

## ANALISA WAKTU PEMANASAN CPO DI PT. SARANA AGRO NUSANTARA BELAWAN

Mora Yoga Daniel Ambarita<sup>1)</sup>, Muslih Nasution<sup>2)</sup>, M. Rafiq Yanhar<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

Email : -

### Abstrak

Pada penelitian ini telah ditunjukkan analisa waktu pemanasan CPO (*Crude Palm Oil* / Minyak Kelapa Sawit). Dengan menggunakan metode pengukuran temperatur berupa perendaman termometer berjenis *Cup Termometer* di dalam pertengahan cairan CPO yang di dalam Tangki Timbun Darat (*Storage Tank*) selama  $\pm 10$  menit dan diperoleh temperatur dari CPO tersebut. Pengukuran temperatur CPO dilakukan untuk mengetahui panas dari CPO tersebut, dimana akan digunakan sebagai *Density* dari CPO tersebut, lalu digunakan untuk menghitung atau mengkalibrasi volume CPO di dalam tangki timbun berdasarkan tinggi dari CPO tersebut. Adapun pengukuran temperatur CPO tersebut lebih baik dilakukan sewaktu CPO dipanaskan. Tujuan lain dari pemanasan CPO adalah untuk mengurangi kekentalan CPO guna meringankan kinerja pompa dalam pemompaan  
Kata Kunci :Pemanasan CPO, Tangki Timbun Darat (*Storage Tank*), *Boiler*(Ketel Uap)

### 1. Pendahuluan

Era Di era globalisasi semakin membuat para penggiat atau pelaku industri perminyakan CPO atau minyak kelapa sawit tertantang, karena pesatnya permintaan masyarakat terhadap minyak goreng nabati yang dimana dihasilkan atau diperoleh dari buah sawit. Hal ini berdampak juga pada peningkatan permintaan pengiriman CPO dari pabrik kelapa sawit kepada penimbun CPO untuk menimbun sementara CPO sebelum dikirimkan ke pabrik *refinery* agar diolah menjadi minyak goreng siap pakai.

Ketel uap mempunyai peranan yang sangat penting dalam kelangsungan kinerja dari sebuah pabrik tangki timbun dengan kata lain bisa dikatakan sebagai jantung dari pabrik tangki timbun. Fungsi dari ketel uap adalah menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses pemanasan CPO sebelum dikirimkan ke pabrik *refinery* ataupun dikirimkan ke *Tanker* atau kapal tangki.

Pemanasan CPO membutuhkan uap panas steam dengan tekanan tertentu sesuai dengan ketahanan pipa, packing dan tangki timbun. Pengaliran uap bertujuan untuk meningkatkan temperatur CPO dimana akan menurunkan kekentalan atau *density* CPO yang bertujuan untuk pemompaan minyak ke tempat tujuan yang akan dituju seperti pabrik *refinery* (pemurnian) ataupun ke *tanker* (kapal tangki). Dimana temperatur maksimal yang diminta atau pada umumnya adalah 50 °C, dimana pada umumnya temperatur awal CPO adalah 38 °C sampai 40 °C.

Temperatur akhir CPO sangat penting karena akan mempengaruhi jumlah atau Tonase awal CPO didalam tangki dan akan mempengaruhi jumlah atau Tonase akhir CPO didalam tangki serta akan mempengaruhi jumlah atau Tonase yang akan dikirimkan atau dipompakan ke tujuan pemompaan.

### 2. Tinjauan Pustaka

Istilah kalor berasal dari kata *caloric*, yang pertama kali diperkenalkan oleh Antoine Laurent Lavoiser (1743 – 1794), seorang ahli kimia dari Prancis. Oleh para ahli kimia dan fisika saat itu, kalor dianggap sebagai zat alir yang tidak terlihat oleh mata. Kalor mempunyai pengaruh terhadap perubahan suhu dan perubahan wujud zat. Kalor berbeda dengan suhu, suhu adalah ukuran dalam satuan derajat panas. Kalor merupakan suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda. Alat untuk mengukur besarnya kalor disebut kalorimeter.

