

SIMULASI *PRE-PRESSURE SWING DISTILLATION* PADA METIL ASETAT MENGGUNAKAN CHEMCAD

Mella Frandista Kumalasari, Agung Ari Wibowo

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
mellafrandista@gmail.com, [\[agung.ari@polinema.ac.id\]](mailto:agung.ari@polinema.ac.id)

ABSTRAK

Metil asetat merupakan senyawa yang terbentuk dari proses esterifikasi dengan bahan baku asam asetat dan metanol. Produk yang terbentuk berupa produk campuran sehingga perlu dilakukan pemisahan untuk memperoleh metil asetat murni. Pemisahan menggunakan distilasi. Pada produk campuran tersebut, metil asetat dan metanol membentuk azeotrop. Komponen azeotrop tidak bisa dipisahkan dengan distilasi sederhana sehingga diperlukan metode lain untuk pemisahannya yaitu *pressure swing distillation*. Sebelum masuk *pressure swing distillation*, pemisahan dilakukan pada *pre-pressure swing distillation* terlebih dahulu. Optimasi *pre-pressure swing distillation* untuk mendapatkan suhu *feed* terbaik pada proses tersebut. Simulasi menggunakan ChemCAD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu *feed* optimum adalah 50°C dengan fraksi mol metil asetat 0,110462, laju alir metil asetat 1903,37 kg/h, dan energi *reboiler* 12876900 kJ/h.

Kata kunci: ChemCAD, distilasi, metil asetat, suhu *feed*

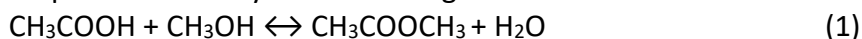
ABSTRACT

Methyl acetate is a compound formed from the esterification process with raw materials of acetic acid and methanol. Products formed containing mixed products so it must be separated to obtain pure methyl acetate. Separation using distillation. In these mixed products, methyl acetate and methanol form azeotrope. The azeotrop component cannot be separated by simple distillation. Another method is needed to separate it namely the pressure swing distillation. Before it is fed to the pressure swing distillation, it is first separated in the pre-distillation swing pressure. Optimization of pre-pressure swing distillation is done to get the best feed temperature in the process. Simulation using ChemCAD. The results of this study indicate that the optimal feed temperature is 50°C with a mole fraction of methyl acetate 0,110462, the mass rate of methyl acetate 1903.37 kg/h, and reboiler energy 12876900 kJ/h.

Keywords: ChemCAD, distillation, methyl acetate, feed temperature

1. PENDAHULUAN

Metil asetat merupakan senyawa golongan ester karboksilat yang memiliki rumus $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$. Metil asetat merupakan cairan berwarna netral dan memiliki bau seperti ester. Kegunaan metil asetat dalam industri kimia yaitu sebagai pelarut (*solvent*) dalam pembuatan cat, *varnish*, *lacquer*, *adhesives* dan resin *cyclohexane* [1]. Pembuatan metil asetat dilakukan dalam reaktor melalui proses esterifikasi dengan bahan baku asam asetat dan metanol. Reaksi pembentukannya adalah sebagai berikut :



Pada reaksi ini diperlukan katalis untuk meningkatkan kecepatan reaksi. Katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 . Penelitian yang dilakukan oleh Ganesh [2], konversinya sebesar

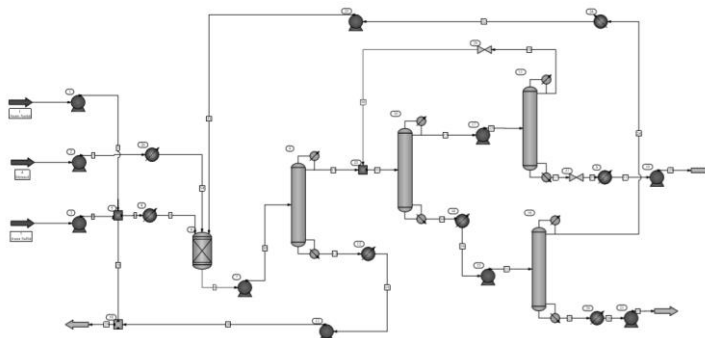
70% dengan waktu reaksi 2 jam, suhu 50°C, dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari reaktor berupa campuran metil asetat dan air. Selain itu, produk tercampur dengan katalis dan bahan baku yang tidak bereaksi (asam asetat dan metanol). Produk campuran tersebut dimasukkan ke *pre-pressure swing distillation* (distilasi sebelum masuk *pressure swing distillation*). Metil asetat yang keluar dari *pre-pressure swing distillation* ini belum murni karena metil asetat dan metanol membentuk azeotrop. Komponen azeotrop tidak bisa dipisahkan menggunakan distilasi konvensional [3].

