

PENENTUAN SUHU OPTIMUM *BOTTOM COLUMN* DALAM PEMURNIAN TRIASETIN MENGGUNAKAN SIMULASI CHEMCAD 7.1.5

Vemmy N.A. Putri dan Ade Sonya Suryandari

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
vemmynurmalandhanip@gmail.com, [ade.sonya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Perkembangan biodiesel di Indonesia mengakibatkan kenaikan kebutuhan triasetin sebagai aditif bahan bakar. Manfaat triasetin selain untuk menaikkan nilai oktan juga dapat digunakan sebagai anti-*knocking*. Kemurnian produk triasetin sebagai bahan aditif minimal sebesar 99,8% ditetapkan dalam perancangan ini. Maka dari itu pemurnian triasetin menjadi salah satu proses penting dalam produksi. Proses distilasi dipilih dalam pemurnian triasetin dari sisa reaktan maupun produk samping karena terdapat perbedaan volatilitas setiap komponennya. Maka dari itu untuk mengoptimalkan pemurnian triasetin melalui proses distilasi untuk mendapatkan kemurnian tinggi dengan mempertimbangkan jumlah produk dilakukan simulasi proses produksi triasetin menggunakan CHEMCAD 7.1.5. Simulasi difokuskan pada penentuan suhu optimum pada *bottom product* kolom distilasi dengan melakukan *trial* mulai dari suhu 258°C. Hasil yang didapatkan semakin tinggi suhu *bottom product* maka semakin tinggi kemurnian triasetin namun produk yang dihasilkan semakin sedikit. Sehingga dari simulasi yang telah dilakukan suhu optimum *bottom product* dalam proses pemurnian triasetin sebesar 273°C dengan kemurnian 99,84% dan jumlah produk sebanyak 2402,65 kg/jam.

Kata kunci: Aditif, Bottom Product, CHEMCAD 7.1.5, Distilasi, Triasetin

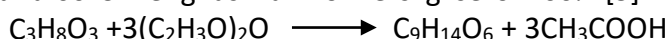
ABSTRACT

The development of biodiesel in Indonesia has resulted in an increase of triacetin as an additional fuel. The benefits of triacetin are increasing octane number and anti-knock. The purity of a triacetin product as an additive of at least 99.8% is determined in this design. Therefore purification of triacetin becomes one of the important processes. The distillation process was chosen in the purification of triacetin from the rest of the reactants and by-products because there was a difference in volatility. Therefore to optimize the purification of triacetin through the distillation process to get high purity by considering the amount of product. Simulation of triacetin production process is carried out using CHEMCAD 7.1.5. This simulation is focused on determining the optimal temperature in the distillation base product column by conducting experiments starting from 258 ° C. The results obtained are that the higher temperature of bottom product causes the higher purity of triacetin, but the resulting product decreases. Finally it can be concluded that the optimum temperature of the bottom product in the triacetin purification process is 273 ° C with a purity of 99.84% and a product flow rate of 2402.65 kg / hour.

Keywords: Aditive, Bottom Product, CHEMCAD 7.1.5, Distilation, Triacetine

1. PENDAHULUAN

Perkembangan biodiesel di Indonesia cukup pesat. Sampai tahun 2016, produksi biodiesel sebesar 3,6 juta Kl naik dari tahun 2011 sebesar 1,8 juta Kl [1]. Peningkatan produksi biodiesel diiringi dengan kenaikan kebutuhan bahan aditif yang berupa triasetin. Triasetin merupakan bahan aditif anti-knock dan *octane booster* digunakan sebagai pengganti *methyl tert-butyl ether* dan *ethyl tert-butyl ether* [2]. Pemanfaatan triasetin sebagai bahan aditif memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah mengurangi asap knalpot, menekan ketukan mesin, meningkatkan kinerja mesin dan mengurangi emisi [3]. Kombinasi campuran 10% triasetin dan biodiesel akan meningkatkan performa mesin dalam semua aspek [4]. Pembuatan triasetin dapat dihasilkan dari reaksi asetilasi gliserol dan asam asetat anhidrat pada suhu 60°C menghasilkan konversi gliserol 100% [5]. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Hasil reaksi asetilasi selain menghasilkan produk utama berupa triasetin juga akan menghasilkan produk samping dan sisa reaktan berupa asam asetat, asam asetat anhidrat dan air. Maka dari itu proses pemurnian dalam pembuatan triasetin berperan penting dalam menentukan kemurnian dari produk triasetin.

