

## **ANALISA KEHILANGAN ENERGI PADA BOILER PABRIK KELAPA SAWIT**

### **ENERGY LOSS ANALYSIS ON THE PALM OIL MILL BOILER**

**Zulham Effendi<sup>1</sup>, Zakwan<sup>1</sup>, Amar Fauzi Nainggolan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan

\*Corresponding Email : [zulham@stipap.ac.id](mailto:zulham@stipap.ac.id)

#### **Abstract**

*The purpose of this paper is to calculate boiler performance by knowing energy losses during uap production. Technical analysis on the boiler is needed, as an effort to increase efficiency and know how much energy is wasted as a loss. Factors causing the greatest heat loss / heat loss in the boiler include: "heat loss due to dry flue gas, uap content in the flue gas, water content in fuel, water content in air supply and others". Heat loss / heat loss or also can be called energy loss is one of the important factors that is very influential in identifying the efficiency of the boiler. For that analysis study is carried out with the calculation of heat loss in order to determine the magnitude of performance decline and the causes of decreased performance. Based on data and analysis of the direct method it is known that the highest energy loss is 26.6% with an efficiency of 74.5%. There needs to be an improvement in the control of the fuel settings and the incoming air optimally by using the Oxygen Trim Control which functions to measure the oxygen concentration in the chimney and automatically regulates the oxygen in the air entering the burner so as to produce combustion with optimal efficiency. And by using an economizer on preheating feed water temperature can increase boiler efficiency*

**Keywords:** *Boilers, Heat, and Loss*

**How to Cite :** Effendi, Z., Zakwan & Nainggolan, A.F. (2020). Analisa Kehilangan Energi Pada Boiler Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal Agro Fabrica Vol.2 (1) : 30-37.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Sumber energi di pabrik kelapa sawit adalah uap dari pemanasan di Boiler. Dalam prosesnya terdapat efisiensi yang harus diperhatikan, standar efisiensi boiler pabrik kelapa sawit bagi perusahaan yang diteliti adalah 70%. Perkembangan industri pabrik kelapa sawit semakin berkembang dan membuat industri kelapa sawit untuk

mengkaji ulang kinerja mesin untuk menghindari terjadinya pemborosan energi, kondisi efisiensi boiler di lapangan masih dibawah standar yang di tetapkan perusahaan yaitu sekitar 65 %.

Dalam pengkajian efisiensi boiler harus memperhatikan beberapa hal yang menjadi faktor penyebab hilangnya energi atau rendahnya efisiensi ketika mesin beroperasi diantaranya: karakteristik bahan

bakar, temperatur air umpan, jumlah uap yang dihasilkan, tekanan uap, dan temperatur *flue gas*.

Faktor-faktor yang menyebabkan turunnya efisiensi merupakan faktor penting dalam menjaga supaya nilai efisiensi tetap baik. Ada banyak cara untuk dapat menjaga nilai efisiensi dan mensimulasikannya. Salah satu caranya, dengan simulasi menggunakan metode analisa. Supaya dapat menggambarkan perhitungan dalam suatu bentuk yang menarik dan mudah difahami oleh banyak orang. Dengan simulasi kita dapat memisalkan sebuah nilai dengan kehendak kita supaya mendapatkan nilai efisiensi yang sesuai dengan yang diinginkan. Simulasi dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satunya dengan menggunakan perhitungan simulasi khusus dengan berorientasi objek. Uap (energi kalor) yang dihasilkan ketel uap (*Boiler*) dapat digunakan pada semua peralatan yang membutuhkan uap di pabrik kelapa sawit, oleh karena itu kualitas uap yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan di pabrik kelapa sawit. Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas urgensi dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kehilangan energi dari *Boiler* dengan menggunakan metode langsung dan tidak langsung yang ada di Pabrik Kelapa Sawit. Dikarenakan masih sering terjadi kehilangan energi pada

*Boiler* maka dilakukan analisa menghitung nilai efisiensi pada *Boiler*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kehilangan energi pada *boiler* dan mengetahui persentase penyebab kehilangan energi pada *boiler*, serta mengetahui nilai efisiensi pada performa *boiler*.