Ada beberapa metode yang digunakan untuk pemisahan komponen azeotrope yaitu *pressure swing distillation* dan distilasi ekstraktif [4]. *Pressure swing distillation* menggunakan dua kolom distilasi dengan tekanan yang berbeda untuk memisahkan campuran azeotrope yaitu *Low Pressure Column* (LPC) dan *High Pressure Column* (HPC). Distilasi ekstraktif merupakan metode pemisahan campuran azeotrope dengan menggunakan tambahan komponen ketiga atau *solvent*. Titik didih *solvent* lebih tinggi dari komponen yang akan dipisahkan [5]. Oleh karena itu, produk dari *pre-pressure swing distillation* dimasukkan ke *pressure swing distillation* untuk mendapatkan produk metil asetat yang murni. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kondisi operasi yang baik untuk mendapatkan produk metil asetat dengan kemurnian tinggi. Simulasi menggunakan ChemCAD dengan variasi suhu *feed* pada *pre-pressure swing distillation*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian bertujuan menentukan kondisi terbaik pada *pre-pressure swing distillation* untuk mendapatkan metil asetat murni. Simulasi menggunakan ChemCAD dengan variasi suhu *feed* 25-65°C dengan interval 5°C. Hasil dari simulasi digunakan untuk mengetahui pengaruh suhu *feed* terhadap kemurnian metil asetat, total *mass rate*, dan energi *reboiler*.

Rangkaian proses untuk simulasi dapat dilihat pada Gambar 1. Asam asetat, metanol, dan asam sulfat dengan suhu 25°C dipanaskan hingga 50°C. Selanjutnya, *feed* tersebut diumpungkan ke reaktor. Reaktor yang digunakan pada simulasi ini adalah reaktor ekuilibrium dengan suhu operasi 50°C dan tekanan 1 atm. Hasil reaksi berupa campuran metil asetat, air, asam asetat dan metanol yang tidak terkonversi serta asam sulfat yang tidak ikut bereaksi. Produk campuran tersebut diumpungkan ke *pre-pressure swing distillation*. Produk bawah dari kolom distilasi ini berupa campuran asam asetat, asam sulfat, dan sedikit air. Produk atas menghasilkan campuran metil asetat, metanol, air, dan sedikit asam asetat. Pada tekanan 1 atm, metil asetat dan metanol membentuk azeotrop sehingga pemisahannya dilakukan dengan metode *pressure swing distillation*. Tekanan yang digunakan pada masing-masing kolom yaitu *Low Pressure Column* (LPC) 1 atm dan *High Pressure Column* (HPC) 11 atm [6]. Produk dari *pressure swing distillation* berupa metil asetat dengan kemurnian tinggi.



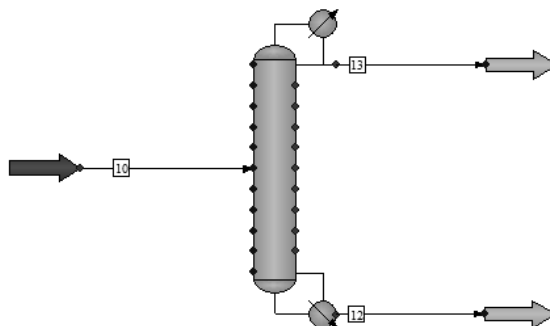
Gambar 1. Diagram alir pembuatan metil asetat

Pada proses simulasi *pre-pressure swing distillation*, langkah pertama yaitu memilih komponen. Komponen yang digunakan adalah asam asetat, asam sulfat, metanol, air, dan metil asetat. Selanjutnya memilih model termodinamika. Pada penelitian ini menggunakan model termodinamika NRTL [5]. Kolom distilasi diinputkan dalam lembar kerja. Feed dan kondisi operasi disesuaikan pada simulasi *over all* (Gambar 1). Simulasi menggunakan fitur *Sensitivity Study* untuk mempermudah dalam pengambilan data.

