
PEMBUATAN ETANOL FUEL GRADE DALAM KOLOM UNGGUN TETAP DENGAN ADSORBENT HYBRID ACTIVE GRANULATED ZEOLITE – SILIKA GEL

Endah Retno Dyartanti*, Fhariest Chrissanto Putra, Rendy Oktavian Priadi

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

*Email : endah_rd@uns.ac.id

Abstract : *Petroleum reserves in the world are dwindling, leading to efforts to obtain renewable energy sources. Prospects of development of bioethanol industry in Indonesia is quite interesting, because Indonesia has a variety of natural resources that can be processed into bioethanol. Drying technology is currently used to produce ethanol fuel such as membranes, Pressure Swing Adsorption and vapor phase adsorption. Adsorption is a method that is simple and relatively inexpensive. This research aims at studying the characteristics of ethanol adsorption capacity by a mixture of zeolite and silica gel to the acquisition of ethanol concentration. The process of vapor phase adsorption of ethanol occurs in fixed bed column using a feed with a concentration of 93-95% ethanol. Ethanol fermentation first purified using a distillation process in the column packing material to get the concentration. Ethanol liquid feed is vaporized in the tank. Ethanol vapor then flowed into the fixed bed column containing a mixture of active zeolite and silica. Water vapor adsorbed by the adsorbent in the column stack of this bed. Ethanol vapor that not adsorbed is then condensed. Liquid ethanol results of the condensation process is fuel grade ethanol. The variables studied were weight ratio of zeolite-silica gel (g) (75:25; 50:50, and 25:75) and type in a structured or random piles. Sampling for analysis of ethanol levels done every 5 minutes for 30 minutes at a temperature of 12 ° C. The analysis was done by measuring the density of the solution condensation of the output of the column adsorber. In this research, obtained the highest ethanol content for this type of pile structured weight ratio zeolite: silica gel (g) respectively 75:25; 50:50, and 25:75 is the 99.2313% 99.5816%, and 99,9582%. In a random pile of ethanol content obtained by 99.6363%, 98.3215% and 99.881%. The maximum ethanol content obtained on zeolite-silica gel ratio 25:75 for both structured and random mix. This is because the ratio of Si/Al-silica gel is greater than the zeolite thus more effective in the adsorption of ethanol. And derived ethanol content in the stack is more stable than the unstructured random.*

Keywords: *Adsorption, Zeolite Silica, Ethanol fuel grade*

PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan energi disertai semakin menipisnya persediaan minyak bumi dunia menyebabkan tekanan terhadap setiap negara untuk meminimalisasi penggunaan minyak bumi. Untuk mengurangi dampak dari ketergantungan terhadap bahan bakar minyak tersebut, pemerintah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 dan Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 untuk mendorong usaha pengembangan sumber energi alternatif terbaharukan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Etanol adalah salah satu sumber energi alternatif terbaharukan karena terbuat dari bahan yang dapat ditanam secara relatif singkat. Salah satu contoh pemanfaatan etanol adalah sebagai gasohol yaitu campuran bensin dan alkohol >99% untuk bahan bakar

pengganti bensin. Namun untuk mendapatkan etanol berkadar >99% memerlukan metode pengeringan etanol, diantaranya metode membrane, distilasi pressure swing dan metode adsorpsi. Akan tetapi metode adsorpsi-lah yang banyak digunakan karena relatif murah dan mudah dioperasikan. Media Adsorpsi (*adsorbent*) yang lazim digunakan untuk metode adsorpsi bioethanol ialah zeolit dan silika gel.

