

PENGERINGAN ETANOL DALAM KOLOM UNGGUN TETAP DENGAN ADSORBENT SILICA GEL

Endah R.D*, Bimo S.W., Siti Mira Q.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

*Email: endah_rd@yahoo.com

Abstract: Bioethanol is one of renewable energy source. One example of the use of ethanol as an alternative fuel: a mixture of gasoline and alcohol (>99%) called Gasohol for gasoline fuel substitute. One method of drying ethanol is adsorption method. This study is aimed to dry ethanol (ethanol concentration > 99%) or fuel grade as an alternative fuel by adsorption method in a fixed bed column with adsorbent silica gel. Dry ethanol is obtained from purifying (distillation) and drying (adsorption). The drying process begins with the process of refining ethanol from fermentation $\pm 95\%$ continued to ethanol distillation process until the concentration dries in fixed bed column. This tool consists of: a fixed bed column (adsorber column), ethanol bait container (stokpot), electric stove, a condenser and adsorber to the condenser connector. Adsorber column consists of the adsorbent tubes with a diameter of 3.6 cm and, tube-in adsorber with a diameter of 3.8 cm, the outer tube adsorber with a diameter of 6 cm and 40 cm high. Adsorber column is equipped with a heating jacket is water-tube that is placed between inner and outer tube-adsorber. Ethanol feed is heated in ethanol bait traps using electric stove and heater temperature is maintained at a temperature of $\pm 80^\circ\text{C}$. Ethanol vapor is then flowed into the fixed bed column containing the adsorbent silica gel (± 200 gr) which have been dried. Adsorber column temperature is maintained by running hot water in the jacket heater with a temperature of $\pm 78^\circ\text{C}$. Drying of ethanol is run for 120 minutes. Ethanol vapor output from the adsorber column is condensed into liquid ethanol through the condenser. The output of ethanol from the condenser is collected and analyzed using picnometer ethanol content.

Keywords: Adsorption, Distillation, Ethanol, Fixed Bed Column, Silica Gel

PENDAHULUAN

Energi fosil yang tidak dapat diperbaharui mendorong usaha untuk menemukan energi terbarukan yang dapat mengganti bahan bakar fosil. Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis. Jenis energi terbarukan meliputi biomassa, bioenergi, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi samudera. Keunggulan bioenergi dibandingkan bahan bakar fosil yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), ramah lingkungan, dapat meningkatkan kinerja mesin (pembakaran lebih sempurna, mesin bersih dan halus).

Bioetanol adalah salah satu sumber energi terbarukan karena terbuat dari bahan yang dapat ditanam secara relatif singkat. Salah satu contoh pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif: sebagai gasohol campuran premium dan alkohol (>99%) untuk bahan bakar pengganti premium. Salah satu metode pengeringan etanol dengan metode adsorpsi. Metode ini digunakan karena relatif murah dan

mudah dioperasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeringkan etanol (etanol kadar >99%) atau *fuel grade* sebagai bahan bakar alternatif melalui metode adsorpsi dalam kolom unggun tetap dengan *adsorbent silica gel*.

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. 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).

Adsorbent yang digunakan adalah silica gel. Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol mirip agar - agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi

padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam - garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini. Silika gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan sebelum terjadi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Priyo U. dan Ragil P. (mahasiswa UNDIP) dengan menggunakan proses adsorpsi kontinyu didapatkan hasil semakin lama hasil adsorpsi maka semakin tinggi konsentrasi yang didapat.

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) (Michael R. Ladisch, 1984).

METODE PENELITIAN

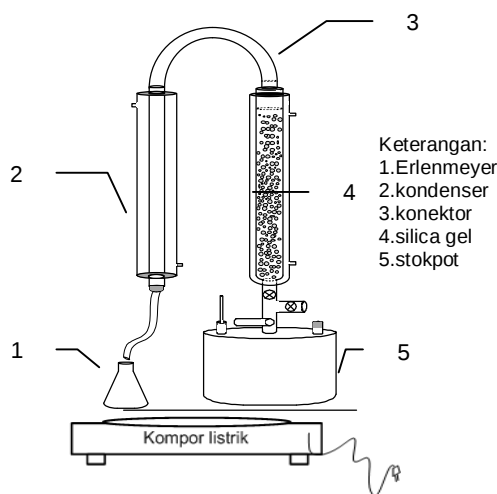
Proses pengeringan etanol diawali proses pemurnian etanol hasil fermentasi dengan proses destilasi sampai kadar etanol $\pm 95\%$ menggunakan menara distilasi dengan bahan isian. Rangkaian Alat adsorber ini terdiri : kolom unggun tetap (kolom adsorber), penampung etanol umpan (stokpot), kompor listrik, kondensor dan connector adsorber dengan kondensor.

