

ANALISIS KEBUTUHAN UAP PADA STASIUN STERILIZER DI PABRIK KELAPA SAWIT

Jatmiko.Es^{1)*}, Topan.A²⁾

¹⁾ Dosen, Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

²⁾ Alumni Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

*Corresponding Author Email : jatmikoedisiswanto@stiteknas.ac.id

Abstract

In palm oil processing, one of the processes is boiling using a sterilizer machine, where the sterilizer is a steam vessel used to boil FFB with steam pressure in accordance with the standard working pressure that is permitted, as well as in boiling palm oil marks in a sterilizer that has factors or variables. in boiling namely Boiling Capacity (Q), Boiling Pressure (Peak pressure), Inlet Water Temperature (T.in) and Boiling Time (t). To find out the optimality in the boiling process, research was carried out and data collection on sterilizer operations in the palm oil mill industry obtained data or variables in boiling. From the calculation of the research data, it was found that the working pressure of boiling would affect the steam requirement in the process where at the Peak 1 pressure it required 240,414 kcal/hour of steam, Peak 2 required 705,819 kcal/hour of steam and at Peak 3 it required 859,375 kcal/hour of steam. Optimal Boiling is the largest capacity produced according to the working pressure in the boiling result. The optimal pressure is seen at the greatest pressure of 2.7 bar with the shortest boiling time of 58 minutes. Which produces 9 boils per shift with a capacity of 207 tons and at a pressure of 2.4 Bar it produces 8 boils per shift with a capacity of 84 tons and for a pressure of 1.7 bar it produces 7 boils per shift. with a capacity of 161 tons.

Keywords: Sterilizer, Variation of Steam Pressure, Production Capacity

Abstrak

Pada pengolahan kelapa sawit Salah satu proses adalah perebusan yang menggunakan peralatan mesin Steriliser, dimana Sterilizer adalah bejana uap yang digunakan untuk merebus TBS dengan tekanan uap sesuai dengan standart tekanan kerja yang diizinkan, begitu juga dalam Perebusan Tanda Kelapa Sawit dalam sterilizer mempunyai faktor faktor atau variable dalam perebusan yaitu Kapasitas Perebusan (Q), Tekanan Perebusan (Peak pressure), Temperatur Air masuk (T.in) dan Waktu perebusan (t). untuk mengetahui optimalitas dalam proses perebusan dilakukan penelitian dan pengambilan data operasional Steriliser di industri Pabrik Kelapa Sawit didapat data data atau variable dalam perebusan. Dari perhitungan data penelitian didapat tekanan kerja perebusan akan mempengaruhi kebutuhan uap dalam proses dimana pada tekanan Peak 1 membutuhkan Uap sebesar 240.414 kkal/jam, Peak 2 membutuhkan Uap sebesar 705.819 kkal/jam Dan pada Peak 3 membutuhkan Uap sebesar 859.375 kkal/jam. Perebusan Optimal adalah kapasitas terbesar yang dihasilkan sesuai dengan tekanan kerja dalam hasil perebusan . yang optimal terlihat pada tekanan terbesar 2,7 Bar dengan waktu perebusan yang paling singkat yaitu sebesar 58 menit. Yang menghasilkan 9 rebusan per shift dengas kapasitas 207 Ton dan pada tekanan 2,4 Bar menghasilkan 8 rebusan per shif dengas kapasitas 84 Ton dan untuk tekanan 1,7 bar menghasilkan rebusan 7 per shift. dengas kapasitas 161 Ton.

Kata Kunci : Sterilizer, Variasi Tekanan Uap, Kapasitas Produksi

1. PENDAHULUAN

Sterilizer merupakan stasiun yang sangat berguna dalam pengolahan kelapa sawit, dengan menggunakan uap panas yang bertekanan secara konduksi dan konveksi, proses perebusan di pabrik kelapa sawit (PKS) mempunyai peranan penting dalam pengolahan kelapa sawit karena dari proses perebusan dapat berpengaruh terhadap keberhasilan proses-proses di stasiun selanjutnya, stasiun sterilizer adalah stasiun pertama dalam pengolahan kelapa sawit setelah TBS di timbang. Di dalam

peroses perebusan juga terjadi kehilangan minyak atau disebut dengan “losses” dan tidak dapat dihindari akan tetapi dapat di kurangi dari setiap stasiun pengolahan (Oksya Hikmawan, 2021)

