

PENGARUH PENGGUNAAN BOILER 20 TON UAP/JAM TERHADAP KENAIKAN KAPASITAS PABRIK 40 TON/JAM PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT (PMKS) XYZ

Istianto Budhi Rahardja^{1*}, Ahmad Mahfud², Prabu Diga Bawana³

^{1,2,3}Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi,
Jl. Gapura 8, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, 17520

*E-mail: istianto.rahardja@gmail.com

Diterima: 13 Juli 2020

Direvisi: 20 Desember 2020

Disetujui: 25 Februari 2021

ABSTRAK

Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) adalah suatu industri yang bergerak untuk mengolah Tandan Buah Segar/TBS menjadi beberapa produk yang dihasilkan, produk utama pabrik kelapa sawit yaitu *Crude Palm Oil (CPO)* dan *Palm Kernel (PK)*, dalam prosesnya untuk mengolah kelapa sawit menjadi *CPO* maupun *PK* membutuhkan uap. Uap yang digunakan untuk pengolahan, dihasilkan dari *boiler*. *Boiler* adalah suatu pesawat untuk menghasilkan uap, sedangkan uap tersebut digunakan di luar pesawat. Kajian ini dilaksanakan pada tanggal 10 – 20 April 2017 yang bertempat di pabrik minyak kelapa sawit PMKS XYZ, Bengkulu. Metode yang digunakan dengan observasi, wawancara, studi literatur, penggalan data, dan analisa data. Pengaruh penggunaan *boiler* kapasitas 20 ton uap/jam terhadap kenaikan kapasitas pabrik 40 Ton/jam. Kebutuhan uap pada PMKS Ipuh pada saat ini adalah **19.800 kg uap/jam**, sedangkan uap yang dapat dihasilkan oleh *boiler* adalah sebesar **17.630 kg uap/jam**. Maka, kebutuhan uap pada PMKS XYZ belum dapat tercukupi. Karena, masih terdapat selisih antara kebutuhan uap dengan uap yang dapat dihasilkan, yaitu sebesar **2.170 kg uap/jam**. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya tekanan pada *boiler* dan *sterilizer*, yaitu ; Efisiensi *boiler* di PMKS XYZ telah menurun dari **73%** menjadi **67,23%**, *Squencing time* pada PMKS XYZ tidak sesuai, yang seharusnya **45 menit**, aktualnya hanya **35 menit**, dan kebutuhan uap pada PMKS XYZ meningkat dari yg hanya membutuhkan **14.850 kg uap/jam** menjadi **19.800 kg uap/jam**. Sehingga tidak dapat tercukupinya kebutuhan uap PMKS XYZ dengan menggunakan boiler dengan kapasitas 20 Ton uap/jam yang memiliki efisiensi **67,23%**.

Kata kunci: *Boiler*, Kebutuhan Uap, Potensi Uap

ABSTRACT

Factories oil palm (PMKS) is a an industry that move to cultivate of Fresh Fruit Bunch/FFB into several a product produced , the main product palm oil factory namely Crude Palm Oil (CPO) and Palm Kernel (PK), in the process to cultivate palm oil be CPO and is need steam. Steam used to processing, produced from the boiler. Boiler is a plane to raise steam, while steam is used outside of boiler. This study on the 10-20 April 2017 located in a factory oil palm PMKS XYZ , Bengkulu. Methods used by observation , interview , literature study , excavation data , and data analysis .The influence of the use of boiler capacity 20 tons steam per hour of the factory capacity 40 tons per hour. Needs steam in PMKS XYZ at this point is 19.800 kg steam per hour, while steam which may be generated by boiler is of 17.630 kg steam per hour . Then, the needs of steam on PMKS XYZ cannot yet be fulfilled. Because, there are still

the difference between the needs of steam by steam, can be produced of budget 2.170 kg steam/hours. There are several factors that cause not achieve the pressure on the boiler and sterilizer, namely: the efficiency of boilers in PMKS XYZ has declined from 73% be 67,23%, squencing time on PMKS XYZ was not appropriate, who should be 45 minutes, actual just 35 minutes, and the needs of steam on PMKS XYZ increased from who only need 14.850 kg steam/hours to be 19.800 kg steam/hours. So, cannot be fulfilled steam needs PMKS XYZ by using a boiler with capacity of 20 tons of steam/hours just having efficiency 67,23%.

Keywords: boiler, steam needs, potential steam

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) adalah suatu industri yang bergerak untuk mengolah Tandan Buah Segar/TBS menjadi beberapa produk yang dihasilkan, produk utama pabrik kelapa sawit yaitu *Crude Palm Oil (CPO)* dan *Palm Kernel (PK)*, dalam prosesnya untuk mengolah kelapa sawit menjadi *CPO* maupun *PK* harus melalui beberapa tahapan yaitu stasiun penerimaan, stasiun perebusan, stasiun pembantingan, stasiun pengempaan, stasiun pabrik biji/kernel plant station dan stasiun klarifikasi (Rahardja dkk, 2019).

