

SIMULASI PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMUM *FEED* ASAM ASETAT ANHIDRAT PADA SISTEM PRODUKSI TRIASETIN KAPASITAS 19.000 TON/TAHUN MENGGUNAKAN SIMULASI CHEMCAD 7.1.5

Muchammad Irvan Ma'rifat dan Ade Sonya Suryandari
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
much1irvan@gmail.com, [ade.sonya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Bahan bakar minyak (BBM) terbarukan banyak dikembangkan saat ini mengakibatkan kebutuhan triasetin sebagai zat aditif terus meningkat. Triasetin bermanfaat untuk menaikkan nilai oktan pada mesin serta dapat digunakan sebagai anti-*knocking*. Triasetin dihasilkan melalui reaksi asam asetat dan gliserol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi optimum *feed* asam asetat anhidrat pada sistem produksi triasetin sehingga mendapatkan produk dengan kualitas dan kuantitas optimal menggunakan simulasi dengan ChemCAD. Produk yang dihasilkan dari reaksi asam asetat anhidrat dan gliserol yaitu triasetin, asetat anhidrat, asam asetat, dan air. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu asam asetat dengan konsentrasi 80% hingga 100%. Proses simulasi produksi triasetin menggunakan stokiometri reaktor dan untuk pemurnian triasetin menggunakan kolom distilasi. Kualitas triasetin optimal didapatkan pada konsentrasi asam asetat anhidrat 80% dengan jumlah produk 2411,037 kg/jam dan dengan konsentrasi triasetin sebesar 99,8792%.

Kata kunci: Aditif, Asam asetat, ChemCAD, Konsentrasi *feed*, Triasetin

ABSTRACT

Renewable fuel oil has been developed at this time resulting in the need for triacetin as an additive continues to increase. Triacetin is useful for increasing the octane value in the engine and can be used as anti-*knocking*. Triacetin is produced by the reaction of acetic acid and glycerol. The purpose of this study was to determine the optimum concentration of anhydrous acetic acid feed in the triacetin production system so as to obtain products with optimal quality and quantity using ChemCAD simulation. Products produced from the reaction of anhydrous acetic acid and glycerol are triacetin, anhydrous acetic, acetic acid, and water. The variable used in this study is acetic acid with a concentration of 90% to 100%. The process of triacetin production simulation uses reactor stockiometry and for purification of triacetin using distillation columns. Optimal triacetin quality was obtained at anhydrous acetic acid concentration of 80% with a total product amount of 2411.037 kg / hour and with a triacetin concentration of 99.8792%.

Keywords: Aditive, Acetic acid, ChemCAD, Feed concentration, Triacetine

1. PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) terbaru yang saat ini banyak dikembangkan di Indonesia. Untuk meningkatkan performa bahan bakar minyak tersebut perlu adanya zat aditif yang dapat meningkatkan nilai oktan. Selama ini bahan aditif yang sering digunakan pada Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah MTBE dan ETBE [1]. Bahan baku pembuatan MTBE dan ETBE adalah *isobutylene* yang merupakan hasil olahan dari minyak bumi, sehingga merupakan bahan yang tidak terbarukan. MTBE dan ETBE memiliki kelemahan terutama hasil pembakaran yaitu asam knalpot dan NO tinggi [2]. Hal ini akan berdampak pada pencemaran lingkungan yang serius jika diaplikasikan dalam jangka waktu yang lama. Sehingga perlu adanya bahan aditif yang ramah lingkungan sebagai pengganti MTBE dan ETBE yaitu triasetin. Triasetin memiliki rumus molekul $C_9H_{14}O_6$ dan biasa disebut *triacylglycerol*. Triasetin dapat dibuat melalui proses esterifikasi antara gliserol dengan asam asetat anhidrat dengan bantuan katalis pada suhu $60^\circ C$ menghasilkan konversi gliserol 100% [3]. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

