

ANALISA KEBUTUHAN DAYA LISTRIK PADA REAKTOR TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN GELOMBANG MIKRO

Budi Harjanto¹, Heri Wijanarko², Sugi Handoko³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer^{1,2,3},
 budiharjanto@nikmesinhan.akmil.ac.id, heriwijanarko@nikmesinhan.akmil.ac.id,
 sugihandoko@nikmesinhan.akmil.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the electrical power requirements of a microwave-based transesterification reactor in the biodiesel production process. The analysis was conducted to determine the electrical power consumption of each reactor component, including pumps, microwave unit, and microcontroller during the transesterification process. The research method was carried out by measuring voltage and electric current in each component, which were then calculated using electrical power equations to obtain energy consumption and electricity cost values. The results showed that the total electrical power requirement of the transesterification reactor was 1478.63 Watts with a total energy consumption of 0.180 kWh for a single production process. The electricity consumption cost required was Rp159.27, while the total production cost reached Rp3,709.27. The process produced 680 ml of biodiesel and 100 ml of glycerin with a production value of Rp23,060. Based on the analysis results, the use of a microwave-based transesterification reactor is considered capable of producing biodiesel efficiently with relatively low electrical power requirements and providing economic benefits..

Keywords: Electrical power, transesterification reactor, microwave, biodiesel, energy consumption.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan daya listrik pada reaktor transesterifikasi menggunakan gelombang mikro dalam proses produksi biodiesel. Analisa dilakukan untuk mengetahui besar konsumsi daya listrik yang digunakan oleh setiap komponen reaktor, meliputi pompa, microwave, dan mikrokontroler selama proses transesterifikasi berlangsung. Metode penelitian dilakukan melalui pengukuran tegangan dan arus listrik pada setiap komponen, kemudian dihitung menggunakan persamaan daya listrik untuk memperoleh nilai konsumsi energi dan biaya listrik yang dibutuhkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kebutuhan daya listrik pada reaktor transesterifikasi sebesar 1478,63 Watt dengan total konsumsi energi sebesar 0,180 kWh untuk satu kali proses produksi. Biaya konsumsi listrik yang dibutuhkan sebesar Rp159,27, sedangkan total biaya produksi mencapai Rp3.709,27. Dari proses tersebut dihasilkan biodiesel sebanyak 680 ml dan gliserin sebanyak 100 ml dengan nilai hasil produksi sebesar Rp23.060. Berdasarkan hasil analisa, penggunaan reaktor transesterifikasi menggunakan gelombang mikro dinilai mampu menghasilkan proses produksi biodiesel yang efisien dengan kebutuhan daya listrik yang relatif rendah serta memberikan keuntungan secara ekonomis.

Kata kunci: Daya listrik, reaktor transesterifikasi, gelombang mikro, biodiesel, konsumsi energi.

PENDAHULUAN.

Penggunaan energi di Indonesia, sampai saat ini masih tergantung pada minyak bumi; yaitu sebesar 38% dari total energi, 33% menggunakan batu bara, 16% menggunakan gas bumi, 10% hidrokarbon dan 3% dari lain- lain sumber (Lufti et al., 2022). Sementara itu cadangan energi di Indonesia dan Dunia terbatas, sedangkan kebutuhan manusia akan energi dan BBM semakin lama semakin meningkat. Untuk itu dibuatlah Biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar motor diesel yang berupa ester alkil/alkil asam-asam lemak (biasanya ester metil) yang dibuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi (Sukahar et al., 2025). Proses transesterifikasi merupakan proses kimiawi yang mempertukarkan grup alkoksi pada senyawa ester dengan alkohol, yang bertujuan untuk memisahkan antara methyl ester dan glycerin dengan cara pemanasan, dan untuk mempercepat reaksi ini diperlukan bantuan katalisator berupa asam atau basa. Dari pertimbangan uraian diatas maka penulis mencoba untuk menganalisa kebutuhan daya listrik pada reaktor transesterifikasi menggunakan gelombang mikro. Dalam rangka menganalisa kebutuhan daya dengan menghitung dan membandingkan seberapa besar daya yang di butuhkan reaktor transesterifikasi pada biodiesel dan keuntungan hasil produksi dari reaktor transesterifikasi pada biodiesel tersebut (Ritonga et al., 2023).

