

LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMBUATAN ALAT PENGERING BIOETANOL METODE
ADSORPSI DALAM KOLOM UNGGUN TETAP



Disusun Oleh:

DANI WAHYU NUGROHO	I 8306049
KRISTIANI	I 8306069
M. SOFYAN HAFIDZ	I 8306078
THESA FITRIA NINGRUM	I 8306094

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA

2009

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pemenuhan sumber energi masyarakat Indonesia masih tergantung pada bahan bakar fosil. Jika ditelaah lebih jauh, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki 3 ancaman serius yakni:

1. Menipisnya cadangan bahan bakar fosil.
2. Ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksinya.
3. Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil yang dapat menyebabkan pemanasan global.

Penanggulangan masalah yang terjadi akibat penggunaan bahan bakar fosil adalah mengembangkan sumber energi yang baru dan terbarukan sekaligus ramah lingkungan.

(www.agilonbetterment.wordpress.com)

Keunggulan bioenergi dibandingkan bahan bakar fosil yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), ramah lingkungan, dapat meningkatkan kinerja mesin (pembakaran lebih sempurna, mesin bersih dan halus), pada harga BBM fosil mencapai USD 50-60 per barrel, harga bioenergi akan menjadi kompetitif (lebih murah) dibandingkan dengan harga BBM fosil sehingga biofuel sangat layak dikembangkan sebagai energi alternatif pengganti BBM fosil, yang semakin terbatas ketersediaannya.

(<http://smansakudus.com>)

Pemanasan global adalah kejadian meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Penyebab utama pemanasan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, yang melepas karbondioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer. Ketika atmosfer semakin kaya akan gas-gas rumah kaca ini, ia semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas dari Matahari yang dipancarkan ke bumi. Rata-rata temperatur permukaan bumi



sekitar 15°C (59°F). Selama seratus tahun terakhir, rata-rata temperatur ini telah meningkat sebesar 0,6 derajat Celsius (1 derajat Fahrenheit). Kenaikan temperatur ini akan mengakibatkan mencairnya es di kutub dan menghangatkan lautan, yang mengakibatkan meningkatnya volume larutan serta menaikkan permukaannya sekitar 9 - 100 cm (4 - 40 inchi), menimbulkan banjir di daerah pantai, bahkan dapat menenggelamkan pulau-pulau.

(http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan_global)

Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis. Jenis energi terbarukan meliputi biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi samudera.

Kesadaran terhadap ancaman serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber-sumber energi (*energy resources*) ataupun pembawa energi (*energy carrier*) yang lebih terjamin keberlanjutannya (*sustainable*) dan lebih ramah lingkungan salah satunya adalah sumber energi dari bioetanol.

Inpres No.1/2006 dan No.5/2006 mengenai energi terbarukan merupakan landasan hukum untuk mengembangkan energi terbarukan. Pada cetak biru energi Nasional 2005-2006 dinyatakan pada tahun 2006 akan dibangun 17 pabrik gasohol dengan kapasitas 60 kilo liter per hari dan tahun 2008 sebanyak 8 pabrik serta 25 pabrik di tahun 2016 (Kompas 2 Maret, 2006).

B. PERUMUSAN MASALAH

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat alat pengering bioetanol yang sesuai untuk mendapatkan kadar etanol lebih dari 99 % (*fuel grade*)
2. Penggunaan zeolit sebagai penyerap (adsorben) dalam proses pengeringan etanol.



C. TUJUAN

1. Merancang alat *adsorber* yang dapat digunakan untuk memurnikan etanol sehingga memiliki kadar lebih dari 99 % (*fuel grade*).
2. Membuat alat *adsorber* dengan menggunakan zeolit sebagai penjerap.
3. Mengoperasikan alat (*adsorber*) dalam kolom ungun tetap dengan menggunakan zeolit sebagai penjerap.

D. MANFAAT

Bagi mahasiswa :

1. Mahasiswa mampu membuat alat pengering etanol (*adsorber*) etanol secara efektif.
2. Mahasiswa mampu melakukan adsorpsi secara kontinyu.
3. Dapat menerapkan ilmu teknik kimia yang telah diperoleh.

Bagi pengembangan IPTEK dan pembangunan :

1. Berpotensi dalam diversifikasi bahan baku etanol di Indonesia.
2. Berpotensi untuk mengembangkan bahan bakar alternatif (gasohol) yang dapat memenuhi kebutuhan energi masyarakat Indonesia untuk mengantisipasi dampak negatif dari penggunaan bahan bakar fosil dan krisis energi yang sedang dialami bangsa Indonesia.



BAB II LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Adsorpsi

Fenomena adsorpsi banyak mendapat perhatian para peneliti, baik dari sudut pandang aplikasi maupun pengembangan lanjutan tentang mekanisme dan perilaku adsorpsi suatu sistem. Dalam kaitannya dengan zat-zat yang tidak diinginkan, misalnya pada pengolahan air limbah, teknik adsorpsi dipandang lebih unggul dibanding dengan metode pengolahan air limbah lainnya. Suatu keuntungan utama sistem adsorpsi adalah investasinya yang rendah, tidak ada efek samping zat beracun, serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik lebih baik dibandingkan dengan perlakuan secara biologi konvensional.

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut.

(Handojo,1995)

Sesuai dengan jenis ikatan yang terdapat antara bahan yang diadsorpsi dan adsorbennya, maka adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika atau sering disebut adsorpsi Van Der Waals terjadi karena adanya gaya interaksi antara molekul yang lemah sehingga bersifat *reversible*. Keseimbangan yang dicapai adsorpsi fisik berlangsung dengan cepat karena tidak melibatkan energi aktivasi dan banyaknya yang teradsorpsi dapat berupa lapisan monolayer. Panas adsorpsi kecil, kurang dari 10 kkal/mol.

Sifat adsorpsi kimia lebih spesifik daripada adsorpsi fisika karena adsorpsi kimia membutuhkan energi aktivasi untuk membentuk ikatan antara adsorbat dan adsorben. Adsorpsi kimia relatif lambat, tidak mudah balik dan hanya membentuk lapisan monolayer pada permukaan. Dalam keadaan nyata,



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

fenomena adsorpsi merupakan kombinasi dari adsorpsi kimia dan fisika.

(Handojo,1995)

Perbedaan antara adsorpsi fisika dengan adsorpsi kimia pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben, juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas).

Tabel II.1 Perbedaan antara Adsorpsi Fisika dengan Adsorpsi Kimia

No	Parameter	Adsorpsi fisika	Adsorpsi kimia
1	Adsorben	semua jenis	Terbatas
2	Adsorbat	semua gas	kecuali gas mulia
3	Jenis ikatan	Fisika	Kimia
4	Panas adsorpsi	5-10 kkal/gr-mol gas	10-100 kkal/gr-mol gas
5	Temperatur operasi	di bawah temperatur kritis	di atas temperatur kritis
6	Energi aktivasi	kurang dari 1 kkal/gr-mol	10-60 kkal/gr-mol
7	Reversibilitas	<i>Reversible</i>	Tidak selamanya <i>reversible</i>
8	Tebal lapisan	Banyak (multilayer)	Satu (monolayer)
9	Kecepatan adsorpsi	Besar	Kecil
10	Jumlah zat teradsorpsi	Sebanding dengan kenaikan tekanan	Sebanding dengan banyaknya inti aktif adsorben yang dapat bereaksi dengan adsorbat



