

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN REAKTOR SISTEM
KONTINYU UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Diploma III
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

DISUSUN OLEH :

Yanggreisen Girik Allo

06 35 012

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2009

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **Rancang Bangun dan Pengujian Reaktor Sistem Kontinyu Untuk Produksi Biodiesel** ” oleh **Yanggreisen Girik Allo** nomor induk mahasiswa **06 35 012** telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2009

Mengesahkan,

Pembimbing I



Ir. Nur Hamzah, M.T
NIP : 131 884 847

Pembimbing II



Ir. Suryanto, M.Sc
Nip. 131 792 740

Mengetahui,

**a.n. Direktur
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



Muh. Tekad, S.T, M.T
Nip. 131 884 322

PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Senin tanggal 28 September 2009, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :



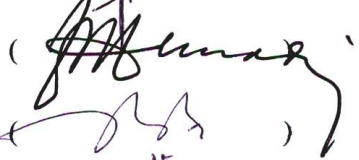



Yanggreisen Girik Allo (06 35 012)

dengan judul :

RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN REAKTOR SISTEM KONTINYU UNTUK PRODUKSI BIODIESEL

Makassar, September 2009

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

1. Ir. H. Chandra Bhuana, MT	Ketua	()
2. Jamal, ST. MT	Sekretaris	()
3. DR. Jumadi Tangko, M.Pd	Anggota	()
4. M. Nuzul, ST.	Anggota	()
5. Ir. Nur Hamzah, MT	Pembimbing I	()
6. Ir. Suryanto, M.Sc.	Pembimbing II	()

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena Atas kasih dan karunia-NYA sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya .

Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi dan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tugas Akhir ini berisi tentang proses reaksi dan produksi biodiesel dengan menggunakan metode Oscilatory Flow Reactor. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mengambil berbagai bahan referensi dari buku dan internet yang sekiranya dianggap menunjang terhadap penyusunan Tugas Akhir ini

Melalui kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu dalam menyusun tugas akhir ini yaitu kepada :

1. Orang tua yang tercinta, beserta saudara(i) saya atas segala doa dan dorongannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir, Nur Hamzah, MT selaku pemimbing I.
3. Bapak Ir. Suryanto, M.Sc selaku pembimbing II.
4. Bapak DR. Pirman. M.Si selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Muh.Tekad, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

6. Bapak Jamal, ST. Selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Segenap Dosen dan Teknisi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Angkatan 2006.
9. Teman – teman pengurus dan anggota Persekutuan Keluarga Kristen Politeknik Negeri Ujung Pandang (PKKPN – UP), yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Rekan – rekan seperjuangan di ”Pondok Bahari” , yang juga senantiasa memberikan bantuan dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir saya ini.
11. Saudara - saudaraku di KTB GIHON, terimah kasih untuk doa dan dukungannya khususnya dalam membantu menyelesaikan studi.
12. DD 2003 AA yang selalu menemani saya khususnya selama perkuliahan di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang.
13. Buat seseorang yang saat penyusunan laporan tugas akhir ini menjadi sumber inspirasi dan motivator untuk lebih baik lagi.
14. Serta semua pihak yang tak dapat saya sebut satu-persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan. Semoga doa, bimbingan dan dorongannya selama ini mendapat balasan yang lebih baik dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penyusun menyadari bahwa segala kelemahan dan kekurangan adalah salah satu sifat manusia, begitu pula terhadap penyusunan Tugas Akhir ini. Dan akan menjadi kebahagiaan bagi penyusun apabila ada saran dan pertimbangan kearah perbaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini

Penyusun



DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Penerimaan	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
Abstrak.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1	Latar
Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Metode Transesterifikasi	4
2.2 Proses Batch dan Proses Kontinyu.....	7
2.3 Reaktor Kontinyu dengan Metode Oscilatory Flow Reactor	8
2.4 Standar Kualitas Biodiesel.....	21
BAB III METODE PERANCANGAN	
3.1 Tempat dan Waktu Perancangan.....	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Prosedur Pembuatan dan Perakitan	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Perancangan dan Pengujian	30
4.2 Pembahasan	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan
.....	44
5.2	Saran
.....	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kualiras Standar Biodiesel (<i>American and European Standart of Biodiesel properties</i>).....	22
Tabel 4.1	Komposisi bahan baku.....	36
Tabel 4.2	Hasil pengujian reaktor kontinyu.....	37
Tabel 4.3	Hasil pengujian laboratorium biodiesel.....	38
Tabel 4.4	Hasil analisa data pengujian.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja oscillatory flow reactor	9
Gambar 2.2 Menunjukkan mekanisme pencampuran aliran osilasi .	13
Gambar 2.3 Simulasi untuk Kolom tanpa sekat :	
(a)..... Aliran bersih	
pada $Re_n = 100$, (b)	
(b)..... Aliran bersih	
pada $Re_o = 100$, $St = 1.0$	
(c)..... Gabungan	
aliran bersih	
(d)..... dan aliran	
osilasi pada $Re_n = 100$, Re_o , $St=1.0$	16
Gambar 2.4 Simulasi untuk kolom bersekat tanpa Osilasi aliran :	
(a) dan (b) Aliran bersih pada $Re_n = 100$,	
(c) dan (d) aliran bersih pada $Re_n = 300$	17
Gambar 2.5 Simulasi untuk Osilasi aliran didalam kolom bersekat	
(a) dan (b) Aliran Osilasi pada $Re_o = 100$, $St = 1.0$;	
(c) dan (d) Aliran pada Osilasi pada $Re_o = 300$, $St = 1.0$;	
(e) dan (f) Gabungan aliran bersih	
dan Aliran Osilasi pada $Re_n = 100$, $Re_o = 300$, $St=1.0$	17
Gambar 2.6 Jenis-jenis Plat Sekat.....	21
Gambar 4.1 Hasil perancangan Oscillatory Flow Reactor.....	30
Gambar 4.2 Hasil perancangan reaktor sistem kontinu	
untuk produksi biodiesel.....	31
Gambar 4.3 Grafik kapasitas produksi.....	42
Gambar 4.4 Grafik kecepatan aliran dalam reaktor.....	42

Gambar A-1 Gambar reaktor osilasi.....	Lampiran A
Gambar A-2 Gambar diagram instalasi listrik.....	Lampiran A
Gambar B-1 Bentuk potongan bagian osilasi dan pelat sekat berbentuk cincin.....	Lampiran B
Gambar B-2 Penyambungan reaktor osilasi dengan menggunakan las gas.....	Lampiran B
Gambar C-1 Tangki reaktor pencampuran.....	Lampiran C
Gambar D-1 Tangki penampungan dan pengendapan.....	Lampiran D
Gambar D-2 Proses pengendapan gliserol.....	Lampiran D
Gambar E-1 Gambar pompa 1.....	Lampiran E
Gambar E-2 Gambar pompa 2.....	Lampiran E
Gambar E-3 Gambar instalasi pemipaan.....	Lampiran E



ABSTRAK

(Yanggreisen Girik Allo), “Rancang Bangun dan Pengujian Reaktor Sistem Kontinyu Untuk Produksi Biodiesel”, Makassar. (Pembimbing I : Ir Nur Hamzah, M.T., Pembimbing II : Ir Suryanto, Msc) Tujuan penelitian ini adalah bagaimana merancang bangun suatu reaktor dan instalasi pendukungnya yang dapat bekerja secara kontinyu dengan menggunakan metode Oscilatory Flow Reactor untuk memproduksi biodiesel dan menguji efektifitas kerjanya. Metode penelitian didasarkan pada pembentukan biodiesel secara esterifikasi dengan menggunakan jenis reaktor jenis Oscillatory Flow Reactor (OFR) yang sekarang sedang dikembangkan penggunaannya. Penelitian meliputi kegiatan desain, pembuatan, pengujian unjuk kerja sistim dan pengujian laboratorium mutu produk. Tahapan separasi pada proses produksi biodiesel yang mengandalakn efek grafitasi atau efek natural membutuhkan waktu yang lama menyebabkan produksi menjadi lamban. Penelitian meliputi kegiatan desain, pembuatan, pengujian unjuk kerja sistim dan pengujian laboratorium mutu produk. Dengan komponen yang sudah dibuat yaitu reaktor osilasi, instalasi pemipaan dan kelistrikan, dan menambahkan tangki pengendapan dan penampungan kita dapat menghasilkan biodiesel dengan perhitungan $\pm 133,2$ liter/jam .





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Volume penggunaan bahan bakar yang cenderung meningkat dan harga minyak mentah dunia yang naik secara drastis oleh pemerintah menekankan perlunya penyediaan bahan bakar nabati (BBN) yang terbarukan yang ditandai dengan suatu kebijakan dalam bentuk INPRES No. 1 tahun 2006.

Ada beberapa energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan penggunaannya, salah satunya adalah bahan bakar Biodiesel. Biodiesel merupakan energi biomassa yang bahan bakunya banyak terdapat di Indonesia seperti minyak kelapa, minyak sawit, minyak buah jarak dan minyak nabati lainnya. Penggunaan bahan bakar biodiesel sebagai salah satu energi alternatif yang sifatnya renewable dapat mensubsitusi bahan bakar minyak fosil yang cadangannya semakin menipis dan harganya yang semakin melambung.

Pengembangan teknologi pengolahan biodiesel pada saat ini untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan efisien terus dikembangkan. Demikian juga karakteristik dan efek penggunaan biodiesel terhadap performa dari berbagai mesin diesel terus diteliti.

Uji laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa untuk menghasilkan biodiesel dengan menggunakan metode transesterifikasi terdapat beberapa faktor yang menjadi parameter yang dapat mempengaruhi hasil kualitas biodiesel antara lain jenis bahan baku (*feedstock*) yang digunakan, konsentrasi

campuran bahan baku dengan campurannya, katalisator dan perlakuan panas. Demikian juga mempelajari penelitian sebelumnya yakni merancang bangun suatu plant untuk memproduksi biodiesel dengan sistim batch pada skala kecil menunjukkan bahwa proses sudah berjalan dengan baik namun waktu penyelesaian prosesnya yang masih relatif cukup lama sehingga kapasitas produksi sukar ditingkatkan dan yang sudah dilakukan pada penelitian terakhir yakni proses pemisahan gliserol dan biodiesel dengan metode sentrifuge yang juga menghadapi kendala produksi biodiesel yang lama dan masih belum maksimal (Suryanto & dkk, 2007).

Berdasarkan kondisi tersebut dipandang perlu untuk **Merancang Bangun Dan Menguji Reaktor Sistem Kontinyu Untuk Produksi Biodiesel** sekaligus sebagai pengajuan judul tugas akhir ini, sehingga diperoleh suatu sistem proses produksi yang bekerja kontinyu secara keseluruhan dalam prosesnya sehingga waktu proses dapat dipersingkat dan kapasitas produksi dapat ditingkatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu, bagaimana merancang bangun prototipe reaktor dan instalasi pendukungnya yang beroperasi secara kontinyu untuk menghasilkan biodiesel yang berkualitas dan standar.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Merancang bangun reaktor dan instalasi yang dapat bekerja secara kontinyu dengan menggunakan metode Oscilatory Flow Reactor.
- b. Menguji efektifitas kinerja reaktor dengan menggunakan metode Oscilatory Flow Reactor.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan hasil perancangan yang dilakukan diharapkan memberikan manfaat bagi masyarakat pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya dalam mengembangkan bentuk-bentuk energi yang memungkinkan untuk digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari yang akan menjamin ketersediaan bahan bakar biodiesel sebagai substitusi bahan bakar diesel fosil yang dicanangkan oleh pemerintah dan penguasaan teknologi proses pengolahan energi alternatif yang pada akhirnya akan membuat bangsa akan semakin mandiri dan akan berdampak positif pada perekonomian bangsa terutama untuk tidak tergantung pada teknologi dari luar.

