat dari persamaan diatas diperoleh 3,049 kWh. Jika dikonversikan dengan harga per kWh nya yang di tetapkan oleh PLN untuk daya yang terpasang 900 Va (4A) adalah Rp. 1.352,- per kWh. Jadi:

Jadi untuk waktu yang diperoleh oleh mesin diesel *Shark* dan generator 1Phase yang berbahan bakar 1 liter biodiesel B-100 dibandingkan dengan harga listrik PLN yang dikeluarkan adalah Rp. 4.122.

Dan jika dibandingkan dengan total pengeluaran biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan 1 liter biodiesel B-100 adalah Rp. 4.191, yang berarti hanya berselisih Rp.70,- untuk 1 liter nya dan 3 jam 5 menit waktu yang didapatkan untuk penggunaan 1 liter biodiesel B-100.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Biodiesel B-100 yang diolah dari minyak jelantah bisa digunakan untuk menjadi bahan bakar mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*, dan juga mampu menghidupkan beban 990 Watt.
2. Harga bahan baku biodiesel B-100 untuk diolah dari minyak jelantah adalah Rp. 4191, sedangkan untuk harga biodiesel B-20 yang dipasarkan pertamina adalah Rp. 5150, B-100 lebih murah Rp. 959 dibandingkan dengan biodiesel B-20 yang dipasarkan oleh pertamina
3. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh mesin diesel berbahan bakar biodiesel B-100 tidak stabil, tegangan naik turun pada saat tenaga mesin diesel *max power*. Biodiesel B-100 masih mengandung kadar air yang diperoleh dari tumbuhan sawit karena berbahan dasar minyak jelantah. Sehingga pembakaran pada bahan bakar biodiesel B-100 ini tidak sebgus B-20 yang masih mengandung solar 80%.
4. Biodiesel B-100 menghasilkan emisi CO yang lebih rendah dibanding biodiesel B-20 sehingga sangat ramah untuk lingkungan, dan Biodiesel B-100 juga mengandung kadar pelumas yang tinggi, sehingga bagus untuk membersihkan komponen-komponen dalam mesin diesel.
5. Dalam penggunaan dan produksi biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah dapat disimpulkan dari penelitian ini biodiesel B-100 yang dihasilkan masih ada kekurangan dan tentu juga banyak kelebihan nya, dan tentunya masih perlu penelitian selanjutnya untuk menghasilkan biodiesel B-100 yang lebih layak sebagai enrgi alternatif untuk Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

5.2 Saran

Pada penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran, antara lain :

1. Penelitian ini hanya menganalisa hasil energi listrik yang diperoleh dari bahan bakar biodiesel B-100, untuk efek terhadap mesin diesel dan generator pada penelitian ini tidak bisa dijelaskan dikarenakan bukan dan tidak diranah pembahasan teknik elektro.
2. Mesin diesel yang berada di Lab Teknik Elektro Umsu kita masih terbilang minim dan hal itu menghambat keinginan mahasiswa untuk melakukan penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel, untuk kedepannya agar bisa diperhatikan.
3. Untuk kedepannya agar adik-adik mahasiswa teknik elektro UMSU dapat melanjutkan dan mengembangkan konsep penelitian ini, agar dapat tersempurnakan alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Sudirman, L., Faisal, L., Partaonan, H., (2019). PLTB SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI BARU TERBARUKAN. SNTI 2019, Lhokseumawe 14-15 Oktober 2019
- Rimbawati, Partaonan, H., Kiki, U.P., (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi), Jurnal Teknik Elektro, Vol.2, No.1, Juli 2019
- Maharani, P., Faisal, I.P., (2018). ANALISIS KUALITAS DAYA AKIBAT BEBAN REAKTANSI INDUKTIF (XL) DI INDUSTRI. *Journal of Electrical Technology*, Vol. 3, No. 2, Juni 2018
- Jauhari, M.F., Maryati, R.S., dkk. (2018). ANALISA PERBANDINGAN KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERDASARKAN PERBEDAAN PENGGUNAAN JENIS REAKTOR. *Jurnal INTEKNA*, Volume 18, No. 1, Mei 2018: 1-66
- Nashar, M., (2015). ANALISA KELAYAKAN BISNIS PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE RETSCREEN. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, Volume 1, Nomor 1
- Wibowo, A., Febriansya, A., Suminto. (2019). PENGEMBANGAN STANDAR BIODIESEL B20 MENDUKUNG IMPLEMENTASI DIVERSIFIKASI ENERGI NASIONAL. *Jurnal Standardisasi Volume 21 Nomor 1, Maret 2019: Hal 55 – 66*
- Prof. Dr. Mahfud, (2018). BIODIESEL PERKEMBANGAN BAHAN BAKU &

TEKNOLOGI. SURABAYA, CV. Putra Media Nusantara (PMN)