Tabel II.2 Perbedaan antara Adsorpsi dengan Absorpsi

Adsorpsi	Absorpsi
<ul style="list-style-type: none"> - Proses penjerapan hanya pada permukaan fasa - Zat terdispersi hanya masuk pada permukaannya - Terjadi pada padatan <p>Contoh :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan air dengan karbon aktif • Adsorpsi ion logam Pb (II) dan, Cu (II), dan Cd(II) 	<ul style="list-style-type: none"> - Proses penjerapan sampai badan / dalam fasa - Zat terdispersi dapat masuk ke dalam badan fasa dari pengabsorpsi - Terjadi pada fluida <p>Contoh :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absorpsi CO₂, H₂S dengan larutan amin • Absorpsi asam dengan alkohol

<http://id.answers.yahoo.com>

2. Adsorben

- Zeolit

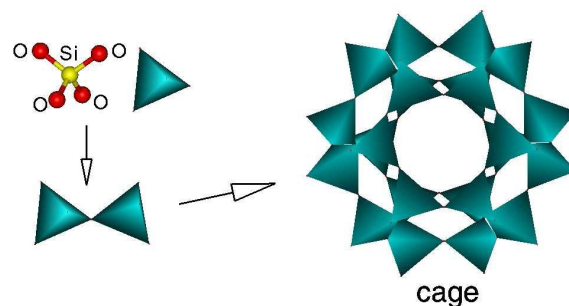
Mineral zeolit adalah suatu kelompok mineral aluminium silikat terhidrasi dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca, dan Na), dengan rumus umum $L_mAl_xSi_yO_z \cdot nH_2O$ dimana L adalah logam. Secara umum, zeolit mempunyai kemampuan untuk menyerap, menukar ion, dan menjadi katalis.

Sifat-sifat kimia dan fisika zeolit.

Mineral zeolit adalah kelompok mineral aluminium silikat terhidrasi $L_mAl_xSi_yO_z \cdot nH_2O$, dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca dan Na), m, x, y, dan z merupakan bilangan 2 hingga 10, n koefisien dari H₂O, serta L adalah logam. Zeolit secara empiris ditulis $(M^+, M^{2+})Al_2O_3gSiO_2 \cdot zH_2O$, M⁺ berupa Na atau K dan M²⁺ berupa Mg, Ca, atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan M⁺ atau M²⁺, g dan z bilangan koefisien. Beberapa spesimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat, dll.,



karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Densitas zeolit antara 2,0 - 2,3 g/cm³, dengan bentuk halus dan lunak. Kilap yang dimiliki bermacam-macam. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam, dan molekul air dalam fase *occluded*. Morfologi dan sistem kristal zeolit. Zeolit berbentuk kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung muatan positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam kerangka kristal tiga dimensi, dengan setiap oksigen membatasi antara dua tetrahedral.



Gambar II.1 Rangka zeolit yang terbentuk dari ikatan 4 atom O dengan 1 atom Si

Keutamaan zeolit :

- Murah dan mudah diperoleh
- Dapat dipakai ulang setelah dikeringkan
- Kehilangan etanol hanya 5-15 %
- Mempunyai struktur kristal dan daya selektivitas yang tinggi
- Mempunyai rongga-rongga dan saluran spesifik di dalam struktur kristalnya
- Mampu menangkap minyak fusel dalam bioetanol

Zeolit mengandung karbon organik. Untuk menghilangkan karbon perlu pembakaran pada suhu 300°C selama 1-2 jam. Pembakaran bertujuan menghilangkan karbon organik. Zeolit alam yang semula kehijauan berubah warna menjadi coklat muda.

(<http://www.trubus-online.co.id>)



3. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dibuat dengan bahan baku bahan bergula seperti tebu, nira aren, bahan berpati seperti jagung, dan ubi-ubian, bahan berserat yang berupa limbah pertanian masih dalam taraf pengembangan di negara maju. Sebagai alternatif bahan bakar, bioetanol dengan kemurnian tinggi dicampur dengan bensin dan dikenal dengan sebutan gasohol.

(www.ristek.go.id)

Kelebihan-kelebihan bioetanol dibandingkan bensin:

1. Bioetanol aman digunakan sebagai bahan bakar, titik nyala etanol tiga kali lebih tinggi dibandingkan bensin.
2. Emisi hidrokarbon lebih sedikit.

Kekurangan-kekurangan bioetanol dibandingkan bensin:

1. Mesin dingin lebih sulit melakukan starter.
2. Bioetanol bereaksi dengan logam seperti magnesium dan aluminium.

Sebagai alternatif digunakan campuran bioetanol dengan bensin. Sebelum dicampur, bioetanol harus dimurnikan hingga 100%. Campuran ini dikenal dengan sebutan gasohol.

Gasohol dibuat dengan pencampuran bioetanol absolut sebanyak 10 % dengan bensin (90%), sering disebut Gasohol E-10. Gasohol singkatan dari gasoline (bensin) plus alkohol (bioetanol). Etanol absolut memiliki angka oktan (ON) 117, sedangkan Premium hanya 87 - 88. Gasohol E-10 secara proposional memiliki angka oktan (ON) 92 atau setara Pertamina.

(www.mahasiswanegarawan.wordpress.com)

Dari susunan molekulnya, etanol memiliki rantai karbon yang lebih pendek dibandingkan gasolin dengan perbandingan antara atom H dan C adalah 2 : 1. Pendeknya rantai atom karbon pada etanol menyebabkan emisi UHC pada pembakaran etanol relatif lebih rendah dibandingkan dengan gasolin, yakni berselisih hingga 130 ppm.



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Peningkat Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

Etanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang menyatu di dalam molekul etanol tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara-bahan bakar di dalam silinder. Etanol memiliki panas penguapan yang tinggi, yakni 842 kJ/kg. Tingginya panas penguapan ini menyebabkan energi yang dipergunakan untuk menguapkan etanol lebih besar dibandingkan gasolin, sehingga temperatur puncak di dalam silinder akan lebih rendah pada pembakaran etanol dibandingkan dengan gasolin.

Sifat fisis dan kimia bioetanol adalah sebagai berikut :

Sifat-sifat fisis bioetanol

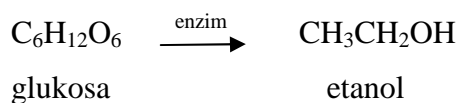
1. Rumus molekul : C₂H₅OH
2. Berat molekul : 46,07 gr/ mol
3. Titik didih pada 780 mmHg : 78.32°C
4. Titik beku : -112°C
5. Bentuk dan warna : cair tidak berwarna
6. *Spesifik gravity* : 0,786 pada 20°C

(Perry, 1984)

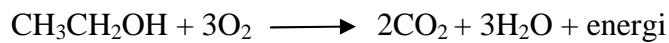
Sifat-sifat kimia bioetanol

1. Bersifat hidrofob atau menolak air
2. Rantai karbon cukup panjang
3. Sifat hidrofob dapat mengalahkan sifat hidrofil (menyukai air) gugus hidroksi
4. Diperoleh dari fermentasi gula
5. Untuk minuman diperoleh dari peragian karbohidrat, ada dua tipe yaitu tipe pertama mengubah karbohidrat menjadi glukosa kemudian menjadi etanol, tipe yang lain menghasilkan cuka (asam asetat) dengan etanol sebagai zat amfair

Pembentukan etanol



Pembakaran etanol:

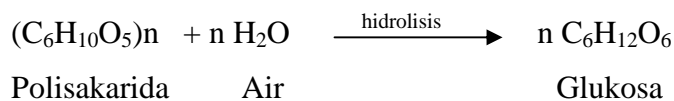


(Vogel, 1985)

4. Pembuatan Bioetanol

a. Hidrolisis

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Proses hidrolisis adalah reaksi untuk memecah pati menjadi glukosa. Reaksi Hidrolisis:



Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan 1-4 α glukosida menghasilkan dextrin, sirup atau glukosa tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksinya merupakan reaksi order satu jika digunakan air yang berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan.

