

PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI PT. XYZ

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴, Dedy Anwar⁵

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia^{1,2,3}

Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia⁴

Program Studi Teknik Bioproses, Institut Teknologi Del, Toba, Indonesia⁵

Corresponding Author: kristarigan52@gmail.com

Info Artikel

Submitted: 13 Maret 2026

Revised : 10 Mei 2026

Accepted: 11 Juni 2026

Published: 22 Juni 2026

Keywords: Heat transfer, Energy balance, Energy efficiency

Kata Kunci: Perpindahan panas, Neraca energi, Efisiensi energi

Abstract

This study aims to analyze the heat energy requirement in the heating system of Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO) using a combination of steam and hot water as heating media in the oleochemical industry. The heating process occurs indirectly in two stages: heat transfer from steam to hot water and from hot water to RBDPO. The analysis was conducted using an energy balance approach based on actual operational data. The results show that the heat absorbed by return hot water is 5,416,218.22 kJ/h, while the heat released by steam is 5,769,230.40 kJ/h, resulting in a heat transfer efficiency of 93.88%. In the RBDPO heating stage, the required heat is 5,093,395.34 kJ/h, while the heat released by hot water is 5,367,842.41 kJ/h with an efficiency of 94.88%. These findings indicate that the heating system operates efficiently with efficiencies above 90%. This study provides insight into heat distribution in an integrated heating system and highlights the potential for improving energy efficiency in oleochemical industrial processes.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan energi panas pada sistem pemanasan Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO) dengan menggunakan kombinasi media pemanas steam dan hot water dalam industri oleokimia. Sistem pemanasan berlangsung secara tidak langsung melalui dua tahap, yaitu perpindahan panas dari steam ke hot water, serta dari hot water ke RBDPO. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan neraca energi berdasarkan data operasi aktual. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa panas yang diserap return hot water sebesar 5.416.218,22 kJ/jam, sedangkan panas yang dilepaskan steam sebesar 5.769.230,40 kJ/jam dengan efisiensi perpindahan panas sebesar 93,88%. Pada tahap pemanasan RBDPO, panas yang dibutuhkan sebesar 5.093.395,34 kJ/jam, sementara panas yang dilepaskan hot water sebesar 5.367.842,41 kJ/jam dengan efisiensi sebesar 94,88%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pemanasan bekerja secara efisien dengan efisiensi di atas 90%. Penelitian ini memberikan gambaran distribusi panas dalam sistem pemanasan terintegrasi serta potensi peningkatan efisiensi energi pada proses industri oleokimia

Publisher: UPPM Politeknik Teknologi Kimia Industri

Licensed: This work is licensed under a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

[Attribution-ShareAlike 4.0 International License \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi panas dalam industri proses kimia telah banyak diteliti, terutama berkaitan dengan penggunaan sistem steam sebagai media pemanas utama dalam berbagai unit operasi industri. Sistem steam diketahui memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan temperatur proses serta meningkatkan efisiensi perpindahan panas pada berbagai aplikasi industri kimia dan oleokimia (Smith, 2005; Klemeš et al., 2018). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa optimasi penggunaan energi panas melalui analisis neraca energi dapat meningkatkan efisiensi operasional sistem pemanasan serta menurunkan konsumsi energi secara keseluruhan (Cengel & Ghajar, 2015; Bejan, 2013).

Dalam konteks industri minyak nabati, berbagai penelitian telah membahas karakteristik termal minyak sawit, proses pemurnian minyak, serta pengaruh temperatur terhadap kualitas produk minyak sawit dan turunannya (Gunstone, 2011; O'Brien, 2009). Studi lain juga menyoroti pentingnya pengendalian temperatur dalam proses pengolahan minyak sawit untuk menjaga stabilitas viskositas minyak serta mempermudah proses transportasi dan pengolahan lanjutan dalam sistem produksi (Siew, 2011; Timms, 2005). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada aspek kualitas minyak atau proses pemurnian minyak sawit, dan belum secara spesifik mengkaji analisis kebutuhan energi panas dalam sistem pemanasan minyak sawit pada skala industri.

