

STUDI PENGARUH SUHU *BOTTOM COLUMN* TERHADAP PEMURNIAN TRIASETIN DENGAN SIMULASI CHEMCAD

Putri Diana Kartika Eki dan Ade Sonya Suryandari

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
putridiana5108@gmail.com, [ade.sonya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Di Indonesia perkembangan biodiesel mengalami kenaikan sehingga kebutuhan triasetin menjadi salah satu bahan bakar aditif. Triasetin dimanfaatkan untuk menaikkan nilai oktan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui suhu *bottom column* terhadap pemurnian triasetin dengan simulasi *chemced*. Dalam perancangan ini kemurnian produk triasetin sebagai bahan aditif minimal sebesar 99,8%. Maka pemurnian triasetin menjadi proses penting dalam produksi. Proses distilasi dipilih dalam pemurnian triasetin dari sisa reaktan maupun produk samping karena terdapat perbedaan volatilitas setiap komponennya. Sehingga agar memurnikan triasetin melalui proses distilasi yang didapatkan kemurnian tinggi dengan mempertimbangkan jumlah produk dilakukan simulasi proses produksi triasetin menggunakan ChemCAD. Simulasi difokuskan pada penentuan suhu pada *bottom product* kolom distilasi dengan melakukan *trial* mulai dari suhu 255°C sampai suhu 269°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 *bottom product* dalam proses pemurnian triasetin sebesar 265°C dengan kemurnian 99,49% dan jumlah produk sebanyak 1617,71 kg/jam.

Kata kunci: Aditif, Bottom Product, ChemCAD, Distilasi, Triasetin

ABSTRACT

In Indonesia the development of biodiesel has increased so that the need for triacetin becomes one of the fuel additives. Triacetin is used to increase the octane value. In this design the purity of triacetin products as an additive is at least 99.8%. Then the purification of triacetin becomes an important process in production. The distillation process was chosen in the purification of triacetin from the rest of the reactants and by products because there are differences in the volatility of each component. So that in order to purify the triacetin through the distillation process obtained by high purity by considering the number of products a triacetin production process was simulated using ChemCAD. The simulation is focused on determining the temperature of the bottom product distillation column by conducting trials ranging from 255°C to 269°C. The results obtained are the higher the bottom product temperature, the higher the purity of triacetin, but the resulting product is less. So from the simulation that has been done the bottom product temperature in the triacetin purification process is 265°C with a purity of 99.49% and the number of products as much as 1617.71 kg/ hour.

Keywords: Aditive, Bottom Product, ChemCAD, Distillation, Triacetine

1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar *alternative* yang diproses secara transesterifikasi dan menghasilkan 10% produk samping yaitu gliserol [1]. Gliserol bila diproses dengan asam asetat akan membentuk triacetin.

Kegunaan triasetin sangat banyak baik untuk keperluan bahan makan dan non makanan [2] bisa juga 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]. 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, gliserol dan air. Maka proses pemurnian dalam pembuatan triasetin berperan penting dalam menentukan kemurnian dari produk triasetin.

Untuk memisahkan komponen penyusun pada proses distilasi yang digunakan yaitu dari suatu campuran berdasarkan titik didihnya atau tingkat volatilitas, yang mana tingkat kemudahan suatu komponen untuk menguap [5]. Maka proses distilasi dipilih dalam pemurnian produk triasetin dari sisa reaktan maupun produk sampingnya, karena masing – masing dari komponen memiliki tingkat volatilitas yang berbeda – beda. Saat kondisi operasi distilasi tepat dalam proses akan memberikan hasil yang baik terhadap produk. Sehingga tujuan penelitian ini dapat memberikan efisiensi proses pemurnian produk triasetin, maka dilakukan simulasi proses pembuatan triasetin dengan menggunakan ChemCAD untuk menentukan kondisi operasi terbaik dengan melakukan *trial* suhu *bottom product* dari proses distilasi dengan awal suhu 255°C sampai mendapatkan kemurnian produk.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menentukan kondisi operasi produk triasetin dilakukan dengan menyimulasikan proses produksi triasetin secara *over all* untuk mendapatkan kondisi operasi dan komposisi aliran masuk kolom distilasi dengan menggunakan ChemCAD Versi 7.1. Pada kondisi operasi proses pemurnian didapatkan dengan cara *trial* suhu *bottom product* pada alat distilasi 1. *Trial* suhu dilakukan dari suhu 255°C sampai mendapatkan kemurnian produk minimal 98% dengan selisih 2°C untuk setiap variabelnya.