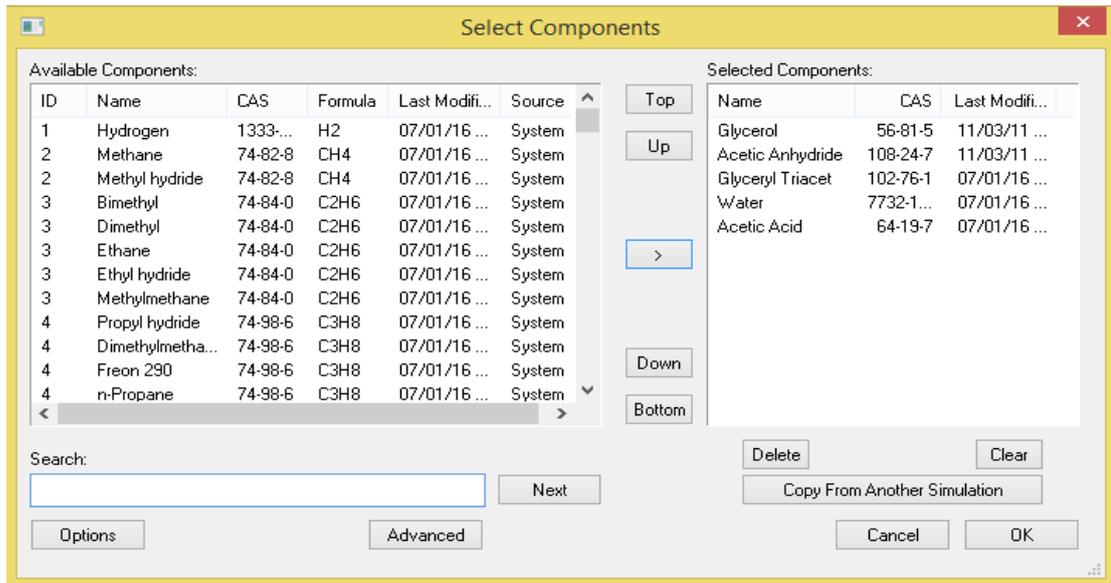


Hasil dari reaksi gliserol dan asam asetat anhidrat ini adalah triasetin dan sisa reaktan berupa asam asetat, asetat anhidrat, dan air.

Triasetin dapat dibentuk melalui reaksi esterifikasi antara trigliserida dengan asam asetat. Reaksi esterifikasi menggunakan asam asetat disebut juga dengan reaksi asetilasi. Reaksi antara gliserol dan asam asetat akan membentuk monoasetin, monoasetin bereaksi dengan asam asetat membentuk diasetin, dan diasetin akan bereaksi dengan *excess* asam asetat membentuk produk triasetin. Asam asetat berpengaruh penting pada reaksi ini sehingga pada penelitian kali ini dalam memberikan produk optimum dilakukan simulasi proses pembuatan triasetin menggunakan ChemCAD 7.1.5 untuk menentukan konsentrasi optimum feed asam asetat dengan melakukan trial konsentrasi feed asam asetat. Tujuan penentuan konsentrasi optimum *feed* asam asetat adalah untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas produk triasetin optimal maka komponen *feed* asam asetat digunakan sebagai variabel percobaan dengan nilai konsentrasi 80 hingga 100%.

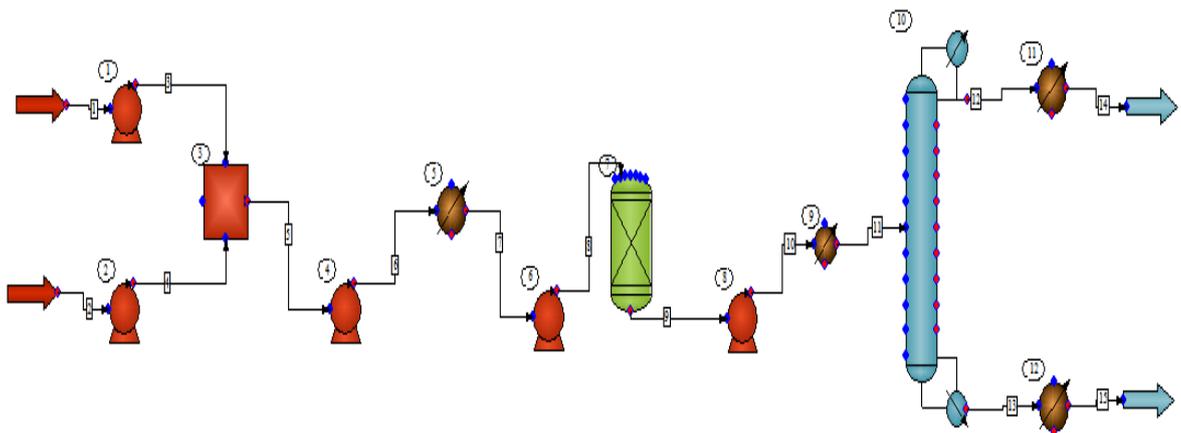
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan konsentrasi optimum feed asam asetat pada sistem produksi triasetin menggunakan trial konsentrasi asam asetat sebesar 80% hingga 100% dengan selisih 2% tiap variabelnya. Langkah pertama simulasi diawali dengan membuka *software* ChemCAD 7.1.5. Selanjutnya memilih komponen kimia yang digunakan yaitu gliserol, asam asetat anhidrat, asam asetat, triasetin, dan air seperti pada Gambar 1.



