



JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI PROSES DAN SAINS KIMIA

Received: 07-06-2025

Accepted: 13-06-2025

Published: 20-06-2025

PERHITUNGAN KEBUTUHAN PANAS PADA PROSES DISTILASI UNTUK MENGHASILKAN DESTILAT ASAM LEMAK BIJI SAWIT (DPKFA) PADA KOLOM DISTILASI 6C01, PADA UNIT DISTILASI ASAM LEMAK, PT. ABC

* Koko Pratama Saragih1*), Trisna Silvia Marpaung1)

1) Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Indonesia

*Corresponding email: kokopratamasaragih@gmail.com

Abstrak

Destilasi merupakan suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan tingkat volatilitas pada suhu dan tekanan tertentu. Pada kolom destilasi (6C01) proses destilasi ini bertujuan untuk memisahkan *Splitting Palm Kernel Fatty Acid* (SPKFA) menjadi *Light End* sebagai *top product*, *Distillate Palm Kernel Fatty Acid* (DPKFA) sebagai *middle product* dan residu sebagai *bottom product*. Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa yang telah dilakukan diperoleh kadar Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$), *Others* yang terkandung pada produk residu secara berturut-turut adalah 20,85%, 11,425%, 18,431%, 40,737%, 6,391%, 2,236%. Dan jumlah produk *Light End*, DPKFA, dan Residu yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku SPKFA 25.000 Kg/Jam secara berturut-turut adalah 845 Kg/Jam, 22.316 Kg/Jam, dan 1.839 Kg/Jam. Perhitungan kebutuhan panas yang tepat pada proses destilasi sangat diperlukan agar pada proses destilasi didapatkan fraksi *Light End* dan DPKFA memiliki komposisi yang sesuai dengan target produksi. Berdasarkan hasil perhitungan neraca energi dengan jumlah bahan baku SPKFA sebesar 25.000 Kg/jam diperoleh panas rata-rata kebutuhan panas pada proses destilasi asam lemak adalah 10.547.411,6750 Kj/Jam.

Kata Kunci : Destilasi, *Fatty Acid*, Neraca Energi.

Abstract

Distillation is a method of separating mixtures based on differences in the level of volatility at a certain temperature and pressure. In the distillation column (6C01) the distillation process aims to separate *Splitting Palm Kernel Fatty Acid* (SPKFA) into *Light End* as the top product, *Distillate Palm Kernel Fatty Acid* (DPKFA) as the middle product and residue as the bottom product. Based on the results of mass balance calculation that have been carried out, the levels of Myristic Acid ($C_{14}H_{28}O_2$), Palmitic Acid ($C_{16}H_{32}O_2$), Stearic Acid ($C_{18}H_{36}O_2$), Oleic Acid ($C_{18}H_{34}O_2$), Linoleic Acid ($C_{18}H_{32}O_2$), *Others* contained in the residual product respectively is 20,85%, 11,425%, 18,431%, 40,737%, 6,391%, 2,236%. And the amount of *Light End*, DPKFA, and Residue products produced with a total of 25.000 Kg/Jam SPKFA raw material is 845 Kg/Hour, 22.316 Kg/Hour, and 1.839 Kg/Hour, respectively. Calculation of the exact heat requirement in the distillation process is needed so that in the distillation process the *Light End* and DPKFA fractions of energy balance calculation with the amount of SPKFA raw material of 25.000 Kg/Hour, the average heat requirement of the heat needed in the fatty acid distillation process is 10.547.411,6750 Kj/Hour.

Key Words : Distillation, *Fatty Acid*, Energy Balance.

I. PENDAHULUAN

Destilasi merupakan sebuah proses pemisahan komponen yang didasarkan pada perbedaan volatilitas atau kecenderungan suatu komponen untuk menguap. Destilasi merupakan teknologi pemisahan yang paling penting di suatu industri saat ini. Destilasi sangat cocok digunakan untuk pemisahan dengan kemurnian tinggi karena setiap tingkat pemisahan dapat diperoleh dengan konsumsi energi yang tetap meningkatkan jumlah tahap keseimbangannya. (Prihatna, 2020).

