

PENGARUH TEKANAN KOLOM DISTILASI TERHADAP TINGKAT KEMURNIAN ETANOL DAN SUHU *TOP PRODUCT* (DISTILAT) MENGGUNAKAN SIMULASI CHEMCAD 7.1.5

Herdian Fikri Akmadha dan Christyfani Sindhuwati

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
fikriherdian7@gmail.com, [c.sindhuwati@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Etanol yang diproduksi dari bahan baku gula atau glukosa dapat dilakukan dengan proses fermentasi. Pada proses fermentasi ini, tingkat kemurnian etanol yang dihasilkan berkisar antara 10-15%. Untuk menghasilkan tingkat kemurnian yang tinggi maka perlu dilakukan proses pemurnian. Proses pemurnian dapat dilakukan dengan dua proses, yaitu distilasi dan dehidrasi. Proses distilasi ini terdapat dua metode yaitu distilasi konvensional dan distilasi kolom (bertingkat). Pada distilasi konvensional etanol dihasilkan dengan tingkat kemurnian etanol sebesar 20-30%, sedangkan pada distilasi kolom (bertingkat) dapat menghasilkan tingkat kemurnian etanol sebesar 90-95%. Hasil etanol pada proses distilasi dapat dilakukan pemurnian lebih lanjut dengan proses dehidrasi. Pada proses dehidrasi tingkat kemurnian etanol yang dihasilkan sebesar 99,6-99,8%. Simulasi ini menggunakan software ChemCAD dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan kolom distilasi terhadap tingkat kemurnian etanol dan suhu *top product* (distilat). Simulasi ini difokuskan pada *trial* tekanan sebesar 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; dan 1,5 atm. Hasil yang didapatkan dari simulasi ini mampu menghasilkan tingkat kemurnian etanol sebesar 98,61% pada tekanan 1,1 atm dan pada tekanan 1,5 atm pada suhu *top product* (distilat) sebesar 88,89°C.

Kata kunci: ChemCAD, Etanol, Tekanan, Suhu, Distilasi

ABSTRACT

Ethanol which is produced from sugar or glucose raw materials can be done by a fermentation process. In this fermentation process, the resulting ethanol purity ranges from 10-15%. To produce a high level of purity, it is necessary to carry out a refining process. The purification process can be carried out in two processes, namely distillation and dehydration. This distillation process has two methods, namely conventional distillation and column distillation. Conventional distillation can be produce ethanol purity levels of 20-30%, while column distillation can be produce ethanol purity levels of 90-95%. The result of ethanol in the distillation process can be further purified by dehydration process. Dehydration process can be produce ethanol purity levels of 99.6-99.8%. This simulation uses ChemCAD software in order to determine the effect of distillation column pressure on the purity level of ethanol and top product temperature (distillate). This simulation is focused on a pressure trial of 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; and 1.5 atm. The results of simulation are able to produce ethanol purity level of 98.61% at a pressure of 1.1 atm and at a pressure of 1.5 atm it is able to produce a top product temperature of 88.89°C.

Keywords: ChemCAD, Ethanol, Pressure, Temperature, Distillation

1. PENDAHULUAN

Etanol yang diproduksi dari bahan baku gula atau glukosa dapat dilakukan dengan proses fermentasi. Pada proses fermentasi, etanol yang dihasilkan memiliki kadar sekitar 10-15% dalam waktu 2 hari [1]. Sedangkan proses fermentasi dilakukan selama 7 hari kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi yaitu sekitar 40% [2]. Proses fermentasi juga dapat menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi apabila waktu proses fermentasi berlangsung secara lama, maka dari itu perlu dilakukan proses pemurnian. Proses pemurnian hasil fermentasi etanol bisa dilakukan dengan berbagai metode atau cara. Pada umumnya menggunakan metode distilasi dan dehidrasi.

Metode distilasi ini dilakukan untuk memisahkan etanol dengan cairan hasil fermentasi. Dalam proses distilasi, etanol akan menguap terlebih dahulu daripada air. Hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan tingkat volatilitas antara etanol dengan air. Proses distilasi dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu:

1. Distilasi konvensional
Dengan metode kadar etanol yang dihasilkan berkisar antara 20-30%.
2. Distilasi bertingkat (Kolom distilasi)
Dengan metode ini kadar etanol yang dihasilkan mampu mencapai 90-95% melalui dua tahap distilasi.