Ketersediaan *adsorbent* zeolit di Indonesia sangat melimpah akan tetapi penggunaannya belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Zeolit merupakan adsorben yang memiliki daya serap tinggi, relatif tidak mudah jenuh dan mudah untuk diregenerasi. Akan tetapi zeolit memerlukan aktivasi fisis dan kimia untuk mendapatkan zeolit dengan daya adsorpsi tinggi. Sedangkan silika gel adalah media

adsorpsi yang memiliki daya serap tinggi terhadap air. Silika gel relatif mudah diregenerasi dan dapat langsung dipakai tanpa harus diaktivasi terlebih dahulu.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dibahas dalam hal ini adalah bagaimana menggunakan serta memaksimalkan alat pengering bioetanol yang sesuai untuk mendapatkan kadar etanol 99 % (*fuel grade*), bagaimana penggunaan *active granulated zeolit - silika gel* sebagai penjerab (*adsorbent*) dalam proses pengeringan etanol, apakah jenis tumpukan adsorben optimal dalam proses adsorpsi untuk mendapatkan etanol 99%, berapakah perbandingan optimal zeolit aktif dan silika gel untuk mendapatkan kadar etanol 99%, berapakah kadar etanol yang dihasilkan setelah proses adsorpsi menggunakan *active granulated zeolit - silika gel* sebagai penjerab (*adsorbent*).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat etanol *fuel grade* 99 % dalam Kolom Unggun Tetap dengan *Adsorbent Active Granulated Zeolit-Silika Gel*, membuat adsorben *active granulated zeolit - silika gel* untuk menghasilkan etanol dengan kadar lebih dari 99% (*fuel grade*), mempelajari karakteristik kemampuan adsorpsi etanol oleh campuran zeolit dan silika gel terhadap konsentrasi etanol yang didapatkan.

Adsorpsi adalah salah satu proses pengeringan etanol melalui 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.

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 ungun 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. Suhu dinding kolom telah diperbaiki pada suhu bed awal selama proses berjalan oleh sirkulasi air panas melalui jacket (mantel). (Michael R. Ladisch, 1984). Dalam penelitian Ivanova, et al (2007) zeolit memiliki kemampuan dapat digunakan sebagai adsorbent untuk memisahkan ethanol – air dengan kemampuan daya adsorpsi zeolit sebesar 3.696 mmol g⁻¹ pada suhu 21°C dan tekanan 44 mmHg.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah HCl 5 N, etanol ± 70%, Granula Zeolit Alam, Silika Gel, dan larutan AgNO₃ 0,02 N. Alat utama yang digunakan adalah rangkaian alat distilasi, rangkaian kolom ungun tetap, piknometer, neraca.

Pelaksanaan percobaan dimulai dengan membuat larutan HCl 5 N 1 liter dengan mengambil 414 ml HCl teknis dan melarutkannya dalam aquadest. Mencampurkan Zeolit alam sebanyak 100 gram dalam 1liter larutan HCl 5N, kemudian memanaskannya selama 2 jam pada suhu 100 °C. Pemanasan dilakukan dalam lemari asam, dilanjutkan dengan pendinginan 1 jam. Langkah berikutnya adalah pencucian dengan aquadest sampai tidak ada HCl yang tersisa di dalam zeolit. Untuk memastikan bahwa tidak ada HCl dalam zeolit maka cairan pencuci ditetesi dengan larutan AgNO₃ 0,02N. Apabila masih terbentuk endapan AgCl, zeolit dicuci kembali menggunakan aquadest. Setelah benar-benar bersih, zeolit kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 100 °C. Karakterisasi zeolit dilakukan dengan memanaskan *zeolit* di dalam *furnace* pada suhu 400 °C selama 3 jam.