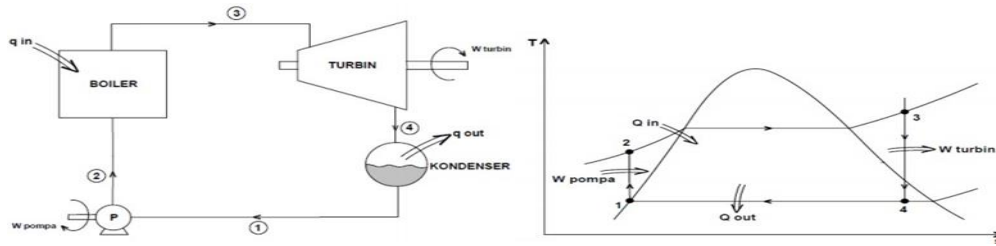
Faktor yang sangat memengaruhi kesempurnaan peroses perebusan adalah kondisi dari buah kelapa sawit itu sendiri dan apabila dalam peroses perebusan tidak memperhatikan tekanan, waktu, dan temperatur perebusan maka kehilangan minyak dari buah kelapa sawit akan semakin besar. Tekanan dan waktu sistem perebusan pada sterilizer sangat berpengaruh untuk mengurangi kehilangan minyak dalam air buangan tersebut. Dalam peroses dari perebusan, TBS dipanaskan dengan uap pada temperatur sekitar 135°C dan tekanan 2,5 sampai 3,0 kg/cm² selama 80-90 menit, sehingga sistem perebusan harus sesuai dengan kemampuan boiler produksi uap dengan sasaran tujuan perebusan dapat tercapai. Berikut adalah gambar perebusan pada PT. Produk Sawit Indo Jambi. Keberhasilan dalam peroses perebusan akan mendukung kemudahan-kemudahan dalam proses selanjutnya, baik di stasiun *thresher*, *screw perss*, *digister*, *bunch press* dan lain-lain. Adapun tujuan penting pada stasiun perebusan adalah sebagai berikut:(Oksya Hikmawan, 2021)

- 1) Menonaktifkan atau merusak enzim, dan menghentikan peragian yang dapat mengakibatkan pembentukan atau kenaikan asam lemak bebas. TBS yang baru dipanen biasanya masih mengandung enzim lipase yang bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan asam lemak bebas. Selain itu, TBS juga mengandung enzim oksidase yang berperan dalam pembentukan peroksida yang kemudian berubah menjadi gugus *aldehydes*. Jika TBS mengalami luka atau memar, maka aktivitas enzim lipase dan oksidase semakin tinggi. Jika dilakukan pemanasan sampai suhu > 50 °C, maka enzim menjadi tidak aktif lagi. Maka, perebusan dengan suhu tinggi akan menghentikan aktivitas enzim.
- 2) Membekukan getah dan protein Pemanasan melalui perebusan di stasiun sterilizer akan dapat membekukan getah yang terdapat pada TBS. Selain itu, suhu yang tinggi pada perebusan dapat membekukan protein.
- 3) Memudahkan berondolan lepas dari tandan. Untuk memudahkan pengambilan (ekstraksi) minyak, maka berondolan (buah) sawit harus dipisahkan dari tandannya. Pelepasan berondolan terjadi karena adanya hidrolisa pectin di pangkal buah. Dengan adanya perebusan di stasiun sterilizer, hidrolisa pectin menjadi lebih cepat. Namun hidrolisa pectin pada tangkai, tidak seluruhnya bisa melepaskan berondolan. Oleh sebab itu, proses selanjutnya di stasiun *thresher* diperlukan untuk perontokan.
- 4) Melunakkan daging buah agar mudah dilumat dalam *digester*. Pemanasan melalui perebusan di stasiun *sterilizer* akan menyebabkan serat pada kulit buah kelapa sawit menjadi mudah lepas. Jika hal itu terjadi, maka proses selanjutnya di dalam *digister* dan *depericarper/ polishing* akan menjadi lebih mudah.
- 5) Mengurangi kadar air dalam buah sehingga meningkatkan meningkatkan efisiensi pemecahan pada biji sawit (*nut*). Proses perebusan di stasiun sterilisasi dapat mengurangi kadar air pada buah dan biji sawit, yaitu dengan cara penguapan. Dengan berkurangnya kadar air, maka efisiensi pemecahan pada biji sawit menjadi meningkat.
- 6) Mengkondisikan daging buah agar sel minyak dapat terlepas untuk diekstraksi.

