



RANCANG BANGUN REAKTOR TRANSESTERIFIKASI MENGUNAKAN GELOMBANG MIKRO

Prima Hadinuranto¹, Frangky Silitonga², Suparyana³

Manajemen Pertahanan¹, Politeknik Pariwisata Batam², Teknik Mesin Pertahanan³
putuyutam@gmail.com, frangky@btp.ac.id, suparyana@nikmesinhan.akmil.ac.id

Abstract

Energy is a primary need in society because almost all human activities require energy, such as for lighting, industrial processes, household equipment, and transportation. In Indonesia, energy use is still dominated by fossil fuels such as petroleum and natural gas, which are limited in availability and have negative environmental impacts. Therefore, environmentally friendly and sustainable alternative energy is needed, one of which is biodiesel derived from vegetable oil through a transesterification process using alcohol, generally methanol, to produce alkyl ester as fuel. The research method used is an experimental method by designing and manufacturing a transesterification reactor to produce biodiesel with the desired concentration. The process is carried out by reacting vegetable oil with methanol using a certain catalyst inside the reactor, followed by observation of the reaction process and the biodiesel produced. The obtained data are analyzed to determine the reactor performance and biodiesel quality. The results show that the designed transesterification reactor is capable of producing biodiesel according to the desired concentration and can be used as a research tool. This reactor has the potential to be developed on a larger scale to increase biodiesel production and provide economic and environmental benefits as an alternative energy source.

Keywords: Biodiesel, Transesterification, Reactor.

Abstrak

Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat karena hampir seluruh aktivitas manusia memerlukan energi, baik untuk penerangan, industri, peralatan rumah tangga, maupun transportasi. Di Indonesia, penggunaan energi masih didominasi oleh bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas bumi yang jumlahnya terbatas dan berdampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, salah satunya adalah biodiesel yang berasal dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi dengan alkohol, umumnya metanol, untuk menghasilkan alkyl ester sebagai bahan bakar. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan merancang dan membuat reaktor transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel sesuai kadar yang diinginkan. Proses dilakukan dengan mereaksikan minyak nabati dengan metanol menggunakan katalis tertentu di dalam reaktor, kemudian dilakukan pengamatan terhadap proses reaksi dan hasil biodiesel yang dihasilkan. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui kinerja reaktor dan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor transesterifikasi yang dirancang mampu menghasilkan biodiesel sesuai kadar yang diinginkan dan dapat digunakan sebagai alat penelitian. Reaktor ini berpotensi dikembangkan dalam skala lebih besar sehingga dapat meningkatkan produksi biodiesel serta memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan sebagai sumber energi alternatif.

Kata kunci: Biodiesel, Transesterifikasi, Reaktor.

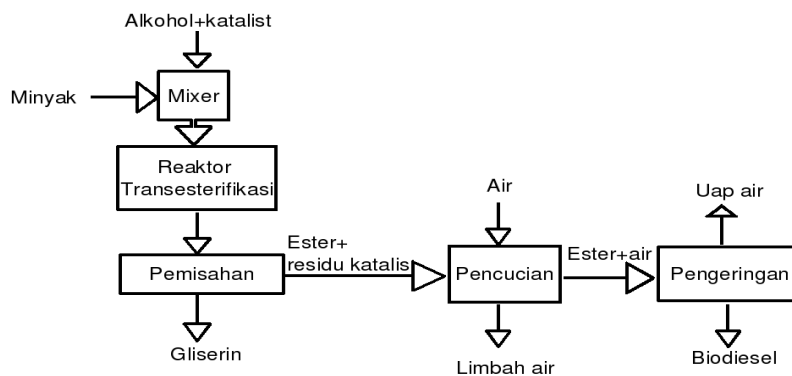
PENDAHULUAN.

Akademi Militer merupakan lembaga kemiliteran dimana terdapat putra-putra pilihan bangsa yang dipilih dari berbagai provinsi di seluruh Indonesia. Mereka semua dididik menjadi seorang taruna dimana tugasnya adalah belajar dan berlatih. Selain belajar dalam bidang militer, para taruna juga dididik untuk ikut berkompeten dalam bidang akademik. Pengetahuan tentang taruna dituntut harus luas. Salah satu contohnya adalah pengetahuan tentang konversi energi. Agar meningkatkan kemampuan serta pengetahuan para taruna yang berhubungan dengan konversi energi, maka para taruna terutama dari teknik mesin, banyak mendapatkan pelajaran tentang konversi energi. Manfaatnya pun dapat dirasakan oleh negara dan bangsa agar nantinya para generasi penerus bangsa ini dapat memberikan karyanya tentang konversi energi yang berguna untuk bangsa dan negara. Salah satunya adalah tentang konversi dari minyak nabati menjadi biodiesel yang dapat digunakan untuk kendaraan dan bersifat ramah lingkungan. Minyak nabati salah satu contohnya adalah limbah minyak yang biasanya habis dipergunakan oleh manusia. Untuk itu diperlukan adanya suatu alat yang berfungsi untuk dapat mengubah minyak nabati menjadi biodiesel yang berdampak positif bagi lingkungan. Maka dari itu disusunlah suatu desain rancangan alat reaktor yang dapat digunakan untuk mengubah minyak nabati menjadi biodiesel. Prinsipnya adalah memakai limbah minyak yang digunakan dari bahan minyak jelantah untuk nantinya dirubah menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi.