Ada beberapa hidrolisis yaitu:

1. Hidrolisis murni, sebagai reaktan hanya air.

Kelemahan zat penghidrolisis ini adalah prosesnya lambat, kurang sempurna dan hasilnya kurang baik. Dalam industri biasanya ditambahkan katalisator. Zat penghidrolisis air ditambah zat-zat yang sangat reaktif. Untuk mempercepat reaksi dapat juga digunakan uap air pada temperatur tinggi.

2. Hidrolisis dengan katalisator larutan asam

Larutan asam berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air dari kadar asam yang encer. Di dalam industri asam yang dipakai adalah H_2SO_4 , HCl . $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ jarang dipakai karena harganya mahal, HCl lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan H_2SO_4 .



3. Hidrolisis dengan katalisator larutan basa

Larutan basa yang dipakai adalah basa encer, basa pekat dan basa padat. Reaksi bentuk padat sama dengan reaksi bentuk cair. Hanya reaksinya lebih sempurna atau lebih reaktif dan hanya digunakan untuk maksud tertentu, misalnya proses peleburan benzena menjadi fenol.

4. Hidrolisis dengan enzim

Enzim yang biasa digunakan adalah enzim *Alpha Amylase*.

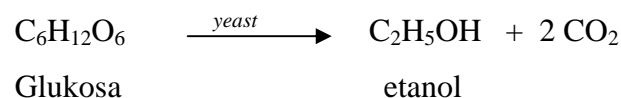
(Groggins, 1958)

b. Fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses biokimia dimana terjadi perubahan-perubahan atau reaksi-reaksi kimia dengan pertolongan jasad renik penyebab fermentasi tersebut bersentuhan dengan zat makanan yang sesuai dengan pertumbuhannya. Akibat terjadinya fermentasi sebagian atau seluruhnya akan berubah menjadi alkohol setelah beberapa waktu lamanya.

Pada proses ini glukosa difermentasikan dengan enzim *zimase/ invertase* yang dihasilkan oleh *Sacharomyces cereviseae*. Fungsi enzim *zimase* adalah untuk memecah pati yang masih terdapat dalam proses hidrolisis untuk diubah menjadi glukosa. Sedangkan enzim *invertase* selanjutnya mengubah glukosa menjadi alkohol dengan proses fermentasi. Untuk melakukan proses fermentasi ini, *yeast* harus beraktivitas pada kondisi tertentu yang sesuai dengan kondisi hidupnya.

Fermentasi glukosa untuk membuat bioetanol menggunakan *yeast*, misalnya *Sacharomyces cereviceae*. Reaksi fermentasi:



(Fessenden, 1982)



c. Pemurnian Bioetanol

Pemurnian bioetanol dilakukan dengan dua tahap yaitu dengan distilasi dan pengeringan etanol (*dehydration ethanol*).

1. Distilasi

Distilasi adalah pemisahan komponen-komponen yang mudah menguap dari suatu campuran cair dengan cara menguapkannya yang diikuti dengan kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagian cairan yang tidak menguap sebagai residu.

(Handojo, 1995)

Karakteristik komponen biner etanol-air:

- Titik didih masing-masing komponen pada tekanan normal tidak terlalu tinggi.
- Komponen etanol mempunyai titik didih yang lebih rendah dari pada komponen air.
- Etanol dan air merupakan zat yang volatil (mudah menguap).
- Pada tekanan 1 atm komponen biner etanol-air mempunyai titik azeotrop pada komposisi 95,6 %. Titik azeotrop adalah titik dimana komposisi fase uap akan sama dengan komposisi pada fase cair.

Pada proses distilasi, fase uap akan segera terbentuk setelah larutan dipanaskan. Uap dan cairan dibiarkan saling kontak sehingga dalam waktu yang cukup semua komponen yang ada dalam larutan akan terdistribusi dalam fase membentuk destilat. Dalam destilat banyak mengandung komponen dengan tekanan uap murni lebih tinggi atau mempunyai titik didih lebih rendah. Sedangkan komponen yang tekanan uap murni rendah atau titik didih tinggi sebagian besar terdapat dalam residu.

(Wankat, 1988)

Distilasi etanol tidak dapat mencapai kadar maksimum. Hal ini dikarenakan pada sistem biner etanol-air mempunyai titik azeotrop pada



komposisi 94 - 95 %. Karena komposisinya sama, maka transfer massa etanol ke air ataupun sebaliknya tidak akan terjadi. Sehingga campuran etanol dan air dipisahkan dengan cara pengeringan (adsorpsi).

2. Pengeringan Bioetanol

Pengeringan bioetanol yaitu memurnikan etanol dari campuran etanol-air dengan proses penjerapan (adsorpsi) sehingga diperoleh kadar etanol lebih dari 99 %.

Macam-macam metode pengeringan bioetanol :

a. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau campuran cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut. Pemilihan adsorben yang baik didasarkan pada luas permukaannya yang besar. Contoh adsorben antara lain karbon aktif, *silica gel*, CaO, zeolit dan lain sebagainya.

(Handojo, 1995)

Proses adsorpsi terjadi pada permukaan pori-pori dalam butir adsorben, sehingga transfer massa etanol dari cairan ke dalam pori-pori butir adsorben tersebut akan mengalami proses-proses sebagai berikut:

- 1) Perpindahan masa cairan ke permukaan butir
- 2) Difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori
- 3) Perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori
- 4) Adsorpsi pada dinding pori

Perpindahan massa dari gas dalam pori ke dinding pori (proses 3) umumnya berlangsung sangat cepat sehingga tidak mengontrol. Adsorpsi pada dinding pori (proses 4) umumnya juga berlangsung sangat cepat, sehingga tidak mengontrol juga. Jadi umumnya yang mengontrol kecepatan proses adsorpsi adalah proses 1 atau proses 2 atau keduanya. Jika butir-butir sangat kecil (seperti serbuk) maka difusi dari permukaan



ke dalam butir (proses 2) berlangsung relatif sangat cepat sehingga tidak mengontrol. Akibatnya yang mengontrol adalah perpindahan massa dari gas ke permukaan butir. Sebaliknya jika butir-butir berukuran besar, difusi dari permukaan ke dalam butir relatif sangat lambat, sehingga yang mengontrol proses difusinya.

(Prasetya.A., 1994)

b. Pressure Swing Adsorption

Pressure Swing Adsorption (PSA) ialah teknologi yang digunakan untuk memisahkan gas dari campuran gas dengan tekanan yang lebih rendah menurut karakteristik molekular dan daya tarik-menarik untuk bahan penjerap. Bahan penjerap khusus (zeolit) digunakan sebagai *molecular sieve* perlakuan penyerapan pada tekanan tinggi. Proses *swing* dengan tekanan rendah, men-desorpsi bahan adsorben. Proses PSA kenyataannya cenderung pada gas dengan tekanan yang lebih rendah untuk dapat tertarik ke dalam permukaan zat padat, atau disebut adsorpsi. Jika tekanan tinggi gas akan diadsorpsi sedang jika tekanan dikurangi gas terlepas, desorpsi.

Proses PSA dapat digunakan untuk memisahkan gas di dalam campuran karena perbedaan kecenderungan gas dapat ditarik menuju permukaan zat padat. Untuk membedakan kemampuan gas, bahan penjerap untuk PSA biasanya dipilih material yang berporos karena mempunyai luas permukaan yang luas. Khususnya karbon aktif, silika gel, alumina, dan zeolit. Awalnya gas diserap pada permukaan mungkin hanya terdiri dari 1 lapisan atau beberapa molekul besar, beberapa ratus m² per gram dapat mengadsorpsi dengan jumlah banyak dari berat adsorben di dalam gas. Lagi pula perbedaan gas untuk selektivitas zeolit dan beberapa tipe karbon aktif disebut *carbon molecular sieves* mungkin memanfaatkan karakteristik *molecular sieve* untuk mengeluarkan sejumlah molekul gas dari struktur berdasarkan ukuran molekul, dengan demikian membatasi kemampuan molekul yang luas untuk diadsorpsi.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_swing_adsorption)



c. Distilasi Azeotrop

Dalam bidang kimia, distilasi azeotropik merujuk pada teknik-teknik yang digunakan untuk memecah azeotrop dalam distilasi. Dalam rekayasa kimia, salah satu teknik untuk memecah titik azeotrop adalah dengan penambahan komponen lain untuk menghasilkan azeotrop heterogen yang dapat mendidih pada suhu lebih rendah, misalnya penambahan benzena (bisa juga dengan garam dan solvenya) ke dalam campuran air dan alkohol.