Selain itu, penelitian mengenai optimasi energi dalam industri proses umumnya lebih difokuskan pada analisis kinerja heat exchanger, integrasi energi dalam proses industri, atau peningkatan efisiensi sistem boiler sebagai penghasil steam (Klemeš et al., 2018; Incropera et al., 2007). Kajian yang secara khusus membahas distribusi panas antara steam dan hot water dalam suatu siklus pemanasan fluida proses, khususnya pada pemanasan Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO), masih relatif terbatas dalam literatur ilmiah.

Di sisi lain, sistem pemanasan yang digunakan dalam industri oleokimia sering kali melibatkan kombinasi media pemanas seperti steam dan hot water yang bekerja secara terintegrasi untuk mempertahankan temperatur fluida proses pada kondisi tertentu. Analisis mengenai hubungan antara panas yang disuplai oleh steam dan panas yang diserap oleh fluida proses menjadi aspek penting dalam mengevaluasi efisiensi energi pada sistem pemanasan tersebut (Cengel & Ghajar, 2015). Namun, penelitian yang secara langsung mengkaji perhitungan kebutuhan panas dalam siklus pemanasan RBDPO pada kondisi operasi industri nyata masih jarang dilaporkan.

Berdasarkan tinjauan literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat

kesenjangan penelitian (research gap) terkait analisis kebutuhan panas pada sistem pemanasan RBDPO yang menggunakan kombinasi steam dan hot water dalam siklus pemanasan industri oleokimia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan energi panas pada siklus pemanasan RBDPO di PT XYZ sehingga dapat memberikan gambaran mengenai distribusi panas dalam sistem pemanasan serta potensi peningkatan efisiensi energi pada proses tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode kerja adalah cara kerja yang digunakan untuk memperoleh data-data sehingga mempermudah dalam pembahasan masalah. Cara kerja yang dilakukan untuk memperoleh perhitungan jumlah panas steam dan *hot water* di PT XYZ adalah sebagai berikut.

1. Mempelajari dan mengamati secara teori proses perpindahan panas dan melakukan pengenalan terhadap keseluruhan alat dan karakteristik produk.
2. Melakukan pengamatan langsung kelapangan dan orientasi pabrik guna memperoleh informasi dan data-data yang diperlukan pada proses pemanasan *hot water* hingga proses pemanasan RBDPO,
3. Mencari pokok permasalahan yang terdapat pada proses pemanasan *hot water* dan RBDPO.
4. Mempelajari teori ilmiah yang berkaitan dengan tangki pemanas dan melakukan diskusi dengan berbagai pihak di pabrik.
5. Mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang terdapat di lapangan yaitu:
 - a) Mencatat laju *return hot water* yang masuk ke dalam T-U02.
 - b) Mencatat laju *hot water* yang masuk ke dalam T14B.
 - c) Mencatat temperatur *return hot water* dan *hot water*.
 - d) Mencatat temperatur *steam* untuk memanaskan *return hot water*.
6. Mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang terdapat pada data hasil analisa harian laboratorium yaitu kandungan *fatty acid* pada produk RBDPO.
7. Menganalisa data untuk mendapatkan hasil.

**PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI
PT. XYZ**

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴,
Dedy Anwar⁵

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 4.1 Komponen *Fatty Acid* pada RBDPO

NoKomponen	Rumus Molekul	berat Molekul (g/mol)	sentase (%)
1.Asam laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	0,5
2. Asam miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228	1
3. Asam palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	44
4. Asam stearat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	284	5
5.Asam oleat	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	40
6. Asam linoleat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	9,5

(Sumber: PT. XYZ)

Tabel 4.2 Data hasil pengamatan proses pemanasan *return hot water* (T-U02)

NoLaju Umpan	Laju <i>Steam</i>	Temperatur Umpan		Temperature <i>Steam</i>	
FRHW (L/Jam)	FS (Kg/Jam)	TRHW In (°C)	TRHW Out (°C)	TSIn (°C)	TS Out (°C)
1.110000	2490	65	80	125	86