LANDASAN TEORI

Transesterifikasi.

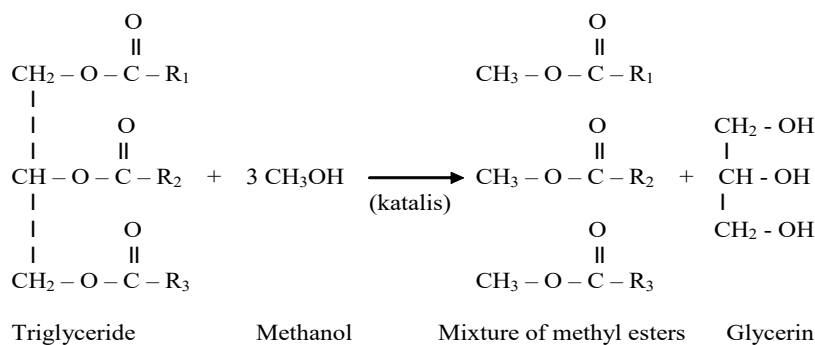
Proses transesterifikasi merupakan proses kimiawi yang mempertukarkan grup alkoksi pada senyawa ester dengan alkohol, yang bertujuan untuk memisahkan antara *methyl ester* dan *glycerin* dengan cara pemanasan, dan untuk mempercepat reaksi ini diperlukan bantuan katalisator berupa asam atau basa. Asam mengkatalisis reaksi dengan mendonorkan proton yang dimilikinya kepada grup alkoksi 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*. Skema produksi *biodiesel* melalui proses transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Fase-fase dalam Proses Produksi *Biodiesel*.

(Sumber : Erliza Hambali, 2006 : 63)

Fase esterifikasi merupakan fase yang sangat krusial dan mempengaruhi proses-proses berikutnya. Reaksi esterifikasi yang bagus akan menghasilkan kadar ester diatas 90%. Pada pembuatan *biodiesel* secara konvensional, minyak nabati yang merupakan komponen terbesar *biodiesel*, bersama alkohol (metanol atau ethanol) bersama-sama *katalis* yang telah dilarutkan dimasukkan dalam sebuah wadah besar dan dipanaskan pada suhu konstan, sekitar 60° C sambil terus menerus diaduk (Erliza Hambali, 2006). Pada Gambar 2 ditunjukkan persamaan reaksi kimia dari proses transesterifikasi. R₁, R₂, dan R₃ merupakan suatu rantai hidrokarbon yang panjang, dan biasa disebut rantai *fatty acid* (Hambali, 2006) :



Gambar 2.2 Persamaan Reaksi Kimia dari Proses Transesterifikasi

(Sumber : Hambali, 2006 : 59)

Reaktor



Reaktor adalah suatu alat proses tempat di mana terjadinya suatu reaksi berlangsung, baik itu reaksi kimia. Dengan terjadinya reaksi inilah suatu bahan berubah ke bentuk bahan lainnya, perubahannya ada yang terjadi secara spontan alias terjadi dengan sendirinya atau bisa juga butuh bantuan energi contoh energi yang paling umum. Perubahan yang dimaksud adalah perubahan kimia, jadi terjadi perubahan bahan bukan fase misalnya dari air menjadi uap yang merupakan reaksi fisika. Untuk mendukung agar reaktor dapat berfungsi maksimal dan aman terkendali, maka diperlukan sistem pengendalian proses yang menggunakan beberapa alat tambahan. Beberapa contoh dari aksesoris tersebut umumnya adalah :