DASAR TEORI

Biodiesel.

Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif yang terbuat dari sumber daya hayati terbarukan seperti minyak nabati dan lemak hewani. Secara sederhana, *biodiesel* didefinisikan sebagai bahan bakar alternatif yang diproduksi dari bahan baku yang terbarukan, selain dari bahan baku minyak bumi. Penggunaan *biodiesel* memberikan beberapa keuntungan, antara lain adalah: (1) tidak

memerlukan modifikasi mesin diesel yang telah ada, (2) menghasilkan emisi CO₂, SO₂, CO dan hidrokarbon yang lebih rendah dibandingkan dengan emisi petroleum diesel, (3) tidak memperparah efek rumah kaca, (4) kandungan energi hampir sama dengan kandungan energi petroleum diesel, (5) bilangan setan lebih tinggi dari pada petroleum diesel, (6) penyimpanan mudah, karena kekentalannya rendah, (7) termasuk bahan bakar yang terbarukan, (8) *biodegradable* dan tidak beracun .

Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar minyak yang pada saat ini sedang banyak dikembangkan, baik ditinjau dari aspek bahan dasar maupun prosesnya. Salah satu bahan dasar dalam sintesa *biodiesel* adalah minyak jarak. Dengan mereaksikan minyak jarak dengan metanol dalam suatu reaktor, akan diperoleh *crude biodiesel* (biodiesel kotor), yang selanjutnya dimurnikan untuk memperoleh hasil biodiesel murni. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, perlu diperhatikan aspek perancangan reaktor dalam sintesa biodiesel dari minyak jarak. Sejauh ini, keuntungan terbesar didapatkan dengan penggunaan biodiesel adalah sifatnya yang bisa diperbaharui dan tidak beracun. Hal ini menjadikannya sebagai bahan bakar alternatif pembangkit listrik paling ramah yang tersedia saat ini. Dalam sebuah penelitian di Departemen Energi Amerika Serikat mengungkapkan bahwa penggunaan bahan bakar biodiesel dapat mengurangi emisi karbondioksida disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil sebesar 75 persen (Harjanto et al., 2025).

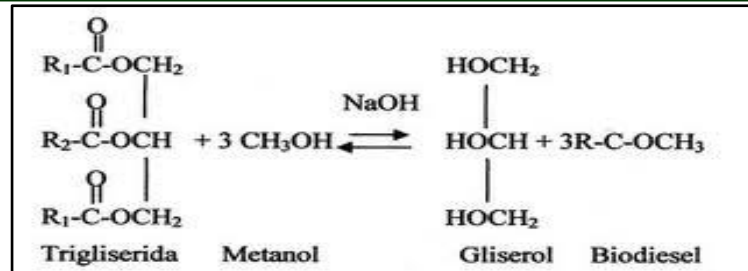
Manfaat lainnya, bahan bakar biodiesel ini tidak mengandung bahan kimia beracun, seperti belerang, yang bertanggung jawab atas terjadinya emisi berbahaya. Bahkan jika digunakan setiap hari menggantikan bahan bakar fosil bahaya seperti hujan asam bisa dihilangkan selamanya. Selain itu, Tidak perlu mengubah atau memodifikasi mobil diesel yang dimiliki untuk menggunakan bahan bakar biodiesel. Bahan bakar ini dapat dengan mudah dioperasikan pada mesin diesel standar. Manfaat biodiesel lainnya adalah sebagai berikut :

- a. Mengurangi Emisi dari mesin.
- b. Jika 0,4 – 5% dicampur dengan bahan bakar diesel minyak bumi otomatis akan meningkatkan daya lumas bahan bakar.
- c. Mempunyai rasio keseimbangan energi yang baik (Minimum 1 –2,5).
- d. Titik nyala tinggi 100 – 150 °C (Meletup tidak spontan atau menyala dalam keadaan normal)
- e. Energi Lebih rendah 10 – 12% dari bahan bakar diesel minyak bumi, 37 – 38 M/kg. Menimbulkan peningkatan efisiensi pembakaran biodiesel sebesar 5 - 7%, juga menghasilkan penurunan torsi 5% dan efisiensi bahan bakar).

