

STUDI KASUS PENGARUH PERBANDINGAN MOL PROPANOL TERHADAP PEMBENTUKAN PROPIL ASETAT PADA REAKTOR EKUILIBRIUM DAN REAKTOR GIBBS

Magda Noverina Agustianni, Christyfani Sindhuwati
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
magdanoverinaa@gmail.com, [c.sindhuwati@gmail.com]

ABSTRAK

Propil asetat dapat dihasilkan melalui reaksi esterifikasi, dengan cara mereaksikan propanol dan asam asetat, untuk mempercepat reaksi kimia maka diperlukan asam sulfat sebagai katalis. Sehingga dihasilkan propil asetat dan air sebagai produk samping. Pada penelitian ini, digunakan simulasi reaktor ekuilibrium dan Gibbs untuk mengetahui pengaruh perbandingan laju alir mol propanol. Kondisi yang digunakan untuk reaktor ekuilibrium yaitu *approach* ΔT untuk minimisasi energi Gibbs, sedangkan kondisi reaktor Gibbs dipengaruhi kondisi isothermal tanpa membutuhkan reaksi stoikiometri. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan laju alir mol propanol di reaktor ekuilibrium dan Gibbs, serta mengetahui reaktor terbaik untuk pembuatan propil asetat. Perubahan laju alir mol propanol dimulai dari 10 kmol/h hingga 100 kmol/h, dengan suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Hasil simulasi tersebut, diperoleh propil asetat pada kedua reaktor yaitu mengalami kenaikan seiring dengan penambahan mol propanol, dan dapat disimpulkan bahwa reaktor terbaik yaitu reaktor Gibbs.

Kata kunci: *propil asetat, esterifikasi, reaktor ekuilibrium, reaktor gibbs*

ABSTRACT

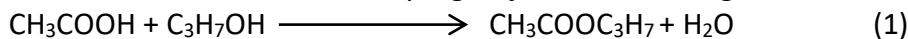
Propyl acetate can be produced through an esterification reaction, by reacting propanol and acetic acid, to speed up the chemical reaction, sulfuric acid is needed as a catalyst. So that propyl acetate and water are produced as side products. In this study, simulation of equilibrium and Gibbs reactors is used to determine the effect of propanol mole flowrate. The condition used for the equilibrium reactor is the ΔT approach for Gibbs energy minimization, while the Gibbs reactor condition is influenced by isothermal conditions without the need for a stoichiometric reaction. This simulation aims to determine the effect of propanol mole flowrate changes in the equilibrium reactor and Gibbs, as well as determine the best reactor for making propyl acetate. The mole flowrate change of propanol starts from 10 kmol/h to 100 kmol/h, with a temperature of 60°C and a pressure of 1 atm. The simulation results, obtained by the propyl acetate in the two reactors is increasing with the addition of moles of propanol, and it can be concluded that the best reactor is the Gibbs reactor.

Keywords: *propyl acetate, esterification, equilibrium reactor, gibbs reactor*

1. PENDAHULUAN

Reaktor merupakan alat utama didalam pembentukam propil asetat. Kebutuhan propil asetat semakin tahun semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri. Hal ini ditunjang dengan data dari Badan Pusat Statistik, bahwa impor propil asetat dari tahun 2008 hingga 2012 mengalami kenaikan, dengan jumlah impor pada tahun 2012 sebesar 15654 ton [1]. Propil asetat ($C_5H_{10}O_2$) dikenal sebagai propil etanoat, mempunyai bentuk fisik cair, tidak berwarna, dan mempunyai bau khas seperti pir. Propil asetat merupakan senyawa yang banyak digunakan di industri antara lain sebagai bahan pelarut, bahan mentah untuk kosmetik, dan bahan mentah untuk aditif plastik [2]. Menurut Sibarani [2] pembuatan propil asetat di dalam reaktor dengan *feed* propanol dan asam asetat sebesar 40,5197 kmol, maka dihasilkan propil asetat sebesar 30,2476 kmol.

