

SIMULASI PENGARUH TEKANAN *FEED* PADA PROSES PEMURNIAN TRIASETIN BERBASIS CHEMCAD 7.1.5

Robi'atul Adawiyah dan Ade Sonya Suryandari

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

Robi'atuladawiyah730@gmail.com, [ade.sonya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Triasetin merupakan zat aditif bahan bakar ramah lingkungan yang terbentuk dari hasil reaksi antara gliserol dan asam asetat dengan bantuan katalis yang bersifat asam baik katalis homogen ataupun katalis heterogen. Triasetin berfungsi untuk mengurangi *knocking* pada mesin serta dapat mengurangi asap knalpot karena molekul karbon dalam campuran bahan bakar berkurang sehingga dapat mengurangi pencemaran udara. Penelitian ini menggunakan bahan baku gliserol 95% dan asam asetat anhidrat 99.85%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tekanan *feed* terhadap proses pemurnian triasetin sehingga mendapatkan triasetin dengan kemurnian tinggi. Produk dari hasil reaksi antara gliserol dan asam asetat anhidrat berupa produk campuran yang terdiri dari triasetin, asam asetat, asam asetat anhidrat dan air. Simulasi dilakukan pada *software* chemCAD 7.1.5 dengan model termodinamika NRTL. Proses simulasi pemurnian triasetin menggunakan kolom distilasi. Hasil simulasi pemurnian terbaik diperoleh pada tekanan 0.4 atm dengan komposisi triasetin sebesar 100% mol dan laju alir 2049.53 kg/jam.

Kata kunci: Distilasi, Simulasi chemCAD, Tekanan *feed*, Triasetin

ABSTRACT

Triacetin is an environmentally friendly fuel additive made of the reaction between glycerol and acetic acid with acidic catalyst, both homogeneous catalyst or heterogeneous catalyst. Triacetin serves to reduce knocking on the machine and can reduce the exhaust smoke because carbon molecules in the fuel mixture are reduced so as to reduce air pollution. This research uses 95% glycerol and 99.85% acetic acid anhydrous raw material. The purpose of research was to determine the effect of feed pressure on the purification process of triacetin so as to obtain triacetin with high purity. The product of reaction between the glycerol and acetic acid anhydrous in the form of a mixture of products consisting of triacetin, acetic acid, anhydrous acetic acid and water. The simulation is done on chemCAD software 7.1.5 with a NRTL thermodynamics model. The purifying simulation process uses a distillation column. The best purification simulation result is obtained at 0.4 atm pressure with triacetin composition of 100% mol and flow rate of 2049.53 kg/hr.

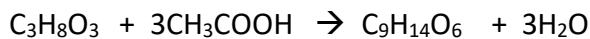
Keywords: Distillation, ChemCAD simulation, Feed pressure, Triacetin

1. PENDAHULUAN

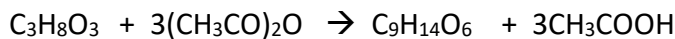
Zat aditif pada bahan bakar merupakan senyawa yang dibutuhkan sebagai zat anti *knocking* untuk menjaga performa mesin. Selama ini zat aditif yang digunakan di Indonesia adalah *Methyl Tertier Buthyl Ether* (MTBE) dan *Ethyl Tertier Buthyl Ether* (ETBE) [1]. MTBE dan ETBE terbuat dari *isobutylene* yang merupakan produk olahan minyak bumi sehingga termasuk salah satu bahan yang tidak dapat diperbarui. Selain itu pembakaran MTBE dan ETBE menghasilkan asam knalpot dan NO tinggi [2]. Apabila hal tersebut dibiarkan terus-menerus mengakibatkan pencemaran lingkungan yang serius. Sehingga dari permasalahan

tersebut perlu adanya zat aditif ramah lingkungan serta dapat diperbarui yaitu triasetin. Triasetin merupakan senyawa kimia yang memiliki manfaat sebagai zat aditif bahan bakar cair untuk mengurangi *knocking* pada mesin [3], serta dapat mengurangi asap knalpot karena molekul karbon dalam campuran bahan bakar berkurang [4]. Triasetin terbentuk dari proses esterifikasi gliserol dan asam asetat dengan bantuan katalis yang bersifat asam, baik katalis homogen maupun heterogen. Penelitian Triasetin dengan katalis homogen yaitu penggunaan asam asetat sebagai katalis. Hasil terbaik diperoleh dengan perbandingan mol pereaksi gliserol dan asam asetat 1:7 pada suhu 120°C selama 50 menit dengan konversi 67.6% dan selektivitas 25% [5]. Penelitian menggunakan katalis heterogen telah dilakukan dengan mereaksikan gliserol dan asam asetat anhidrat dengan perbandingan 1:4 hasil terbaik diperoleh menggunakan katalis H-beta dan K-10 dengan selektivitas triasetin 100% pada suhu 60°C selama 20 menit [6].