Etanol hasil distilasi ini biasa disebut etanol teknis yang dapat digunakan sebagai bahan dasar industri farmasi, sebagai campuran untuk miras, bahan campuran *parfume*, spiritus, dan lain-lain. Etanol yang digunakan sebagai bahan pembuatan BBM diperlukan kadar etanol sekitar 99,6-99,8 % atau disebut etanol kering. Untuk pemurnian etanol hasil distilasi maka diperlukan proses dehidrasi (distilasi absorbent) dapat menggunakan beberapa metode, antara lain:

1. Metode kimia dengan menggunakan batu gamping.
2. Metode fisika melalui proses adsorpsi menggunakan zeolit sintetis.

Hasil dari proses dehidrasi memiliki etanol dengan kadar 99,6-99,8% yang dapat dikategorikan sebagai *Full Grade Etanol* (FGE) dan kemudian layak digunakan sebagai bahan bakar motor sesuai standar Pertamina [3]. Untuk selanjutnya akan dilakukan proses simulasi pemurnian etanol dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak ChemCAD 7.1.5. Pada simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan distilasi terhadap kemurnian etanol dan suhu *top product* (distilat) dengan menggunakan simulasi ChemCAD 7.1.5.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini melakukan simulasi dengan menggunakan *software* ChemCAD 7.1.5. Pada penelitian melakukan *trial* tekanan *feed* distilasi, *trial* tekanan ini menggunakan sebanyak 5 variabel tekanan yaitu 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; dan 1,5 atm. Setelah dilakukan *trial* tersebut dilakukan analisis pengaruh tekanan *feed* distilasi terhadap kemurnian etanol dan suhu *top product* (distilat).

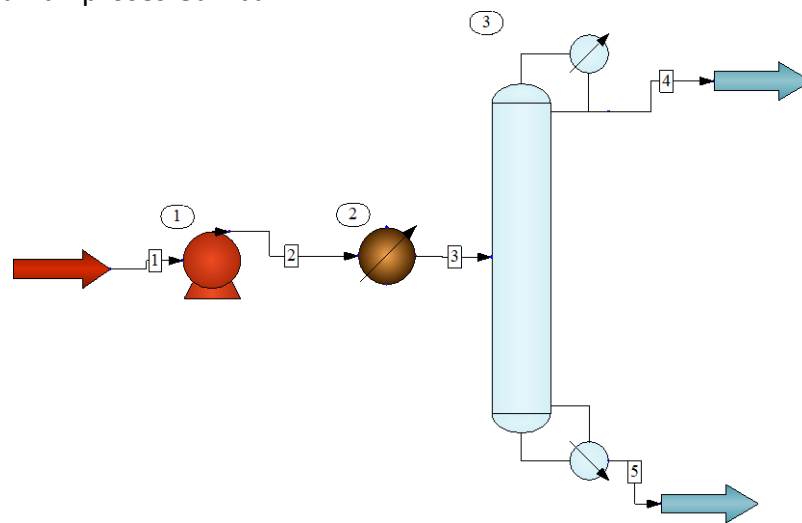
2.1. Dasar Proses

Pada simulasi ini menggunakan properti termodinamika berupa NRTL (*Non Random Two Liquid*). NRTL ini merupakan model yang paling banyak digunakan untuk mengkorelasi data kesetimbangan pada 40 sistem dan dapat mengkorelasi kesetimbangan uap-cair dan cair-cair pada sistem polar tekanan rendah [4]. NRTL ini mempunyai keunggulan yaitu dapat merepresentasikan berbagai macam campuran

larutan dengan baik saat persamaan komposisi lokal yang lain terbatas dan model ini hanya menggunakan parameter biner untuk menghitung properti kesetimbangan fase [5].

2.2. Deskripsi Overall

Pada simulasi ini dilakukan beberapa tahapan yaitu tahap pertama membuka software perangkat lunak ChemCAD 7.1.5, setelah itu memilih menu *select component*, pada simulasi ini komponen yang digunakan berupa etanol dan air. Tahap selanjutnya secara otomatis oleh ChemCAD 7.1.5 akan disarankan metode perhitungannya, pada simulasi ini oleh ChemCAD 7.1.5 disarankan menggunakan perhitungan dengan model NRTL. Tahap berikutnya, membuat aliran proses pada lembar kerja ChemCAD 7.1.5 seperti pada aliran proses Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian proses simulasi pada ChemCAD 7.1.5

