

Analisis Jumlah Kebutuhan Uap Pada Perebusan Kelapa Sawit Sistem Tiga Puncak (*Triple Peak*) Sterilizer Kapasitas 25 Ton/ Unit di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Bah Jambi

¹Mangihut J.D Sinaga, ²Daniel T. E Siburian

^{1,2}Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

Email : davit.sinaga12@gmail.com , danieltsiburian@gmail.com

ABSTRAK

Perebusan tandan buah segar (TBS) merupakan proses penting dalam pengolahan kelapa sawit yang bertujuan menghentikan aktivitas enzim lipase, mempermudah proses pemipilan, serta meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak. Salah satu sistem perebusan yang banyak digunakan di pabrik kelapa sawit adalah sistem tiga puncak (*triple peak*) pada sterilizer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan uap pada proses perebusan kelapa sawit menggunakan sistem *triple peak* sterilizer berkapasitas 25 ton/unit di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Bah Jambi. Metode penelitian dilakukan melalui perhitungan kebutuhan energi panas berdasarkan kapasitas TBS yang diolah, kondisi operasi sterilizer, serta analisis ketersediaan energi dari bahan bakar fiber sebagai sumber pembangkit uap. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan uap pada stasiun sterilizer sebesar 2.326.500.000 Kg.°C/25 ton TBS. Untuk memenuhi kebutuhan uap sebesar itu, diperlukan kebutuhan uap pada setiap puncak nya, pada puncak pertama diperlukan kebutuhan sebesar 5.310.000 Kkal/Jam.°C/25 ton TBS, puncak kedua dibutuhkan sebesar 5.310.000 Kkal/Jam.°C/25 ton TBS dan puncak ketiga dibutuhkan sebesar 7.080.000 Kkal/Jam.°C /25 ton TBS. Pada panas laten diperlukan sebesar 2.310.000.000 Kg.°C. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengendalian kebutuhan energi dan peningkatan efisiensi operasional di pabrik kelapa sawit.

Kata Kunci: CPO, Sterilizer, Perebusan, Minyak Kelapa Sawit.

ABSTRACT

The boiling of fresh fruit bunches (FFB) is an important process in palm oil processing that aims to stop lipase enzyme activity, facilitate the shelling process, and increase oil extraction efficiency. One of the boiling systems widely used in palm oil mills is the triple peak system in sterilizers. This study aims to analyze the steam requirements in the palm oil boiling process using a 25-ton/unit triple peak sterilizer system at PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Bah Jambi. The research method was carried out by calculating the heat energy requirements based on the capacity of the FFB processed, the sterilizer operating conditions, and the analysis of energy availability from fiber fuel as a source of steam generation. The analysis results show that the steam requirement at the sterilizer station is 2,326,500,000 Kg.°C/25 tons of FFB. To meet this steam requirement, the steam demand at each peak is required. At the first peak, a demand of 5,310,000 Kcal/Hour.°C/25 tons of TBS is required, the second peak requires 5,310,000 Kcal/Hour.°C/25 tons of TBS, and the third peak requires 7,080,000 Kcal/Hour. °C/25 tons of TBS. The latent heat required is 2,310,000,000 Kg.°C. The results of this study are expected to serve as a reference for controlling energy requirements and improving operational efficiency in palm oil mills.

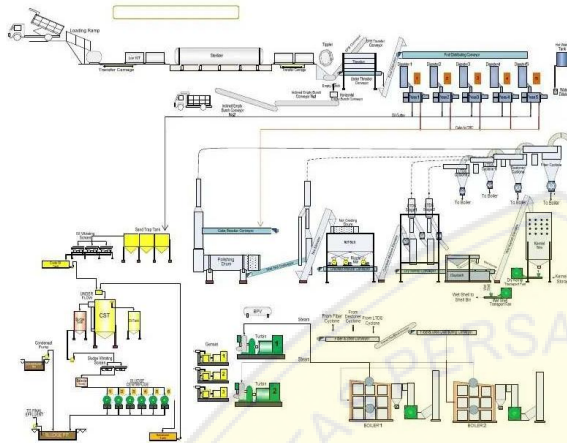
Keywords: CPO, Sterilizer, Cooking, Palm Oil.

