

STUDI KASUS: PENGARUH SUHU TERHADAP FRAKSI MASSA *TOP PRODUCT* PADA PEMISAHAN PROPIL ASETAT MENGUNAKAN KOLOM DISTILASI

Riswandha Iman Rizaldi dan Christyfani Sindhuwati

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

ABSTRAK

Jumlah *supplier* dalam negeri yang tidak banyak mengakibatkan permintaan pasar yang tinggi terhadap propil asetat. Propil asetat sering digunakan sebagai bahan baku dan bahan penunjang pada industri percetakan, tekstil dan cat. Propil asetat terbentuk karena proses esterifikasi dan dibutuhkan kolom distilasi untuk mendapatkan produk yang bebas pengotor. Tujuan dari penelitian kali ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu umpan terhadap fraksi massa produk atas kolom distilasi pada pemisahan propil asetat dari pengotornya. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan ChemCAD dengan model termodinamika NRTL. Hasil dari simulasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa untuk mendapatkan produk murni propil asetat tidak cukup jika hanya menggunakan 1 kolom distilasi, dibutuhkan tahapan pemisahan lagi antara propil asetat dan asam asetat. Dapat diketahui semakin tinggi suhu yang diberikan maka total produk yang dihasilkan semakin banyak, tetapi fraksi propil asetat yang didapatkan akan semakin rendah. Dari simulasi yang telah dilakukan, fraksi propil asetat tertinggi sebesar 0,698829 dengan total massa yang didapatkan sebesar 1064.13 kg/jam dalam suhu 65°C dan tekanan 1 atm.

Kata kunci: propil asetat, pemisahan, fraksi massa, simulasi, ChemCAD.

ABSTRACT

The small number of domestic suppliers results in high market demand for propyl acetate. Propyl acetate is used as a raw material and supporting material in the printing, textile and paint industries. Propyl acetate is formed due to the esterification process and a distillation column is needed to get an impurity-free product. The purpose of this study is to determine the effect of feed temperature on the mass fraction of the product on the distillation column on the separation of propyl acetate from the impurity. This simulation was carried out using ChemCAD with NRTL thermodynamic models. The results of the simulation that have been carried out show that to obtain pure propyl acetate product is not enough if only using 1 distillation column, it takes another stage of separation between propyl acetate and acetic acid. It can be seen that the higher the temperature given, the more total product is produced, but the fraction of propyl acetate obtained will be lower. From the simulation that has been done, the highest propyl acetate fraction is 0.698829 with the total mass obtained at 1064.13 kg / h at a temperature of 65°C and a pressure of 1 atm.

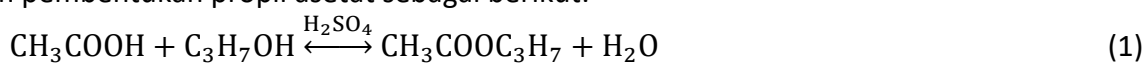
Keywords: propyl acetate, separation, mass fraction, simulation, ChemCAD.

1. PENDAHULUAN

Perkembang industri di Indonesia sangat cepat, dengan berkembangnya industri terjadi pula peningkatan kebutuhan bahan baku dan penunjang sehingga tidak jarang terjadi bahan baku didapatkan secara *import*, salah satunya yaitu propil asetat. Adanya pabrik propil asetat mempunyai potensi yang besar untuk membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat

serta menekan angka pengangguran. Pendirian pabrik propil asetat juga dapat menambah keuntungan bagi negara, karena masih banyak industri lain yang mengimpor propil asetat dengan harga yang sangat mahal. Beberapa industri yang membutuhkan propil asetat sebagai bahan baku antara lain adalah industri cat, percetakan, pelapisan (*coating*), lem karet.