Pada simulasi ini bertujuan untuk memisahkan atau memurnikan etanol dari campuran etanol-air. *Feed* berupa campuran etanol-air dengan asumsi total laju alir massa sebesar 5000 kg/jam dengan rincian laju alir massa etanol sebesar 2000 kg/jam, sedangkan laju alir massa air sebesar 3000 kg/jam. Setelah itu, *feed* dialirkan menuju pompa, setelah itu di pompa menuju ke *preheater*. Pada *preheater* ini, dilakukan pemanasan hingga suhu 78°C dengan tujuan pada saat pemurniaan pada kolom distilasi, etanol akan lebih cepat menguap daripada air. Selanjutnya, dialirkan menuju ke kolom distilasi untuk dilakukan proses pemurniaan atau pemisahan etanol dari campuran etanol-air dengan tingkat kemurniaan yang diinginkan sebesar 95-99%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses simulasi pengaruh tekanan terhadap tingkat kemurnian etanol dan suhu *top product* (distilat) menggunakan 3 alat utama yaitu pompa, *preheater*, dan kolom distilasi. Alat pertama yang digunakan yaitu pompa, pompa pada simulasi ini bertujuan untuk memompa atau mengalirkan umpan berupa campuran etanol-air masuk ke dalam *preheater* dan setelah dari *preheater*, umpan dialirkan menuju ke kolom distilasi. Alat kedua yang digunakan berupa *preheater*, *preheater* ini berguna untuk memanaskan umpan yang suhu awal sebesar 30°C menjadi 78°C. Selain itu, *preheater* juga berfungsi untuk mempermudah proses pemisahan etanol-air pada kolom distilasi. Alat ketiga yang digunakan adalah kolom distilasi. Pada kolom distilasi ini terjadi proses pemisahan atau pemurnian campuran etanol-air. Pada kolom distilasi ini diharapkan tingkat kemurnian etanol yang diinginkan berkisar antara 95-99%.

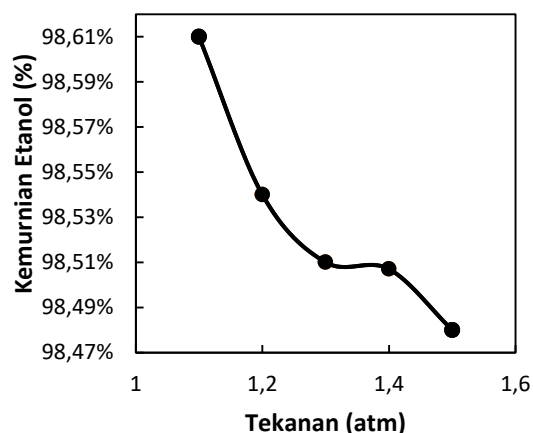
Dari dilakukannya simulasi menggunakan ChemCAD 7.1.5 dengan menggunakan *trial* tekanan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 1. Simulasi ini dilakukan *trial* sebanyak 5 kali dengan variabel berupa tekanan, variabel tekanan yang digunakan yaitu 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; dan 1,5 atm.

Tabel 1. Hasil simulasi ChemCAD 7.1.5

| Total Flow (kg/jam) | Tekanan (atm) | Kemurnian Etanol (%) | Suhu Distilat (°C) | Mass Flow Top Product (kg/jam) | |
|---------------------|---------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|-------|
| | | | | Etanol | Air |
| 5000 | 1,1 | 98,61% | 80,67 | 1980,34 | 28,23 |
| 5000 | 1,2 | 98,54% | 82,94 | 1980,42 | 30,21 |
| 5000 | 1,3 | 98,51% | 85,04 | 1980,51 | 31,72 |
| 5000 | 1,4 | 98,50% | 86,90 | 1980,61 | 33,62 |
| 5000 | 1,5 | 98,48% | 88,89 | 1980,72 | 34,51 |

3.1. Pengaruh Tekanan terhadap Kemurnian Etanol

Hasil pengaruh tekanan terhadap kemurnian etanol dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, grafik yang dihasilkan antara tekanan terhadap kemurnian etanol berbanding terbalik.

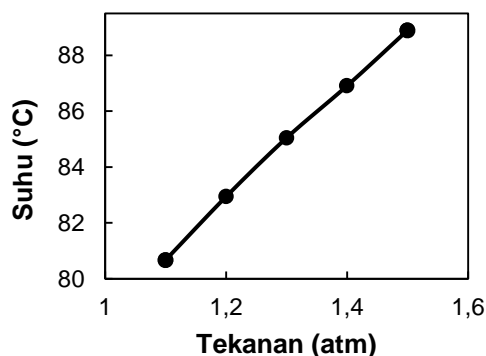


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Tekanan terhadap Kemurnian Etanol

