

STUDI PENGARUH RATIO UMPAN REAKSI ESTERIFIKASI TERHADAP *FOULING FACTOR* PREHEATER KOLOM DESTILASI PEMURNIAN PRODUK METIL ASETAT

Dinda Alfianingrum, Agung Ari Wibowo
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
dindaalfia34@gmail.com, [agung.ari@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Heat exchanger adalah alat penukar panas yang sangat penting pada produksi metil asetat (MeAc). Pembuatan metil asetat dilakukan dengan menggunakan reaksi esterifikasi. Reaksi ini terjadi antara asam asetat dan metanol yang akan menghasilkan metil asetat dan air sebagai produk samping. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan desain *heat exchanger* yang efisien pada produksi metil asetat dengan melakukan perubahan pada rasio bahan antara metanol dengan asam asetat yang dilakukan menggunakan simulasi pada software ChemCAD. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa nilai *Clean Overall Heat Transfer Coefficient* (U_c), *Dirty Overall Heat Transfer Coefficient* (U_d), dan *Fouling factor* (R_d) dipengaruhi oleh komposisi bahan yang melewati *heat exchanger*, dimana kenaikan jumlah metanol pada umpan akan menurunkan nilai R_d .

Kata kunci: metil asetat, esterifikasi, *fouling factor*, ChemCAD

ABSTRACT

Heat exchanger is very important in the production of methyl acetate. The manufacture of methyl acetate is performed by the use esterification reaction. This reaction between acetic acid and methanol will produce methyl acetate and water as a by-product. The purpose of this simulation is to determine the efficient heat exchanger design in the production of methyl acetate by making changes in the ratio of material between methanol and acetic acid which is carried out using ChemCAD simulations software, the results showed that the value of *Clean Overall Heat Transfer Coefficient* (U_c), *Dirty Overall Heat Transfer Coefficient* (U_d), and *Fouling factor* (R_d) are influenced by the composition of materials passing through the heat exchanger, where an increase in the amount of Methanol in the bait will reduce the value of R_d .

Keywords: methyl acetate, esterification, *fouling factor*, ChemCAD

1. PENDAHULUAN

Heat exchanger pada proses pembentukan metil asetat merupakan salah satu komponen pendukung. *Heat exchanger* adalah alat penukar panas antar dua fluida berbeda temperaturnya dimana satu fluida memberikan panas dan yang lainnya menerima panas. *Heat exchanger* merupakan alat yang menerapkan prinsip perpindahan kalor [1].

Kinerja dari *heat exchanger* diperlukan untuk kelangsungan proses perpindahan panas yang baik. Untuk mengetahui kelayakan operasinya maka kinerja *heat exchanger* harus selalu dievaluasi. Evaluasi ini dapat dilakukan terhadap nilai *Clean Overall Heat Transfer Coefficient* (U_c), *Dirty Overall Heat Transfer Coefficient* (U_d), dan *Fouling factor* (R_d) dan *Pressure Drop*[1].

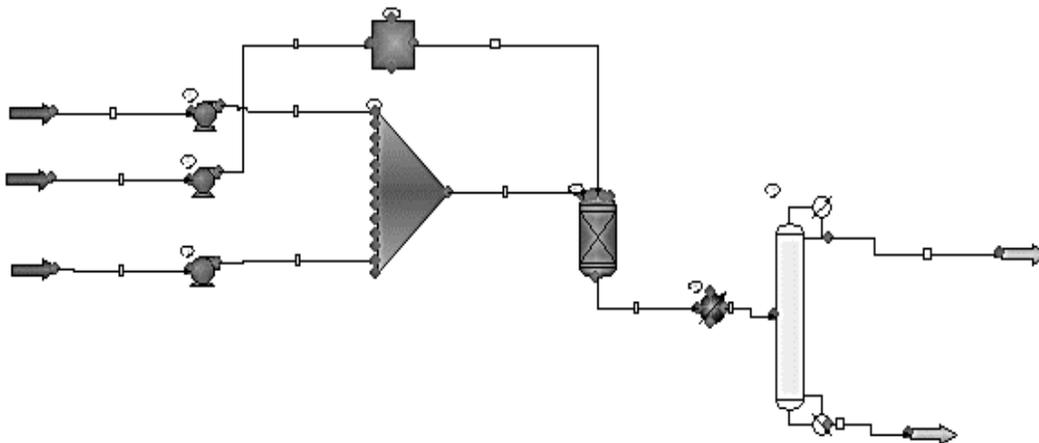
Proses distilasi, yaitu proses penyulingan berdasarkan kesetimbangan uap cair [2], berlangsung di kolom distilasi atmosferik dan kolom destilasi vakum. Untuk mendidihkan senyawa hidrokarbon dalam proses penyulingan dibutuhkan unit alat pemanas berupa *heat exchanger* [3]. Tujuan dari jurnal ini untuk mengetahui pengaruh rasio komposisi asam asetat dan Metanol terhadap U_c dan U_d *preheater* sehingga dapat mempengaruhi desain *preheater* tersebut karena konversi yang berbeda akan menghasilkan komposisi produk berbeda.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan nilai U_c dan U_d pada penelitian ini dipengaruhi oleh komposisi bahan yang melewati *heat exchanger*, hasil komposisinya ini akan bervariasi tergantung pada rasio bahan yang digunakan pada simulasi

