

SIMULASI PENGARUH PERFORMA REAKTOR ESTERIFIKASI METIL ASETAT TERHADAP NILAI *FOULING FACTOR* *PREHEATER* KOLOM DISTILASI

Bintang Aditya Pratama, Agung Ari Wibowo

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
adityaratama79@gmail.com, [agung.ari@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Produksi metil asetat dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi. Reaksi yang terjadi antara asam asetat dan methanol akan menghasilkan metil asetat dan air sebagai produk samping. Pada penelitian ini digunakan simulasi reaktor *equilibrium* menggunakan *software* ChemCAD. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh nilai *fouling factor* terhadap efisiensi kinerja heat exchanger dengan melakukan variasi konversi reaksi pada *reactor equilibrium* dengan menggunakan *software* ChemCAD. Sedangkan hasil efisiensi kinerja *heat exchanger* terbaik terjadi pada konversi reaksi 0.9 dengan *fouling factor* yaitu 0.00768 Btu/jam.ft².F sehingga semakin tinggi nilai konversi reaksi akan mempengaruhi jumlah *fouling factor* yang didapatkan dimana semakin kecil nilai *fouling factor* yang didapatkan maka efisiensi kinerja *heat exchanger* akan semakin tinggi.

Kata kunci: Metil Asetat, Esterifikasi, *fouling factor*, ChemCAD

ABSTRACT

The production of methyl acetate can be carried out through the esterification reaction. The reaction between acetic acid and methanol will produce methyl acetate and water as a byproduct. This study uses an equilibrium reactor using ChemCAD simulation software. The purpose of this simulation is to determine the effect of the value of the impurities factor on the efficiency of the heat exchanger performance by varying the conversion of the reaction carried out in the equilibrium reactor using ChemCAD software. while the best heat exchanger performance efficiency results in reaction conversion 0.9 with fouling factor that is 0.00768 Btu / hour ft².F so the higher the conversion value of the reaction will affect the number of fouling factors where the smaller the fouling factor value, the efficiency of the heat exchanger will be higher.

Keywords: Methyl Acetate, Esterification, *fouling factor*, ChemCAD

1. PENDAHULUAN

Heat exchanger adalah suatu alat penukar panas yang digunakan untuk memanfaatkan atau mengambil panas dari suatu fluida untuk dipindahkan ke fluida lainnya melalui suatu proses yang disebut dengan proses perpindahan panas (*heat transfer*) [1]. Oddgeir G. (2009), Faktor pengotoran ini sangat mempengaruhi perpindahan panas pada *heat exchanger*. Pengotoran ini dapat terjadi endapan dari fluida yang mengalir, juga disebabkan oleh korosi pada komponen dari *heat exchanger* akibat pengaruh dari jenis fluida yang dialirinya. Selama *heat exchanger* ini dioperasikan pengaruh pengotoran pasti akan terjadi [2].

Metil asetat (CH₃COOCH₃) termasuk bagian dari kelompok ester yang memiliki karakteristik mudah terbakar, sulit larut dalam air, dan *less toxic* [3]. Dalam industri kimia,

metil asetat digunakan sebagai pelarut organik atau solvent, material pelapisan, produksi *essence*, dan sebagainya [4]. Produksi metil asetat dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi dan karbonilasi. Industri lebih banyak menggunakan esterifikasi dalam pemilihan prosenya, reaksi esterifikasi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi diatas merupakan reaksi reversibel, sehingga konversi limiting reaktan pada reaksi tersebut dapat ditentukan melalui kesetimbangan. Laju reaksi pada esterifikasi sangat lambat, sehingga dengan adanya penambahan katalis sangat penting untuk mempercepat laju reaksi [5].

Menurut Y. A. Cengel (2005), hampir pada semua *Heat exchanger*, didominasi oleh konveksi dan konduksi dari fluida panas ke fluida dingin, dimana keduanya dipisahkan oleh dinding. Perpindahan panas secara konveksi sangat di pengaruhi oleh bentuk geometri *heat exchanger* dan tiga bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Reynold, bilangan Nusselt dan bilangan Prandtl. Besar konveksi yang terjadi dalam suatu *shell and tube heat exchanger* akan berbeda dengan *double pipe heat exchanger, cross-flow heat exchanger* atau *compact heat exchanger* atau *plate heat exchanger* untuk temperatur yang sama. Sedang besar ketiga bilangan tak berdimensi tersebut tergantung pada kecepatan aliran serta properti fluida yang meliputi massa jenis, viskositas absolut, panas jenis dan konduktivitas panas.

