

SIMULASI PENGARUH *FEED TRAY* PADA PRE-KOLOM DISTILASI EKSTRAKTIF DALAM PROSES PEMURNIAN METIL ASETAT MENGGUNAKAN CHEMCAD

Nabila Az-zahra Eka Pramono, Agung Ari Wibowo

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia
nabillazahra14.naz@gmail.com, [agung.ari@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Metil asetat merupakan salah satu kelompok ester yang mengalami peningkatan kebutuhan setiap tahunnya. Metil asetat banyak digunakan sebagai *solvent* pada industri-industri kimia terutama industri cat. Metil asetat terbentuk dari reaksi kimia antara asam asetat dan metanol dengan menggunakan bantuan katalis berupa asam sulfat. Terdapat dua tahapan dalam proses pembuatan metil asetat yaitu tahap reaksi dan tahap pemisahan. Pada tahap pemisahan dibutuhkan bantuan alat berupa kolom distilasi. Kolom distilasi yang dapat digunakan yaitu distilasi reaktif, ekstraktif dan *pressure swing*. Pada penelitian ini menggunakan kolom distilasi ekstraktif dengan kondisi operasi pada tekanan 1 atm, 25 kolom dan *reflux ratio* sebesar 1,5 serta *bottom product temperature* pada 118,559°C. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *feed tray* pada kolom distilasi dalam proses pemurnian metil asetat. Variabel yang digunakan berupa variabel berubah pada *feed tray* 4, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 18 dan 20. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh kondisi optimum pada *feed tray* 18 dengan laju alir metil asetat sebesar 340.798 kmol/h dan beban *reboiler* sebesar 20.101.100 kJ/h.

Kata kunci: *feed tray*, kolom distilasi, metil asetat

ABSTRACT

Methyl acetate is one of the esters group that has an increasing need every year. Methyl acetate is widely used as a solvent in the chemical industries, especially the paint industry. Methyl acetate is formed from the chemical reaction between acetic acid and methanol using the help of a catalyst in the form of sulfuric acid. There are two stages in the process of making methyl acetate, namely the reaction stage and the separation stage. At the stage of separation, a distillation column is needed. Distillation columns that can be used are reactive distillation, extractive distillation and pressure swing distillation. In this study using extractive distillation columns with operating conditions at a pressure of 1 atm, 25 columns and a reflux ratio of 1.5 and a bottom product temperature at 118.5590C. This research was conducted to determine the effect of feed tray on the distillation column in the process of purifying methyl acetate. The variables used in the form of variables change in feed tray 4, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 18 and 20. Based on the simulation results, the optimum conditions obtained in feed tray 18 with a methyl acetate flow rate of 340,798 kmol/h and load reboiler for 20,101,100 kJ/h.

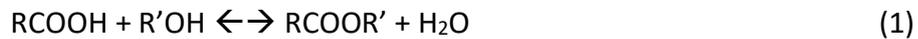
Keywords: *feed tray*, distillation column, methyl acetate

1. PENDAHULUAN

Metil asetat adalah senyawa kimia yang berupa cairan bening dan tidak berwarna, berbau harum dan sering digunakan dalam pemberi aroma pada makanan maupun parfum [1]. Kebutuhan metil asetat di Indonesia setiap tahun terus meningkat seiring dengan laju

pembangunan di berbagai bidang industri yang semakin pesat. Hal ini terlihat dari data ekspor metil asetat pada tahun 2014 sebesar 233.622 kg/tahun dan tahun 2015 sebesar 420.860 kg/tahun [2]. Senyawa metil asetat hanya sedikit larut dalam air, namun menjadi lebih larut dengan suhu tinggi. Senyawa ini pada sebagian industri kimia biasa digunakan sebagai *solvent* (pelarut), karena senyawa ini memiliki titik didih yang relatif rendah. Contohnya yaitu pada industri lem (perekat) yang menggunakan metil asetat sebagai *solvent* untuk polivinil asetat, di industri farmasi dan kosmetik digunakan sebagai pelarut etil selulosa, serta sebagai pelarut formaldehida pada industri plastik dan cat. Selain itu, metil asetat juga digunakan sebagai penghilang pernis kuku.