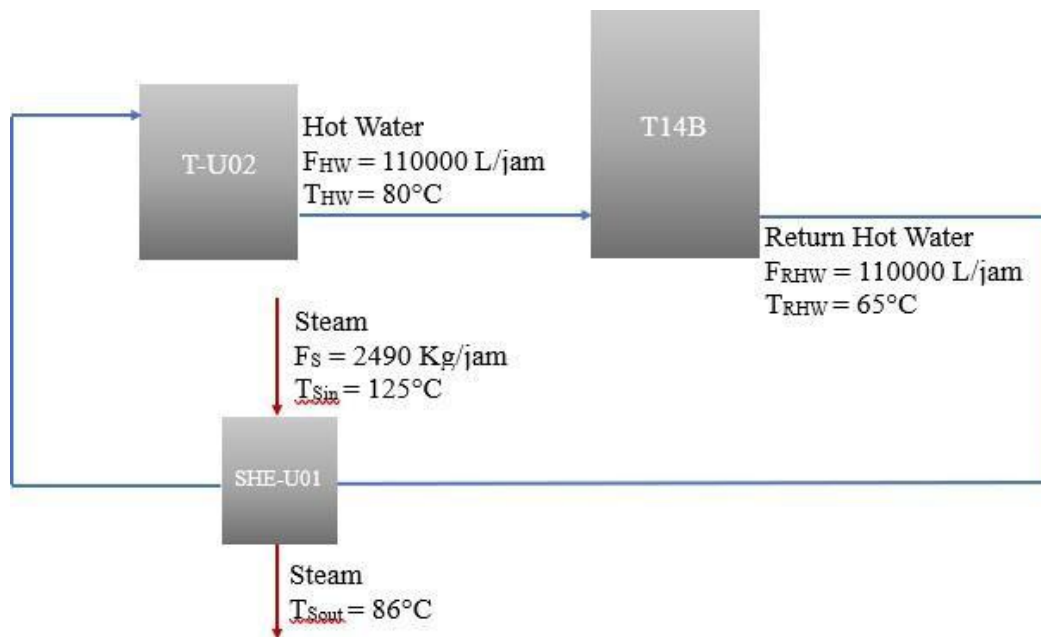
(Sumber : PT. XYZ)

Tabel 4.3 Data hasil pengamatan proses pemanasan RBDPO (T14B)

NoLaju Umpan	Massa <i>(Hot Water)</i>	Temperatur RBDPO		Temperatur <i>Hot Water</i>	
	RBDPO yang dipanaskan	TRBDPO Awal (°C)	TRBDPO Akhir (°C)	THW In (°C)	THW Out (°C)
1.	110000	1014000	52,5 54,5	80	65

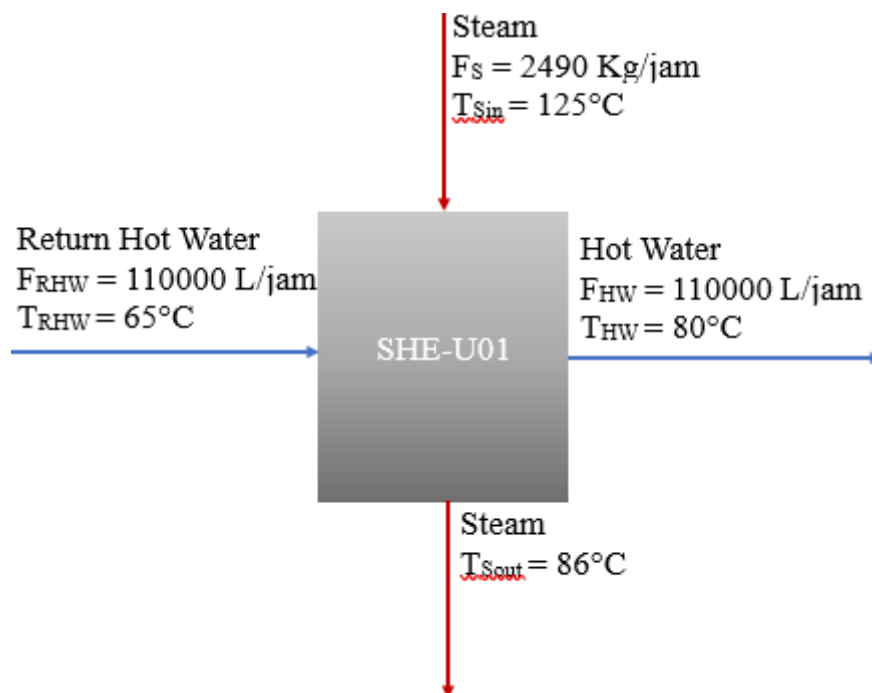
(Sumber : PT. XYZ)

