

## PRODUKSI ALKOHOL FUEL GRADE DENGAN PROSES DISTILASI EKSTRAKTIF

Mu'tasim Billah  
Progdi Teknik Kimia FTI- UPNV Jawa Timur

### ABSTRACT

One of the alternate fuels that can be used is fuel grade alcohol, which is anhydrous ethanol with water content of no more than 0.5%. To get ethanol > 99.6% can not be through ordinary distillation, because ethanol has a point azeotrope where the vapor composition similar to composition liquid. Though the need for anhydrous ethanol is big enough. The research aims to go beyond the point azeotrope ethanol by combining method and salt effect of extractive distillation to obtain anhydrous ethanol with high purity. In extractive distillation solvent is used ethylene glycol and potassium carbonate salts as the salt effect. Both these ingredients are mixed with a composition that has been determined and incorporated into the distillation flask as entrainer mixed with 70% ethanol. Take place within the plate distillation column with a pressure of 1 atm, time reflux for 1 hour. Distillate purity obtained is analyzed, the relative volatility and acid numbers. Meanwhile, under the product or residue can be used to recycle the next process. Of course, with further proceedings because the residue contains ethylene glycol - salt - water.

The study concluded that the purity of 99.74% by weight of ethylene glycol on the addition of 300 ml and 55 g of salt. Relative volatility is 7.1518 and the largest number of smallest acid is 0.0048 obtained when the addition of 500 ml ethylene glycol and 55 grams of salt.

Keywords: azeotrope, fuel grade alcohol, ethanol, extractive distillation, ethylene glycol

### PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar di dunia dan di Indonesia semakin meningkat dari hari kehari, sedangkan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan tersebut tidaklah mencukupi karena dimana kita ketahui bahwa sumber bahan bakar yang ada tidak dapat diperbaharui. Dan dalam jangka waktu beberapa tahun yang akan datang di dunia akan terjadi krisis bahan bakar. Oleh karena itu banyak diciptakan bahan bakar baru sebagai pengganti. Dan salah satu dari pengganti bahan bakar yang dapat digunakan adalah alcohol fuel grade (Ethanol).

Alkohol yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan adalah ethanol anhydrous dengan kadar air tidak lebih dari 0.5 %. Ethanol sebagai bahan bakar ini digunakan untuk meningkatkan octane dan meningkatkan kualiti emisi pada gasoline. Tetapi produksi alcohol dengan proses

distilasi hanya dapat mencapai 95.6 % berat, hal ini disebabkan adanya azeotrop homogen atau rendahnya relative volatilitynya ([www.Petrojam.com](http://www.Petrojam.com)).

Untuk mendapatkan alcohol dengan kadar > 99.6 % berdasarkan kajian literature dan peneliti terdahulu digunakan methode azeotropik distilasi, membrane separation dan ekstrative distilasi. Pada dasarnya semua methode ini menghasilkan alcohol anhydrous yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dalam skala besar umumnya digunakan distilasi azeotropik menggunakan benzene sebagai entrainer. Operasi ini memiliki kendala yaitu benzene yang tersisa pada akhir operasi masih mengganggu, disamping itu sering terjadi keracunan benzene, dan jumlah plate yang dibutuhkan pada proses ini cukup tinggi serta butuh perhatian khusus dalam penyimpanan dan pengoperasian karena benzene bersifat flameable. ([www.petrojam.com](http://www.petrojam.com))

Suatu metode lain yang digunakan untuk memproduksi ethanol anhydrous adalah penambahan garam pada system distilasi (Salt effect). Garam yang terbentuk didalam system dapat meningkatkan relative volatilitasnya. Akan tetapi pada kenyataannya garam merupakan bahan yang sukar larut. Untuk menyiasati dilakukan penggabungan metode penambahan solvent dengan penambahan garam. Sehingga ratio solvent menjadi lebih kecil dan relative volatilitas system meningkat dan dicapai hasil yang diinginkan. (Rongqi Zhou)

Proses ini cukup potensial untuk dikembangkan, akan tetapi belum banyak yang meneliti tentang pengaruh garam yang dilarutkan dalam solvent pada distilasi ekstraktif ethanol-air serta kemurnian dari pada ethanol yang dihasilkan pada kondisi optimum untuk masing-masing komposisi campuran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan garam kalium carbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dalam solvent ethylene glycol terhadap relative volatilitas dan kemurnian dari pada produk ethanol fuel grade.

Distilasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk memisahkan suatu campuran liquid yang miscible dan volatile menjadi komponen masing-masing. Syarat dasar dari pada proses distilasi ini adalah komposisi uapnya berbeda komposisi liquidnya pada saat terjadi kesetimbangan. Proses distilasi secara teoritis tidak akan menghasilkan produk dengan kemurnian 100 % karena semakin mendekati kemurniaan maka kerja yang dilakukan alat akan semakin besar. Operasi ini dipengaruhi oleh jumlah plate dalam kolom, harga relative volatility serta kecepatan aliran fase liquid dan fase uapnya. Apabila perbedaan komposisi uap jauh lebih besar dibandingkan komposisi liquid maka pemisahan komponen akan lebih mudah dilakukan.

Relatif volatility adalah ukuran keefektifan ratio konsentrasi zat A dalam fase uap terhadap konsentrasi zat A dalam fase liquid dibagi dengan ratio konsentrasi zat B dalam fase uap terhadap konsentrasi zat B dalam fase liquid. Secara matematis, relative volatility adalah perbandingan antara fraksi mol komponen yang lebih volatile pada fase gas dan cair dengan fraksi mol komponen yang tidak volatile pada fase gas dan cair, sehingga persamaanya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\alpha_{AB} = \frac{Y_A/X_A}{Y_B/X_B} = \frac{Y_A/X_A}{(1-Y_A)/(1-X_A)}$$

Dimana  $\alpha_{AB}$  adalah relative volatility A terhadap B dalam system biner.

Jika system mengikuti Hukum Roults, maka berlaku persamaan :

$$Y_A = \frac{P_A \cdot X_A}{P} ; \quad Y_B = \frac{P_B \cdot X_B}{P}$$

Jika persamaan (2.2) disubstitusikan kedalam persamaan (2.1) maka untuk system gas ideal , didapat :

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A}{P_B}$$

Sehingga persamaan (2.3) dapat disusun menjadi :

$$Y_A = \frac{\nabla X_A}{1 + (\nabla - 1)X_A}$$

Dimana  $\nabla_{AB} = \nabla$

Pemisahan mungkin dilakukan nilai  $\nabla$  dibawah 1.0 atau diatas 1.0. Nilai relative volatility akan berubah seiring dengan perubahan konsentrasi komponen. Jika system biner mengikuti hukum roult, relative volatility sering berubah-ubah sedikit pada range konsentrasi yang luas pada tekanan total konstan. (Geankoplis.1993).

Pemisahan tidak ekonomis jika relative volatilitasnya antara 0.95 – 1.05. karena pada area ini dibutuhkan stage dengan jumlah yang banyak dan reflux ratio (L/D) besar. (Van Winkle, Matthew. 1969).

Banyak campuran liquid yang tidak dapat dipisahkan dengan proses distilasi, hal ini dikarenakan titik didihnya saling berdekatan, relative volatilitasnya mendekati 1 atau karena campuran membentuk azeotrop pada suhu dan konsentrasi tertentu hingga tidak dapat dipisahkan lagi. Beberapa komponen dapat dipisahkan dengan menambahkan komponen yang lain yang dapat meningkatkan relative volatilitas dari konstituen aslinya sehingga salah satu komponen campuran binary mula-mula dapat dipisahkan. Distilasi yang diiringi dengan penambahan komponen untuk meningkatkan relative volatilitas disebut dengan distilasi azeotrop, distilasi reaktif, distilasi ekstraktif, tergantung dari bahan yang ditambahkan kedalamnya.

Larutan ethanol – air pada komposisi 95 % berat ethanol (fraksi mol 0.89) tidak dapat ditingkatkan lagi melalui distilasi biasa. Karena ethanol – air merupakan system yang membentuk azeotrop. Yaitu komposisi fase liquidnya sama dengan komposisi fase uap, sehingga tidak lagi terjadi perubahan fase dari ethanol. Untuk meningkatkan konsentrasi dan memperoleh ethanol anhydrous maka ditambahkan komponen ketiga yang meningkatkan relative volatilitas system.