Propil asetat dapat disintesis melalui reaksi esterifikasi yaitu mereaksikan propanol (C_3H_8O) dan asam asetat (CH_3COOH) dengan bantuan katalis asam sulfat (H_2SO_4) untuk menghasilkan propil asetat ($CH_3COOC_3H_7$) dan air (H_2O) sebagai produk samping. Reaksi esterifikasi juga dapat didefinisikan sebagai reaksi antara asam karboksilat dan alkohol [3]. Menurut Carey, dkk. [4] jika asam karboksilat dan alkohol dipanaskan dengan katalis asam (HCl atau H_2SO_4) akan terbentuk ester dan air sebagai produk, reaksi ini disebut dengan Esterifikasi *Fischer*. Reaksi esterifikasi yang terjadi adalah sebagai berikut:

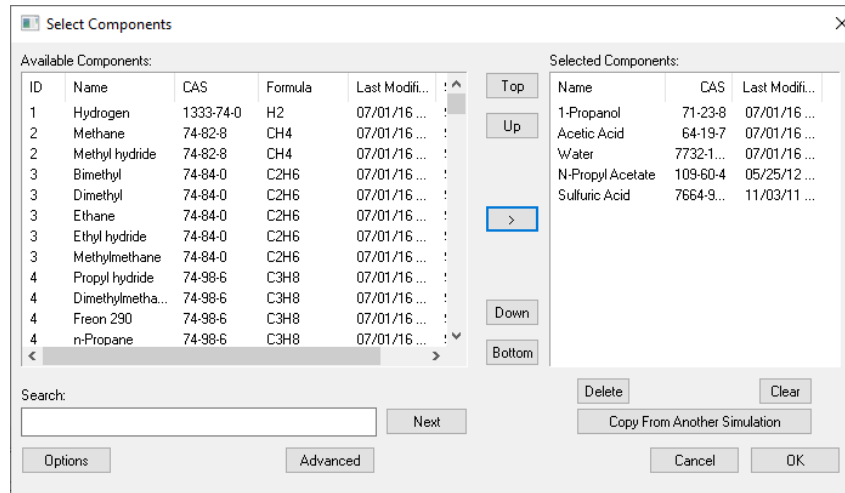


Reaksi esterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya waktu reaksi, pengadukan, katalisator, dan suhu reaktor. Suhu reaksi yang digunakan pada percobaan sebelumnya yaitu $30^\circ C$, $50^\circ C$, dan $70^\circ C$ [5].

Pada simulasi ini, variabel bebas yang digunakan yaitu reaktor ekuilibrium dan Gibbs, sedangkan variabel terikat yaitu mol propil asetat. Reaktor ekuilibrium memiliki kemampuan untuk mensimulasikan reaktor dengan banyak reaksi kesetimbangan. Keluaran reaktor, komposisi dan keadaan termal dapat dihitung dengan penyelesaian persamaan kesetimbangan reaksi, perhitungan neraca massa dan energi. Reaktor Gibbs digunakan untuk simulasi neraca massa dan energi. Komposisi produk dan kondisi termal keluaran reaktor dihitung dengan minimisasi energi bebas Gibbs. Reaktor ini tidak memerlukan stoikiometri reaksi, dapat dioperasikan secara isothermal [6]. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perubahan mol propanol di reaktor ekuilibrium dan Gibbs, serta mengetahui reaktor terbaik untuk pembuatan propil asetat.