Kalor merupakan panas yang bisa berpindah dari benda yang memiliki kelebihan kalor menuju benda yang kekurangan kalor. Kalor biasanya dinyatakan dalam suhu. Dalam satuan internasional, kalor dinyatakan dengan Joule. Satuan lainnya dinyatakan dengan kalori. Nah, kamu juga perlu tahu pernyataan ini: Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diserap atau diperlukan oleh 1 gram zat untuk menaikkan suhu sebesar 1 °C. Kalor jenis juga diartikan sebagai kemampuan suatu benda untuk melepas atau menerima kalor. Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diserap oleh benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar 1 °C. Perpindahan kalor ini umumnya dapat terjadi melalui 3 cara, yaitu :  
Konduksi Adalah perpindahan kalor melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan partikel partikel dari zat penghantar tersebut. Konveksi Adalah perpindahan kalor atau panas dari suatu zat dengan disertai perpindahan partikel-partikel penyusun zat tersebut, sedangkan radiasi Adalah perpindahan kalor yang tidak menggunakan zat perantara tertentu. Berbeda dengan konduksi dan konveksi, pada radiasi, kedua benda tidak harus bersentuhan untuk melakukan penerimaan atau pelepasan kalor satu sama lain.

Boiler atau ketel steam adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan steam. Steam diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar.. Boiler mengubah energi – energi kimia menjadi bentuk energi yang lain untuk menghasilkan kerja. Boiler dirancang untuk melakukan atau memindahkan kalor dari suatu sumber pembakaran, yang biasanya berupa pembakaran bahan bakar.Tangki timbun adalah sebuah komponen-komponen baja yang umum digunakan untuk menyimpan berupa penimbunan benda cair (*fluida*) seperti air, CPO (*Crude Oil Palm*), minyak BBM.

**3. Metodologi Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian di PT Sarana Agro Nusantara Ujung Baru, Belawan I, Medan Belawanselama dua bulan dari tanggal 11 November 2020 sampai dengan 09 Januari 2021

**4. Hasil Penelitian**

**4.1. Data Spesifikasi Tangki Timbun**

Berikut spesifikasi tangki timbun yang diambil adalah Tangki Timbun No. 50. Adapun spesifikasi tangki timbun No 50 adalah sebagai berikut :

- Diameter Tangki Timbun = 17.079 m
- Tinggi Tangki Timbun = 15.500 m
- Diameter Pipa Steam = 4 inchi = 0,1016 m
- Total Panjang Pipa Steam = 397,85 m
- Kapasitas Tangki Timbun = 3.558.209 kg

Luas Penampang Pipa Steam atau A adalah

$$\begin{aligned}
 A &= (2 \cdot L_{\text{alas}}) + (L_{\text{selimut}}) \\
 &= (2 \cdot \pi \cdot r^2) + (2 \cdot \pi \cdot r \cdot t) \\
 &= (2 \cdot 3,14 \cdot 0,0508^2 m) + \\
 &\quad (2 \cdot 3,14 \cdot 0,0508 \cdot 397,85 m) \\
 &= 126,94 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Berikut spesifikasi tangki timbun yang diambil adalah Tangki Timbun No. 58. Adapun spesifikasi tangki timbun No 58 adalah sebagai berikut :

- Diameter Tangki Timbun= 14.550 m
- Tinggi Tangki Timbun = 14.400 m
- Diameter Pipa Steam = 4 inchi = 0,1016 m
- Total Panjang Pipa Steam = 285,35 m
- Kapasitas Tangki Timbun = 2.409.389 kg
- Luas Penampang Pipa Steam atau A adalah :