Biodiesel mempunyai parameter penting yang sering digunakan sebagai tolak ukur kualitas bahan bakar biodiesel itu sendiri. Beberapa parameter tersebut adalah angka cetane, viskositas, sifat bahan bakar pada temperatur rendah (cloud point, pour point), angka iodine, penyimpanan dan stabilitas, serta efek pelumasan (lubricant). Angka cetane menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan (setelah bercampur dengan udara) dan cloud point adalah temperatur pada saat bahan bakar mulai tampak "berawan" (cloudy). Hal ini timbul karena munculnya kristal-kristal (padatan) di dalam bahan bakar dan meski bahan bakar masih bisa mengalir pada titik ini, keberadaan kristal di dalam bahan bakar bisa mempengaruhi kelancaran aliran bahan bakar di dalam filter, pompa, dan injektor.

Transesterifikasi.

Transesterifikasi adalah tahap konversi trigliserida menjadi alkil ester melalui reaksi dengan alkohol dan menghasilkan produk samping gliserol. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa seperti NaOH, KOH, NaOCH₃ dan KOCH₃ (Canakci & Sanli 2008). Pada prinsipnya transesterifikasi adalah mengeluarkan gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (metanol) menjadi metil ester. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang bersifat reversible dengan kalor reaksi kecil. Pergeserannya reaksi ke arah produk biasanya dilakukan dengan menggunakan alkohol berlebih.



Gambar 2.1. Reaksi Transesterifikasi

Proses Transesterifikasi.

Proses transesterifikasi merupakan proses kimiawi yang mempertukarkan grup alkoxi pada senyawa ester dengan alkohol, yang bertujuan untuk memisahkan antara methyl ester dan glycerin dengan cara pemanasan, dan untuk mempercepat reaksi ini diperlukan bantuan katalisator berupa asam atau basa. Asam mengkatalisis reaksi dengan mendonorkan proton yang dimilikinya kepada grup alkoxi sehingga lebih reaktif dan tanaman penghasil minyak cukup banyak terkandung asam lemak. Asam lemak ini secara kimiawi merupakan senyawa gliserida dan pada proses transesterifikasi senyawa gliserida ini dipecah menjadi monomer senyawa ester dan gliserin, dengan penambahan alkohol dalam jumlah yang banyak dan bantuan katalisator. Senyawa ester pada tingkat (grade) tertentu inilah yang menjadi biodiesel.

Daya Listrik.

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam angkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, Daya listrik, seperti daya mekanik, dilambangkan oleh huruf P dalam persamaan listrik. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan Hukum Joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik, dan sebaliknya.

$$P = V \cdot I.$$

Dimana :

P = Daya (Watt atau W)

I = Arus (Ampere atau A)

V = Perbedaan potensial (Volt atau V)

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. satuan arus listrik adalah Ampere. 1 ampere arus adalah mengalirnya elektron sebanyak 628×10^{16} atau sama dengan 1 Coulumb per detik meliwati suatu penampang konduktor. Daya adalah besarnya usaha atau energi tiap satuan waktu.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Daya Listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

Efisiensi Energi.

Efisiensi energi adalah perbandingan antara energi yang dapat dimanfaatkan terhadap energi yang dibutuhkan. Semakin tinggi tingkat efisiensi energi maka penggunaan energi akan semakin sedikit untuk hasil yang sama. Efisiensi energi didefinisikan sebagai semua metode, teknik, dan prinsip-prinsip yang memungkinkan untuk dapat menghasilkan penggunaan energi lebih efisien dan membantu penurunan permintaan energi global. Efisiensi energi menjadi topik energi yang sangat populer karena kebutuhan dunia akan energi terus bertambah. Dengan meningkatkan efisiensi energi

global, berarti diperlukan lebih sedikit energi untuk memenuhi permintaan energi global yang juga akan mengakibatkan turunnya harga energi.