Metode Pemisahan Komponen Azeotrop :

Banyak metode yang bisa digunakan untuk menghilangkan titik azeotrop pada campuran heterogen. Contoh campuran heterogen yang mengandung titik azeotrop yang paling populer adalah campuran ethanol-air, campuran ini dengan metode distilasi biasa tidak bisa menghasilkan ethanol teknis (99 % lebih) melainkan maksimal hanya sekitar 96,25 %. Hal ini terjadi karena konsentrasi yang lebih tinggi harus melewati terlebih dahulu titik azeotrop, dimana komposisi kesetimbangan cair-gas ethanol-air saling bersilangan.

Beberapa metode yang populer digunakan adalah :

1. *Pressure Swing Distillation*
2. *Extractive Distillation*

(<http://www.wordpress.com>)

5. Referensi Alat Adsorber

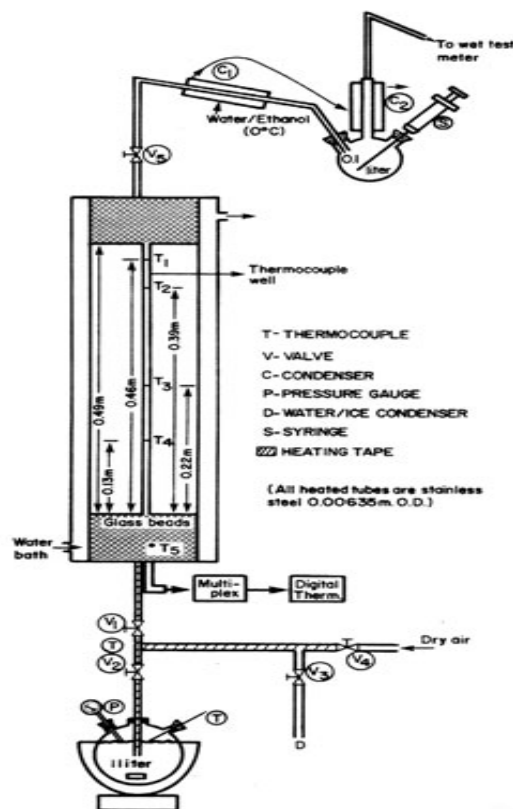
Referensi alat *adsorber* yang digunakan yaitu *Bench-Scale Adsorber*. Sistem operasi dari alat *adsorber* ini seperti *Bench-Scale Adsorber* yang mana uap etanol-air akan melewati kolom unggun tetap.

Peralatan *bench-scale adsorber* yang berdiameter-dalam 25,4 mm x tinggi *bed*-nya 49 cm sebelumnya telah dikeringkan semalam agar udara dapat melalui aliran pada 88 ke 90 °C. Alat ini didesain hanya untuk penentuan percobaan sifat adsorpsi. Suhu dinding kolom telah diperbaiki pada suhu *bed* awal selama proses berjalan oleh sirkulasi air panas melalui jacket (mantel).



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

Pada proses tertentu uap akan dipanaskan dalam labu 1 liter dan dikelilingi oleh pemanas mantel elektrik. Panas yang masuk dikontrol oleh transformer. Katup V2 diatur manual untuk menyimpan tekanan uap, dan laju alir. Uap melewati V2 dan V3. Kandungan air dari kondensat ditentukan dengan alat *water analyzer* (Aquatest IV, Photovolt, NY). Selama kegiatan uap melalui V2, V1, kolom kemudian V5. Arus keluar dikondensasikan dengan menggunakan campuran etanol-air pada 0 °C sebagai media pendingin (C1). Kondensat diterima dalam labu dipindahkan setiap 20 menit dan volume komposisi air ditentukan. Laju alir kondensat rata-rata 3.4×10^{-5} L/s (2 mL/min) cairan. *Bed* dikeringkan selama beberapa jam dengan jumlah udara panas berlebih pada laju alir 0,0083 ke 0,0167 L/s (0,5 ke 1,0 L/min) diukur pada 25 °C dan 101 kPa (1 atm).



Gambar II.2 Rangkaian Alat Bench-Scale Adsorber

(Michael R. Ladisch, 1984)



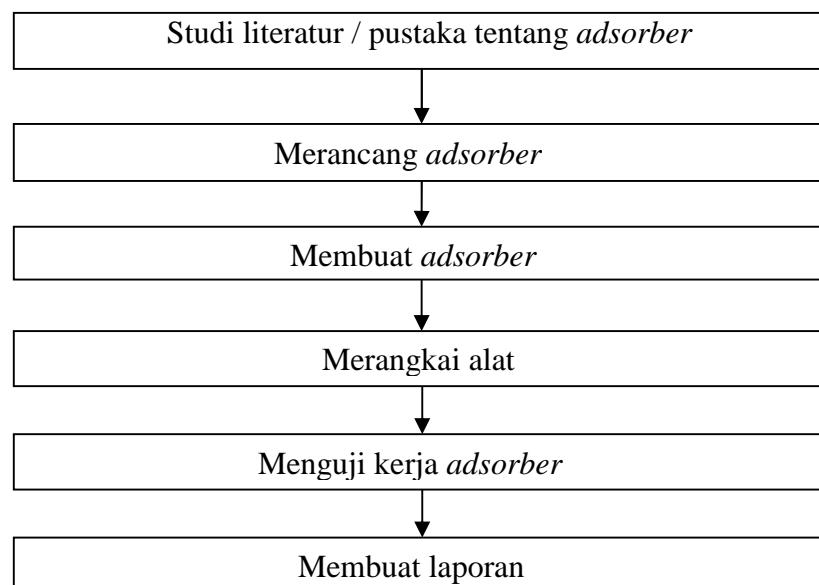
B. KERANGKA PEMIKIRAN

1. Proses Pembuatan Adsorber

Bahan yang akan diadsorpsi adalah etanol dengan zeolit sebagai adsorben. Metode yang dipakai adalah penguapan etanol dalam kolom unggun tetap dan meningkatkan kadar etanol lebih dari 99 %. Peningkatan kadar etanol dapat dicapai dengan cara adsorpsi.

Mempertimbangkan hal di atas, maka alat yang digunakan adalah kolom berbentuk silinder vertikal yang terbuat dari *stainless steel* dan di dalamnya juga terdapat silinder yang terpasang konsentris sebagai bahan penjerap etanol yaitu zeolit. Etanol akan dilewatkan melalui zeolit dan zeolit ini akan berfungsi secara maksimal jika dalam keadaan panas atau hangat, oleh karena itu alat ini dilengkapi dengan pemansa dan media pemanas yang digunakan adalah air. Air menyelubungi silinder-dalam yang berisi zeolit dan suhunya diatur oleh termostat pada 70 - 80 °C. Pemakaian bahan *stainless steel* dipilih karena bahan tersebut tahan panas, tidak mudah berkarat dan kuat.