Hadrah, Kasman, M., Sari, F.M., (2018). ANALISIS MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR BIODIESEL DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI. *Jurnal DAUR LINGKUNGAN Februari, Vol. 1 (1): 16-21*

Sasongko, M.N., (2018). PENGARUH PROSENTASE MINYAK GORENG BEKAS TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET BIODIESEL. *Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. IV, No. 2, hal. 8 – 13*

Ula, S., Kurniadi, W., (2017). STUDI KELAYAKAN PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SKALA INDUSTRI KECIL. *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering 2 (2) 1-7*

Prasetyo, J., (2018). STUDI PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIODIESEL. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, Vol. 2 No. 2*

Syam, M., Putra, A.E.E., Amaliah, N., Hayat, A., (2018). PELUANG PEMANFAATAN LIMBAH MINYAK GORENG SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL DI MAKASSAR. *TEPAT Jurnal Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat / Volume 1, Nomor 2*

Dewi, C.W.A., (2016). ANALISIS PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH. *Jurnal Agroteknose. Volume VII No. II Tahun 2016*

Permana, E., Naswir, M., Sinaga, M.E.T., Alfairuz, A., (2020). KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERDASARKAN PROSES SAPONIFIKASI DAN TANPA SAPONIFIKASI. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan) / Volume 6, Nomor 1*

Nashar, M., (2015). ANALISA KELAYAKAN BISNIS PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE RETSCREEN. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis, Volume 1, Nomor 1*

Wibowo, A., Febriansya, A., Suminto. (2019). PENGEMBANGAN STANDAR BIODIESEL B20 MENDUKUNG IMPLEMENTASI DIVERSIFIKASI ENERGI NASIONAL. *Jurnal Standardisasi Volume 21 Nomor 1, Maret 2019: Hal 55 – 66*

K. Kananda and R. Nazir, “Konsep Pengaturan Aliran Daya Untuk PLTS Tersambung Ke Sistem Grid Pada Rumah Tinggal”, *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 65-71, 2013.

M. Komarudin.MZ, Asih Sutanti, “Desain Berbasis Mikrokontroler AT89S52 Pengaturan Untuk Waktu Shalat DIGITAL”, *J. Mikrotik*, Vol. 6, No. 3.

Sumber lainnya:

Skripsi Tugas Akhir, M. Riski Syahrial “ANALISIS EFISIENSI DAYA LISTRIK PADA GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL TITI KUNING”, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara T.A (2018/2019).

ANALISIS STUDI KELAYAKAN PENGARUH BIODIESEL DARI MESIN PENGOLAHAN BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH BERBASIS KONTROLER ARDUINO MEGA PADA GENERATOR 1 PHASE

Wie Wien Rinaldi, Solly Aryza Lubis, S.T., M.Eng²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Muchtar Basri, BA No. 03 Medan Telp. (061) 6622400 ex. 12 Kode Pos 20238

Email: wiewien1998@gmail.com

Abstrak— Biodiesel adalah salah satu energi alternatif di era global warming pada saat ini, yang sangat banyak manfaatnya untuk masyarakat yang sangat memerlukan energi listrik, namun terkendala dengan tidak ketersediaannya listrik yang selama ini hanya mengandalkan PLN sebagai sumber listrik nasional. Khususnya masyarakat yang berada dipedalaman yang tidak mendapatkan aliran listrik oleh PLN. Sementara itu Energi Baru dan Terbarukan hadir untuk mengatasi ketersediaan listrik dan menjadi harapan untuk di masa depan. Penelitian ini menghasilkan biodiesel B-100 yang artinya biodiesel tersebut murni tanpa campuran dari minyak bumi, dengan merancang alat pengolah biodiesel secara otomatis berbasis arduino mega. Penelitian ini juga menganalisa seberapa layak biodiesel B-100 ini untuk digunakan pada generator bertenaga diesel, dengan melihat aspek ekonomis, dan juga tentu juga dalam aspek elektronika.

Kata kunci : Biodiesel, Microcontroller, Arduino Mega

Abstract— Biodiesel is an alternative energy in the current era of global warming, which has many benefits for people who really need electrical energy, but are constrained by the unavailability of electricity which has only relied on PLN as a national electricity source. Especially people who are in the interior who do not get electricity by PLN. Meanwhile, New and Renewable Energy is here to overcome the availability of electricity and become hope for the future. This research produces biodiesel B-100, which means the biodiesel is pure without a mixture of petroleum, by designing an automatic biodiesel processing device based on Arduino Mega. This study also analyzes how feasible B-100 biodiesel is for use in diesel-powered generators, by looking at the economic aspect, and of course also in the electronics aspect.