Analisa Termodinamika

a. Metode Langsung

Energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler. Metodologi dikenal juga sebagai ”metode input-output” karena kenyataan bahwa metode ini hanya memerlukan keluaran atau output (steam) dan panas masuk atau input (bahan bakar) untuk evaluasi efisiensi. (Ir. Syamsir A. Muin.1988).



Gambar 1. Siklus Rankine Ideal dan Diagram T-s

Sumber: Cengel & Boles 2002

- 1) Proses 1 – 2: proses kompresi isentropik atau kerja pompa Air memasuki pompa pada tingkat keadaan 1 dikompresi isentropik dalam pompa menuju ke kondisi 2 dengan tekanan operasi boiler.

$$W_p = V_1 \times (P_2 - P_1) = h_2 - h_1 \quad (1)$$

Keterangan:

W_p = daya pompa (kj/kg)

V_1 = Volume spesifikasi air umpan (m³/kg)

P_2 = Tekanan keluar pompa

P_1 = Temperatur air umpan

h_2 = Entalpi (tabel saturated steam) tekanan keluar pompa (kj/kg)

h_1 = Entalpi (tabel saturated steam) tekanan masuk pompa (kj/kg)

- 2) Proses 2 – 3: proses penambahan panas pada tekanan konstan dalam ketel uap, Air menjadi uap pada tingkat keadaan 3 boiler merupakan penukar panas besar dimana panas berasal dari gas pembakaran ditransfer ke air pada tekanan boiler.

$$Q_{in} = h_3 - h_2 \quad (2)$$

Keterangan:

Q_{in} = Energi masuk boiler

h_3 = Entalpi (tabel saturated steam) tekanan keluar boiler (kj/kg)

- 3) Proses 3 – 4: proses kerja ekspansi isentropik atau kerja keluaran turbin, Uap superheated pada tingkat keadaan 3 memasuki turbin dimana ia memperluas isentropik dan menghasilkan kerja.

$$W_T = h_3 - h_4 \quad (3)$$

Keterangan:

W_T = Daya turbin (Kj/kg)

h_4 = Entalpi (tabel saturated steam) tekanan kondensor (kj/kg)

- 4) Proses 4 – 1: proses pelepasan panas pada tekanan konstan dalam kondensor, Pada tingkat keadaan 4 uap atau campuran air dan uap jenuh pada kualitas tinggi memasuki kondensor dan terkondensasi pada tekanan konstan dalam kondensor. Uap meninggalkan kondensor sebagai cair jenuh dan memasuki pompa sebagai penyelesaian siklus.

$$Q_{out} = h_4 - h_1 \quad (4)$$

Keterangan:

Q_{out} = Energi keluar boiler

Aliran Kalor dan Kebutuhan Uap

Dalam sistem dua dimensi, dimana hanya dua batas suhu, dapat didefinisikan faktor bentuk konduksi S sehingga dapat diperoleh rumus mencari aliran kalor sebagai berikut:

$$q = K \cdot S \cdot \Delta T \quad (5)$$

dimana :

q = Aliran kalor

k = konduktifitas termal untuk uap air (jenuh) = 0,0206 W/m.oC

S = faktor bentuk konduksi

ΔT = Selisih temperatur (oC)

ΔT adalah selisih temperatur uap masuk sterilizer dengan temperatur udara standart (atmosfer)

Sedangkan nilai S untuk beberapa bentuk geometri dapat ditentukan, dimana faktor bentuk yang digunakan adalah silinder bolong dengan panjang L yaitu:

$$S = \frac{2\pi L}{\ln(r_0/r_1)} \quad (6)$$

Dimana :