PENDAHULUAN

Sejalan dengan era baru di dunia industri atau yang sering disebut dengan 4.0, setiap negara pastinya

akan selalau meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) agar dapat mengikuti perkembangan dunia inustri. yang mana semakin tinggi

kualitas dari sumber daya manusia yang dimiliki, maka semakin maju pula kualitas dari negara tersebut sehingga untuk dapat bersaing diperlukan Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki keahlian dan professional yang tinggi.



Gambar 1. Skema Proses Pengolahan Kelapa Sawit

Proses pengolahan yang dilakukan pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan proses yang kontinyu. Dimana hasil dari suatu proses akan dilanjutkan dan terjadi perubahan kualitas hasil proses, dimana untuk mendapatkan hasil proses ini diperlukan proses pengolahan yang baik untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan keinginan perusahaan. Bahan baku yang berupa Tandan Buah Segar (TBS) yang akan diproses dan diolah menjadi minyak kelapa sawit dan inti sawit. Untuk mendapatkan hasil minyak kelapa sawit dan inti sawit yang optimal tergantung dari mutu bahan baku yang sesuai standar, proses pengolahan yang sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) dan keadaan peralatan yang diperlukan dalam proses pengolahan.



Gambar 2. Sterilizer

Stasiun perebusan adalah stasiun inti dari pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Stasiun perebusan atau sering disebut dengan Sterilizer station merupakan proses yang sangat menentukan untuk mendapatkan minyak sawit mentah / crude palm oil (CPO) yang baik dengan kualitas rendemen yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses perebusan adalah kondisi buah dan sistem perebusannya. Apabila dalam perebusan tidak memperhatikan tekanan, waktu dan temperature perebusan maka kehilangan minyak akan semakin besar (Sunanto dkk, 2021). Stasiun perebusan berfungsi untuk Mempermudah brondolan lepas dari tandan pada waktu proses penebahan di Thresher dan menghentikan proses peningkatan Asam Lemak Bebas (ALB) (Buku Pedoman PTPN IV)

Menurut Mahyunis, et al. (2015), proses perebusan yang tidak sempurna di stasiun sterilizer dapat menyebabkan menurunnya efisiensi proses pemecahan biji pada saat pembrondolan di stasiun thresher. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses perebusan TBS pada stasiun sterilizer di PKS Adolina Sumatera Utara.

Dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit yang krusial berlangsung dalam sterilizer. Sterilizer adalah suatu bejana yang fungsinya merebus Tandan Buah Segar (TBS) dengan menggunakan uap bertekanan dan bertemperatur tinggi dalam waktu tertentu. Uap tersebut berupa uap kering yang berasal dari boiler yang kemudian diteruskan ke Back Preassure Vessel (BPV). BPV berfungsi mengatur manajemen steam (tekanan) yang masuk ke dalam sterilizer guna menghindari pemborosan steam. Dalam proses perebusan temperatur bejana antara 140°C-145°C dan bertekanan antara

2,5- 3 kg/cm². Dalam proses perebusan Tandan Buah Segar (TBS) dilakukan dengan 3 tahap atau lebih dikenal dengan sebutan Triple Peak Sterilization (TPK). Tujuan Kerja praktik ini akan membahas tentang proses pengolahan buah kelapa sawit proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO) di PKS Bah Jambi Oleh karena itu, dilakukan analisa performa kerja pada sterilizer.

Pada proses penentuan tekanan (steam) tidak sesuai dengan procedure perebusan masih menggunakan perasaan, jadi tekanan (steam) tidak dapat digunakan dengan maksimal sehingga mengakibatkan kehilangan minyak “losses” yang tinggi. Hal ini terjadi akibat kurangnya komitmen waktu dan pembagian tekanan (steam) dalam hal perebusan. Pengaturan steam uap yang tidak optimal akan menghasilkan losses yang tinggi menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sulaiman, 2018).

METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah dengan melakukan observasi deskriptif di stasiun sterilizer untuk melihat kebutuhan uap pada perebusan kelapa sawit di sistem tiga puncak di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Bah Jambi.

Jenis Sterilizer :

Ada dua macam tipe sterilizer yang biasa di gunakan yaitu sterilizer vertikal dan horizontal.