Propil Asetat adalah salah satu senyawa kimia yang biasa digunakan sebagai pelarut dan bahan aditif pengharum. Propil asetat adalah larutan yang tidak berwarna, memiliki bau yang khas seperti bau pir dan propil asetat memiliki titik didih 101,3 °C [1]. Propil asetat merupakan hasil dari proses esterifikasi dari asam karboksilat dan alkohol dengan katalis asam. Metode yang paling umum untuk pembuatan n-propil asetat adalah melalui esterifikasi n-propanol dan asam asetat yang dipanaskan dengan katalis asam kuat [2]. Dalam pembentukan propil asetat reaksi terjadi secara *reversible*, sehingga untuk mendapatkan produk yang murni diperlukan penambahan satu pereaksi secara berlebih. Reaksi yang terjadi dalam pembentukan propil asetat sebagai berikut:



Reaksi diatas selain menghasilkan produk utama berupa propil asetat dengan produk samping berupa air, dan sisa – sisa reaktan yang tidak habis bereaksi, maka dibutuhkan proses pemisahan untuk mendapatkan produk murni berupa propil asetat.

Distilasi adalah salah satu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan (volatilitas) bahan. Dalam distilasi, zat campuran dipanaskan sampai menguap dan uap tersebut kemudian di lewatkan kondensor untuk didinginkan sehingga terjadi kondensasi [3]. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui variabel yang tepat untuk mendapatkan hasil terbaik dari pemisahan produk utama berupa propil asetat dengan pengotornya dengan variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu umpan kolom distilasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan kondisi optimum dalam mendapatkan propil asetat konsentrasi tinggi menggunakan dengan menggunakan metode *trial and error* pada perangkat lunak ChemCAD. Suhu diisi dari 65 hingga 85 dengan interval 1 untuk setiap titik.

2.1. Desain Proses Overall

Langkah diawali dengan persiapan bahan baku yaitu asam asetat, propanol dan asam sulfat. Bahan baku disimpan pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm dalam fase cair, kemudian bahan baku dipanaskan hingga suhu 70°C dan tekanan 1 atm dengan *pre-heater* sebelum diumpankan ke dalam reaktor. Produk keluaran reaktor bersuhu 60°C kemudian dinaikan hingga 75°C dan diumpankan kedalam kolom distilasi, dalam kolom distilasi produk utama dipisahkan dengan pengotornya dan sisa – sisa reaktan yang tidak habis bereaksi. Kondisi optimum selama proses dapat dilakukan pada perangkat ChemCAD.

Pada reaksi pembantuan propil asetat, reaksi berjalan secara *reversible*, sehingga untuk mendapatkan produk dengan rendemen yang tinggi reaksi harus berjalan ke arah produk, sehingga salah satu reaktan harus dibuat berlebih agar reaksi dapat berjalan ke arah produk atau dengan kata lain menaikkan konversi kesetimbangan [4]. Dalam kasus ini asam asetat dipilih sebagai reaktan berlebih agar dapat memangkas biaya produksi.

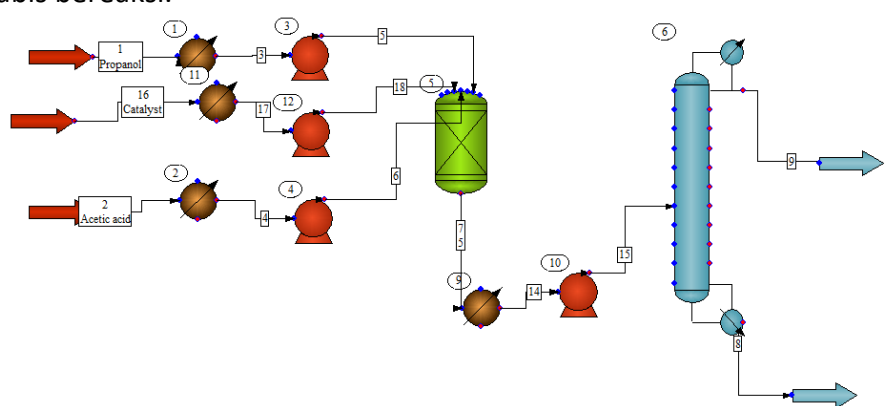
Reaksi esterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat sehingga membutuhkan katalis untuk menunjang kecepatan reaksi [5]. Terdapat dua jenis katalis yang digunakan