Pabrik kelapa sawit dapat menghasilkan produk *CPO* dan *PK*, dengan perlakuan pertama kali terhadap TBS adalah menempatkan TBS pada *loading ramp*, untuk dilakukan penyimpanan TBS sementara sebelum dimasukkan ke dalam lori, setelah itu TBS yang telah masuk ke dalam lori akan dilakukan perebusan di dalam tabung *sterilizer*, untuk melunakkan brondolan sehingga memudahkan pemisahan daging buah dengan *nut*, untuk mengurangi kadar air pada TBS dan untuk menonaktifkan *enzim lipase* yang dapat menaikkan kadar asam lemak bebas (ALB/FFA)(Rahardja dkk, 2019).

Pada proses perebusan tersebut, dilakukan proses pemanasan dengan cara memasukan uap ke dalam tabung *sterilizer*. Uap yang masuk ke dalam tabung *sterilizer* tersebut berasal dari *boiler*. *Boiler* merupakan wadah penahan tekanan yang menghasilkan uap pada tekanan umumnya 2 bar dan lebih tinggi (Kumar, 2009:3).

Agar *boiler* dapat menghasilkan uap dibutuhkan air sebagai material untuk menghasilkan uap dan kebutuhan air umpan *boiler* akan berbanding lurus dengan uap yang

dihasilkan oleh *boiler* (Rahardja dan Masnia, 2021).

PMKS XYZ adalah sebuah pabrik yang berdiri pada tahun 1990, pada awal pabrik ini berdiri, kapasitas awal pabrik ini adalah 30 Ton/jam. Seiring dengan berjalannya waktu, volume TBS yang masuk pada PMKS XYZ meningkat, sehingga pada tahun 2010 pihak manajemen memutuskan untuk menaikkan kapasitas pabrik menjadi 45 Ton/jam.

Dalam perubahan kapasitas ini, pihak PMKS XYZ belum dapat menyajikan apa yang diinginkan oleh manajemen terkait dengan pencapaian kapasitas pabrik, sehingga kapasitas pabrik yang dapat dicapai oleh PMKS XYZ adalah 40 Ton/jam. Faktor yang menyebabkan tidak dapat tercapainya kapasitas yang diinginkan, karena belum semua unit disesuaikan untuk dapat mencapai kapasitas 45 Ton/jam. Maka, dalam hal ini pihak PMKS XYZ berusaha untuk meningkatkan unit-unit yang ada.

Dalam hal ini tentunya dengan menaikkan kapasitas pabrik. Kebutuhan listrik dan kebutuhan uap pabrik akan bertambah. Namun, perubahan kapasitas pabrik ini tidak selaras dengan berubahnya kapasitas *boiler*. Sehingga pada kajian ini penulis tertarik untuk dapat mengetahui tentang pengaruh penggunaan *boiler* kapasitas 20 Ton uap/jam terhadap kenaikan kapasitas pabrik 40 Ton/jam.

Boiler

Boiler merupakan wadah penahan tekanan yang menghasilkan uap pada tekanan umumnya 2 bar dan lebih tinggi (Kumar, 2009:3). Air adalah bahan baku yang digunakan dengan volume yang sangat besar di dunia industri. Volume air yang digunakan sehari-hari di seluruh dunia untuk keperluan industri lebih dari 1.000.000.000 m³ per hari. Jumlah tersebut selalu bertambah besar setiap tahunnya.

Kemampuan air untuk menyerap panas sangat besar dibandingkan dengan senyawa an-organik lainnya. Jika dipanaskan, air dengan mudah menguap membentuk steam. Steam ini mempunyai kemampuan untuk ‘membawa’ panas dan energi dalam jumlah besar. Harga air juga relatif lebih murah, karena itu air sangat ideal untuk digunakan dalam proses pemanasan dan membangkitkan listrik. (Siregar, 2012).

Pada prosesnya kebutuhan uap pada pabrik kelapa sawit tergantung pada kapasitas pabriknya itu sendiri, semakin besar kapasitas pabrik, maka semakin besar juga kebutuhan uap yang dibutuhkan oleh pabrik tersebut, untuk standar kebutuhan uap/Ton TBS yang dibutuhkan oleh pabrik kelapa sawit adalah 550 Kg Uap/Ton TBS. (Sinar Mas, 2007) Namun pada aktualnya, setiap pabrik kelapa sawit memiliki kebutuhan uap yang berbeda-beda. Karena kebutuhan uap tersebut berdasarkan penggunaan alat yang membutuhkan kalor pada pabrik kelapa sawit.