Analisa Data



Gambar 4.1 Diagram siklus pemanasan *return hot water* dan RBDPO

Perhitungan Panas yang Diterima *Return Hot Water*



Gambar 4.2 Diagram Neraca Panas proses pemanasan *return hot water*

Menghitung massa *return hot water* yang masuk

$$m_{RHW} = F_{RHW} \times \rho_{RHW\ 65^{\circ}C}$$

Diketahui : $F_{RHW} = 110000\text{ L/jam}$

Berdasarkan *table characteristic of water*, ρ air pada suhu $65^{\circ}C$ adalah $980,557\text{ kg/m}^3$ dan setelah dikonversi menjadi $0,980557\text{ kg/L}$

Sehingga dapat dihitung massa *return hot water* yang masuk yaitu: $m_{RHW} = 110000\text{ L/jam} \times 0,980557\text{ kg/L}$
 $= 107861,27\text{ kg/jam}$

Menghitung kapasitas panas *return hot water* yang masuk

Tabel 4.4 *Liquid heat capacities (water)*

Nama	A	B	C	d
Water	$1,82964 \times 10$	$4,27118 \times 10^{-1}$	$-1,33878 \times 10^{-3}$	$1,31424 \times 10^{-6}$

(Sumber : G.V.Reklaitis., *Introduction To Material And Enrgy Balances*) Diketahui:

$TRHW\ in = 65^{\circ}C + 273 = 338\text{ K}$ $TRHW\ out = 80^{\circ}C + 273 = 353\text{ K}$

$\Delta T = 353\text{ K} - 338\text{ K}$

$= 15\text{ K}$

Interval temperature kurang dari 50 K , maka untuk menghitung kapasitas panas digunakan rumus temperature rata-rata (*Temperature avarange*).

$$T = \frac{T_2 + T_1}{2}$$

2

$$T = \frac{353\text{ K} + 338\text{ K}}{2}$$

2

$= 345,5\text{ K}$

Sehingga dapat dihitung kapasitas panas *return hot water* (BM $H_2O = 18\text{ g/mol}$) yaitu: C_p

$$RHW = A + BT + CT^2 + DT^3 = 3,342348592\text{ kJ/kg}$$

Menghitung Panas *Return Hot Water* (Q_{RHW})

$$Q_{RHW} = m_{RHW} \times C_{pRHW} \times \Delta T$$

**PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI
PT. XYZ**

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴,
Dedy Anwar⁵

Diketahui:

$$\begin{aligned} m_{RHw} &= 107861,27 \text{ kg/jam} \quad C_{pRHw} = 3,342348592 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \quad TRHW_{in} = \\ 65^{\circ}\text{C} + 273 &= 338 \text{ K} \quad TRHW_{out} = 80^{\circ}\text{C} + 273 = 353 \text{ K} \quad \Delta T = TRHW_{out} - TRHW_{in} \\ &= 353 \text{ K} - 338 \text{ K} \\ &= 15 \text{ K} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung panas yang diterima oleh *return hot water* yaitu: $Q_{RHw} =$

$$\begin{aligned} 107861,27 \text{ kg/jam} \times 3,342348592 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \times 15 \text{ K} \\ = 5416218,22 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Panas yang Dilepas *Steam*

Menghitung Panas Perubahan Temperature (ΔH)