Proses fouling diakibatkan fluida yang dipanaskan dalam prosesnya atau pengalirannya menimbulkan deposit endapan. Beberapa penelitian mengenai fouling di alat penukar kalor dilakukan (Gonzales-Garcia, 2009), akan tetapi model deteksi fouling yang diprediksikan kurang akurat. Oddgeir (2008), deteksi fouling dengan menggunakan standar Kalman filter yang masih sedikit sekali dalam penggunaannya. Ali, dkk (2012), bahwa fouling paling dominan terjadi adalah menipisnya ketebalan pipa karena tererosi aliran secara terus menerus dari dalam maupun luar pipa, kemungkinan yang lain diameter pipa mengalami deformasi karena perbedaan suhu yang berkepanjangan juga pembentukan kerak pada permukaan pipa. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk memprediksikan penumpukkan fouling pada pipa sehingga dapat dibuat jadwal rutin untuk pembersihan dan pergantian pipa yang tidak layak untuk dioperasikan kembali. Tujuan dari penelitian ini untuk mencari pengaruh konversi reaksi terhadap produk dan nilai U_c pada *preheater* kolom destilasi terhadap produksi *methyl acetate* [6].

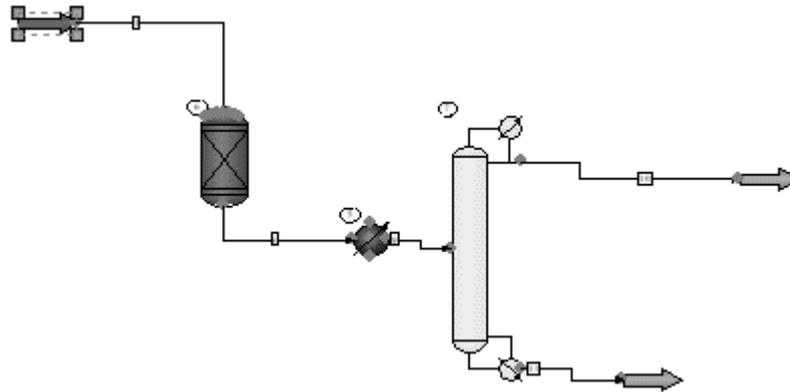
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada simulasi kali ini konversi reaksi dibuat beragam sehingga nanti didapatkan nilai R_d yang berbeda tiap konversi reaksi ,dimana nilai R_d (faktor kekotoran) ini sangat mempengaruhi efisiensi kinerja dari *heat exchanger* yang dilakukan menggunakan *software* ChemCAD.

2.1. Deskripsi Proses

Pada simulasi ini digunakan permodelan termodinamika NRTL dimana umpan feed yang masuk pada simulasi ini yaitu metanol, asam asetat dan juga asam sulfat dengan suhu 30°C, proses esterifikasi terjadi pada reaktor equilibrium dan dari reaksi esterifikasi metil asetat itu dihasilkan produk samping air. Komposisi reaktan *feed* di-inputkan sesuai dengan

rasio yang ditentukan yaitu dari 1:8, 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 [5,7]. Pada initial input kondisi operasi reaktor ditetapkan dalam kondisi *adiabatic* dan tekanan 101.3 kPa.



Gambar 1. Rangkaian Simulasi Proses Produksi Metil Asetat

Untuk mengetahui pengaruh konversi reaksi pada jumlah metil asetat yang dihasilkan maka dilakukan perubahan konversi reaksi pada reaktor *equilibrium* dari 0.5 sampai 0.9 sehingga terdapat 5 titik perubahan konversi. Suhu keluaran *heat exchanger* diinputkan konstan 50°C dan dilanjutkan dengan pemasangan short cut destilasi dengan inputan disesuaikan dengan desain perancangan pabrik metil asetat dimana dalam destilasi terjadi pemisahan antara asam asetat dengan air, dan produk metil asetat keluar dari hasil proses destilasi tersebut .

2.2 Fouling factor (Faktor Pengotoran)

Oddgeir G. (2009), Faktor pengotoran ini sangat mempengaruhi perpindahan panas pada *heat exchanger*. Pengotoran ini dapat terjadi endapan dari fluida yang mengalir, juga disebabkan oleh korosi pada komponen dari *heat exchanger* akibat pengaruh dari jenis fluida yang dialirinya. Selama *heat exchanger* ini dioperasikan pengaruh pengotoran pasti akan terjadi. Aquino B (2007), Faktor pengotoran (*fouling factor*) dapat dicari persamaan :

$$R_d = U_c - U_d / U_c U_d \quad (2)$$

$$U_c = \text{Koefisien perpindahan panas menyeluruh bersih} \\ = h_{io} \times h_o / h_{io} + h_o \quad (3)$$

h_{io} = Koefisien perpindahan panas pada permukaan luar tube

h_o = Koefisien perpindahan panas fluida diluar tube

U_d = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (design)

$$U_d = Q / \Delta T \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari simulasi proses pada reaksi metil asetat dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil reaksi dari reaktor *equilibrium* dengan menggunakan mode *adiabatic* menghasilkan metil asetat yang cenderung konstan.