Uap yang dapat dihasilkan oleh boiler akan berbanding lurus dengan penggunaan air yang dibutuhkan oleh boiler untuk menghasilkan uap sebanyak jumlah yang dibutuhkan. Hubungan keseimbangan energi untuk volume kontrol berbeda dari sistem tertutup karena melibatkan satu mekanisme transfer energi lagi: aliran massa melintasi batas-batas. (Cengel, 2008)

Stasiun pembangkit uap (Boiler Station)

Boiler adalah suatu pesawat untuk menghasilkan uap, sedangkan uap tersebut digunakan di luar pesawat (Shlyakhin, 1966). Dapat dikatakan juga sebagai pesawat penghasil uap dengan tekanan dan *temperature* yang tinggi. Salah satu hukum alam yang paling mendasar adalah konservasi prinsip energi. Bahwa selama interaksi, energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya namun jumlah energi tetap konstan. Energi itu tidak bisa diciptakan atau dihancurkan. (Cengel, 2008)

Jenis boiler yang umumnya digunakan pada pabrik minyak kelapa sawit adalah *fire tubes boiler* dan *water tube boiler*. *Water tube boiler* atau boiler pipa air adalah satu produk pembakaran atau ketel uap (disebut gas buang) melewati tabung berisi air. Tabung dihubungkan ke saluran air umum dan ke

pengolahan. (Woodruff, 2005). Steam yang akan dihasilkan oleh boiler digunakan untuk menggerakkan turbin guna menghasilkan listrik dalam proses pengolahan. Steam keluaran dari turbin digunakan untuk keperluan perebusan dan menjaga temperature produk selama pengolahan. (Turner dan Gillbank, 2003).

Kebutuhan uap dan bahan bakar

Pada pabrik kelapa sawit, bahan bakar yang digunakan untuk boiler berasal dari produk sampingan/material pada sisa dari pengolahan, yaitu *fibre*/serabut, *shell*/cangkang, dan janjang kosong. Untuk mencukupi kebutuhan uap pada pabrik, bahan bakar boiler yang digunakan dapat dihitung berdasarkan nilai kalor bahan bakar tersebut atau *heating value* (N.O). Menurut Hasibuan (2013:242) nilai kalor (*heating value*) adalah banyaknya energi panas yang diperoleh dari hasil pembakaran 1 kg bahan bakar. Berikut adalah perhitungan nilai kalor pada bahan bakar *fibre* dan *shell* (Kristono, 2016);

$$\text{Fibre} : 13\% \times \text{Mill Throughput} \\ = \text{Berat (Kg/Jam)}$$

- $\text{NOS} : 55,6\% \times \text{berat kg/jam} = \text{NOS kg/jam} \ 3.850 \ \text{kKal/kg}$

- $\text{Oil} : 4,65\% \times \text{berat kg/jam} = \text{Oil kg/jam} \ 8.800 \ \text{kKal/kg}$

- $\text{Water} : 34,8\% \times \text{berat kg/jam} = \text{Water kg/jam} \ 600 \ \text{kKal/kg}$

NO Fibre

$$= \frac{(\text{NOS} \frac{\text{Kg}}{\text{Jam}} \times 3.850 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}) + (\text{Oil} \frac{\text{Kg}}{\text{Jam}} \times 8.800 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}) - (\text{Water} \frac{\text{Kg}}{\text{Jam}} \times 600 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}})}{\text{Berat Kg/Jam}}$$

NO Fibre = Nilai Kalor *Fibre* (Kcal/Kg)

$$\text{Shell} : 6\% \times \text{Mill Throughput} \\ = \text{Berat (Kg/Jam)}$$

- $\text{NOS} : 75,9\% \times \text{berat kg/jam} = \text{nos kg/jam} \ 4.700 \ \text{kKal/kg}$

- $\text{Oil} : 0,6\% \times \text{berat kg/jam} = \text{oil kg/jam} \ 8.800 \ \text{kKal/kg}$

- $\text{Water} : 23,5\% \times \text{berat kg/jam} = \text{water kg/jam} \ 600 \ \text{kKal/kg}$

NO Shell

$$= \frac{(NOS \frac{Kg}{Jam} \times 4.700 \frac{Kcal}{Kg}) + (Oil \frac{Kg}{Jam} \times 8.800 \frac{Kcal}{Kg}) - (Water \frac{Kg}{Jam} \times 600 \frac{Kcal}{Kg})}{Berat Kg/Jam}$$

NO Shell = Nilai Kalor Shell (kKal/kg)

Setelah perhitungan bahan nilai kalor bahan bakar tersebut, terdapat perhitungan nilai entalpi bahan bakar yang digunakan, perhitungannya sebagai berikut (Kristono, 2016) ;

$$\frac{\text{Entalpi fibre}}{\text{Nilai Kalor Fibre} \times \Sigma \text{Bahan Bakar}} = \frac{\Sigma \text{Steam fibre}}{\Sigma \text{Steam fibre}}$$

$$\frac{\text{Entalpi shell}}{\text{Nilai Kalor Shell} \times \Sigma \text{Bahan Bakar}} = \frac{\Sigma \text{Steam shell}}{\Sigma \text{Steam shell}}$$

Perhitungan nilai kalor bahan bakar, dan entalphy, diharapkan penulis dapat mengetahui nilai kalor yang digunakan dan dapat mengetahui jumlah bahan bakar yang digunakan, dan sisa bahan bakar yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar, dan potensi uap yang dapat dihasilkan dari sisa bahan bakar tersebut.