Rumus Efisiensi Energi :

$$\eta = \frac{\text{Energi}_{\text{keluar}}}{\text{Energi}_{\text{masuk}}} \cdot 100\%$$

Perbedaan Pmasuk dan Pkeluar disebabkan oleh daya yang diberikan kepada suatu sistem tidak semuanya diubah menjadi bentuk daya yang kita butuhkan.

sebagai contoh, daya listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu tidak semuanya diubah menjadi energi cahaya, ada sebagian daya listrik yang berubah menjadi panas. Besarnya efisiensi biasanya dinyatakan dalam persen:

$$\eta \rightarrow 0^0/\% \leq 100^0/\%$$

Dalam pengerjaan soal bentuk persen ini harus diubah terlebih dahulu menjadi dalam bentuk pecahan atau desimal.

Amperemeter.

Amperemeter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Satuan arus listrik adalah ampere, jadi hasil ukur yang ditunjukkan oleh ampere meter juga akan menghasilkan hasil berupa satuan ampere. Cara menggunakan ampere meter haruslah digunakan untuk mengukur rangkaian penutup, kemudian cara pemasangannya dipasang secara seri/berderet dengan beban. Setelah ampere meter dihubungkan dengan beban maka jarum penunjuk pada ampere meter akan menunjukkan suatu angka yang dimana hal tersebut merupakan hasil pengukuran yang didapatkan. Selain menggunakan ampere meter kita juga dapat menentukan besar arus listrik dengan cara menggunakan hukum ohm, hukum ohm menyatakan.

Tegangan.

Pengertian tegangan telah diberikan dalam teori rangkaian listrik. Terjadinya arus listrik dari kutub positif ke kutub negatif dan aliran elektron dari kutub negatif ke kutub positif, disebabkan oleh adanya beda potensial antara kutub positif dengan kutub negatif, dimana kutub positif mempunyai potensial yang lebih tinggi dibandingkan kutub negatif. Jadi arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, sedangkan aliran elektron mengalir dari potensial rendah ke potensial tinggi. Beda potensial antara kutub positif dan kutub negatif dalam keadaan terbuka disebut gaya gerak listrik dan dalam keadaan tertutup disebut tegangan jepit. Beda potensial atau tegangan satuannya adalah volt, adalah kerja W yang dilakukan dalam menggerakkan sebuah muatan Q diantara dua titik didalam medan tersebut. Huruf E digunakan juga untuk menyatakan tegangan.

Rencana Penelitian dan Alat Pendukung.

Alat dan Bahan.

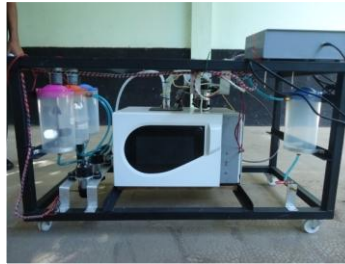
1. Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Voltmeter



Gambar 3.1 Voltmeter

- b. Reaktor Transesterifikasi.



Gambar 3.2 Reaktor Transesterifikasi

a. Amperemeter

Ampere meter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Satuan arus listrik adalah ampere.

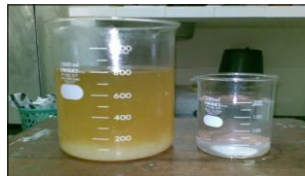


Gambar 3.3 Amperemeter

2. Bahan

Bahan yang digunakan penulis untuk penelitian adalah :

- a. Minyak goreng curah
- b. Metanol dan KOH



Gambar 3.4 Bahan penelitian.

Urut – urutan Penelitian.