2.1. Deskripsi Proses

Pada simulasi ini digunakan model termodinamika NRTL [3,4,5] dengan 3 umpan yaitu Metanol, Asam Asetat dan asam sulfat sebagai katalis. Umpan tersebut dipompakan menuju *mixer* dan keluaran dari *mixer* akan masuk dalam reaktor equilibrium. Produk reaktor akan dilewatkan pada *preheater* dan diumpakan ke kolom distilasi awal sebelum proses pemurnian utama menggunakan distilasi ekstraktif. Komposisi reaktan pada umpan diinputkan sesuai dengan perhitungan stoikiometri, dengan rasio yang ditentukan yaitu dari 1:1 sampai dengan 1:5, pada keadaan ini asam asetat sebagai umpan dengan laju alir yang tetap sebesar 38.16074 kmol/h, sehingga reaksi pembatas dalam proses ini adalah asam asetat [2,6,7]. Pada initial input kondisi operasi reaktor ditetapkan pada kondisi isothermal dengan suhu 60 °C dan tekanan 101.3 kPa. Selanjutnya keluaran dari reaktor masuk dalam *heat exchanger* dimana aliran keluar *heat exchanger* dikondisikan pada suhu 50°C.



Gambar 1. Rangkaian Simulasi Produksi Metil Asetat

Untuk menentukan desain *heat exchanger* yang efisien pada produksi metil asetat dengan melakukan perubahan pada rasio bahan antara metanol dengan asam asetat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan nilai U_c dan U_d dengan menginputkan data masukan dan keluaran *heat exchanger* kemudian data perhitungan tersebut dianalisa terhadap hasil produksi metil asetat, sehingga nanti didapatkan hasil penggunaan *heat exchanger* yang efisien terjadi pada rasio berapa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari simulasi proses pada reaksi metil asetat dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil reaksi dari reaktor equilibrium menghasilkan metil asetat yang cenderung konstan.

Tabel 1. Hasil simulasi reaktor *equilibrium* pada produksi metil asetat

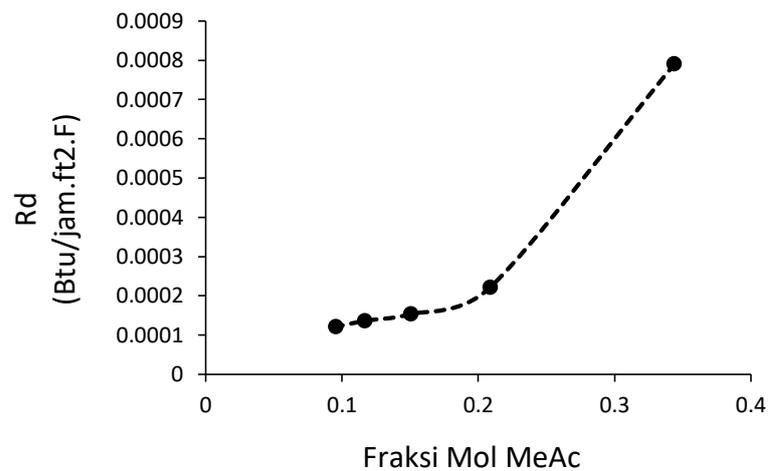
Fraksi Mol Komponen	Ratio				
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
Metanol	0.307	0.578	0.697	0.764	0.807
Asam Asetat	0.003	0.001	0.0003	0.0002	0.00009
Asam Sulfat	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001
Metil Asetat	0.344	0.209	0.151	0.117	0.096
Air	0.344	0.209	0.151	0.117	0.096
Total flow (Kmol/jam)	110	181.52	253.0455	324.5668	396.087
Konversi Asam Asetat (%)	99.135	99.523	99.801	99.8297	99.9057

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kenaikan rasio metanol pada umpan menyebabkan penurunan hasil produksi metil asetat. Berikut ini ditampilkan hasil data perhitungan fouling dari masing masing ratio bahan yang ditunjukkan pada Tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Uc dan Ud

Ratio	Uc (Btu/jam.ft ² .F)	Ud(Btu/jam.ft ² .F)	Rd
1:1	64.28	61.172	0.0007903
1:2	55.436	54.762	0.000222
1:3	63.117	62.51	0.0001536
1:4	65.472	64.894	0.0001361
1:5	63.344	62.862	0.0001211