Jika *boiler* pada pabrik kelapa sawit mengalami in-efisiensi, maka pasokan energi dan kebutuhan uap di setiap stasiun tidak akan optimal. Hal ini berakibat pada turunnya produksi minyak sawit kasar baik secara kualitas maupun kuantitas, sehingga pengawasan secara maksimal perlu dilakukan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit Sei Silau PT. Perkebunan Nusantara III. Adapun metode penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan mengamati, merangkum dan mencatat data primer dan sekunder *Boiler*. Seluruh kegiatan tersebut dilakukan pada stasiun pembangkit tenaga di pabrik kelapa sawit.

Data yang diperlukan terdiri dari data primer dan sekunder, yaitu :

- a. Data primer merupakan data yang diperoleh dari sumber utama (langsung).
- b. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari pengamatan

langsung melainkan melalui sumber-sumber lain yaitu :

1. Studi pustaka yang berhubungan dengan mesin boiler dan kehilangan energi.
2. Disiplin ilmu pengetahuan lainnya yang mendukung dan mempunyai hubungan dengan topik penelitian yang diambil.

### **Prosedur Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Tahap pertama
  - a. Pengajuan judul/proposal
  - b. Mengumpulkan data
2. Tahap kedua
  - a. Mengolah data
  - b. Menganalisa kehilangan energi di lapangan / di pabrik kelapa sawit.

### **Observasi (pengamatan)**

Data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan dan pencatatan langsung yang berkaitan dengan mesin dan sistem pengoperasian *boiler* di Pabrik Kelapa Sawit Sei Silau PT. Perkebunan Nusantara.

- a. Pengumpul data  
Pengumpulan data merupakan data primer dan sekunder yang diperoleh bukan dari informasi langsung perusahaan melainkan sumber – sumber lain.
- b. Pengolahan Data

Pengolahan data kuantitatif yang diambil tersebut adalah data sekunder dari buku harian mandor mengenai performa stasiun pembangkit tenaga (*boiler*) dalam 3 (tiga) bulan.

### **Ketersediaan Bahan Bakar**

Dalam pabrik kelapa sawit bahan bakar yang digunakan untuk *boiler* adalah cangkang dan *fibre*. Bahan bakar di peroleh dari proses pengolahan pabrik kelapa sawit.

Pada perhitungan neraca massa yang digunakan oleh PKS Sei Silau PT. Perkebunan Nusantara, di dapat jumlah ketersediaan bahan bakar cangkang dan *fibre* untuk proses pengolahan dengan rumus berikut :

Cangkang = persentase % cangkang x kapasitas PKS

*Fibre* = persentase % fibre x kapasitas PKS

Total bahan bakar yang tersedia  
= Cangkang + *Fibre*

Jumlah keseluruhan ketersediaan bahan bakar *boiler* selama jam olah di PKS adalah:

Jumlah Total = Jumlah bahan bakar x Jam olah PKS  
= 10.540 Kg/jam x 12 Jam  
= 126.480 Kg

Perbandingan pemakaian 70 % *Fiber* :  
30 % cangkang.

### Data Perhitungan Analisa

#### Metode Langsung

Parameter yang di pantau untuk melakukan perhitungan efisiensi *boiler* menggunakan metode langsung adalah :

1. Jumlah kapasitas uap yang dihasilkan perjam(Q) dalam kg/jam
2. Jumlah pemakaian bahan bakar perjam (q) dalam kg/jam
3. Tekanan kerja (dalam bar) dan suhu lewat panas (°C)
4. Suhu air umpan (°C)
5. Jenis bahan bakar dan panas kotor bahan bakar (dalam Kcal/kg bahan bakar)

Data yang diperlukan terdiri dari data primer dan sekunder, yaitu :

a. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber yang diamati dan dicatat yaitu :

1. Laju aliran massa
2. Tekanan kerja pada boiler
3. Suhu pada boiler

b. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari informasi langsung perusahaan melainkan sumber – sumber lain yaitu :

1. Studi keperustakaan yang berhubungan dengan Boiler
2. Ilmu pengetahuan lainnya yang mendukung dan mempunyai

hubungan dengan topik penelitian yang diambil.