Terdapat dua tahapan dalam proses pembentukan metil asetat yaitu tahap reaksi (esterifikasi) dan tahap pemurnian (distilasi). Pada tahap esterifikasi, alkohol dan asam karboksilat akan bereaksi membentuk ester. Turunan asam karboksilat membentuk ester asam karboksilat. Esterifikasi dikatalisis asam dan bersifat dapat balik [3]. Jika asam karboksilat dan alkohol dan katalis asam (biasanya HCl atau H₂SO₄) dipanaskan, terdapat kesetimbangan dengan ester dan air dengan reaksi sebagai berikut:



Tahap kedua dalam proses pembuatan metil asetat yaitu tahap distilasi. Distilasi merupakan proses pemisahan dan pemurnian yang paling banyak digunakan pada industri kimia. Proses pemisahan ini didasarkan oleh perbedaan kemudahan menguap relatif antara komponen yang akan dipisahkan. Zat dengan *relative volatility* yang tinggi akan naik keatas dan akan dikondensasikan untuk mendapatkan distilat, sedangkan yang gagal menguap akan diambil sebagai residu. Operasi pada kolom distilasi dimulai dari aliran *feed* masuk melalui *feed tray* kemudian dipanaskan pada *reboiler*. Cairan yang dikeluarkan dari *reboiler* dan tidak menguap disebut *bottom product* (X_B). Uap bergerak naik menuju bagian atas kolom, kemudian dikondensasikan oleh *condenser*. Hasil kondensasi ditampung pada *reflux drum*. Sebagian cairan ini dimasukkan kembali ke bagian atas kolom distilasi atau yang disebut dengan *reflux*. Sebagian cairan yang lain dikeluarkan dan disebut dengan *top product* atau distilat (X_D) [4]. Dalam pemurnian metil asetat ini dapat menggunakan distilasi reaktif, distilasi ekstraktif maupun *pressure swing*. Distilasi reaktif adalah suatu metode pemisahan yang menggunakan pemisahan pelarut, yang umumnya *non-volatile*, memiliki titik didih tinggi dan *miscible* dengan campuran, namun bukan campuran azeotrop. *Pressure swing distillation* dapat digunakan untuk beberapa sistem azeotrop biner homogen yang komposisi uap-cair pada keadaan setimbangnya berubah secara signifikan seiring perubahan tekanan. Distilasi ekstraktif merupakan salah satu metode pemisahan metil asetat–metanol membutuhkan penggunaan pelarut yang tepat yang memungkinkan pemecahan azeotrop [5]. Kelebihan dari distilasi ini yaitu kebutuhan energi lebih kecil dibandingkan *pressure swing distillation* dan biaya modal yang dibutuhkan lebih rendah dari *pressure swing distillation*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *feed tray* pada kolom distilasi dengan menggunakan variabel berubah berupa *feed tray* 4, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 18 dan 20.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 MODEL TERMODINAMIKA

Penentuan model termodinamika, menggunakan koefisien aktivitas model termodinamika NRTL untuk memodelkan sistem kesetimbangan uap-cair [6]. Nilai parameter interaksi biner (BIP) diperoleh dari database ChemCAD yang dapat dilihat pada Tabel 1.

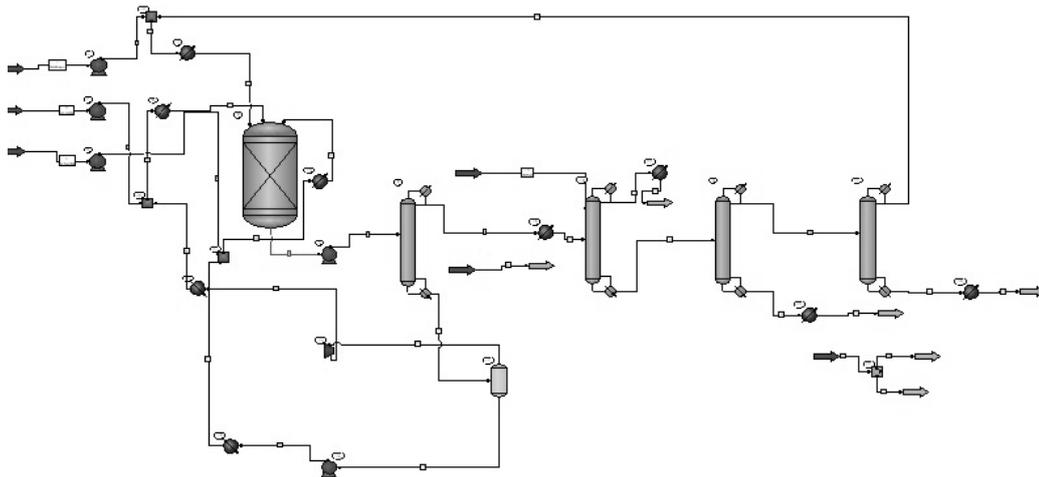
Tabel 1. Parameter interaksi biner

Komponen 1	Komponen 2	Bij*	Bji*	alfa*
Metanol	Air	-24,4933	307,166	0,3001
Metanol	Asam Asetat	-78,8397	54,4026	0,3067
Metanol	DMSO	-84,7012	-250,311	0,3079
Air	Asam Aseat	424,019	-110,568	0,2997
Air	DMSO	1203,77	-542,822	0,6615