S = Faktor bentuk konduksi

L = Panjang silinder sterilizer (m)

r_0 = Jari-jari luar sterilizer (m)

r_1 = Jari-jari dalam sterilizer (m)

Kebutuhan uap dihitung berdasarkan besarnya panas yang diperlukan pada sterilizer.

$$m_u = \frac{Q^{tot}}{h^g - h_x} \quad (7)$$

Dimana:

m_u = Masa aliran uap (kg/jam)

Q^{tot} = Panas yang diperlukan untuk proses perebusan (Kkal/kg)

h^g = enthalpy uap masuk sterilizer (Kkal/kg)

h_x = Enthalpy kondensate keluar sterilizer (Kkal/kg)

2. METODOLOGI

Alat dan Bahan

1) *Sterilizer* tipe Vertikal

Merupakan tipe atau jenis yang akan digunakan sebagai media penelitian



Gambar 2. *Sterilizer* Tipe Vertikal

2) Pintu keluar *Steririzer* tipe Horizontal

Merupakan pintu keluar hasil perebusan dari sterilizer dan sebagai tempat pengukuran suhu untuk pengambilan data.



Gambar 3. Pintu keluar *Steririzer* Tipe Horizontal

3) Alat otomatis pengeluaran buah sawit (*Auger*)

Gambar 4. Motoran Penggerak (*Auger*)

4) Alat untuk pengukur panas air *condensate* (termometer)

Gambar 5. *Thermometer Gun Infrared Sensore*

5) Alat pengukur tekanan (*pressure gauge*)

Gambar 6. *Pressure Gauge*

Tabel 1. Spesifikasi Sterilizer

DATA	SPESIFIKASI
Sistem Perebusan	<i>Batch Proccesing System</i>
Model Perebusan	Vertikal
Type	<i>Triple peak</i>
Kapasitas produksi olahan	43 Ton/jam
Tekanan kerja maksimal	40 Psi= 3,1 Bar
Suhu perebusan	135°C -140°C
Temperatur awal masuk steam ke perebusan	80°C
Tekanan dari turbin ke sterilizer	3 kg/cm ²
Temperatur keluar air kondensate	93,1°C
kapasitas perebusan	24,8 Ton
waktu untuk merebus TBS	90 menit- 92 menit
Panjang Sterilizer	6000 mm
Diameter dalam sterilizer	2400 mm
Diameter luar Sterilizer	2414 mm
Tebal plat Sterilizer	7 mm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan penelitian dan pengambilan data operasional Steriliser di industri Pabrik Kelapa Sawit didapat data data yang dapat dilihat pada Tabel tersebut dibawah yang terdiri dari data perebusan Peak 1, Peak,2, dan peak,3 adalah sebagai berikut

Tabel 2. Data Operasional STERILIZER PEAK. 1

NO	STERILIZER PEAK 1		TEMPERATUR KONDENSAT (°C)	WAKTU (MENIT)	KAPASITAS (TON)
	TEKANAL OPERASIONAL (BAR)	TEMERATUR STERILIZER (°C)			
1	1,6	86	93,1	69	23
2	1,7	87	93	67,5	23
3	1,8	88	94	67	23
4	1,7	87	93,5	68	23
RATA-RATA	1,7	87	93,4	68	23

Tabel 3. Data Operasional STERILIZER PEAK. 2

NO	STERILIZER PEAK 2		TEMPERATUR KONDENSAT (°C)	WAKTU (MENIT)	KAPASITAS (TON)
	TEKANAL OPERASIONAL (BAR)	TEMERATUR STERILIZER (°C)			
1	2,4	122	95	61	23
2	2,4	122	93	61	23
3	2,3	121	92	62	23
4	2,5	123	93,1	60	23
RATA-RATA	2,4	122	93,3	61	23

Tabel 4. Data Operasional STERILIZER PEAK. 3

NO	STERILIZER PEAK 3		TEMPERATUR KONDENSAT (°C)	WAKTU (MENIT)	KAPASITAS (TON)
	TEKANAL OPERASIONAL (BAR)	TEMPERATUR STERILIZER (°C)			
1	2,6	133	93,1	60	23
2	2,7	134	92,5	57	23
3	2,6	133	93	60	23
4	2,8	135	94	55	23
RATA- RATA	2,7	133,8	93,2	58	23