Secara teoritik hasil reaksi setiap 1 mol gliserol dibutuhkan 3 mol asam asetat. Reaksi diikuti pelepasan air sebagaimana reaksi yang terjadi dalam produksi triasetin [7]:



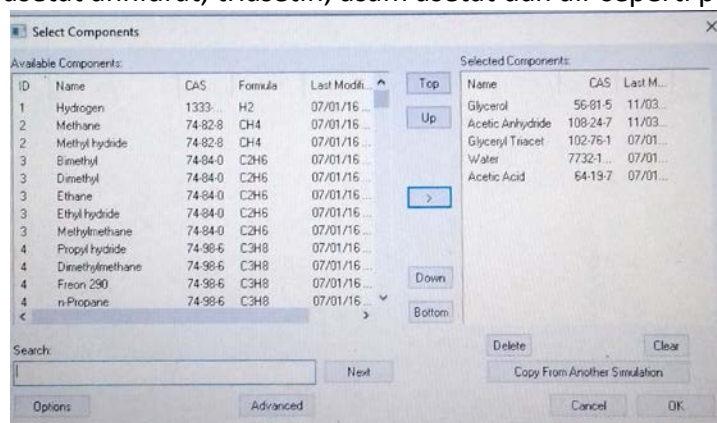
Sedangkan untuk reaksi pembentukan triasetin menggunakan asam asetat anhidrat, yaitu [6]:



Mengacu pada reaksi diatas produk yang dihasilkan dalam pembuatan triasetin berupa produk campuran, sehingga untuk mendapatkan triasetin dengan kemurnian tinggi dibutuhkan proses pemurnian yaitu menggunakan distilasi. Distilasi merupakan proses pemurnian menggunakan prinsip pada perbedaan titik didih komponen. Proses distilasi dipilih karena masing-masing komponen pada produk memiliki tingkat volatilitas yang berbeda. Maka dengan faktor tersebut serta kondisi operasi yang tepat proses distilasi dapat memurnikan produk dengan baik. Berdasarkan penjabaran tersebut mendorong penelitian untuk mengetahui kondisi operasi yang tepat untuk menghasilkan triasetin dengan kemurnian tinggi yang menggunakan metode simulasi tekanan *feed* pada proses pemurnian yang berbasis chemCAD 7.1.5.

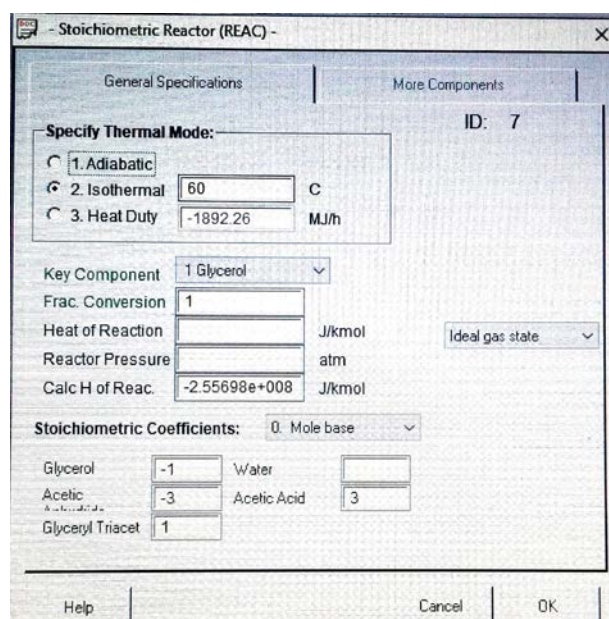
2. METODOLOGI PENELITIAN

Simulasi proses untuk mengetahui pengaruh tekanan *feed* pada pemurnian triasetin dengan distilasi dilakukan menggunakan *software* simulasi proses chemCAD 7.1.5. Langkah simulasi diawali dengan membuka *software* chemCAD 7.1.5. Lalu memilih senyawa kimia berupa gliserol, asam asetat anhidrat, triasetin, asam asetat dan air seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Menentukan komponen simulasi

