

**PEMILIHAN BAHAN ISIAN DAN PERBANDINGAN REFLUKS
PADA DISTILASI PEMISAHAN METANOL
DARI PRODUK SAMPING BIODIESEL
(Packing Materials and Reflux Ratio Selections on The Methanol Distillation
from Biodiesel Side Product)**

Moch Setyadji

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 ykbb Yogyakarta 55281

mochsetyadji@yahoo.com

INTISARI

Telah dilakukan penelitian pengambilan kembali metanol dari *crude* gliserol dengan cara distilasi menggunakan kolom yang berisi bahan isian. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi operasi terbaik pada proses distilasi. Variabel yang diteliti adalah jenis bahan isian (keramik, kaca, dan baja anti karat) dan perbandingan refluks. Dari variasi jenis bahan isian dapat ditentukan nilai HETP (*Height Equivalent of Theoretical Plate*) masing-masing bahan isian. Dengan menggunakan variasi perbandingan refluks pada kisaran 0,230 sampai dengan 4,0 dapat digunakan untuk menentukan perbandingan refluks optimum yang menghasilkan distilat optimum. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi metanol dalam distilat yang dihasilkan untuk ketiga bahan isian di atas adalah untuk keramik 92,21%, kaca 97,03% dan baja anti karat 98,94%. Nilai HETP dari ketiga bahan isian di atas adalah untuk keramik 13,72 cm, kaca 12,13 cm dan baja anti karat 9,72 cm. Bahan isian yang paling baik adalah baja anti karat karena kadar metanol yang dihasilkan paling tinggi yaitu 98,94 % dan nilai HETP baja anti karat paling kecil yaitu 9,72 cm. Perbandingan refluks optimum untuk berat umpan awal sebanyak 263,7 gram dengan mempertimbangkan kuantitas dan kualitas metanol yang dihasilkan dalam distilat adalah 2,125.

Kata kunci: metanol, distilasi, HETP

ABSTRACT

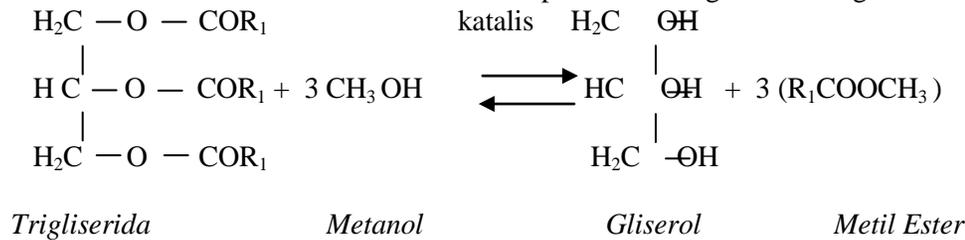
Research of methyl alcohol recovery from glycerol crude using packed column distillation had been done. The purpose of this research was to look for the best operation condition on the distillation process. The variables observed were packing materials (ceramic, glass, and stainless steel) and reflux ratio. By variation three kinds of packing materials, the value of HETP (*Height Equivalent of Theoretical Plate*) for each packing material could be calculated. By using reflux ratio variation between 0.230 and 4.0 could be known the optimal reflux ratio for resulting optimum distillate. The result of experiment showed that the concentration of methyl alcohol in the distillate resulted for three kinds of packing materials were ceramic of 92.21%, glass of 97.03% and stainless steel of 98.94%. The value of HETP for three kinds of packing materials were ceramic of 13.72 cm, glass of 12.13 cm and stainless steel of 9.72 cm. The best packing was stainless steel because the concentration of methyl alcohol in the distillate resulted was 98,94 % (highest concentration) and it has

smallest HETP value of 9,72 cm. The reflux ratio optimum for 263.7 grams of feed was 2.125 by considering quantity and quality of methanol resulted in the distillate

Key words: methyl alcohol, distillation, HETP

1. PENDAHULUAN

Gliserol adalah produk samping pembuatan biodiesel dari minyak nabati melalui proses esterifikasi /transesterifikasi menggunakan katalisator asam atau basa.