*Sumber : *database* ChemCAD

2.2 DESKRIPSI PROSES

Simulasi proses pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Feed yang digunakan adalah metanol (6.230,2953 kg/h), asam asetat (2.919,8159 kg/h) masing-masing pada suhu 30°C dan tekanan 101,3 kPa. Sebelum masuk ke reaktor, kedua bahan tersebut dipanaskan sampai 50°C. Reaktor yang digunakan adalah reaktor ekuilibrium dengan suhu operasi 50 °C menghasilkan konversi n-propanol sebesar 70% [7]. Hasil reaksi dipanaskan dan dijadikan umpan kolom distilasi untuk memisahkan asam asetat sebagai produk bawah. Produk atas yang terdiri dari campuran azeotrop asam asetat/metanol/air diumpukan ke kolom distilasi ekstraktif dengan menggunakan solvent yang terdiri dari campuran dimetil sulfoksida (DMSO).



Gambar 1. Simulasi pemurnian metil asetat

Data yang digunakan untuk menentukan spesifikasi pada simulasi kolom distilasi pertama diperoleh dari hasil simulasi *shortcut distillation* (SCDS). Berdasarkan simulasi SCDS diperoleh *number of stage* sebesar 25, *reflux ratio* sebesar 1.5 serta *bottom product*

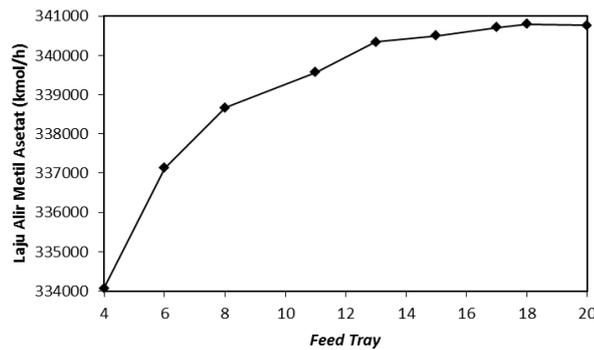
temperature pada 118,559°C. Selanjutnya melakukan *sensitivity study* untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah meng-*input* variabel berubah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

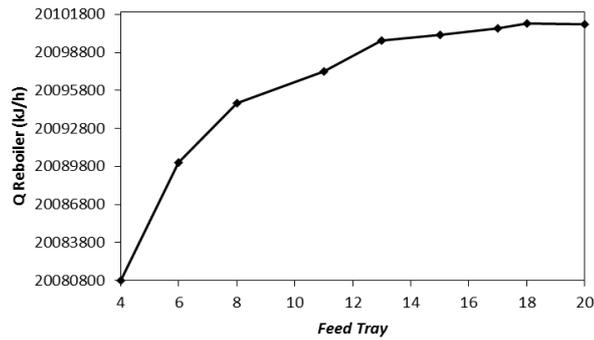
Distilasi merupakan suatu metode untuk memisahkan campuran dari beberapa komponen berdasarkan perbedaan titik didihnya [8]. Dalam pengoperasian distilasi, campuran liquid yang akan diproses dikenal sebagai feed dan di-*input* pada bagian tengah kolom pada sebuah *tray* yang dikenal sebagai *feed tray*. *Feed tray* dibagi menjadi kolom atas (*enriching or rectification*) dan kolom bottom (*stripping*) [9]. Hasil simulasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil simulasi, *feed tray* berpengaruh terhadap laju alir metil asetat. Hal ini dapat dilihat menggunakan bantuan pada *feature* yang dimiliki chemCAD yaitu *sensitivity study*. Pada Gambar 2 telah tersaji hubungan antara *feed tray* dengan laju alir metil asetat yaitu berbanding lurus. Semakin tinggi letak *feed* yang di-*input* pada kolom, maka semakin besar laju metil asetat. Pada *feed tray* 18 menunjukkan laju alir metil asetat optimum sebesar 340.798 kmol/h.

