

RANCANG BANGUN ALAT DESTILASI UAP *BIOETANOL* DENGAN BAHAN BAKU BATANG PISANG

Oleh :
Tia Setiawan

Abstrak

Bioetanol nama lain dari etanol yang dibuat dari bahan baku yang berasal dari makhluk hidup, tumbuhan atau biomassa. Dengan rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH . Bioetanol dengan kadar 70-94% dapat dibuat melalui operasi distilasi, Produk bioetanol yang dihasilkan dari rancang bangun alat distilasi ini telah memenuhi spesifikasi produk etanol dengan kadar maksimum 94% dengan menggunakan alat Pengukuran kadar etanol dengan alkoholmeter (metode pengukuran kadar etanol secara cepat). Perancangan alat destilasi bioethanol ini terdiri perancangan tabung destilator, pipa saluran, tabung kondensasi dan pipa kondensasi.

Key Word : *Bioetanol, Destilator, tabung kondensasi, pipa kondensasi.*

1. PENDAHULUAN

Bioetanol nama lain dari etanol yang dibuat dari bahan baku yang berasal dari makhluk hidup, tumbuhan atau biomassa. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH . Bioetanol teknis dengan kadar 70-94% dapat dibuat melalui operasi distilasi . Etanol jenis ini biasanya digunakan untuk pelarut, disinfektan dan bahan bakar keperluan rumah tangga. Pembuatan bioetanol selain dilakukan dengan skala industri dan laboratorium dapat juga dilakukan dengan skala UKM (Usaha Kecil Menengah).

Biaya pembuatan peralatan pembuatan bioetanol berskala industri dan laboratorium cukup besar dibandingkan dengan skala UKM. Hal ini disebabkan karena dalam

pembuatannya memerlukan ketelitian dan presisi yang tinggi sehingga rancang alat pembuat bioetanol dengan skala UKM ini dilakukan sebagai alternatif atau pilihan untuk para pengrajin bioetanol dalam berpartisipasi ikut mewujudkan kebijakan pemerintah menciptakan bahan bakar alternatif.

Produk bioetanol yang dihasilkan dari rancang bangun alat distilasi ini telah memenuhi spesifikasi produk etanol teknis dengan kadar maksimum 94%. Pengukuran kadar etanol dilakukan dengan alkoholmeter (metode pengukuran kadar etanol secara cepat), dan selanjutnya divalidasi menggunakan *Gas Chromatographi* (GC).

2. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan dari kajian adalah memberikan gambaran serta pandangan beberapa hal berikut:

1. Pemanfaatan potensi sumber daya khusus berupa bahan nabati (bahan bakar bioetanol, biodiesel) untuk kesejahteraan dan kebutuhan masyarakat.
2. Mendukung pemerintah dalam mencari energi alternatif dari bahan bakar nabati (BBN) yang ramah lingkungan serta mengurangi ketergantungan akan energi listrik dan energi konvensional bahan bakar dari fosil (solar, premium, minyak tanah).
3. Mendukung pengurangan efek rumah kaca dengan *Go Green/renewable energi* atau energi terbarukan yang ramah lingkungan.
4. Dapat meningkatkan para pengrajin bioetanol sebagai alternatif atau pilihan sumber penghasilan.

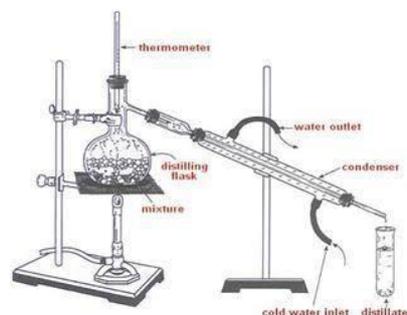
3. DASAR TEORI

Destilasi adalah cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Dimana zat cair

dipanaskan hingga titik didihnya, serta mengalirkan uap ke dalam alat pendingin (kondensor) dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair. Pada kondensor digunakan air yang mengalir sebagai pendingin.

Destilasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

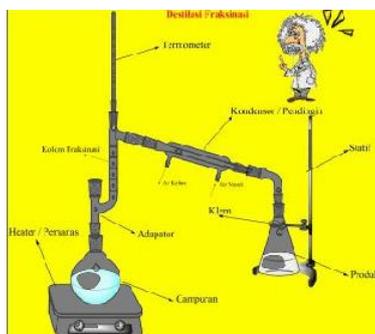
1. Destilasi konvensional (sederhana), proses destilasi berlangsung jika campuran dipanaskan dan sebagian komponen volatil menguap naik dan didinginkan sampai mengembun didinding kondensor. Pada destilasi sederhana tidak terjadi fraksinasi pada saat kondensasi karena komponen campuran tidak banyak. Destilasi sederhana sering digunakan untuk tujuan pemurnian sampel dan bukan pemisahan kimia dalam arti sebenarnya.