Penambahan metanol dalam proses transesterifikasi dilakukan secara berlebih agar trigliserida bereaksi sempurna membentuk metil ester. Penambahan metanol berlebih ini bertujuan agar asam lemak dari minyak jarak (minyak nabati) bereaksi sempurna dengan metanol membentuk metil ester. Agar diperoleh hasil yang besar (maksimal), maka diusahakan reaksi bergeser ke arah kanan. Salah satu cara yang dilakukan adalah memperbesar reaktan. Proses transesterifikasi ini menghasilkan ester, gliserol, metanol sisa, dan katalis NaOH (Knothe G., 2004, Peterson, 1996). Hasil samping biodiesel ini (gliserol) mengandung air, metanol, gliserol, minyak lemak, NaOH dan impurities lain. Untuk mengurangi konsumsi metanol pada pembuatan biodiesel, maka metanol yang ada di dalam *crude* gliserol perlu diambil kembali (*recovery*) dengan cara distilasi, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pengambilan kembali metanol dari *crude* gliserol agar diperoleh data proses dan operasi yang memadai/optimal (Knothe G., 2004). Karena larutan gliserol masih mengandung metanol yang cukup banyak dengan titik didih yang jauh di bawah komponen lain di dalam *crude* gliserol, maka metanol ini bisa dipisahkan

Transesterifikasi merupakan proses utama pembuatan biodiesel, yaitu mereaksikan minyak nabati dan alkohol menggunakan katalis asam atau basa (Knothe G., 2004, Bannon, 1988, Hayafuji, 1999) Reaksi pembentukan gliserol sebagai berikut :

dengan distilasi sehingga dapat digunakan kembali dalam proses transesterifikasi. Dengan mengambil kembali metanol dari hasil samping produk biodiesel dengan cara distilasi yang optimal maka dapat mengurangi biaya pengeluaran produksi pembuatan biodiesel (Knothe G., Gerpen J.V. and Krahl J., 2004)

Suatu kolom distilasi dengan bahan isian dibagi-bagi dalam unit-unit atau satuan-satuan tinggi bahan isian. Untuk setiap satuan tinggi bahan isian mampu menghasilkan uap dan cairan keluar dari satuan ini dalam keadaan setimbang. Menurut definisi, pada satu plat ideal, uap dan cairan yang meninggalkan plat ideal juga pada keadaan kesetimbangan fasa atau kesetimbangan termodinamik. Berarti satu satuan unit kolom tersebut ekuivalen dengan satu plat ideal. Inilah konsep HETP, yang selanjutnya dapat dinyatakan bahwa : (Foust, 1980, Perry, 1984)

$$\text{Tinggi bahan isian (Z)} = \text{jumlah plat ideal atau teoritis (N)} \times \text{HETP} \quad (1)$$

Tentu saja pernyataan ini berlaku untuk sesuatu operasi pemisahan tertentu, seperti kolom isian pada operasi penyulingan, absorpsi, dan ekstraksi. HETP harus dievaluasi secara eksperimen, karena HETP

berubah oleh tipe, jenis, ukuran bahan isian, sangat berpengaruh pula oleh kecepatan aliran kedua fluida (uap, cairan) maupun kisaran konsentrasi.

Penentuan jumlah 'trays' ini bisa dihitung dengan bermacam-macam metode, yaitu sebagai berikut :

- Metode 'Plate to Plate Calculation' berdasarkan kesetimbangan.
- Metode 'McCabe-Thiele' menggunakan bantuan grafik kesetimbangan hubungan antara x dan y, dan adanya garis operasi atas dan bawah.
- Metode grafis berdasarkan persamaan Fenske Underwood, dimana absis = $(R - R_{\min}) / (R + 1)$ dan ordinat = $(N - N_{\min}) / (N + 1)$
- Metode grafis berdasarkan 'persamaan Fenske Underwood-Gilliland' dimana absis = $(X_{lk} / X_{hk})_D \cdot (X_{hk} / X_{lk})_B$, ordinat = N serta parameter R/R_{\min} dan α_{lk-hk} .