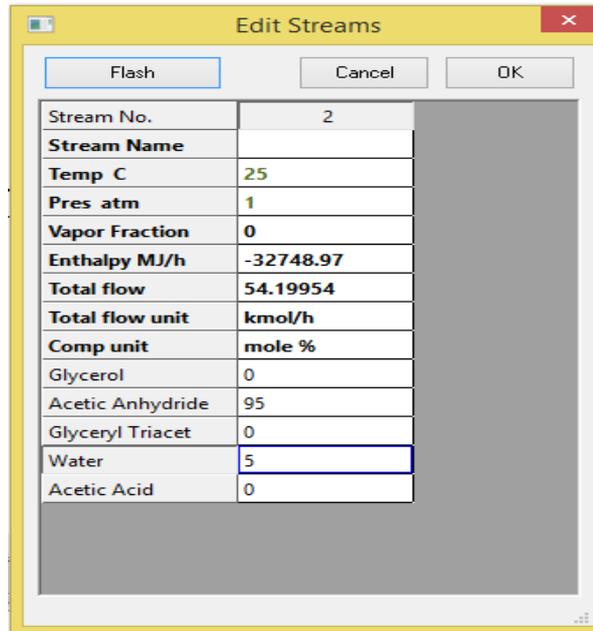
Gambar 1. Komponen simulasi yang digunakan pada pembuatan triasetin

Langkah selanjutnya yaitu menentukan model termodinamika simulasi. Pada simulasi kali ini peneliti menggunakan model termodinamika NRTL karena dapat digunakan untuk elektrolit air [4]. dan untuk *multicomponent organic water system*. Kemudian membuat aliran proses pada lembar kerja ChemCAD seperti Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian proses pembuatan triasetin menggunakan simulasi ChemCAD 7.1.5

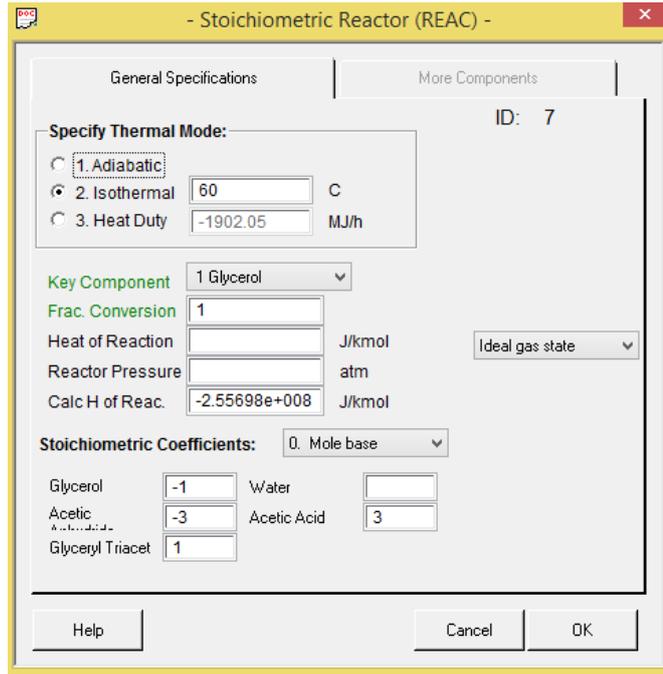
Tahap selanjutnya yaitu menentukan konsentrasi *feed*. Peneliti menggunakan konsentrasi gliserol sebesar 98% dan trial konsentrasi asam asetat sebesar 80%-100% dengan selisih variabel 2%. Trial konsentrasi asam asetat dapat dilihat secara detail pada Gambar 3.