PT ABC merupakan industri yang bergerak dibidang oleokimia yang berada di Kawasan Kompleks Pelindo 1 Dumai dengan kapasitas produksi 500 MT per hari dengan bahan baku CPKO. Produk yang dihasilkan dari pengolahan adalah SPKFA (*Splitting Palm Kernel Fatty Acid*), *crude glycerine* dan DPKFA (*Distillate Palm Kernel Fatty Acid*). Dalam proses pengolahannya, indutri oleokimia menghasilkan produk berupa asam lemak dan gliserol. Pada PT. ABC proses destilasi bertujuan untuk memisahkan SPKFA menjadi *Light End* sebagai *top product*, DPKFA sebagai *middle product* dan Residu sebagai *bottom product*. Temperatur pada proses destilasi dijaga dengan suhu *top column* berkisar 160-165°C dengan tekanan 80-85 mBar, suhu *side column* berkisar 190-225 °C, suhu *bottom column* berkisar 250-275°C dengan tekanan max 80 mBar. Jenis destilasi yang digunakan adalah destilasi fraksinasi atau destilasi bertingkat.

Oleh karena itu, setelah proses destilasi ini diharapkan target produksi dari masing-masing produk akan mendapatkan *Light End* sebanyak 5% yang memiliki komposisi Asam Kaproat ($C_6H_{12}O_2$), Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$), Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$), Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$), Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$). DPKFA sebanyak 90% yang memiliki komposisi Asam Kaproat ($C_6H_{12}O_2$), Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$), Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$), Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$), Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) dan residu sebanyak 5% yang memiliki komposisi Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$).

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Fatty Acid

Fatty acid atau asam lemak adalah asam organik dengan setidaknya satu gugus karboksil dan rantai karbon panjang yang tautannnya dapat berupa ikatan rangkap seperti pada asam lemak tak jenuh, atau ikatan tunggal seperti pada asam lemak jenuh. *Fatty acid* umumnya berasal dari trigliserida dan fosfolipid, dan merupakan komponen utama lemak makanan. *Fatty acid* biasanya memiliki rantai dengan jumlah atom karbon genap yang berkisar antara 4-28 atom karbon. Menurut jumlah ikatan rangkap *fatty acid* digolongkan menjadi tiga yaitu asam lemak jenuh karena tidak memiliki ikatan rangkap, asam lemak tak jenuh tunggal hanya memiliki satu ikatan rangkap dan asam lemak tak jenuh jamak memiliki lebih dari satu ikatan rangkap. Semakin banyak ikatan rangkap yang dimiliki asam lemak maka semakin rendah titik lelehnya. (Chen, 2020)

Tabel 2.1 Asam-Asam Lemak dan Sifat Fisikanya

No.	Asam Lemak Jenuh	Rumus Molekul	Boiling Point (°C)
1.	Asam Kaproat	$C_6H_{12}O_2$	202-203
2.	Asam Kaprilat	$C_8H_{16}O_2$	237
3.	Asam Kaprat	$C_{10}H_{20}O_2$	267
4.	Asam Laurat	$C_{12}H_{24}O_2$	298
5.	Asam Miristat	$C_{14}H_{28}O_2$	326
6.	Asam Palmitat	$C_{16}H_{32}O_2$	351-352
7.	Asam Stearat	$C_{18}H_{36}O_2$	383
No.	Asam Lemak Tak Jenuh	Rumus Molekul	Boiling Point (°C)
1.	Asam Oleat	$C_{18}H_{34}O_2$	360
2.	Asam Linoleat	$C_{18}H_{32}O_2$	230
3.	Asam Linolenat	$C_{18}H_{30}O_2$	190