Kolom adsorber terdiri dari tabung tempat adsorben dengan diameter 3,6cm dan, tabung-dalam adsorber dengan diameter 3,8cm, tabung-luar adsorber dengan diameter 6cm dan tinggi 40cm. Kolom adsorber dilengkapi dengan jaket pemanas berupa air yang berada diantara tabung-dalam dan tabung-luar adsorber.

Selanjutnya pengeringan etanol menggunakan rangkaian adsorpsi kolom unggun tetap. Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah berat adsorbent silika gel (± 200 gr), volume umpan 1,5 liter dan waktu operasi 90 menit. Variabel yang berubah adalah variasi laju alir yaitu 0,1667 ; 0,25 dan 0,5 ml/s.

Bahan yang digunakan adalah etanol dengan konsentrasi 70% v/v hasil fermentasi, aquadest dan adsorbent silika gel. Alat yang digunakan adalah rangkaian alat destilasi sederhana dengan bahan isian serta rangkaian

alat adsorpsi kolom unggun tetap dengan adsorbent silika gel dan pendingin.



Gambar 1. Gambar Rangkaian Alat Percobaan

Etanol umpan dengan kadar $\pm 95\%$ dipanaskan menggunakan pemanas listrik dan dijaga suhunya pada $\pm 80^\circ\text{C}$. Uap etanol kemudian dialirkan ke dalam kolom unggun tetap yang berisi adsorbent silika gel (200gr) yang telah dikeringkan. Kolom adsorber dijaga suhunya dengan mengalirkan air panas dalam jaket pemanas dengan suhu $\pm 78^\circ\text{C}$. Pengeringan etanol dijalankan selama 120 menit. Uap etanol keluaran dari kolom adsorber diembunkan menjadi etanol cair melalui kondensor. Hasil keluaran etanol dari kondensor ditampung dan dianalisa kadar etanol menggunakan piknometer. Data diambil setiap rentang waktu 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi adsorpsi pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ dengan volum umpan 1500 ml berkadar etanol $> 95\%$. Massa adsorben yang digunakan sebanyak 200 gram. Dari kondisi tersebut serta variabel berubah yaitu variasi laju alir 0,1667; 0,25 dan 0,5 mL/s, maka didapatkan hasil seperti disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat pada saat pertama menetes (25 menit) didapat konsentrasi etanol tertinggi, terlihat untuk tiga variabel laju alir uap etanol. Pada menit berikutnya konsentrasi etanol yang didapatkan cenderung semakin menurun hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu pengeringan, semakin menurun kemampuan penyerapan air oleh adsorbent (silika gel) karena kejenuhan air

dalam adsorbent. Jumlah uap air yang terjebak semakin sedikit sehingga menyebabkan konsentrasi uap air dalam campuran uap etanol-air keluaran kondensor semakin besar sehingga konsentrasi uap etanol dalam campuran uap etanol-air semakin menurun.

Tabel 1. Hubungan antara konsentrasi etanol (%/v) dengan waktu (menit) pada berbagai laju alir uap etanol

Percobaan I		
No	Waktu(menit)	F=0,1667ml/s
1	0	96
2	25	99,7
3	55	99,6
4	85	99,5
5	115	99,1

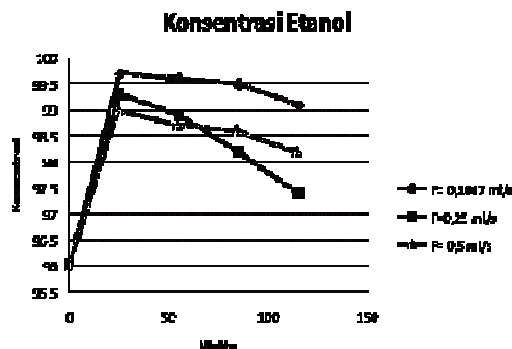
Percobaan II		
No	Waktu(menit)	F=0,25ml/s
1	0	96
2	25	99,3
3	55	98,9
4	85	98,2
5	115	97,4