Berdasarkan tabel *Properties of Saturated Steam* dapat dilihat bahwa: h_g pada temperature

$$125^{\circ}\text{C} = 2713,5 \text{ kJ/kg}$$

h_g pada temperature 86°C melalui interpolasi $85^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C} = 2653,54 \text{ kJ/kg}$ Sehingga dapat
dihitung panas perubahan temperature *steam* yaitu:

$$\Delta H = h_g 125^{\circ}\text{C} - h_g 86^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= 2713,5 \text{ kJ/kg} - 2653,54 \text{ kJ/kg} \\ &= 59,96 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

A. Menghitung Panas yang Dilepas *Steam*

$$Q = m_s \times (\Delta H + \lambda)$$

Berdasarkan tabel *Properties of Saturated Steam* dapat dilihat bahwa: Enthalpy penguapan air

$$(\lambda) \text{ pada temperatur } 100^{\circ}\text{C} = 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Diketahui : } m_s = 2490 \text{ kg/jam}$$

$$\Delta H = 59,96 \text{ kJ/kg} \quad \lambda = 2257 \text{ kJ/kg}$$

Sehingga dapat dihitung panas yang dilepas *steam* yaitu: $Q = 2490 \text{ kg/jam} \times (59,96 \text{ kJ/kg} +$
 $2257 \text{ kJ/kg})$

$$= 2490 \text{ kg/jam} \times 2316,96 \text{ kJ/kg}$$

$$= 5769230,4 \text{ kJ/jam}$$

Perhitungan Efisiensi Proses Pemanasan *Hot Water* (η_{PP})

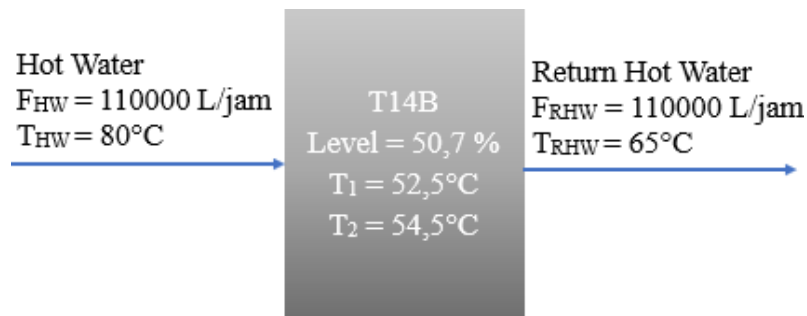
$$\eta_{PP} = \frac{\text{Jumlah panas yang diserap } \textit{return hot water} (Q_{RHw})}{\text{Jumlah Panas Yang dilepas steam} (Q_s)} \times 100\%$$

Jumlah Panas Yang dilepas steam (Qs)

$$= \frac{5416218,22 \text{ kJ/jam}}{5769230,4 \text{ kJ/jam}} \times 100\%$$

$$= 93,88 \%$$

Perhitungan Panas yang Diterima RBDPO



Gambar 4.3 Diagram Neraca Panas proses pemanasan RBDPO

Menghitung massa RBDPO yang dipanaskan Diketahui : Kapasitas Tangki T14B = 2000 MT

Level RBDPO dalam Tangki = 50,7 %

Maka:

$m_{\text{RBDPO}} = \text{Kapasitas tangki} \times \text{Level produk dalam tangki}$

$$= 2000 \text{ MT} \times 0,507$$

$$= 1014 \text{ MT} \times 1000 \text{ kg/MT}$$

$$= 1014000 \text{ kg}$$

Menghitung Kapasitas Panas RBDPO

Perhitungan kapasitas panas dari masing-masing komponen RBDPO diperlukan nilai temperature RBDPO, maka:

$$T_1 = 52,5^\circ\text{C} + 273 = 325,5 \text{ K} \quad T_2 = 54,5^\circ\text{C} + 273 = 327,5 \text{ K} \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 327,5 \text{ K} - 325,5 \text{ K}$$

$$= 2 \text{ K}$$

Tabel 4.5 Liquid Heat Capacities (Fatty Acid)

Name	Formula	A	B	$C \times 10^{-3}$	$D \times 10^{-6}$
Asam Laurat	$\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$	50,801	2,2580	-4,9060	4,3771
Asam Miristat	$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	80,266	2,8162	-6,0100	5,1299
Asam Palmitat	$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	86,290	3,5237	-7,3217	6,1001

**PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI
PT. XYZ**

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴,
Dedy Anwar⁵

Asam Stearat	C18H36O2	99,012	3,5874	-7,2484	5,9035
Asam Oleat	C18H34O2	278,686	2,5434	-5,4355	4,9240
Asam Linoleat	C18H32O2	241,348	2,3065	-5,0663	4,7468

(Sumber: Yaws,C,L., *Chemicals Properties Handbook*)

Berdasarkan dari tabel *liquid capacities (fatty acid)*, maka dapat dihitung nilai kapasitas panas pada suhu 326,5 K dengan menggunakan rumus :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

- 1) Asam Laurat (C₁₂H₂₄O₂) (BM = 200 g/mol) $C_p = 2,086975524 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 2) Asam Miristat (C₁₄H₂₈O₂) (BM = 228 g/mol) $C_p = 2,358005274 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 3) Asam Palmitat (C₁₆H₃₂O₂) (BM = 256 g/mol) $C_p = 2,611664875 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 4) Asam Stearat (C₁₈H₃₆O₂) (BM = 284 g/mol) $C_p = 2,475624701 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 5) Asam Oleat (C₁₈H₃₄O₂) (BM 282 g/mol) $C_p = 2,486001826 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 6) Asam Linoleat (C₁₈H₃₂O₂) (BM = 280 g/mol) $C_p = 2,212702347 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

Setelah memperoleh nilai kapasitas panas (C_p) dari masing-masing komponen *fatty acid*, maka nilai C_p dikali dengan konsentrasi dari masing–masing komponen RBDPO yang tertera pada tabel 4.1 Komponen *Fatty Acid* pada RBDPO.

$$\begin{aligned} C_{p\text{RBDPO}} &= (0,5\% \times C_p \text{ asam laurat}) + (1\% \times C_p \text{ asam miristat}) + (44\% \times C_p \text{ asam palmitat}) \\ &+ (5\% \times C_p \text{ asam stearat}) + (40\% \times C_p \text{ asam oleat}) + (9,5\% \times C_p \text{ asam linoleat}) \\ &= 2,511536164 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \end{aligned}$$

Menghitung Panas yang Diterima RBDPO

$$Q_{\text{RBDPO}} = m_{\text{RBDPO}} \times C_{p\text{RBDPO}} \times \Delta T$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} m_{\text{RBDPO}} &= 1014000 \text{ kg} \quad C_{p\text{RBDPO}} = 2,511536164 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \quad T_1 = 52,5^\circ\text{C} + 273 = 325,5 \text{ K} \\ T_2 &= 54,5^\circ\text{C} + 273 = 327,5 \text{ K} \quad \Delta T = T_2 - T_1 \\ &= 327,5 \text{ K} - 325,5 \text{ K} \\ &= 2 \text{ K} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung panas yang diterima oleh RBDPO yaitu: = 5.093.395,34 kJ/Jam

Perhitungan Panas yang Dilepas Hot Water

Menghitung Massa *Hot Water* yang Masuk

$$m_{\text{HW}} = F_{\text{HW}} \times \rho_{\text{HW } 80^\circ\text{C}}$$

PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI PT. XYZ

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴, Dedy Anwar⁵

Diketahui : FHW = 110000 L/jam

Berdasarkan *table characteristic of water*, ρ air pada suhu 80°C adalah 971,799

kg/m³, maka : mRHW = 110000 L/jam $\times$ 0,971799 kg/L = 106897,89 kg/jam

Menghitung kapasitas panas *hot water* yang masuk

Tabel 4.6 *Liquid heat capacities (water)*

Nama	A	B	C	D
Water	$1,82964 \times 10$	$4,27118 \times 10^{-1}$	$-1,33878 \times 10^{-3}$	$1,31424 \times 10^{-6}$

(Sumber : G.V.Reklaitis., *Introduction To Material And Enrgy Balances*) Diketahui:

THW in = 80°C + 273 = 353 K THW out = 65°C + 273 = 338 K $\Delta T = 353 \text{ K} - 338 \text{ K}$
= 15 K

