

PENGARUH TEKANAN DAN JUMLAH DMSO TERHADAP PEMURNIAN PROPIL ASETAT PADA DISTILASI EKSTRAKTIF MENGGUNAKAN SIMULASI CHEMCAD 7.1.5

Emma Ismi Hanifa dan Christyfani Sindhuwati

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
emmaismi11@gmail.com, [c.sindhuwati@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan jaman, propil asetat sebagai bahan kimia masih sangat dibutuhkan untuk bahan penunjang di dunia industri di Indonesia. Kegunaan propil asetat selain untuk bahan baku percetakan juga sebagai bahan baku dalam pembuatan cat. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan propil asetat dengan kemurnian minimal sebesar 99%. Pemurnian produk dilakukan dengan menggunakan distilasi ekstraktif karena mampu memisahkan *liquid-liquid* yang sulit dipisahkan akibat titik didih yang berdekatan (azeotropik). Simulasi pada proses produksi propil asetat menggunakan ChemCAD dilakukan untuk mengoptimalkan kemurnian propil asetat. Simulasi difokuskan pada variasi kebutuhan DMSO dan kondisi operasi tekanan. Jumlah kebutuhan DMSO (3800, 4100, 4400, 4700, 5000, 5300, 5600, 5900, 6200) kg/jam dan variasi tekanan (1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8) atm. Hasil yang didapatkan semakin tinggi tekanan semakin rendah kemurnian propil asetat dan semakin banyak jumlah DMSO yang ditambahkan semakin tinggi kemurnian propil asetat. Simulasi yang telah dilakukan dengan tekanan optimum sebesar 1 atm dan jumlah DMSO sebanyak 6200 kg/jam mampu menghasilkan propil asetat pada *top product* dengan kemurnian 99,97%.

Kata kunci: Propil Asetat, ChemCAD, Distilasi, Distilasi Ekstraktif

ABSTRACT

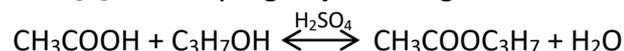
Along with the development of propyl acetate as a chemical, it is still very much needed for supporting materials in the industrial world in Indonesia. The use of propyl acetate as beside raw material to printing is also a raw material in paint manufacture. This study aimed to obtain propyl acetate with a minimum purity of 99%. Purification of the product is carried out using extractive distillation because it is able to separate liquids that are difficult to separate due to adjacent boiling points (azeotropic). The simulation in the process of propyl acetate production using ChemCAD simulation is proposed to optimize the purity of propyl acetate. The simulation is focused on the variation of DMSO requirements and pressure operating conditions. Total DMSO requirements (3800, 4100, 4400, 4700, 5000, 5300, 5600, 5900, 6200) kg/h and pressure variations (1; 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.4; 1.5 1,6, 1,7; 1,8) atm. The results obtained is the higher the pressure the lower the purity of propyl acetate and the more amount of DMSO added the higher the purity of propyl acetate. Simulations that have been carried out with an optimum pressure of 1 atm and a total DMSO of 4000 kg/h can produce propyl acetate on top products with purity of 99.39%.

Keywords: Propyl Acetate, ChemCAD, Distillation, Extractive Distillation

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman di Indonesia propil asetat sebagai bahan kimia masih sangat dibutuhkan untuk bahan penunjang di dunia industri. Propil asetat merupakan senyawa ester yang banyak digunakan dalam industri cat, industri percetakan, industri thinner, dan industri lem karet [1]. Pembentukan ester dilakukan dengan proses reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi adalah reaksi pembentukan dengan cara merefluks asam karboksilat bersama alkohol menggunakan katalis asam [2].

Propil Asetat dihasilkan dengan cara mereaksikan asam asetat dan propanol dengan bantuan katalis asam sulfat [3]. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil reaksi esterifikasi selain menghasilkan propil asetat sebagai produk utama juga akan menghasilkan produk samping berupa air. Berdasarkan hal tersebut adanya proses pemurnian propil asetat berperan penting untuk mendapatkan kemurnian terbaik dari produk yang dihasilkan dengan jumlah air yang minim.