- a) Level Controller (LC), suatu alat yang menjaga agar volum (isi) reaktor tetap terjaga, tidak kehabisan reaktan ataupun kelebihan yang dapat menyebabkan kenaikan tekanan. Cara kerja dari alat ini adalah dengan terus mendeteksi ketinggian permukaan bahan dalam reaktor, jika kurang dari toleransi yang diberikan (set point) maka kran keluaran (output) akan mengecil sampai ketinggian mencapai tinggi yang telah di set. Sebaliknya jika melebihi kran keluaran akan dibuka lebih lebar untuk mengurangi bahan dalam reaktor.
- b) Pressure Controller (PC), Suatu alat yang bertugas untuk menjaga agar tekanan dalam reaktor masih berada pada kisaran yang ditetapkan. Biasanya diterapkan pada reaktor yang memakai reaktan berfase gas. Cara kerjanya mirip dengan LC yaitu dengan membuka dan menutup kran
- c) Temperature Controller (TC), suatu alat yang bertugas agar suhu di dalam reaktor masih berada dalam kisaran suhu operasinya. TC juga bekerja dengan membuka dan menutup kran, namun kran yang diintervensi adalah kran utilitas. Misalnya CSTR berpemanas, jika suhu drop maka kran koil uap panas (steam) akan diperbesar sehingga steam yang masuk akan lebih banyak yang akhirnya suplai panas pun bertambah dan akhirnya suhu reaktor akan bertambah dan suhu reaktor pun dapat kembali ke suhu yang normal. Sebaliknya jika suhu reaktor bertambah.

Tujuan pemilihan reaktor adalah :

- a. Mendapat keuntungan yang besar.
- b. Biaya produksi rendah.
- c. Modal kecil/volume reaktor minimum.
- d. Operasinya sederhana dan murah.
- e. Keselamatan kerja terjamin.
- f. Polusi terhadap sekelilingnya (lingkungan) dijaga sekecil-kecilnya.

Biodiesel.

Biodiesel didefinisikan sebagai bahan bakar yang diproduksi dari minyak tumbuhan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif di dalam mesin diesel. Biodiesel secara kimiawi merupakan *methyl ester* dari hasil reaksi kimia antara minyak tumbuhan dengan alkohol dan menghasilkan *glycerin* sebagai produk sampingan yang bernilai tinggi. Biodiesel berasal dari campuran *triglyceride* (minyak tumbuhan atau lemak) dan alkohol (metanol atau ethanol) ditambah KOH sebagai katalis dengan menggunakan proses transesterifikasi, sedangkan minyak lemak mentah didapatkan langsung dari pemerahan atau pengempaan biji sumber minyak (*oilseed*), yang kemudian disaring dan dikeringkan (untuk mengurangi kadar air). Minyak lemak mentah akan diproses lanjut untuk menghilangkan kadar fosfor (dengan proses *degumming*) dan asam-asam lemak bebas (dengan netralisasi dan *steam refining*) sehingga menjadi *refined fatty oil* atau *straight vegetable oil* (SVO)-(Indartono, 2006). Nama biodiesel telah disetujui oleh Department of Energi (DOE), Environmental Protection Agency (EPA) dan American Society of Testing Material (ASTM), biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol (Özgül dan Türkyay 1993; Pamuji, dkk. 2004; Gerpen 2004). Biodiesel dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel juga dapat ditulis dengan B100, yang menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % monoalkil ester. Biodiesel campuran ditandai dengan "BXX", yang mana "XX" menyatakan persentase komposisi biodiesel yang terdapat dalam campuran. B20 berarti terdapat biodiesel 20% dan minyak solar 80 % (Zuhdi, 2002).

Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui (Knothe 2005). Pada dasarnya semua minyak nabati

atau lemak hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan bahan baku alternatif yang dapat dikembangkan secara luas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Harjanto, B., Lufti, A., & Silitonga, F, 2025). Biodiesel berasal minyak sawit, minyak jelantah, minyak jarak, dan minyak kedelai (Zuhdi, 2002). Namun terjadi perdebatan karena bahan bakar ini terutama minyak kedelai termasuk dalam pangan sehingga hal ini tidak wajar mengingat semakin meningkatnya populasi manusia.

a. Standar Mutu Biodiesel

Dari peraturan pengujian biodiesel berdasarkan peraturan dirjen migas No. 002/P/DM/MIGAS/1979 tanggal 25 mei 1979 tentang spesifikasi bahan bakar minyak dan gas dan standar pengujian SNI (Standart Nasional Indonesia) dapat dianalisa :