2.1 Dasar Proses

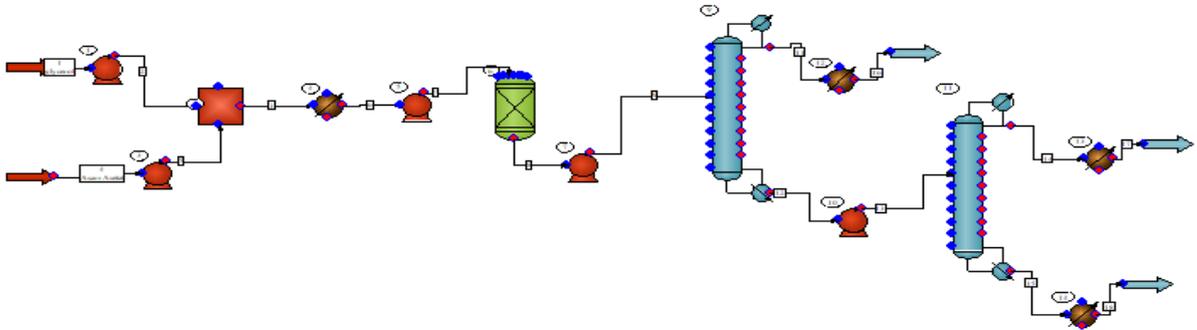
Kapasitas produksi triasetin didapatkan dari perhitungan kebutuhan produk triasetin dari data impor produk triasetin sehingga mendapatkan nilai sebesar 12.000 ton/tahun [6]. Kemurnian produk yang akan dihasilkan minimal memiliki 99,7%. Hal ini dikarenakan dalam berbagai penelitian produk triasetin yang berfungsi sebagai aditif bahan bakar memiliki kemurnian minimal 99%. Sedangkan dalam melakukan simulasi reaktor, konversi 100% didapatkan dari mereaksikan gliserol dan asam asetat pada suhu 110°C. Memilih model termodinamika berupa NRTL karena dapat digunakan untuk elektrolit air [7] dan untuk *multicomponen organic water system* yang sesuai dengan komponen yang akan disimulasikan dalam pembuatan triasetin.

2.2 Desain Proses Over All

Pada produksi triasetin dilakukan dengan menggunakan rangkaian simulasi proses ChemCAD. Langkah pertama yaitu membuka perangkat lunak ChemCAD dengan membuka lembar kerja baru, selanjutnya memilih komponen dan properti termodinamika. Memilih komponen melalui "*select componen*" yang meliputi gliserol,

asam asetat, triasetin, dan air. Setelah semua komponen diinputkan, maka memilih "NRTL" sebagai properti termodinamika, kemudian memilih "ok".

Selanjutnya membuat aliran proses pada lembar kerja ChemCAD yang telah disusun dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1. Rangkaian proses pembuatan triasetin menggunakan simulasi ChemCAD

Reaktan berupa gliserol 98% dan asam asetat 99,5% dipompa menuju ke *mixer*. Komponen keluaran *mixer* dipompa menuju ke *pre-heater* untuk dinaikkan suhunya sebesar 110°C. Selanjutnya komponen dipompa menuju reaktor. Reaktor yang digunakan adalah *stoichiometric reactor*, karena reaktor ini dapat dipilih jika komponen kunci dan konversi diketahui, serta reaksi tunggal [8]. Keluar dari reaktor produk utama triasetin, produk samping air serta sisa reaktan gliserol dan asam asetat. Komponen tersebut selanjutnya dilakukan pemisahan dengan menggunakan proses distilasi agar didapatkan produk triasetin dengan kemurnian minimal 99,7%.