Efisiensi *boiler* ( $\eta$ )

$$= \frac{\text{Panas keluar}}{\text{panas masuk}} \times 100 \% \quad (1)$$

Efisiensi *boiler* ( $\eta$ )

$$= \frac{q \times (h_g - h_f)}{Q \times HHV} \times 100 \% \quad (2)$$

#### Metode Tidak Langsung

Metode tidak langsung juga dikenal dengan metode kehilangan panas, efisiensi dapat dihitung dengan mengurangi kehilangan panas dari 100 sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi boiler (n)} = 100 - (i + ii + iii + iv + v + vi + vii) \quad (3)$$

1. Gas cerobong yang kering
2. Penguapan air yang terbentuk karena H<sub>2</sub> dalam bahan bakar
3. Penguapan kadar air dalam bahan bakar
4. Bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu terbang / *fly ash*
5. Radiasi dan kehilangan lain yang tidak dihitung.

Tabel 1. Data Metode langsung

C	=	$(\frac{1}{4} \times 61,34\%) + (\frac{3}{4} \times 40,00\%)$	=	45,335%	=	0,45335 kg
H <sub>2</sub>	=	$(\frac{1}{4} \times 3,25\%) + (\frac{3}{4} \times 4,25\%)$	=	4%	=	0,04 kg
O <sub>2</sub>	=	$(\frac{1}{4} \times 31,16\%) + (\frac{3}{4} \times 30,29\%)$	=	30,5075%	=	0,305075 kg
N <sub>2</sub>	=	$(\frac{1}{4} \times 2,45\%) + (\frac{3}{4} \times 22,29\%)$	=	17,330%	=	0,17330 kg
Abu	=	$(\frac{1}{4} \times 1,80\%) + (\frac{3}{4} \times 3,17\%)$	=	2,8275%	=	0,028275 kg
				100%	=	1,00 kg

Sumber : Irawan, dkk. (2018)

Table 2. Komposisi bahan bakar fiber dan cangkang kelapa sawit

Nama Unsur	Cangkang	Fiber
Karbon (C)	61,34 %	40,00 %
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	3,25 %	4,25 %
Oksigen (O <sub>2</sub> )	31,16 %	30,29 %
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	2,45 %	22,29 %
Abu	1,80 %	3,17 %

ENTALPI KJ/KG			
Bulan	April	Mei	JUNI
Daerator	2655.9	2659.5	2659.2
Water Flow	2668.9	2668.9	2668.6
Uap Flow	2999.7	3003.74	2978.6
Pressure	2911.9	2943.4	2937.8
S.Heater	2912.9	2943.4	2937.8
FLUE GAS	2793.35	2802.03	2796.43

Tabel 3. Bahan bakar dan Nilai Kalor

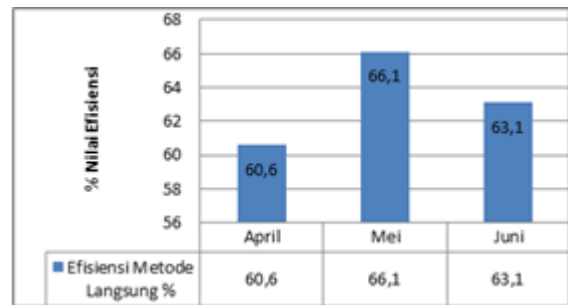
	Bulan	Bahan bakar	
		t/jam	HHV
1	Mei	6322	5910
2	April	6322	5910
3	Juni	6322	5910