Pengujian analisa dilakukan dengan mencari data daya listrik untuk reaktor transesterifikasi dan kemudian dibandingkan dengan hasil minyak dari reaktor transesterifikasi. Langkah pengujiannya adalah :

- 1) Persiapkan alat penelitian.
- 2) Setelah siap nyalakan reaktor transesterifikasi dengan cara sambungkan ke arus listrik.
- 3) Dengan alat penghitung arus dan tegangan, hitung daya yang dibutuhkan untuk reaktor transesterifikasi.
- 4) Selain menghitung daya, uji pada reaktor transesterifikasi untuk mendapatkan hasil minyak dari reaktor transesterifikasi.
- 5) Setelah mendapatkan seluruh data daya yang dibutuhkan dan hasil minyak dari reaktor transesterifikasi, hitung keduanya dalam jumlah uang.
- 6) Bandingkan pengeluaran uang yang dikeluarkan untuk membayar listrik untuk reaktor transesterifikasi dengan hasil uang yang didapat dari minyak yang dihasilkan reaktor transesterifikasi.



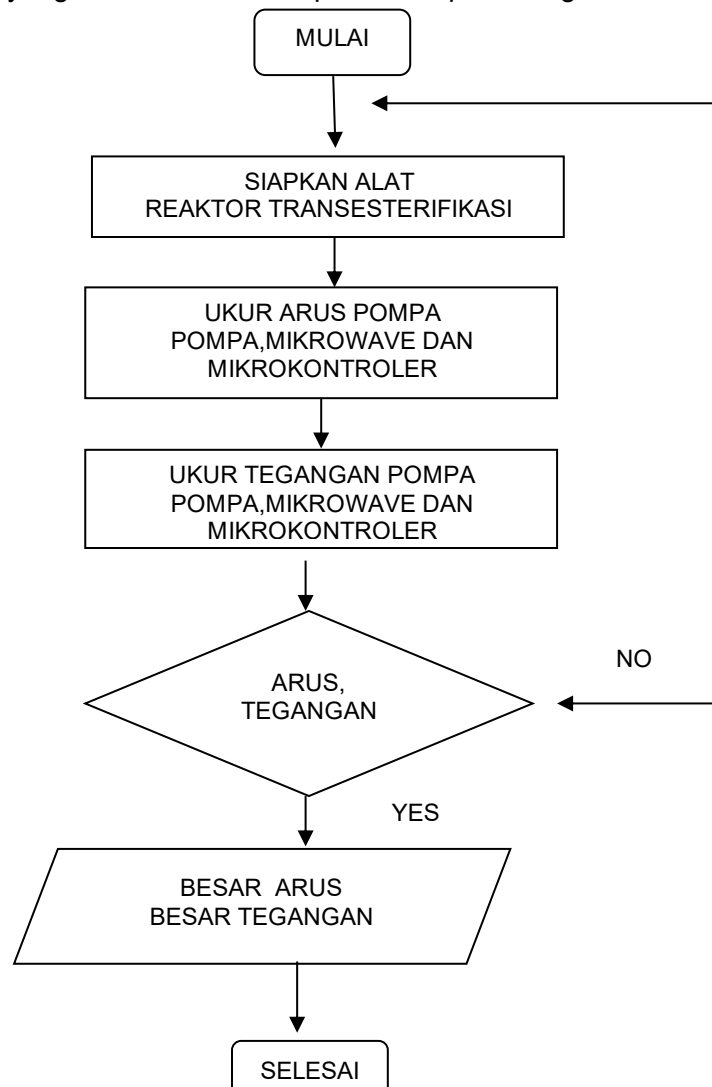
Rancangan penelitian.

Dalam rancangan penelitian ini penulis membuat penelitian daya listrik yang dibutuhkan reaktor transesterifikasi. Dalam penelitian ini diperoleh dengan cara menggunakan:

- 1) Analisa hasil uji daya listrik yang dibutuhkan reaktor transesterifikasi untuk menghasilkan kapasitas biodiesel
- 2) Melaksanakan perbandingan antara daya yang dibutuhkan dengan hasil dari reaktor transesterifikasi biodiesel untuk mengetahui keuntungan dan kerugian yang di dapat.
- 3) Penelitian ke perpustakaan yang dilakukan dengan mencari data daya listrik serta referensi untuk menunjang penelitian.