Untuk menentukan jumlah plate minimum, menggunakan persamaan Fenske-Underwood yaitu (Treybal, 1980) :

$$N_{\min} + 1 = \frac{\log \left[\frac{X_{lk}}{X_{hk}} \right]_D \left[\frac{X_{hk}}{X_{lk}} \right]_B}{\log \alpha_{avg}} \quad (2)$$

Dengan α_{avg} adalah volatilitas relatif, rata-rata komponen kunci ringan terhadap komponen kunci berat.

$$\alpha_{avg} = \sqrt{\alpha_{bottom} \cdot \alpha_{distilat}} \quad (3)$$

$$\alpha_{avg} = \frac{\text{tekanan uap komponen ringan}}{\text{tekanan uap komponen berat}} \quad (4)$$

Perhitungan HETP bahan isian menggunakan rumus :

$$HETP = \frac{\text{Tinggi bahan isian}}{N_{\min}} \quad (5)$$

Dalam penelitian ini, penulis mengambil komponen kunci ringan adalah CH₃OH (Metanol) dan komponen kunci berat H₂O (air). Karena dalam proses pengambilan

metanol dari hasil samping pembuatan biodiesel yang menjadi hasil atas adalah metanol dan air. Dalam hasil bawah terdapat metanol dan air. Jadi metanol dan air masih terdapat pada hasil atas maupun hasil bawah.

1.1. Menentukan tekanan

Hukum Raoult menyatakan hubungan tekanan dengan mol fraksi dalam persamaan sebagai berikut : (Pasto, 1992)

$$P_A = X_A \cdot P_A^o \quad (6)$$

Dengan, P_A = tekanan komponen A dalam larutan, X_A = mol fraksi A, P_A^o = tekanan uap murni komponen A.

Untuk menentukan tekanan uap murni gliserol menggunakan persamaan Antoine (7) dan untuk tekanan uap murni NaOH menggunakan persamaan Antoine sebagai berikut : (Dean, 1987)

$$\log p = 6,165 - \frac{1.036}{t + 28} \quad (7)$$

$$\log p = 7,030 - \frac{6.894}{T} \quad (8)$$

Dengan, p = Tekanan uap dalam satuan mmHg atau torr, t = Suhu dalam satuan derajat celsius, T = Suhu dalam satuan derajat Kelvin. Dan untuk menentukan tekanan uap murni metanol dan air dapat dilihat grafik hubungan temperatur dan tekanan uap (Perry, 1984).

1.2. Hipotesis :

- Semakin tinggi/banyak bahan isian yang digunakan, maka kadar metanol yang dihasilkan (distilat) semakin tinggi. Akan dipilih penggunaan bahan isian yang optimal.
- Dari bahan isian yang menghasilkan kadar metanol tertinggi dapat ditentukan nilai *Height Equivalent of Theoretical Plate* bahan isian yang terbaik.
- Dari variasi refluks dapat diketahui kualitas dan kuantitas metanol pada hasil atas yang paling efisien.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan baku berasal dari hasil samping produk biodiesel (yang terdiri dari NaOH, metanol, air, minyak lemak total, dan gliserol) didapat dari proses pembuatan biodiesel dari minyak jarak pagar yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Proses-BATAN Yogyakarta, metanol murni, aquades, dan bahan isian berupa potongan kaca berbentuk silinder, pecahan keramik berbentuk padatan dengan ukuran tidak beraturan, dan potongan baja anti karat (SS atau *stainless steel*) berbentuk silinder.

Bahan isian potongan kaca berbentuk silinder dengan diameter luar antara 0,7-0,8

cm dan diameter dalam 0,6-0,7 cm dengan panjang 0,8 cm, pengisian bahan isian ke dalam kolom distilasi dilakukan secara acak. Bahan isian jenis keramik berbentuk padatan dengan panjang 1,5-2 cm, lebar 1-1,1 cm, dan tebal 0,6-0,8 cm, pengisian bahan isian ke dalam kolom distilasi dilakukan secara acak. Untuk bahan isian baja anti karat berbentuk silinder dengan diameter luar 1,2-1,3 cm, diameter dalam 1,1-1,2 cm, dan panjang 2,1 cm, pengisian bahan isian ke dalam kolom distilasi secara acak.