Squencing Time

Squencing time adalah mengatur waktu *start* perebusan pertama dengan *start* perebusan berikutnya. *Squencing time* berfungsi untuk menghindari terjadinya kebutuhan uap yang berlebih, menghindari penurunan tekanan yang fluktuatif. (Siregar, 2012). Berikut adalah perhitungan *squencing time*;

- **Squencing Time =**

$$\frac{\text{Kap.lori} \times \text{jumlah lori/rebusan} \times 60 \text{ menit}}{\text{Kapasitas pabrik}}$$

Efisiensi Boiler

Efisiensi *boiler* adalah sebuah besaran yang menunjukkan hubungan antara *supply* energi masuk ke dalam *boiler* dengan energi keluaran yang dihasilkan oleh *boiler*. (Ganapathy, 2003) Namun demikian, efisiensi pada boiler dapat didefinisikan ke dalam tiga cara yaitu:

1. Efisiensi Pembakaran
2. Efisiensi Termal

3.Efisiensi Bahan Bakar-Uap Air (Fuel-to-Steam)

Efisiensi pembakaran *boiler* secara umum menjelaskan kemampuan sebuah *burner* untuk membakar keseluruhan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar (*furnace*) boiler. Efisiensi tipe ini dihitung dari jumlah bahan bakar yang tidak terbakar bersamaan dengan jumlah udara sisa pembakaran (*excess air*). Pembakaran boiler dapat dikatakan efisien apabila tidak ada bahan bakar yang tersisa di ujung keluaran ruang bakar boiler, begitu pula dengan jumlah udara sisa. (Spirax Sarco, *Boiler Efficiency and Combution*, 2016). Efisiensi boiler dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut (Kristono, Modul 3, 2016), yaitu ;

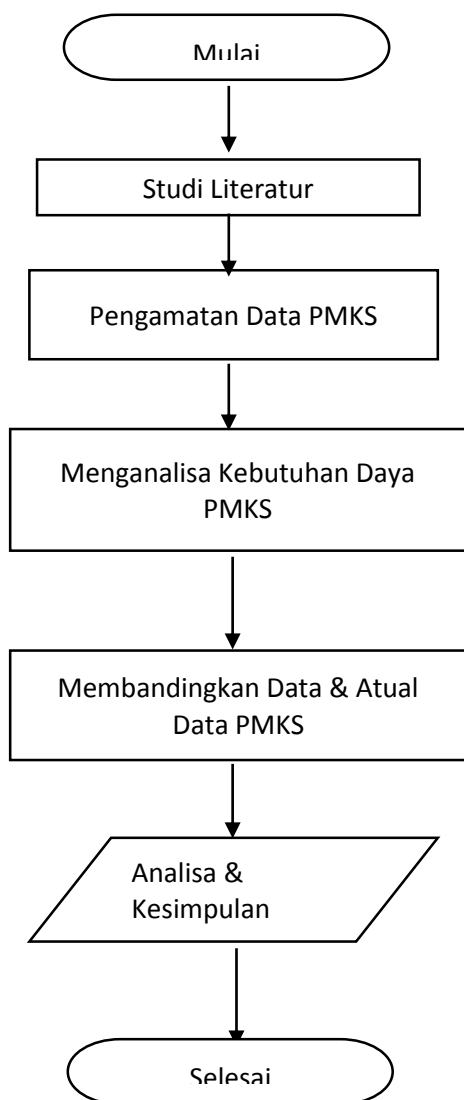
$$\eta = \frac{Q(\Delta \text{Entalpi})}{Gbb \times N.O}$$

Keterangan :

- η : Efisiensi *boiler* (%)
- Q : Kapasitas *boiler* (kg/jam)
- Δ Entalpi : Perbedaan entalpi uap dan entalpi air masuk (kcal/kg)
- Gbb : Berat bahan bakar yang digunakan (kg/jam)
- N.O : Nilai kalor bahan bakar (kcal/kg)

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis melakukan metodologi sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Berfikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan uap

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilaksanakan oleh penulis, didapatkan bahwa kebutuhan uap pada PMKS Ipuh dengan kapasitas 40 Ton/Jam adalah:

Tabel 1. Kebutuhan Uap PMKS Ipuh

No.	Station	Tiap ton TBS (Kg uap / Ton TBS)	Kap. 40 Ton TBS / Jam (Kg uap / Jam)
1	<i>Sterilizer</i>	220	8,800
2	<i>Digester</i>	35	1,400
3	<i>Clafirication</i>	60	2,400
	<i>Process Water</i>		
5	<i>Heating</i>	40	1,600
7	<i>Kernel Silo</i>	30	1,200
8	<i>Daerator</i>	65	2,600
TOTAL		450	18,000
LOSSES 10 %		45	1,800
JUMLAH SELURUHNYA		495	19,800

Sumber: PT. Super Andalas Steel

Pada aktualnya kebutuhan uap pada PMKS XYZ tidak sama seperti teori yang penulis dapatkan yaitu 550 kg uap/Ton TBS, sedangkan kebutuhan uap pada PMKS Ipuh hanya 495 kg uap/Ton TBS. Maka, dengan kapasitas pabrik 40 Ton/jam maka didapatkan bahwa kebutuhan uap pada PMKS XYZ adalah 19.800 kg uap/jam.