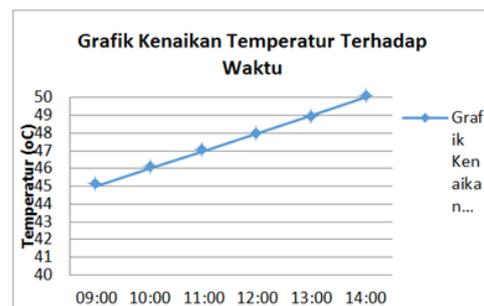
$$\begin{aligned}
 A &= (2 \cdot L_{\text{alas}}) + (2 \cdot L_{\text{selimut}}) \\
 &= (2 \cdot \pi \cdot r^2) + (2 \cdot \pi \cdot r \cdot t) \\
 &= (2 \cdot 3,14 \cdot 0,0508^2) + (2 \cdot 3,14 \cdot 0,0508 \\
 &\cdot 285,35) \\
 &= 91,04 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

**4.2. Data Kenaikkan Temperatur Dam Perhitungan Waktu Pemanasan Serta Persentase Error**

a. Tangki Timbun No. 50

Tabel 1 Tabel Kenaikkan Temperatur Terhadap Waktu T.50

No	Waktu (Jam)	Temperatur (°C)
1	09.00	45
2	10.00	46
3	11.00	47
4	12.00	48
5	13.00	49
6	14.00	50



Gambar 1 Grafik Kenaikkan Temperatur Terhadap Waktu T.50

Pemanasan dimulai Jam 09.00 WIB bertemperatur awal 45<sup>0</sup>C, dimana temperatur 45<sup>0</sup>C tetap sampai jam 11.00 WIB, lalu pada jam 12.00 WIB terjadi kenaikan temperatur menjadi 46<sup>0</sup>C sampai jam 13.00 WIB. Pada Jam 14.00 WIB terjadi kenaikan temperatur menjadi 47<sup>0</sup>C. Pada jam 15.00 WIB terjadi kenaikan temperatur menjadi 49<sup>0</sup>C dan pada jam 16.00 WIB, temperatur CPO sudah 50<sup>0</sup>C serta pemanasan selesai.

Perhitungan Waktu Pemanasan Berdasarkan Rumus Konveksi Panas Dan Rumus Kalor Serta Persentase Error

$$\begin{aligned}
 M &= 641.492 \text{ kg} \\
 T_{\text{pemanasan}} &= 6 \text{ Jam} \\
 P_{\text{in}} &= 1,8 \text{ bar ; } t_{\text{in}} = 116,69 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 P_{\text{out}} &= 1,0 \text{ bar ; } t_{\text{out}} = 99,632 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 T &= (t_{\text{in}} + t_{\text{out}}) / 2 = (116,69 + 99,632) / 2 \\
 &= 108,161 \text{ }^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 1,36 \text{ Bar} \\
 \rho \text{ (Density)} &= 952,345 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{PrandltNumber ; Pr} &= 1,6 \\
 \text{Speed : v} &= 15,36 \text{ m/s} \\
 \text{Dynamic Viscosity : dv} &= 259,31 \text{ } \mu\text{Pa/s} \\
 &= 0,00025931 \text{ kg/ms}
 \end{aligned}$$

$$\text{ThermalConductivity ; tc} = 0,6807 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Luas Permukaan Steam ; A} = 126,94 \text{ m}^2$$