Kemudian menentukan model termodinamika simulasi, kesetimbangan uap-cair pada penelitian ini menggunakan koefisien aktifitas model termodinamika NRTL [8]. Setelah itu mengatur kondisi bahan baku sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang digunakan yaitu gliserol 95% dan asam asetat anhidrat 99.85% dengan laju alir masing-masing 1017.505 kg/jam dan 4493.814 kg/jam pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm. Ketentuan laju alir tersebut berdasarkan hasil perhitungan data impor produk triasetin di Indonesia pada tahun 2012-2016 [9]. Kedua bahan baku tersebut lalu dipompa ke *mixer* kemudian dipanaskan pada *preheater* untuk mencapai suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah dipanaskan bahan akan direaksikan dalam reaktor dengan ketentuan suhu *isothermal* 60°C, konversi gliserol 100%, dan koefisien komponen berdasarkan reaksi. Ketentuan tersebut berdasarkan hasil terbaik pada penelitian Leonardo dkk., (2010). Secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.

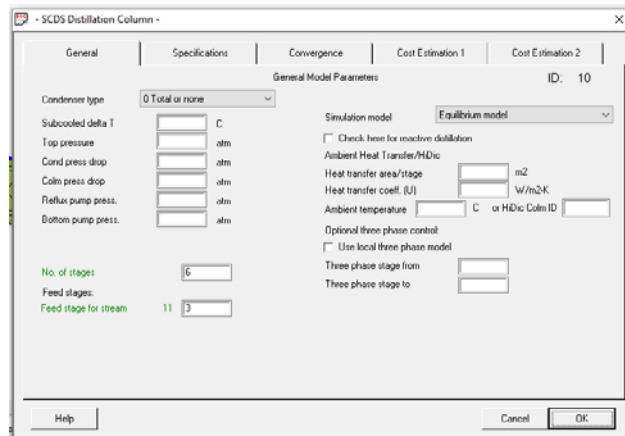


Gambar 2. Simulasi reaktor

Tahap selanjutnya yaitu proses pemurnian dengan memanaskan kembali produk campuran hingga mencapai suhu 107°C untuk memudahkan dalam memisahkan komponen. Kemudian bahan masuk ke kolom distilasi dan akan terjadi proses pemurnian triasetin yang berdasarkan titik didih masing-masing komponen. Komponen dengan titik didih tinggi akan menjadi *bottom product* dan komponen dengan titik didih rendah akan menjadi *top product*. Data yang digunakan untuk simulasi kolom destilasi yaitu:

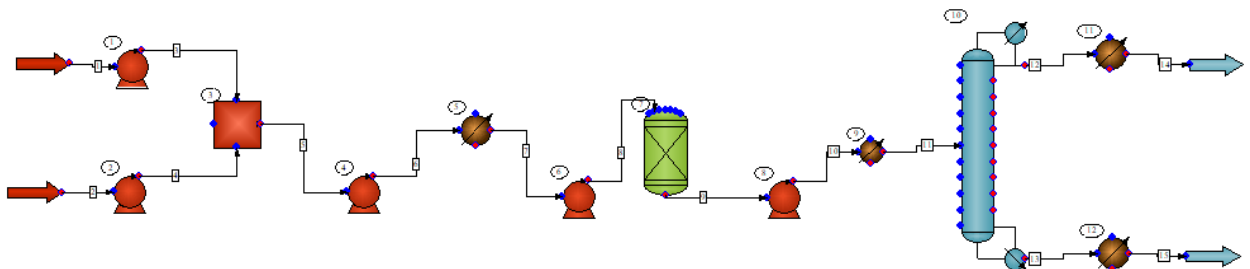
Tabel 1. Data simulasi kolom distilasi

SCDS Distillation Column			
General		Specification	
Number of stage	6	Condenser mode	Reflux ratio (1.5)
Feed stage	3	Reboiler mode	Reboiler duty positive (4.1528e+006) kJ/h