Proses distilasi digunakan untuk memisahkan komponen – komponen penyusun dari suatu campuran berdasarkan titik didihnya [6] atau tingkat volatilitas, yaitu tingkat kemudahan suatu komponen untuk menguap [7]. Maka dari itu proses distilasi dipilih dalam pemurnian produk triasetin dari sisa reaktan maupun produk sampingnya, karena masing – masing dari komponen memiliki tingkat volatilitas yang berbeda – beda. Kondisi operasi yang tepat dalam proses distilasi akan memberikan hasil yang baik terhadap produk. Sehingga pada penelitian kali ini dalam memberikan efisiensi proses pemurnian produk triasetin maka dilakukan simulasi proses pembuatan triasetin dengan menggunakan CHEMCAD 7.1.5 untuk menentukan kondisi operasi terbaik dengan melakukan *trial* suhu *bottom product* dari proses distilasi. Berdasarkan tujuan pemurnian produk triasetin maka komponen yang berperan sebagai *light key* adalah asam asetat anhidrat yang memiliki titik didih 139,8°C dan triasetin sebagai *heavy key* dengan titik didih 258°C.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan kondisi operasi optimum pada pemisahan produk triasetin dari sisa reaktan dan produk sampingnya diawali dengan melakukan simulasi proses produksi triasetin *over all* untuk mendapatkan kondisi operasi dan komposisi aliran masuk kolom distilasi dengan menggunakan CHEMCAD 7.1.5. Kondisi operasi optimum pada proses pemurnian didapatkan dengan cara *trial* suhu *bottom product* pada alat distilasi. *Trial* suhu dilakukan dari suhu 258°C sampai didapatkan kemurnian produk minimal 98% dengan selisih 1°C untuk setiap variabelnya.

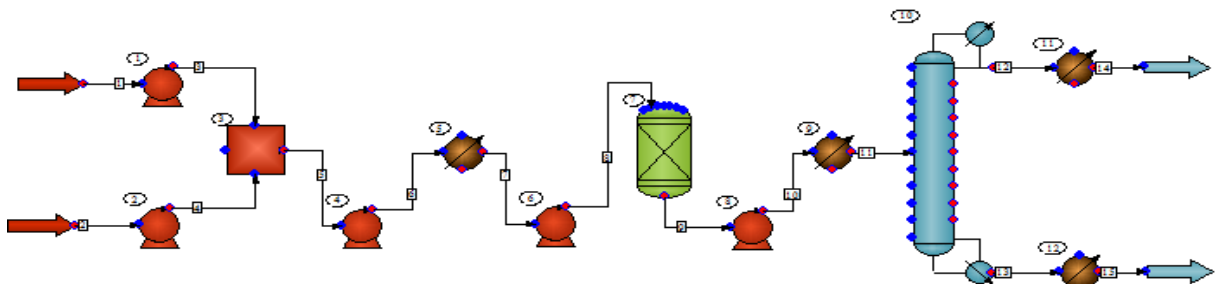
2.1 Dasar Proses

Kapasitas produksi triasetin ditetapkan sebesar 19.000 ton/tahun didasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan produk triasetin berdasarkan data impor produk triasetin pada tahun 2012 – 2016 [8]. Produk yang akan dihasilkan minimal memiliki kemurnian 99,8%. Hal ini dikarenakan dalam berbagai penelitian produk triasetin yang berfungsi sebagai aditif bahan bakar memiliki kemurnian minimal 99%. Sedangkan untuk simulasi reaktor, konversi sebesar 100%. Konversi 100% didapatkan dengan mereaksikan gliserol dan asam asetat anhidrat pada suhu 60°C. Model termodinamika berupa NRTL dipilih karena dapat digunakan untuk elektrolit air [9] dan untuk *multicomponen organic water system* yang sesuai dengan komponen yang akan disimulasikan dalam pembuatan triasetin.

2.2 Desain Proses Over All

Rangkaian simulasi proses pada produksi triasetin dapat dilakukan dengan menggunakan CHEMCAD 7.1.5. Langkah awal dalam simulasi adalah membuka perangkat lunak CHEMCAD 7.1.5 untuk membuka lembar kerja baru, dilanjutkan dengan pemilihan komponen dan properti termodinamika. Komponen dipilih melalui “*select componen*” yang berupa gliserol, asam asetat anhidrat, triasetin, air dan asam asetat. Setelah semua komponen diinputkan, maka dipilihlah NRTL sebagai properti termodinamika, kemudian dipilih “ok”.