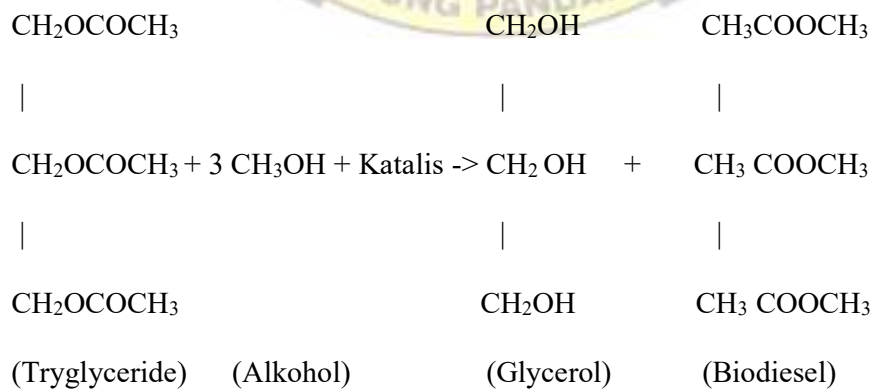
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Transesterifikasi

Jenis proses untuk menghasilkan biodiesel standar yang banyak digunakan saat ini adalah metode transesterifikasi (*transesterification method*). Hal ini dikarenakan selain reaksi kimianya yang tidak kompleks juga tidak membutuhkan banyak energi dalam operasionalnya. Metode transesterifikasi pada dasarnya adalah reaksi antara *triglyceride* dengan alkohol ditambah suatu katalis. *Triglyceride* adalah merupakan formula yang umumnya terdapat pada minyak nabati, misalnya minyak goreng, minyak jarak dan minyak nabati lainnya serta terdapat pada lemak hewani. Sementara jenis alkohol yang dapat digunakan antara lain metanol atau ethanol. Jenis katalis yang umum digunakan antara lain *Sodium Hidroksida* dan *Potassium Hidroksida*.

Adapun reaksi kimia metode transesterifikasi sebagai berikut (Schuchardt, 1998);



Pada tahap terakhir dari reaksi terbentuk dua jenis produk yakni *glycerin* (*glycerol*) dan monoalkil-ester atau biasa dikenal sebagai biodiesel. Reaksi tersebut diatas dapat berlangsung pada kondisi temperatur 65 sampai dengan 75 derajat Celcius. Temperatur ini dipertahankan terus menerus pada range tersebut selama reaksi kimia itu berlangsung. Dari uji laboratorium yang sudah dilakukan, lamanya proses kimia itu berlangsung berkisar satu hingga dua jam untuk mencapai kondisi yang sempurna.

Pemisahan antara *glycerin* dengan *monoalkil-ester* dilakukan dengan beberapa cara. Cara yang paling mudah adalah dengan membiarkan larutan tersebut pada selang waktu tertentu (2 sampai dengan 3 jam) untuk memisahkan dua jenis kelompok molekul secara alamiah karena adanya perbedaan *density*. Larutan *glycerin* akan menempati bagian bawah dari tangki pengendapan sementara larutan biodiesel akan menempati lapisan bagian atas. Batas lapisan antara *glycerin* dan biodiesel akan nampak jelas karena *glycerin* berwarna coklat tua dengan viskositas yang lebih tinggi sementara biodiesel warnanya lebih terang dengan viskositas yang lebih rendah. Pemisahan selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan efek grafitasi dimana *glycerin* disalurkan kesuatu penampungan melalui suatu lubang pada sisi bagian bawah dari tangki pengendapan.

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai peraksi ataupun produk.

Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan reaksi.

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (substrat) untuk sementara terjerap. Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. katan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas.

Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya.

2.2 Proses Batch dan Proses Kontinyu

Dalam penerapan metode transesterifikasi untuk menghasilkan biodisel maka ada dua proses yang dapat diaplikasikan yakni *batch process* dan *continuous process*.

A. Batch Process

Pada *batch process* material yang mengalami perlakuan tidak mengalir secara berkesinambungan melainkan perlu menunggu satu proses secara bertahap sampai tahap akhir. Pada proses produksi biodisel batch process, pemisahan glycerin dan biodisel didasarkan pada prinsip efek grafitasi karena adanya perbedaan density antara kedua jenis molekul tersebut. Setelah reaksi kimia dari larutan telah dilakukan pada reaktor secara sempurna maka molekul glycerin serta monoalkil ester (produk utama) akan berpisah secara alamiah, membentuk suatu lapisan batas setelah dibiarkan beberapa selang waktu tertentu. Walaupun proses dengan cara ini berlangsung relatif lebih lama namun tidak membutuhkan konstruksi permesinan yang kompleks, namun untuk skala industri dengan tingkat percepatan produksi yang tinggi batch proses dianggap kurang komersil untuk mendukung kapasitas produksi yang besar.

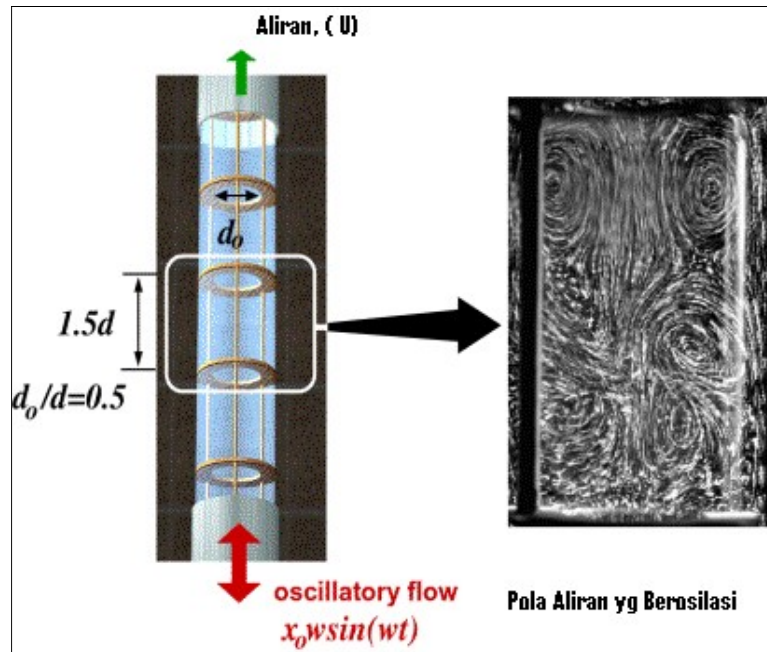
B. Proses Kontinyu (Continuous Process)

Proses produksi dengan mengkondisikan material mengalir secara kontinyu dari suatu tahap yang satu ke tahap berikutnya selama perlakuan sampai dengan proses akhir pembentukan produk, prosesnya disebut *continuous process*. Pada proses pembentukan biodisel metode esterifikasi pada prinsipnya mengalami

empat tahap yakni; 1) tahapan pencampuran alkohol dan katalist membentuk larutan *Sodium methoxide*, 2) tahapan reaksi antara trygliceride (minyak nabati) dengan larutan yang berasal dari campuran trygliceride, 3) tahapan pemisahan glycerin dengan biodiesel, 4) tahapan pemurnian (purifikasi). Dari keempat tahapan tersebut diatas diperoleh kenyataan bahwa tahapan pemisahan dan tahapan pemurnian yang merupakan tahapan proses akhir pada batch process dengan menggunakan efek grafitasi membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga untuk memungkinkan proses kontinyu dibutuhkan perubahan metode pemisahan dan pemurnian yang lebih singkat waktunya dan salah satu metode yang dimungkinkan untuk menggabung kedua tahapan tersebut adalah dengan metode **Ocilatory Flow Reactor**

2.3 Reaktor Kontinyu dengan Metode Ocilatory Flow Reactor

Jenis reaktor ini didasarkan pada intensifikasi reaktor kontinyu yang dikenal dengan Oscillatory Flow Reactor. Reaktor ini terdiri dari pipa yang dilengkapi dengan beberapa orifice yang berjarak sama yang ditempatkan didalam pipa untuk memungkinkan fluida yang bergerak didalam akan mengalami osilasi dalam bentuk gelombang yang berputar sehingga reaksi antara molekul dapat berlangsung secara homogen dalam kondisi mengalir.



Gambar 2.1 Prinsip kerja oscillatory flow reactor

Pencampuran yang terjadi didalam aliran laminar yang melalui suatu kolom atau pipa biasanya kurang berkesan. Pencampuran yang kurang berkesan akan menyebabkan tingkat perpindahan panas dan perpindahan masa menjadi rendah. Pencampuran juga boleh menghambat banyak tujuan dari sesuatu proses seperti reaksi kimia yang terjadi dan kemurnian produk. Salah satu metoda untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengalirkan fluida pada sistem aliran turbulen adalah lebih besar pada arah aksial berbanding pada arah radial. Metoda baru yang mampu meningkatkan pencampuran didalam sistem aliran laminar adalah dengan mengosilasikan fluida didalam reaktor.

Osilasi dan pergerakan fluida melalui kolom / pipa yang bersekat akan menghasilkan pencampuran vorteks para ruang antara dua plat sekat. Pencampuran vorteks merupakan pencampuran yang baik dan mempunyai

kecepatan radial yang sebanding dengan kecepatan aksial. Penggunaan aliran osilasi dapat meningkatkan pencampuran dan gabungan kedua osilasi dan aliran yang **kontinyu** pada kecepatan yang rendah akan memberikan pencampuran yang baik dengan waktu yang lebih singkat dan aliran osilasi dalam kolom bersekat mampu meningkatkan keefektifan perpindahan panas. Pengembangan penelitian selanjutnya oleh Hewgill et al. (1993) menunjukkan bahwa aliran osilasi yang melewati plat sekat akan meningkatkan perpindahan masa pada sistem gas cair.

Penelitian ini dan hasil penelitian yang lainnya akan menunjukkan bahwa aliran osilasi dalam kolom bersekat memberikan manfaat yang penting untuk proses produksi dan peningkatan keluaran produk biodiesel dalam rentang pemakaian yang besar. Reaktor dengan aliran osilasi dapat digunakan pada kedua operasi proses batch maupun kontinyu. Untuk operasi yang melibatkan reaksi kimia, sistem kolom aliran osilasi sesuai digunakan pada operasi kimia yang memerlukan waktu tinggal yang panjang. Pencampuran aliran osilasi melalui reaktor dipengaruhi oleh parameter geometri dan parameter operasi. Parameter geometri yang berpengaruh ialah ukuran diameter bahan plat sekat, D_o , dan jarak antara sekat. Sementara parameter operasi yang mempengaruhi pencampuran diantaranya kadar alir kedepan, v_f , frekuensi operasi, f , amplitudo osilasi, X_o , dan viskositas cairan.

A. Aliran Osilasi Dalam Kolom Bersekat

Aliran kontinyu mempunyai dua sistem aliran yang utama ialah aliran plug dan aliran backmix (Levenspiel 1999). Aliran plug dicirikan dengan keadaan

dimana unsur-unsur fluida mengalir secara berurutan dengan tidak ada yang saling mendahului atau bercampur dengan unsur lain didepan atau dibelakangnya. Komposisi pada sistem ini akan berubah disepanjang haluan aliran dengan waktu tinggal yang sama untuk seluruh unsur-unsur fluida. Sementara untuk aliran backmix, unsur-unsur fluida tercampur sempurna dengan komposisi yang seragam disetiap titik.