Maka %E (Persentase Error) adalah

1. Menghitung Bilangan Reynolds (Reynolds Number)

$$RE = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

$$= \frac{(0,102)(15,36)(953,345)}{0,00025931}$$

$$= 5753,956$$

2. Menghitung Bilangan Nusselt (Nusselt Number)

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,3}$$

$$= 0,023 \cdot (5.753.956)^{0,8} \cdot (1,6)^{0,3}$$

$$= 6775$$

3. Menghitung Koefisien Konveksi Termal

$$h = Nu \times \frac{tc}{D} = 6775 \times \frac{0,6807 \frac{W}{mK}}{0,1016 m}$$

$$= 6775 \times 6,69 \frac{W}{m^2K}$$

$$= 45.325 \frac{W}{m^2K}$$

4. Menghitung Konveksi Termal

$$H = h \times A \times \Delta T$$

$$= 45.325 \frac{W}{m^2K} \times 126.92 m^2 \times 5 K$$

$$= 28.763.245 W \text{ atau } 28.763.245 J/s$$

5. Menghitung Kalor

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$= 641.492 \text{ kg} \times 0,497 \text{ kcal/kgK} \times 278 K$$

$$= 88.632.383 \text{ kcal}$$

$$= 370.837.890.472 J$$

6. Menghitung Waktu Teori

$$t (s) = \frac{Q}{H}$$

$$= \frac{370.837.890.472 J}{28.763.245 J/s}$$

$$= 12.893 \text{ second} \div 3600 \text{ jam}$$

$$= 3,58 \text{ jam} \Rightarrow 4 \text{ jam}$$

7. Menghitung Persentase Error

$$\%Error = \left| \frac{\text{Nilai Praktek} - \text{Nilai Teori}}{\text{Nilai Teori}} \right| \times 100 \%$$

$$= \left| \frac{6-4}{4} \right| \times 100\%$$

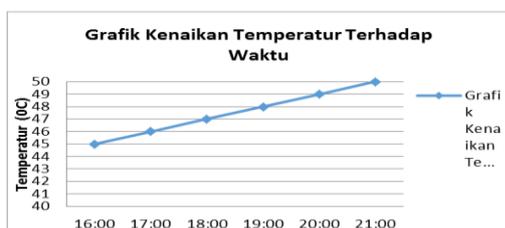
$$= 0,5 \times 100\%$$

$$= 50\%$$

b. Tangki Timbun No 58

Tabel 2 Tabel Kenaikan Temperatur Terhadap Waktu T.58

No	Waktu (Jam)	Temperatur (°C)
1	16.00	45
2	17.00	46
3	18.00	47
4	19.00	48
5	20.00	49
6	21.00	50



Gambar 2 Grafik Kenaikan Temperatur Terhadap Waktu T.58

Pemanasan dimulai pada Jam 16.00 WIB dengan temperatur awal adalah 45<sup>0</sup>C, dimana ada kenaikan 2<sup>0</sup>C setiap jam, dan pemanasan berakhir pada Jam 21.00 WIB dengan temperatur sebesar 50<sup>0</sup>C. Perhitungan Waktu Pemanasan Berdasarkan Rumus Konveksi Panas Dan Rumus Kalor Serta Persentase Error

M = 831.794 kg  
T<sub>pemanasan</sub> = 6 Jam  
P<sub>in</sub> = 1,8 bar ; t<sub>in</sub> = 116,69 <sup>0</sup>C  
P<sub>out</sub> = 1,0 bar ; t<sub>out</sub> = 99,632 <sup>0</sup>C  
T = (t<sub>in</sub> + t<sub>out</sub>) / 2 = (116,69 + 99,632) / 2 = 108,161 <sup>0</sup>C

P = 1,36 Bar  
ρ (Density) = 952,345 kg/m<sup>3</sup>  
PrandltNumber ; Pr = 1,6  
Speed ; v = 15,36 m/s  
Dynamic Viscosity ; μ = 259,31 μPa/s = 0,00025931 kg/ms