Komponen-komponen penyusun dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didih menggunakan proses distilasi. Namun proses distilasi sederhana tidak dapat digunakan karena titik didih antar komponennya berdekatan (azeotropik) [4]. Proses pemisahan yang tepat untuk digunakan yaitu pemisahan menggunakan distilasi ekstraktif. Distilasi ekstraktif adalah pemisahan campuran yang tidak ideal, termasuk titik didih yang berdekatan dan campuran volatilitas relatif rendah [5]. Proses pemisahan pada distilasi ekstraktif dibantu dengan menambahkan *solvent* [6]. *Solvent* yang dapat digunakan salah satunya yaitu DMSO. Kelebihan DMSO selain murah dan mudah didapatkan yaitu bersifat non-korosif, stabil pada suhu operasi di kolom distilasi dan mudah dipisahkan dari produk yang diinginkan [7].

Hasil terbaik pada produk disebabkan faktor kondisi operasi yang tepat dalam proses distilasi. Sehingga pada penelitian kali ini dalam memberikan efisiensi proses pemurnian produk propil asetat, dilakukan simulasi dengan menggunakan ChemCAD untuk menentukan kondisi operasi terbaik dengan melakukan *trial* tekanan dan jumlah DMSO. Penggunaan DMSO sebagai *solvent* diharapkan mampu memecah titik azeotrop pada proses pemisahan menggunakan distilasi ekstraktif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan optimasi yang menggunakan perangkat lunak ChemCAD 7.1.5 sehingga tingkat kemurnian dari produk yang diinginkan mampu didapatkan secara optimal. Kemurnian optimal didapatkan dengan melakukan *trial* pada kondisi operasi berupa tekanan dan jumlah DMSO yang ditambahkan. *Trial* tekanan dilakukan dari tekanan 1 atm dan *trial* jumlah DMSO ditambahkan mulai dari 3800 kg/jam.

2.1 Properti Termodinamika

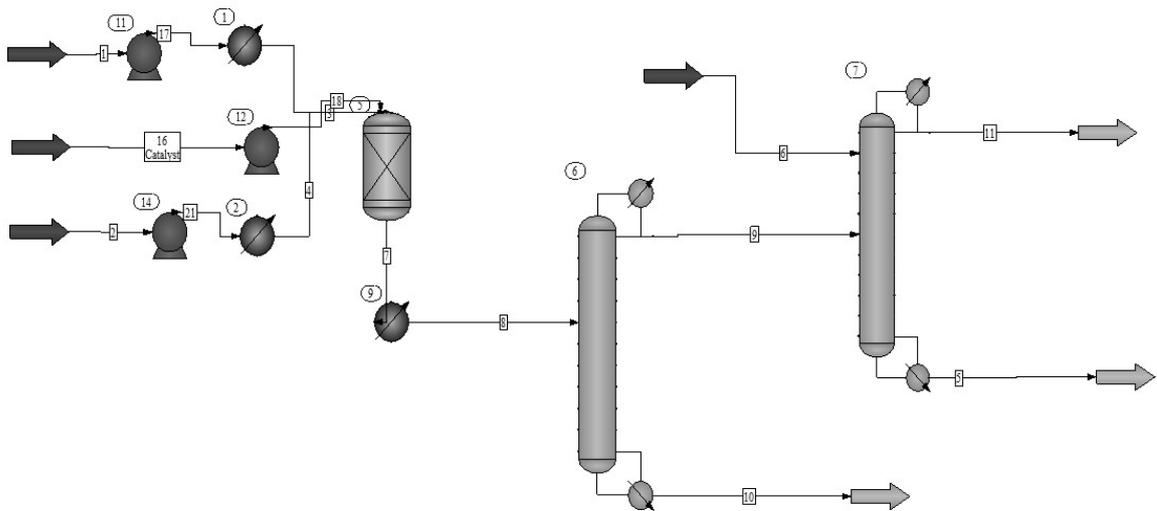
Properti termodinamika yang digunakan untuk kesetimbangan uap cair pada bahan-bahan yang terlibat digunakan NRTL (*Non Random Two Liquid*) [4]. NRTL merupakan model yang paling banyak digunakan untuk menghubungkan data kesetimbangan pada 40 sistem dan dapat mengkorelasi kesetimbangan uap-cair dan cair-cair dengan baik sesuai dengan karakteristik NRTL yang sesuai untuk sistem polar tekanan rendah [8].

2.2 Deskripsi Overall

Pada deskripsi overall terdapat 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap simulasi proses produksi propil asetat secara keseluruhan, dan *trial* variasi kebutuhan DMSO dan tekanan.