Gambar 3.1 Alat destilasi konvensional (sederhana)

Destilasi fraksional atau destilasi bertingkat yaitu proses yang komponen-komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan. Penyulingan terfraksi berbeda dari destilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi di mana ada proses refluks. Refluk proses penyulingan dilakukan untuk pemisahan campuran bioetanol dan air dapat terjadi dengan baik.

Fungsi kolom fraksinasi agar kontak antara cairan dengan uap terjadi sedikit lebih lama. Sehingga komponen yang lebih ringan dengan titik didih yang lebih rendah akan terus menguap ke kondensor. Distilasi jenis ini dapat digunakan untuk memisahkan zat yang mempunyai rentang perbedaan titik didih hingga di bawah 300C. Destilasi ini biasa digunakan dalam pengolahan minyak bumi karena sangat berguna untuk memisahkan kandungan minyak bumi.



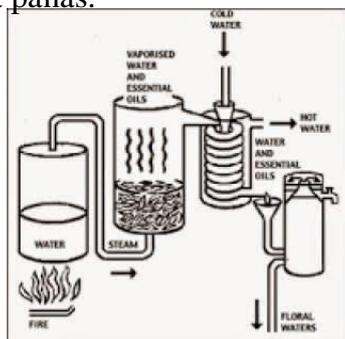
Gambar 3.2 Alat destilasi fraksional (bertingkat)

Destilasi vakum, merupakan destilasi yang dilakukan dengan cara cairan diuapkan pada tekanan rendah. Tujuan utamanya adalah menurunkan titik didih cairan yang bersangkutan, dan volatilitas relatif meningkat jika tekanan diturunkan. Alat destilasi ini merupakan alat yang tidak sederhana karena memerlukan system tertutup.



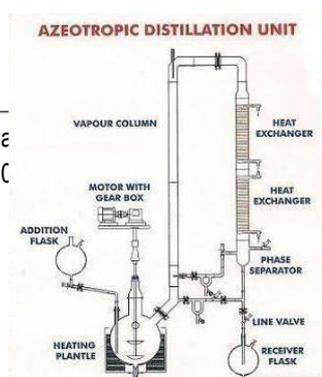
Gambar 3.3 Alat Destilasi vakum Destilasi Uap, destilasi uap dilakukan untuk memisahkan komponen campuran pada temperatur lebih rendah dari titik didih normalnya. Dengan cara ini pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen-komponen yang akan dipisahkan. Ada dua cara melakukan destilasi uap. Yang pertama dengan menghembuskan uap secara kontinu diatas campuran yang sedang diuapkan. Cara kedua dengan cara memdidihkan senyawa yang dipisahkan bersamaan dengan pelarutnya.

Dalam model destilasi uap temperatur dari komponen yang dipisahkan dapat diturunkan dengan cara menguapkannya. Temperatur penguapan dalam hal ini lebih rendah dari temperatur didih senyawa-senyawa yang dipisahkan. Hal ini juga untuk menjaga agar senyawa-senyawa yang dipisahkan tidak rusak karena panas.



Gambar 3.4 Alat destilasi uap

Destilasi azeotrop yaitu destilasi dengan menguapkan zat cair tanpa perubahan komposisi. Jadi ada perbedaan komposisi antara fase cair dan fase uap, dan hal ini merupakan syarat utama supaya pemisahan dengan distilasi dapat dilakukan. Kalau komposisi fase uap sama dengan komposisi fase cair, maka pemisahan dengan jalan distilasi tidak dapat dilakukan. Destilasi ini sering digunakan dalam proses isolasi komponen, pemekatan larutan, dan juga pemurnian komponen cair.



Gambar 3.5 Alat destilasi azeotrop

Destilasi ekstraktif, destilasi ini mirip dengan destilasi azeotropik dalam hal penambahan senyawa dalam hal penambahan senyawa lain untuk mempermudah proses pemisahan. Dalam hal ini pelarut yang melakukan ekstraksi karena senyawa yang ditargetkan dapat larut dengan baik dalam pelarut yang dipilih.