2. Proses Pengerjaan



BAB III

METODOLOGI

A. ALAT DAN BAHAN

1. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Las listrik
2. Kunci pas
3. Kunci inggris
4. Meteran
5. Gergaji besi
6. Alat potong pelat
7. Bor besi
8. Tang
9. Palu
10. Gerinda
11. Jangka sorong
12. Las patri

2. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Lembaran pelat *stainless steel*
2. Kompor listrik
3. Penampung etanol umpan
4. Sekrup
5. Pemanas
6. Katup
7. Termometer
8. Plat besi
9. *Termostat*
10. Lampu indikator
11. Pipa
12. Saringan kasa



13. Tali isolator
14. Selang

B. Lokasi Pembuatan Alat

Karena keterbatasan tenaga dan peralatan yang dimiliki oleh mahasiswa maka pembuatan *Adsorber* ini dikerjakan oleh pihak bengkel Pak Widodo di Kagokan RT. 03/ XI Pajang, Solo, Telp. (0271) 712775. Tempat yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan pengujian alat dilakukan di Laboratorium Aplikasi Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret.

C. Langkah Pengerjaan

1. Pembuatan Tabung *Adsorber*
 - a. Menyiapkan silinder berlubang berbahan *stainless steel* dengan panjang 40 cm dan diameter 3,8 cm sebagai tabung-dalam *adsorber*.
 - b. Menyiapkan silinder berlubang berbahan *stainless steel* dengan panjang 40 cm dan diameter 6 cm sebagai tabung-luar *adsorber*.
 - c. Memasukkan tabung dalam-*adsorber* ke dalam tabung luar-*adsorber* sehingga terpasang konsentris.
 - d. Menutup dan mengelas ruangan antara ujung tabung-luar bagian bawah dengan ujung tabung-dalam bagian bawah menggunakan *plate stainless steel* berdiameter 2,2 cm sedangkan lubang pada tabung-dalam *adsorber* tetap dibiarkan terbuka.
 - e. Menambah plate bulat berdiameter 10 cm pada ujung atas tabung-luar *adsorber* dan membuat empat lubang untuk tempat sekrup.
 - f. Memasang drat pada bagian bawah tabung *adsorber* yang berukuran $\frac{1}{2}$ in dan menambahkan kran $\frac{1}{4}$ in pada bagian samping.
2. Pembuatan Tempat Pemanas
 - a. Menyiapkan tabung *stainless steel* dengan panjang 4,5 cm dan diameter 6 cm. Menutup salah satu alasnya dengan lempengan *stainless steel* dilapisi karet pada bagian dalam.



- b. Membuat dua lubang kecil pada alas tersebut untuk elemen pemanas dan menancapkan ujung pemanas pada dua lubang kecil tersebut.
3. Pembuatan Pipa *Connector Adsorber* dengan Kondensor
 - a. Menyiapkan 2 buah pipa T dan menghubungkannya dengan selang secukupnya sehingga membentuk huruf H.
 - b. Menyiapkan plate *stainless steel* berdiameter 10 cm dan mengelas kedua sisinya dengan tabung *stainless steel* dengan panjang dan diameternya sebesar dengan diameter tabung-dalam *adsorber*.
 - c. Memasang plate *stainless steel* tersebut pada ujung bawah pipa H.
 - d. Menambahkan *valve sock* drat $\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$ pada ujung bawah pipa H yang satunya.
 4. Modifikasi Penampung Etanol Umpan
 - a. Membuat tiga lubang pada tutup penampung etanol umpan untuk tempat termometer, tempat keluar uap, dan tempat selang untuk mengurangi tekanan.
 - b. Memasang kran $\frac{1}{2}$ in pada lubang tempat keluar uap.
 - c. Mematri tutup penampung etanol umpan.
 - d. Membuat lubang pada bagian bawah penampung etanol umpan untuk tempat kran $\frac{1}{4}$ in.
 5. Rangkaian Alat
 - a. Memasang tutup pada penampung etanol umpan bagian tengah tabung-luar *adsorber* dan mengelasnya.
 - b. Menggabungkan kran penampung etanol umpan $\frac{1}{2}$ in pada tabung *adsorber* sehingga posisi penampung etanol umpan tepat berada di bawah *adsorber*.
 - c. Memasang pipa *connector adsorber* dengan kondensor.



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

- d. Memasang kondenser pada pipa *connector* kemudian mengalirkan air pendingin pada bagian kanan atas pipa H dan termometer pada bagian kiri atas pipa H
- e. Memasang erlenmeyer pada bagian bawah pipa H.
- f. Memasang termometer dan kondensor pada lubang tutup penampung etanol umpan.
- g. Meletakkan kompor listrik di bawah penampung etanol umpan.



BAB IV

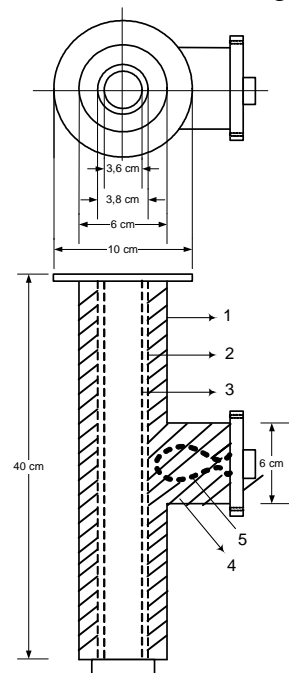
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Adsorber

Alat pengering etanol (*adsorber*) berfungsi untuk mengurangi kandungan air dalam etanol. *Adsorber* terdiri dari :

1. Kolom *adsorber*

Kolom *adsorber* berfungsi sebagai tempat terjadinya proses penyerapan air oleh zeolit yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Kolom *adsorber* terdiri dari tabung tempat adsorben dengan diameter 3,6 cm dan tinggi 40 cm, tabung dalam-*adsorber* dengan diameter 3,8 cm dan tinggi 40 cm, tabung luar-*adsorber* dengan diameter 6 cm dan tinggi 40 cm, *plate* pada bagian atas tabung-luar *adsorber* berdiameter 10 cm, tempat pemanas berdiameter 6 cm Kolom *adsorber* dilengkapi dengan jaket pemanas berupa air yang berada diantara tabung-dalam dan tabung-luar *adsorber* dengan menggunakan pemanas berdaya 60 watt yang temperaturnya di atur oleh *thermostat* dengan skala 0 - 300 °C.



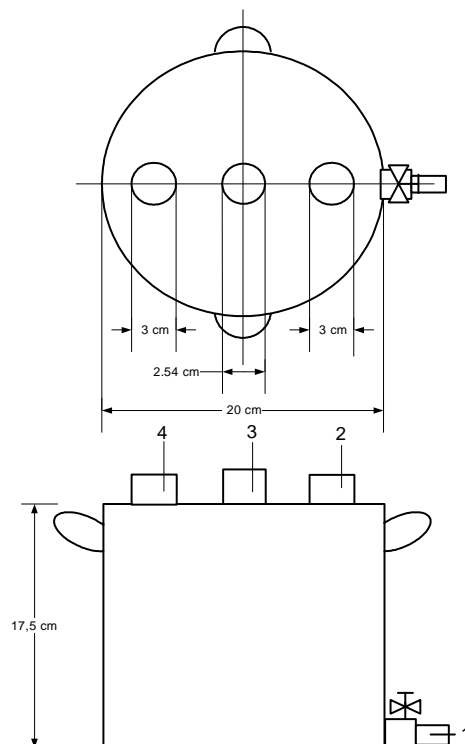
Keterangan :

1. Tabung Luar-*Adsorber*
2. Tabung Dalam-*Adsorber*
3. Wadah Adsorben
4. Jaket Pemanas
5. Pemanas

Gambar IV.1 Kolom *Adsorber*

2. Penampung Etanol Umpan

Penampung etanol umpan berbentuk silinder vertikal yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Penampung etanol umpan berisi etanol dengan kadar 94 - 96 % yang dipanaskan hingga temperatur 78 - 80 °C. Pada tutup penampung diberi 3 (tiga) lubang yaitu lubang untuk *by-pass* yang berfungsi untuk mengurangi tekanan dengan diameter 3 cm, lubang untuk menghubungkan dengan *adsorber* yang berdiameter 2,54 cm dan lubang untuk termometer yang berdiameter 3 cm. Sedangkan bagian dasar penampung diberi katub $\frac{1}{4}$ in untuk mengeluarkan sisa umpan. Penampung ini berkapasitas 2 liter dengan diameter 20 cm, tinggi 17,5 cm dan tebal 2 mm.