Sehingga dapat dihitung kapasitas panas *hot water* (BM H₂O = 18 g/mol) yaitu: $C_p \text{ RHW} = A + BT + CT^2 + DT^3 = 3,347644754 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

Menghitung Panas *Hot Water* (QHW)

$$Q_{\text{RHW}} = m_{\text{RHW}} \times C_{p\text{RHW}} \times \Delta T$$

Diketahui:

mHW = 106897,89 kg

$C_{p\text{HW}} = 3,347644754 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ THW in = 80°C + 273 = 353 K THW out
= 65°C + 273 = 338 K

$\Delta T = \text{THW in} - \text{THW out}$

= 353 K – 338 K

= 15 K

Sehingga dapat dihitung panas yang dilepas oleh *hot water* yaitu: $Q_{\text{RHW}} = 106897,89 \text{ kg/jam}$
 $\times 3,347644754 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \times 15 \text{ K}$
= 5.367.842,41 kJ/jam

Perhitungan Efisiensi Pemanasaan RBDPO (η_{PP})

$$\eta_{\text{PP}} = \frac{\text{Jumlah panas yang diserap RBDPO (QRBDPO)}}{\text{Jumlah Panas Yang dilepas hot water (QS)}} \times 100\%$$

Jumlah Panas Yang dilepas hot water (QS)

$$= \frac{5093395,34 \text{ KJ/jam}}{5367842,41 \text{ kJ/jam}} \times 100\%$$

5367842,41 kJ/jam

= 94,88 %

Pembahasan

Proses pertukaran panas dalam sistem ini berlangsung secara tidak langsung melalui dua tahap utama dengan memanfaatkan *heat exchanger* berbasis coil. Pada tahap pertama, panas dari *steam* ditransfer ke *return hot water* di dalam tangki T-U02. Steam yang mengalir di dalam coil mengalami kondensasi saat bersentuhan dengan permukaan yang lebih dingin, sehingga melepaskan panas laten penguapan yang kemudian diserap oleh air. Proses ini meningkatkan suhu *return hot water* dari sekitar 65–66°C hingga mencapai suhu operasional sekitar 80–81°C. Tahap kedua adalah perpindahan panas dari *hot water* ke RBDPO (*Refined, Bleached and Deodorized Palm Oil*) di dalam tangki T14B melalui coil pemanas. Perpindahan panas terjadi tanpa kontak langsung antar fluida, sehingga mutu minyak tetap terjaga.

Sistem ini bekerja dalam sirkulasi tertutup, di mana air panas yang telah digunakan untuk memanaskan RBDPO akan kembali ke tangki T-U02 dengan suhu lebih rendah untuk dipanaskan kembali oleh steam. Siklus ini berlangsung secara kontinu dan terkontrol, sehingga memungkinkan efisiensi energi yang lebih tinggi. Secara perhitungan, panas yang diserap oleh *return hot water* ditentukan oleh massa, kapasitas panas jenis, dan perubahan suhu, sedangkan panas dari steam dihitung berdasarkan massa dan entalpi laten kondensasi. Pada tahap pemanasan RBDPO, kebutuhan panas dihitung dari massa minyak yang sangat besar, kapasitas panas jenis, dan kenaikan suhu yang relatif kecil, sehingga waktu pemanasan menjadi cukup lama.

Selama proses berlangsung, suhu RBDPO meningkat secara bertahap dari sekitar 52,5°C hingga 54,5°C. Pemanasan ini bertujuan untuk menjaga minyak tetap dalam kondisi cair dengan viskositas rendah, sehingga mempermudah proses pemompaan dan pengolahan lanjutan. Tanpa pemanasan, minyak berpotensi mengental akibat sifat trigliserida, yang dapat menghambat aliran dan menurunkan efisiensi proses. Selain itu, pengendalian suhu yang baik juga penting untuk mencegah kerusakan kualitas minyak seperti peningkatan kadar FFA, oksidasi, dan perubahan warna.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa panas yang diserap oleh *return hot water* sebesar 5.416.218,22 kJ/jam, sedangkan panas yang dilepaskan oleh steam sebesar 5.769.230,40 kJ/jam, dengan efisiensi perpindahan panas mencapai 93,88%. Pada tahap pemanasan RBDPO, kebutuhan panas sebesar 5.093.395,34 kJ/jam dipenuhi oleh panas yang dilepaskan *hot water* sebesar 5.367.842,41 kJ/jam, menghasilkan efisiensi sebesar 94,88%. Nilai efisiensi yang tinggi pada kedua tahap menunjukkan bahwa sistem perpindahan panas bekerja dengan baik