Untuk mengetahui pemakaian uap yang dihasilkan oleh *boiler* untuk pengolahan pabrik kelapa sawit, dibutuhkannya *flowmeter* penghasilan uap *boiler*, karena tidak terdapatnya *flowmeter* uap pada PMKS XYZ. Maka, penulis menggunakan *flowmeter* pemakai air *boiler* sebagai bahan pengacu untuk mengetahui uap yang dapat dihasilkan oleh *boiler*, berikut adalah tabel penggunaan air *boiler* pada PMKS XYZ.

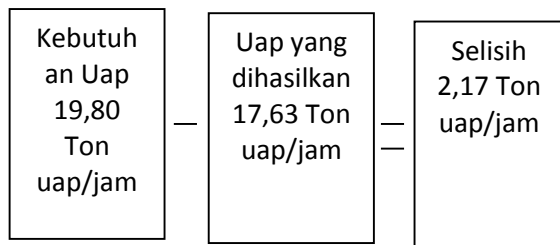
Tabel 2. Data Penggunaan Air Boiler

Tanggal	Boiler Number	Pemakaian Air Demin per jam Boiler (Ton air/jam)
10-Apr-17	II	16.10
11-Apr-17	II	15.00
12-Apr-17	II	16.91
13-Apr-17	II	17.25
14-Apr-17	II	Libur
15-Apr-17	II	13.82
16-Apr-17	II	Libur
17-Apr-17	II	17.89
18-Apr-17	II	21.79
19-Apr-17	II	21.72
20-Apr-17	II	18.16
Rata-Rata		17.63 Ton air/jam

Sumber : *Logsheet Boiler* PKS Ipuh (Bulan Januari s/d April 2017)

PMKS XYZ, tidak terdapat *flowmeter* uap, sehingga penulis menggunakan *flowmeter* penggunaan air untuk menghitung uap yang dapat dihasilkan oleh *boiler* tersebut. Pemakaian air *boiler* diasumsikan berbanding lurus dengan uap yang dihasilkan.

Dari hasil tersebut, maka didapatkan kebutuhan uap dikurangi dengan uap yang dapat dihasilkan oleh *boiler* tersebut:



Maka, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jumlah uap yang dihasilkan oleh *boiler* belum dapat memenuhi kebutuhan uap pada proses pengolahan di PMKS XYZ.

Kebutuhan bahan bakar

Untuk dapat memenuhi kebutuhan uap yang tercantum pada (kebutuhan uap), maka dibutuhkan bahan bakar sebanyak:

Fibre : 13% x 40 Ton/Jam = 5.200 Kg/Jam

▪ **NOS : 55,6% x 5.200 Kg/Jam = 2.891 Kg/Jam 3.850 Kcal/Kg**

▪ **Oil : 4,65% x 5.200 Kg/Jam = 242 Kg/Jam 8.800 Kcal/Kg**

▪ **Water : 34,8% x 5.200 Kg/Jam = 1.902 Kg/Jam 600 Kcal/Kg**

$$NO\ Fibre = \frac{(2.891 \frac{Kg}{Jam} \times 3.850 \frac{Kcal}{Kg}) + (242 \frac{Kg}{Jam} \times 8.800 \frac{Kcal}{Kg}) - (1.902 \frac{Kg}{Jam} \times 600 \frac{Kcal}{Kg})}{5.200\ Kg/Jam}$$

NO Fibre = 2.330 Kcal/Kg

Shell : 6% x 40 Ton/Jam = 2.400 Kg/Jam

▪ **NOS : 75,9% x 2.400 Kg/Jam = 1.822 Kg/Jam 4.700 Kcal/Kg**

▪ **Oil : 0,6% x 2.400 Kg/Jam = 14 Kg/Jam 8.800 Kcal/Kg**

▪ **Water : 23,5% x 2.400 Kg/Jam = 564 Kg/Jam 600 Kcal/Kg**

$$NO\ Shell = \frac{(1.822 \frac{Kg}{Jam} \times 4.700 \frac{Kcal}{Kg}) + (14 \frac{Kg}{Jam} \times 8.800 \frac{Kcal}{Kg}) - (564 \frac{Kg}{Jam} \times 600 \frac{Kcal}{Kg})}{2.400\ Kg/Jam}$$