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Dan Pembahasan

#### Metode *Direct* (Langsung)

Grafik dibawah merupakan hasil perhitungan nilai Efisiensi boiler pada bulan April, Mei, Juni 2019

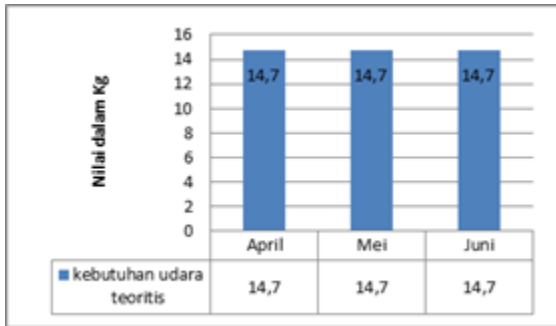


Gambar 1. Efisiensi metode langsung

Dari data grafik di atas menunjukkan jumlah perbedaan nilai efisiensi perbulan. Nilai efisiensi tertinggi terdapat pada bulan Mei yaitu sebesar 66.1 % dan nilai efisiensi terendah terdapat pada bulan April, yaitu sebesar 60.6 %. Total nilai enthalpi dipengaruhi dengan temperature daerator dari *Feed Water Tank*, semakin tinggi temperature daerator hingga batas aman maximum yang direkomendasikan perusahaan, maka semakin tinggi nilai total efisiensinya dengan suhu *Uap Flow* yang sama. Maka dari itu nilai total *enthalpi* sangat di pengaruhi dari temperature *superheater* boiler. Menurut Nugroho (2007) bahwa suhu daerator yang tinggi akan menurunkan kadar oksigen terlarut pada air sehingga lebih efisiensi dibanding suhu rendah.

### Kebutuhan udara teoritis

Grafik dibawah merupakan hasil perhitungan kebutuhan udara teoritis pada bulan April, Mei, Juni 2019.



Gambar 2. Kebutuhan udara teoritis

Perbandingan udara bahan bakar teoritis menyatakan kebutuhan udara minimum untuk pembakaran yang sempurna .dapat dinyatakan dalam kg udara per kg bahan bakar. Kebutuhan udara teoritis relatif memiliki nilai yang sama dikarenakan uji komponen bahan bakar yang dipakai adalah sama, masing-masing setiap bulan mendapatkan nilai 14.7 kg.

**Massa udara yang dipasok/kg bahan bakar**

Adapun massa udara yang dipasok/kg bahan bakar dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 4. Massa udara yang dipasok/kg bahan bakar

NO	Bulan	Massa udara yang dipasok (kg)
1	April	11.4
2	Mei	11.4
3	Juni	11.4

Pada bahan yang mengandung oksigen maka kebutuhan oksigen dapat dikurangi sebanyak oksigen yang terdapat dalam bahan bakar. Dalam kebanyakan proses pembakaran, temperature cukup rendah maka kerugian akibat reaksi pemisahan

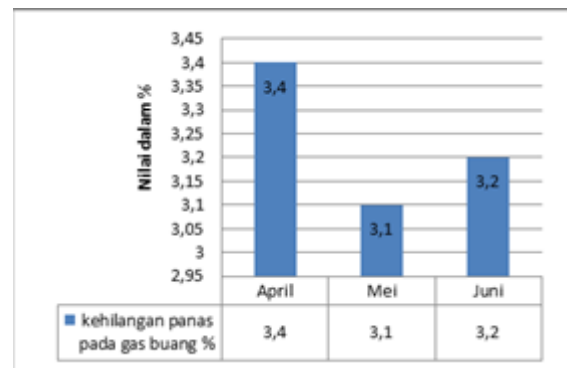
dapat diabaikan. Perhitungan Massa udara yang dipasok pada bulan April, Mei, Juni 2019. Kebutuhan Massa udara yang dipasok relatif memiliki nilai yang sama dikarenakan uji komponen bahan bakar yang dipakai adalah sama, masing-masing setiap bulan mendapatkan nilai 11.4 kg.