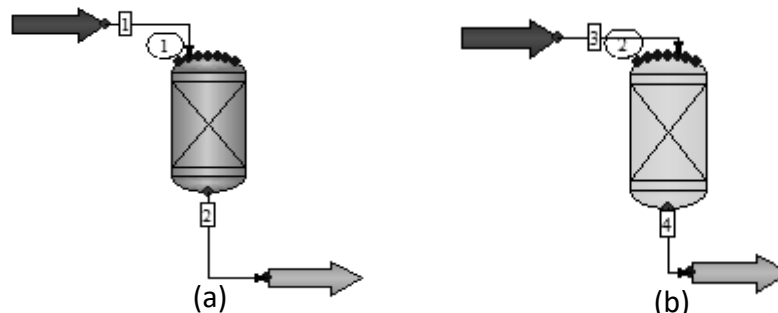
2. METODOLOGI PENELITIAN

Simulasi untuk menghasilkan propil asetat dengan menentukan perbandingan mol propanol dan jenis reaktor, dilakukan dengan menggunakan *software* simulasi ChemCAD. Umpan yang digunakan untuk pembuatan propil asetat yaitu propanol, asam asetat, dan asam sulfat sebagai katalis. Produk samping yang dihasilkan yaitu air. Sehingga didalam simulasi ChemCAD, dipilih komponen propanol, *acetic acid*, *water*, *n-propyl acetate*, dan *sulfuric acid* seperti pada Gambar 1.



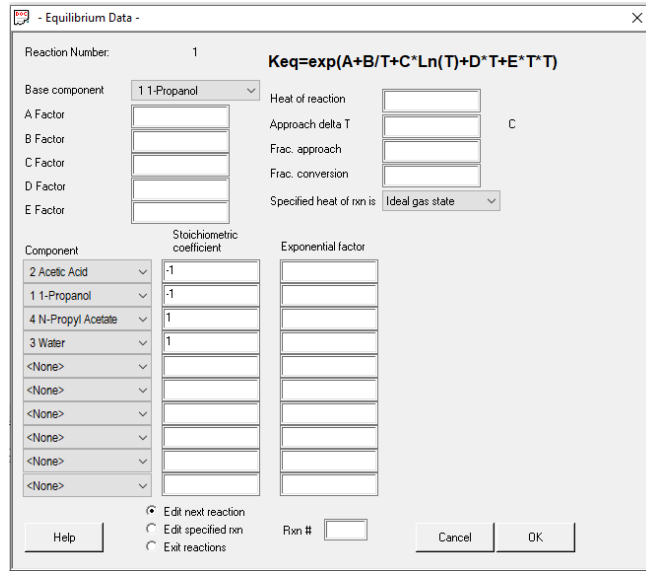
Gambar 1. Menentukan komponen simulasi

Kemudian menentukan model termodinamika, untuk memodelkan kesetimbangan uap-cair dari sistem maka digunakan koefisien aktifitas model termodinamika NRTL [7]. Kemudian *feed mole rate* yang digunakan adalah propanol sebesar 10 kmol/h, dan asam asetat sebesar 13 kmol/h [7]. *Feed* diumpankan ke dalam reaktor ekuilibrium dan reaktor Gibbs seperti pada Gambar 2, dengan suhu 60°C pada tekanan 1 atm. *Feed mole rate* propanol dan asam asetat diumpankan sebesar 10 kmol/h dan 13 kmol/h, sehingga diperoleh laju alir sebesar 23 kmol/h. Pada reaktor ekuilibrium, kondisi operasi ditetapkan dengan memilih "Approach ΔT " untuk mengarahkan simulasi pada meminimalisasi energi Gibbs dan data reaksi stoikiometri, seperti pada Gambar 3. Kemudian untuk reaktor Gibbs, data yang diinputkan yaitu kondisi isothermal 60°C, tekanan sebesar 1 atm, tanpa adanya reaksi stoikiometri.