1. Angka Setana Untuk bahan bakar motor diesel digunakan acuan Angka Setana, yaitu dengan bahan referensi normal cetane (C₁₆H₃₄) yang tidak memiliki keterlambatan menyala dan aromatis methyl naphthalene (C₁₀H₇CH₃) yang keterlambatannya besar sekali. Angka Setana dari biodiesel sebesar minimal 51 sedangkan standar dari solar sebesar 48, berarti angka Setana biodiesel 1,05 lebih rendah daripada solar. Tetapi angka Setana dari biodiesel yang dihasilkan masih termasuk dalam kisaran standar biodiesel yaitu minimal 51. Pada mesin diesel udara dimampatkan sampai tekanan 30 sampai 40 kg/cm², akibat pembakaran maka tekanan yang ada di dalam ruang bakar mencapai 60 sampai 65 kg/cm². Disini diharapkan tidak ada keterlambatan dari nyala agar kenaikan tekanan tidak terlalu tinggi. Kenaikan tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan detonasi. Hambatan lain yaitu proses pembakaran tidak sempurna sehingga terbentuk jelaga.
2. Kinematic Viscosity merupakan Standar Kinematik viscosity dari biodiesel adalah sebesar 2,3 cSt sampai 6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan.
3. Specific Gravity merupakan Specific gravity dari biodiesel masih masuk dalam kisaran solar yaitu antara 0,82 sampai 0,95. Dari pengujian specific gravity pada 600F ini juga dapat ditentukan oAPI.
4. Nilai Kalor merupakan Standar minimal kalori yang dihasilkan oleh biodiesel adalah 17,65 Btu/lb. Sebagai bahan bakar, biodiesel harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Persyaratan Biodiesel yang Ditetapkan oleh SNI (Soerawidjaja, 2006)

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	840 – 890
2	Viskositas kinematik pd 40 °C	mm ² /s	2,3 – 6,0
3	Angka setana	(cSt)	min. 51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	min. 100
5	Titik kabut	°C	maks. 18
6	Korosi lempeng tembaga	%-massa	maks. no 3
7	Residu karbon	%-vol.	maks 0,05
	- dalam contoh asli	°C	(maks. 0,3)
	- dalam 10 % ampas distilasi	%-massa	maks. 0,05
8	Temperatur distilasi 90 %	ppm-m (mg/kg)	maks. 360
9	Abu tersulfatkan	ppm-m (mg/kg)	maks.0,02
10	Belerang	mg-KOH/g	maks. 100
11	Fosfor	%-massa	maks. 10
12	Angka asam	%-massa	maks.0,8
13	Gliserol bebas	%-massa	maks. 0,02
14	Gliserol total	%-massa	maks. 0,24
15	Kadar ester alkil		min. 96,5
16	Angka iodium		maks. 115



b. Keuntungan Biodiesel

Biodiesel memiliki tingkat polusi yang lebih rendah dari pada solar dan dapat digunakan pada motor diesel tanpa modifikasi sedikitpun (Briggs, 2004). Biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004). Penggunaan biodiesel mempunyai beberapa keuntungan, menurut studi yang dilakukan National Biodiesel Board beberapa keuntungan penggunaan biodiesel antara lain :

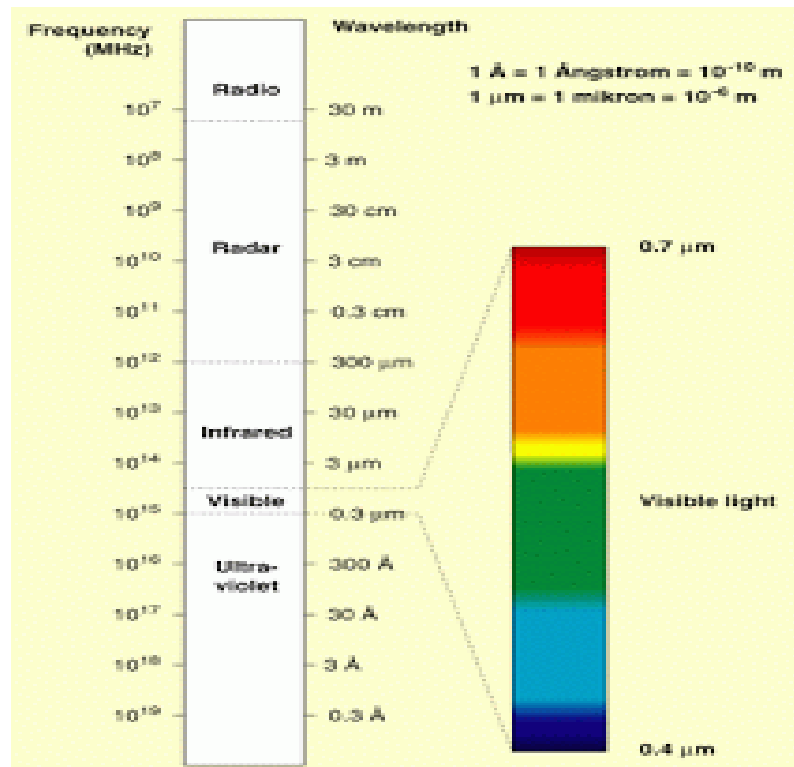
1. Biodiesel mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan minyak diesel, sehingga dapat langsung dipakai pada motor diesel tanpa melakukan modifikasi yang signifikan dengan resiko kerusakan yang sangat kecil.
2. Biodiesel memberikan efek pelumasan yang lebih baik daripada minyak diesel konvensional. Bahkan satu persen penambahan biodiesel dapat meningkatkan pelumasan hampir 30 persen.
3. Hasil percobaan membuktikan bahwa jarak tempuh 15.000.000 mil, biodiesel memberikan konsumsi bahan bakar, HP, dan torsi yang hampir sama dengan minyak diesel konvensional.
4. Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global (Dunn, 2005). Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78% dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.