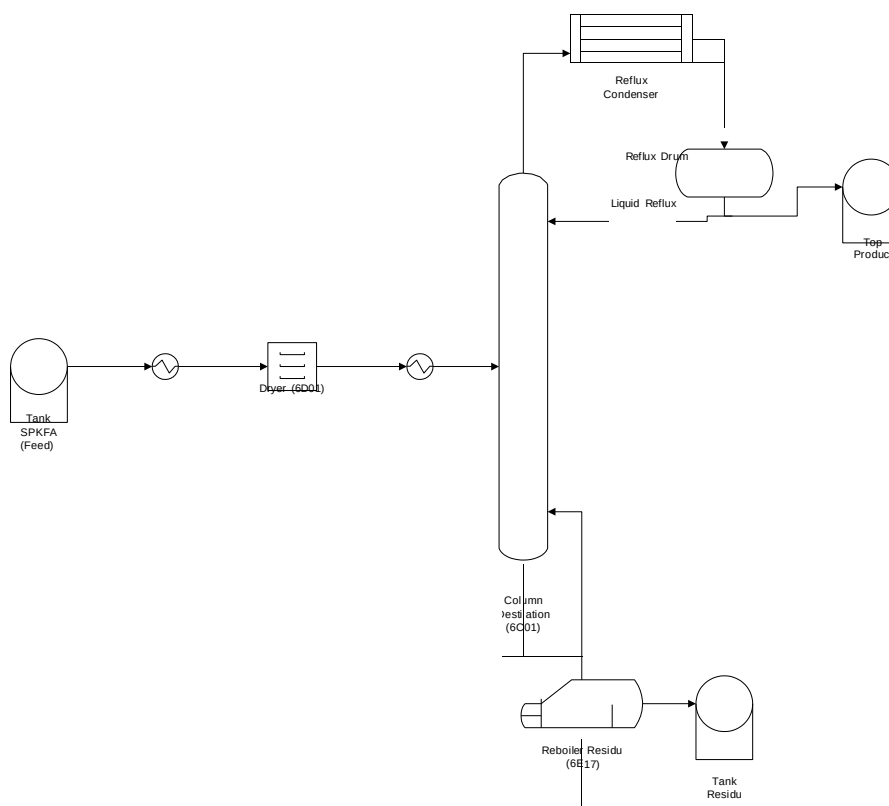
2.2 Destilasi

Jenis destilasi yang digunakan pada penelitian ini adalah destilasi fraksional (bertingkat). Destilasi fraksional atau destilasi bertingkat yaitu proses yang komponen-komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan. Penyulingan terfraksi berbeda dari destilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi dimana ada proses refluks. Refluks proses penyulingan dilakukan untuk pemisahan campuran bioethanol dan air dapat terjadi dengan baik. Fungsi kolom fraksinasi agar kontak antara cairan dengan uap terjadi sedikit lebih lama. Sehingga komponen yang lebih ringan dengan titik didih yang lebih rendah akan terus menguap ke kondensor. (Nadliroh, 2021)

Proses destilasi di PT. ABC menggunakan bahan baku berupa SPKFA yang dihasilkan dari proses hidrolisa di *splitting column*. Pada PT. ABC proses destilasi bertujuan untuk memisahkan SPKFA menjadi *Light End* sebagai *top product*, *Distillate Palm Kernel Fatty Acid* (DPKFA) sebagai *middle product* dan Residu sebagai *bottom product*.

SPKFA yang berada di tangki penyimpanan akan dipompakan menuju *economizer* untuk dilakukannya pemanasan dengan prinsip pemanfaatan panas yang dihasilkan. SPKFA yang telah dipanaskan dialirkan menuju *dryer tank* yang di-*setting* suhunya sekitar 90-95°C untuk dilakukannya pengeringan dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada bahan baku. Minyak yang keluar akan dipompakan ke *exchanger* dengan suhu *setting* 200-220°C untuk dilakukannya pemanasan kembali dengan media pemanas *thermal oil*. Temperatur pada proses destilasi dijaga dengan suhu *top column* berkisar 160-165°C dengan tekanan 80-85 mBar, suhu *side column* berkisar 190-225 °C, suhu *bottom column* berkisar 250-275°C dengan tekanan max 80 mBar. Jenis destilasi yang digunakan adalah destilasi fraksinasi atau destilasi bertingkat. (PT. ABC, 2022)

Oleh karena itu, setelah proses destilasi ini diharapkan *Light End* sebanyak 5% yang memiliki komposisi Asam Kaproat ($C_6H_{12}O_2$), Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$), Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$), Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$), Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$). DPKFA sebanyak 90% yang memiliki komposisi Asam Kaproat ($C_6H_{12}O_2$), Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$), Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$), Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$), Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) dan residu sebanyak 5% yang memiliki komposisi Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$)



Gambar 2.1 Proses Destilasi SPKFA
Sumber : PT. ABC (2022)

2.3 Neraca Massa

Neraca massa adalah suatu energi yang dibuat untuk sebuah proses atau bagian dari proses yang dipisahkan dari lingkungan sebagaimana dalam neraca bahan. Neraca massa merupakan perhitungan bahan masuk dan bahan keluar dari sistem yang didasarkan pada prinsip “hukum kekekalan massa” yang menyatakan bahwa materi tidak diciptakan atau dihancurkan dalam proses dan massa total tetap tidak berubah. Neraca massa menempatkan sejumlah persamaan yang melibatkan sejumlah komposisi dan laju aliran massa yang masuk dan keluar dari sistem ataupun proses di dalam sistem. Neraca massa dibagi menjadi dua, yaitu neraca massa bereaksi dan tidak bereaksi. Pada penelitian ini menggunakan neraca massa tidak bereaksi dalam mengolah data.