Untuk dua komponen yaitu ethanol – air dimana ethanol lebih volatile dari pada air, ada empat variable yang berpengaruh dalam system kesetimbangannya yaitu: tekanan (P), suhu (T), konsentrasi ethanol dalam fase liquid (X) dan konsentrasi ethanol dalam fase uap (Y).

Salah satu proses pemisahan ethanol – air yang digunakan adalah dengan proses distilasi ekstraktif dan salt effect yang dipanaskan sampai titik didih ethanol. Komponen ketiga berupa solvent yang ditambahkan akan mempengaruhi komposisi fase liquid dan fase uap sehingga

relative volatility system akan berubah. Penambahan garam pada distilasi ini juga memiliki efek langsung terhadap relative volatility, karena pada dasarnya garam memiliki efek dehidrasi yang dapat merubah komposisi fase uap dan fase liquid dari ethanol. Perubahan relative volatility ini akan berpengaruh terhadap produk, sehingga kemurnian ethanol dapat melampaui kondisi azeotropnya.

Parameter kualitas dari ethanol adalah angka asam. Angka asam adalah banyaknya alcohol yang teroksidasi menjadi asam karboksilat selama proses distilasi. Penambahan komponen ketiga yang memiliki sifat mengikat air akan dapat mengurangi kontak lebih lama antara ethanol dengan air dan oksigen sehingga semakin sedikit ethanol yang teroksidasi.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Peralatan yang Digunakan

Rancangan penelitian ini berbentuk eksperimental, dengan menggunakan seperangkat peralatan distilasi kolom berpacking. Sistem ini terdiri atas dua buah thermometer 250 °C, erlemeyer untuk menampung hasil distilat serta analisa produk. Bahan yang digunakan adalah ethanol 70 %, ethylene glycol, kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ), NaOH 0,1 N untuk analisa, indikator methyl orange (MO) dan phenolptalein (PP)

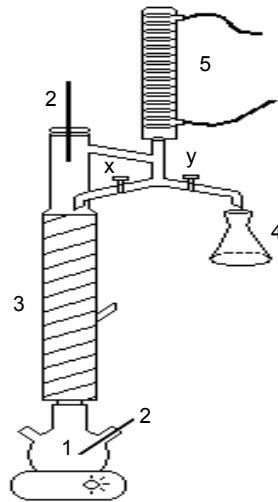
### Variabel Penelitian

Peubah – peubah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Kondisi yang ditetapkan
  1. Volume feed ethanol 70 %, 350 ml.
  2. Waktu refluks 60 menit.
- Peubah yang dijalankan
  1. Konsentrasi kalium karbonat terhadap solvent ethylene glycol (gr  $K_2CO_3$ / m solvent).
  2. Ratio ethanol dengan ekstraktif (solvent + kalium karbonat).

### Skema Alat dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan susunan peralatan distilasi kolom berpacking, seperti terlihat pada Gambar 1 :



Keterangan Gambar :

1. Labu leher tiga
2. Termometer
3. Kolom
4. Elemeyer
5. Kondensor
6. X dan Y : kran

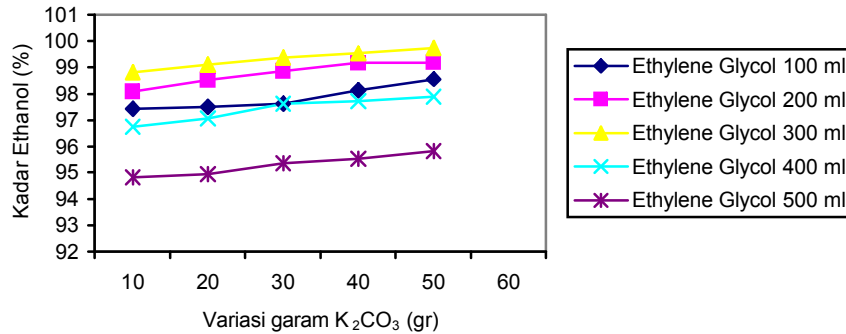
Gambar 1 Susunan Peralatan Distilasi Kolom Berpacking

Prosedur penelitian yang harus dijalankan adalah sebagai berikut :