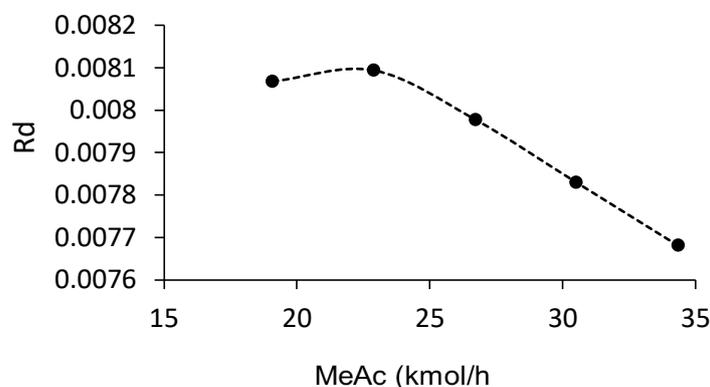
Tabel 1. Hasil simulasi keluaran reaktor *equilibrium* pada produksi metil asetat

Fraksi Mol Komponen	Konversi				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Metanol	0.832	0.821	0.81	0.799	0.788
Asam Asetat	0.056	0.044	0.033	0.022	0.011
Asam Sulfat	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Metil Asetat	0.056	0.067	0.078	0.089	0.099
Air	0.056	0.067	0.078	0.089	0.099
Total flow (Kmol/jam)	343.6383	343.6383	343.638	343.6383	343.6383

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan hasil bahwa metanol dan asam asetat mengalami penurunan seiring dengan perubahan konversi reaksi yang dilakukan sehingga didapatkan peningkatan produksi metil asetat, kemudian dihitung menggunakan data hasil yang disimulasikan tiap konversi reaksi yang berbeda mulai dari konversi 0.5 sampai 0.9 pada 101.3 kPa, data yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai U_c Dan U_d

Konversi Reaksi	U_c (Btu/jam.ft ² .F)	U_d (Btu/jam.ft ² .F)	R_d (Btu/jam.ft ² .F)
0.5	121.9526	61.47175	0.008068
0.6	124.5571	62.02621	0.008094
0.7	125.8494	62.79877	0.007978
0.8	126.1714	63.47158	0.007829
0.9	126.493	64.15799	0.007681



Gambar 2. Grafik jumlah produksi metil asetat terhadap nilai R_d

Pada simulasi kali ini perhitungan nilai R_d dilakukan pada *shell and tube heat exchanger* Tipe 1x2 triangle pitch. Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa terjadi penurunan nilai R_d pada setiap perubahan konversi reaksi, penurunan nilai R_d ini sering disebut *fouling factor* dimana nilai R_d (faktor kekotoran) ini sangat berpengaruh terhadap efisiensi kinerja *heat exchanger*, sehingga semakin sedikit nilai faktor kekotoran (R_d) dalam *heat exchanger* maka semakin baik pula efisiensi kinerja alat dari *heat exchanger* tersebut. Sedangkan jumlah metil asetat akan berangsur naik ketika konversi reaksi semakin tinggi dan reaksi yang terjadi didalam proses sempurna [8].

4. KESIMPULAN

Perubahan konversi reaksi sangat berpengaruh terhadap nilai *fouling factor* dan jumlah produk metil acetate, dimana semakin tinggi konversi reaksi maka nilai *fouling factor* akan semakin kecil dan semakin kecil nilai R_d maka efisiensi kinerja dari *heat exchanger* akan semakin meningkat, sedangkan peningkatan hasil produksi metil asetat dipengaruhi oleh konversi reaksi pada reaktor.

REFERENSI

- [1] Wafi, A.B., Bani, A.G., Budi, A.A., Putra, D.A., Kusuma, F.N.H., 2011, *Rancang Bangun Heat Exchanger Shell And Tube Single Phase*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Prodi D-III Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Gudmundsson, O., Palsson, O.P., Palsson, H., Lalot, S., 2009, *Fouling Detection in a Cross-Flow Heat Exchanger Based on Physical Modeling*, Proceedings of International Conference on Heat Exchanger Fouling and Cleaning VIII, 14-19 Juni, 2009, Schladming, Austria.
- [3] Giwa, A., 2013, *Methyl Acetate Reactive Distillation Process Modeling, Simulation and Optimization Using Aspen Plus*, Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 8, No. 5, 386-392.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Chemstation.Inc., 2006, *Physical Properties Version 5.6 Users Guide*, Chemstation, Houston.
- [7] 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.
- [8] Kern, D.Q., 1965, "Process Heat Transfer", Mc.Graw-Hill, New York.