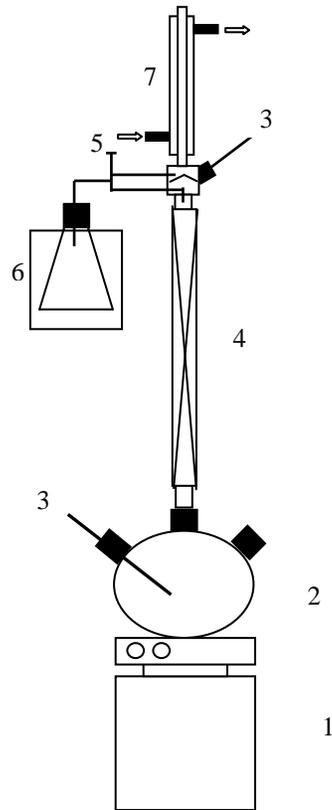
Berdasarkan analisis yang dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu-UGM dan Laboratorium BATAN Yogyakarta, diperoleh persentase berat untuk komposisi minyak lemak total, metanol, dan NaOH sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi umpan (gliserol)

Komposisi	% berat	% mol	BM	Densitas (g/mL)	Titik didih (°C)
Metanol	26,84	42,07	32	0,792	64,7
Air	15,27	42,66	18	1,0	100
Gliserol	12,12	7,24	92	1,260	290
Minyak lemak	44,74	6,65	200	0,86	200
NaOH	1,03	1,37	40	2,13	1390
Jumlah	100,0	100,0		257,606	

2.2. Alat

Susunan alat distilasi yang digunakan dalam proses pengambilan metanol dari hasil samping pembuatan biodiesel, digambarkan pada Gambar 1.



Keterangan gambar:

1. Pemanas
2. Labu berleher tiga
3. Termometer
4. Kolom isian
5. Kran refluks
6. Penampung distilat
7. Pendingin tegak

Gambar 1. Rangkaian alat distilasi pengambilan kembali metanol dari larutan hasil samping pembuatan biodiesel

2.3. Cara kerja/prosedur penelitian

Crude gliserol diperoleh dari hasil samping produksi biodiesel. Biodiesel dihasilkan melalui proses transesterifikasi dari minyak nabati pada suhu sekitar 60°C. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari suatu ester dengan alkohol lain dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis menggunakan katalis NaOH atau KOH. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Untuk mendorong

reaksi bergerak ke kanan maka perlu digunakan alkohol dalam jumlah berlebih atau salah satu produk yang dihasilkan harus dipisahkan. Metil ester (biodiesel) dan *crude* gliserol hasil reaksi transesterifikasi dipisahkan dengan cara penguapan atau sentrifugasi. Biodiesel yang telah terpisah kemudian diproses lebih lanjut yaitu pencucian dan pengeringan, sedangkan *crude* gliserol digunakan sebagai bahan baku (umpan) penelitian.

1. Penentuan HETP

Labu berleher 3 diisi dengan larutan hasil samping pembuatan biodiesel (campuran NaOH, air, metanol, minyak jarak, dan gliserol) dengan komposisi tertentu. Kolom diisi dengan bahan isian pada tinggi tertentu, dan refluks total. Kemudian dipanaskan sampai suhu konstan pada hasil atas (*distilat*) dan suhu bawah (*bottom*). Setelah suhu konstan diambil hasil atas dan hasil bawah. Hasil atas dan hasil bawah dianalisis rapatnya untuk menentukan kadar metanol. Penentuan HETP ini dilakukan dengan memvariasi 3 bahan isian (terbuat dari baja anti karat, keramik, dan kaca).

2. Penentuan perbandingan refluks

Labu berleher 3 diisi dengan larutan hasil samping produk biodiesel (komposisi campuran NaOH, air, metanol, minyak jarak, dan gliserol) dengan komposisi tertentu. Kolom diisi dengan bahan isian pada tinggi tertentu, dan kran yang sudah diatur. Setelah itu, dipanaskan sampai 30 menit pada hasil atas (*distilat*) dan suhu bawah (*bottom*). Kemudian hasil atas dan hasil bawah diambil, pengambilan hasil atas dan hasil bawah dilakukan selama proses masih berjalan. Hasil atas dan hasil bawah dianalisis dengan menentukan kadar metanolnya. Variasi perbandingan refluks dilakukan dengan mengatur kran hasil distilasi yang masuk sebagai hasil *distilat* dan yang dikembalikan ke kolom, kemudian hasil *distilat* dianalisis kadar metanolnya. Variasi perbandingan refluks sebanyak 4 variasi, dengan bahan isian yang menghasilkan kadar metanol tertinggi (dari percobaan pertama).