dalam pembuatan propil asetat, yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. H_2SO_4 adalah salah satu katalis homogen, H_2SO_4 dapat larut dalam air dalam setiap kepekatan merupakan satu fase dengan pereaksi [6]. Salah satu katalis heterogen yaitu *Amberlyst-15*, katalis ini memiliki beberapa kelebihan dari katalis homogen, antara lain: mudah dipisahkan, mudah di regenerasi, memiliki efektifitas tinggi, nontoksik serta mudah didapatkan [7]. Tetapi dalam sisi ekonomi katalis homogen lebih baik daripada katalis heterogen, sehingga untuk memangkas biaya selama produksi dipilih katalis homogen.

2.2. Penentuan Kondisi Optimum Simulasi

Langkah diawali dengan membuat jendela baru pada perangkat lunak ChemCAD kemudian langkah selanjutnya yaitu memasukan komponen yang dibutuhkan untuk proses dan pemilihan model termodinamika berupa NRTL (*Non Random Two Liquid*).

Pada tahap selanjutnya yaitu memasukan komposisi dari reaktan dan katalis, pada penelitian ini untuk propanol, asam asetat dan katalis masing–masing sebesar yaitu, 55 kmol/jam, 71 kmol/jam dan 0,34 kmol/jam semua dalam suhu $25^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Selanjutnya masing–masing aliran diumpankan ke reaktor *equilibrium* dengan pengaturan konversi 85% dan karena reaksi terjadi secara *reversible* maka pada kolom *number of reaction* di isi dengan angka 2. Selanjutnya keluaran reaktor diumpankan ke dalam kolom distilasi untuk dipisahkan antara produk utama dan pengotornya beserta sisa–sisa reaktan yang tidak habis bereaksi.



Gambar 1. Desain proses pada *software* simulasi ChemCAD

2.3. Penentuan Kondisi Optimum pada Kolom Distilasi

Proses pemisahan untuk mendapatkan produk utama terjadi pada kolom distilasi. Pada kolom ini dilakukan *trial and error* suhu umpan kolom distilasi dari $65^\circ C$ hingga $85^\circ C$ dalam tekanan 1 atm dan fraksi propil asetat pada produk bawah 0,01 dengan harapan agar jumlah propil asetat di produk atas lebih banyak. Komposisi aliran masuk kolom distilasi dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah sedangkan untuk kondisi dalam kolom dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data aliran masuk kolom distilasi

Aliran Masuk Kolom Distilasi		
Suhu	Variabel (65 – 85)	°C
Tekanan	1	atm
<i>Total flow</i>	7632,076	kg/jam
Propanol	495,7919	kg/jam
Asam Asetat	1486,312	kg/jam
Air	842,2012	kg/jam
Asam Sulfat	33,0528	kg/jam

Tabel 2. Data kolom distilasi

Kolom Distilasi SCDS			
Data	Spesifikasi		
Jumlah <i>stage</i>	14	<i>Reflux Ratio</i>	0,55
<i>Stage</i> kolom	8	Fraksi propil asetat <i>bottom</i>	0,1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari simulasi proses dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 dapat diketahui pengaruh suhu umpan terhadap fraksi propil asetat, total laju alir dalam massa dan kerja *reboiler*. Suhu umpan berbanding lurus dengan total massa yang dihasilkan pada produk atas kolom distilasi. Berbeda dengan fraksi dan kerja *reboiler*, semakin tinggi suhu umpan yang diberikan semakin kecil fraksi propil asetat yang didapatkan dan kerja *reboiler* yang diberikan.