Gambar 3.6 Alat destilasi ekstraktif

3.2 Dasar – dasar perancangan alat destilasi

- a. Perhitungan pada tabung destilasi

Tabung destilasi merupakan tempat penampungan bahan untuk bioetanol dimana rumus untuk

menentukan luas tabung adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan diameter tabung

$$d = 1/4 \pi d^2.$$

- 2) Menentukan luas tabung

$$L = 2 \pi r h + 2 r_2^2.$$

r = jari-jari tabung

h = tinggi

- 3) Volume tabung

$$V = A \times h \quad \text{dimana } A = (\pi r^2) \times h$$

b. Perhitungan aliran fluida dalam pipa

1. Menentukan jenis aliran fluida dalam pipa Jenis aliran dalam pipa ditentukan oleh bilangan Reynold, dimana bilangan Reynold adalah sebagai berikut :

$$R_e = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana : V : kecepatan (rata-rata) fluida yang mengalir (m/s)

D adalah diameter dalam pipa (m)

ρ adalah masa jenis fluida (kg/m^3)

μ adalah viskositas dinamik fluida (kg/m.s atau (N. det/ m^2))

Menentukan debit aliran fluida pada pipa

$$Q = \frac{V \times t}{A} \dots\dots\dots (\text{m}^3 \text{ s})$$

Dimana :

Q adalah debit aliran (m^3)

V adalah kecepatan aliran (m/s

)

A adalah luas penampang (m)

4. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan Rancang Bangun Alat Destilasi Uap *Bioetanol* ini, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan komponen yang akan dirancangan
2. Gambar hasil perancangan dan spesifikasi bahan yang digunakan
3. Perhitungan komponen alat
4. Menentukan komponen yang akan dibuat
5. Menentukan material
6. Menentukan proses permesinan yang akan digunakan
7. Proses pembuatan komponen alat

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1.Kriteria perancangan

Kriteria dalam perancangan harus memenuhi beberapa hal sebagai berikut:

1. Alat yang dirancang mudah dalam pembuatan dan penggunaannya
2. Tahan terhadap tekanan
3. Material untuk komponen banyak tersedia dipasaran
4. Tahan terhadap kebocoran

5.2 Tabel bahan komponen

No	Nama Komponen	Bahan	Ket
1	Tabung Destilator	Baja Plat	1,5 mm
2	Tabung Kondensor	Baja Plat	1,3 mm
3	Pipa penghubung	Pipa Simless	¼ inch
4	Rangka	Baja Profil L	2,8 mm

5.3 Perencanaan tabung pemanas dan tabung kondensor

Tabung destilator berfungsi untuk menampung cairan bahan hasil fermentasi untuk dipanaskan,

Tabung pemanas dirancang dengan dimensi seperti gambar dibawah ini



Gambar 4.1 tabung pemanas

Perhitungan pada tabung pemanas

- a. Menentukan volume tabung pemanas

volume tabung pemanas mempunyai ukuran sebagai berikut

$$d = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

$$t = 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (0,10)^2 = 314 \text{ cm}^2$$

Jadi Volume tabung pemanas adalah

$$V = A \cdot t$$

$$= 314 \cdot 40 = 12560 \text{ cm}^3 = 12,5 \text{ liter}$$

Jadi kapasitas volume tabung adalah sebesar 12,5 liter

- b. Menentukan volume tabung kondensor

volume tabung kondensor mempunyai ukuran sebagai berikut



Gambar 4.2 tabung kondensor

$$d = 230 \text{ mm} = 23 \text{ cm}$$

$$t = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$$

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot (12)^2 = 452 \text{ cm}^2$$

Jadi Volume tabung kondensor adalah

$V = A \times t$
 $= 452.40 = 18080 \text{ cm}^3 = 18 \text{ liter}$
 Jadi kapasitas volume tabung
 adalah sebesar 18 liter

5.4 Perencanaan pipa

- a. Menentukan volume pipa



Gambar 4.3 pipa fluida

$d = 12 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm}$
 $L = 4000 \text{ mm} = 400 \text{ cm}$
 $A = \pi r^2 = 3,14 \cdot (0,6)^2 = 1,1 \text{ cm}^2$
 Jadi Volume pipa saluran
 fluida adalah

$$V = A \cdot L = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ cm}^3$$

- b. Menentukan laju debit bioetanol dari tabung destilasi ke tabung kondensasi.

Debit bioetanol merupakan kecepatan aliran zat persatuan waktu

$$Q = V / t$$

Dimana

Q : Debit bioetanol
 (m^3/s)

V : Volume bioetanol
 dalam tabung (m^3)

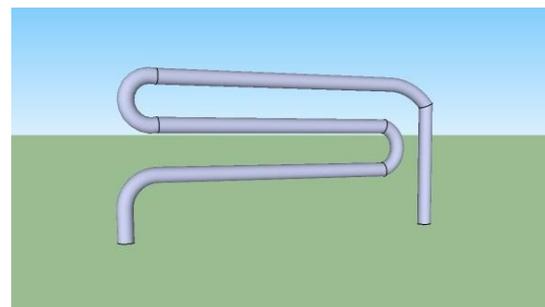
T : Waktu (s)