3. Analisis

Hasil distilasi yaitu *distilat* dan *bottom* dianalisa kadar metanol dengan mengukur berat jenisnya. Pengukuran berat jenis ini dilakukan dengan membandingkan metanol murni dan metanol hasil atas maupun hasil bawah pada suhu yang sama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan tinggi bahan isian dalam proses sesungguhnya perlu mengetahui nilai HETP suatu bahan isian yang akan digunakan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui tinggi bahan isian yang dibutuhkan dalam proses sesungguhnya atau skala pabrik. Penelitian yang dilakukan dibatasi dalam penentuan HETP dari 3 jenis bahan isian yang kemudian dipilih yang menghasilkan kadar metanol tertinggi dan nilai HETP paling kecil. Untuk variasi kedua yaitu variasi refluks, dengan mencari kemurnian optimal dengan memperhatikan kualitas dan kuantitas hasil distilasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tinggi bahan isian yang dibutuhkan dalam proses pengambilan kembali metanol dari hasil samping pembuatan biodiesel dengan metode distilasi sistem *batch*. Pemilihan metode distilasi, dikarenakan metode ini sederhana, mudah, dan ekonomis. Dan mengingat metanol mempunyai titik didih lebih rendah dibanding air, gliserol, minyak lemak total, dan NaOH, sehingga mudah untuk dipisahkan dengan metode ini. Penggunaan sistem *batch* dipilih dengan pertimbangan pabrik yang dirancang dengan kapasitas 1,5 ton per hari, maka sistem *batch* lebih efisien dibandingkan menggunakan sistem kontinyu dilihat dari segi biaya.

Larutan umpan merupakan hasil samping produk biodiesel berupa *crude* gliserol yang terdiri dari metanol, air, gliserol, minyak lemak total, dan NaOH. Sebelum larutan umpan digunakan terlebih dahulu dianalisis persentase berat komposisi masing-masing. Persentase berat ini untuk menentukan jumlah plate minimum menggunakan persamaan (2), (3) dan (4) pada suhu puncak dan suhu bawah, kemudian menentukan nilai *Height Equivalent of Theoretical Plate* menggunakan persamaan (5).

Persentase berat gliserol, minyak lemak total, dan NaOH digunakan untuk menghitung Berat Molekul rata-rata yang

kemudian dapat menentukan fraksi mol pada bottom. Untuk ketiga komposisi ini diasumsikan tidak menguap pada proses distilasi atau masih didalam bottom. Untuk tekanan uap murni gliserol menurut persamaan Antoine, sangat kecil yaitu $3,73 \cdot 10^{-4}$ mmHg. Untuk tekanan uap murni NaOH sama dengan $1,76 \cdot 10^{-12}$ mmHg. Sehingga untuk gliserol, minyak lemak total, dan NaOH dalam menentukan fraksi mol di dalam uap (Y_i), dapat diabaikan. Dalam penelitian ini dipilih kadar metanol yang paling tinggi.

3.1. Penentuan HETP bahan isian

Dalam penelitian penentuan HETP suatu bahan isian, digunakan tiga jenis bahan isian yaitu keramik berbentuk padatan yang tidak beraturan, kaca berbentuk silinder, dan baja anti karat berbentuk silinder. Penentuan HETP ini dilakukan dengan refluks total. Refluks total adalah semua hasil atas (*distilat*) dikembalikan ke kolom distilasi sebagai refluks. Dalam keadaan refluks total jarak antara garis operasi dengan kurva kesetimbangan y versus x adalah paling jauh, sehingga jumlah pelat teoritis menjadi minimum. Pengambilan hasil atas maupun hasil bawah pada saat suhu atas dan

bawah konstan. Karena sistem *batch*, makin lama pemanasan larutan campuran (umpan) mengakibatkan suhu operasi akan naik yang menyebabkan kemurnian hasil distilat berkurang, oleh karena itu pengambilan hasil harus dihentikan.