Tabel 3. Hasil simulasi dengan variabel suhu umpan

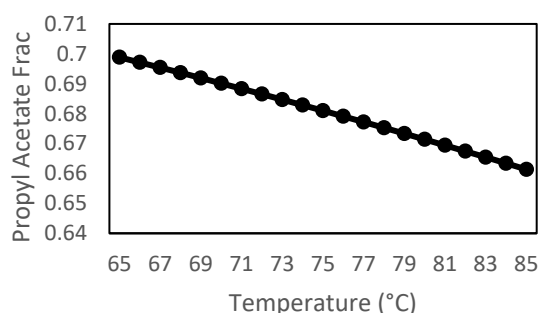
<i>Feed Temp</i> (°C)	<i>Reboiler Duty</i> (MJ/h)	<i>Propyl Acetate</i> <i>Frac</i>	<i>Top Product Mass rate</i> (kg/jam)
65	1474.6	0.698829	1064.13
66	1462.46	0.697124	1066.8
67	1450.32	0.695402	1069.5
68	1438.19	0.69366	1072.26
69	1426.12	0.691902	1075.05
70	1414.02	0.690126	1077.89
71	1401.96	0.688333	1080.76
72	1389.92	0.686522	1083.69
73	1377.87	0.68469	1086.66
74	1365.89	0.682845	1089.67
75	1353.89	0.68098	1092.73
76	1341.94	0.679096	1095.84
77	1329.97	0.677196	1098.99
78	1318.05	0.675276	1102.2
79	1306.16	0.673339	1105.45
80	1294.28	0.671385	1108.75
81	1282.42	0.669411	1112.11
82	1270.61	0.667424	1115.5
83	1258.79	0.665416	1118.96

84	1247.01	0.663391	1122.47
85	1235.26	0.661348	1126.02

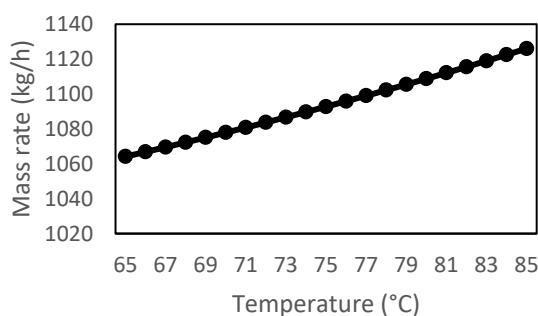
Tabel 4. Komponen *top product* dan *bottom product*

Component	Top	Bottom
Acetic acid	0.3366706	17.1051
Water	0.00198171	7.624912
N-Propyl Acetate	0.6613477	1.50638
Sulfuric Acid	1.73E-21	73.76361
N-Propanol	0	0

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa fraksi propil asetat semakin menurun seiring dengan kenaikan suhu pada *feed*, hal ini dikarenakan suhu *feed* yang diberikan terlalu tinggi, sehingga sebelum masuk kolom distilasi campuran sudah banyak yang siap berubah fase menjadi uap, dan ketika campuran tersebut masuk kolom distilasi akan berubah menjadi uap karena menerima panas dari dalam kolom distilasi. Pada Gambar 2 dan Tabel 4 juga dapat diketahui bahwa propil asetat tidak sepenuhnya terpisah dari pengotornya, hal ini disebabkan karena propil asetat memiliki titik didih yang berdekatan dengan asam asetat, sehingga dari data tersebut dapat diketahui untuk mendapatkan produk yang mengandung propil asetat murni tidak cukup hanya menggunakan hanya satu kolom distilasi, karena masih terdapat pengotor yang masih terikut.