Keywords: Biodiesel, Microcontroller, Arduino Mega

I. PENDAHULUAN

Produksi biodiesel di Indonesia pada saat ini dilakukan oleh industri besar. Bahan baku yang digunakan umumnya berasal dari kelapa sawit. Industri tersebut selain mengolah kelapa sawit menjadi minyak goreng juga mengolah menjadi biodiesel yang kemudian disalurkan ke penyalur bahan bakar minyak pemerintah seperti Pertamina maupun penyalur swasta seperti Shell, Total, dan Petronas. Solar yang dijual pada saat ini mendapatkan subsidi dari pemerintah. Harga solar pun naik turun seiring naik turunnya harga bahan bakar minyak dunia. Akan tetapi produksi biodiesel akan terus dilakukan sesuai dengan mandatori biodiesel yang tertuang dalam Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014 yang mewajibkan kadar biodiesel 20% (B20) pada 2016 [10].

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi di dunia demikian pula di Indonesia salah satunya dipicu oleh ketergantungan kita pada konsumsi energi dari minyak bumi. Keadaan ini juga didorong oleh kebutuhan energi minyak yang terus naik di bidang transportasi maupun tumbuhnya sektor industri di

Indonesia. Hal tersebut memaksa kita untuk mencari, memanfaatkan dan mengembangkan sumber energi baru yang renewable sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Salah satu alternatif renewable energi tersebut yaitu Biodiesel. Indonesia mempunyai potensi yang besar sebagai penghasil biodiesel karena sumber penghasil biodiesel yaitu tanaman tebu, singkong, ubi, jarak dan sebagainya banyak tersedia dan mudah untuk dikembangkan di Indonesia. Sebagai salah satu alternatif energi terbarukan, biodiesel dapat membantu dalam meminimalisir ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil [9].

Minyak jelantah merupakan minyak bekas yang telah dipergunakan untuk keperluan rumah tangga dan telah mengalami perubahan, baik secara fisik maupun kimia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak buruk minyak jelantah adalah mengubah minyak jelantah menjadi bahan biodiesel. Pada penelitian ini pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya melalui pretreatment guna menurunkan angka asam pada minyak jelantah. Angka asam yang terlalu tinggi akan

mempersulit pemisahan gliserol dari biodiesel sehingga produksi biodiesel akan sedikit [8].

II. STUDI PUSTAKA

A. Energi Baru dan Terbarukan

Energi adalah kebutuhan hidup manusia yang sangat penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar tetapi diharapkan dengan biaya yang rendah. Sarana dan prasarana yang sangat penting bagi Indonesia adalah penyediaan energi listrik. Indonesia sudah menyediakan sumber energi listrik ini hampir di seluruh Indonesia, tetapi masih ada juga wilayah yang belum terjangkau dengan jaringan PLN sehingga belum menerima pasokan listrik. Energi listrik berasal dari dua sumber yaitu energi yang bisa diperbaharui dan energi yang tidak bisa diperbaharui. [1].

B. Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali penggorengan. Minyak jelantah merupakan salah satu bahan baku biodiesel yang potensial untuk dimanfaatkan di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari produksi minyak jelantah di Indonesia yang dapat mencapai 4.000.000 ton/tahun.

C. Studi kelayakan

Studi kelayakan (*feasibility*) terhadap suatu proyek merupakan hal yang sangat penting mengingat perlunya suatu landasan yang dapat dijadikan acuan untuk menilai suatu proyek layak atau tidak untuk dilaksanakan. Salah satu hal yang biasanya ditinjau dalam studi kelayakan suatu proyek adalah mengenai analisa investasi (*investment analysis*).

D. Karakteristik Mesin Diesel

Mesin Diesel adalah penggerak utama untuk mendapatkan energi listrik dan dikeluarkan oleh Generator. Pada mesin diesel energi bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kemudian pada proses engkol dirubah menjadi energi putar. Energi putar ini digunakan untuk memutar generator yang merubahnya menjadi energi listrik. Mesin diesel adalah sejenis motor bakar yang penyalanya dengan cara bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi tekanan udara dalam silinder maka suhu udara akan meningkat, sehingga bahan bakar dalam bentuk kabut halus bersinggungan dan bercampur dengan udara panas, maka proses pembakaran akan terjadi dengan sendirinya.

E. Standar Mutu Biodiesel

Solar yang dijual pada saat ini mendapatkan subsidi dari pemerintah. Harga solar pun naik turun seiring naik turunnya harga bahan bakar minyak dunia. Akan tetapi produksi biodiesel akan terus dilakukan sesuai dengan mandatori biodiesel yang tertuang dalam

Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014 yang mewajibkan kadar biodiesel 20% (B20) pada 2016. Melimpahnya bahan baku dan untuk mengatasi limbah minyak jelantah maka perlu dilakukan proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Proses produksi biodiesel dari minyak jelantah oleh industri kecil memerlukan alat-alat yang bisa dioperasikan secara mudah dengan harga terjangkau [10].