Percobaan III		
No	Waktu(menit)	F=0,5ml/s
1	0	96
2	24	99
3	54	98,7
4	84	98,6
5	114	98,2

Hasil penelitian untuk hubungan waktu pemanasan terhadap volume minyak ditunjukkan pada gambar 2. Dari gambar 2 dapat dilihat untuk laju alir uap campuran etanol-air 0,1667 ml/s konsentrasi etanol tertinggi yaitu 99,7% pada menit ke 25. Untuk laju alir 0,25 ml/s, konsentrasi etanol menurun menjadi 99,3% dan untuk laju alir 0,5 ml/s konsentrasi didapat 99%. Pada variabel laju alir uap etanol-air terlihat bahwa semakin besar laju alir didapatkan konsentrasi uap etanol semakin menurun

Penurunan kadar etanol pada campuran etanol-air dikarenakan uap etanol yang mengenai adsorbent semakin cepat dan kadar air yang terjebak dalam adsorbent menjadi sedikit sehingga mengakibatkan kadar uap etanol menurun.

Dari Gambar 2 semakin cepat laju alir uap etanol maka didapat konsentrasi etanol semakin kecil. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan uap etanol yang terjebak dalam adsorbent semakin sedikit. Konsentrasi etanol keluar adsorber akan menurun setelah diperoleh kadar etanol optimum (*fuel grade*). Hal ini disebabkan karena kecepatan desorpsi air lebih besar dibandingkan kecepatan adsorbsinya



Gambar 2. Hubungan waktu pemanasan terhadap produk minyak

KESIMPULAN

Proses pengeringan etanol untuk mendapatkan etanol dengan kadar lebih dari 99,5% (*fuel grade*) dilakukan dengan mengalirkan etanol yang berkadar 95 % secara kontinyu pada kolom unggun tetap dengan menggunakan adsorben Silica pada $\pm 80^\circ\text{C}$ selama 115 - 120 menit.

Pada proses ini didapatkan kondisi terbaik pada berat adsorben 200 gram laju alir uap etanol 0.1667 ml/s dan menit ke 25. Pengaruh laju alir uap etanol terhadap konsentrasi etanol berbagai waktu dapat dilihat jelas pada Gambar 2, maka didapatkan semakin kecil laju alir maka semakin besar konsentrasi dan semakin besar laju alir semakin kecil konsentrasinya.

Hal ini dikarenakan proses penjeraban etanol yang semakin lama akan menyebabkan konsentrasi etanol yang semakin besar. Sedangkan untuk waktu penjeraban etanol yang semakin cepat menyebabkan konsentrasi etanol semakin kecil.

SARAN

Penelitian ini masih merupakan data awal untuk mencari kondisi yang sesuai untuk pembuatan etanol melalui metode reaksi simulan sehingga perlu dilakukan untuk range variabel yang lebih lebar dan dilakukan optimasi sehingga dicapai kondisi proses yang ekonomis.

Diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat karakteristik bahan bakar campuran etanol dan premium. Hasil yang didapatkan diaplikasikan pada mesin bakar dan diamati karakteristik bahan bakar ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Pendidikan Nasional yang telah membantu membiayai penelitian ini melalui DP2M DIKTI dengan dana Hibah Bersaing tahun 2010. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh Tim Bioetanol Teknik Kimia UNS, atas dukungan dan kerjasama yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Handojo, L., 1995, "*Teknologi Kimia Bagian 2*", PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Michael R. Ladisch, (1984), "I&EC Process Design & Development", *American Chemical Society*, American
- Perry, R.H., and Green, D., (1984), "Perry's Chemical Engineers", *Hand's book*, 6th Edition, McGraw Hill Book Co. New York
- Priyo. U., dan Ragil P., "Pemurnian Etanol Teknis Menjadi Etanol Absolut Secara Batch dan Kontinyu dengan Adsorbent Tepung Jagung", Penelitian, Universitas Diponegoro, Semarang