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan di dalam kolom distilasi maka semakin berkurang tingkat kemurniaan etanol. Kemurniaan etanol semakin berkurang dapat dilihat pada Tabel 1, dari tabel tersebut terjadi penurunan kemurniaan etanol dari 98,61% hingga menjadi 98,48%. Hal itu disebabkan karena banyaknya komponen etanol yang terpisah pada tekanan tinggi, begitu sebaliknya jika tekanan rendah maka komponen etanol yang terpisah akan semakin berkurang [6]. Selain itu, pada distilasi terjadi proses pemisahan komponen cair dari suatu campuran fase cair, khususnya yang mempunyai perbedaan titik didih dan tekanan uap yang cukup besar. Perbedaan tekanan uap tersebut akan menyebabkan fase cairnya mempunyai komposisi yang perbedaannya cukup signifikan. Fase uap mengandung lebih banyak komponen yang memiliki tekanan uap rendah, sedangkan fase cair lebih banyak mengandung komponen yang memiliki tekanan uap tinggi [7].

3.2. Pengaruh Tekanan terhadap Suhu *Top Product* (Distilat)

Hasil dari simulasi pengaruh tekanan terhadap suhu *top product* (distilat) etanol dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, grafik yang dihasilkan antara tekanan terhadap suhu *top product* (distilat) berbanding lurus.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Tekanan dengan Suhu *Top Product* (Distilat)

Gambar 3 menunjukkan perbandingan antara tekanan kolom distilasi dengan suhu *top product* (distilat). Semakin tinggi tekanan pada kolom distilasi, maka semakin tinggi pula suhu *top product* (distilat). Dengan semakin tinggi suhu *top product* (distilat) akan menyebabkan tingkat kemurniaan etanol semakin berkurang atau menurun, hal itu disebabkan dengan suhu semakin tinggi maka tingkat volatilitas suatu bahan atau komponen akan semakin cepat dan dengan tingginya suhu *top product* (distilat) pada proses pemisahan atau pemurnian etanol tidak berjalan secara efektif dikarenakan adanya sedikit komponen air yang ikut pada produk atas atau distilat [8-9].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berdasarkan dari hasil simulasi, pada tekanan 1,1 atm mampu menghasilkan kemurniaan etanol tertinggi sebesar 98,61%. Pada tekanan 1,5 atm, suhu pada *top product* (distilat) sebesar 88,8951°C. Saran untuk simulasi berikutnya, pada saat *trial* tekanan bisa menggunakan interval tekanan lebih dari 0,1 atm atau sekitar 0,5 atm agar dapat diketahui secara spesifik pengaruhnya. Selanjutnya bisa menggunakan variabel lain untuk melakukan *trial* pada kolom distilasi bisa menggunakan pengaruh laju alir umpan, suhu, *reflux ratio*, dll.

REFERENSI

- [1] Sudjadi, 1989. *Kimia Analisis : Metode Pemisahan*. Yogyakarta. Kanisius
- [2] Wusnah., Bahri, S., Hartono, D. (2016). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata B.C*) Secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 57-65.
- [3] Hermansyah., Novia. (2014). Penentuan Kadar Etanol Hasil Fermentasi Secara Enzimatis. *Jurnal Molekul*, 9(2), 121-127.
- [4] Wibowo, A.A., Mustain, A . (2019). *Studi Kasus Optimasi Proses dengan Software CHEMCAD*. Malang: Polinema Press.
- [5] Hartanto, D., Triwibowo, B. (2014). Review Model dan Parameter Interaksi pada Korelasi Kesetimbangan Uap-Cair dan Cair-Cair Sistem Etanol (1) + Air (2) + Ionic Liquids (3) dalam Pemurnian Bioetanol. *Jurnal Rekayasa Proses*, 8(1), 1-11.
- [6] Hanifa, E.I., Sindhuwati, C. (2020). Pengaruh Tekanan dan Jumlah DMSO Terhadap Pemurnian Propil Asetat pada Distilasi Ekstraktif Menggunakan Simulasi ChemCAD 7.1.5. *Jurnal Distilat*, 6(2), 69-75.
- [7] Moehady, B.I., Putri, A., Mayasari, E. (2019). Optimasi Kondisi Operasi Kolom Distilasi Untuk Meningkatkan Konsentrasi Ethylene Dichloride (EDC) Umpan Furnace (Studi PT. ASAHIMAS CHEMICAL) . *Jurnal Fluida*, 12(1), 8-14.
- [8] Yulia, R., Bahri, S., Chairul. (2015). Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan. *Jurnal Teknik*, 2(2), 1-5.
- [9] Layliyah, C.A.N., Sindhuwati, C. (2020). Pengaruh Suhu Bottom Column dan Rate Solvent DMSO Terhadap Pemurnian Propil Asetat pada Distilasi Ekstraktif Menggunakan Simulasi ChemCAD. *Jurnal Distilat*, 6(2), 283-290.