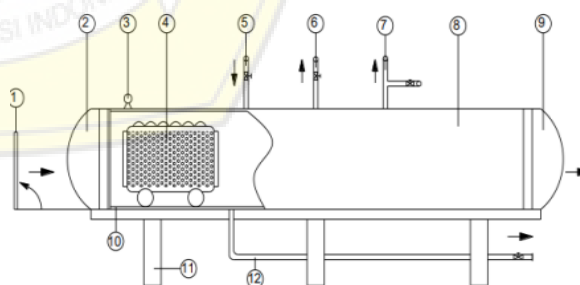
A. Sterilizer Vertikal

Sterilizer tipe vertikal dirancang untuk beroperasi pada tekanan uap kerja sebesar 3,5 bar dengan kapasitas 25 ton tandan buah segar (TBS) dalam setiap siklus perebusan. Unit ini dilengkapi dengan pintu pengisian (charge) di bagian atas dan pintu pengeluaran (discharge) di bagian

bawah, menggunakan sistem pintu kopling (clutch door system) yang dilengkapi mekanisme buka-tutup serta penguncian lock ring berbasis hydraulic power pack (Mubarak dkk,2022). Bagian dasar sterilizer menggunakan plat berlubang yang dipasang dengan kemiringan ke arah pintu keluar, sehingga mempermudah proses pengosongan isi sterilizer. Dibandingkan tipe lainnya, sterilizer vertikal membutuhkan area instalasi yang lebih kecil, waktu perebusan TBS yang lebih singkat, serta biaya perawatan yang relatif rendah.

B. Sterilizer Horizontal

Sterilizer tipe horizontal berbentuk silinder dengan orientasi memanjang secara horizontal dan dilengkapi lori sebagai sarana transportasi untuk pengangkutan TBS. Fluida kerja yang digunakan dalam proses perebusan dan sterilisasi adalah uap jenuh (saturated vapor) yang mengandung energi panas untuk mematangkan dan mensterilkan buah kelapa sawit. Dibandingkan dengan sterilizer tipe vertikal, tipe horizontal memerlukan area instalasi yang lebih luas, memiliki kapasitas olah yang lebih besar, serta membutuhkan biaya investasi dan operasional yang relatif lebih tinggi. (Rafill dkk,2023)



Gambar 2. Sterilizer Horizontal

Komponen sterilizer terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Rail track pintu
2. Pintu pemasukan lori
3. Manometer
4. Lori

5. Pipa inlet steam
6. Exhaust Steam
7. Safety valve
8. Ketel rebusan
9. Pintu keluar lori
10. Rail track di dalam rebusan
11. Pondasi (kaki rebusan)
12. Pipa pembuangan air kondensat

$$Q_s = M \times C_p \times \Delta t$$

Dimana : M= Massa aliran FFB

Δt = Beda temperatur kerja

C_p = Panas jenis rata-rata TBS (Kkal/Kg .°C)

Untuk mengetahui seberapa besar uap kalor diberikan dapat dirumuskan :

$$Q_u = M_u \times L_h$$

Dimana :

M_u = Massa aliran uap yang dibutuhkan sterilizer (kg / jam)

L_h = Panas latent pada temperatur 140°C

Panas yang dibutuhkan pada Sterilizer sama dengan Panas yang diberikan oleh steam

$$Q_{(st)} = Q_u$$

Dimana : Q_u = Panas yang diberikan (steam)

Tabel 1. Data Kandungan *Fresh Fruit Bunch* (FFB)

Kandungan Dalam FFB	Persentase (%)	Massa (Kg)	Panas Jenis C_p (Kkal/kg.°C)
Air	12	3000	1.00
Cangkang	6	1500	0.45
Inti	5	1250	0.38
Minyak	22	5500	0.35
Lumpur	22	5500	0.53
Serabut	11	2750	0.43
Tandan Kosong	22	5500	0.40
Jumlah	100	25.000	3.54

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Tekanan Uap Pada Sterilizer:

Pada prinsipnya, kebutuhan uap dalam proses perebusan diasumsikan berdasarkan tekanan uap yang diberikan pada setiap siklus perebusan. Tekanan awal uap yang disuplai dari boiler umumnya berada pada kisaran 20 bar. Namun, tekanan tersebut tidak sepenuhnya dialirkan ke dalam sterilizer, karena pemberian tekanan yang terlalu tinggi selama proses perebusan dapat meningkatkan persentase kehilangan kandungan minyak pada tandan buah segar (TBS). Oleh karena itu, tekanan uap yang digunakan dalam sterilizer untuk proses perebusan TBS pada setiap siklus dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

Tabel 2. Data Hasil Pengamatan

NO	Data Yang Diperoleh	
1	Suhu awal Sterilizer	30°C
2	Suhu setelah Sterilizer bekerja	140°C
3	Kapasitas Sterilizer	25 Ton/unit

Berdasarkan rumus yang telah diuraikan diatas maka dapat dilanjutkan dengan menghitung data yang telah dikumpulkan yaitu sebagai berikut.

Menghitung Kebutuhan Uap:

Panas yang dibutuhkan sterilizer untuk merebus tandan buah segar (TBS) dalam satu kali perebusan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = M.Cp \times \Delta T$$

Dimana diketahui :

1. Puncak Pertama (1)

Q = Total energi yang dibutuhkan (kkal/kg)

ΔT = Beda temperatur kerja (90°C – 30°C = 60°C)

$m.Cp$ = Total .Panas jenis TBS (KKal/jam . °C)

Maka:

Puncak Pertama (1)

$$Q_1 = m.Cp \times \Delta T$$

$$= (25.000 \text{ kg}) \cdot (3.54 \text{ Kkal/kg.}^\circ\text{C}) \cdot (60^\circ\text{C})$$

$$= 5.310.000 \text{ Kkal/Jam.}^\circ\text{C}$$

2. Puncak Kedua (2)

Q = Total energi yang dibutuhkan (kkal/kg)

ΔT = Beda temperatur kerja (120°C – 60°C = 60°C)

$m.Cp$ = Total .Panas jenis TBS (KKal/jam . °C)

Maka:

Puncak Kedua (2)

$$Q_2 = m.Cp \times \Delta T$$

$$= (25.000 \text{ kg}) \cdot (3.54 \text{ Kkal/kg.}^\circ\text{C}) \cdot (60^\circ\text{C})$$

$$= 5.310.000 \text{ Kkal/Jam.}^\circ\text{C}$$

3. Puncak Ketiga (3)

Q_3 = Total energi yang dibutuhkan (kkal/kg)

ΔT = Beda temperatur kerja (140°C – 60°C = 80°C)

$m.Cp$ = Total .Panas jenis TBS (KKal/jam . °C)

Maka:

Puncak Ketiga (3)

$$Q_3 = m.Cp \times \Delta T$$

$$= (25.000 \text{ kg}) \cdot (3.54 \text{ Kkal/kg.}^\circ\text{C}) \cdot (80^\circ\text{C})$$

$$= 7.080.000 \text{ Kkal/Jam.}^\circ\text{C}$$

Total keseluruhan pada setiap puncak 1,2 dan 3 adalah :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= 5.310.000 + 5.310.000 + 7.080.000 \text{ Kkal/jam.}^\circ\text{C}$$

$$= 17.700.000 \text{ Kkal/Jam.}^\circ\text{C}$$

Dan panas laten dapat diperoleh dari persamaan :

$$Q_u = M_u \times L_h$$

Dimana diketahui :

Q_u = Panas Laten (kkal/kg)

M_u = Massa air FFB (3000 kg)

L_h = Massa Minyak (5500 kg)

Maka :

$$Q_u = 3000 \text{ Kg} \times 5500 \text{ Kg}$$

$$= 16.500.000 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} M.Cp &= (16.500.000 \text{ Kg}) \cdot (140^{\circ}\text{C}) \\ &= 2.310.000.000 \text{ Kg}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Maka nilai uap yang dihasilkan adalah

ZQ + Panas laten :

$$\begin{aligned} &= 16.500.000 \text{ Kg} + 2.310.000.000 \text{ Kg}^{\circ}\text{C} \\ &= 2.326.500.000 \text{ Kg}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Pada pembahasan laporan ini yang membahas tentang performa kerja sterilizer diantaranya kebutuhan uap pada mesin Sterilizer yang berkapasitas 25 ton /unit, serta kebutuhan bahan bakar untuk memenuhi uap yang dibutuhkan dari bahan bakar serabut sawit di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Bah Jambi. Dimana mesin Sterilizer ini sebagai mesin perebus tandan buah segar untuk mengurangi kadar air.