2.4 Neraca Energi

Neraca energi merupakan cabang ilmu yang mempelajari kesetimbangan energi dalam suatu sistem. Neraca energi menyatakan hubungan antara energi masuk dan energi keluar suatu sistem berdasarkan pada satuan waktu operasi. Neraca energi dibuat berdasarkan hukum pertama termodinamika yang menyatakan kekekalan energi yang tidak dapat dimusnahkan atau dibuat. Hukum termodinamika dengan hukum asas black atau prinsip black menyatakan bahwa :

$$\text{Kalor Lepas} = \text{Kalor Serap}$$

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada riset ini menggunakan metode deskriptif dengan melakukan studi kasus di PT ABC. Metode ini digunakan untuk mengetahui Perhitungan kebutuhan panas yang tepat pada proses destilasi dengan metode langsung dan tidak langsung. Pengambilan data dilakukan pada bulan Januari 2025.

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1. Alat dan Bahan dilapangan

1 Alat

Distillation Column (6C01)	
Design/Working Pressure	: -1/3 barA
Design/Working Temperature	: 275°C
Capacitiy	: 184,5 m ³ /hour
2. Pompa Fatty Acid (6M13)	
Type	: Centrifugal Canned Pump
Capacity	: 36 m ³ /hour
Konstruksi Bahan	: SS 317
3. Pompa Thermal Oil 6M72A/B	
Type	: Centrifugal Type
Capacity	: 128 m ³ /hour
Konstruksi Bahan	: EN GJS 400 15 Graphite SS

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah SPKFA yang merupakan hasil dari proses hidrolisa crude oil yang direaksikan dengan H₂O di dalam splitting column dan thermal oil yang digunakan sebagai pemanas

3.1.2. Metode Kerja

1. Metode Wawancara Penelitian ini tidak lepas dari proses wawancara yang dilakukan kepada operator di destilasi. Wawancara digunakan untuk mengumpulkan informasi –informasi yang tidak terdapat di studi literatur ataupun saat pengamatan langsung, seperti kebiasaan pada proses pengoperasian unit destilasi.
2. Metode Studi Literaturv Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan literatur yang memiliki kesamaan topik penelitian yang berguna sebagai referensi dari teori –teori yang digunakan. Studi literatur berguna sebagai pembanding dengan penelitian –penelitian terdahulu.
3. Metode Pengamatan Langsung Pengamatan langsung merupakan metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data –data berupa Data suhu masuk feed (SPKFA) dan suhu keluar product (DPKFA, Light End dan Residu), Data Komposisi dan data laju alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengamatan

Tabel 4.1 Data Pengamatan Laju Umpan dan Produk Pada Kolon Destilasi (6C01)

No.	Laju Alir			Temperatur <i>Fatty Acid</i>		
	Masuk	Keluar		Masuk	Keluar	
	SPKFA	<i>Light End</i>	DPKFA	SPKFA	<i>Light End</i>	DPKFA
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam	°C	°C	°C
1	25000	845	22316	170	198	199
2	25000	786	22185	171,5	198	200

Tabel 4.2 Data Pengamatan Laju Residu dan *Thermal Oil* pada Reboiler 6E21

No.	Laju Residu	Temperatur Residu		Temperatur <i>Thermal Oil</i>	
		Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	°C	°C	°C	°C
1	1839	250,1	255,2	275,6	270,4
2	2029	250	255	275,3	270,2

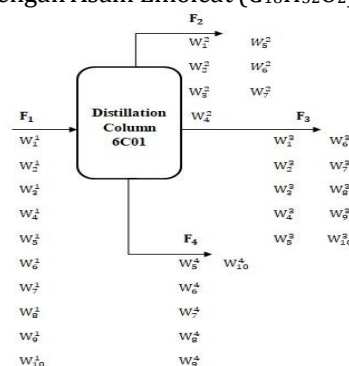
Tabel 4.3 Data Pengamatan 1 dan 2 Komposisi *Fatty Acid*