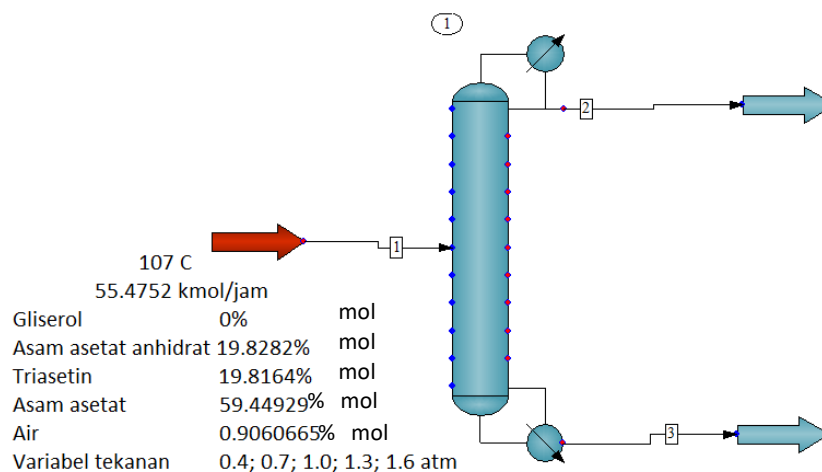


Gambar 3. Data simulasi kolom distilasi

Ketentuan data tersebut berdasarkan hasil simulasi *shortcut distillation*. Fungsi *shortcut distillation* adalah untuk menentukan spesifikasi kolom distilasi. Setelah melalui proses pemurnian, *top product* dan *bottom product* didinginkan dan disimpan dalam tangki dengan suhu 35°C. Simulasi secara keseluruhan pada proses pembuatan triasetin dari bahan baku hingga menjadi produk dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan simulasi untuk mengetahui pengaruh tekanan *feed* pada proses pemurnian triasetin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Simulasi proses pembuatan triasetin



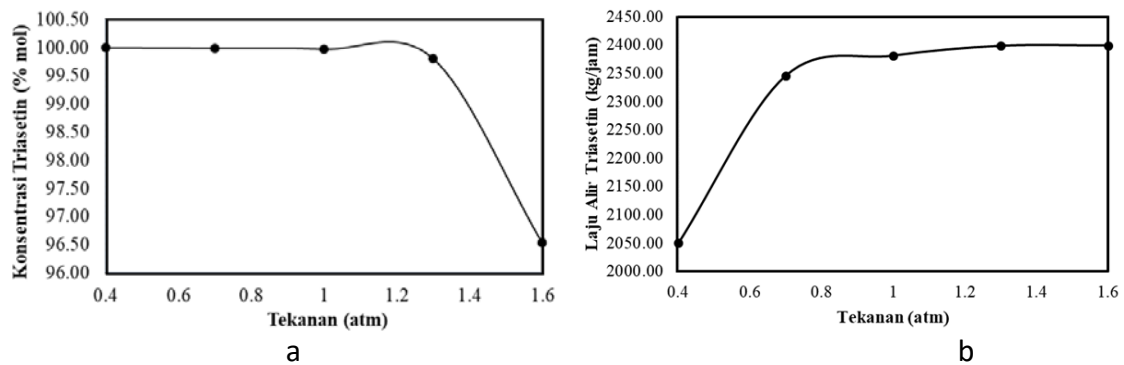
Gambar 5. Simulasi pengaruh tekanan *feed* pada proses pemurnian triasetin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi proses pemurnian triasetin komponen utama yang menjadi *bottom product* adalah triasetin karena memiliki titik didih paling tinggi dan hasil secara detail dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil simulasi semakin rendah tekanan kemurnian triasetin semakin tinggi akan tetapi berbanding terbalik dengan laju alir massa triasetin. Tekanan operasi rendah dapat membantu proses pemisahan pada destilasi karena seiring berkurangnya tekanan pada ruangan diatas cairan akan menurunkan titik didih, dan sebaliknya titik didih suatu cairan akan meningkat seiring meningkatnya tekanan diatas permukaan cairan [10]. Sehingga semakin rendah tekanan operasi maka laju alir massa triasetin semakin berkurang karena sebagian komponen triasetin berubah fase menjadi uap dan keluar menjadi *top product*.