Langkah selanjutnya adalah membuat aliran proses pada lembar kerja CHEMCAD 7.1.5 yang telah disusun dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 1. Rangkaian Proses Pembuatan Triasetin Menggunakan Simulasi CHEMCAD 7.1.5

Reaktan berupa 99,5% gliserol dan 99,8% asam asetat anhidrat dipompa menggunakan masing – masing pompa menuju ke *mixer*. Komponen keluaran *mixer* dipompa menuju ke *pre-heater* untuk dinaikkan suhunya sesuai suhu reaksi sebesar 60°C. Selanjutnya komponen diumpankan menuju reaktor menggunakan pompa. Reaktor yang digunakan adalah *stoichiometric reactor*, jenis reaktor ini dapat dipilih jika komponen kunci dan konversi diketahui, serta reaksi tunggal [10]. Produk keluar reaktor berupa produk utama triasetin, produk samping asam asetat serta sisa reaktan berupa asam asetat anhidrat dan air. Komponen – komponen tersebut selanjutnya dilakukan pemisahan dengan menggunakan proses distilasi agar didapatkan produk triasetin dengan kemurnian minimal 99,8%.

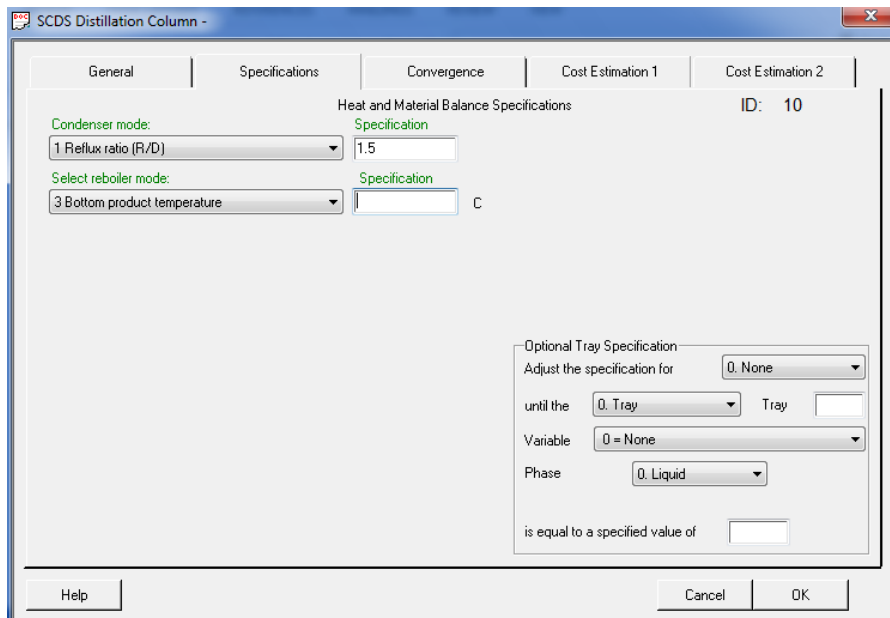
2.3 Penentuan Kondisi Optimum pada Kolom Distilasi

Proses distilasi berlangsung pada kolom distilasi yaitu *equipment* 10. Aliran 11 merupakan aliran masuk kolom yang memiliki komposisi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Operasi dan Komposisi Aliran Masuk Kolom Distilasi

Aliran 11		
Suhu	107	°C
Tekanan	1,4	atm
total flow	5511,331	kg/h
Gliserol	0	kg/h
Asetat Anhidrat	1122,962	kg/h
Triasetin	2398,791	kg/h
Air	9,055084	kg/h
Asam Asetat	1980,522	kg/h

Pada simulasi kolom distilasi diawali dengan mengklik kolom distilasi, lalu mengisi angka 6 pada kolom “no. of stage” dan angka 3 pada “feed stage”. Kedua nilai tersebut didapatkan dari hasil simulasi menggunakan *short cut* dengan komponen *light key* berupa asam asetat anhidrat dan *heavy key* berupa triasetin serta reflux ratio sebesar 1,5. Setelah itu klik “*specification*” pada parameter kolom distilasi sehingga akan muncul tampilan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Parameter yang Perlu Dimasukkan pada Desain Kolom Distilasi

Selanjutnya pilih nomor 1 pada “*condense mode*” berupa Reflux ratio (R/D) dan masukkan nilai 1,5. Selanjutnya pada kolom “*select reboiler mode*” pilih nomor 3 berupa *bottom product temperature*. Pada kolom inilah dilakukan *trial* suhu mulai dari suhu 258°C yang merupakan titik didih asam asetat anhidrat, *trial* suhu dilakukan dengan selisih 1°C sampai didapatkan produk triasetin dengan kemurnian minimal 98%. Setelah parameter semua terisi lalu klik “ok” dan “run”. Hasil kemurnian produk dapat dilihat pada aliran 13 atau aliran *bottom product*.