Pada penelitian ini perhitungan nilai Rd dilakukan dengan mengambil jenis *shell and tube heat exchanger type 1x2 triangle pitch*. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengotoran di penukar panas banyak dan beragam. Dari faktor-faktor tersebut sebagian terkait dengan sifat umpan seperti sifat kimia, kepadatan, viskositas, difusivitas, titik jenuh dan titik didih, sifat antarmuka dan faktor stabilitas koloid. Sifat kimiawi umpan secara khusus dapat menjadi faktor penting yang mempengaruhi laju dan tingkat pengotoran. Termasuk komposisi kimia dari umpan, stabilitas komponen, kompatibilitas dengan permukaan penukar panas serta keberadaan senyawa tak jenuh dan tidak stabil dalam umpan, garam anorganik dan elemen seperti sulfur, nitrogen dan oksigen. Kondisi penyimpanan umpan dan pemaparannya terhadap oksigen pada penyimpanan khususnya dijumpai dalam banyak kasus juga mempengaruhi laju dan sifat pengotoran, dari faktor diatas diketahui bahwa umpan memiliki pengaruh besar terhadap jumlah *fouling factor* dan juga nilai *fouling factor* dipengaruhi oleh proses pembentukan partikel kimia yang terjadi selama proses berlangsung karena efek kontaminan berupa partikel kimia tadi dapat mempengaruhi jumlah pengotor dalam *heat exchanger*.



Gambar 3. Grafik jumlah produksi Metil Asetat terhadap nilai Rd

Dari Tabel 2 diketahui bahwa nilai U_c dan U_d sangat mempengaruhi hasil dari R_d dimana R_d sangat berpengaruh terhadap efisiensi kinerja *heat exchanger*. Karena jika R_d semakin banyak maka jumlah kerak (*scale*) yang terjadi pada alat tersebut semakin meningkat sehingga dapat menurunkan kinerja alat tersebut. Hasil *fouling factor* terendah terjadi pada rasio 1:5 sebesar 0.0001211, dimana pada rasio ini menghasilkan komposisi metil asetat yang lebih kecil. *Fouling factor* tergantung pada nilai koefisien perpindahan panas ke seluruh permukaan bersih, U_c , dan nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan untuk permukaan kotor, U_d . Jika *fouling factor* makin besar efisiensi perpindahan panas semakin menurun dan akibatnya *pressure drop* makin besar [8]. Pada penelitian ini juga terjadi *accelerating fouling* hal ini dikarenakan tingkat pengotoran meningkat dengan waktu, itu adalah hasil dari pengangaruh deposit di mana faktor penuaan dapat diabaikan. Hal ini dapat berkembang ketika pengotoran meningkatkan kekasaran permukaan, atau ketika permukaan endapan menunjukkan kecenderungan pengotoran kimia yang lebih tinggi daripada logam dasar murni.

4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi terlihat bahwa nilai U_c dan U_d dipengaruhi oleh rasio komposisi umpan dan konversi reaksi pada reaktor. Ketika komposisi metanol dalam umpan naik didapatkan hasil bahwa nilai R_d akan semakin menurun, sedangkan penurunan hasil produksi metil asetat dipengaruhi oleh konversi reaksi pada reaktor

REFERENSI

- [1] Turaika, M., 1984, *Fouling of Heat exchanger Surface Heat Transfer Engineering*, Washington D.C, Vol 5, No. 1-2.
- [2] Hartanto, D., Sammadikun, W., Astuti, W., Mustain, A., Wibowo, A.A., Khoiroh, I., Chafid, A., 2020, *Extractive distillation simulation of tert-butanol / water using TRIS as entrainer*, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1444, 1-7.
- [3] Suharto, M., Wibowo, A.A., Suharti, P.H., 2020, *Optimasi Pemurnian Etanol Dengan Distilasi Ekstraktif Menggunakan ChemCAD*, *Jurnal Distilat*, Vol. 6, No. 1, 1–7.

- [4] Wibowo, A.A., Mustain, A., Lusiani, C.E., Hartanto, D., Ginting, R.R., *Green Diesel Production from Waste Vegetable Oil: A Simulation Study*, International Energy Conference ASTECHNOVA 2019, Vol. 2223, No. 020008, 1-6.
- [5] 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*, Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, Vol. 2, No. 2, 75–83.
- [6] Ganesh, B., Rani, K.Y., Satyavathi, B., 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. 18, No.5, 263-277.
- [7] Widodo, H., Maesaroh,E., 2016, *Studi Kinetika Reaksi Metil Asetat dari Asam Asetat dan Metanol dengan Variabel Waktu, Konsentrasi Katalis dan Perbandingan Reaktan*, Jurnal Ilmiah WIDYA, Vol. 3, No. 4, 28-34.
- [8] Kern, D.Q., 1965, *Process Heat Transfer*, Mc.Graw-Hill, New York.