Microwave

Gelombang mikro atau Mikrogelombang (microwave) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (Super High Frequency, SHF), yaitu di atas 3 GHz (3x10⁹ Hz) Gelombang ini tidak dapat dilihat mata kita karena panjang gelombangnya (walaupun sangat kecil dibanding gelombang radio) jauh lebih besar dari panjang gelombang cahaya (di luar spektrum sinar tampak). Keduanya sama-sama terdapat dalam spektrum gelombang elektromagnetik (Gambar 1). Panjang gelombang cahaya berkisar antara 400-700 nm (1 nm =10⁻⁹ m); sedangkan kisaran panjang gelombang mikro sekitar 1-30 cm (1 cm = 10⁻²m

Nama	Panjang Gelombang	Hertz (Hz)	Energi foton (eV)
Sinar gamma	kurang dari 0,02 nm	lebih dari 15 EHz	lebih dari 62,1 keV
Sinar-X	0,01 nm – 10 nm	30 EHz – 30 PHz	124 keV – 124 eV
Ultraungu	10 nm – 400 nm	30 PHz – 750 THz	124 eV – 3 eV
sinar tampak	390 nm – 750 nm	770 THz – 400 THz	3,2 eV – 1,7 eV
Inframerah	750 nm – 1 mm	400 THz – 300 GHz	1,7 eV – 1.24 meV
Gelombang mikro	1 mm – 1 meter	300 GHz – 300 MHz	1,24 meV – 1,24 µeV
Gelombang radio	1 mm – 100.000 km	300 GHz – 3 Hz	1,24 meV – 12,4 feV

Tabel 2.2 Macam-Macam Gelombang



Gambar 2.3 Spektrum pada Gelombang

Sejarah Microwave

Radio Sebagai Nenek Moyang Microwave Bentuk awal radio lebih dikenal sebagai 'wireless telegraphy' (telegrafi tanpa kabel). Istilah ini didapat karena pada masa itu (sekitar tahun 1900-an) masyarakat menganggap bahwa radio adalah suatu bentuk penyempurnaan dari telegraf. Teknologi ini digunakan untuk mengirim pesan dari suatu lokasi ke lokasi lain (point-to-point). Saat ini kita lebih mengenalnya sebagai radio telephony (bentuk telepon tanpa kabel) dan radio broadcasting (transmisi dari suatu stasiun pemancar ke berbagai tempat di dunia).

Kegunaan Microwave.

Pemanfaatan gelombang elektromagnetik sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan gelombang elektromagnetik tersebut terutama untuk keperluan telekomunikasi. Berikut akan diuraikan secara khusus tentang pemanfaatan pada gelombang mikro. Microwave adalah sebuah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 1 milimeter sampai 1 meter dan berfrekuensi antara 300 megahertz sampai 300 gigahertz. Oven adalah sebuah peralatan dapur yang digunakan untuk memasak atau memanaskan makanan. Microwave oven adalah sebuah peralatan dapur yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memasak atau memanaskan makanan. Ada dua konsep fisika yang menjadi dasar dalam pemanfaatan gelombang mikro untuk memanaskan benda.



Gambar 2.4 Large Capacity Microwave

Cara Kerja Microwave pada oven.