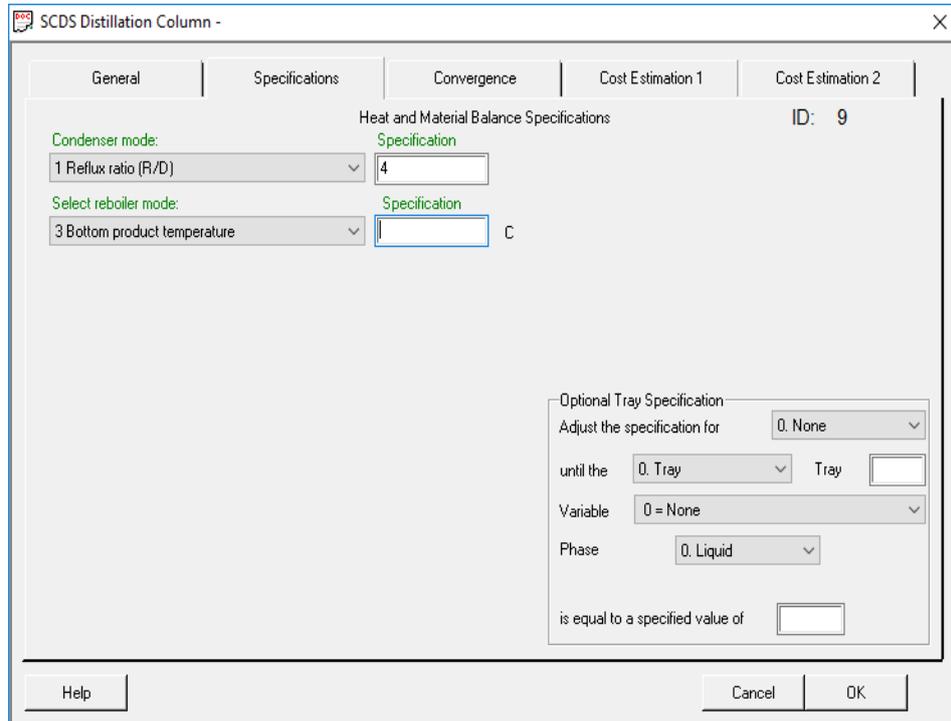
2.3 Penentuan Kondisi Optimum pada Kolom Distilasi

Proses distilasi berlangsung pada kolom distilasi yaitu *equipment 9*. Aliran 9 merupakan aliran masuk kolom yang memiliki komposisi seperti :

Tabel 1. Kondisi operasi dan komposisi aliran masuk kolom distilasi

Aliran 9		
Suhu	110	°C
Tekanan	1,1	atm
<i>Total flow</i>	4217,95	kg/jam
Gliserol	112,9550	kg/jam
Triasetin	1516,5822	kg/jam
Air	406,4092	kg/jam
Asam Asetat	2182,0044	kg/jam

Pada simulasi kolom distilasi diawali dengan mengklik kolom distilasi, lalu mengisi angka 4 pada kolom “no. of stage” dan angka 2 pada “feed stage”. Kedua nilai tersebut didapatkan dari hasil simulasi menggunakan *short cut* dengan komponen *light key* berupa asam asetat dan *heavy key* berupa triasetin serta reflux ratio sebesar 4. 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

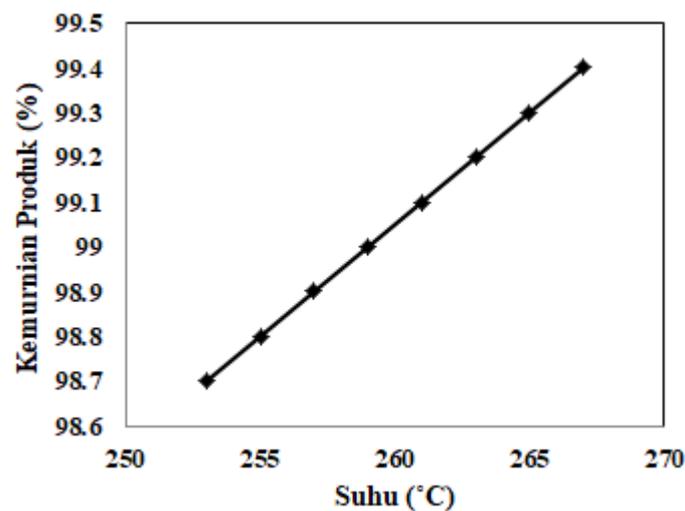
Selanjutnya pilih nomor 1 pada “condense mode” berupa Reflux ratio (R/D) dan masukkan nilai 4. Selanjutnya pada kolom “select reboiler mode” pilih nomor 3 berupa *bottom product temperature*. Pada kolom inilah dilakukan *trial* suhu mulai dari suhu 255°C, *trial* suhu dilakukan dengan selisih 2°C sampai mendapatkan produk triasetin dengan kemurnian minimal 98%. Setelah parameter semua terisi lalu klik “ok” dan “run”. Hasil kemurnian produk dapat dilihat pada aliran *bottom product* atau aliran 17.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