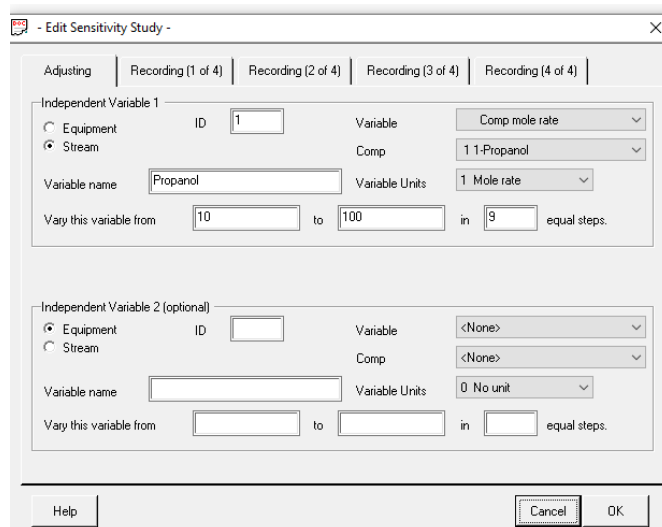


Gambar 2. Simulasi pembuatan propil asetat (a) reaktor ekuilibrium (b) reaktor Gibbs

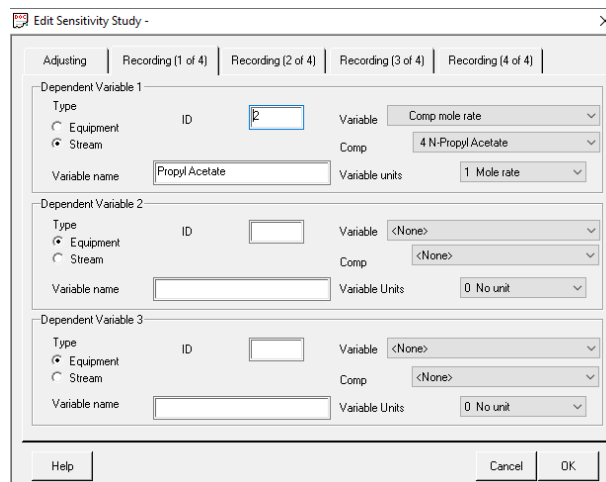
Selanjutnya dipilih "sensitivity study" di CHEMCAD, untuk mengetahui pengaruh mol propanol pada jumlah propil asetat yang dihasilkan. Ditentukan jumlah *mole rate* propanol sebesar 10 kmol/h hingga 100 kmol/h, diperoleh 9 perubahan setiap mol propanol seperti pada Gambar 4. Variabel terikat yang dipilih yaitu propil asetat untuk mengetahui produk yang dihasilkan, jika terdapat kenaikan pada *mole rate* propanol seperti pada Gambar 5.



Gambar 3. Stoikiometri reaktor ekuilibrium



Gambar 4. Sensitivity study untuk pengaruh mol propanol



Gambar 5. Sensitivity study untuk hasil propil asetat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi perbandingan mol propanol terhadap pembentukan propil asetat pada reaktor ekuilibrium dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan hasil yang diperoleh untuk reaktor Gibbs dapat dilihat pada Tabel 2.

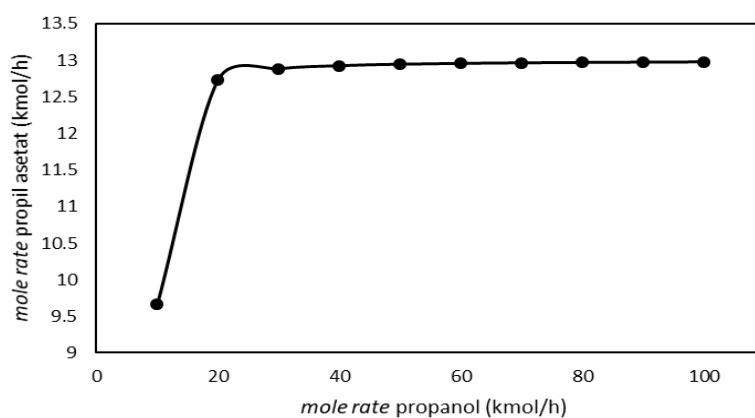
Tabel 1. Hasil simulasi ChemCAD pada reaktor ekuilibrium

<i>Mole rate propanol (kmol/h)</i>	<i>Mole rate propil asetat (kmol/h)</i>
10	9,66156
20	12,7302
30	12,8826
40	12,9253
50	12,9453
60	12,9568
70	12,9643
80	12,9696
90	12,9735
100	12,9766