Thermal Conductivity ; tc = 0,6807 W/m<sup>0</sup>C

Luas Permukaan Steam ; A = 91,04 m<sup>2</sup>

Maka %E (Persentase Error) adalah

1. Menghitung Bilangan Reynold (Reynold Number)

$$RE = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

$$= \frac{(0,102)(15,36)(952,345)}{0,00025931}$$

$$= 5753,956$$

2. Menghitung Bilangan Nusselt (Nusselt Number)

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,3}$$

$$= 0,023 \cdot (5.753.956)^{0,8} \cdot (1,6)^{0,3}$$

$$= 6775$$

3. Menghitung Koefisien Konveksi Termal

$$h = Nu \times \frac{tc}{D} = 6775 \times \frac{0,6807 \frac{W}{mK}}{0,1016 m}$$

$$= 6775 \times 6,69 \frac{W}{m^2K}$$

$$= 45.325 \frac{W}{m^2K}$$

4. Menghitung Konveksi Panas

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$= 45,325 /m^2K \times 91,04 \times 5$$

$$= 20631,940 J/s$$

5. Menghitung Kalor

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$= 831.794 \text{ kg} \times 0,497 \text{ kcal/kgK} \times 278 K$$

$$= 114.925.650 \text{ kcal} \times 4184 J$$

$$= 480.848.919.600 J$$

6. Menghitung Waktu Teori

$$t (s) = \frac{Q}{H} = \frac{480.848.919.600 J}{20.631.940 J/s}$$

$$= 23.306 \text{ second} \div 3600 \text{ jam}$$

$$= 6,47 \text{ jam}$$

7. Menghitung Persentase Error

$$\%Error = \left| \frac{\text{Nilai Praktek} - \text{Nilai Teori}}{\text{Nilai Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{6 - 6,47}{6,47} \right| \times 100\% = 7,26\%$$

## 5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Analisa Waktu Pemanasan *CPO*, maka dapat disimpulkan :

1. Persentase Error Pemanasan adalah perbandingan selisih pemanasan secara teori dengan pemanasan secara praktik lapangan adalah sebagai berikut :
  - a. Tangki Timbun No 50 adalah 50%
  - b. Tangki Timbun No 58 adalah 7,26%
2. Volume (Tonase / MT) didalam tangki timbun yang akan dipanaskan.

## Daftar Pustaka

- [1] Ma'sum, Zuhdi. dkk. Analisis Perpindahan Panas Dengan Konveksi bebas dan Radiasi Pada Penukar Panas Jenis Pipa dan Kawat. Surabaya: 2012
- [2] Mahmudin dan Muhammad Syahrir. Karakteristik Perpindahan Panas Pada Pipa Penukar Kalor Selongsong Aliran Searah Vertikal. Makassar : 2016
- [3] Sukadana. I Gusti Ketut. Diktat Termodinamika Dasar. Bali : 2016
- [4] Rokhadi, Akhyar Wahyu. Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Dari Sirip – Sirip Pin Ellips Susunan Selang – Seling Dalam Saluran Segiempat. Surakarta : 2010
- [5] Syahputra, Yogie Andrian. Analisa Water Tube Boiler Menggunakan Thermocouple Tipe KPT100 Sebagai Sensor Temperature dan Differential Pressure Dalam Proses Efisiensi Bahan Bakar Di PT Sari Incofood Corporation. Medan : 2018
- [6] <https://www.zenius.net/prologmateri/kimia/a/1288/kalor#:~:text=Istilah%20kalor%20berasal%20dari%20kata.seorang%20ahli%20kimia%20dari%20Prancis.&text=Kalor%20merupakan%20suatu%20kuantitas%20atau.mengukur%20besarnya%20kalor%20disebut%20kalorimeter.>
- [7] <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/pengertian-termodinamika-lengkap/https://www.ruangguru.com/hukum-dan-prinsip-termodinamikahttps://lektur.id/arti-tangki-timbun/>
- [8] <https://darmawansaputra.com/permenaker-no-37-tahun-2016-tentang-k3-bejana-tekanan-dan-tangki-timbun/https://fdokumen.com/document/pengukuran-perhitungan-volume-minyak-standard-di-tangki-darat-58b225a338ce6.html>
- [9] <https://www.steamtablesonline.com/steam97web.aspx>