**Menghitung efisiensi dengan Metode tidak langsung (indirect)**

Salah satu parameter untuk menghitung efisiensi dengan metode tidak langsung adalah kehilangan panas karena gas kering cerobong. Persentase kehilangan panas karena gas kering cerobong dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan kehilangan panas karena gas buang cerobong pada bulan April, Mei, Juni 2019.

Tabel 5. Kehilangan panas karena gas kering cerobong

NO	Bulan	kehilangan panas pada gas buang %
1	April	3.4
2	Mei	3.1
3	Juni	3.2



Gambar 4. Kehilangan panas karena gas kering cerobong

Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai kehilangan panas pada gas kering cerobong, hal ini disebabkan panas pembakaran terikut keluar pada gas cerobong. Pada bulan April nilai kehilangan panas pada gas kering cerobong sebesar 3.4 %, hal ini menjadi nilai panas kehilangan tertinggi. Bulan Mei memiliki nilai kehilangan panas senilai 3.1 % dan bulan Juni 3.2%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka kesimpulan mengenai kehilangan energi pada *Boiler* dengan metode langsung dan tidak langsung (*Direct-Indirect*) menunjukkan efisiensi *Boiler* tertinggi (diuji secara langsung yaitu pada bulan Mei 2019 (66%). Hal ini didukung dengan hasil pengujian tidak langsung menunjukkan kehilangan panas karena gas kering cerobong paling rendah.

### Saran

Langkah-langkah penghematan energi dapat ditekankan dengan meningkatkan efisiensi peralatan. Untuk meningkatkan efisiensi peralatan dapat dilakukan dengan cara mengurangi faktor-faktor kehilangan panas (*heat loss*). Seperti meningkatkan temperatur pada Derator dari suhu 90°C ke suhu  $\pm$  100-105 °C. Juga menambah produksi bahan bakar dapat menaikkan efisiensi boiler, serta menjaga kualitas

bahan bakar agar tidak mengandung banyak air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eka, M. S., & s, G. A. (2015). Perhitungan Efisiensi Boiler PLTU Unit 20 Pt. Ubjom Rembang Pada Beban 315 MW Dengan Menggunakan Metode Langsung (Direct Method). Vol 1.
- Febrianta, A. (2008). Klasifikasi Boiler. *Mekanika Dan Energi*.
- Irawan, D., Susanto, E., Gunarto dan Julianto, E. (2018). Analisa Perbandingan Bahan Bakar Batu Bara dengan Cangkang Sawit Terhadap Boiler CFB PT. Indonesia Chemical Alumina. *Suara Teknik Jurnal Ilmiah*. 38-45.
- Marsudi, D. (2005). Pembangkitan Energi Listrik. Jakarta : Erlangga
- Moran, M. J., dan Saphiro, H. N. (2004). Termodinamika Teknik. Jakarta : Erlangga.
- Naibaho, P. (1996). *Teknologi Pengolahan Kelapa sawit*. Medan: PPKS.
- Naibaho, W., & Sinaga, P. (2012). Upaya Peningkatan Mutu CPO Melalui Analisis Kebutuhan Uap di Area Stasiun Klarifikasi Kapasitas 20 Ton/Jam. *4\_Waldemar\_Naibaho*.
- Nugroho, A. (2007). *Menaikkan efisiensi Boiler Dengan Memanfaatkan Gas Buang Boiler*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Primayudi, A., & Nugroho, A. (2015). Analisa kehilangan energi pada fire tube boiler kapasitas 10 ton. Vol 04, No. 02.

PTC, A. (2010). Perhitungan Efisiensi Boiler.

PTPN IV. (2010). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Medan.

Pudjanarsa, MT, I., & Nursuhud, MSME, P. (2008). *Mesin Konversi Energi*. Surabaya: Andi.

UNEP. (2006). Boiler dan Pemanas Fluida Thermis. *United Nation Environment Program*.