NO Shell = 3.478 Kcal/Kg

Untuk perhitungan nilai entalpi dari bahan bakar tersebut, dapat dihitung berdasarkan perhitungan berikut:

$$\frac{\sum Steam\ fibre}{Nilai\ Kalar\ Fibre \times \sum Bahan\ Bakar} = \frac{Entalpi}{Entalpi\ fibre} = \frac{Nilai\ Kalar\ Fibre \times \sum Bahan\ Bakar}{\sum Steam\ fibre}$$

$$Entalpi\ fibre = \frac{2.330 \frac{Kcal}{Kg} \times 5.200\ Kg/Jam}{15.562\ Kg\ Steam/Jam} = 778,56\ Kcal/Kg$$

$$\frac{\sum Steam\ shell}{Nilai\ Kalar\ Shell \times \sum Bahan\ Bakar} = \frac{Entalpi}{Entalpi\ shell} = \frac{Nilai\ Kalar\ Shell \times \sum Bahan\ Bakar}{\sum Steam\ fibre}$$

$$Entalpi\ shell = \frac{3.478 \frac{Kcal}{Kg} \times 2400\ Kg/Jam}{10.721\ Kg\ Steam/Jam} = 778,56\ Kcal/Kg$$

Setelah didapat nilai kalor bahan bakar dan entalpi bahan bakar, maka didapatkan berapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan uap sebanyak yang dibutuhkan oleh pengolahan pabrik kelapa

sawit, dengan cara menggunakan perhitungan seperti berikut ini ;

$$\begin{aligned}
 &\text{Bahan bakar yang terpakai} \\
 \text{Fibre} &: 5,2 \text{ Ton/jam} \times \frac{2.330 \text{ Kcal/kg}}{778,56 \text{ Kcal/kg}} = \\
 &15,56 \text{ Ton uap/jam} \\
 \text{Shell} &: 0,99 \text{ Ton/jam} \times \frac{3.478 \text{ Kcal/kg}}{778,56 \text{ Kcal/kg}} = \\
 &4,44 \text{ Ton uap/jam} \\
 \hline
 \text{Total} &: \\
 &= 20,0 \text{ Ton uap/jam}
 \end{aligned}$$

Karena penggunaan bahan bakar tidak seluruhnya digunakan, karena dengan bahan bakar seperti pada perhitungan diatas diharapkan uap yang dihasilkan dapat mencukupi kebutuhan uap pada PMKS XYZ, maka terdapat sisa bahan bakar dengan rincian sebagai berikut ;

Sisa bahan bakar :

$$\text{Shell} : 2,40 \text{ Ton/Jam} - 0,99 \text{ Ton/Jam} = 1,41 \text{ Ton/Jam}$$

Karena sisa bahan bakar tersebut memiliki nilai yang dapat menghasilkan steam maka, menurut perhitungan, dengan sisa bahan bakar pada rincian diatas, dapat berpotensi menghasilkan uap sebanyak:

Sisa potensi uap:

$$\text{Shell} : 10,721 \text{ T.S./Jam} - 4,44 \text{ T.S./Jam} = 10,277 \text{ Ton uap/Jam}$$

Tekanan pada boiler dan sterilizer tidak tercapai

Keberhasilan suatu pengolahan kelapa sawit, didasari oleh beberapa faktor, antara lain adalah panas/kalor dan tekanan. Tekanan yang dihasilkan oleh pembentukan uap di ketel uap/boiler memiliki standar untuk dapat memenuhi kebutuhan di turbin uap dan di *Back Pressure Vessel (BPV)*. Umumnya tekanan pada boiler adalah berkisar 20 s/d 22 kg/cm² dan tekanan pada sterilizer di peak ke-3 berkisar 3 s/d 3,2 kg/cm².

Pada PT. Daria Dharma Pratama PMKS Ipuh, Tekanan pada boiler dan sterilizer di peak ke-3 tidak dapat mencapai standar yang ditentukan, rata-rata tekanan pada boiler adalah 16,32 kg/cm², dan tekanan pada sterilizer di peak ke-3 hanya berkisar 2,67 kg/cm² berikut adalah tabel tekanan pada boiler dan sterilizer.

Tabel 3. Data Tekanan Boiler

Tanggal	Boiler Number	Super Heater (kg/cm ²)	Upper Drum (kg/cm ²)
4/10/2017	II	16.24	15.24
4/11/2017	II	16.90	15.90
4/12/2017	II	16.45	15.45
4/13/2017	II	LIBUR	
4/14/2017	II	16.11	15.11
4/15/2017	II	LIBUR	
4/16/2017	II	16.02	15.02
4/17/2017	II	14.95	13.95
4/18/2017	II	16.00	15.00
4/19/2017	II	16.22	15.22
4/20/2017	II	17.68	16.68
Rata-Rata	II	16.32	15.32

Tabel 4. Data Tekanan Peak ke-3 sterilizer

Tanggal	Sterilizer 1 (kg/cm ²)	Sterilizer 2 (kg/cm ²)	Sterilizer 3 (kg/cm ²)
4/10/2017	2,6	2,8	2,6
4/11/2017	2,3	2,6	2,7
4/12/2017	2,7	2,5	2,8
4/13/2017	LIBUR		
4/14/2017	2,8	2,7	2,8
4/15/2017	LIBUR		
4/16/2017	2,7	2,8	2,6
4/17/2017	2,4	2,8	2,6
4/18/2017	2,8	2,7	2,4
4/19/2017	2,6	2,9	2,7
4/20/2017	2,7	2,6	2,8
Rata-Rata	2,62	2,71	2,67