No	Komponen	Persentase Data 1			Persentase Data 2		
		(%w)			(%w)		
		SPKFA	<i>Light End</i>	DPKFA	SPKFA	<i>Light End</i>	DPKFA
1.	$C_6H_{12}O_2$	0,300	1,613	0,275	0,230	1,670	0,200
2.	$C_8H_{16}O_2$	3,690	19,406	3,339	3,510	16,522	3,370
3.	$C_{10}H_{20}O_2$	3,370	11,338	3,346	3,320	13,301	3,270
4.	$C_{12}H_{24}O_2$	47,040	60,6	50,403	46,610	62,779	50,30
5.	$C_{14}H_{28}O_2$	15,930	0,038	16,130	15,890	0,037	16,93
6.	$C_{16}H_{32}O_2$	8,410	0	8,48	8,520	0	8,51
7.	$C_{18}H_{36}O_2$	2,360	0	1,125	2,420	0	1,356
8.	$C_{18}H_{34}O_2$	15,940	0	14,5	16,130	0	13,661
9.	$C_{18}H_{32}O_2$	2,550	0	2,33	2,640	0	2,310
10.	Others	0,410	7	0,01	0,73	5,695	0,09

4.2 Perhitungan

4.2.1. Perhitungan Neraca Massa Tidak Bereaksi

Neraca pada proses destilasi SPKFA terdiri dari neraca massa total dan neraca komponen. Dimana pada proses ini menghasilkan tiga produk yaitu *Light End*, DPKFA dan Residu. Komponen yang terkandung pada SPKFA adalah $C_6H_{12}O_2$ (asam kaproat) sampai dengan $C_{18}H_{32}O_2$ (asam linoleat). Komponen yang terkandung pada *Light End* adalah $C_6H_{12}O_2$ (asam kaproat) sampai dengan $C_{14}H_{32}O_2$ (asam laurat). Komponen yang terkandung pada DPKFA yang memiliki komposisi $C_6H_{12}O_2$ (asam kaproat) sampai dengan $C_{18}H_{32}O_2$ (asam linoleat). Dan residu yang memiliki komponen Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), sampai dengan Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$).



Gambar 4.1 Aliran dan Komposisi pada Unit *Distillation Column*

Keterangan Laju Alir :

F_1 = Laju massa SPKFA masuk ke dalam *Distillation Column* 6C01 (Kg/Jam)

F_2 = Laju massa *Light End* keluar dari *Distillation Column* 6C01 (Kg/Jam)

F_3 = Laju massa DPKFA keluar dari *Distillation Column* 6C01 (Kg/Jam)

F_4 = Laju massa Residu keluar dari *Distillation Column* 6C01 (Kg/Jam)

Keterangan Komponen :

1. Kadar Kadar Asam Kaproat ($C_6H_{12}O_2$)
2. Kadar Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$)
3. Kadar Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$)
4. Kadar Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$)
5. Kadar Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$)
6. Kadar Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$)
7. Kadar Asam Stearat ($C_{18}H_{36}O_2$)
8. Kadar Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$)
9. Kadar Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$)
10. Kadar Others

Untuk mendapatkan berapa banyak jumlah produk *Light End*, DPKFA dan Residu yang dihasilkan pada proses destilasi di kolom destilasi (6C01) maka perlu dihitung masing-masing komponen bahan yang masuk dan keluar dengan menggunakan neraca massa tidak bereaksi dengan rumus :

$$\Sigma F^{in}W^{in} = \Sigma F^{out}W^{out}$$

Keterangan :

ΣF^{in} = Laju massa masuk total per satuan waktu (Kg/Jam)

ΣW^{in} = Fraksi massa masuk total (Kg/Jam)

ΣF^{out} = Laju massa keluar total per satuan waktu (Kg/Jam)

ΣW^{out} = Fraksi massa keluar total (Kg/Jam)

4.2.2. Menghitung Panas Pada Komponen Asam Lemak

$$\int C_p dT = \int (A + BT + CT^2 + DT^3) dT \quad (1)$$

Keterangan :

$\int C_p dT$ = Panas Pada Komponen Asam Lemak (Kj/Kg)

4.2.3. Menghitung Panas yang Diserap *Fatty Acid* (Kj/Jam)

1. Panas Sensibel

$$Q = m \times \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \quad (2)$$

Keterangan :

Q = Jumlah panas yang dibutuhkan (Kj/Jam)

m = Laju massa (Kg/Jam)