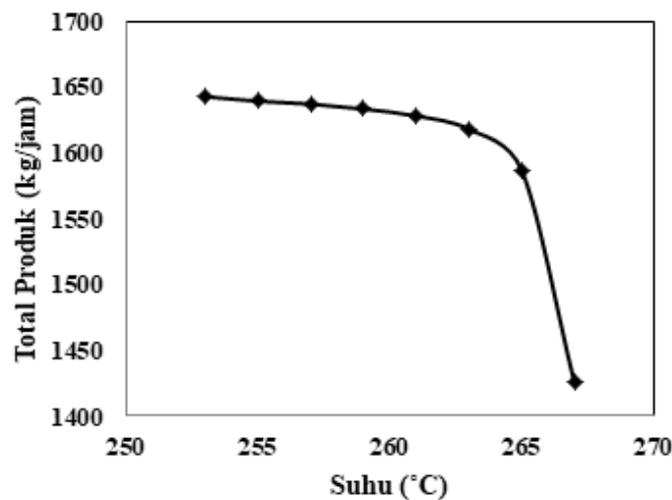
Dari hasil simulasi proses kolom distilasi menggunakan ChemCAD dengan variabel suhu *bottom product* dapat dilihat pada Tabel 2. Simulasi dilakukan dari suhu 255°C sampai suhu 269°C. *Trial* berhenti pada titik akhir yaitu suhu 269°C karena, saat suhu bottom product sebesar 269°C kemurnian produk triasetin sebesar 99,70% dengan komponen *light key* (asam asetat) didapatkan sebanyak 0,1113 kg/jam. Jika *trial* dilakukan lebih dari 269°C maka kolom distilasi (*equipment 9*) akan *unconverged* sehingga dapat diketahui suhu maksimal yang dapat digunakan dalam simulasi ChemCAD yaitu seperti pada Tabel 1. adalah sebesar 269°C.

Tabel 2. Hasil simulasi kolom distilasi dengan variabel suhu *bottom product*

No	Suhu (°C)	Kemurnian (% b/b)	Mass Flow <i>Bottom Product</i> (kg/jam)				Total
			<i>Glyserol</i>	Triasetin	Water	Asetat	
1	255	98,81%	112.9433	1514.3834	0.1933	15.0550	1642.57
2	257	98,95%	112.9416	1513.8142	0.1617	12.9318	1639.10
3	259	99,09%	112.9388	1512.8943	0.1321	10.8586	1636.82
4	261	99,23%	112.9338	1511.2753	0.1043	8.8321	1633.14
5	263	99,36%	112.9230	1508.0084	0.0781	6.8509	1627.86
6	265	99,49%	112.8938	1499.8557	0.0533	4.9157	1617.71
7	267	99,61%	112.7730	1470.6066	0.0303	3.0373	1586.44
8	269	99,70%	111.8914	1311.7115	0.0122	1.3863	1425.00

**Gambar 3.** Grafik hubungan antara suhu *bottom product* dan kemurnian produk triasetin

Dapat diketahui pada Gambar. 3, bahwa hubungan antara suhu *bottom product* dan kemurnian produk berbanding lurus, karena semakin tinggi suhu *bottom product* maka kemurnian produk triasetin juga semakin tinggi. Hal ini terjadi ketika meningkatnya suhu maka energi yang didapat juga akan meningkat, yang mengakibatkan kenaikan penguapan komponen pada reboiler sehingga komponen akan mudah dipisahkan pada kolom distilasi [9,10]. Maka semakin tinggi suhu *bottom product*, komponen *light key* yang berupa asam asetat akan teruapkan menuju bagian atas kolom sehingga kemurnian produk triasetin akan semakin tinggi.



Gambar 3. Grafik hubungan pada suhu *bottom product* dan jumlah produk triasetin

Kemurnian produk dan jumlah produk terhadap suhu *bottom* sebesar 265°C yang merupakan suhu optimum pada simulasi kolom distilasi dalam pemurnian produk triasetin. Hal ini dikarenakan pada suhu 265°C kemurnian produk triasetin telah memenuhi yaitu sebesar 99,49%. Suhu *bottom product* sebesar 269°C tidak dipilih karena didapatkan nilai pemurnian yang lebih tinggi dan jumlah produk yang dihasilkan lebih sedikit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada kondisi operasi proses pemurnian produk triasetin yang menggunakan simulasi ChemCAD. dapat disimpulkan pada kondisi suhu *bottom product* sebesar 265°C dengan kemurnian produk 99,49% dan jumlah produk yang dihasilkan sebanyak 1617,71 kg/jam.

REFERENSI

- [1] Khayoon, M.S., dan Hameed, B.H, 2011, Acetylation of Glycerol to Biofuel Additives Over Sulfated Activated Carbon Catalysts. *Bioresource Technology*, 102 (19) (2011), 9229-9235.
- [2] Nuryoto, Sulistyono, H., Rahayu S.S., Sutijan., 2010. *Uji performa Katalisator Resin Penukar Ion Untuk Pengolahan Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menjadi Triasetin*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010
- [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.