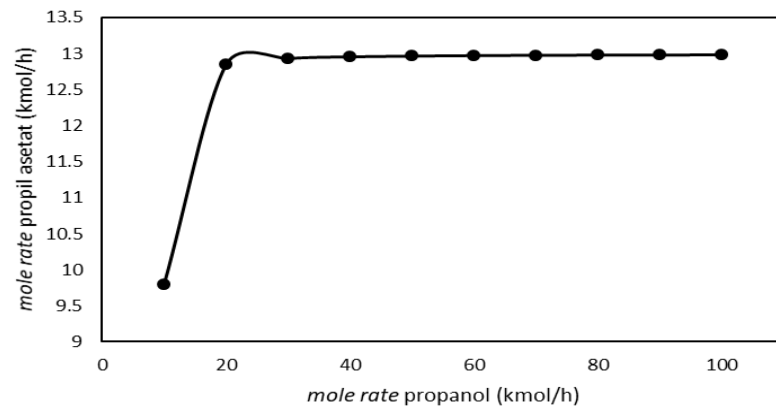
Tabel 2. Hasil simulasi ChemCAD pada reaktor Gibbs

<i>Mole rate propanol (kmol/h)</i>	<i>Mole rate propil asetat (kmol/h)</i>
10	9,80665
20	12,8517
30	12,937
40	12,9601
50	12,9708
60	12,977
70	12,981
80	12,9839
90	12,9859
100	12,9876

Berdasarkan hasil simulasi, dapat diketahui bahwa semakin bertambahnya *mole rate* propanol maka hasil propil asetat semakin banyak. Hal tersebut juga terjadi pada reaktor ekuilibrium dan Gibbs. Hasil simulasi tersebut dapat diplotkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik pengaruh *mole rate* propanol terhadap *mole rate* propil asetat pada reaktor ekuilibrium



Gambar 7. Grafik pengaruh *mole rate* propanol terhadap *mole rate* propil asetat pada reaktor Gibbs

Hasil grafik yang diperoleh, dapat diketahui bahwa dalam kondisi operasi yang sama produk propil asetat semakin meningkat seiring bertambahnya propanol. Kondisi operasi pada reaktor ekuilibrium ditetapkan dengan memilih “*Approach ΔT*” untuk mengarahkan simulasi pada meminimalisasi energi Gibbs, sehingga hasil yang diperoleh mempunyai kesamaan dengan simulasi reaktor Gibbs.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Simulasi ChemCAD dalam pembuatan propil asetat dengan perbandingan *mole rate* pada reaktor ekuilibrium dan Gibbs, diperoleh hasil bahwa dalam kondisi operasi yang sama produk propil asetat semakin meningkat seiring bertambahnya propanol. Reaktor terbaik untuk pembuatan propil asetat yaitu reaktor Gibbs.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik, 2012, *Data Impor Propil Asetat*. Diakses 18 September 2019.
- [2] Sibarani, T., 2014, *Prarancangan Pabrik Propil Asetat dari Propanol dan Asam Aetat Kapasitas 30.000 Ton/Tahun*, Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [3] Gandhi, N. N., 1997, *Application of Lipase*, Journal of the American Oil Chemists Society, Vol. 74, No. 6, 621-634.
- [4] Carey, F. A., Sundberg, R. J., 2007, *Advanced Organic Chemistry Part A: Structure and Mechanisms*, Fifth Edition, Springer Science & Business Media.
- [5] Bart, H. J., W. Kaltenbrunner, W., Landschutzer, H., 1996, *Kinetics of Esterification of Acetic Acid with Propyl Alcohol by Heterogeneous Catalysis*, Vol. 28, No. 9, 649-656.
- [6] Feryanto, A.D.A., 2006, *Modul 3 ChemCAD – Steady State Reactors*, Bogor.
- [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, Oktober, 75-83.