Diagram Alir Penelitian.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Analisa Data

Pengambilan data daya listrik pada reaktor transesterifikasi yaitu dengan mencari daya listrik pada pompa 1 untuk tabung 1 yaitu bahan campuran methanol 200 ml dengan KOH 1,2 gram dengan waktu 20 detik, Daya listrik pada pompa 2 untuk tabung 2 yaitu bahan minyak CPO 800 ml dengan waktu 85 detik, Daya listrik pada pompa 3 untuk tabung 3 yaitu percampuran antara methanol, KOH, Dan Minyak dengan waktu 105 detik, Daya listrik pada pompa 4 untuk menarik air dari mikrowave ke sensor suhu LM35 dengan waktu 20 detik, Daya listrik pada pompa 5 untuk tabung 5 yaitu hasil dari proses reaktor transesterifikasi dengan waktu 105 detik, Daya listrik pada mikrowave dengan waktu

360 detik dan daya listrik pada mikrokontroller dengan waktu 695 detik. Hasil minyak biodiesel yang dihasilkan reaktor transesterifikasi selama proses transesterifikasi yakni sekitar ± 1 Liter minyak biodiesel. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis mendapatkan bahwa :

- a. Penelitian menggunakan mesin reaktor transesterifikasi yang memiliki nama benda beserta fungsinya di setiap bagian - bagian di reaktor transesterifikasi.

Tabel 4.1. Nama benda dan fungsinya.

NO	NAMA BENDA	FUNGSI	
		DARI	KE
1	2	3	4
1	POMPA 1	TABUNG 1	TABUNG 2
2	POMPA 2	TABUNG 3	TABUNG 2
3	POMPA 3	TABUNG 2	MIKROWAVE
4	POMPA 4	MIKROWAVE	SENSOR SUHU LM35
5	POMPA 5	MIKROWAVE	TABUNG HASIL
6	MIKROWAVE	MEMANASKAN BAHAN PENELITIAN	
7	MIKROKONTROLLER	MENGATUR WAKTU KERJA SELURUH MESIN	

- b. Penelitian menggunakan Reaktor Transesterifikasi yang masing – masing bagian memiliki fungsi waktu yang berbeda.

Tabel 4.2. Nama dan waktu kerja benda.

NO	NAMA BENDA	WAKTU (detik)
1	POMPA 1	20 detik
2	POMPA 2	85 detik
3	POMPA 3	105 detik
4	POMPA 4	20 detik
5	POMPA 5	105 detik
6	MIKROWAVE	360 detik
7	MIKROKONTROLLER	695 detik

Analisa Penelitian.

- a. Perhitungan :

- Pompa 1.
 $V = 11,8 \text{ V}$, $I = 1,4 \text{ A}$, $P = ?$
 $P = V \cdot I$
 $P = 11,8 \times 1,4$
 $P = 16,52 \text{ Watt}$
- Pompa 2.
 $V = 12 \text{ V}$, $I = 1,3 \text{ A}$, $P = ?$
 $P = V \cdot I$
 $P = 12 \times 1,3$
 $P = 15,6 \text{ Watt}$
- Pompa 3.
 $V = 12,2 \text{ V}$, $I = 1,3 \text{ A}$, $P = ?$
 $P = V \cdot I$
 $P = 12,2 \times 1,3$
 $P = 15,86 \text{ Watt}$
- Pompa 4.
 $V = 11,9 \text{ V}$, $I = 1,5 \text{ A}$, $P = ?$
 $P = V \cdot I$
 $P = 11,9 \times 1,5$
 $P = 17,85 \text{ Watt}$
- Pompa 5.



$$V = 12 \text{ V} , I = 1,4 \text{ A} , P = ?$$

$$P = V \cdot I$$

$$P = 12 \times 1,4$$

$$P = 16,8 \text{ Watt}$$

6. Mikrowave.

$$V = 220 \text{ V} , I = 5,9 \text{ A} , P = ?$$

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220 \times 5,9$$

$$P = 1298 \text{ Watt}$$

7. Mikrokontroller.

$$V = 220 \text{ V} , I = 0,454 \text{ A} , P = ?$$

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220 \times 0,45$$

$$P = 99 \text{ Watt}$$

- b. Data daya listrik penelitian.