Tahap pertama yaitu membuka perangkat lunak ChemCAD yang dilanjutkan dengan pemilihan komponen melalui “*select componen*” untuk menginputkan komponen berupa propil asetat, propanol, asam sulfat, asam asetat, dan air.

Langkah selanjutnya sebelum melakukan *trial* tekanan dan jumlah DMSO untuk mendapatkan hasil yang optimum dalam pemisahan propil asetat, terlebih dahulu diawali dengan simulasi proses produksi propil asetat secara keseluruhan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian pembuatan propil asetat menggunakan simulasi ChemCAD

Pada Gambar 1. reaktan berupa propanol, asam asetat dan asam sulfat akan masuk ke preheater untuk dinaikkan suhunya hingga 90°C dan dipompakan menuju reaktor. Pada reaktor terjadi proses esterifikasi dan produk yang dihasilkan berupa propil asetat, air, asam sulfat, dan masih terdapat sedikit asam asetat dan propanol yang selanjutnya diumpangkan ke kolom distilasi pertama melalui pemanasan hingga suhu 100°C . Hasil distilasi pertama yaitu distilat berupa propil asetat, air, dan sedikit propanol.

Proses akan difokuskan pada kolom distilasi kedua yaitu kolom distilasi ekstraktif (*Equipment 7*) untuk memisahkan propil asetat dari komponen-komponen yang memiliki titik didih berdekatan diantaranya propanol, asam asetat dan air dengan bantuan DMSO.

Aliran 9 merupakan aliran masuk kolom, sedangkan aliran 11 merupakan aliran *top product*.

Komposisi aliran 9 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi operasi dan komponen aliran masuk kolom 7

Aliran 9		
Suhu	80,323	°C
Total flow	5225,854	kg/jam
Propil Asetat	4421,416	kg/jam
Propanol	24,398	kg/jam
Asam Asetat	0,318	kg/jam
Air	779,722	kg/jam

Berdasarkan komposisi bahan yang masuk menuju kolom distilasi, terdapat propanol dan air yang terikat sehingga perlu ditambahkan *solvent* berupa DMSO dari aliran yang berbeda untuk mengikat propanol dan mempermudah pemisahan antara propanol dan air dari propil asetat pada distilasi ekstraktif.

Pada proses distilasi ekstraktif variasi yang akan digunakan yaitu kebutuhan DMSO dan tekanan. Variasi dari kebutuhan DMSO dapat dilihat pada Tabel 2. sedangkan variasi tekanan dapat dilihat pada Tabel 3. Variasi kebutuhan DMSO dan tekanan bertujuan mendapatkan tekanan dan jumlah DMSO terbaik. Terbaik ditandai dengan kemurnian propil asetat yang didapatkan.

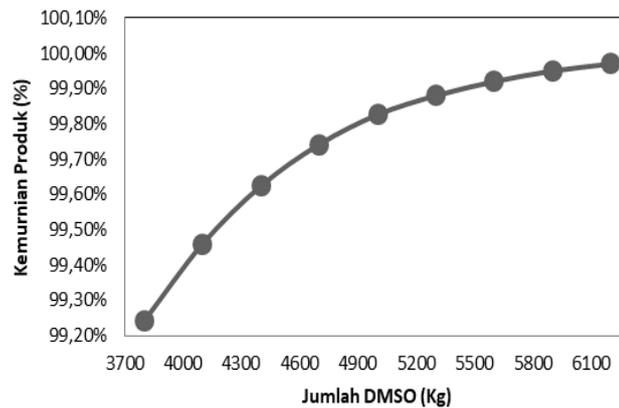
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi pada kolom distilasi ekstraktif menggunakan ChemCAD dengan variabel jumlah DMSO dilakukan dari massa 3800 kg/jam hingga 6200 kg/jam. *Trial* jumlah DMSO pada tekanan 1 atm dihentikan saat kemurnian pada produk akhir tercapai sebesar 99,97%. Jika *trial* dilakukan lebih dari 6200 kg/jam maka kolom distilasi (*equipment 7*) akan *unconverged* sehingga dapat diketahui jumlah DMSO maksimal yang dapat digunakan yaitu 6200 kg/jam untuk mendapatkan massa propil asetat sebanyak 4420,1600 kg/jam. Tabel simulasi kolom distilasi dengan *trial* jumlah DMSO dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi kolom distilasi dengan jumlah DMSO pada tekanan 1 atm