Proses adsorpsi diawali dengan mempersiapkan 500 ml etanol dengan konsentrasi tertentu. Memasukkan etanol tersebut ke dalam penampung etanol umpan. Mempersiapkan 100 gram adsorben dengan perbandingan zeolit-silika gel tertentu. Memasukkan adsorben tersebut ke dalam saringan kasa. Memasukkan saringan kasa yang berisi adsorben tersebut kedalam tabung-dalam *adsorber*. Menghidupkan pompa air pendingin, kompor listrik dan pemanas (diatur pada suhu 78 °C). Mengambil sampel setiap 5 menit, kemudian mendinginkan etanol sampel hasil adsorpsi hingga suhu 12 °C. Memasukkan etanol tersebut ke dalam piknometer kemudian menimbangannya dan mengukur konsentrasinya, Mengeluarkan adsorben dari kolom *adsorber* lalu menimbang adsorben, kemudian mengeringkan adsorben tersebut dalam oven selama ± 1 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data berat jenis dan konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu dengan jenis tumpukan terstruktur dan acak disajikan pada Tabel 1 dan 2. Sedangkan pengaruh perbandingan massa adsorbent dan jenis tumpukan terhadap konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu pengambilan sampel disajikan pada Gambar 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Data berat jenis dan konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu dengan jenis tumpukan terstruktur

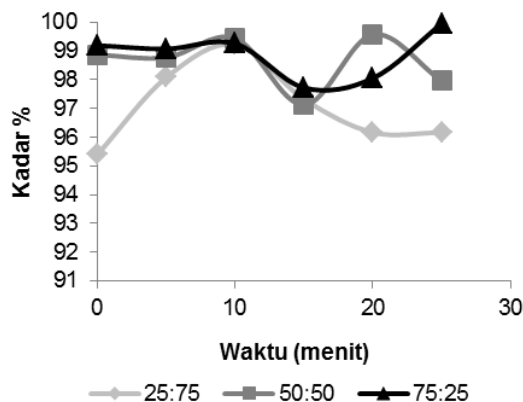
Variabel	Percobaan I	Percobaan II	Percobaan III
	Perbandingan zeolit-silika gel		
	(25:75) % w/w	(50:50) % w/w	(75:25) % w/w
0 menit*	95,4072	98,8761	99,1989
5 menit	98,0876	98,7782	99,0790
10 menit	99,2313	99,4528	99,2637
15 menit	97,3226	97,1236	97,7236
20 menit	96,1679	99,5816	98,0546
25 menit	96,1679	97,9576	99,9582

* Waktu 0 menit ialah waktu pada saat etanol mulai menetes pada accumulator.

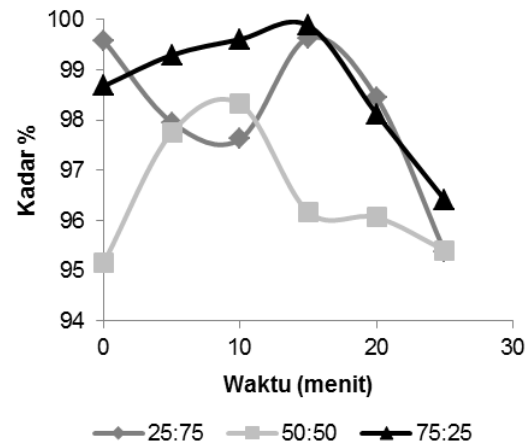
Tabel 2. Data berat jenis dan konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu dengan jenis tumpukan acak

Variabel	Percobaan I	Percobaan II	Percobaan III
	Perbandingan zeolit-silika gel		
	(25:75) % w/w	(50:50) % w/w	(75:25) % w/w
0 menit*	99,5845	95,1626	98,6791
5 menit	97,9557	97,7584	99,2961
10 menit	97,6236	98,3215	99,6105
15 menit	99,6363	96,1700	99,8810
20 menit	98,4504	96,0622	98,1206
25 menit	95,3734	95,4072	96,4087

* Waktu 0 menit ialah waktu pada saat etanol mulai menetes pada accumulator.