Tabel 2. Hasil simulasi chemCAD

Tekanan <i>feed</i> (atm)	Konsentrasi triasetin (% mol)	Laju alir triasetin (kg/jam)
0.4	100.00	2049.53
0.7	99.99	2345.26
1.0	99.97	2380.85
1.3	99.81	2398.05
1.6	96.54	2398.68



Gambar 3. a) Grafik pengaruh tekanan terhadap konsentrasi triasetin, b) Grafik pengaruh tekanan terhadap laju alir massa triasetin

Distilasi merupakan suatu metode untuk memisahkan campuran dari beberapa komponen berdasarkan perbedaan titik didihnya [11]. Komponen yang memiliki titik didih rendah akan teruapkan dan menjadi *top product* sedangkan komponen yang memiliki titik didih tinggi akan menjadi *bottom product*. Sehingga penurunan tekanan efektif dalam proses pemurnian karena dapat mengurangi konsumsi energi yang digunakan untuk menguapkan komponen dalam produk campuran sehingga komponen terpisah. Bersumber dari hasil simulasi sebagian besar *bottom product* mengandung komponen triasetin dan sebagian kecil lainnya berupa air, asam asetat, asam asetat anhidrat. Sedangkan pada *top product* sebagian besar berupa asam asetat dan sebagian kecil berupa air, asam asetat anhidrat dan triasetin.

Hal tersebut dikarenakan triasetin merupakan komponen yang memiliki titik didih paling tinggi pada produk campuran jadi produk triasetin menjadi *bottom product*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Simulasi ChemCAD 7.1.5 pada pemurnian triasetin telah dilakukan menggunakan proses distilasi. Hasil simulasi pemurnian terbaik diperoleh pada tekanan 0.4 atm dengan konsentrasi triasetin lebih dari 99.9% dan laju alir sebesar 2049.53 kg/jam.

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 Event, Barcelona-Spain.
- [2] Mufrodi, Zahrul., Rochmadi., Sutijan., Budiman, Arief., 2010, *Effects of Temperature and Catalyst Upon Triacetin Production from Glycerol (by-product biodiesel production) as Octane Booster*, *Proc. Advances in Renewable Energy Technologies Int. Conf*, 130-134.
- [3] Setyaningsih., Lucky Wahyu, Nuzulia., Rizkiya ningrum, Umi Mei., Andi, Risky., 2017, Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Reusability Katalis pada Sintesis Triasetin dengan Katalisator Lewatit, *Teknoin*, 23 (1). Hal: 56-62.
- [4] Prasongko, Chici Wardiani., Ramdani, Fitri., Mufrodi, Zahrul., 2018, Simulasi Optimasi *Reactive Distillation* untuk Membuat Bioaditif (Triasetin) dari Gliserol dan Asam Asetat dengan Katalis Asam Sulfat Menggunakan Software Aspen Plus. *Chemical: Jurnal Teknik Kimia* ISSN 2355-8776. 5 (2). Hal: 57-65.
- [5] Widayat., Satriadi, Hantoro., Abdullah., Handono, Ika WIndrianto K., 2013, Proses Produksi Triasetin dari Gliserol dengan Katalis Asam Sulfat, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11 (4), Hal:192-198.
- [6] 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.
- [7] Ernawati, Dwi Yuni., Helwani, Zuchra., Yenti, Silvia Reni., 2015, Penggunaan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Katalis pada Proses Esterifikasi Gliserol dari Produk Samping Biodiesel Menjadi Triacetin, *Jom Fteknik*, 2 (2), Hal: 1-8.
- [8] Souza, Tatiane F.C., Ferreira, Newton L., Marin, Maristhela., Guardani, Roberto., 2017, *Glycerol Esterification with Acetic Acid by Reactive Distillation Using Hexane as An Entrainer*, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 8 (6).
- [9] Badan Pusat Statistik, 2010, Data Impor Triasetin Diakses 22 September 2019.
- [10] Guenther, E., 1987, Minyak Atsiri, Diterjemahkan oleh R.S. Ketaren dan R.Mulyono. Jakarta, UI Press.
- [11] Wibowo, Agung Ari., Lusiani, Cucuk Evi., Ginting, Rizqy Romadhona., Hartanto, Dhoni., 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.