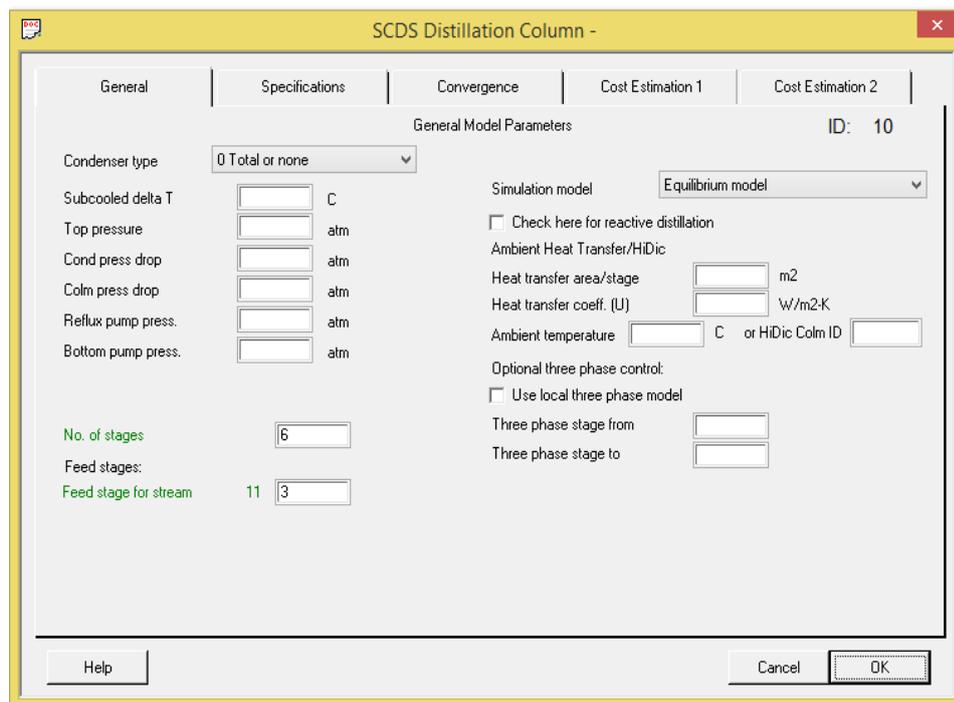
Stream No.	2
Stream Name	
Temp C	25
Pres atm	1
Vapor Fraction	0
Enthalpy MJ/h	-32748.97
Total flow	54.19954
Total flow unit	kmol/h
Comp unit	mole %
Glycerol	0
Acetic Anhydride	95
Glyceryl Triacet	0
Water	5
Acetic Acid	0