Berbanding dengan aliran backmix, maka aliran plug mempunyai beberapa kelebihan. Levenspiel (1999) memberikan contoh proses yang melibatkan reaksi kimia untuk menggambarkan kelebihan sistem aliran plug. Untuk reaksi kimia ordenol, kedua-dua jenis aliran tidak mempengaruhi jumlah volume reaktor. Akan tetapi untuk reaksi kimia dengan orde lebih besar daripada nol, volume dari reaktor jenis aliran plug. Rasio volume meningkat dengan meningkatnya orde dari reaksi kimia. Volume daripada kedua jenis reaktor juga bergantung kepada konversi. Pada konversi yang rendah, hanya sedikit perbedaan volume kedua reaktor ini, manakala rasio volume akan meningkat dengan meningkatnya konversi. Aliran plug umumnya dioperasikan didalam peralatan yang berbentuk pipa/kolom. Pencampuran di dalam peralatan yang berbentuk pipa ini boleh ditingkatkan jika aliran mempunyai dispersi radial yang besar dan sebanding dengan dispersi aksial. Dispersi aksial pada kebanyakan peralatan pipa dalam aliran laminar adalah lebih besar berbanding dengan dispersi radial dan akibatnya parameter-parameter seperti pencampuran, perpindahan panas dan perpindahan massa di dalam pipa adalah kecil. Oleh karena itu, waktu tinggal fluida yang lebih lama akan menjadikan fluida dekat dinding tinggal lebih lama

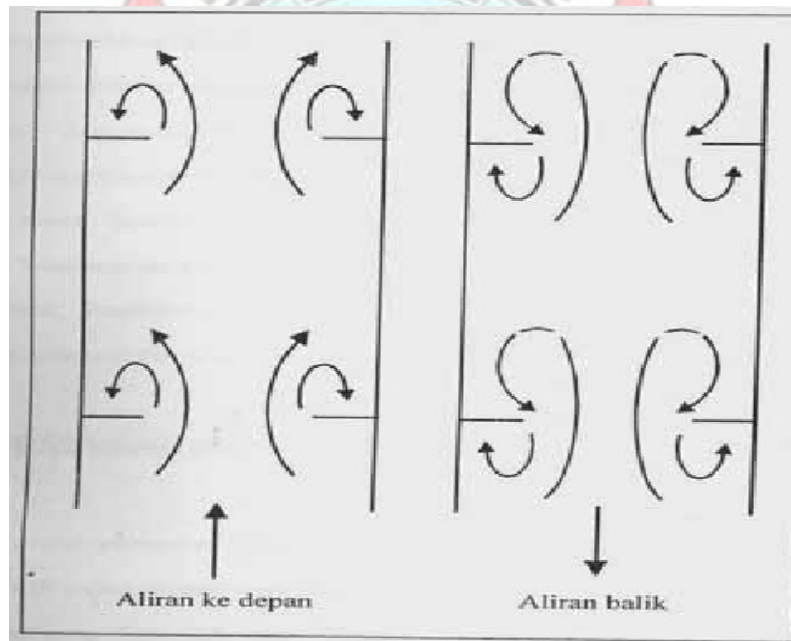
dalam peralatan berbanding fluida pada bagian pipa/kolom. Masalah ini dapat di atasi dengan mengoperasikan pipa/kolom pada system aliran turbulen. Akan tetapi sistem turbulen dicapai pada kadar air yang tinggi, sehingga waktu tinggal fluida akan berkurang. Kolom yang lebih panjang diperlukan untuk meningkatkan waktu tinggal dan energi yang lebih tinggi diperlukan untuk menggerakkan cairan pada keadaan yang lebih tinggi. Sebagai tambahan, kecepatan aksial pada sistem turbulen adalah sepuluh kali lebih besar berbanding kecepatan radial sehingga pencampuran radial hanya akan meningkat jika digunakan cairan dengan viskositas rendah(Mackley 1985).

Metode baru yang boleh digunakan untuk meningkatkan pencampuran adalah dengan mengayunkan cairan di dalam kolom /pipa bersekat. Penggunaan osilasi dan pergerakan aliran secara berkala di dalam kolom/pipa yang bersekat akan menghasilkan pencampuran vorteks pada ruang diantara plas sekat. Pencampuran vorteks merupakan pencampuran yang berkesan karena mempunyai kecepatan radial dan kecepatan aksial yang sebanding dan akan menghasilkan aliran yang acak pada tiap-tiap ruang diantara sekat (Brunold et al. 1989; Howes et al.1991).

B. Mekanisme Pencampuran Aliran Osilasi

Pencampuran diperlukan untuk operasi yang berkecenderungan untuk menghasilkan keseragaman didalam komposisi, sifat-sifat atau suhu. Pencampuran adalah penyebaran bahan-bahan secara random, dimana bahan yang satu berpindah kedalam bahan yang lain dan sebaliknya. Untuk fluida,

perpindahan terjadi sebagai gabungan mekanisme bulk aliran dalam kedua sistem laminar dan turbulen serta oleh vorteks dan difusi molekuler. Pencampuran aliran osilasi didalam kolom bersekat dipengaruhi oleh kecepatan aksial dan radial. Komponen aksial dihasilkan oleh sistem piston yang menggerakkan aliran pada arah aksial dan juga oleh aliran fluida itu sendiri. Sedangkan komponen radial dihasilkan antara fluida dengan plat-plat di dalam kolom. Variasi dari kedua komponen ini dari satu titik ke titik lain akan mempengaruhi mekanisme aliran didalam kolom bersekat dengan aliran osilasi. Pencampuran aliran osilasi dapat diperoleh apabila aliran cair osilasi sepenuhnya melalui plat sekat.



Gambar 2.2 Menunjukkan mekanisme pencampuran aliran osilasi

Gambar ini menunjukkan aliran cair ke suatu arah melalui plat sekat akan membentuk vorteks di belakang setiap plat sekat. Ukuran vorteks akan terus membesar sehingga amplitudo osilasi mencapai maksimum. Apabila arah aliran berbalik, vorteks yang terbentuk akan terdorong ke bagian tengah ruang diantara

plat sekat dan saling berinteraksi. Dalam keadaan demikian, cairan yang berada dibagian dinding akan dibawa ke tengah kolom, sehingga pencampuran yang baik berlaku pada ruang antara plat sekat. Selain dari interaksi antara vorteks tadi, aliran balik juga membentuk vorteks di belakang setiap plat sekat. Keadaan ini akan terjadi berulang- ulang dengan setiap osilasi. Pembentukan vorteks dan interaksi diantara vorteks merupakan mekanisme utama untuk pencampuran yang berlaku.

C. Parameter Aliran Osilasi.

Parameter-parameter tidak berdimensi diperlukan untuk memahami fenomena aliran fluida didalam sistem yang diamati. Parameter tidak berdimensi menjadikan hasil penyelidikan yang diperoleh dapat digunakan pada perawatan yang mempunyai ukuran yang berbeda. Dalam menggambarkan dan mencirikan mekanik fluida aliran osilasi (bersekat), adapun parameter – parameter osilasi adalah sebagai berikut :

- 1) Debit atau kapasitas (Q) → liter/jam
- 2) Kecepatan fluida (V) → meter/sekon
- 3) Waktu (t) → sekon

Dimana kapasitas produksi reaktan aliran osilasi diperoleh dengan rumus :

$$Q = V/t \dots \text{liter/jam} \dots \dots \dots 2.1$$

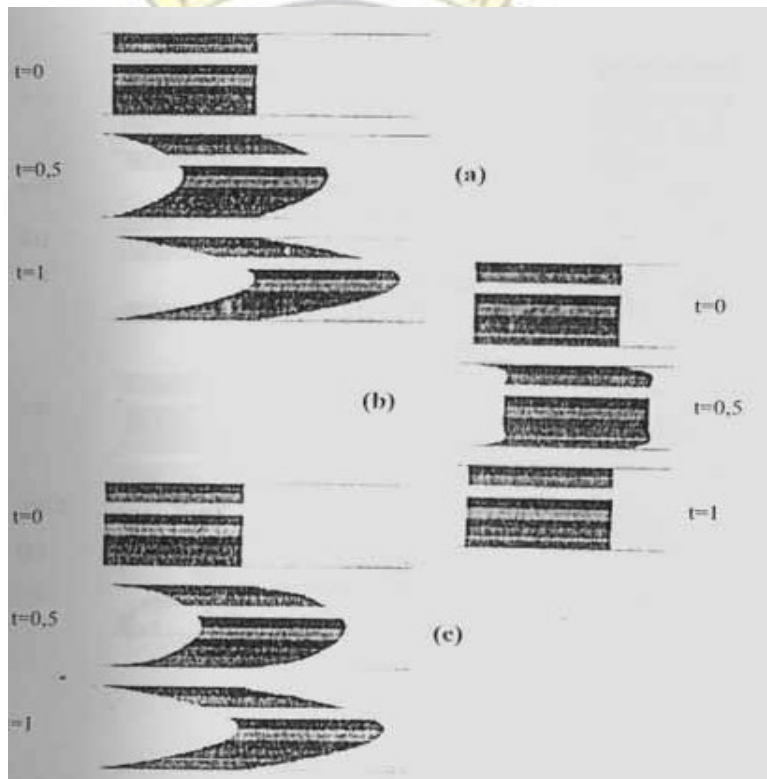
D. Simulasi Aliran

Simulasi aliran berguna untuk menggambarkan keadaan semula jadi dari fenomena fizikal yang terlibat didalam aliran fluida. Simulasi dapat dikelompokkan pada dua bagian yaitu simulasi dinamik dan simulasi keadaan steady. Simulasi keadaan steady tidak bergantung dengan waktu dengan digunakan untuk mengkaji reka bentuk, manakala simulasi dinamik adalah bergantung dengan waktu dan banyak digunakan dalam menganalisis perubahan pola aliran dan masalah sistem kontrol. Howes et al. (1991) melakukan simulasi dinamik fluida untuk aliran osilasi dalam reaktor untuk mengamati mekanisme pencampuran yang dihasilkan dan intraksi diantara osilasi aliran dan plas sekat berbanding tanpa menggunakan osilasi dan plat sekat. Gambar 2.3 hingga gambar 2.5 menunjukkan keadaan yang diamati, Gambar 2.3(a) menunjukkan keadaan fluida di dalam kolom tanpa adanya sekat dan osilasi. Aliran bersih kedepan hanya akan mengalami dispersi aksial yang kuat dan dispersi radial kecil. Dispersi aksial yang kuat ini disebabkan oleh elemen-elemen fluida yang berada dekat dinding kolom bergerak dengan lebih perlahan berbanding elemen-elemen pada bagian tengah kolom.