Rumus Daya adalah $P = V \cdot I$.

$$P = 11,8 \times 1,4$$

$$P = 16,52 \text{ Watt}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh tabel Daya yang digunakan pada proses reaksi transesterifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.3. Data daya penelitian

NO	NAMA BENDA	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1	POMPA 1	11,8	1,4	16,52
2	POMPA 2	12	1,3	15,6
3	POMPA 3	12,2	1,3	15,86
4	POMPA 4	11,9	1,5	17,85
5	POMPA 5	12	1,4	16,8
6	MIKROWAVE	220	5,9	1298
7	MIKROKONTROLER	220	0,45	99
JUMLAH				1478,63

- c. Data daya (p) setiap menjadi kWh /Jam.

1) 20 detik = 0,33 menit = 0,0055 Jam

2) 85 detik = 1,41 menit = 0,0235 Jam

3) 105 detik = 1,75 menit = 0,0291 Jam

4) 360 detik = 6 menit = 0,1 Jam

5) 1820 detik = 30,33 menit = 0,5055 Jam

Rumus kWh/jam :

$$\text{Daya listrik alat (P) x Waktu (jam)} = \frac{\text{Wh}}{1000} = \text{kWh} .$$

Dari hasil perhitungan daya dan waktu yang digunakan pada setiap komponen reaktor transesterifikasi maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.4. Data hasil daya (p) dijadikan kWh/Jam.

NO	NAMA BENDA	P (Watt)	WAKTU (JAM)	Wh	KWh
1	POMPA 1	16,52	0,0055	0,0908	0,0000908
2	POMPA 2	15,6	0,0235	0,3666	0,0003666
3	POMPA 3	15,86	0,0291	0,4615	0,0004615
4	POMPA 4	17,85	0,0055	0,0981	0,0000981
5	POMPA 5	16,8	0,0291	0,4888	0,0004888
6	MIKROWAVE	1298	0,1	129,8	0,1298
7	MIKROKONTROLER	99	0,5055	50,0445	0,0500445



- d. Data kWh /jam setiap benda menjadi Rp/kWh.
Rumus mencari Rp/ kWh = kWh /Jam x Harga (Rp).

$$\text{Rp/kWh} = 0,0000908 \times 879 = 0,079 \text{ Rp/KWh}$$

Jika untuk setiap 1 kWh harga daya listrik yang digunakan adalah Rp. 879,00 maka jumlah biaya yang digunakan untuk satu kali proses produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Data nilai kWh /Jam menjadi Rp/ kWh

NO	NAMA BENDA	KWh	HARGA (Rp)	Rp / kWh
1	POMPA 1	0,0000908	879	0,07
2	POMPA 2	0,0003666	879	0,32
3	POMPA 3	0,0004615	879	0,040
4	POMPA 4	0,0000981	879	0,08
5	POMPA 5	0,0004888	879	0,42
6	MIKROWAVE	0,1298	879	114
7	MIKROKONTROLER	0,0500445	879	43,98
JUMLAH				Rp. 159,27

- e. Data harga bahan penelitian. Jumlah total kebutuhan untuk 1x proses produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data harga bahan penelitian.

NO	NAMA BAHAN	HARGA (Rp)
1	MINYAK CPO 800 ml	1.250
2	KOH 1,2 gr	1.800
3	METHANOL 200 ml	500
4	KONSUMSI LISTRIK	159,27
JUMLAH		Rp. 3.709,27

- f. Data harga hasil penelitian. Harga total hasil proses produksi terdiri dari Minyak Biodiesel murni dan Glisero dengan total jumlah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data harga hasil penelitian.