Tabel 5. Rekap Data Operasional STERILIZER

Peak	STERILIZER PEAK		TEMPERATUR KONDENSAT (°C)	WAKTU (MENIT)	KAPASITAS (TON)
	TEKANAL OPERASIONAL (BAR)	TEMPERATUR STERILIZER (°C)			
1	1,7	87	93,4	68	23
2	2,4	122	93,3	61	23
3	2,7	133,8	93,2	58	23

3.2 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Aliran Kalor dan Kebutuhan Uap: Dalam sistem dua dimensi, dimana hanya dua batas suhu, dapat didefinisikan faktor bentuk konduksi S sehingga dapat diperoleh rumus mencari aliran kalor sebagai berikut:

$$q = k.S.\Delta T \quad (5)$$

Nilai S untuk beberapa bentuk geometri dapat ditentukan, dimana faktor bentuk yang digunakan adalah silinder bolong dengan panjang L yaitu:

$$S = \frac{2 \pi L}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} \quad (6)$$

$$S = \frac{2 \times 3,14 \times 6 \pi L}{\ln\left(\frac{1,206}{1,2i}\right)}$$

$$= 75.586 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas perpindahan panas dala sterilizer dapat dihitung sesuai tekana peak nya sebagai berikut :

Peak. 1

$$q = 0,026 \text{ W/m.oC} \times 7558,6 \text{ m} \times (87 \text{ oC} - 25 \text{ oC}) = 10.219,5 \text{ W}$$

Peak. 2

$$q = 0,026 \text{ W/m.oC} \times 7558,6 \text{ m} \times (122 \text{ oC} - 25 \text{ oC}) = 19.063,3 \text{ W}$$

Peak. 3

$$q = 0,026 \text{ W/m.oC} \times 7558,6 \text{ m} \times (133,8 \text{ oC} - 25 \text{ oC}) = 22.365 \text{ W}$$

Menghitung nilai entalpi yang dihasilkan pada sterilizer perebusan:

Perhitungan nilai entalpi yang dihasilkan sterilizer perebusan:

pada data peak 1

- a. Mencari nilai entalpi air umpan (h_{water}) pada $T_{water} = 87 \text{ }^\circ\text{C}$,
Maka (h_{water}) dapat di ketahui dengan melihat tabel A-4 *Saturated water –*

Temperature tabel :

$$T = 85 \text{ }^\circ\text{C} \quad h = 355,9 \text{ kJ/kg}$$

$$T_{water} = 87 \text{ }^\circ\text{C} \quad h = ?$$

$$T = 90 \text{ }^\circ\text{C} \quad h = 376,9 \text{ kJ/kg}$$

Maka digunakan interpolasi untuk mencari nilai h_{water}

$$h_{water} = h_a + \frac{(T - T_a)}{(T_b - T_a)} \times (h_b - h_a)$$

$$h_{uap} = 355,9 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} + \frac{(97 - 85)}{(90 - 85)} \times (376,9 - 355,9) \text{Kj/Kg}$$

$$h_{uap} = 367,1 \text{ Kj/kg} \text{ (91.775 Kkal/Kg)}$$

- b. Mencari nilai entalpi air umpan h_{uap} pada $P_{uap} = 1,7 \text{ Bar}$

Maka (h_{uap}) dapat di ketahui dengan melihat tabel A-4 *Saturated water –*

Pressure tabel:

$$P = 1,5 \text{ bar} \quad h = 467,1 \text{ kJ/kg}$$

$$P_{uap} = 1,7 \text{ bar} \quad h = ?$$

$$P = 2 \text{ bar} \quad h = 504,7 \text{ kJ/kg}$$

Maka digunakan interpolasi untuk mencari nilai h_{water}

$$h_{water} = h_a + \frac{(P - P_a)}{(P_b - P_a)} \times (h_b - h_a)$$

$$h_{uap} = 467,1 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} + \frac{(1,7 - 1,5)}{(2 - 1,55)} \times (504,7 - 467,1) \text{Kj/Kg}$$