Tabel 1. Parameter Interaksi Biner dari beberapa komponen yang terlibat dalam simulasi

Komponen 1	Komponen 2	B_{ij}^*	B_{ji}^*	α^*
Asam Asetat	Metanol	54.4026	-78.8397	0.3067
Asam Asetat	Metil Asetat	-398.462	733.375	0.3026
Asam Asetat	Air	-110.568	424.019	0.2997
Metanol	Metil Asetat	223.376	146.111	0.296
Metanol	Air	-24.4933	307.166	0.3001
Metil Asetat	Air	442.401	860.256	0.383
Air	Asam sulfat	-1228.66	-1894.25	0.243

*Tersedia dalam database ChemCAD



Gambar 2. Simulasi *pre-pressure swing distillation*

Tabel 2. Data awal yang diinput pada simulasi

Aliran 10		
Tekanan	1	atm
Laju Alir total	8838,83	kg/h
Asam Asetat	623,78	kg/h
Metanol	5802,20	kg/h
Asam Sulfat	41,67	kg/h
Metil Asetat	1903,37	kg/h
Air	467,81	kg/h

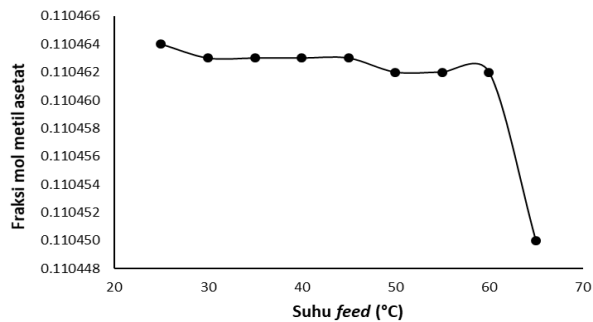
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi *pre-pressure swing distillation* pada proses pemurnian metil asetat dapat dilihat pada Tabel 3. Pengaruh suhu *feed* terhadap kemurnian metil asetat ditunjukkan pada Gambar 3, fraksi mol metil asetat semakin rendah ketika suhu *feed* semakin tinggi. Sedangkan dari Gambar 4, perubahan suhu *feed* tidak memberikan pengaruh terhadap laju

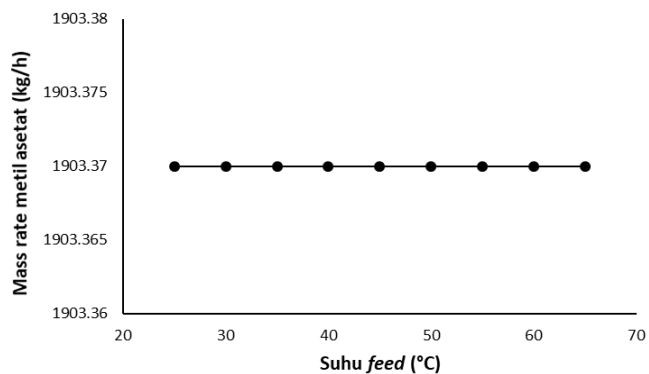
alir metil asetat pada bagian atas kolom. Metil asetat memiliki titik didih yang rendah (57,05°C pada tekanan 1 atm) sehingga metil asetat mudah menguap meskipun suhu *feed* dinaikkan atau diturunkan. Dari hasil simulasi, *feed* metil asetat 100% teruapkan menjadi produk atas sehingga produk bawah tidak mengandung metil asetat. Hal ini dibuktikan dengan melihat Tabel 2 dan Gambar 2, metil asetat yang diumpungkan ke kolom *pre-pressure swing distillation* (aliran 10) adalah 1903,37 kg/h dan Tabel 3 menunjukkan bahwa metil asetat yang keluar dari kolom (aliran 13) adalah 1903,37 kg/h.

Tabel 3. Hasil simulasi *pre-pressure swing distillation*

Suhu <i>feed</i> (°C)	Frakasi Mol Metil Asetat	Mass Rate Metil Asetat (kg/h)	Energi Reboiler (kJ/h)
25	0,110464	1903,37	13433000
30	0,110463	1903,37	13324100
35	0,110463	1903,37	13214200
40	0,110463	1903,37	13103100
45	0,110463	1903,37	12990600
50	0,110462	1903,37	12876900
55	0,110462	1903,37	12761800
60	0,110462	1903,37	12645300
65	0,110450	1903,37	8760140