Berikut adalah cara kerja dari sebuah microwave oven dalam memanaskan sebuah objek:

1. Arus listrik bolak-balik dengan beda potensial rendah dan arus searah dengan beda potensial tinggi diubah dalam bentuk arus searah.
2. Magnetron menggunakan arus ini untuk menghasilkan gelombang mikro dengan frekuensi 2,45 GHz.
3. Gelombang mikro diarahkan oleh sebuah antenna pada bagian atas magnetron ke dalam sebuah waveguide.
4. Waveguide meneruskan gelombang mikro ke sebuah alat yang menyerupai kipas, disebut dengan stirrer. Stirrer menyebarkan gelombang mikro di dalam ruang oven.
5. Gelombang mikro ini kemudian dipantulkan oleh dinding dalam oven dan diserap oleh molekul – molekul makanan.
6. Karena setiap gelombang mempunyai sebuah komponen positif dan negatif, molekul-molekul makanan didesak kedepan dan kebelakang selama 2 kali kecepatan frekuensi gelombang mikro, yaitu 4,9 juta kali dalam setiap detik.

Pompa Diafragma

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang sifat hanya mengalir dari suatu tempat ke tempat yang bertekanan lebih rendah. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan fluida sehingga sehingga dapat mengalir atau berpindah. Fluida yang dipindahkan adalah fluida inkompresibel atau fluida yang tidak dapat dimampatkan. Dalam kondisi tertentu pompa dapat digunakan untuk memindahkan zat padat yang berbentuk bubuk atau tepung.



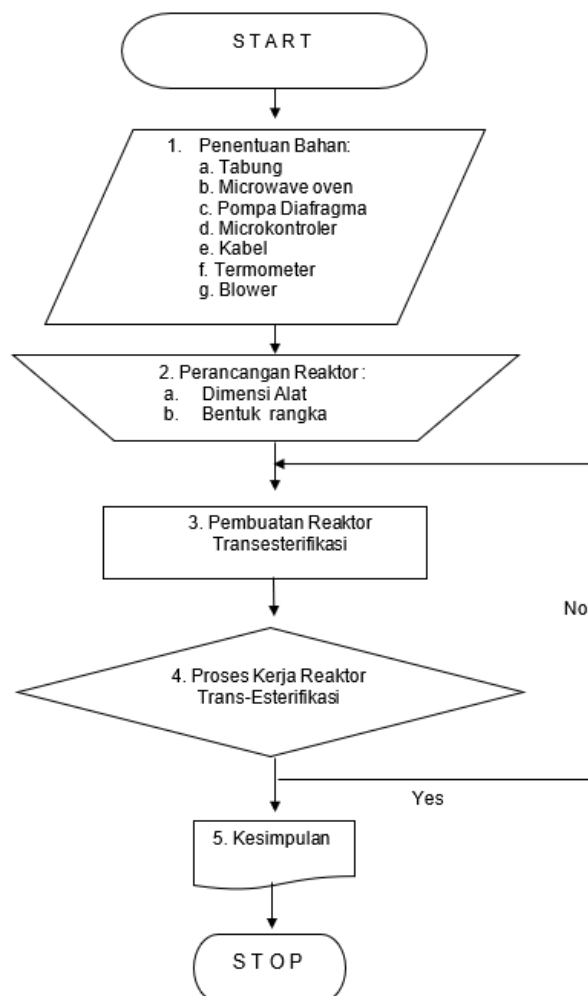
Gambar 2.5 Pompa Diafragma



Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida yang dihisap. Akibatnya fluida akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir ke dalam saluran tekan (discharge) melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Untuk melakukan kerja hisap dan menekan pompa membutuhkan energi yang berasal dari penggerak pompa. Energi mekanis dari penggerak pompa oleh elemen pompa akan diubah menjadi energi tekan pada fluida sehingga fluida akan memiliki daya air. Energi dari penggerak pompa selain untuk memberi daya alir pada fluida juga digunakan untuk melawan perbedaan energi potensial, mengatasi hambatan dalam saluran yang diubah menjadi panas. Energi yang digunakan untuk mengatasi hambatan dan yang diubah menjadi panas merupakan kerugian energi bagi pompa. Dari keterangan diatas maka dapat disimpulkan fungsi pompa sebagai berikut:

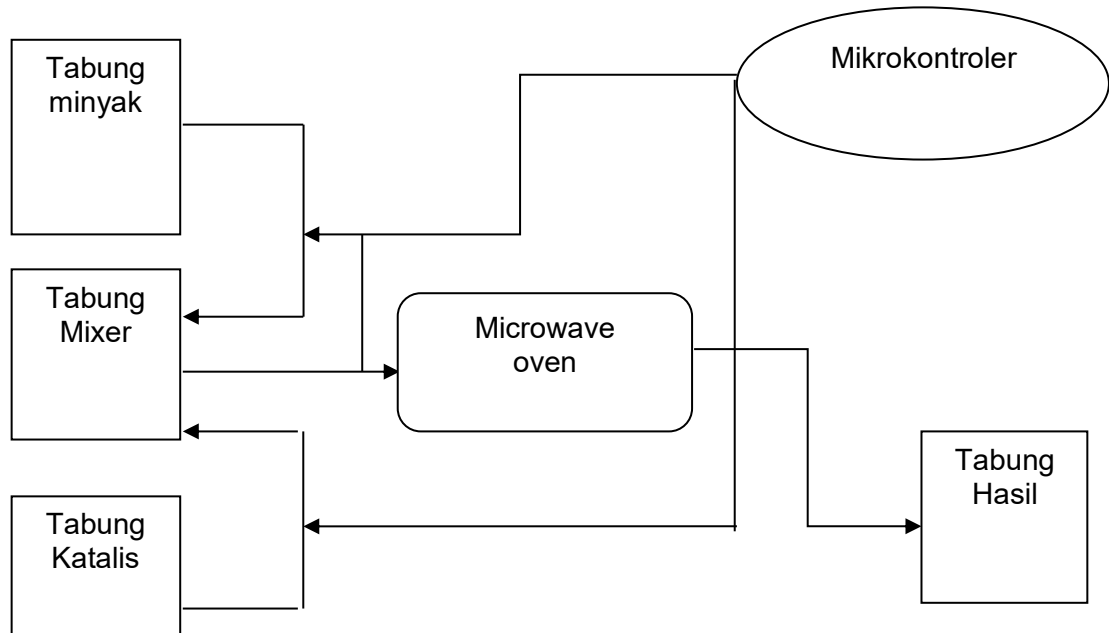
- Untuk mengubah energi mekanis dari penggerak pompa menjadi energi tekan dalam fluida sehingga akan menjadi aliran fluida atau perpindahan fluida melalui saluran tertutup.
- Memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu.
- Memindahkan fluida dari tempat yang berkedudukan rendah ke tempat yang berkedudukan tinggi.
- Memindahkan fluida dari tempat lain dengan jarak tertentu.

LANGKAH-LANGKAH PERENCANAAN





Skema Kerja Reaktor



Langkah-langkah Pembuatan Biodiesel:

- Metanol dan KOH dimasukkan di tabung katalis
- Minyak jelantah dimasukkan di tabung minyak
- Kedua bahan dimasukkan ke dalam tabung mixer dengan menggunakan pompa diafragma yang dikendalikan mikrokontroler
- Lalu bahan di aduk oleh mixer
- Setelah itu, bahan di panaskan ke dalam microwave oven
- Sesuai dengan waktu yang ditentukan, setelah dipanaskan, bahan dialirkan ke tabung hasil.

Hasil Perancangan Reaktor Transesterifikasi Pada alat reaktor terdapat sebuah alat pengendali pusat yang disebut mikrokontroler.



Gambar 4.1 Mikrocontroller

Mikrokontroler ini adalah otak dari sistem kerja yang terdapat pada reaktor transesterifikasi. Terdapat tombol-tombol yang digunakan untuk menyiapkan reaktor agar bekerja. Cara kerjanya adalah:

- Cara otomatis:
 - Tekan tanda “#” untuk mulai
 - Tekan tanda “*” menghentikan reaktor yang sedang bekerja.





b. Cara manual

- 1) Tekan tanda "C" untuk mengaktifkan cara manual
- 2) Tekan angka "1" untuk memompa bahan dari tabung 1 ke tabung 2
- 3) Tekan angka "2" untuk memompa bahan dari tabung 2 ke microwave
- 4) Tekan angka "3" untuk memompa bahan dari tabung 3 ke tabung 2
- 5) Tekan angka "4" untuk memompa bahan yang ada di microwave ke dalam selang pengukur suhu
- 6) Tekan angka "5" untuk memompa bahan dari microwave ke tabung 4
- 7) Tekan angka "6" untuk menggerakkan pengaduk pada tabung 2
- 8) Tekan angka "7" untuk memutar mangkok yang ada didalam microwave
- 9) Tekan angka "8" untuk mengaktifkan magnetron pada microwave agar sistem panasnya bekerja
- 10) Tekan angka "9" untuk mengukur suhu pada saat bahan berada di selang pengukur suhu.