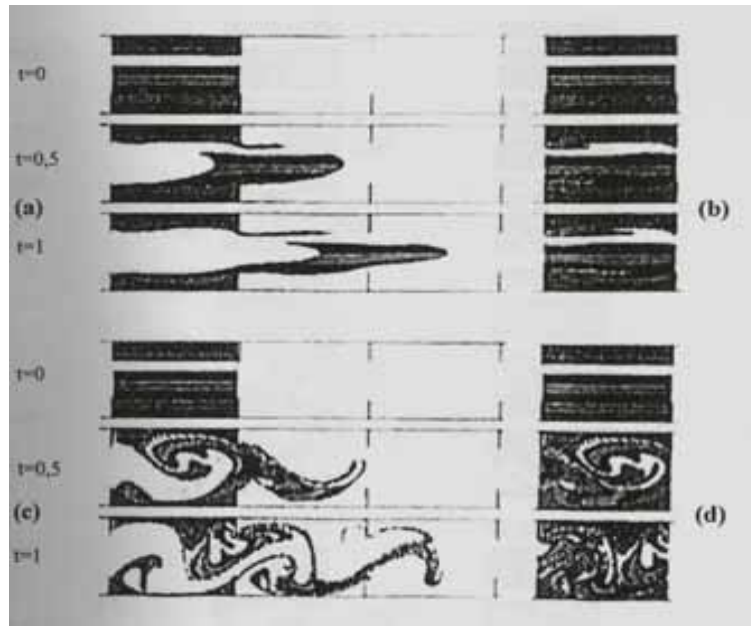
Gambar 2.3(b) menunjukkan keadaan jika aliran mengalami osilasi tetapi tanpa sekat. Setelah satu osilasi penuh ,fluida akan kembali ke posisinya semula dan tidak ada pencampuran yang berlaku.Kesan gabungan aliran bersih dan osilasi ditunjukkan pada Gambar 2.3(c). Pada keadaan ini osilasi aliran tidak mempengaruhi pergerakan fluida jika dibandingkan dengan keadaan tanpa menggunakan osilasi. Tanpa kehadiran difusi molekul, osilasi tanpa kehadiran sekat tidak akan meningkatkan baik pencampuran maupun dispersi. Pada gambar

2.4(a) hingga gambar 2.4(d), sekat dipasang di dalam kolom dan terdapat perbedaan yang nyata berbanding dengan aliran yang sebelumnya. Gambar 2.4(a) menunjukkan pengembangan penggunaan aliran bersih dan tanpa osilasi pada $Re_n = 100$. Aliran yang berhasil adalah steady dan simetri. Sekat–sekat akan mengubah garis arus daripada fluida, tetapi dispersi keseluruhan daripada aliran terlihat tidak banyak berubah.

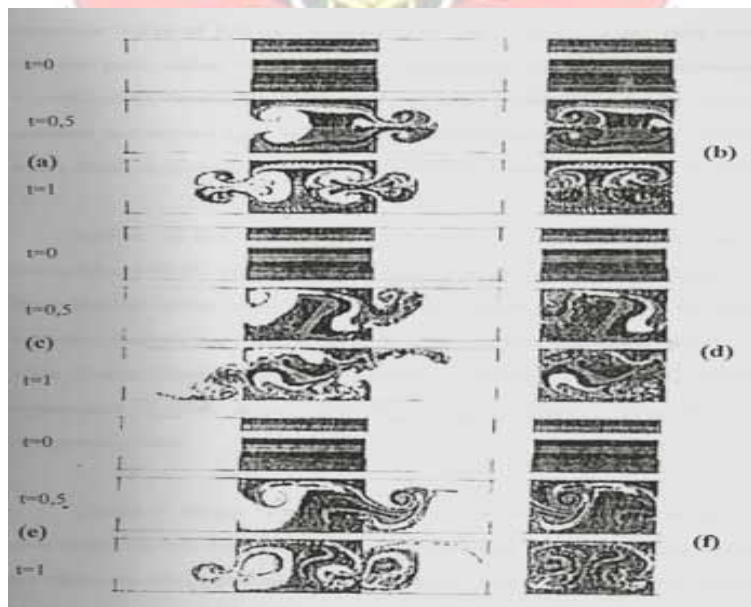
Gambar 2.4(b) menggunakan kaidah tindihan atas untuk menggambarkan sedikitnya pencampuran radial yang berlaku di dalam sistem aliran ini.



Gambar 2.3 Simulasi untuk Kolom tanpa sekat : (a) Aliran bersih pada $Re_n = 100$, (b) Aliran bersih pada $Re_o = 100$, $St = 1.0$ (c) Gabungan aliran bersih dan aliran osilasi pada $Re_n = 100$, $Re_o = 100$, $St = 1.0$



Gambar 2.4 Simulasi untuk kolom bersekat tanpa Osilasi aliran : (a) dan (b) Aliran bersih pada $Re = 100$, (c) dan (d) aliran bersih pada $Re = 300$ (Sumber : Howes et.. al 1991).



Gambar 2.5 Simulasi untuk Osilasi aliran didalam kolom bersekat (a) dan (b) Aliran Osilasi pada $Re = 100$, $St = 1.0$; (c) dan (d) Aliran pada Osilasi pada $Re = 300$, $St = 1.0$; (e) dan (f) Gabungan aliran bersih dan Aliran Osilasi pada $Re = 100$, $Re = 300$, $St = 1.0$

Pemisahan terjadi di hilir dari tiap-tiap sekat dan vorteks-vorteks yang simetri akan terbentuk pada setiap ruang diantara dinding dan sekat. Peningkatan bilangan (Re_n) akan meningkatkan pergerakan ke hilir, sehingga akan terbentuk satu vorteks yang lengkap pada setiap ruang di antara sekat. Hasil ini juga sudah dipastikan pada kedua-dua secara uji kaji dan secara numerik oleh Howes (1988).

Gambar 2.4(c) dan Gambar 2.4(d) menggambarkan mekanisme pencampuran pada keadaan Re_n kritikal. Penggunaan sekat pada keadaan ini akan menjadikan aliran tidak steady dan kesimetrian akan meningkatkan kemampuan pencampuran system ini. Keadaan aliran ini dapat diharapkan untuk menghasilkan pencampuran yang baik dengan sedikit pengurangan dispersi aksial jika dibandingkan dengan aliran laminar tanpa menggunakan sekat.

Gambar 2.5(a) hingga gambar 2.5(f) menunjukkan kesan aplikasi osilasi aliran dan sekat di dalam kolom. Pada Gambar 2.5(a) dan Gambar 2.5(b) ditunjukkan kesan osilasi fluida dan sekat tanpa danya penambahan aliran bersih. Simulasi menunjukkan dispersi aliran berlaku untuk satu osilasi penuh. Dimulakan pada $t=0$, simulasi yang kedua menunjukkan posisi pada setengah osilasi ($t=0,5$), dan yang ketiga setelah satu osilasi penuh ($t=1$). Pada keadaan ini bilangan Reynolds yang diberikan akan menyebabkan vorteks yang simetri terbentuk di hilir tiap-tiap sekat. Gambar 2.5(c) dan Gambar 2.5(d) menunjukkan pencampuran yang lebih berkesan dapat diharapkan di dalam tiap-tiap ruang. Pencampuran tidak hanya pada bagian tengah daripada kolom tetapi berlanjut hingga ke dinding kolom. Mekanisme pencampuran ini pada dasarnya sama seperti pada keadaan dengan Re_n yang lebih kecil, hanya pada keadaan demikian

kesimetrian akan hilang dan menghasilkan pencampuran yang lebih kompleks. Gambar 2.5(e) dan Gambar 2.5(f) menunjukkan bahwa pencampuran sempurna diamati pada Gambar 2.5(c) dan Gambar 2.5(d) sebelumnya akan tertahan. Aspek baru yang penting ditunjukkan pada Gambar 2.5(e) yaitu bahwa penambahan aliran kedepan disertai dengan osilasi aliran dan sekat akan menghasilkan pencampuran yang lebih berkesan dan seragam di sepanjang saluran. Oleh karena itu peningkatan kesan pencampuran dan juga dispersi aksial yang rendah dapat diperoleh pada keadaan ini (Howes et.al. 1991).

E. Perancangan Aliran Osilasi Dalam Reaktor

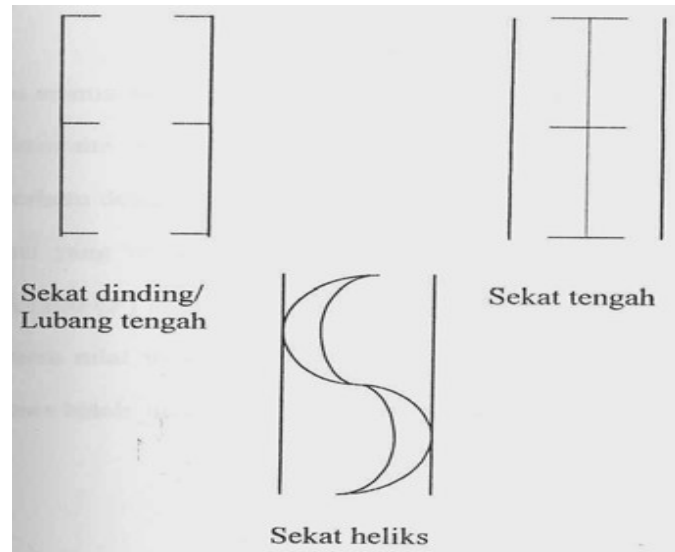
Pencampuran aliran osilasi dapat dicapai di dalam sebatang kolom dengan memasang sekat dengan sisi tajam melewati arah aliran atau pilin heliks ke dalam kolom. Kolom aliran osilasi boleh dioperasikan secara mendatar ataupun menegak, akan tetapi untuk bahan yang mudah menguap sebaiknya dioperasikan secara tegak. Diameter bukaan yang boleh untuk digunakan berada dalam range yang besar yaitu 15-200 mm (Mackley 1991), walaupun sebaiknya digunakan diameter yang kecil terutamanya untuk penelitian pada aliran kontinu karena diameter yang besar akan meningkatkan biaya perlengkapan dan bahan kimia.

Sekat yang sederhana namun efektif dapat dihasilkan dengan memasang plat sekat di dalam kolom melewati arah aliran. Jarak sekat mempengaruhi bentuk vorteks-voretks sedangkan diameter bukaan sekat menentukan lebar vortex dalam tiap-tiap ruang. Dari kajian terhadap pola aliran yang terbentuk, memperoleh jarak sekat bersamaan dengan 1,5 kali diameter

kolom dan rasio bukaan plat sekat kepada diameter kolom untuk mencapai pencampuran yang sempurna. Sekiranya rasio Do/D terlalu kecil, vorteks yang terbentuk akan terbatas kebagian tepi bukaan dan tidak dapat membesar ke arah dinding kolom. Sebaliknya jika diameter bukaan terlalu besar, maka pembentukan vorteks akan berkurang karena dihapuskan oleh kesan saluran.

Jenis plat sekat yang digunakan juga mempengaruhi keberkesanaan aliran osilasi. Hewgill et.al (1993) mengamati tiga jenis plat sekat (Gambar 6) yaitu plat sekat dinding/lubang tengah, plat sekat tengah dan plat sekat heliks, untuk keadaan osilasi yang sama. Pada saat fluida bergerak ke atas, sekat dinding akan menghasilkan vorteks di hilir plat sekat, dan pada saat aliran berbalik vorteks akan terdorong ke dalam ruang antara sekat dan menyebabkan peningkatan pencampuran pada arah radial. Untuk sekat tengah, vorteks-vorteks akan terbentur di bahagian hikir aliran juga, tetapi korteks yang terbentuk kemudian akan terpisah tanpa bergeser ke kawasan lain atau terdorong ke dalam ruang antara sekat, dan menghasilkan aliran radikal yang kecil.

Berbanding sekat tengah, sekat dinding memberikan peningkatan perpindahan aliran yang lebih baik. Ditunjukkan bahwa sekat dinding memberikan aliran yang lebih random berbanding sekat tengah. Sekat heliks memberikan pencampuran yang cukup baik. Keadaan osilasi fluida adalah sama dengan sekat dinding dan heliks memberikan pencampuran yang baik ke arah radial.



Gambar 2.6 Jenis-jenis Plat Sekat

Variabel utama yang menentukan keberkesanan pencampuran di dalam kolom bersekat dengan aliran osilasi adalah amplitudo osilasi dan frekuensi osilasi (Mackley et.al 1993).