No	Jumlah DMSO (kg/jam)	Kemurnian (b/b)	Mass Flow Top Product (kg/jam)			
			Propyl Acetate	Water	DMSO	Total
1	3800	99,24%	4420,4920	33,7286	0,0003	4454,2210
2	4100	99,46%	4420,4470	23,8598	0,0004	4444,3080
3	4400	99,62%	4420,4030	16,6592	0,0004	4437,0630
4	4700	99,74%	4420,3620	11,4392	0,0005	4431,8020
5	5000	99,83%	4420,3200	7,7097	0,0006	4428,0300
6	5300	99,88%	4420,2800	5,0852	0,0006	4425,3660
7	5600	99,92%	4420,2390	3,2818	0,0007	4423,5220
8	5900	99,95%	4420,2000	2,0743	0,0007	4422,2750
9	6200	99,97%	4420,1600	1,2861	0,0008	4421,4470

Pada Tabel 2. diatas dapat dilihat pengaruh jumlah DMSO terhadap kemurnian *product*, massa masing-masing komponen dan total massa pada *top product*. Pengaruh jumlah DMSO yang semakin banyak menyebabkan massa propil asetat semakin sedikit yaitu dengan jumlah DMSO 3800 kg/jam mendapatkan massa produk sebesar 4420,4920 kg/jam yang kemudian berkurang hingga massa menjadi 4420,1600 kg/jam dengan jumlah DMSO sebanyak 6200 kg/jam. Grafik pengaruh jumlah DMSO terhadap kemurnian produk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh penambahan jumlah DMSO terhadap kemurnian produk propil asetat

Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah DMSO yang ditambahkan semakin tinggi kemurnian propil asetat atau dapat dikatakan jumlah DMSO berbanding lurus terhadap kemurnian produk hingga kemurnian produk mencapai 99,97%. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah DMSO yang ditambahkan semakin banyak komponen yang terikat [4]. Namun penambahan DMSO setiap kenaikan 300 kg/jam yang telah dilakukan menyebabkan massa pada *top product* terutama propil asetat semakin berkurang.

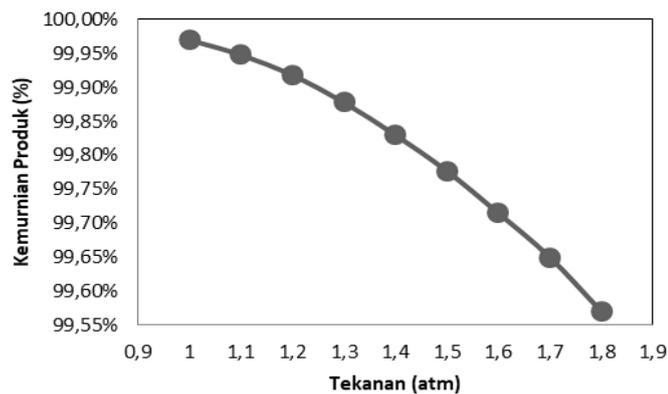
Selain itu, disetiap kenaikan 300 kg/jam menyebabkan penurunan air pada *top product*. Hal tersebut disebabkan karena kemampuan DMSO dalam mengikat air, sehingga semakin banyak DMSO yang ditambahkan, semakin banyak air yang terikat pada *bottom product* dan menghasilkan air yang lebih sedikit pada *top product*. Selain penambahan DMSO, kemurnian propil asetat juga disebabkan oleh tekanan yang dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi kolom distilasi dengan variabel tekanan saat DMSO 6200 kg/jam.

No	Tekanan (atm)	Kemurnian (b/b)	Mass Flow Top Product (kg/jam)			
			Propyl Acetate	Water	DMSO	Total
1	1	99,97%	4420,1600	1,2861	0,0008	4421,4470
2	1,1	99,95%	4420,1610	2,2745	0,0011	4422,4370
3	1,2	99,92%	4420,1610	3,6323	0,0015	4423,7950
4	1,3	99,88%	4420,1630	5,3635	0,0019	4425,5280
5	1,4	99,83%	4420,1630	7,4543	0,0025	4427,6200
6	1,5	99,78%	4420,1650	9,8818	0,0031	4430,0500
7	1,6	99,72%	4420,1670	12,6175	0,0038	4432,7880
8	1,7	99,65%	4420,1680	15,6314	0,0045	4435,8040
9	1,8	99,57%	4420,1690	18,8951	0,0053	4439,0700

Data yang telah di peroleh berdasarkan simulasi pada perangkat lunak ChemCAD massa propil asetat tertinggi didapatkan sebesar 4420,1690 kg/jam pada tekanan yang semakin tinggi yaitu 1,8 atm, yang berarti hubungan antara tekanan dan top product berbanding lurus. Begitu juga dengan air pada *top product* yang semakin bertambah ketika tekanan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena dengan adanya kenaikan tekanan maka kandungan air pada saat proses akan bertambah dalam jumlah tertentu [9].