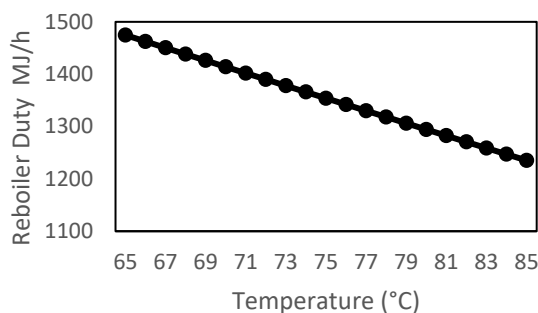
**Gambar 2.** Grafik suhu terhadap fraksi propil asetat

Gambar 3 menunjukkan pengaruh suhu terhadap total massa produk atas kolom distilasi yang dihasilkan, dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan maka semakin tinggi juga total produk yang dihasilkan, hal ini dikarenakan pemanasan pada zat cair dapat meningkatkan volume ruang gerak zat cair sehingga ikatan-ikatan antara molekul zat cair menjadi tidak kuat dan akan mengakibatkan semakin mudahnya molekul zat cair tersebut melepaskan diri dari kelompoknya yang terdeteksi sebagai penguapan [8].



Gambar 3. Grafik suhu terhadap massa total produk atas

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu umpan maka kerja *reboiler* akan semakin lebih ringan, hal itu dikarenakan ketika suhu umpan tinggi maka *liquid* akan lebih panas dan lebih mudah untuk berubah fase ke fase uap, sehingga hal itu dapat meringankan beban *reboiler* dalam pemisahan campuran untuk merubah fase dari *liquid* menjadi *vapor*.



Gambar 4. Grafik suhu terhadap kerja *reboiler*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Propil asetat murni tidak bisa didapatkan hanya dengan menggunakan satu tahap pemisahan, dibutuhkan tahap pemisahan lagi untuk mendapatkan produk propil asetat dengan kemurnian tinggi. Pada percobaan ini didapatkan hasil terbaik pada suhu 65°C dengan fraksi propil asetat sebesar 0,6988 dan produk total yang dihasilkan sebesar 106,13 kg/jam dalam tekanan 1 atm.

REFERENSI

- [1] Haynes, W.M. (ed.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 91st ed. Boca Raton, FL: CR C Press Inc., 2010-2011, p. 3-442.
- [2] Wibowo, A. A., Lusiani, C. E., Ginting, R. R., dan Hartanto, D. 2018. Simulasi ChemCAD: Studi Kasus Distilasi Ekstraktif pada Campuran Terner n-Propil Asetat/n-Propanol/Air. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*.
- [3] Putra, D.A.T., 2014 Rancang Bangun Alat Distilasi Oli Bekas (Perawatan Dan Perbaikan), Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [4] Setywardhani, DA., Distantina, S., Budiyanto, R., Swarte, W., 2013, Penggeseran Reaksi Kesetimbangan Hidrolisis Minyak dengan Pengambilan Gliserol untuk Memperoleh Asam Lemak Jenuh dari Minyak Biji Karet, *EKUILIBRIUM*, Vol. 12 No. 2, Juli, Hal 63 – 67.

- [5] Fakhry, M.N., Rahayu, S.S., 2016, Pengaruh Suhu pada Esterifikasi Amil Alkohol dengan Asam Asetat Menggunakan Asam Sulfat sebagai Katalisator, *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 10, No. 2, Hal 64 – 69.
- [6] Sukardjo, 1997, *Kimia Fisika*, Rineka Cipta, Jakarta.
- [7] Rena, H.X., Yinga, Han-Jie., Ouyanga, Ping-Kai., Xuc, Ping., Liu, L.J., 2013, Catalyzed Synthesis of Poly (L-Lactic Acid) by Macroporous Resin Amberlyst15 Composite Lactate Utilizing Melting Polycondensation, *Journal of Molecular Catalyst A*, - Vol. 37, Hal. 22-29
- [8] Adana, S.I., Pujiastuti, Y.A., Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, *Jurnal Chemurgy*, Vol. 01, No. 1, Juni, Hal 31 – 35.