Gambar 4.2 Mikrocontroller

Cara Kerja Alat

- a) Pada saat bahan katalis dimasukkan ke dalam tabung katalis, saklar dihidupkan, dan motor mixer pada tabung katalis pun akan bergerak berputar untuk mengaduk bahan katalis yaitu KOH dan Metanol.
- b) Alat bisa diatur secara manual ataupun otomatis. Pengaturan ini bisa dilakukan pada Mikrokontroler.
- c) Jika memilih otomatis, harus melakukan pengaturan waktu terlebih dahulu sesuai dengan waktu yang kita inginkan. Pengaturan waktu tersebut terdiri dari waktu hisap pompa dari tabung katalis ke tabung pencampuran, waktu hisap dari tabung minyak nabati ke tabung pencampuran, waktu lamanya pengadukan pada saat bahan didalam tabung pencampuran, waktu hisap dari tabung pencampuran ke microwave dan waktu pemanasan pada saat bahan berada didalam microwave.
- d) Pengaturan juga harus diatur dalam hal mengatur suhu pemanasan.
- e) Jika semua telah dilakukan, tekan tanda # pada mikrokontroler agar mesin bekerja.
- f) Pertama kali yang terlihat, bahan pada tabung katalis dihisap oleh pompa rotax menuju tabung pencampuran.
- g) Lalu setelah itu minyak nabati terhisap menuju tabung pencampuran dan bercampur dengan katalis. Disini motor mixer langsung bekerja mengaduk kedua bahan agar menyatu.
- h) Setelah selesai, sesuai dengan waktu yang diinginkan, bahan akan dihisap menuju microwave.



- i) Didalam microwave bahan dipanaskan selama beberapa menit sesuai sengan pengaturan waktu yang kita inginkan.
- j) Pada saat pemanasan tersebut, pompa rotax pada sensor suhu LM35 bekerja, bahan yang dihisap langsung di hitung suhunya dan dikembalikan lagi ke dalam mikrowave.
- k) Setelah pemanasan selesai, bahan akan dihisap menuju tabung hasil.
- l) Pengujian pun selesai dikerjakan.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan rancangan Reaktor ini adalah sebagai berikut:

- a) Berdasarkan hasil bahan yang telah diuji, hasil dari reaktor ini menunjukkan nilai bahan bakar yang lebih murah dan irit. Selain itu, hasil penelitian gas buang juga menunjukkan bahwa bahan bakar hasil transesterifikasi lebih ramah lingkungan. Hal ini terbukti dari hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan terhadap hasil dari transesterifikasi reaktor ini.
- b) Pada motor mixer, terjadi kendala. Yaitu besi pemutar pada mixer yang berada didalam tabung kurang kedalam posisi peletakannya. Hal ini dapat membuat bahan uji coba yang hanya sedikit volumenya, tidak akan dapat diaduk oleh motor mixer, sehingga harus diaduk secara manual.
- c) Pompa Diafragma yang digunakan daya hisapnya masih kurang. Hal ini terjadi karena terjadinya kekentalan pada bahan yang dicampur, sehingga membuat daya hisap menjadi berkurang dan tidak sebanding dengan waktu yang diinginkan.
- d) Selang penghubung pada tabung dan pompa diafragma, kualitasnya kurang bagus. Terjadi kebocoran dan kerusakan pada selang tersebut karena pengaruh KOH pada katalis. Bahkan beberapa selang meleleh, karena tidak tahan terhadap sifat basa dari senyawa kimia KOH.

Saran

- a. Selang yang digunakan pada pompa diafragma dan tabung untuk mengalirkan bahan harus lebih bagus daya tahannya terhadap sifat asam dan basa pada senyawa kimia yang terkandung dalam bahan.
- b. Pompa diafragma harus lebih memiliki daya hisap yang tinggi, karena bahan yang digunakan setelah pencampuran, sangat kental. Sehingga bahan kental tersebut akan lebih mudah ditarik oleh pompa diafragma.

Daftar Pustaka

- 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>
- Lufti, A., Harjanto, B., & Sukahar, S. (2023). Pengabdian kepada masyarakat Prodi Teknik Mesin Pertahanan Akmil kepada masyarakat Kelurahan Karangasem Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta. *Jurnal Nagara Bhakti*, 2(1), 58–67.
- Surdia, Tata dan Shinkoru Saito. *Pengetahuan Bahan Teknik*. 1985. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sriati, Djapri. 1993. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta : Erlangga.
- Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 1986. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT. Prandnya Paramita.
- Sofyan, Putra. 2012. *Panduan Membuat Sendiri Bensin & Solar*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta
- Wahyudin K dan Wahyu Hidayat, *Pengetahuan Logam Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan*.
- Sukahar, S., Lufti, A., & Harijanto, B. (2026). Model Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Berbasis Komunitas Di Kecamatan Taktakan Kota Serang. *Jurnal Nagara Bhakti*, 4(2), 64–76