F. Pembuatan Biodiesel Dengan Bahan Baku Minyak Jelantah

Dalam menentukan proses pembuatan biodiesel, kandungan asam lemak bebas merupakan faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel. Dengan menggunakan proses transesterifikasi, esterifikasi atau esterifikasi – transesterifikasi.

G. Karakteristik Mesin Diesel

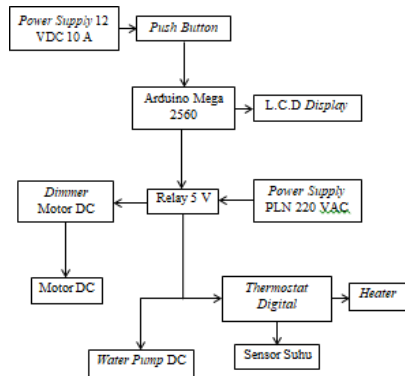
Mesin Diesel adalah penggerak utama untuk mendapatkan energi listrik dan dikeluarkan oleh Generator. Pada mesin diesel energi bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kemudian pada proses engkol dirubah menjadi energi putar. Energi putar ini digunakan untuk memutar generator yang merubahnya menjadi energi listrik. Mesin diesel adalah sejenis motor bakar yang penyalanya dengan cara bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder, yang berisi tekanan udara dalam silinder maka suhu udara akan meningkat, sehingga bahan bakar dalam bentuk kabut halus bersinggungan dan bercampur dengan udara panas, maka proses pembakaran akan terjadi dengan sendirinya.

H. Daya Listrik

Kualitas daya listrik pada industri sangat penting, karena sangat mempengaruhi proses dan hasil akhir produksi. Ketika semakin sensitifnya suatu peralatan baik di industri maupun di rumah tangga, kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan kerusakan-kerusakan peralatan sensitif tersebut. Beban-belan non-linier juga menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas daya listrik. Beban tersebut merupakan sumber harmonik yang dapat menurunkan kualitas daya listrik. Beban non-linier adalah beban di mana bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dalam setiap setengah siklus, sehingga gelombang keluaran arus dan tegangannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beberapa beban non linier adalah inti magnet pada trafo dan mesin berputar, mesin-mesin sinkron, pengelasan, photovoltaic inverter, dan peralatan elektronik kantor [3].

III. METODE PENELITIAN

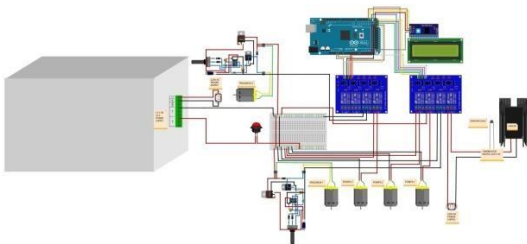
A. Perancangan Mesin Pengolah Biodiesel



Gambar 1. skema rancangan alat produksi biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega

B. Skematik rangkaian alat

Setiap bagian dari sistem komponen memiliki peran penting sesuai fungsi masing – masing supaya sistem tersebut dapat berjalan sesuai yang direncanakan. Setiap dari masing – masing komponen akan dihubungkan dengan Arduino Mega. Gambar rangkian skematik sistem dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 2. Rangkaian mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

Rangkaian diatas di buat dengan menggunakan program ISIS pada software Proteus 8. Fungsi gambar skematik rangkaian sistem percobaan ialah agar lebih mudah memahami rangkaian dengan melihat jalur-jalur terhubungnya komponen.

C. Tahapan Percobaan

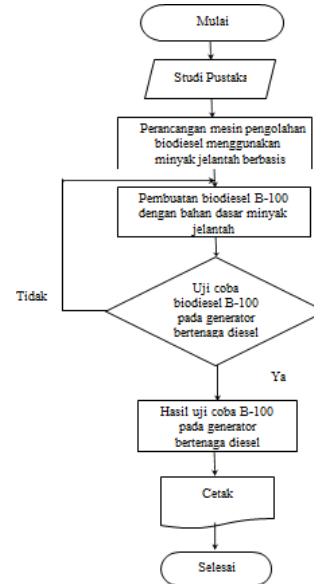
Tahapan Percobaan dapat dilakukan dengan prosedur yang telah dilakukan, Adapun tahap yang dilakukan dalam melaksanakan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literature guna memperoleh berbagai teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Menyiapkan bahan dan alat penelitian.
3. Melakukan Perancangan alat penelitian dan program pengontrolan

arduino mega.

4. Melakukan uji coba alat penelitian.
5. Menganalisis hasil uji coba dari alat penelitian.
6. Cetak hasil uji coba dari alat penelitian tersebut.
7. Selesai.