Gambar 3. Trial konsentrasi asam asetat anhidrat

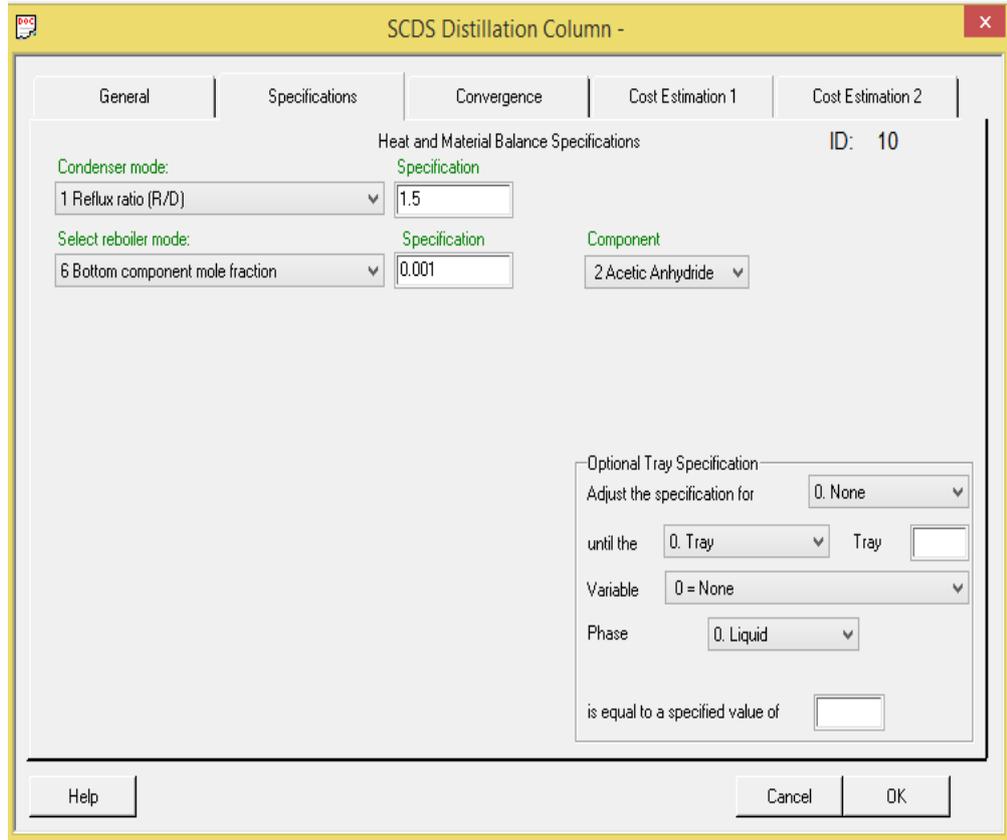
Masing-masing *feed* dipompa menuju mixer untuk dilakukan pencampuran bahan. *Feed* yang telah homogen selanjutnya dipompakan menuju *pre-heater* untuk menaikkan suhu 60°C sebagai kebutuhan kondisi reaksi pada reaktor. Selanjutnya *feed* dipompa menuju reaktor stokiometri. Alasan pemilihan reaktor ini adalah karena sudah mengetahui komponen kunci dan reaksi, serta reaksi tunggal [5]. Konversi gliserol yang terjadi didalam rektor stokiometri sebesar 100%. Produk keluaran reaktor berupa triasetin, asam asetat, asam asetat anhidrat dan air. Komponen-komponen tersebut selanjutnya dipompa menuju kolom distilasi untuk dimurnikan. Proses distilasi digunakan untuk memisahkan komponen-komponen penyusun dari suatu campuran berdasarkan titik didihnya [6] sehingga didapatkan triasetin dengan kemurnian tinggi. Simulasi stokiometri reaktor dan kolom distilasi dapat dilihat secara detail pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 4. Tampilan Parameter yang Perlu Dimasukkan pada stokiometri reaktor



Gambar 5. Tampilan Parameter yang Perlu Dimasukkan pada kolom distilasi bagian *general*



Gambar 6. Tampilan Parameter yang Perlu Dimasukkan pada kolom distilasi bagian spesifikasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