2.4 Standar Kualitas Biodiesel

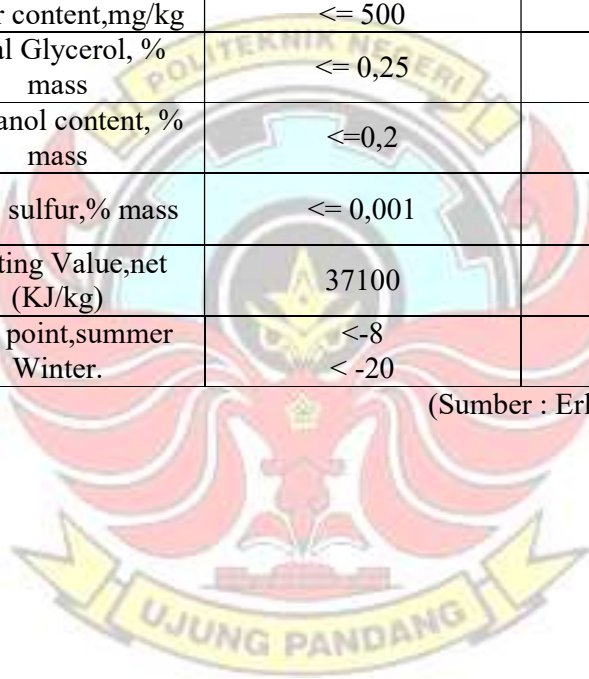
Aturan standarisasi untuk bahan bakar biodiesel dalam negeri sampai sekarang belum ada namun di beberapa negara eropa dan amerika standar kualitas sudah ada. Sebagai contoh untuk negara uniEropa standarisasi biodiesel di kenal kode standar EN14214 dan di Amerika dikenal kode standar ASTM-D-6751. Tabel 2.1, memerlihatkan standarisasi untuk biodisel dari negara uniEropa dan Amerika yang mencakup beberapa parameter. Standar tersebut di atas merupakan rujukan yang dapat di pakai untuk melihat kualitas biodiesel yang dihasilkan, Produk yang di hasilkan harus berada dalam range standarisasi. Standarisasi

internasional menunjukkan bahwa produk layak untuk di gunakan secara komersial.

Tabel 2.1 Kualitas Standar Biodiesel (*American and european Standart of Biodiesel properties*).

No	Standart Specification	EN 14214 (UniEropa standard)	ASTM D6751 (American Standard)
1.	Density kg/m ³ , 15 C	860-900	860-900
2.	Kinetic Viscosity, 40 C,mm/sec.	3.5-5.0	1,9-6.0
3.	Flash Point, C	>= 120	>= 130
4.	Cetane number	>= 51	>= 47
5.	Water content,mg/kg	<= 500	-
6.	Total Glycerol, % mass	<= 0,25	<= 0,24
7.	Methanol content, % mass	<=0,2	-
8.	Total sulfur,% mass	<= 0,001	<= 0,05
9.	Heating Value,net (KJ/kg)	37100	37100
10.	Pour point,summer Winter.	<-8 < -20	0 -

(Sumber : Erliza Hambali,2006)



BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Tempat dan Waktu Perancangan

Penelitian dilaksanakan di Politeknik Negeri ujung Pandang, khususnya pada Bengkel produksi, Laboratorium Konversi Energi dan Laboratorium Teknik Kimia, selama 4 bulan (Juni s.d. september 2009), dengan menggunakan sarana dan prasarana yang ada pengujian mutu produk .

3.2 Alat dan bahan

A. Alat

- 1) Pemotong pipa
- 2) Tang
- 3) Ragum
- 4) Bor / drilling
- 5) Mesin bubut
- 6) Mesin gergaji
- 7) Mesin las gas
- 8) Mesin las listrik
- 9) Mesin gurinda
- 10) Kunci pas
- 11) Mistar panjang
- 12) Meter



- 13) Pengulir
- 14) Obeng
- 15) Kikir

B. Bahan Desain

- 1) Plat baja, 1.2 mm
- 2) Join katub
- 3) Pipa $\varnothing 1"$, $\varnothing \frac{1}{2}"$, $\varnothing \frac{3}{4}"$
- 4) Elbow
- 5) Stop kran

C. Bahan Uji

- 1) Minyak kelapa sawit
- 2) Alcohol
- 3) Katalis NaOH pelet 99%



3.3 Prosedur Pembuatan dan Perakitan

Tahap selanjutnya adalah pembuatan bagian-bagian yang telah dirancang. Sebelum pembuatan terlebih dahulu melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Pada tahap pembuatan dilakukan sesuai dengan hasil perancangan dengan urutan yang sama. Proses pembuatannya yaitu sebagai berikut :

A. Reaktor Osilasi

- 1) Memotong pipa ukuran \varnothing 1" sebagai pipa reaksi osilasi yang dipotong dengan ukuran 3.81 cm sebanyak 80 bagian.
- 2) Memasukkan sekat berupa cincin baja dengan diameter dalam 1,27 cm pada bagian pipa – pipa yang telah dipotong.
- 3) Menyambung setiap potongan pipa dengan cara mengelas dengan menggunakan las gas.
- 4) Pada bagian tertentu duhubungkan dengan menggunakan sambungan T dan elbow dan watermur.
- 5) Pada bagian atas Osilasi dilubangi untuk posisi alat ukur suhu dan tekanan masing – masing sebelah kiri dan kanan sambungan watermur.
- 6) Memasang isolasi pada bagian reaktor osilasi untuk menghilangkan rugi – rugi kalor pada saat reaksi berlangsung.

Perancangan reaktor osilasi dapat dilihat pada gambar pada lampiran B

B. Tangki Reaktor Pencampuran

Kapasitas sekali produksi dengan metode osilasi yang direncanakan adalah 21,2 liter. Desain tangki reaktor kemudian merujuk pada besarnya kapasitas tersebut dan tangki reaktor yang digunakan berukuran kapasitas 30 liter. Diameter tangki reaktor 30 cm dan tingginya 43 cm, ditutup rapat oleh suatu penutup tangki yang dapat dibuka. Reaktor ini dilengkapi dengan suatu electrical heater sebagai pemanas dengan daya 500 watt.

Gambar tangki reaktor pencampuran dapat dilihat pada gambar lampiran C

C. Tangki Pengendapan dan Penampungan

Diperlukan penampungan produk biodiesel yang lebih besar karena dengan metode Osilasi yang bekerja secara kontinyu. Untuk kapasitas yang ditambahkan yaitu sebesar 100 liter dimana sebelumnya telah ada dengan kapasitas 25 liter. Tangki ini dipergunakan untuk memisahkan gliserol dari biosiesel.

Gambar tangki pengendapan dan penampungan dapat dilihat pada gambar lampiran D

D. Pompa dan Instalasi pemipaan

1. Pompa

Ada dua pompa yang digunakan pada sistem instalasi ini yakni pompa_1, berfungsi untuk mensirkulasi fluida pada reaktor sebagai fungsi pengaduk dan selain itu juga berfungsi memindahkan campuran alkohol dan katalis dari tangki alkohol ke tangki pencampur dan mengalirkan minyak hasil proses esterifikasi ke reaktor osilasi dan setelah itu ke tangki pengendapan dan penampungan, sedangkan untuk pompa_2 digunakan pada saat proses recycle yaitu untuk membawa minyak dari reaktor osilasi dan membawa ke tangki reaktor untuk dipanaskan lanjut dan kemudian di bawa kembali melewati reaktor osilasi kemudian ke tangki pengendapan dan penampungan.

Adapun spesifikasi pompa yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Model : PS – 135 E
- Power Source : 220 – 240V, 50 Hz
- Capacity : max 34 liter/menit

- Pressure switch : ON = 1,1 kgf/cm²
OF = 1,8 kgf/cm²
- Output Power : 125 Watt
- Total Head : max 33 m

2. Instalasi Pemipaan

- a) Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan. Bahan yang akan digunakan yaitu pipa galvanis Ø 1" , Ø 1/2" , Ø 3/4" dan sambungan-sambungan serta katup yang digunakan pada pengerjaan pemipaan.
- b) Membuat ukuran-ukuran pada pipa sesuai dengan hasil perancangan. Terdapat dua instalasi yang berbeda yaitu penyaluran produk biodiesel pada tangki pencampuran dan penyaluran ke saluran reaksi osilasi.
- c) Memotong bagian-bagian yang telah ditentukan dengan menggunakan alat pemotong pipa.
- d) Membuat ulir pada ujung-ujung dari pipa yang telah terpotong sesuai dengan ulir sambungan, katup dan elbow.
- e) Menyiapkan assesoris seperti katub, water mur, Tee dan Elbow juga digunakan dari bahan galvanis dengan ukuran Inchi, ½ inchi. Adapun katub yang digunakan adalah katub bola jenis kuningan.

Gambar pompa dan instalasi pemipaan dapat dilihat pada gambar lampiran E

E. Instalasi kelistrikan

Membuat instalasi kelistrikan sesuai dengan kebutuhan yang ada pada proses perancangan. Instalasi kelistrikan digunakan untuk mendukung proses pemanasan pada reaktor yang menggunakan *electrical heater* dan mendukung motor – motor pompa serta motor pengaduk.

Setelah semua bagian-bagian selesai dibuat dan di uji statis sesuai yang direncanakan maka selanjutnya langkah proses perakitan. Adapaun urutannya adalah sebagai berikut:

- 1) Menyetel dan menyambung kerangka instalasi kelistrikan sesuai dengan perancangan.
- 2) Mematri bagian-bagian yang dianggap terjadi kebocoran.
- 3) Memasang reaktor Osilasi dan mesin penggerak (pompa dan motor) sesuai dengan tempatnya dan disambungkan paa instalasi pemipaan.
- 4) Menghubungkan tabung reaktor dengan menggunakan instalasi pemipaan dengan komponen – komponen yang ada.
- 5) Memasang dan menghubungkan instalasi kelistrikan
- 6) Membenahi dan menyetel secara keseluruhan dari semua bagian.

Gambar instalasi kelistrikan dapat dilihat pada lampiran A

F. Rangka Dudukan

Rangka dudukan digunakan untuk menenmpatkan komponen utama menempati posisi yang sesuai agar proses produksi berlangsung secara efektif dan

efisien. Konstruksi rangka dudukan menggunakan jenis besi siku profil L berukuran 5x5x2 mm. Dimensi : panjang 1,5 meter x 1,5 meter x tinggi 2 meter



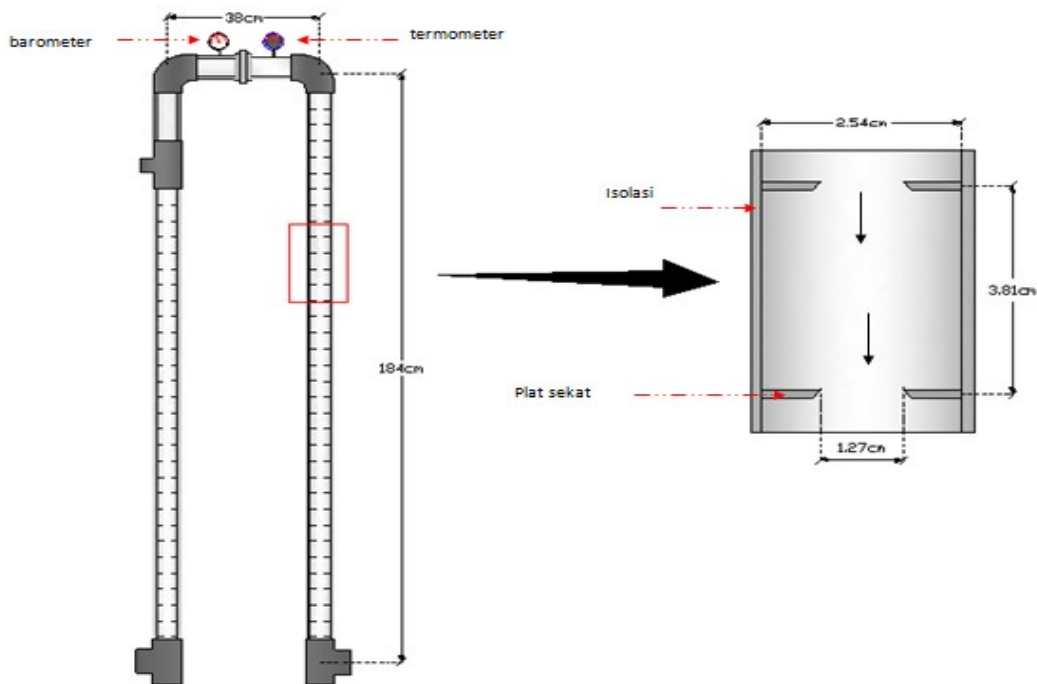
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