Berbeda dengan pengaruh kenaikan tekanan terhadap kemurnian propil asetat yang berbanding terbalik yaitu semakin tinggi tekanan kemurnian propil asetat semakin berkurang dari 99,97% hingga menjadi 99,57%. Penurunan persen kemurnian diakibatkan semakin banyaknya komponen propil asetat yang terpisah pada tekanan yang semakin tinggi sehingga kemurnian propil asetat dapat berkurang [10]. Hal tersebut dapat di lihat pada Gambar 3. Dimana pada tekanan optimum sebesar 1 atm mampu menghasilkan kemurnian tertinggi sebanyak 99,97%.

**Gambar 3.** Pengaruh perubahan tekanan terhadap kemurnian produk propil asetat

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penentuan kondisi optimum dalam pemurnian produk propil asetat menggunakan distilasi ekstraktif dengan bantuan simulasi ChemCAD 7.1.5 dapat disimpulkan bahwa, kondisi tekanan optimum sebesar 1 atm dan jumlah DMSO sebanyak 6200 kg/jam, mampu menghasilkan kemurnian produk 99,97% dan jumlah produk sebanyak 4420,1600 kg/jam.

REFERENSI

- [1] Sutikdja, L.W., Stahl, W., Sironneau, V., Nguyen, H.V.L., Kleiner, I., 2016, *Structure and Internal Dynamics of N-propyl Acetate Studied by Microwave Spectroscopy and Quantum Chemistry*. Chem. Phys, Vol. 663, 145–149.
- [2] Organik, K., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Mada, U.G., 2019, *Refdes Kombinasi Alat Refluks dan Distilasi, Upaya Efisiensi Proses Refluks dan Distilasi untuk Praktikum Kimia Organik*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Vol. 2, No.1, 41–46.
- [3] Sibarani, T., 2014, *Prarancangan Pabrik Propil Asetat dari Asam Asetat dan Propanol dengan Sulphuric Acid sebagai Katalis Kapasitas 30.000 Ton/Tahun (Prancangan Reaktor-202 (RE-201))*. 0–1.
- [4] Wibowo, A.A., Lusiani, C.E., Ginting, R.R., Hartanto, D., 2018, *Simulasi ChemCAD: Studi Kasus Distilasi Ekstraktif pada Campuran Terner n-Propil Asetat/n-Propanol/Air*, Teknik Kimia dan Lingkungan, Vol. 2, No. 2, 75-83.
- [5] Gerbaud, V., Rodriguez-Donis, I., Hegely, L., Lang, P., Denes, F., You, X.Q., 2019, *Review of Extractive Distillation. Process Design, Operation, Optimization and Control*, Chemical Engineering Research and Design, Vol. 141, 229–271.
- [6] Medina-Herrera, N., Grossmann, I.E., Mannan, M.S., Jiménez-Gutiérrez, A., 2014, *An Approach for solvent Selection in Extractive Distillation Systems Including Safety Considerations*, Ind. Eng. Chem. Res, Vol 53, No. 30, 12023–12031.
- [7] Bala, P.K., 2015, *Steady State Simulation of Extractive Distillation System Using Aspen Plus*. Department of Chemical Engineering, National Institute of Technology, Rourkela.
- [8] Hartanto, D., 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, Vol. 8, No. 1, 1–11.
- [9] Pambudi, F.K., Nuriana, W., Hantarum, 2018, *Pengaruh Tekanan terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran pada Biobriket Limbah Kayu Sengon*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Vol. 6, 547–554.
- [10] Supardan, M.D., Ermaya, D., Meilina, H., Sulaiman, I., Safriani, N., 2010, *Pengaruh Kondisi Proses Distilasi Vakum terhadap Peningkatan Konsentrasi Sitral Minyak Sereh Dapur (Lemongrass Oil)*, Program Studi Magister Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Vol. 21, 175–180.