- 350 ml ethanol 70 % dimasukkan kedalam labu distilasi. Ethylene glycol dan kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) disiapkan dengan konsentrasi campuran dan komposisi tertentu sesuai variable. Labu dipanaskan sampai suhu 65 °C.
- Campuran ethylene glycol dan kalium karbonat dimasukkan kedalam labu leher tiga. Kemudian dipanaskan hingga sebagian ethanol menguap, suhu dijaga konstan. Setelah 60 menit refluks dibuka.
- Setelah diperoleh hasil distilat yang cukup dilakukan analisa terhadap distilat. Residu yang berupa campuran ethylene glycol – kalium karbonat – air distilasi (dipanaskan) hingga semua air habis menguap. Dari distilasi kedua, air akan keluar sebagai distilat. Residu yang berupa ethylene glycol dan kalium karbonat yang digunakan sebagai recycle solvent bagi proses distilasi berikutnya dengan variable yang berbeda.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Pengaruh variasi penambahan garam  $K_2CO_3$  (gr) yang terlarut dalam Ethylene Glycol (ml) terhadap kadar kemurnian Ethanol**



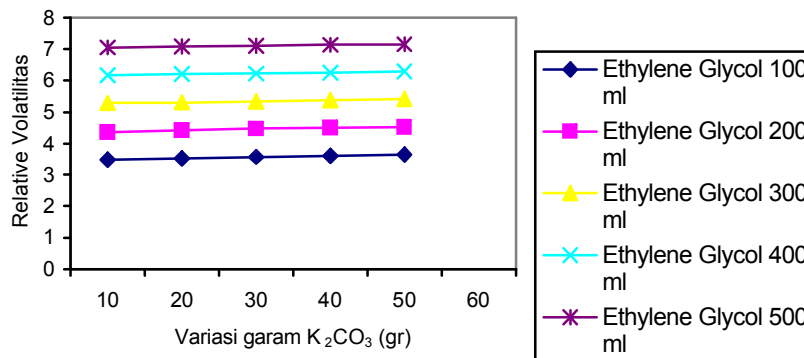
Gambar 2 Hubungan antara kadar kemurnian Ethanol (%) dengan variasi penambahan garam  $K_2CO_3$  (gr) yang terlarut dalam Ethylene Glycol (ml)

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan garam  $K_2CO_3$  yang bervariasi dapat meningkatkan kadar kemurnian ethanol, semakin banyak garam  $K_2CO_3$  yang dilarutkan dalam Ethylene Glycol maka semakin murni ethanol. Penambahan garam  $K_2CO_3$  disini berfungsi untuk memberikan efek dehidrasi yang berpengaruh pada system pemisahan ethanol – air sehingga didapatkan Ethanol berkadar murni. Sedangkan Ethylene Glycol yang digunakan memiliki volatilitas yang rendah sehingga meningkatkan recovery solute dan menurunkan loses pelarut. Pada

penambahan Ethylene Glycol 400 dan 500 ml kemurnian ethanol menurun. Hal ini dikarenakan pada saat ratio penambahan Ethylene Glycol diatas 1 : 1 titik didih ethanol dalam campuran menjadi sangat tinggi, sehingga air dalam campuran air - ethanol ikut menguap.

Dari berbagai variabel diatas didapatkan kadar kemurnian ethanol tertinggi yaitu sebesar 99.74 % berat pada variasi penambahan garam sebesar 55 gr yang dilarutkan kedalam 300 ml Ethylene Glycol.

**2. Pengaruh variasi penambahan garam  $K_2CO_3$  yang terlarut dalam ethylene glycol terhadap relative volatilitas.**



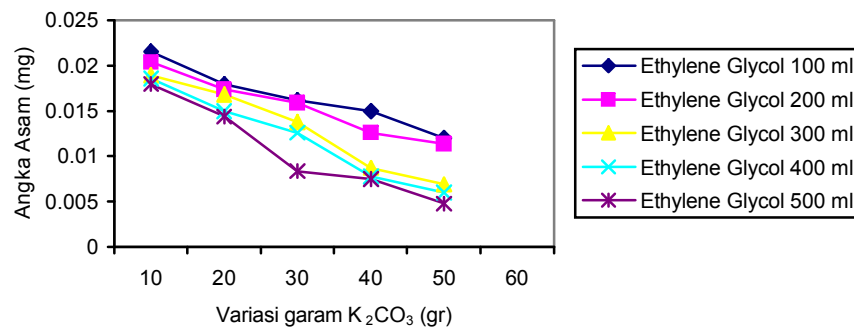
Gambar 3 Hubungan antara Relative Volatilitas dengan variasi penambahan ethylene glycol dan garam  $K_2CO_3$