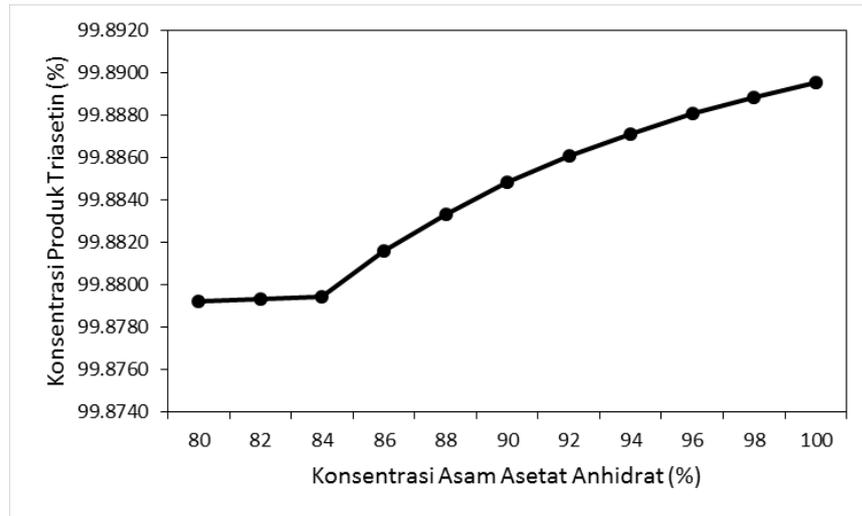
Hasil simulasi konsentrasi optimum feed asam asetat anhidrat pada sistem produksi triasetin menggunakan ChemCAD 7.1.5 dengan variabel konsentrasi asam asetat anhidrat dapat dilihat pada Tabel 1. Simulasi dilakukan dari konsentrasi asam asetat anhidrat 80% hingga 100% dengan selisih 2%. Pemilihan rentan konsentrasi feed tersebut dikarenakan dengan konsentrasi 80% keatas bisa menghasilkan konsentrasi triasetin diatas 99% dan dengan jumlah produk yang diinginkan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Hasil simulasi produksi triasetin dengan variabel konsentrasi feed asam asetat anhidrat

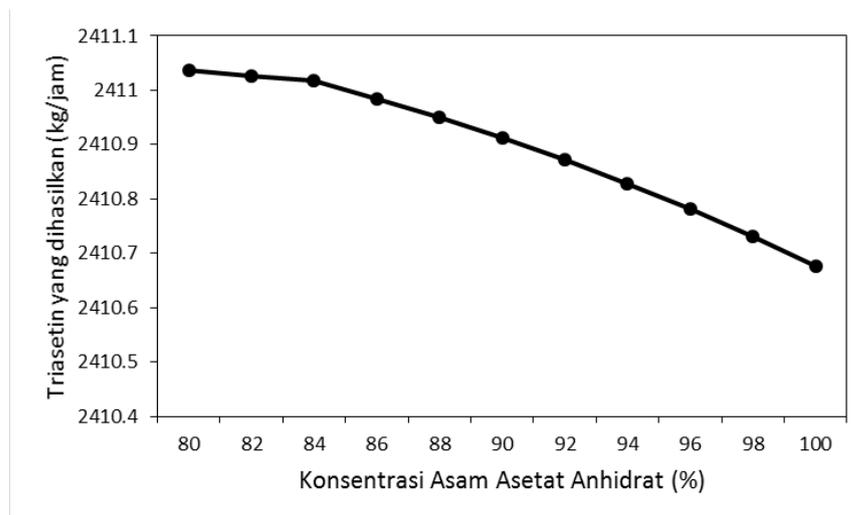
No.	Konsentrasi Asam Asetat Anhidrat (%)	Mass Flow Produk (kg/jam)			Konsentrasi Produk (%)		
		Triasetin	Asam Asetat Anhidrat	Asam Asetat	Triasetin	Asam Asetat Anhidrat	Asam Asetat
1	80	2411.037	1215.72	1990.637	99.8792	21.0581	58.6172
2	82	2411.026	1239.553	1990.637	99.8793	21.8926	59.7685
3	84	2411.017	1262.478	1990.637	99.8794	22.7270	60.9197
4	86	2410.985	1373.143	1990.651	99.8816	24.7190	60.9197
5	88	2410.95	1483.807	1990.662	99.8834	26.7109	60.9197
6	90	2410.913	1594.471	1990.672	99.8848	28.7029	60.9196
7	92	2410.872	1705.136	1990.68	99.8861	30.6948	60.9195

8	94	2410.828	1815.8	1990.687	99.8871	32.6868	60.9193
9	96	2410.781	1926.465	1990.693	99.8881	34.6787	60.9192
10	98	2410.731	2037.13	1990.698	99.8889	36.6706	60.9190
11	100	2410.677	2147.795	1990.702	99.8896	38.6624	60.9187

Hubungan antara perubahan konsentrasi feed asam asetat anhidrat terhadap kemurnian produk dan jumlah produk dapat dilihat pada Gambar 6. dan Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh perubahan konsentrasi asam asetat anhidrat terhadap konsentrasi triasetin