D. Flowchart Penelitian



Gambar 3. Flowchart penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses pembuatan biodiesel pada mesin pengolah biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis kontroler arduino mega

Persiapan awal pada proses ini adalah menyiapkan program dari *software* Arduinio IDE , berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan:

1. Mempersiapkan kabel penghubung arduino agar bisa terhubung ke laptop.
2. Mempersiapkan laptop sebagai tempat coding program arduino.
3. Menyiapkan aplikasi program arduino di laptop, bisa di download di internet.
4. Membuka aplikasi arduino yang telah di download.
5. Menghubung arduino ke laptop dengan kabel penghubung.
6. Melakukan setting program untuk alat tersebut.
7. Setelah setting program selesai, klik konfirmasi kemudian klik upload, tunggu beberapa saat.
8. Sistem bekerja.

```

skripsi_maulana

// Coding waktu shalat Subuh
if (RTC.hours == 4 && RTC.minutes == 53){
  for (i=120; i > 0; i--){
    digitalWrite(LED, HIGH);
    P.println("Subuh");
    delay(1000);
  }
  if (i==1){
    digitalWrite(LED, HIGH);
    for (i=120; i>0; i--){
      P.println(i);
      if (i <= 3){
        beep(1);
        P.println("Tqamah");
        delay(2000);
      }
    }
    delay(1000);
  }
  P.println("Subuh");
  delay(5000);
  break;
}
}

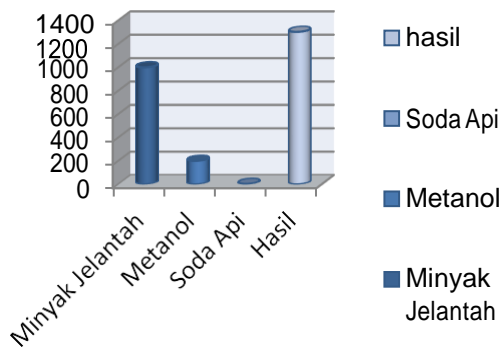
// Coding waktu shalat Dhuhur
else if (RTC.hours == 12 && RTC.minutes == 12){
  for (i=120; i > 0; i--){
    digitalWrite(LED, HIGH);
  }
}
}

```

Gambar 4. Tampilan Program Arduino Untuk Pengontrolan Alat Pengolahan Biodiesel

B. Pencampuran

Pada proses awal pembuatan biodiesel ini disebut pencampuran dimana metanol akan di reaksikan dengan soda api (NaOH), soda api akan dilarutkan kedalam wadah yang berisi metanol sampai benar-benar larut. Pada proses pencampuran ini tidak boleh dilakukan pada wadah yang terbuka karena kadar oksigen akan mempengaruhi proses reaksi tersebut.



Gambar 5. Volume ukuran bahan pada proses pencampuran

Setelah itu minyak jelantah dipanaskan hingga 60°C, dan dicampurkan kembali dengan larutan soda api dan metanol tersebut, disini proses transesterifikasi terjadi bertemunya triglerisida. Jika 1 liter minyak jelantah maka metanol yang dibutuhkan 200 ml, dan soda api (NaOH) 300 gr. Kemudian ketiga bahan yang sudah dicampurkan tersebut akan diendapkan selama 24 jam.



Gambar 6. Proses pencampuran

C. Pencucian

Setelah diendapkan selama 24 jam 3 bahan tersebut bersatu dan menyisakan gliserol yang padat pada bagian bawahnya, dan di sedot oleh pompa ke proses pencucian dan kemudian bagian minyak akan diambil dan pisahkan dengan gliserol padat tersebut. selanjutnya akan dicuci dengan air yang bersuhu 60°C, dicuci dengan cara mencampurkan air dan bahan-bahan yang sudah direaksikan tersebut dan diaduk dengan merata sehingga kadar-kadar gliserol yang ada pada bahan tersebut akan terpisahkan oleh air. Lalu air dan minyak yang sudah dicuci tersebut akan di endapkan lagi selama 12 jam, agar kadar gliserol dan minyak betul-betul berpisah dengan air.



Gambar 7. Proses pencucian

D. Pemisahan

Pada bagian pemisahan ini minyak yang sudah dicuci dengan air yang bersuhu 60°C akan dipisahkan melalui wadah pemisah, warna dan tingkat kejernihan minyak akan terlihat jauh lebih jernih setelah melewati proses pencucian dan diendapkan lagi selama 12 jam agar kadar gliserol yang masih menyangkut dengan minyak akan berpisah dan bergabung dengan air. Pada proses ini minyak akan dipisahkan melauai wadah pemisah, dan bahan minyak tersebut sudah menjadi biodiesel yang diinginkan.



