

**ANALISIS EFISIENSI MULTI FUEL BOILER DAN PENGARUH AIR HEATER  
TERHADAP PENINGKATAN EFISIENSI MULTI FUEL BOILER PT TOBA PULP  
LESTARI, Tbk KAPASITAS 200 TON/JAM**

Oleh:

Mughtar C Pakpahan <sup>1)</sup>  
Eddy Gunawan Situmorang <sup>2)</sup>  
Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2)</sup>

E-mail:

[mughtarcpakpahan@gmail.com](mailto:mughtarcpakpahan@gmail.com) <sup>1)</sup>  
[eddygunawan@gmail.com](mailto:eddygunawan@gmail.com) <sup>2)</sup>

**ABSTRACT**

*Demand for electrical energy in running a pulp factory making plant must produce electricity own and to meet the needs of electric power is PT.TOBA Pulp Lestari Tbk, Using steam power system with two boilers. One way to improve the efficiency of the boiler is with use heat in flue gas before the flue gas is discharged into the ambient air. One way to do this in boiler efficiency improvement is to add a device Air Heater in the flue gas exhaust duct boilers. Air heater is an appliance that heats the air before entering the combustion chamber. Air before entering the combustion chamber temperature is the ambient temperature. As we know the combustion process there are three things cause, namely air, temperature, and fuel.*

**Keywords:** *Boilers, Air Heater, Utilization Of Flue Gas, Efficiency*

**ABSTRAK**

Kebutuhan akan energi listrik yang besar dalam menjalankan suatu pabrik pulp membuat pabrik harus memproduksi listriknya sendiri dan untuk memenuhi kebutuhan listrik ini PT.Toba Pulp Lestari Tbk, Menggunakan sistem pembangkit tenaga uap dengan 2 boiler. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi boiler adalah dengan memanfaatkan panas dalam flue gas sebelum flue gas tersebut dibuang ke udara lingkungan. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam peningkatan efisiensi boiler ini adalah dengan menambahkan suatu alat Pemanas Udara (*air heater*) pada saluran pembuangan gas buang (*flue gas*) boiler. Pemanas udara (*air heater*) ini merupakan alat yang memanaskan udara sebelum masuk ke ruang bakar. Udara sebelum masuk ke ruang bakar temperaturnya adalah temperatur lingkungan. Dan hal ini juga diharapkan untuk mencapai proses pembakaran yang sempurna di ruang bakar.

**Kata Kunci :** *Boiler, Air Heater, Pemanfaatan Gas Buang, Efisiensi*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era globalisasi saat ini membuat masyarakat dunia tertantang, karena pesatnya perkembangan dunia yang mengakibatkan antar negara bersaing. Hal

ini berdampak pada pemenuhan kebutuhan akan sumber energi tak terkecuali energi listrik. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan energi listrik semakin dibutuhkan dan menjadi sangat penting. Berbagai inovasi dalam bidang pembangkitan tenaga listrik pun diciptakan, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (PT.Toba Pulp Lestari, 1993).

*Air heater* menjadi penting keberadaannya karena mampu menaikkan temperatur udara untuk mempercepat proses pembakaran bahan bakar di dalam *furnace*. Efek negatif yang dapat ditimbulkan jika *boiler* tidak menggunakan komponen seperti *air heater* berupa kerugian efisiensi *boiler*, hingga kerugian dari sisi biaya produksi (PT.Toba Pulp Lestari, 1993)..

Disamping itu juga sering kali efisiensi kualitas kerja tersebut diabaikan padahal peningkatan efisiensi kualitas kerja *boiler* itu sendiri akan memberikan nilai ekonomis sendiri bagi perusahaan. Oleh karena itu peningkatan efisiensi *boiler* ini sangat penting guna mendapatkan *output* yang baik (PT.Toba Pulp Lestari, 1993).

### 1.2 Rumusan Masalah

Topik bahasan atau permasalahan yang dibahas dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut: Bagaimana prinsip kerja boiler *Boiler* ?