Gambar 8. Pengaruh perubahan konsentrasi asam asetat anhidrat terhadap produk triasetin yang dihasilkan

Dari Gambar 5 diketahui bahwa semakin besar konsentrasi *feed* asam asetat anhidrat maka konsentrasi triasetin juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan peningkatan konsentrasi asam asetat anhidrat mendorong laju konversi menuju terbentuknya triasetin sehingga konsentrasi asam asetat sebagai produk samping menurun. Hal ini berbanding terbalik dengan jumlah produk yang dihasilkan. Terlihat pada Gambar 6 semakin besar konsentrasi *feed* asam asetat anhidrat jumlah produk triasetin semakin menurun. Hal ini dikarenakan meningkatnya jumlah asam asetat yang terbentuk sebagai produk samping sehingga jumlah triasetin sebagai produk utama menurun.

Dapat dilihat pada Tabel 1, Peningkatan konsentrasi asam asetat anhidrad mengakibatkan peningkatan besar pada jumlah asam asetat anhidrat sebagai sisa reaktan, tetapi kurang signifikan terhadap perubahan jumlah dan konsentrasi produk utama yaitu triasetin. Hal ini dikarenakan konversi reaksi 100% terhadap gliserol sebagai *key component*, dan ketika gliserol habis bereaksi maka akan menyisakan asam asetat anhidrad yang keluar sebagai sisa reaktan.

Peneliti menimbangkan bahwa konsentrasi optimum *feed* asam asetat anhidrat pada produksi triasetin sebesar 80%. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi *feed* asam asetat anhidrat sebesar 80% menghasilkan produksi triasetin terbesar yaitu 2411,037 kg/jam meskipun dengan konsentrasi produk terendah yaitu 99,8792%. Angka tersebut telah memenuhi angka standar kemurnian triasetin yaitu 99% [7].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penentuan konsentrasi optimum *feed* asam asetat anhidrat pada sistem produksi dengan menggunakan simulasi ChemCAD 7.1.5 dapat disimpulkan bahwa, konsentrasi *feed* asam asetat anhidrat optimum sebesar 80% dengan jumlah produk triasetin sebesar 2411,037 kg/jam dan dengan konsentrasi produk sebesar 99,8792%.

REFERENSI

- [1] Kale, Sumeet., Armbruster, Udo., Umbarkar, Shubhangi., Dongare, Mohan., Martin, Andreas., 2013, *Esterification of Glycerol with Acetic Acid for Improved Production of Triacetin using Toluene as an Entrainer* 10th green Chemistry Conference, An International Even, Barcelona-spain.
- [2] Mufrodi, Zahrul; Rochmadi; Sutijan; Budiman, Arief. 2014. *Synthesis Acetylation of Glycerol Using Batch Reactor and Continuous Reactive Distillation Column*. Engineering Journal ISSN 0125-8281. 18 (2).
- [3] Leonardo N. Silva., Valter L.C., Gonçalves., Claudio J.A. Mota, 2010, *Catalytic Acetylation of Glycerol with Acetic Anhydride*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química. Av Athos da Silveira Ramos 149, CT Bloco A, 21941-909, Rio de Janeiro, Brazil INCT de Energia e Ambiente, UFRJ, 21941-909, RJ, Brazil.
- [4] Souza, Tatiane F. C., Ferreira, Newton L., Marin, Maristhela., and Guardani, Roberto., 2017, *Glycerol Esterification with Acetic Acid by Reactive Distillation Using Hexane as an Entrainer*, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, Vol. 8, No. 6, 344-350.

- [5] Feryanto, A.D.A, 2006, *ChemCAD Steady State Reactor*. PT. Asahimas Chemical:Cilegon.
- [6] Wibowo, Agung Ari., Lusiani, Cucuk Evi., Ginting, Rizqy R., dan Hartanto, Doni., *Simulais 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] Mufrodi, Zahrul; Rochmadi; Sutijan; Budiman, Arief. 2013. *Continuous Process of Reactive Distillation to Produce Bio-additive Triacetin from Glycerol*. Engineering Journal ISSN 1913-1844. 7 (10).