Untuk hasil bawah karena masih ada gliserol, NaOH, dan minyak, maka untuk mengetahui kadar metanol dilakukan distilasi sederhana. Distilasi adalah metode pemisahan komponen-komponen yang mudah menguap dari suatu campuran cair dengan cara menguapkannya, yang diikuti dengan kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Hasil kondensatnya yang dianalisis kadar metanol dengan menentukan rapat menggunakan piknometer. Hasil atas maupun hasil bawah ditentukan kadar metanolnya, dengan menentukan rapatnya. Untuk hasil kadar metanol dengan refluks total akan selalu diperoleh hasil yang optimum.

Dari penelitian pengambilan kembali metanol dari hasil samping pembuatan biodiesel dengan memvariasi jenis bahan isian, didapat persentase berat dari masing-masing komposisi yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase berat hasil penelitian variasi bahan isian

Komposisi	Kadar untuk jenis Keramik (%)		Kadar untuk jenis Kaca (%)		Kadar untuk jenis Baja anti karat (%)	
	<i>Bottom</i>	<i>Distilat</i>	<i>Bottom</i>	<i>Distilat</i>	<i>Bottom</i>	<i>Distilat</i>
Metanol	2,33	92,21	2,98	97,03	3,70	98,94
Air	43,33	7,79	32,83	2,97	50,12	1,06
Gliserol, minyak, dan NaOH	54,34	-	64,19	-	46,18	-

Dari hasil percobaan variasi jenis bahan isian dipilih yang menghasilkan kadar metanol tertinggi, yang kemudian ditentukan nilai *Height Equivalent of Theoretical Plate* suatu bahan. Nilai HETP digunakan dalam menentukan tinggi bahan isian pada skala yang sesungguhnya.

Dari hasil penelitian di atas dapat dilihat hasil atas dengan kadar metanol tertinggi

pada bahan isian jenis baja anti karat. Baja anti karat dilihat dari segi jenis bahan, paling baik dalam menghantar panas. Dari segi ukuran, ukuran lebih besar dibandingkan bahan isian yang lain, jenis bahan isian inilah memungkinkan uap dapat melewati bahan isian dengan ruang besar dan mudah. Dan dari segi bentuk, baja anti karat ini berbentuk tabung tidak tertutup dikedua sisinya sehingga ruang tengah tidak bisa terisi

dengan bahan yang lain sehingga ruang yang dapat dilewati uap metanol semakin besar.

Dari hasil perhitungan, dengan komposisi masing-masing bahan dalam umpan, *distilat*, dan *bottom* yang telah diketahui pada Tabel 2 tersebut di atas, maka

dengan menggunakan persamaan (2) dapat dihitung jumlah plate minimum. Kemudian dari jumlah plate yang sudah diketahui, dengan bantuan persamaan (5) dapat ditentukan nilai HETP masing-masing bahan isian.

Tabel 3. Hubungan antara jenis bahan isian dengan Jumlah plate minimum (N_{min}) dan nilai HETP bahan isian

Jenis bahan isian	N_{min}	Nilai HETP (cm)
Keramik	3,280	13,72
Kaca	3,710	12,13
Baja anti karat	4,630	9,72

Nilai HETP berbanding lurus dengan tinggi bahan isian yang dibutuhkan. Dari beberapa jenis bahan isian diatas nilai HETP paling besar adalah keramik, sehingga tinggi kolom yang dibutuhkan dalam perancangan pabrik tinggi. Untuk pemilihan jenis bahan isian yang penulis sarankan adalah baja anti karat, karena nilai HETP yang dimiliki bahan isian baja anti karat paling kecil. Apabila dikonversi menjadi tinggi bahan isian yang akan digunakan dalam kolom distilasi memerlukan tinggi bahan isian yang paling pendek dengan bahan isian yang tidak banyak. Dilihat dari kemurnian hasil atas, baja anti karat yang menghasilkan paling murni yaitu 98,94 % metanol.

3.2. Penentuan perbandingan refluks

Crude gliserol yang merupakan hasil samping produk biodiesel dikenakan proses distilasi. Uap hasil proses distilasi ini kemudian dimasukkan ke dalam pendingin (kondensor) sehingga berubah menjadi cair (mengembun). Cairan inilah yang diambil sebagai produk. Perbandingan refluks menentukan sangat menentukan kualitas dan kuantitas produk sebagai hasil atas (*distilat*). Agar didapat kemurnian hasil atas sesuai yang tinggi diperlukan kolom yang tinggi dan perbandingan refluks yang besar.