Dari Gambar 3 dapat kita lihat bahwa dengan bervariasinya penambahan garam yang dilarutkan kedalam ethylene glycol dapat meningkatkan nilai relative volatilitas. Hal ini dikarenakan garam  $K_2CO_3$  memiliki efek dehidrasi mengikat air pada system ethanol – air. Relative volatilitas merupakan factor yang sangat penting dalam proses pemisahan pada system distilasi, dimana dua komponen yang saling melarut seperti ethanol – air

dapat dipisahkan jika relative volatilitasnya tidak mendekati satu atau sama dengan satu.

Nilai relative volatilitas terbesar diperoleh pada saat penambahan ethylene glycol sebanyak 500 ml dan garam 55 gr yaitu sebesar 7.1518. Walaupun didapatkan nilai relative volatilitas yang besar tetapi kadar Ethanolnya kecil, hal ini dikarenakan titik didih yang tinggi sehingga air juga ikut menguap mengakibatkan kemurnian ethanol menurun.

### 3. Pengaruh variasi penambahan garam $K_2CO_3$ (gr) yang dilarutkan dalam Ethylene Glycol (ml) terhadap angka asam.



Gambar 4 Hubungan antara Angka asam (mg) dengan variasi penambahan garam  $K_2CO_3$  (gr) yang dilarutkan dalam ethylene glycol (ml)

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ethylene glycol maka semakin menurun keasaman ethanol. Angka asam ethanol juga semakin menurun seiring dengan penambahan garam  $K_2CO_3$  kedalam proses. Hal ini dikarenakan garam dan ethylene glycol bersifat mengikat air sehingga kontak antara ethanol – air dengan oksigen berkurang. Berkurangnya kontak antara ethanol – air dengan oksigen mengakibatkan semakin sedikit ethanol yang teroksidasi. Dari gambar didapatkan nilai angka asam terendah yaitu 0.0048 mg pada saat ethylene glycol 500 ml dan penambahan garam sebanyak 55 gr.

### KESIMPULAN

Penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil kemurnian sebesar 99.74 % berat pada penambahan ethylene glycol sebanyak 300 ml dan garam 55 gr. Relative volatilitas terbesar adalah 7.1518 dan angka asam terkecil adalah 0.0048 didapat pada saat penambahan ethylene glycol 500 ml dan garam 55 gr.

Berdasarkan kesimpulan di atas maka saran yang disampaikan bahwa metode distilasi ekstraktif ini dapat diterapkan kedalam industri ethanol karena bila dibandingkan dengan proses pemisahan yang lain metode ini lebih efisien.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Atkins, P.W, 1996, **Kimia Fisika** jilid I, Edisi keempat, Hal 190 – 197, Erlangga, Jakarta.
- Geankoplis, Christie.J, 1993, **Transport Processes and Unit Operation**, 3<sup>rd</sup> ed, Hal 640 – 695, Prentice – hall.Inc, New Jersey.USA,
- Kirk, R.E & Othmer, D.F, 1984 **Encyclopedia Of Chemical Technology, Supplementary Volume Alcohol Fuels to Toxylogy**, 3<sup>rd</sup>, John - Wiley and sons, Canada.
- Perry, R.H, 1984, **Chemical Engineers Handbook** 6<sup>th</sup> ed, Mc Graw – Hill. Inc, USA
- Shugar, Gerson.J, 1981, **Chemical Technicians Ready References Handbook**, 2<sup>rd</sup> ed, Mc Graw – Hill. Inc, USA.
- Van Winkle, Matthew, 1967, **Distillation**, Hal 30 – 195, Mc Graw – Hill. Inc, USA.
- Vogel, 1990, **Text Book of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis** 5<sup>th</sup> ed, Longman Group Limited, London.
- <http://www.sintesa-online.com>  
<http://www.Petrojam.com>