dan mendekati kondisi optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, diketahui bahwa panas yang diterima oleh *return hot water* pada laju alir 110.000 L/jam adalah sebesar 5.416.218,22 kJ/jam, sedangkan panas yang dilepaskan oleh *steam* sebesar 5.769.230,4 kJ/jam. Efisiensi perpindahan panas rata-rata pada proses pemanasan *return hot water* di tangki T-U02 diperoleh sebesar 93,88%. Selain itu, pada proses pemanasan RBDPO, rata-rata panas yang diserap oleh RBDPO dengan massa 1.014.000 kg adalah sebesar 4.923.765,53 kJ/jam, sementara panas yang dilepaskan oleh *hot water* pada laju alir 110.000 L/jam adalah sebesar 5.361.948,63 kJ/jam. Efisiensi perpindahan panas rata-rata pada proses pemanasan RBDPO di tangki T14B adalah sebesar 91,82%. Secara keseluruhan, proses perpindahan panas pada sistem menunjukkan kinerja yang baik dengan efisiensi di atas 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoh, C. C., & Min, D. B. (2015). *Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology* (4th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19413>
- Basiron, Y. (2007). Palm oil production through sustainable plantations. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **109**(4), 289–295. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600223>
- Bejan, A. (2013). *Convection heat transfer* (4th ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118671627>
- Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2015). *Heat and mass transfer: Fundamentals and applications* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Gunstone, F. D. (2011). *Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444339925>
- Holman, J. P. (2010). *Heat transfer* (10th ed.). McGraw-Hill.
- International Energy Agency (IEA). (2020). *Energy efficiency in industry*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020>
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of heat and mass transfer* (6th ed.). Wiley.
- Klemeš, J. J., Varbanov, P. S., & Huisinigh, D. (2012). Recent cleaner production advances in process monitoring and optimization. *Journal of Cleaner Production*, **34**, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.026>

**PERHITUNGAN PANAS STEAM DAN HOT WATER PADA SIKLUS PEMANASAN RBDPO DI
PT. XYZ**

Krissandarta Tarigan^{1*}, Fauzatu Arabica Yatasya Hasibuan², Alfian Nugraha³, Nurlianna Tarigan⁴,
Dedy Anwar⁵

- Koh, L. P., & Ghazoul, J. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Conservation Biology*, **22**(6), 1378–1388. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01008.x>
- O'Brien, R. D. (2009). *Fats and oils: Formulating and processing for applications* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420061666>
- Reklaitis, G. V. 1942. *Introduction To Material And Enrgy Balances*. Purdue University. Siew, W. L. (2011). Palm oil processing and applications. *Journal of Oil Palm Research*, **23**, 1–10.
- Smith, R. (2005). *Chemical process design and integration*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470011926>
- Tahdid., Fatria., Erlinawatti., Ridwan, K, A., Fikamalati, S., Putri, Z, Z. 2021. "Analisis Sistem Termal Ditinjau Dari Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Produksi Saturated Dan Superheated Steam Pada Boiler." *Jurnal Kinetika* XII (2): 8-12
- Timms, R. E. (2005). Fractionation of palm oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **107**(1), 48–57. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200401054>
- Yani, A., Ristyohadi. 2017. "Analisis Kehilangan Steam Dan Penurunan Temperatur Pada Jaringan Distribusi Steam Dari PT. KDM Ke PT. KNI." *TURBO* VI (2): 123-135.
- Yaws, C, L. 1999. *Chemicals Properties Handbook*. Texas: University Beamont.