Keterangan :

1. Katup Etanol *Output*
2. Lubang *by-pass*
3. Lubang Etanol *Input*
4. Lubang Termometer

Gambar IV.2 Penampung Etanol Umpan

3. Kompor Listrik

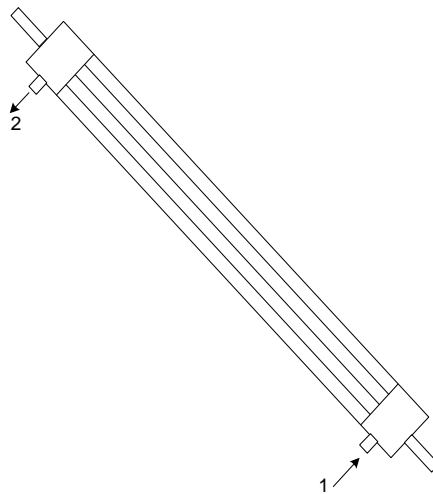
Kompor listrik berdaya 600 watt digunakan untuk memanaskan etanol umpan hingga temperaturnya mencapai suhu 78 - 80 °C.



Gambar IV.3 Kompor Listrik

4. Pendingin atau Kondensor

Pendingin atau kondensor berjumlah 2 buah yang berfungsi untuk mengembunkan uap dari *by-pass* dan mengembunkan uap dari hasil adsorpsi.



Keterangan :

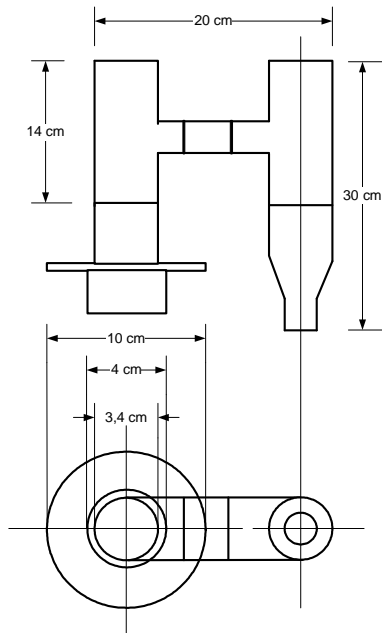
1. Lubang air pendingin masuk
2. Lubang air pendingin keluar

Gambar IV.4 Kondensor

5. Pipa Connector Adsorber dengan Kondensor

Pipa *connector* berfungsi sebagai penghubung antara *adsorber* dengan kondensor untuk tempat keluarnya uap produk yang akan di kondensasi. Pipa *connector* ini berbentuk seperti huruf H yang terbuat dari bahan *stainless steel*, selang dan PVC.

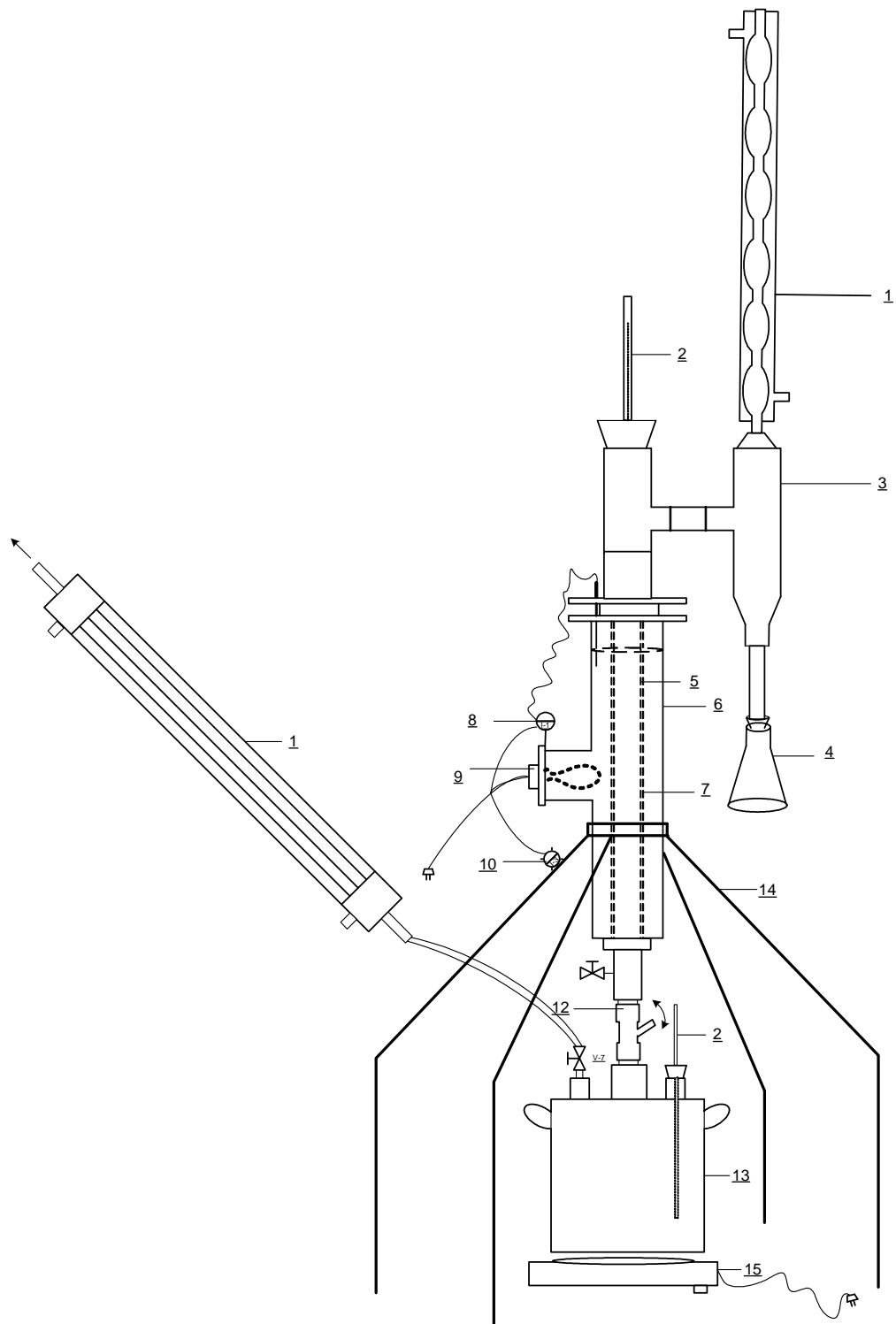
Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap



Gambar IV.5 Pipa Connector antara Adsorber dengan Kondensor

Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

B. Rangkaian adsorber



Keterangan :

1. Kondensor
2. Termometer
3. *Connector adsorber* dengan Kondensor
4. Erlenmeyer
5. Tempat *adsorber*
6. Tabung luar *adsorber*
7. Tabung dalam *adsorben*
8. Termostat
9. Pemanas
10. Indikator lampu
11. Katup pengeluaran etanol umpan
12. Katup *input adsorber*
13. Penampung etanol umpan
14. Penyangga
15. Kompor listrik