Tabel 2. Hasil simulasi menggunakan ChemCAD

Feed Tray	Laju alir metil asetat (kmol/h)	Q reboiler (kJ/h)	Q kondensor (kJ/h)
4	334.073	20.080.800	-19.764.600
6	337.129	20.090.100	-19.771.500
8	338.667	20.094.800	-19.774.900
11	339.572	20.097.300	-19.776.900
13	340.345	20.099.700	-19.778.600
15	340.504	20.100.200	-19.778.900
17	340.715	20.100.700	-19.779.400
18	340.798	20.101.100	-19.779.600
20	340.768	20.101.000	-19.779.500

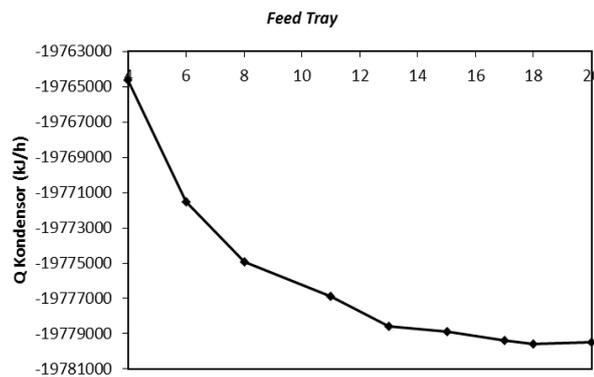


Gambar 2. Pengaruh *feed tray* terhadap metil asetat



Gambar 3. Pengaruh *feed tray* terhadap konsumsi energi *reboiler*

Selain itu, *feed tray* juga dapat mempengaruhi beban *reboiler* dan beban kondensor. Berdasarkan Gambar 3 grafik hubungan energi *reboiler* terhadap *feed tray*, konsumsi energi *reboiler* pada kolom distilasi semakin tinggi saat *feed tray* meningkat. Hal ini disebabkan oleh *transfer* air dari fase uap ke fase cair meningkat. Energi yang dibutuhkan *reboiler* pada kolom distilasi minimum pada *feed tray* 4 sebesar 20.080.800 kJ/h dan optimum pada *feed tray* 18 dengan beban *reboiler* sebesar 20.101.100 kJ/h.



Gambar 4. Pengaruh *feed tray* terhadap beban kondensor

Sebaliknya, berdasarkan Gambar 4 grafik hubungan energi kondensor terhadap *feed tray*, terlihat bahwa semakin tinggi *feed tray* maka beban kondensor semakin kecil. Tugas kondensor memiliki lebih banyak energi ketika *entrainer* diumpungkan pada tahap dekat ke bawah kolom. Hal ini dapat terjadi karena aliran uap yang tinggi terkondensasi pada tahap pertama [10].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan chemCAD, dapat ditarik kesimpulan bahwa *feed tray* berpengaruh terhadap laju alir metil asetat, beban *reboiler* dan beban kondensor. Kondisi optimum diperoleh pada *feed tray* 18 dengan laju alir metil asetat sebesar 340.798 kmol/h dan beban *reboiler* sebesar 20.101.100 kJ/h.

REFERENSI

- [1] Soerawidjaja., dan Tatang, H., 2005, *Minyak Lemak dan Produk-Produk Kimia Lain dari Kelapa*, Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Ekspor dan Impor*, <https://www.bps.go.id>, Diakses pada 3

Desember 2019.

- [3] Fessenden, J. R., dan Fessenden, S. J., 1999, *Kimia Organik*, Erlangga, Jakarta.
- [4] Sutapa, R. B., 2017, *Simulasi Model Kendali Kolom Distilasi Biner Wood & Berry dengan Adaptive Internal Model Control 2 Degree of Freedom (AIMC 2 DOF) Menggunakan Matlab*, Transmisi, Vol. 19, No. 4, Oktober, 146-151.
- [5] Berg, L., and Yeh, A. I., 1984, *The Separation of Methyl Acetate from Methanol by Extractive Distillation*, Chemical Engineering Communication, Vol. 30, 113–117.
- [6] 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, 75-83.
- [7] Ganesh, B., Rani, K. Y., Satyavathi, B., and Venkateswarlu, C. H., 2011, *Development of Kinetic Models for Acid-Catalyzed Methyl Acetate Formation Reaction : Effect of Catalyst Concentration and Water Inhibitor*, Chemical Engineering Science Indian Institute of Chemical Technology, India.
- [8] 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.
- [9] Komariah, L. N., Ramdja, A. F., and Leonard, N., 2009, *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi untuk Pra-rencana Pabrik Skala Industri*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 16, No. 4.
- [10] Hartanto, D., 2020, *Extractive Distillation Simulation of Tert-butanol/Water Using TRIS as Entrainer*, Journal of Physics, Conference Series, 14444 012008.