Faktor penyebab tekanan pada boiler dan sterilizer tidak tercapai

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tekanan pada boiler dan sterilizer tidak tercapai, antara lain yaitu;

1. Efisiensi boiler

Efisiensi boiler dapat mempengaruhi tidak tercapainya tekanan pada boiler dan sterilizer, karena efisiensi boiler dapat menurun yang

dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah terjadinya pergerakan pada pipa-pipa boiler, berikut adalah perhitungan efisiensi boiler ;

$$\eta = \frac{Q(\Delta Entalpi)}{Gbb \times N.O}$$

$$\eta = \frac{22.000 \frac{kg}{jam} \times 593,3136 \frac{kKal}{kg}}{\left(5.200 \frac{kg}{jam} \times 2330 \frac{kKal}{kg}\right) + \left(990 \frac{kg}{jam} \times 3470 \frac{kKal}{kg}\right)}$$

$$\eta = \frac{10.460.118,768 \text{ kKal/jam}}{15.559.220 \text{ kKal/jam}} = 67,228 \%$$

2. Squencing time

Squencing time adalah mengatur waktu start perebusan pertama dengan start perebusan berikutnya, ketidaksesuaian *squencing time* dapat menyebabkan meningkatnya penggunaan uap pada sterilizer akibat terdapatnya pemasukan steam kedalam beberapa tabung dengan waktu yang bersamaan, pada PT. Daria Dharma Pratama PMKS Ipuh, *squencing time* yang digunakan adalah **35 menit**. Sedangkan berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa *squencing time* untuk PMKS Ipuh adalah **45 menit**. Berikut adalah perhitungan *squencing time* ;

- $$\text{Squencing Time} = \frac{\text{Kap.lori} \times \text{jumlah lori/rebusan} \times 60 \text{ menit}}{\text{Kapasitas pabrik}}$$

- $$\text{Squencing Time} = \frac{3 \frac{\text{Ton}}{\text{lori}} \times 10 \text{ lori} \times 60 \text{ menit/jam}}{40 \text{ Ton/jam}}$$

- $$\text{Squencing Time} = 45 \text{ menit}$$

3. Kebutuhan uap meningkat

Kebutuhan uap di PT. XYZ meningkat setelah dilakukannya kenaikan kapasitas pabrik dari 30 Ton/jam menjadi 40 Ton/jam, berikut adalah tabel kebutuhan uap sebelum dilakukannya kenaikan kapasitas dan setelah dilakukannya kenaikan kapasitas :

Tabel 5. Kebutuhan Uap PMKS 30 Ton/jam

No.	Station	Tiap ton TBS (Kg uap / Ton TBS)	Kap. 30 Ton TBS / Jam (Kg uap / Jam)
1	Sterilizer	220	6,600
2	Digester	35	1,050
3	Clafirication	60	1,800

	Process Water		
5	Heating	40	1,200
7	Kernel Silo	30	900
8	Daerator	65	1,950
TOTAL		450	13,500
LOSSES 10 %		45	1,350
JUMLAH SELURUHNYA		495	14,850

Tabel 6. Kebutuhan Uap PMKS 40 Ton/jam

No.	Station	Tiap ton TBS (Kg uap / Ton TBS)	Kap. 40 Ton TBS / Jam (Kg uap / Jam)
1	Sterilizer	220	8,800
2	Digester	35	1,400
3	Clafirication	60	2,400
Process Water			
5	Heating	40	1,600
7	Kernel Silo	30	1,200
8	Daerator	65	2,600
TOTAL		450	18,000
LOSSES 10 %		45	1,800
JUMLAH SELURUHNYA		495	19,800

Terpenuhinya kebutuhan uap pada proses pengolahan sangat diharapkan untuk dapat menunjang keberhasilan suatu pengolahan kelapa sawit, sehingga pada perhitungan yang telah penulis lakukan didapatkan bahwa kebutuhan uap untuk proses pengolahan pada PMKS XYZ dengan kapasitas 40 Ton/jam adalah 19,8 Ton uap/jam. Sedangkan pada aktualnya uap yang dihasilkan oleh boiler tidak dapat mencapai 19,8 Ton uap/jam, melainkan hanya sebesar ± 17,63 Ton uap/jam. Karena tidak terdapatnya *flow meter* uap pada PMKS XYZ, dan penggunaan air boiler akan berbanding lurus dengan uap yang dihasilkan maka, penulis menggunakan *flow meter* penggunaan air tersebut sebagai uap yang dapat dihasilkan oleh boiler. Angka tersebut penulis dapatkan dari rata-rata penggunaan air boiler pada PMKS XYZ yaitu sebesar 17,63 Ton/Jam (10 s/d 20 April 2017). Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tekanan pada boiler dan sterilizer tidak tercapai, antara lain yaitu:

1. Efisiensi *boiler*. Efisiensi *boiler* di PMKS Ipuh telah menurun dari 73% menjadi 67,23%
2. *Squencing time*. *Squencing time* pada PMKS Ipuh tidak sesuai, yang seharusnya 45 menit, aktualnya hanya 35 menit yang menyebabkan penggunaan uap yang meningkat, dan tidak tercapainya tekanan di *sterilizer*.
3. Kebutuhan uap meningkat. Kebutuhan uap pada PMKS Ipuh meningkat dari yg hanya membutuhkan 14.850 kg uap/jam menjadi 19.800 kg uap/jam. Yang menyebabkan *boiler* dengan kapasitas 20.000 kg uap/jam dan efisiensi 67,23% tidak dapat mencukupi kebutuhan uap di PMKS XYZ.

KESIMPULAN

Dari kajian "Pengaruh Penggunaan *Boiler* Kapasitas 20 Ton uap/jam Terhadap Kenaikan Kapasitas Pabrik 40 Ton/jam" pada PMKS XYZ, maka diambil kesimpulan sebagai berikut; Kebutuhan uap pada PMKS XYZ pada saat ini adalah 19.800 kg uap/jam, sedangkan uap yang dapat dihasilkan oleh *boiler* adalah sebesar 17.630 kg uap/jam. Maka, kebutuhan uap pada PMKS XYZ belum dapat tercukupi. Karena, masih terdapat selisih antara kebutuhan uap dengan uap yang dapat dihasilkan, yaitu sebesar 2.170 kg uap/jam. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya tekanan pada *boiler* dan *sterilizer*, yaitu ; Efisiensi *boiler* di PMKS XYZ telah menurun dari 73% menjadi 67,23%. *Squencing time* pada PMKS XYZ tidak sesuai, yang seharusnya 45 menit, aktualnya hanya 35 menit. Kebutuhan uap pada PMKS XYZ meningkat dari yg hanya membutuhkan 14.850 kg uap/jam menjadi 19.800 kg uap/jam.

DAFTAR PUSTAKA

Cengel, Yunus A. 2008. *Thermodynamics: an engineering approach/ Yunus A. Cengel, Michael A. Boles. 6th edition*. Americas, New York.

Ganapthy. 2003. *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators*. CRC Press Taylor and Francis Group.

- Hasibuan, H.C. 2013. *Analisa Pemakaian Bahan Bakar dengan Melakukan Pengujian Kalor Terhadap Performasi Ketel Uap Tipe Pipa Air dengan Kapasitas Uap 60 ton/jam*. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- Kristono, St. Nurgroho. 2016. *Modul 3 Ketel Uap*. Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Saawit Citra Widya Edukasi. Bekasi.
- Pahan, Iyung. 2006. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta.
- Rahardja, Istianto Budhi; Ahdiat Leksi Siregar, Siti Purwani, Pengaruh Jumlah Lubang Pada Body Lori Terhadap Perbandingan Oil Losses in Empty Bunch dan Oil Condensate, Jurnal Citra Widya Edukasi, Vo. 11, No.3, 231-238.
- Rahardja, Istianto Budhi; Masnia, 2021, The Optimization of Capacity Boiler Efficiency 26 Tons/hours With Fuel Alumination and Statistical Product and Service Solutions (SPSS) Analysis, ADI Journal on Recent Innovation (AJRI), Vol. 2, No, 2, 304-364.
- Rahardja, Istianto Budhi; Zati Daraquthni, Anwar Ilmar Ramadhan, 2019, Potential of Palm Oil Solid Waste as Steam Power Fuel (Case Study at XYZ Palm Oil Mill), Journal of Applied Sciences and Advanced, Vol.2 No.2, 33-38.
- Rahardja, I. B., Rikman, R., & Ramadhan, A. I. (2018). Analysis of Heat Transfer of Fiber Mesocarp of Palm Oil (*Elaeis Guineensis* Jacq) as Roof Building. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 1(1), 1-8.
- Rahardja, I. B., Sukarman, S., & Ramadhan, A. I. (2019). Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (CPO) dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS). *Prosiding Semnastek*.
- Rahardja, I. B., Dinary, R., & Ramadhan, A. I. (2019). Crystal Exergy Value (Wax) Crude Palm Oil (CPO) Influence Based On The Mixed Type. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 1(3), 91-98.
- Rayaprolu, Kumar. 2009. *Boiler for Power and Process*. CRC Press Taylor and Francis Group.
- Siregar, Ahdiat Leksi. 2012. *Teknologi Pengolahan II*. Program Studi Teknologi

Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit
Citra Widya Edukasi. Bekasi.

Tim Takuma. 2008. *Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan Boiler*. PT. Super Andalas Steel. Medan.

Turner dan Gillbank. 2003. *Oil Palm Cultivation and Management (2nd Edition)*. Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur.

Woodruff. Everett B. 2005. *Steam Plant Operation 8th edition*. United States of Americas.