$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ = Panas pada komponen Asam Lemak (Kj/Kg)

2. Panas Laten

$$Q = m \cdot \lambda \quad (3)$$

Keterangan :

Q = jumlah panas yang dibutuhkan (Kj/Jam)

m = laju massa (Kg/Jam)

λ = panas laten (Kj/Kg)

4.2.4. Menghitung Panas yang Dibutuhkan pada Destilasi Asam Lemak (Kj/Jam)

$$Q_{serap} = Q_{lepas} \quad (4)$$

Keterangan :

Q_{serap} = Panas yang dibutuhkan di Destilasi Asam Lemak (Kj/Jam)

Q_{lepas} = Panas yang diberikan oleh *Thermal Oil* di *Reboiler* (Kj/Jam)

4.2.5. Total panas proses destilasi asam lemak ($Q_{DIS.AL}$).

$$Q_{DIS.AL} = Q \text{ Light End} + Q_{DPKFA} + Q_{Residu}$$

$$Q_{DIS.AL} = (367.944,7000 + 10.077.167,1957 + 29.542,3194) \text{ Kj/Kg}$$

$$Q_{DIS.AL} = 10.474.654,2152 \text{ Kj/Kg.}$$

Berdasarkan hukum kesetimbangan energi yang menyatakan bahwa :

Panas yang Dibutuhkan di Destilasi Asam Lemak

=

Panas yang Diberikan oleh Thermal Oil di Reboiler

Jadi, panas yang dibutuhkan pada proses destilasi asam lemak adalah : 10.474.654,2152 Kj/Kg.

V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan maka, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut Dimana Jumlah produk *Light End*, DPKFA, dan residu yang dihasilkan dengan jumlah SPKFA sebanyak 25.000 Kg/Jam pada proses destilasi di kolom destilasi 6C01 secara berturut-turut adalah 845 Kg/Jam 22.316 Kg/Jam dan 1.839 Kg/Jam dan Jumlah panas rata-rata yang dibutuhkan untuk memisahkan SPKFA sebanyak 25.000 Kg/Jam menjadi *Light End*, DPKFA, dan residu pada proses destilasi di kolom destilasi 6C01 adalah 10.547.411,6750Kj/Jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianing, Intan. 2018. "Pengaruh Waktu Penggunaan Minyak Goreng Kelapa Sawit Terhadap Karakterisasi Trigliserida dan *Crude Glyserol*". Jawa Timur : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Atmadja, Sugeng Tirta. 2006. "Pengaruh Jarak *Swirl Fan* Terhadap Laju Penurunan *Temperatur Case*, Hambatan Termal dan Efektifitas *Fin Pada Extrude Fin*". 8(4) : 41-49
- Batutah, Moh. Arif. 2017. "Destilasi Bertingkat Bioetanol Dari Buah Maja (*Aegle Marmelos L.*)". Jurnal Teknik Mesin, FT-Universitas Muhammadiyah Surabaya. 21(2) ; 9-18.
- Buckley, P. S., Luyben. 1085. "*Design of Distillation Column Control System*".
- Chen, Jiapeng. 2020. "*Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review*". *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 5695, 2-24.
- Ketaren, S. 1986. "Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan". Jakarta : UI-Press.
- Komariah, L. N. 2009. "Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri". Jurnal Teknik Kimia, 16(4) : 19-27.
- Kusuma, Olifia Ryzki Yoga. 2020. "Penentuan Etanol Pada Minuman Beralkohol Jenis Vodka Dengan Kromatografi Gas". Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Mahmoud, M. M. A. S. 2018. "*Damping of Surge Effects and Enhancement of Dynamic Response of Distillation Plant Using MIMO Fuzzy Control*". IFAC-PapersOnLine, 51(30) : 15-20.
- McCabe, Warren, et al. 1999. "*Unit Operations of Chemical Engineering 7th Edition*". United States of America : Mc Graw Hill.
- Muis, Anton. 2018. "Pembuatan Oleokimia Dari *Virgin Coconut Oil (VCO)* Melalui Proses Fraksinasi dan Esterifikasi". Jurnal Penelitian Teknologi Industri. Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado. 10(2) : 75-86.
- Nadliroh, Kuni., Ah Sulhan Fauzi. 2021. "Optimasi Waktu Fermentasi Produksi Bioetanol Dari Sabut Kelapa Muda Melalui Distilator Refluks". Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha. 9(2) : 124-132.