Tabel 4. Hubungan antara perbandingan refluks dengan komposisi *distilat*

Perbandingan refluks	Konsentrasi metanol dalam distilat (%)
4	98,15
2,125	96,99
1,206	89,05
0,230	82,20

Karena sistem distilasi yang dilakukan sistem *batch*, ini tidak memberikan pemisahan yang baik kecuali jika volatilitas relatif sangat tinggi. Dalam sistem *batch*, jumlah umpan tetap dengan pemanasan (pemanas) secara terus menerus sehingga lama kelamaan jumlah umpan berkurang. Hal ini menyebabkan suhu naik dan hasil distilat makin rendah kadarnya (jauh dari kemurnian yang diinginkan). Metode dalam melakukan proses distilasi sistem *batch* adalah dengan menetapkan perbandingan refluks dan membiarkan kemurnian hasil atas berubah menurut waktu, dan menghentikan distilasi apabila kuantitas hasil atas atau konsentrasi rata-rata di dalam hasil total telah mencapai suatu nilai yang dibutuhkan.

Sehingga pemilihan refluks yang penulis sarankan adalah disamping yang dapat menghasilkan distilat (dalam hal ini

methanol) dengan kadar (kualitas) yang tinggi, perlu diperhatikan pula kuantitasnya. Kualitas yang dimaksud apabila konsentrasi metanol yang dibutuhkan dalam proses tranesterifikasi sudah memenuhi persyaratan atau mendekati kemurnian yang dibutuhkan. Sedangkan kuantitas yang dimaksud adalah apabila metanol yang dihasilkan (distilat) sudah cukup untuk memenuhi proses tranesterifikasi. Dari pertimbangan tersebut di atas, maka hasil penelitian yang paling optimal adalah perbandingan refluks 2,125 untuk umpan *crude* gliserol sebanyak 263,7 gram atau 300 mL.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan dan perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari variasi jenis bahan isian diperoleh hasil distilat dengan kadar metanol yang tertinggi dengan menggunakan jenis bahan isian baja anti karat diperoleh kadar metanol 98,94 %.
2. Nilai *Height Equivalent of Theoretical Plate* bahan isian jenis baja anti karat adalah 9,72 cm.
3. Dari variasi perbandingan refluks menggunakan bahan isian baja anti karat diperoleh kadar metanol hasil atas sebesar 96,99 % berat dengan perbandingan refluks 2,125 dari umpan sebanyak 263,7 gram.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada Sdr. Dyah Kisrahmawati yang telah membantu melakukan penelitian dan pembuatan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Knothe G., Gerpen J.V. and Krahl J., 2004, *The Biodiesel Handbook*, Library of Congress Cataloging in Publication Data, United States of America
- Bannon, C.D., 1988, *Limitation of Ambient Temperature Methods for Methyl alcoholysis of Triacglycerol in the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters with High Accuracy and Reliability*, Journal of American Oil Chemist, Vol 65 No.2.
- Hayafuji, S., 1999, *Method and Apparatus for Producing Diesel Fuel Oil from Waste Edible Oil*, Lonford Development Limited, Kyoto.
- Peterson, C., Gregory, M., Randall, H., Xiulin, Z., Joseph, T., and Daryl, R., 1996, *Optimization of a Batch Type Ethyl Ester Process*, <http://www.journeytoforever.org/>.
- Foust, A.S., Wenzel, L.A., Clump, C.W., Maus, L. and Andersen, L.B., 1980, *Principles of Unit Operations*, John Wiley & Sons, New York.
- Perry R.H., 1984, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, International Edition, Mc. Graw Hill International Editions, New York.
- Treybal, R.E., 1980, *Mass Transfer Operation*, 3 ed., McGraw-Hill, Inc., Tokyo-Japan.
- Pasto, D., Johnson, C., dan Miller, M., 1992, *Experiments and Techniques in Organic Chemistry*, Prentice-Hall, Inc, USA.
- Dean, J.A., 1987, *Lange's Handbook of Chemistry*, McGraw-Hill, Singapore.
- Wankat, P.C., 1988, *Separations in Chemical Engineering Equilibrium Staged Separations*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.