Pada kerja praktek Lapangan ini dalam pengambilan data menggunakan metode observasi, studi pustaka bertanya kepada operator proses yang ada pada stasiun Sterilizer. Untuk data input yang digunakan yaitu data kandungan Fresh Fruit Bunch (FFB), panas jenis rata-rata, beda temperatur kerja, nilai hambatan pada sterilizer dianggap tidak ada, data kandungan komposisi bahan bakar serabut dan cangkang kelapa sawit. Kebutuhan uap untuk masing-masing perebusan pada setiap pabrik pengolahan kelapa sawit berbeda. Dari hasil pengolahan data yang dilakukan didapatkan hasil total energi pada puncak pertama yang dibutuhkan sebesar 5.310.000 Kkal/Jam. $^{\circ}\text{C}$ kemudian puncak kedua yang dibutuhkan sebesar 5.310.000 Kkal/Jam. $^{\circ}\text{C}$ dan puncak ketiga

dibutuhkan sebesar 7.080.000 Kkal/Jam. $^{\circ}\text{C}$. Total keseluruhan kalor yang dibutuhkan pada setiap puncak pertama, kedua dan ketiga sebesar 17.700.000 Kkal/Jam. $^{\circ}\text{C}$. Pada panas laten 2.310.000.000 Kg. $^{\circ}\text{C}$ dan nilai kebutuhan uap untuk Sterilizer sekitar 2.326.500.000 Kg. $^{\circ}\text{C}$ /25ton TBS.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian analisis kebutuhan uap pada sistem triple peak di stasiun sterilizer, dapat disimpulkan bahwa sterilizer horizontal beroperasi dengan metode tiga puncak menggunakan waktu perebusan antara 90–100 menit, tekanan uap 2,8–3,2 kg/cm², serta suhu sekitar 140 $^{\circ}\text{C}$. Batas kehilangan minyak (oil losses) pada air kondensat adalah 0,6%, karena kehilangan minyak yang melebihi nilai tersebut dapat menurunkan mutu Crude Palm Oil (CPO). Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan energi panas yang diperlukan mencapai 17.700.000 Kkal/Jam. $^{\circ}\text{C}$, panas laten sebesar 2.310.000.000 Kg. $^{\circ}\text{C}$, serta kebutuhan uap untuk perebusan 25 ton Tandan Buah Segar (TBS) sebesar 2.326.500.000 Kg. $^{\circ}\text{C}$ /25 ton TBS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sunanto, S., & Abadi, F. (2021). Optimasi Pengaturan Steam Uap Menggunakan Algoritma Greedy Untuk Mendukung Proses Perebusan Kelapa Sawit. *Journal of Software Engineering and Information Systems (SEIS)*, 30-35.
2. Mubarok, A. L., Sofwan, A., & Bismantolo, P. (2022). Analisa Performa Kerja Sterilizer Of Crude Palm Oil. *Rekayasa Mekanika*, 6(1), 39-50.

3. Rafil, R. A., Sinaga, L. M., Kurniadi, S., Elfiano, E., & Saragih, S. A. (2023). Analisa Termal Pada Sterilizer Crude Palm Oil Di Pt. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 8(1), 44-62.
4. Sulaiman and R. Randa. 2018. "Pengaruh Temperatur Terhadap Efisiensi Sterilizer Dan Kualitas Minyak Yang Dihasilkan," *Menara Ilmu*, vol. XII, no. 10, pp. 1-8.
5. Mahyunis, A.P.G.L. Gaol, dan Hermanto. 2015. Pengaruh Lama Waktu Perebusan terhadap Sifat Kuat Tekan dan Regangan Biji Kelapa Sawit Varietas Tenera di PTPN II PKS Pagar Marbau. *Jurnal Agro Estate*, Vol. VI No. 2. Hal: 128-144.
6. Buku Saku Pedoman Operasional Pengolahan Kelapa Sawit