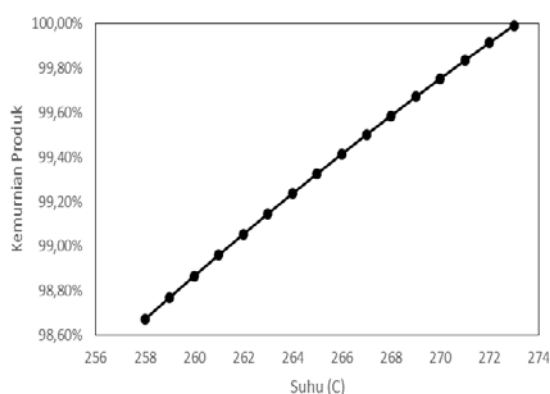
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi kolom distilasi menggunakan CHEMCAD 7.1.5 dengan variabel suhu *bottom product* dapat dilihat pada Tabel 2. Simulasi dilakukan dari suhu 258°C sampai suhu 273°C. Titik akhir *trial* berhenti pada suhu 273°C dikarenakan, ketika suhu *bottom product* sebesar 273°C kemurnian produk triasetin sebesar 99,99% dengan komponen *light key* (asam asetat anhidrat) yang didapatkan sebanyak 0,144 kg/jam. Jika *trial* dilakukan lebih dari 273°C maka kolom distilasi (*equipment 10*) akan *unconverged* sehingga dapat diketahui bahwa suhu maksimal yang dapat digunakan dalam simulasi CHEMCAD 7.1.5 dengan kondisi operasi dan komposisi aliran masuk kolom distilasi seperti pada Tabel 1. adalah sebesar 273°C.

Tabel 2. Hasil Simulasi Kolom Distilasi dengan Variabel Suhu *Bottom Product*

No	Suhu (°C)	Kemurnian (%w)	Mass Flow <i>Bottom Product</i> (kg/h)				
			Asetat Anhidrat	Triasetin	Water	Asetat	Total
1	258	98,67%	28,134	2398,728	0,00157	4,123	2430,99
2	259	98,77%	26,026	2398,728	0,00144	3,829	2428,58
3	260	98,87%	23,953	2398,727	0,00131	3,540	2426,22
4	261	98,96%	21,915	2398,727	0,00119	3,255	2423,90
5	262	99,05%	19,912	2398,727	0,00107	2,974	2421,61
6	263	99,15%	17,942	2398,726	0,00096	2,697	2419,37
7	264	99,24%	16,005	2398,726	0,00084	2,423	2417,15
8	265	99,33%	14,101	2398,725	0,00074	2,153	2414,98
9	266	99,41%	12,230	2398,724	0,00063	1,885	2412,84
10	267	99,50%	10,392	2398,723	0,00053	1,619	2410,73
11	268	99,59%	8,587	2398,721	0,00043	1,356	2408,66
12	269	99,67%	6,816	2398,717	0,00034	1,093	2406,63
13	270	99,75%	5,082	2398,711	0,00024	0,831	2404,62
14	271	99,84%	3,387	2398,697	0,00016	0,568	2402,65
15	272	99,92%	1,738	2398,640	0,00008	0,301	2400,68
16	273	99,99%	0,144	2391,890	0,00006	0,027	2392,06

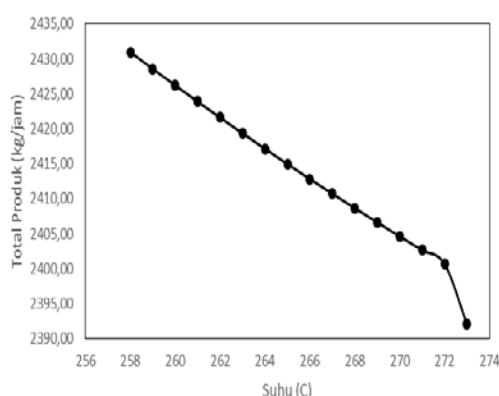
Hubungan antara perubahan suhu *bottom product* terhadap kemurnian produk dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Pengaruh Perubahan Suhu *Bottom Product* terhadap Kemurnian Produk Triasetin

Gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan antara suhu *bottom product* dan kemurnian produk berbanding lurus. Semakin tinggi suhu *bottom product* maka kemurnian produk triasetin juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan ketika suhu meningkat maka energi yang disuplai juga akan meningkat, yang mengakibatkan kenaikan penguapan komponen pada reboiler sehingga komponen akan mudah dipisahkan pada kolom distilasi [11,12]. Maka dari itu semakin tinggi suhu *bottom product*, komponen *light key* yang berupa asam asetat anhidrat akan semakin banyak yang teruapkan menuju bagian atas kolom sehingga kemurnian produk triasetin akan semakin tinggi.

Kenaikan suhu *bottom product* selain mempengaruhi kemurnian produk juga dapat mempengaruhi jumlah produk triasetin yang dihasilkan. Pada Gambar 4. dapat diketahui bahwa hubungan antara kenaikan suhu dengan jumlah produk yang dihasilkan berbanding terbalik. Semakin tinggi suhu *bottom product* maka jumlah produk yang dihasilkan semakin berkurang. Peningkatan suhu *bottom product* menyebabkan komponen yang seharusnya keluar sebagai *bottom product* terikut menguap menjadi *top product* [12]. Maka dari itu dalam proses pemurnian triasetin seiring dengan kenaikan suhu *bottom product*, komponen triasetin sebagian akan teruapkan dan mengurangi jumlah *bottom product*. Hasil grafik pada Gambar 2. juga terdapat penurunan jumlah produk antara suhu 272°C dengan 273°C cukup tinggi, dikarenakan dapat dilihat pada Tabel 2. Bahwa selisih penurunan komponen triasetin pada suhu 272°C menuju 273°C lebih besar dibandingkan dengan suhu sebelumnya.



Gambar 4. Pengaruh Perubahan Suhu *Bottom Product* terhadap Jumlah Produk Triasetin

Sehingga, dengan mempertimbangkan kemurnian produk dan jumlah produk terhadap suhu *bottom* maka, suhu *bottom product* sebesar 271°C merupakan suhu yang optimum pada simulasi kolom distilasi dalam pemurnian produk triasetin. Hal ini dikarenakan pada suhu 271°C kemurnian produk triasetin telah memenuhi yaitu sebesar 99,84%. Suhu *bottom product* sebesar 273°C tidak dipilih dikarenakan walaupun kemurnian yang didapatkan lebih tinggi namun jumlah produk yang dihasilkan lebih sedikit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penentuan kondisi optimum dalam pemurnian produk triasetin menggunakan proses distilasi dengan bantuan simulasi CHEMCAD 7.1.5 dapat disimpulkan bahwa, kondisi suhu *bottom product* optimum sebesar 271°C dengan kemurnian produk 99,84% dan jumlah produk yang dihasilkan sebanyak 2402,65 kg/jam.

REFERENSI

- [1] Dharmawan, A.H., Nuva., Sudaryati, D.A., Prameswari, A.A., Amalia, R., dan Dermawan, A, 2018, *Perkembangan Biodiesel di Indonesia*, Cifor, Bogor.
- [2] 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.
- [3] Aktawan, Agus., Mufrodi, Zahrul., 2016, *Pembuatan Bioaditif Triasetin dengan Katalis Padat Silica Alumina*, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, Vol. 5, No.2, 92-100.
- [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*, *Chemica : Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 5, No. 2, 57-65.
- [5] 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.
- [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] Muzwar, Hafid S.N., Pamososuryo, Atindriyo K., dan Ekawati, Estiyanti, 2014, *Pemodelan Kolom Distilasi Pabrik Petrokimia dengan Menggunakan Distributed Control System*, J.Auto.Ctrl.Inst. Vol.6, No.2, 85-94.
- [8] Badan Pusat Statistik , 2010, *Data Impor Triasetin*, Diakses 22 September 2019.
- [9] 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.
- [10] Feryanto, A.D.A, 2006, *CHEMCAD Steady State Reactor*. PT. Asahimas Chemical:Cilegon.
- [11] Ahmed, Duraid F and Nawaf, Mohanad Y., 2018, *Simulation Study in Control System Configuration of a Distillation Column*, Vol.9, No.4, 1-12.
- [12] Fitriyani, Nur., 2016, *Operational Optimization of Binary Distillation Column to Achieve Product Quality using Imperialist Competitive Algrithm*, THESIS TF 142310.