NO	NAMA BAHAN	HARGA (Rp)	HASIL	TOTAL HARGA (Rp)
1	BIOSOLAR	4.500 / liter	680 ml	3.060
2	LISERIN (teknik)	200 / ml	100 ml	20.000
JUMLAH				Rp. 23.060

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dengan mencari tarif harga minyak biodiesel dan tarif harga pemakaian listrik maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Biaya yang dibutuhkan untuk membayar seluruh kebutuhan daya listrik yang dibutuhkan untuk reaktor transesterifikasi yaitu sebesar Rp. 159,27 /Kwh dan Biaya yang dibutuhkan untuk membayar seluruh harga bahan penelitian meliputi minyak, KOH, methanol, dan konsumsi listrik yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp. 3.709,27
2. Biaya yang didapatkan dari hasil penjualan bahan penelitian yaitu sebesar Rp. 23.060
3. Dari percobaan yang telah dilakukan oleh penulis maka diperoleh data yang valid, sehingga dari data yang sudah didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa tarif harga yang dihasilkan dari harga jual minyak biodiesel lebih besar dengan harga Rp. 23.060/Liter dan dibandingkan dengan tarif harga yang dikeluarkan untuk biaya pemakaian bahan penelitian proses reaktor transesterifikasi dan biaya daya listrik untuk kebutuhan proses reaktor transesterifikasi sebesar Rp. 3.709,27 Sehingga penggunaan reaktor transesterifikasi biodiesel mendapatkan lebih banyak keuntungan biaya sebesar Rp. 19.350,73 Dan dapat disimpulkan bahwa pembuatan minyak biodiesel dengan menggunakan reaktor transesterifikasi dengan gelombang mikro berhasil dengan tidak mengalami kerugian biaya dan sangat menguntungkan.

Saran.

Berdasarkan uraian diatas maka adapun saran dari penulis dalam penelitian ini adalah:

- a. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dari pada penelitian yang telah dilakukan oleh penulis untuk mengetahui lebih banyak lagi hasil keuntungan dari reaktor transesterifikasi dengan menggunakan gelombang mikro, karena penulis dibatasi hanya untuk mengetahui perbandingan biaya bahan penelitian dan daya listrik yang dibutuhkan reaktor transesterifikasi dengan hasil keuntungan dari bahan bakar minyak biodiesel yang dihasilkan dari proses reaktor transesterifikasi.
- b. Dalam penulisan tugas akhir selanjutnya agar dilakukan penelitian dengan menggunakan benda uji penelitian yang lebih banyak lagi jenisnya, sehingga dapat menambah lagi informasi kepada para penghasil bahan bakar minyak biodiesel dengan menggunakan proses transesterifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Teknik Elektronika Terbitan PPPPTK / VEDC , Malang
 Harjanto, B., Lufti, A., & Silitonga, F. (2025). Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Gasohol Be-20 Dan Bensin Jenis Pertamina Terhadap Prestasi Mesin Kendaraan Kijang 7K. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 53–65. <https://doi.org/10.63824/jtmp.v13i1.392>
- Harnovi. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Indartono. 2006. Low – *Sulfur Petrodiesel Fuel dan Siklus Karbon* .
- Lufti, A., Harjanto, B., Silitonga, F., Mesin, T., Akademi Militer, P., & Universitas Karimun, T. I. (2022). Peranan Udara Pantai Terhadap Korosi Baling-Baling Helikopter Hughes-300c. *Mekanikasista*.
- Pelatihan Operator Gardu Induk hal : 3 PT. PLN (Persero) UBS P3B
- Ritonga, A. M., Khairul Muslim, & Silitonga, F. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Dan Zat Aditif Nano3 Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Teknik Sipil Pertahanan*, 10(2), 117–125. <https://doi.org/10.63824/jptsp.v10i2.100>
- Rumus menghitung kWh pemakaian listrik*, 2012
- Saripudin, A., D Rustiawan K., A. Suganda. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1*
- Sukahar, Hafid, A., & Suparja. (2025). Analisis Perbandingan Uji Keausan Antara Kampas Kopling Kualitas 1 Dengan Kualitas 2 Pada Kendaraan Suzuki Katana. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 38–52. <https://doi.org/10.63824/jtmp.v13i1.391>