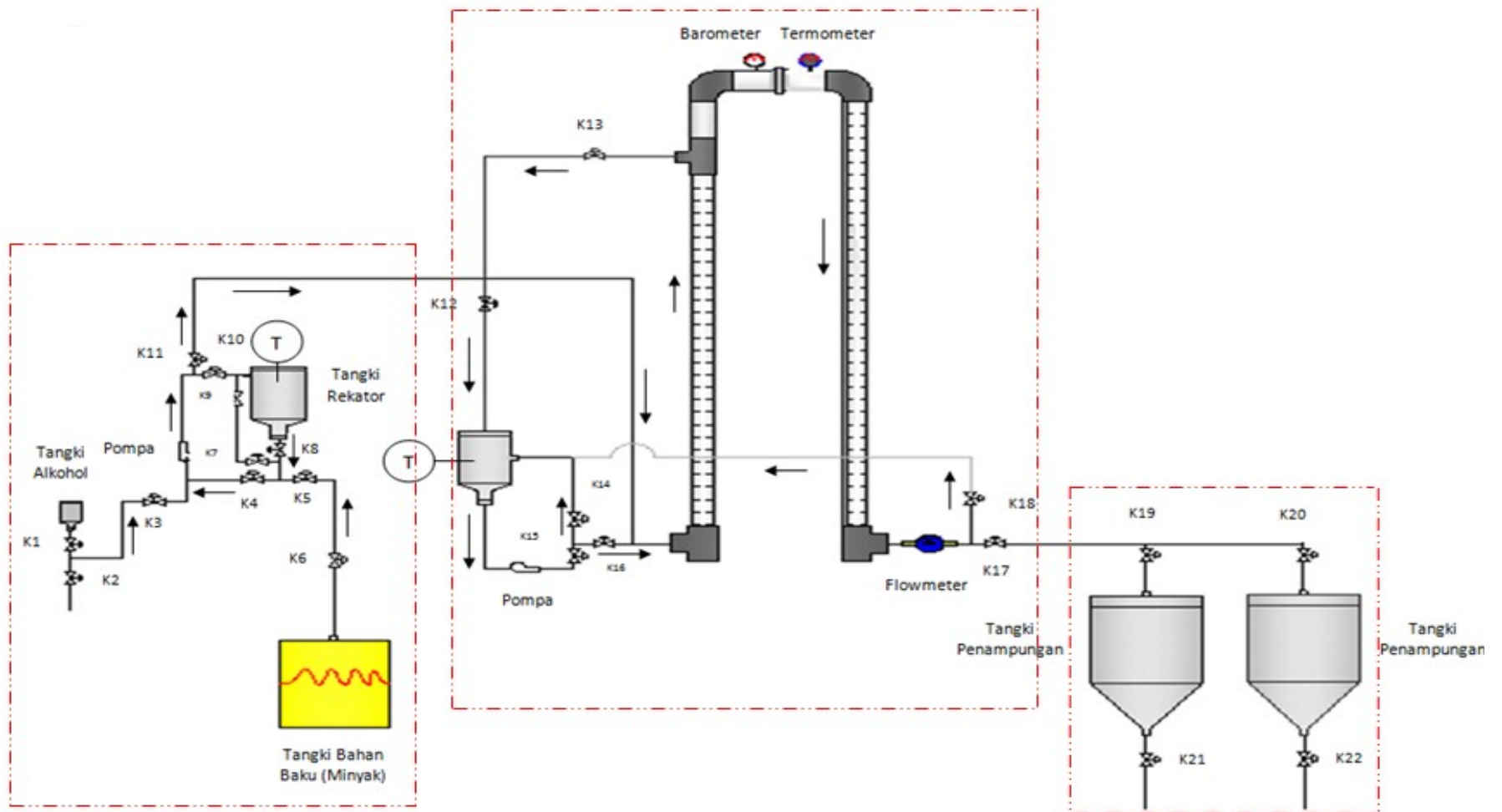
4.1 Hasil Perancangan Dan Pengujian

A. Hasil perancangan

Proses penelitian ini dimulai dari perancangan reaktor osilasi dan mendesain instalasi pemipaan, instalasi kelistrikan dan penambahan tangki baik itu tangki pencampuran ataupun tangki penampungan hasil produk dari biodiesel itu sendiri. Perancangan dilaksanakan dengan perhitungan-perhitungan ukuran-ukuran sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan disesuaikan dengan pengembangan penelitian sebelumnya.



Gambar 4.1 Hasil perancangan Oscillatory Flow Reactor



Gambar 4.2 Hasil perancangan reaktor sistem kontinu untuk produksi biodiesel

B. Teknik Pengumpulan Data

Setelah proses perancangan dan perakitan telah dilaksanakan selanjutnya masuk pada tahap pengumpulan data. Pelaksanaan pengumpulan data akan termuat dalam pengujian. Data-data yang akan menjadi tolak ukur dari efektifitas dari alat yaitu waktu, temperatur, dan volume produk pemisahan (biodiesel dan gliserol). Data-data tersebut akan diambil pada saat pengujian berlangsung. Bahan baku yang digunakan dalam proses pengujian ini untuk menghasilkan produk biodiesel yaitu sebagai berikut:

- 1) Minyak kelapa sawit
- 2) Metanol
- 3) Katalis Sodium Hidroksida (NaOH)

1. Proses pengujian

a. Tahap Pencampuran

Tahap pencampuran merupakan tahapan yang pertama dalam proses pengujian ini. Mencampur metanol dan katalis (NaOH) di dalam tangki pencampuran dengan menggunakan komposisi campuran 3,2 liter metanol dan 120 gram katalis. Pencampuran ini akan diproses dengan menggunakan mekanisme pencampur yang digerakkan oleh motor listrik DC. Tangki reaktor juga diisi dengan minyak kelapa, dalam pengujian ini digunakan minyak kelapa sawit. Proses pengujiannya secara berurutan yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengisi tangki reaktor dengan minyak kelapa sawit sebanyak 18 liter dengan cara memompa minyak kelapa sawit kedalam tangki.

- 2) Menyalakan heater dengan menekan tombol pada panel box untuk pemanasan awal minyak kelapa dengan suhu 50 °C.
- 3) Menyalakan pompa untuk membantu pemanasan dalam reaktor agar merata dan membuka katup isap pompa dari reaktor dan katup buang pompa yang masuk reaktor.
- 4) Memasukkan metanol dan katalis ke dalam tangki pencampuran dengan komposisi yang telah ditentukan.
- 5) Menutup tangki pencampuran dengan rapat kemudian menjalankan motor listrik DC sebagai pengaduk.
- 6) Membiarkan pencampuran selama ± 15 menit atau sampai metanol dan katalis tercampur dengan sempurna.

b. Tahap reaksi dalam tangki pemanas

Tahap reaksi dilakukan setelah tahap pencampuran selesai. Pada tahap ini minyak kelapa serta campuran metanol dan katalis dipanaskan di dalam reaktor dengan menggunakan heater untuk mempercepat reaksi kimia antara ketiga molekul tersebut pada suhu 65 °C selama 30 menit sehingga pada akhirnya nanti akan menghasilkan produk biodiesel. Adapun proses pengujian pada tahap pemanasan yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengalirkan campuran metanol dan katalis yang telah tercampur secara merata dari tangki pencampuran ke dalam tangki reaktor dengan membuka katup isap pompa dari tangki pencampuran dan katup buang pompa yang masuk ke reaktor kemudian menjalankan pompa.

- 2) Melanjutkan pemanasan dengan heater selama kurang lebih 30 menit dengan mempertahankan suhu 65 °C untuk mempercepat reaksi kimia dalam tangki reaktor.
- 3) Sementara dalam proses pemanasan, proses sirkulasi di dalam reaktor juga dilanjutkan dengan membuka katup isap pompa dari reaktor dan katup buang pompa yang masuk ke reaktor dengan tujuan membantu reaksi kimia berlangsung dengan cepat dan homogen sehingga akan dihasilkan produk biodiesel.
- 4). Memastikan semua posisi katub tepat pada saat berlangsungnya pengujian agar proses produksi tidak mengalami kendala.

c. Tahap Reaksi Osilasi

Tahap reaksi osilasi merupakan titik utama dari perancangan sekaligus penelitian ini. Adapun tahapan proses pengujiannya yaitu :

- 1) Pada suhu 65 °C dengan metode Oscillatory Flow reactor, hasil pemanasan akan dialirkan ke reaktor osilasi dan akan mengalami reaksi pencampuran secara kontinyu
- 2) Setelah melewati seluruh rangkaian reaktor osilasi, selanjutnya disalurkan langsung ke tangki pengendapan dan penampungan produk biodiesel.
- 3) Untuk pemanasan yang kurang maksimal karena rugi – rugi panas saat mengalami reaksi dalam reaktor osilasi maka hasilnya dialirkan kembali ke dalam tangki pencampuran melalui instalasi pemipaan recycle (skenario kedua) dan dipanaskan kembali.

- 4) Setelah pemanasan ulang selesai dilakukan dan mencapai temperatur yang sesuai maka hasil pencampuran dialirkan kembali untuk melewati reaksi osilasi dengan menggunakan pompa, dan hasilnya dialirkan kedalam tangki pengendapan dan penampungan.

d. Tahap pengendapan dan pemisahan Gliserol

Untuk tahap pemisahan gliserol dan biodiesel didasarkan pada prinsip efek grafitasi karena adanya perbedaan density antara kedua jenis molekul tersebut. Setelah reaksi kimia dari larutan telah dilakukan pada reaktor osilasi secara sempurna maka molekul glycerin (produk sampingan untuk bahan baku kosmetik dan sabun) serta monoalkil ester (produk utama) akan berpisah secara alamiah, membentuk suatu lapisan batas setelah dibiarkan beberapa selang waktu tertentu dan kemudian dikeluarkan secara perlahan - lahan. Pada saat semua gliserolnya sudah dikeluarkan melalui katub maka katub ditutup kembali dan menyisahkan biodiesel.

2. Hasil Pengujian

Setelah melaksanakan proses pengujian operasional sistem untuk menghasilkan produk biodiesel maka telah didapatkan data hasil pengujian. Data-data dalam hal ini adalah tahap produksi biodiesel dengan menggunakan metode reaksi osilasi, dan yang menjadi penunjukan parameter yang digunakan pada saat proses berlangsungnya reaksi mulai dari tahap pencampuran, pemanasan dan melewati reaktor osilasi secara kontinyu. Untuk lima kali pengujian yang dilakukan komposisi bahan baku yang digunakakan sama.