Diketahui bahwa volume
 bioetanol dalam tabung 10
 liter ($0,001 \text{ m}^3$), waktu yang
 digunakan 3600 detik maka
 debit bioetanol di tabung
 pemanasan adalah sebesar

$$Q = V / t = \frac{0,01}{3600} = 2,7 \times 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Debit aliran dalam pipa
 saluran sebesar $1,3 \times 10^{-6}$

m^3/s



Gambar 4.4 Pipa saluran

5.5 Perhitungan perpindahan panas tabung pemanas

Laju perpindahan panas pada
 tabung terjadi akibat adanya
 pemanasan dari kompor ke medium
 berbentuk cairan (bioetanol) maka
 perpindahan panas yang terjadi
 adalah perpindahan panas konveksi,
 persamaan yang digunakan untuk
 perpindahan kalornya adalah
 sebagai berikut:

$$\text{laju Panas} = \frac{Q}{t} = hA(T_2 - T_1)$$

Dimana

Q : Panas jenis

t : waktu

hA : Tetapan konveksi, luas penampang

(T₂-T₁) : Perubahan suhu

Diketahui data dari hasil perhitungan dan tabel konduktivitas termal bahan didapatkan data sebagai berikut konduktivitas baja bahan destilator $h = 50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, luas penampang tabung 0,0314 m temperatur pemanasan awal 5⁰C dan temperatur akhir 78⁰C laju aliran dapat dicari sebagai berikut :

$$\text{laju Panas} = \frac{Q}{t} = 50 \cdot 0,0314 (348,15 \text{ K} - 278,15) = 109,9 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

Cp = Kapasitas panas

Diketahui panas hasil pembakaran pada alat destalasi mempunyai temperature 78⁰C (351,15 K), temperatur kondensasi 10 (283,15 K) Cp bioetanol 78,28 J (mol.K), maka laju perpindahan panas fluida dalam pipa

$$\varepsilon = \frac{q}{q_{\max}} = \frac{875}{5323,04} = 0,16 \text{ j/mol}$$

$$q_{\max} = Cp \cdot (\Delta T) = 78,28 (351,15 - 283,15) = 5323,04$$

Jadi panas fluida yang melewati kondensor sebesar 0,16 J/mol.

5.6 Perhitungan perpindahan panas dalam pipa kondensor

Untuk memudahkan dalam perhitungan panas dalam pipa sedangkan temperatur keluar belum diketahui maka persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{q}{q_{\max}} \\ q_{\max} = Cp \cdot (\Delta T)$$

Dimana

ε = Laju perpindahan panas pada saluran pipa

q_{\max} = Panas maximum pada pipa



Gambar 4.5 pipa fluida dalam tabung kondensor

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Perancangan alat destilasi bioetanol dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri skala kecil

menengah dengan harga jual alat dibawah harga pasaran.

2. Perancangan alat destilasi bioetanol terdiri dari perancangan rangka, tabung destilator dan tabung destilasi dengan laju aliran bioetanol yang dihasilkan sebesar 60 ml/jam.

6.2 Saran

1. Perlu pengembangan lebih lanjut dalam hal desain untuk meningkatkan ke efektifan alat .
2. Untuk pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan pengecekan dan dokumentasi peralatan sebelum dan sesudah pengujian sehingga dapat diketahui lebih dalam lagi dampak yang terjadi terhadap komponen alat destilasi.
3. Faktor ketelitian dan kehati-hatian perlu di perhatikan dalam merangkai alat destilasi, karenapada sambungan tiap bagian rentan terhadap kebocoran.
4. Alat destilator yang digunakan menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan,

7. REFERENSI

1. Suryanto, dkk. 2004.kimia 3B. Jakarta: grasindo,2004
2. Juwita, Ratna 2012. Studi Produksi Alkohol Dari Tetes Tebu, 2012
3. Humphrey, L Jimmy ,Keller II, E

george.1997.Separation Process Technologi. USA: MC Graw Hill, 1997

4. Holman J.P, Jasjfi.E .1994. Perpindahan Kalor Edisi ke Enam. Jakarta : Erlangga, 1994
5. Tamrin Drs, Dkk. 2003. Rahasia Penerapan Rumus-Rumus Fisika SMP. Surabaya : Gitamedia Press, 2003

RIWAYAT PENULIS :

Tia Setiawan,M.T., lahir di Tasikmalaya, 01 Agustus 1989. S1 UNIGAL Ciamis, S2 UNPAS Bandung. Dosen Tetap Yayasan Pendidikan Galuh Ciamis pada Program Studi Teknik Mesin UNIGAL Ciamis.