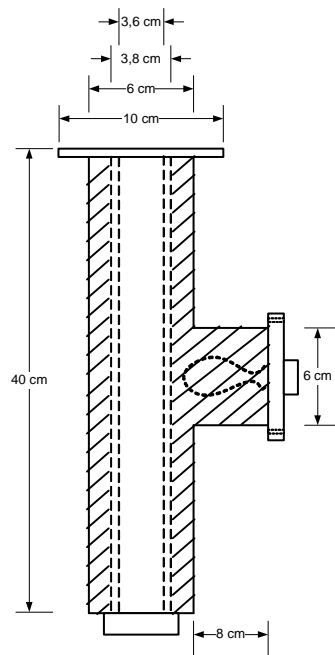
Gambar IV.6 Rangkaian Adsorber Etanol

C. Spesifikasi Alat

1. Kolom Adsorber

Kolom adsorber adalah bagian utama dari rangkaian alat adsorber yang berfungsi sebagai tempat adsorpsi. Adapun spesifikasinya sebagai berikut :

- Diameter tabung luar : 6 cm
- Tinggi tabung luar : 40 cm
- Diameter tabung dalam : 3,8 cm
- Tinggi tabung dalam : 40 cm
- Bahan : *Stainless steel*



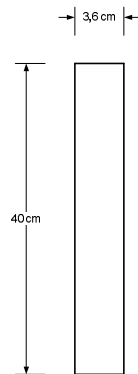
Gambar IV.7. Adsorber

2. Wadah Adsorben

- Fungsi : Sebagai tempat adsorben dan merupakan kolom terjadinya adsorpsi.
- Bentuk : Tabung silinder
- Tinggi : 40 cm
- Diameter : 3,6 cm

Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

Tebal : 0,2 mm
 Bahan : *Stainless steel* dan kawat kasa



Gambar IV.8 Wadah Adsorben

3. Pipa *connector* antara *adsorber* dengan kondensor

Fungsi : Sebagai penghubung antara *adsorber* dengan kondensor untuk tempat keluarnya uap produk yang akan di kondensasi.

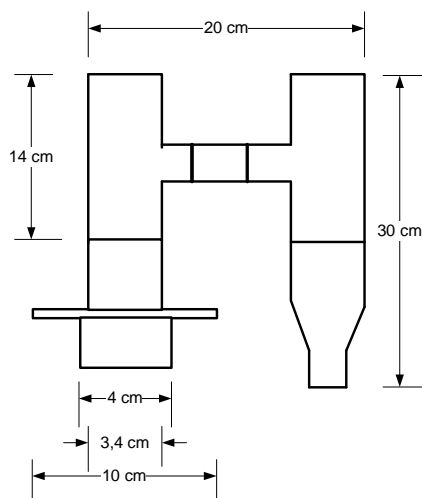
Bentuk : Pipa berbentuk huruf H

Diameter pelat : 10 cm

Diameter pipa : 4 cm

Tebal pelat : 0,2 mm

Bahan : *Stainless Steel*, selang dan PVC



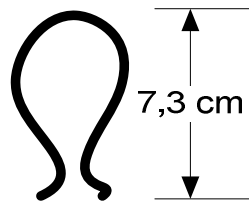
Gambar IV.9 Pipa Connector antara Adsorber dengan Kondensor



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

4. Pemanas

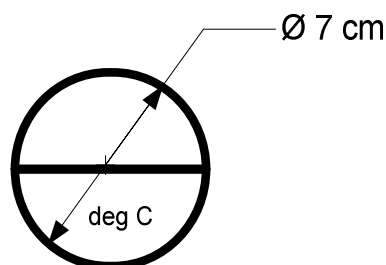
- Fungsi : Untuk memanaskan adsorben agar dapat mengadsorpsi dengan sempurna, sebagai media pemanas menggunakan air yang tidak kontak langsung dengan adsorben.
- Daya : 60 watt
- Panjang : 7,3 cm
- Bahan : Tembaga



Gambar IV.10 Pemanas

5. Termostat

- Fungsi : Untuk menjaga suhu agar sesuai dengan kondisi proses yaitu 70-80 °C.
- Bentuk : Bulat
- Diameter : 7 cm
- Skala : 0 – 300 °C
- Bahan : Tembaga dan plastik



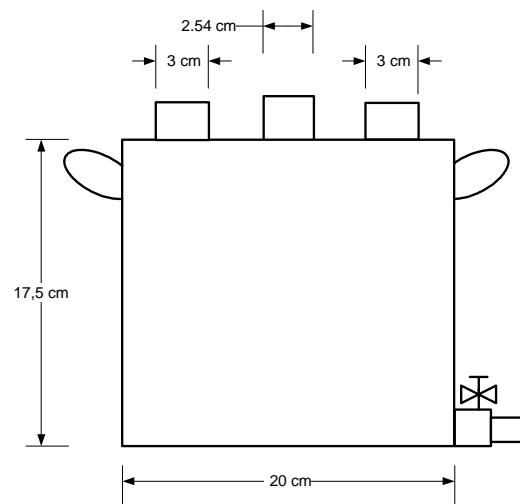
Gambar IV.11 Termostat



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

6. Penampung etanol umpan

Fungsi	:	Sebagai tempat untuk memanaskan umpan (etanol 94 – 96 %) sebelum di adsorpsi.
Bahan	:	<i>Stainless steel</i>
Kapasitas total	:	2 liter
Diameter <i>Stockpot</i>	:	20 cm
Tinggi <i>Stockpot</i>	:	17,5 cm
Tebal	:	2 mm
Bentuk	:	<i>Silinder vertical</i>



Gambar IV.12 Penampung Etanol Umpan

D. Cara Kerja

a. Proses destilasi

1. Mengukur kadar alkohol mula-mula dengan menggunakan piknometer yang telah dikalibrasikan volumenya.
2. Memasukkan etanol ke dalam labu leher tiga.
3. Mengalirkan air pendingin dan menghidupkan pemanas mantel.
4. Mendestilasi dengan kondisi suhu dalam kisaran 80 °C.
5. Menampung destilat yang terbentuk dan menghitung densitas etanol kemudian dianalisis kadarnya.

b. Proses Adsorpsi

1. Merangkai alat *adsorber*.
2. Mempersiapkan 1.500 ml etanol dengan kadar tertentu.
3. Memasukkan etanol tersebut ke dalam penampung etanol umpan.
4. Mempersiapkan 800 ml air.
5. Memasukkan air tersebut ke dalam *adsorber* yaitu di ruang kosong antara tabung-luar dan tabung-dalam *adsorber*.
6. Mempersiapkan 200 gram adsorben (zeolit) dengan ukuran tertentu.
7. Memasukkan adsorben tersebut ke dalam saringan kasa.
8. Memasukkan saringan kasa yang berisi zeolit tersebut kedalam tabung-dalam *adsorber*.
9. Menghidupkan pompa air pendingin.
10. Menghidupkan kompor listrik.
11. Menghidupkan pemanas dan mengatur suhu *termostat* 70-80 °C.
12. Mematikan kompor listrik, pemanas dan pompa air pendingin.
13. Mendinginkan etanol hasil adsorpsi hingga suhu 20 °C.
14. Memasukkan etanol tersebut ke dalam piknometer kemudian menimbanginya dan mengukur kadarnya.
15. Mengeluarkan adsorben dari kolom *adsorber* lalu menimbang adsorben tersebut (A gram).
16. Mengeringkan adsorben tersebut dalam oven selama \pm 1 jam.