Tabel 4.1 Komposisi bahan baku

Minyak Kelapa sawit (liter)	Methanol (liter)	Katalist NaOH (gram)	Persentase Kelapa Sawit %	Persentase Methanol %	keterangan
18	3,2	120	84,9	16,1	Rasio molaritas minyak dengan alcohol 1,0 : 0,17



Tabel 4.2 Hasil Pengujian Reaktor Sistem Kontinyu

Percobaan		Reaksi				hasil		
		Proses	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	keterangan	Volume biodiesel (liter)	Volume gliserol (liter)	keterangan
1	1	Pemanasan Minyak kelapa sawit	31 s/d 50	30		17,8	3,4	Total volume reaktan 21,2 liter
	2	Pencampuran Minyak kelapa dengan methanol + katalis	50 s/d 65	15	Reaksi awal pada tangki reaktor batch			
	3	Reaksi pada reaktor kontinyu	65 s/d 60	8	Waktu proses untuk volume 21 liter produk			
2	1	Pemanasan Minyak kelapa sawit	30 s/d 50	25		17,5	3,7	Total volume reaktan 21,2 liter
	2	Pencampuran Minyak kelapa dengan methanol + katalis	50 s/d 65	25	Reaksi awal pada tangki reaktor batch			
	3	Reaksi pada reaktor kontinyu	65 s/d 60	9	Waktu proses untuk volume 21 liter produk			
3	1	Pemanasan Minyak kelapa sawit	32 s/d 50	30		17,5	3,7	Total volume reaktan 21,2 liter
	2	Pencampuran Minyak kelapa dengan methanol + katalis	50 s/d 65	15	Reaksi awal pada tangki reaktor batch			
	3	Reaksi pada reaktor kontinyu	65 s/d 60	8,5	Waktu proses untuk volume 21 liter produk			
4	1	Pemanasan Minyak kelapa sawit	31 s/d 50	25		18,2	3,0	Total volume reaktan 21,2 liter
	2	Pencampuran Minyak kelapa dengan methanol + katalis	50 s/d 65	25	Reaksi awal pada tangki reaktor batch			
	3	Reaksi pada reaktor kontinyu	65 s/d 60	10	Waktu proses untuk volume 21 liter produk			
5	1	Pemanasan Minyak kelapa sawit	31 s/d 50	25		18,2	3,0	Total volume reaktan 21,2 liter
	2	Pencampuran Minyak kelapa dengan methanol + katalis	50 s/d 65	25	Reaksi awal pada tangki reaktor batch			
	3	Reaksi pada reaktor kontinyu	65 s/d 60	9	Waktu proses untuk volume 21 liter produk			

Tabel 4.3 Hasil pengujian laboratorium biodiesel

No.	Percobaan	Density Kg/m ³	Flash Point C	Viskositas Mm/sec
1.	I	0,974	139	7,3
2.	II	0,883	127	4,4
3.	III	0,875	138	4,2
4.	IV	0,875	125	3,8
5.	V	0,881	136	5,0

3. Analisa hasil pengujian

Adapun analisa hasil pengujian dari Rancang Bangun dan Pengujian Reaktor Sistem Kontinyu Untuk Produksi Biodiesel adalah sebagai berikut :

- a. Persentase konsentrasi produksi biodiesel reaktor kontinyu (%)

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan maka efektivitas produksi biodiesel seperti pada perhitungan sebagai berikut :

Data-data yang digunakan untuk percobaan 1 tabel 4.2 sebagai berikut:

V_{bio} = Volume biodiesel yang dihasilkan (liter)

V_{tot} = Volume total dari reaktan (liter)

Diketahui. $V_{bio} = 17800 \text{ ml} = 17,8 \text{ liter}$

$V_{tot} = 21200 \text{ ml} = 21,2 \text{ liter}$

Perhitungan. $Eff = \frac{V_{bio}}{V_{tot}} \times 100 \%$

$$= \frac{17,8}{21,2} \times 100\%$$

$$= 84 \%$$

b. Persentase konsentrasi gliserol reaktor kontinu (%)

Gliserol merupakan produk samping atau produk buangan dalam proses pembuatan biodiesel, kadar gliserol yang tinggi pada bahan bakar Biodiesel akan menyebabkan terbentuknya deposit pada ruang pembakaran. Sifat gliserol yang mudah mengumpal juga akan menyebabkan tersumbatnya aliran bahan bakar di mesin diesel, namun gliserol dapat dimanfaatkan atau di jadikan sebagai campuran sabun dan berbagai bahan kosmetik.

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan maka efektivitas dari sisi keluaran gliserol seperti pada perhitungan sebagai berikut :

Data-data yang digunakan untuk percobaan 1 tabel 4.2 sebagai berikut:

V_{gli} = Volume gliserol yang dihasilkan pada sisi keluaran gliserol (liter)

V_{tot} = Volume total dari reaktan (liter)

Diketahui. $V_{gli} = 3400 \text{ ml} = 3,4 \text{ liter}$

$V_{tot} = 21200 \text{ ml} = 21,2 \text{ liter}$

Perhitungan. $E_{ff} = V_{bio} / V_{tot} \times 100 \%$
 $= 3,4 / 21,2 \times 100 \%$

$= 16 \%$

c. Kapasitas produksi reaktor kontinu (Q)

Data-data yang digunakan untuk percobaan 1 tabel 4.2 sebagai berikut:

Data-data yang digunakan sebagai berikut :

V_{bio} = Volume total reaktan (liter)

T = Waktu yang diperlukan (detik)

Diketahui. $V_{\text{bio}} = 17800 \text{ ml} = 17,8 \text{ liter}$

$T = 8 \text{ menit} = 480 \text{ det}$

Perhitungan. $Q = \frac{V_{\text{bio}}}{T}$
 $= \frac{17,8}{480}$
 $= 0,037 \text{ liter/det}$
 $= 133,2 \text{ liter/jam}$

Jadi reaktor ini mampu memproduksi biodiesel sebesar 133,2 liter/jam.

d. Kecepatan aliran dalam reaktor (V)

Data-data yang digunakan untuk percobaan 1 tabel 4.2 sebagai berikut:

$Q = \text{Kapasitas reaktor (m}^3/\text{detik)}$

$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$

Diketahui. $Q = 0,000037 \text{ m}^3/\text{detik}$

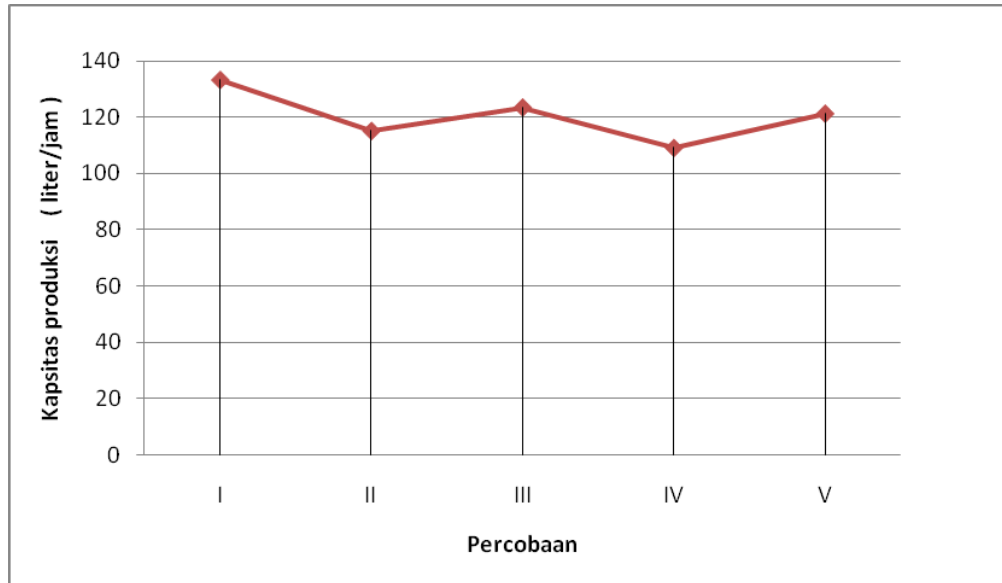
$A = 0,002026 \text{ m}^2$

Perhitungan. $V = Q/A$
 $= 0,000037/0,002026$
 $= 0,0182 \text{ m/detik}$

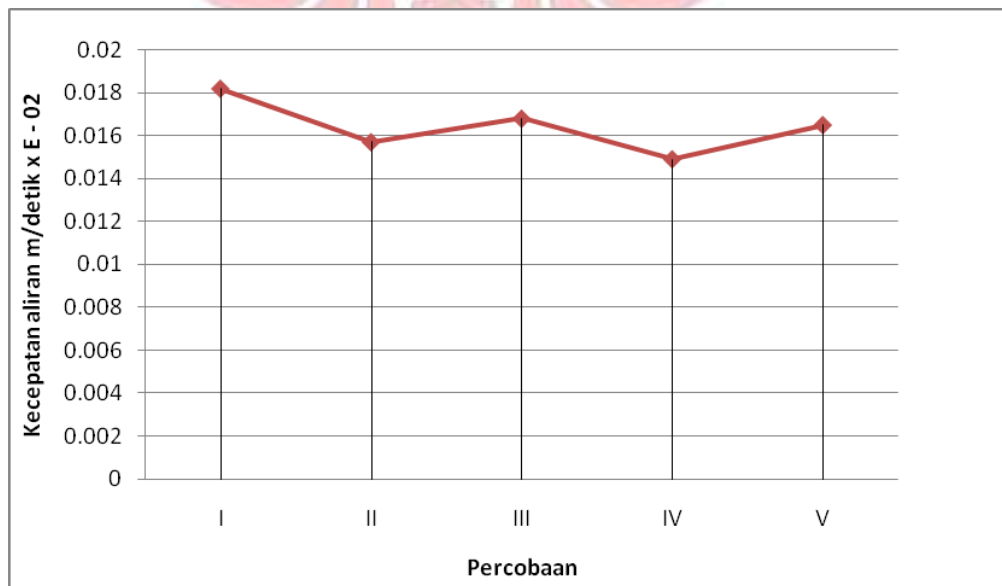
Tabel 4.4 Hasil analisa data pengujian

No.	Percobaan	Persentase Biodiesel (%)	Persentase Gliserol (%)	Kapasitas reaktor (Q) (Liter/jam)	Kecepatan Aliran (V) (Meter/dtk)
1.	I	84	16	133,2	0,0182
2.	II	82,5	17,5	115,2	0,0157
3.	III	82,5	17,5	123,5	0,0168
4.	IV	86	14	109,2	0,0149
5.	V	86	14	121,3	0,0165





Gambar 4.3 Grafik kapasitas produksi biodiesel

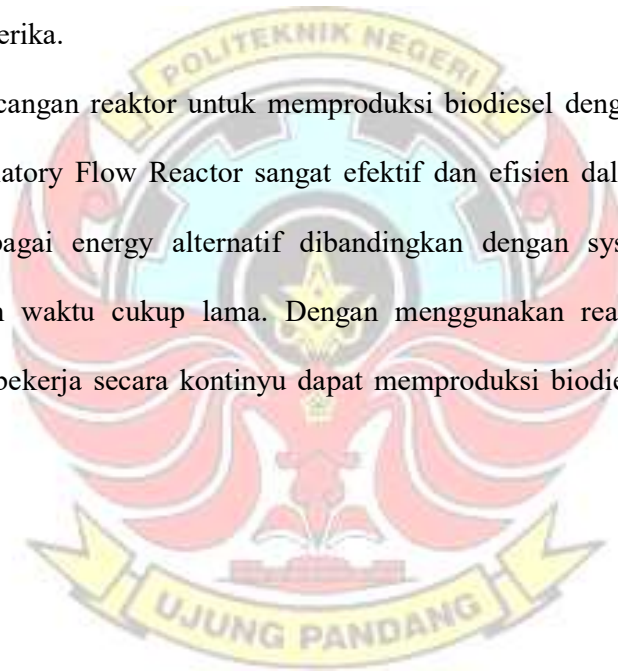


Gambar 4.4 Grafik kecepatan aliran dalam reaktor

4.2 Pembahasan

Dari 5 sampel produk biodiesel yang diperoleh melalui 5 pengujian dari bahan baku minyak kelapa sawit setelah diuji mutunya melalui pengujian laboratorium semua sampel masuk dalam kategori baik, hal demikian karena sifatnya yang sudah memenuhi standar biodiesel dimana tingkat flash point atau titik nyalanya diatas 120 derajat Celsius, pengukuran ini berlaku untuk standar Eropa da Amerika.