$$h_{uap} = 482,14 \text{ Kj/kg} \text{ (115.3 Kkal/Kg)}$$

- c. Kebutuhan uap dihitung berdasarkan besarnya tekanan yang diperlukan pada sterilizer dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Mu = \frac{Q_{tot}}{hg - hx} \quad (7)$$

$$Q_{tot} = Mu (hg - hx)$$

$$= 10.219,5 ((115,3 - 91,775) \text{ kkal/jam}$$

$$= 240.414. \text{ Kkal/jam}$$

Dengan perhitungan yang sama pada peak2 dan peak 3 didapat rekap data sebagai berikut

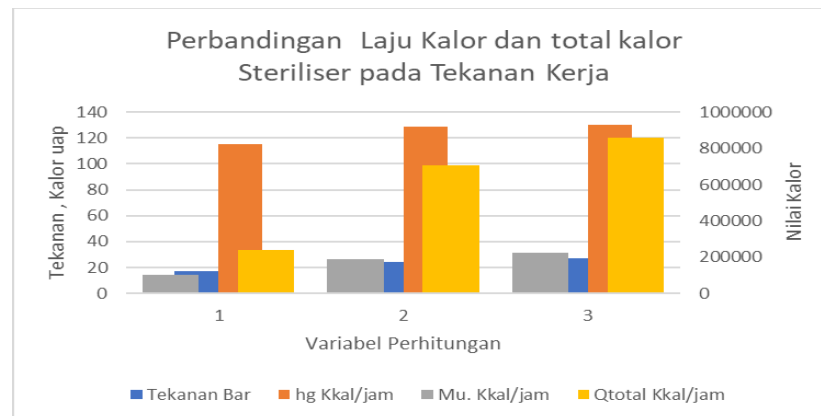
Tabel 6. Rekap Kebutuhan Uap Pada Peak Presure STERILIZER

Peak	Tekanan Bar	Mu Kkal/jam	hg Kkal/jam	Qtotal Kkal/jam
1	1,7	10.219,5	115,3	240.414.
2	2,4	19.063,3	128,8	705.819
3	2,7	22.365	130,2	859.375

3.2.1 Perbandingan Produktifitas Steriliser

Dari data rata rata penelitian operasional steriliser variable utama adalah tekanan kerja (Peak pressure) yang akan berpengaruh temperature perebusan dan waktu perebusan sedangkan kapasitas tetap sama sesuai jumlah bucket roller dalam ruang steriliser yang dapat ditunjukkan pada gambar tersebut dibawah.

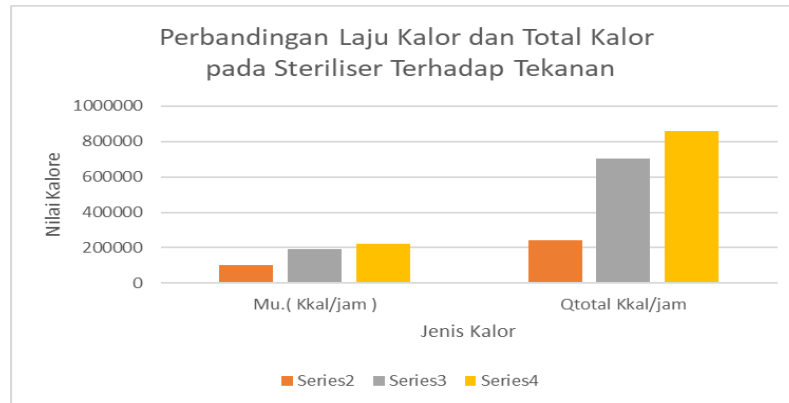
3.2.2 Perbandingan Laju kalor dan Kalor total



Gambar 7. Perbandingan Laju kalor dan Kalor total,

Dalam proses perebusan dengan adanya tekanan perebusan akan menghasilkan intalpi kalor masuk dan pada temperature perebusan akan menghasilkan intalpi uap (hg) dimana makin besar tekan kerja steriliser makin besar intalpi uap nya yang dapat dilihat pada gambar 7 tersebut diatas. sedangkan selisih temperature kerja dan temperature air nasuk menghasilkan masa uap (Mu) atau laju kalor. Sedangkan perbandingan laju kalor dan total kalor pada steriliser dapat dilihat pada gambar8 tersebut dibawah,