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

17. Menimbang kembali adsorben tersebut (B gram).

18. Menghitung volume air dalam adsorben.

$$\text{Volume Air} = \frac{\text{Massa}}{\rho}$$

E. Data Percobaan

1. Analisa Produk

Menghitung kadar bioetanol

- Berat picnometer kosong = 14,865 gr
- Berat picnometer + aquadest (25 ml) = 40,186 gr
- Berat aquadest = 25,366 gr

Tabel IV.1 Hasil Penimbangan Produk Bioetanol

Data Percobaan	Berat picnometer + produk (Bioetanol) (gr)	Berat Produk Bioetanol (gr)
I	35,112	20,247
II	35,022	20,157
III	34,943	20,078

2. Menghitung Volume dan Persentasi Air dalam Absorben

a. Percobaan I

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -2+4 mesh
- Berat zeolit awal (A) = 200 gr
- Berat zeolit setelah adsorpsi (B) = 214,112 gr
- ρ air pada suhu 30 °C (Perry, 1984) = 0,99568 gr/ ml

b. Percobaan II

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -4+10 mesh
- Berat zeolit awal (A) = 200 gr
- Berat zeolit setelah adsorpsi (B) = 219,72 gr
- ρ air pada suhu 30 °C (Perry, 1984) = 0,99568 gr/ ml



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

c. Percobaan III

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -100+200 mesh
- Berat zeolit awal (A) = 200 gr
- Berat zeolit setelah adsorpsi (B) = 228,761 gr
- ρ air pada suhu 30 °C (Perry, 1984) = 0,99568 gr/ ml

3. Pengoperasian Adsorber

a. Percobaan I

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -2+4 mesh
- Volume etanol umpan = 1.500 ml
- Kadar etanol umpan = 95,5 %
- Suhu etanol umpan = 78-80 °C
- Berat adsorben = 200 gram
- Waktu produk mulai menetes = 22 menit
- Volume produk (Bioetanol) = 250 ml
- Kadar produk (Bioetanol) = 97,1 %
- Sisa etanol umpan = 1145 ml
- Kadar sisa etanol umpan = 95 %

b. Percobaan II

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -4+10 mesh
- Volume etanol umpan = 1.500 ml
- Kadar etanol umpan = 95,5 %
- Suhu etanol umpan = 78-80 °C
- Berat adsorben = 200 gram
- Waktu produk mulai menetes = 26 menit
- Volume produk (Bioetanol) = 250 ml
- Kadar produk (Bioetanol) = 98,3 %
- Sisa etanol umpan = 1159 ml
- Kadar sisa etanol umpan = 94,9 %

c. Percobaan III

- Adsorben yang dipakai zeolit berukuran = -100+200 mesh



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

- Volume etanol umpan	= 1.500 ml
- Kadar etanol umpan	= 95.5 %
- Suhu etanol umpan	= 78-80 °C
- Berat adsorben	= 200 gram
- Waktu produk mulai menetes	= 30 menit
- Volume produk (Bioetanol)	= 250 ml
- Kadar produk (Bioetanol)	= 99,3 %
- Sisa etanol umpan	= 1195 ml
- Kadar sisa etanol umpan	= 94,7 %

F. Hasil Perhitungan

1. Kadar Bioetanol yang diperoleh:

- 97,1 %
- 98,3 %
- 99,3 %

2. Massa Air + Etanol di dalam Adsorben

- Massa air + etanol = 14,112 gram
- Massa air + etanol = 19,72 gram
- Massa air + etanol = 28,761 gram

3. Perhitungan Neraca Massa (Diambil dari salah satu data yang paling akurat yaitu 99,3 %)

Tabel IV.2 Hasil Perhitungan Volume Etanol dan Air

Komponen	Input (Umpan) (ml)	Output		
		Produk (ml)	Terjerap (ml)	Sisa (ml)
C ₂ H ₅ OH	1.432,5	248,25	34,6783	1131,665
H ₂ O	67,5	1,75	1,2767	63,335
Jumlah	1.500	250	35,955	1195



G. PEMBAHASAN

Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan alat *adsorber*. Proses adsorpsi ini dengan metode kolom ungun tetap. Bahan yang digunakan adalah etanol hasil destilasi dengan kadar 94-96 %. Proses adsorpsi ini menggunakan zeolit sebagai adsorben.

Dalam percobaan menggunakan 3 ukuran adsorben yaitu zeolit berukuran -100+200 mesh, -4+10 mesh dan -2+4 mesh. Dari variasi beberapa ukuran tersebut dengan berat adsorben dan volume etanol umpan yang sama yaitu 200 gr zeolit dan 1500 ml etanol kadar 94-96%, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk (mulai menetes) untuk ukuran -100+200 mesh yaitu 30 menit dengan kadar bioetanol 99,3 %, ukuran -4+10 mesh yaitu 26 menit dengan kadar bioetanol 98,3% dan ukuran -2+4 mesh yaitu 22 menit dengan kadar bioetanol 97,1 %. Kadar ini diperoleh dengan menggunakan pengukuran piknometer untuk mencari densitas bioetanolnya pada suhu 20 °C karena mengacu pada *specific gravity* bioetanol 20/4.

Dari ketiga variasi ukuran adsorben pada percobaan diatas diperoleh hasil bioetanol dengan kadar dan waktu yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan luas permukaan dan porositas adsorben. Semakin kecil ukuran adsorben maka luas permukaannya semakin besar dan porositasnya semakin kecil. Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak air yang terjebak. Sedangkan semakin kecil porositas, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menetes.

Dari hasil perhitungan neraca massa, etanol-air yang hilang yaitu 19,045 ml. Hal ini disebabkan oleh penampung etanol umpan bocor karena tekanannya terlalu tinggi.



BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. Alat pengering etanol (*Adsorber*) berfungsi untuk mengurangi kandungan air dalam etanol. *Adsorber* terdiri dari:
 - a. Kolom *adsorber*
 - b. Penampung etanol umpan
 - c. Kompor listrik
 - d. Pendingin atau kondensor
 - e. Pipa *connector adsorber* dengan kondensor

2. Dimensi yang digunakan untuk membuat alat *adsorber*:
 - a. Tabung *adsorber*
 - Diameter tabung luar : 6 cm
 - Tinggi tabung luar : 40 cm
 - Diameter tabung dalam : 3,8 cm
 - Tinggi tabung dalam : 40 cm
 - Tebal : 2 mm
 - Bahan : *Stainless steel*
 - Bentuk : Tabung silinder
 - b. Tempat Pemanas
 - Bahan : *Stainless steel*
 - Diameter : 6 cm
 - Tebal : 2 mm
 - c. Wadah adsorben
 - Tinggi : 40 cm
 - Diameter : 3,6 cm
 - Tebal : 0,2 mm
 - Bahan : *Stainless steel* dan kawat kasa



Laporan Tugas Akhir
Pembuatan Alat Pengering Bioetanol
Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap

d. Penampung etanol umpan

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas total : 2 liter
- Diameter *Stockpot* : 20 cm
- Tinggi *Stockpot* : 17,5 cm
- Tebal : 2 mm
- Bentuk : *Silinder vertical*

3. Kondisi Operasi:

- Volume etanol umpan : 1.500 ml
 - Kadar etanol umpan : 95,5 %
 - Suhu etanol umpan : 78-80 °C
 - Ukuran adsorben (zeolit) : -100+200 mesh
 - Berat adsorben : 200 gram
 - Waktu produk mulai menetes : 30 menit
 - Temperatur uap : 78,15 °C
 - Volume produk (bioetanol) : 250 ml
 - Kadar produk (bioetanol) : 99,3 %
 - Sisa etanol umpan : 1195 ml
 - Kadar sisa etanol umpan : 94,7 %
- Dari hasil percobaan , adsorben 200 gram menghasilkan produk dengan kadar 99,3 % sebanyak 250 ml. Maka untuk 1500 ml umpan dengan kadar 95,5 % dibutuhkan 1200 gram adsorben.

B. SARAN

1. Perlu penyempurnaan alat dengan alat-alat pengontrol proses.
2. Alat *adsorber* ini bisa diaplikasikan diskala industri.
3. Perlu mencoba dengan adsorben yang berbeda.