Hasil rancangan reaktor untuk memproduksi biodiesel dengan menggunakan metode Occilatory Flow Reactor sangat efektif dan efisien dalam memproduksi biodiesel sebagai energy alternatif dibandingkan dengan system batch yang menggunakan waktu cukup lama. Dengan menggunakan reaktor dan metode osilasi yang bekerja secara kontinyu dapat memproduksi biodiesel hingga 133,2 liter/jam.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian reaktor sistem kontinyu untuk produksi biodiesel dapat disimpulkan bahwa :

1. Komponen komponen yang telah dirancang bangun yaitu sebagai berikut ;
 - a. Reaktor osilasi (Occilatory Flow Reaktor) yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya reaksi pencampuran sempurna untuk menghasilkan biodiesel.
 - b. Instalasi pemipaan dan instalasi kelistrikan sebagai komponen pendukung dari reaktor kontinyu.
 - c. Penambahan tangki pencampuran dan tangki penampungan produk biodiesel.
2. Dengan menggunakan metode Occilatory Flow Reaktor dapat mempersingkat waktu yang digunakan dalam memproduksi biodiesel bila dibandingkan dengan sistem batch yaitu \pm yaitu 133,2 liter/jam.

5.2 Saran

1. Karena metode yang dibuat sudah mempunyai keandalan yang baik, maka diharapkan pengembangan lebih lanjut dari reaktor kontinyu ini misalnya dengan dipadukan dengan metode sentrifuge sebagai pemisah gliserol.

2. Diharapkan supaya rangkaian kontrol kelistrikannya dikembangkan lebih lanjut agar selama proses produksi berlangsung proses pengawasan lebih teratur dan aman.
3. Butuh kerja sama yang baik antara dosen pembimbing dan teman sekerja dalam proses merancang bangun ini agar hasil yang diperoleh lebih maksimal dan lebih baik.



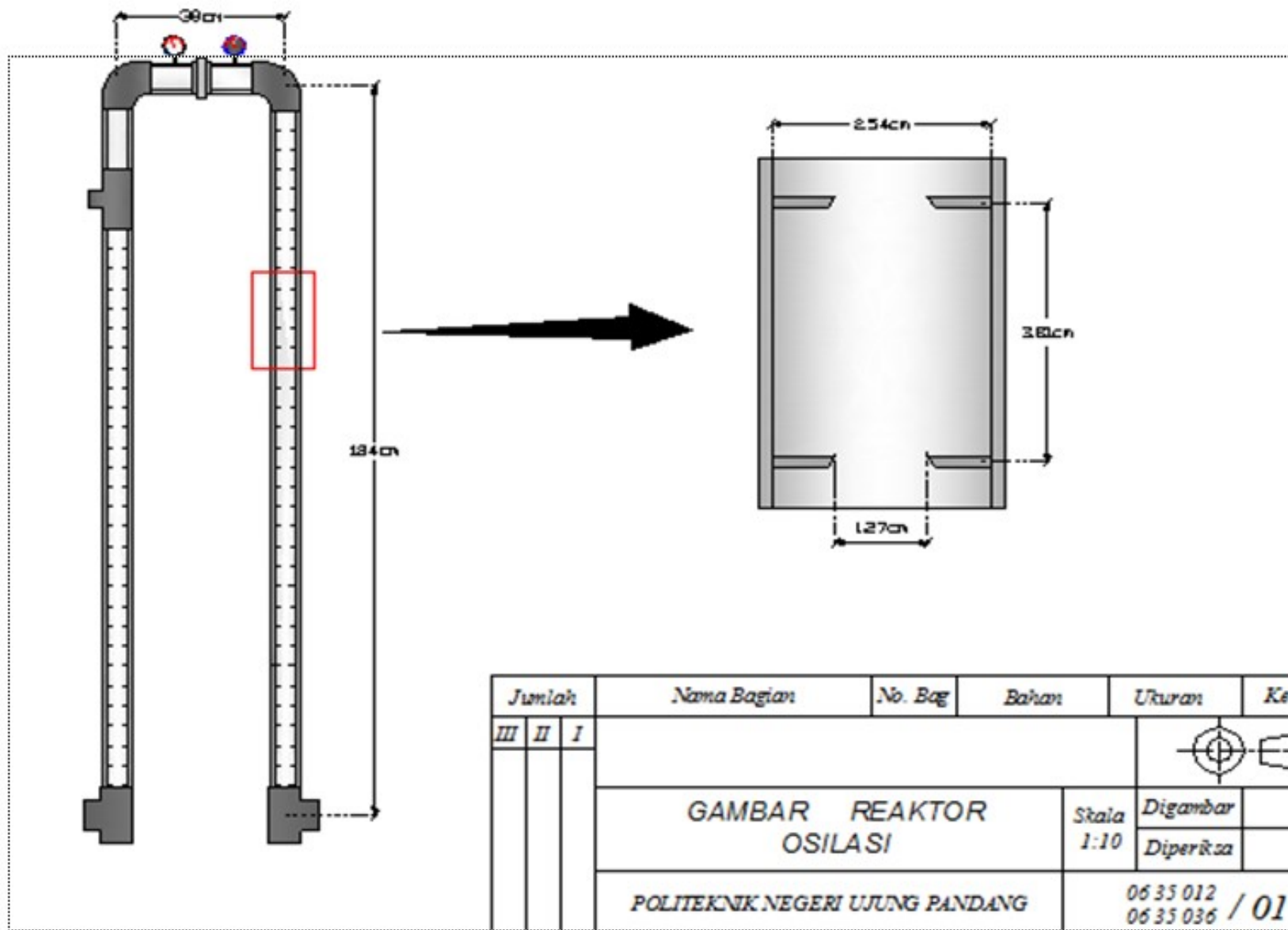
DAFTAR PUSTAKA

- Adam P. Harvey, Process Intensification of Biodiesel Production Using a Continuous Oscillatory Flow Reactor, Journal of Chemical Technology & Biothechnology, The University of Cambridge, UK, 2003.
- Baharta, Ridwan. 2006. Pengolahan Minyak Goereng Bekas Pakai Menjadi Biodiesel sebagai Energi Alternatif. <http://www.wnbiodiesel.com>
- Hambali, Erliza. Dkk. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penebar Swadaya; Jakarta.
- Irwanariston. 2008. *Harga Minyak Dunia Terus Melambung, Sempat Menyentuh USD0108 Per Barrel*. <http://www.infosaham.com>.
- Rahayu, Martini. 2006. *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*. <http://www.biodiesel.org/resource>.
- Suhrina Marshita 2008. *Peningkatan Pencampuran Dengan menggunakan Metode Aliran Osilasi*. <pdf://www.google.com>.
- Suryanto. 2006. *Rancang Bangun Protipe Reaktor Biodiesel*. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

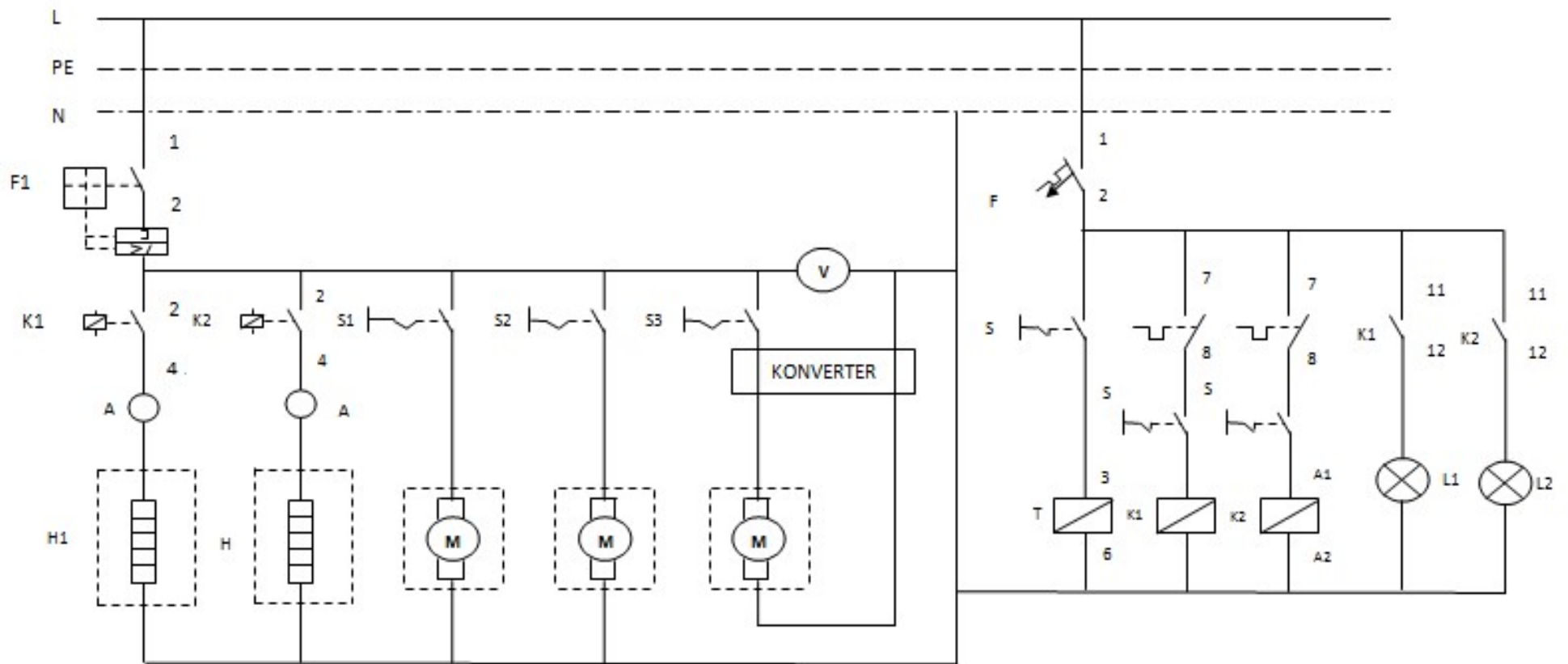




LAMPIRAN A



Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I					
			GAMBAR REAKTOR OSILASI			Skala 1:10	Digambar Diperiksa
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						06 35 012 06 35 036 / 01	



Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
			DIAGRAM INSTALASI LISTRIK				Skala 1:6	Digambar Diperiksa
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				06 35 012 06 35 036	/ 02



LAMPIRAN B



Gambar B-1 Bentuk potongan bagian osilasi dan pelat sekat berbentuk cincin



Gambar B-2 Penyambungan reaktor osilasi dengan menggunakan las gas



LAMPIRAN C



Gambar C-1 Tangki reaktor pencampuran



LAMPIRAN D



Gambar D-1 Tangki penampungan dan pengendapan



Gambar D-2 Proses pengendapan gliserol





Gambar E-1 Gambar Pompa_1



Gambar E-1 Gambar Pompa_2