Gambar 8. Biodiesel B-100

E. Rincian Beban

Tabel 1. Daftar rincian Beban

No	Nama Item	Daya	Banyak	Jumlah
1.	Lampu pijar	30 Watt	9	270 Watt
2.	Kipas Angin	240 Watt	3	720 Watt
Jumlah: 990 Watt				

F. Percobaan bahan bakar Biodiesel B-20 pada mesin diesel Shark dan generator 1 Phase

Pada penelitian bahan bakar biodiesel B-20 ini, akan dihitung kecepatan yang dihasilkan generator 1 Phase dengan menggunakan *Tachometer* hasil pengukuran kecepatan yang dihasilkan generator 1 Phase dalam bentuk satuan *Rpm (Rotation per Minute)*, dan dihitung juga tegangan yang dihasilkan oleh generator 1 Phase menggunakan *Voltmeter*, hasil yang didapatkan dari penelitian ini bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. Hasil percobaan Biodiesel B-20

Power Engine	Putaran Mesin (Rpm)	Tegangan (V)
Rate Power	1337	180 V
Max Power	1505	208 V

G. Percobaan Biodiesel B-100 pada mesin diesel Shark dan generator 1 Phase

Bahan bakar biodiesel B-100 adalah bahan bakar murni dari minyak nabati dan tidak ada campuran solar, yang dipakai pada penelitian ini adalah minyak jelantah yang diolah menjadi biodiesel B-100.

Tabel 3. Hasil Percobaan Biodiesel B-100

Power Engine	Putaran Mesin (Rpm)	Tegangan (V)
Rate Power	1167	170 V
Max Power	1370	200 V

Hasil yang didapatkan dari percobaan minyak biodiesel B-100 dengan beban 990 Watt menunjukkan bahwa pada *Power Engine* di keadaan *Max Power* dapat menghasilkan putaran mesin generator 1370 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan sebesar 200 V yang mana masih bisa menghidupkan beban sebesar 990 Watt. Dan pada *Power Engine* diatur

menjadi *Rated Power* yang mana artinya *Power Engine* dalam keadaan normal tanpa beban menghasilkan putaran mesin generator 1167 Rpm, dan tegangan listrik yang dihasilkan adalah sebesar 170 V.

H. Rincian Biaya

Pada saat proses perancangan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega ini, tentunya akan mengeluarkan biaya bahan dasar. Berikut adalah rincian biaya yang dikeluarkan:

Tabel 4 Rincian biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah

No	Bahan	Harga Bahan
1.	Metanol	Rp. 15.000/liter
2.	Soda api (NaOH)	Rp. 14.000/kilo
3.	Minyak jelantah	Rp 1000/liter

Dari tabel diatas dapat dilihat total biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah. Dalam pembuatan 1 liter biodiesel hanya diperlukan total biaya sebagai berikut:

Metanol = 200 ml : 1000

= 0,2 liter

= 0,2 liter x Rp. 15000,-

= Rp. 3000,-

Soda api (NaOH) = 3 gr : 1000

= 0,003 kg

= 0,003 kg x Rp. 14.000

= Rp. 42,-

Minyak jelantah= 1 liter

= Rp. 500,-

Jadi:

Metanol= Rp. 3000,-

Soda Api= Rp. 42,-

Minyak jelantah= Rp. 500,-

Total biaya= Rp. 3542,-/liter

Total biaya bahan dasar yang dikeluarkan dalam pembuatan 1 liter biodiesel adalah senilai Rp. 4042,-/liter

I. Penggunaan daya listrik alat pengolah biodiesel

Tabel 5. Rincian daya listrik yang dibutuhkan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega

NO	Jenis alat	Daya (P) (Watt)	Waktu (T)	Jumlah Daya (Watt)
1	Power supply DC	5,7456	37 jam 1 menit	210,9
2	Arduino	5,5016	37 jam 1 menit	203

3	Relay	0,5060	37 jam 1 menit	18,5
4	LCD Display	0,7325	37 jam 1 menit	25,9
5	Pengaduk 1	0,3570	20 menit	0,09
6	Pengaduk 2	0,2018	20 menit	0,06
7	Pompa 1	4,7273	25 detik	0,02
8	Pompa 2	5,2624	25 detik	0,03
9	Pompa 3	5,2155	10 detik	0,01
10	Heater AC	100	20 menit	30
Total daya listrik= 488,51 Watt				

Dari tabel diatas dapat dilihat jumlah daya listrik yang dibutuhkan adalah sebesar 488,51 Watt. Berikutnya yaitu menentukan total tagihan biaya listrik PLN dengan sumber daya listrik PLN 1300 VA, saat ini daya listrik yang terpasang 1300 VA dikenakan tarif Rp. 1.352 per kWh oleh PLN, dan dapat dijumlahkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah daya} &: 1000 \\ 488,51 &: 1000 = 0,48 \text{ kWh} \\ 0,48 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1352 &= \text{Rp. } 649,- \end{aligned}$$