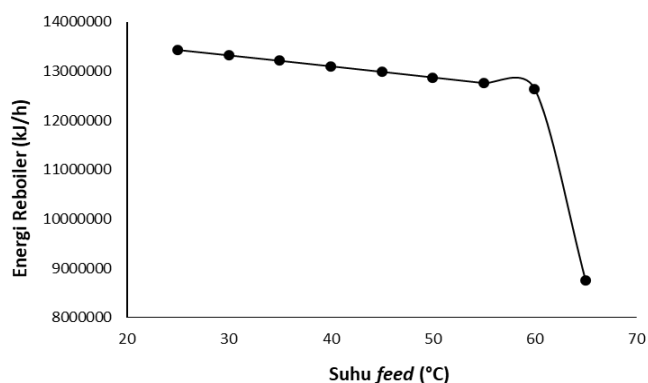


Gambar 3. Perubahan suhu *feed* terhadap fraksi mol metil asetat



Gambar 4. Perubahan suhu *feed* terhadap laju alir metil asetat

Hubungan suhu *feed* dengan energi *reboiler* ditunjukkan pada Gambar 5. Energi *reboiler* semakin turun seiring dengan naiknya suhu *feed*. Ketika suhu *feed* tinggi, maka komponen *feed* tersebut lebih mudah menguap sehingga *reboiler* membutuhkan sedikit energi untuk menguapkan komponen tersebut dan *vapor* yang terbentuk pada bawah kolom juga sedikit [7]. Jika suhu *feed* dingin maka beban *reboiler* semakin berat, sedangkan jika *over-heated* menyebabkan beban kondensor semakin berat [8-9]. Energi *reboiler* yang rendah akan menguntungkan karena memperkecil biaya proses.



Gambar 5. Perubahan suhu *feed* terhadap energi *reboiler*

Pada Gambar 5, energi *reboiler* terendah saat suhu *feed* 65°C. Namun kondisi ini tidak efisien karena saat suhu yang sama, fraksi mol metil asetat rendah. Oleh karena itu, suhu *feed* optimum adalah 50°C karena suhu tersebut sama dengan suhu produk yang keluar dari reaktor sehingga tidak diperlukan *pre-heater* untuk menaikkan suhu *feed* pada kolom distilasi. *Pre-heater* menyebabkan kenaikan biaya proses. Suhu *feed* 50°C tetap dipilih meskipun fraksi mol metil asetat menurun karena nilainya tidak signifikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kondisi optimum *pre-pressure swing distillation* untuk pemurnian metil asetat diperoleh melalui simulasi pada ChemCAD. Suhu *feed* optimum adalah 50°C dengan fraksi mol metil asetat 0,110462, laju alir 1903,37 kg/h, dan energi *reboiler* 12876900 kJ/h.

REFERENSI

- [1] Widodo, H., Maesaroh, E., 2016, *Studi Kinetika Reaksi Metil Asetat dari Asam Asetat dan Methanol dengan Variabel Waktu, Konsentrasi Katalis, dan Perbandingan Reaktan*, Jurnal Ilmiah WIDYA, Vol.3, No.4, 28-34.
- [2] Ganesh, B., Rani, K. Y., Satyavathi, B., dan Venkateswarlu, C. H., 2011, *Development of Kinetic Models for Acid-Catalyzed Methyl Acetate Formation Reaction : Effect of Catalyst Concentration and Water Inhibition*, International Journal of Chemical Kinetics, Vol.43, No.5, 263-277.
- [3] Hartanto, D., Sammadikun, W., Astuti, W., Mustain, A., Wibowo, A. A., Khoiroh, I., dan Chafid, A., 2020, *Extractive Distillation Simulation of Tert-Butanol/Water Using TRIS as Entrainer*, Journal of Physics: Conference Series, Vol.1444, 1-7.
- [4] Suharto, M., Wibowo, A. A., dan Suharti, P. H., 2020, *Optimasi Pemurnian Etanol dengan Distilasi Ekstraktif Menggunakan ChemCAD*, Jurnal Teknologi Separasi, Vol.6,

No.1, 1-7.

- [5] 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, Vol.2, No.2, 1-10.
- [6] Zhang, Z., Zhang, Q., Li, G., Liu, M., dan Gao, J., 2016, *Design and Control of Methyl Acetate-Methanol Separation Via Heat-Integrated Pressure-Swing Distillation*, Chinese Journal of Chemical Engineering, Vol.22, No.7, 1-20.
- [7] Gil, I., Aguilar, J., dan Caicedo, L. M., 2004, *Simulation of Ethanol Extractive Distillation with A Glycols Mixture as Entrainer*, 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering dan 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, Colombia, 1-12.
- [8] Alhajji, M. dan Demirel, Y., 2015, *Energy Intensity and Environmental Impact Metrics of The Back-End Separation of Ethylene Plant by Thermodynamic Analysis*, International Journal of Energy and Environmental Engineering, Vol.7, No.1, 45-59.
- [9] Deshmukh, B.F., Bandyopadhyay, S., and Malik, R.K., 2003, *Feed Preheat Targeting to Minimize Energy Consumption in Distillation*, Conference: International Symposium on Process Systems Engineering and Control (ISPSEC'03), India.