3.2.3 Perbandingan Laju kalor pada sterilizer terhadap tekanan



Gambar 8. Perbandingan Laju kalor dan Kalor total

Pada gambar tersebut terlihat makin besar tekanan kerja sterilizer makin besar laju uap dan total uap yang dihasilkan, karena pada tekanan yang lebih besar akan menghasilkan entalpi kalor yang lebih besar juga.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian pada sterilizer dan perhitungan, pembahasan yang dilakukan pada uraian sebelumnya, maka dapat disimpulkan sesuai tujuannya adalah sebagai berikut :

- 1) Perebusan Tanda Kelapa Sawit dalam sterilizer mempunyai faktor faktor atau variable dalam perebusan yaitu Kapasitas Perebusan (Q), Tekanan Perebusan (Peak pressure), Temperatur Air masuk (T.in) dan Waktu perebusan (t).
- 2) Tekanan kerja perebusan akan mempengaruhi kebutuhan uap dalam proses dimana pada tekanan :
 - a) Peak 1 membutuhkan Uap sebesar 240.414 kkal/jam
 - b) Peak 2 membutuhkan Uap sebesar 705.819 kkal/jam
 - c) Peak 3 membutuhkan Uap sebesar 859.375 kkal/jam
- 3) Perebusan Optimal adalah kapasitas terbesar Mendapatkan sesuai dengan tekanan kerja dalam hasil perebusan. yang optimal terlihat pada tekanan terbesar 2,7 dengan waktu perebusan yang paling singkat yaitu sebesar 58 menit. Yang menghasilkan 9 rebusan per shift (207 Ton) dan pada tekanan 2,4 Bar menghasilkan 8 rebusan (184 Ton) dan untuk tekanan 1,7 bar menghasilkan rebusan 7 per shift (161 Ton)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Istanto budi.r, y.d, M. . (n.d.). Pengaruh Program Waktu Perebusan pada Horizontal Sterilizer Pabrik Kapasitas 30 Ton TBS/Jam terhadap Unstripped Bunch (USB), Fruit Loss in Empty Bunch (FEB) dan Empty Bunch Stalk (EBS). X(1), 29–42.
- [2] Kunci, K. (n.d.). Pengaruh Program Waktu Perebusan pada Horizontal Sterilizer Pabrik Kapasitas 30 Ton TBS/Jam terhadap Unstripped Bunch (USB), Fruit Loss in Empty Bunch

- (FEB) dan Empty Bunch Stalk (EBS). X (1), 29–42.
- [3] Lilis Masruroh, H. M. (2021). PROSES PEREBUSAN KELAPA SAWIT PADA STASIUN STERILIZER (Studi Kasus pada PT. Tri Bakti Sarimas PKS 2 Ibul, Riau. 10(1), 43–48.
- [4] Pandu Imam, Santosa, Isril Berd, A. A. (2018). MODEL PREDIKSI MUTU PEREBUSAN TANDAN BUAH SEGAR SAWIT PADA BERBAGAI UKURAN BERAT, TINGKAT KEMATANGAN BUAH. 1, 37–57.
- [5] Reliability, A. N. A., Dan, M., Untuk, A., Efektivitas, M., Efisiensi, D. A. N., Pabrik, D. I., & Sawit, K. (2017). AN ALISA RELIABILITY, MAINTAINABILITY DAN AVAILABILITY UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI STERILIZER DI PABRIK KELAPA SAWIT. 1, 8.
- [6] SUBIYANTO. (2012). PEMILIHAN TEKNOLOGI STERILIZER PADA PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS. 159–172.
- [7] Teknik, J., & Teknologi, D. A. N. (2019). PENGARUH VARIASI WAKTU DAN TEKANAN TERHADAP KEHILANGAN MINYAK PADA AIR KONDENSAT DI UNIT STERILIZER PABRIK KELAPA SAWIT. 14(28), 33–39.