Jadi dalam satu kali proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel menggunakan minyak jelantah berbasis arduino mega hanya diperlukan Rp 649 ,- untuk tagihan biaya listrik yang dikeluarkan. Dan dijumlahkan dengan biaya bahan dasar pembuatan biodiesel menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan baku} &= \text{Rp. } 3542,- \\ \text{Biaya listrik} &= \text{Rp. } 649,- \\ 3542 + 649 &= \text{Rp. } 4191,- \end{aligned}$$

Dapat dilihat dari penjumlahan diatas nilai pembuatan per liter biodiesel dengan menggunakan mesin pengolahan biodiesel dari minyak jelantah berbasis arduino mega adalah senilai Rp. 4191,-.

J. Jumlah konsumsi laju bahan bakar

Jumlah konsumsi bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20, dalam pengujian volume minyak masing-masing sebanyak 1 liter, pada penelitian ini di uji melalui perhitungan waktu seberapa lama mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase* hidup dan membangkitkan listrik dengan beban yang sama. Berikut adalah tabel perbandingan waktu yang di hasilkan bahan bakar biodiesel B-100 dan B20.

Tabel 6. Perbandingan waktu yang dihasilkan 1 liter bahan bakar biodiesel B-100 dan B-20 pada generator 1 *Phase* dan mesin diesel *Shark*

BIO DIESEL	WAKTU	
	Beban 990 Watt	Tanpa Beban
B-20	2 jam 11 menit	4 jam 6 menit

B-100	3 jam 5 menit	5 jam 10 menit
-------	---------------	----------------

Dapat dilihat dari tabel diatas, konsumsi bahan bakar B-100 lebih hemat kurang lebih 1 jam. Dikarenakan pembakaran biodiesel B-100 tidak se stabil pembakaran biodiesel B-20, jadi konsumsi bahan bakar B-100 jauh lebih hemat dibandingkan dengan biodiesel B-20.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Biodiesel B-100 yang diolah dari minyak jelantah bisa digunakan untuk menjadi bahan bakar mesin diesel *Shark* dan generator 1 *Phase*, dan juga mampu menghidupkan beban 990 Watt.
2. Harga bahan baku biodiesel B-100 untuk diolah dari minyak jelantah adalah Rp. 4191, sedangkan untuk harga biodiesel B-20 yang dipasarkan pertamina adalah Rp. 5150, B-100 lebih murah Rp. 959 dibandingkan dengan biodiesel B-20 yang dipasarkan oleh pertamina
3. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh mesin diesel berbahan bakar biodiesel B-100 tidak stabil, tegangan naik turun pada saat tenaga mesin diesel *max power*. Biodiesel B-100 masih mengandung kadar air yang diperoleh dari tumbuhan sawit karena berbahan dasar minyak jelantah. Sehingga pembakaran pada bahan bakar biodiesel B-100 ini tidak se bagus B-20 yang masih mengandung solar 80%.
4. Biodiesel B-100 menghasilkan emisi CO yang lebih rendah dibanding biodiesel B-20 sehingga sangat ramah untuk lingkungan, dan Biodiesel B-100 juga mengandung kadar pelumas yang tinggi, sehingga bagus untuk membersihkan komponen-komponen dalam mesin diesel.
5. Dalam penggunaan dan produksi biodiesel dengan menggunakan minyak jelantah dapat disimpulkan dari penelitian ini biodiesel B-100 yang dihasilkan masih ada kekurangan dan tentu juga banyak kelebihan nya, dan tentunya masih perlu penelitian selanjutnya untuk menghasilkan biodiesel B-100 yang lebih layak sebagai energi alternatif untuk Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudirman, L., Faisal, L., Partaonan, H., (2019). PLTB SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI BARU TERBARUKAN. SNTI 2019, Lhokseumawe 14-15 Oktober 2019