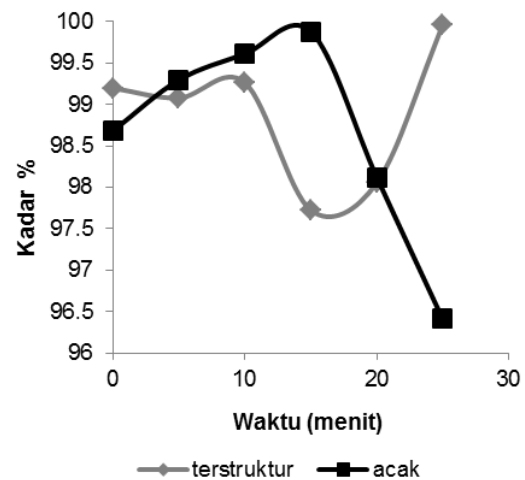


Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu vs konsentrasi etanol pada jenis tumpukan terstruktur



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu vs konsentrasi etanol pada jenis tumpukan acak

Gambar 1 dan 2 menunjukkan hubungan antara konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu tersebut pada variabel perbandingan berat *adsorbent* zeolit dan silika gel dengan jenis susunan terstruktur. Konsentrasi etanol tertinggi 99,9582%^{w/w} pada perbandingan zeolit dan silika gel 25:75, karena silika gel memiliki *adsorption surface area* sebesar 800 m²/gram lebih besar dibandingkan zeolit yang cuma sebesar 300 m²/gram sehingga semakin banyak silika gel yang digunakan maka semakin luas *adsorption surface area* dan semakin banyak molekul air yang terperab dalam *adsorbent*.



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu vs konsentrasi etanol pada jenis tumpukan adsorbent terstruktur dan acak

Dari Gambar 3 terlihat untuk *adsorbent* terstruktur konsentrasi etanol yang diperoleh lebih tidak stabil di bandingkan *adsorbent* acak. Hal ini dikarenakan pada jenis tumpukan terstruktur pada saat silika gel jenuh maka etanol yang masih banyak terkandung air akan langsung melewati silika gel yang telah jenuh. Pada saat bersamaan zeolit yang relative belum jenuh akan menggantikan fungsi silika gel sebagai penyerap etanol berkadungan air yang banyak. Namun penggantian fungsi ini memerlukan waktu transisi sehingga konsentrasi etanol pada masa transisi akan berkurang terlebih dahulu. Sedangkan pada jenis tumpukan acak, komposisi zeolit dan silika tersebar merata, baik zeolit dan silika gel memiliki fungsi sinergi yang sama sebagai penyerap etanol dengan kandungan air banyak sehingga konsentrasi etanol produk cenderung stabil di awal. Namun seiring bertambahnya waktu akan menyebabkan *adsorbent* jenuh sehingga konsentrasi etanol produk akan turun.

KESIMPULAN

Proses pengeringan etanol dengan kadar lebih dari 99,5%^{w/w} dilakukan dengan mengalirkan etanol yang berkadar 95%^{w/w} secara kontinyu ke dalam kolom unggun tetap dengan menggunakan *adsorbent* zeolit - silika gel. Pada proses ini didapatkan konsentrasi etanol tertinggi pada perbandingan berat *adsorbent* zeolit – silika gel 25:75.

Pengaruh jenis tumpukan *adsorbent* terhadap konsentrasi etanol hasil keluaran adsorber berbagai waktu didapatkan pada jenis tumpukan acak konsentrasi etanol keluaran adsorber lebih stabil daripada tumpukan terstruktur.

Pembuatan adsorben *hybrid active granulated zeolite – silica gel* dilakukan dengan cara meng-aktivasi zeolit baik secara kimia maupun secara fisis dan pemanasan silika gel.

DAFTAR PUSTAKA

- Cakicioglu-Ozkan, F. (2004). Microporous and Mesoporous Materials. *The Effect of HCl Treatment on Water Vapor Adsorption Characteristics of Clinoptilolite Rich Natural Zeolite*, 47-53.
- E. Ivanova, M. K. (2007). Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. *Ethanol Vapors Adsorption By Natural Clinoptilolite*, 391-397.
- 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, Mc Graw Hill Book Co. New York