- [2] Rimbawati, Partaonan, H., Kiki, U.P., (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi), Jurnal Teknik Elektro, Vol.2, No.1, Juli 2019
- [3] Maharani, P., Faisal, I.P., (2018). ANALISIS KUALITAS DAYA AKIBAT BEBAN REAKTANSI INDUKTIF (XL) DI INDUSTRI. *Journal of Electrical Technology*, Vol. 3, No. 2, Juni 2018
- [4] Jauhari, M.F., Maryati, R.S., dkk. (2018). ANALISA PERBANDINGAN KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERDASARKAN PERBEDAAN PENGGUNAAN JENIS REAKTOR. *Jurnal INTEKNA, Volume 18, No. 1, Mei 2018: 1-66*
- [5] Nashar, M., (2015). ANALISA KELAYAKAN BISNIS PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE RETSCREEN. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis, Volume 1, Nomor 1*
- [6] Wibowo, A., Febriansya, A., Suminto. (2019). PENGEMBANGAN STANDAR BIODIESEL B20 Mendukung Implementasi Diversifikasi Energi Nasional. *Jurnal Standardisasi Volume 21 Nomor 1, Maret 2019: Hal 55 – 66*
- [7] Prof. Dr. Mahfud, (2018). BIODIESEL PERKEMBANGAN BAHAN BAKU & TEKNOLOGI. SURABAYA, CV. Putra Media Nusantara (PMN)
- [8] Hadrah, Kasman, M., Sari, F.M., (2018). ANALISIS MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR BIODIESEL DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI. *Jurnal DAUR LINGKUNGAN Februari, Vol. 1 (1): 16-21*
- [9] Sasongko, M.N., (2018). PENGARUH PROSENTASE MINYAK GORENG BEKAS TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET BIODIESEL. *Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. IV, No. 2, hal. 8 – 13*
- [10] Ula, S., Kurniadi, W., (2017). STUDI KELAYAKAN PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SKALA INDUSTRI KECIL. *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering 2 (2) 1-7*
- [11] Prasetyo, J., (2018). STUDI PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIODIESEL. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, Vol. 2 No. 2*
- [12] Syam, M., Putra, A.E.E., Amaliah, N., Hayat, A., (2018). PELUANG PEMANFAATAN LIMBAH MINYAK GORENG SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL DI MAKASSAR. *TEPAT Jurnal Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat | Volume 1, Nomor 2*
- [13] Dewi, C.W.A., (2016). ANALISIS PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH. *Jurnal Agroteknose. Volume VII No. II Tahun 2016*
- [14] Permana, E., Naswir, M., Sinaga, M.E.T., Alfairuz, A., (2020). KUALITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH BERDASARKAN PROSES SAPONIFIKASI DAN TANPA SAPONIFIKASI. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan) | Volume 6, Nomor 1*
- [15] Nashar, M., (2015). ANALISA KELAYAKAN BISNIS PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE RETSCREEN. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis, Volume 1, Nomor 1*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Wie Wien Rinaldi
Panggilan : Wie wien
Tampat, Tanggal Lahir : Pante Raya, 27 Juni 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat Sekarang : Jl. Setia Budi Ujung, No. 14 Medan Tuntungan
No Handphone/Whatsapp : 082277008027
E-mail : *wiewien.1998@gmail.com*

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswwa : 1607220014
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SDN 1 Pante Raya	2010
2	Sekolah Menengah Pertama	SMP N 1 Wih Pesam	2013
3	Sekolah Menengah Atas	SMA N Unggul Binaan Bener Meriah	2016
4	Perguruan Tinggi / Strata 1	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2021



UMSU

Center Terpercaya

Kepercayaan agar dibutuhkan
kepercayaan

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 797/IL3AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas
nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 09 Juli 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : WIE WIEN RINALDI
NPM : 1607220014
Program Studi : TEKNIK Elektro
Semester : VIII (Delapan)
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOMASSA KOTORAN HEWAN .

Pembimbing I : SOLLY ARIZA LUBIS ST.M.ENG

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Dengan surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

✓ Ditetapkan di Medan pada Tanggal
Medan, 18 Dzulqa'dah 1441 H
09 Juli 2020 M



Dekan

MunaWar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

File



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Wie Wen Rinaldi
NPM : 1607220014
Judul tugas akhir : **ANALISIS STUDI KELAYAKAN PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGOLAHAN BIODIESEL MENGGUKAN MINYAK JELANTAH BERBASIS ARDUINO MEGA**

No	Tanggal	Catatan	Paraf
	5/JUNI 2020	Rumusan masalah perbaikannya	
	8/JUNI 2020	Ace bab 1 lanjut bab 2	
	12/OKTOBER 2020	Penelitian sebelumnya di selamatkan dengan referensi	
	13/OKTOBER 2020	Ace bab 2 lanjut bab 3	
	20/NOVEMBER 2020	Ace seminar proposal	
	3/Februari 2021	Ace bab 3 lanjut bab 4	
	22/Februari 2021	Ace bab 4 & bab 5	
	4/Maret 2021	Ace seminar hasil dengan catatan	

ada ditunjukkan dan melampirkan
Uji coba
Dosen Pembimbing

Solly Aryza Lubis., S.T., M.Eng



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Wie Wien Rinaldi

NPM : 1607220014

Judul tugas akhir : ANALISIS KELAYAKAN PERANCANGAN DAN
PEMBUATAN MESIN PENGOLAHAN BIODIESEL
MENGUNAKAN MINYAK JELANTAH BERBASIS
ARDUINO MEGA

No	Tanggal	Catatan	Paraf
	28/4/24	Acc sidang	
	5/6/21	Acc judul	

Dosen Pembimbing

Solly Aryza Lubis., S.T., M.Eng