1. Apa saja equipment yang digunakan pada *Multi Fuel Boiler* ?
2. Bagaimana prinsip kerja *Air Heater* ?
3. Bagaimana pengaruh efektifitas *Air Heater* terhadap peningkatan Efisiensi *Multi Fuel Boiler* ?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Sistem Pembangkit Tenaga Uap (SPTU) *Multi Fuel Boiler* PT Toba Pulp Lestari, Tbk
2. Prinsip kerja pemanas udara (*air heater*)
3. Temperatur udara pada *air heater* yang masuk 28°C dan keluar pemanas udara 122 °C
4. Penentuan efisiensi Boiler pada saat Laju aliran Steam 81 Ton per Jam

### 1.4 Tujuan Penulisan Skripsi

Adapun tujuan penulisan dan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

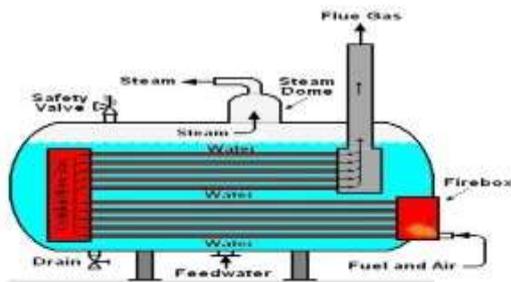
1. Untuk mengetahui equipment apa saja yang digunakan oleh *Multi Fuel Boiler*.
2. Untuk mengetahui prinsip kerja *Air Heater*
3. Untuk mengetahui dan menganalisa efektifitas pada *Multi fuel boiler* dan pengaruh efektifitas *Air Heater* terhadap boiler .

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum Boiler

Menurut Djokosetyardjo (2003), *boiler* atau ketel uap adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk uap panas atau *steam*. Uap panas atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin sehingga generator berputar dan

menghasilkan energi listrik. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga *boiler* merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. Secara proses konversi energi, *boiler* memiliki fungsi untuk mengkonversi energi kimia yang tersimpan di dalam bahan bakar menjadi energi panas yang tertransfer ke fluida kerja.



Gambar: Boiler Pipa Api

## 2.2 Prinsip Kerja Boiler

*Boiler* adalah bejana tertutup bertekanan untuk memanaskan air menjadi *steam* bertekanan dengan memanfaatkan panas dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk menjadi energi mekanik ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali.

## 2.3 Keuntungan dan kerugian menggunakan Boiler

Adapun keuntungan pemakaian *boiler* pipa air ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan uap dengan tekanan lebih tinggi daripada ketel pipa Untuk daya yang sama, menempati ruang/tempat yang lebih kecil dari pada ketel pipa api.
2. Laju aliran uap lebih tinggi.
3. Komponen komponen yang berbeda bisa diurai sehingga mudah untuk dipindahkan.

Permukaan pemanasan lebih efektif karena gas panas mengalir keatas

Adapun kerugian- kerugian ketel pipa air adalah sebagai berikut:

1. Air umpan mensyaratkan mempunyai kemurnian tinggi untuk mencegah endapan kerakdan juga pengikisa didalam pipa. Jika terbentuk kerak didalam pipa bisa menimbulkan panas yang berlebihan dan pecah.
2. Ketel pipa air memerlukan perhatian yang lebih hati-hati bagi penguapanya karena itu akan menimbulkan biaya operasi yang lebih tinggi.
3. Pembersihan pipa air tidak mudah dilakukan.

Apabila temperatur *flue gas* melalui *economizer* terlalu tinggi maka dapat terjadi *overheat* pada pipa – pipa *economizer* yang mengakibatkan pipa *economizer* bocor.

Besar panas yang di serap oleh ekonomizer ini akan dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$Q_{eco} = W_s \times C_p \text{ air} (T_{out} - T_{in}) \frac{kJ}{jam}$$

..... (William J.S,1988)

Dimana :

$Q_{eco}$  = Panas yang diserap oleh *economizer* (kJ/jam)

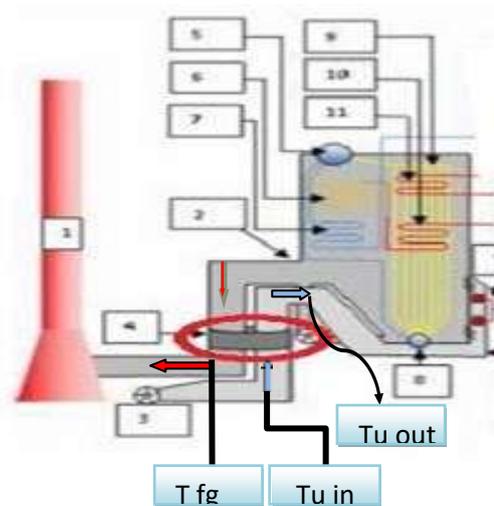
$W_s$  = Kapasitas aliran uap (kJ/jam)

$C_{pair}$  = Panas jenis air (kJ/kg°C)

$T_{out}$  = Temperatur keluar *economizer* °C

$T_{in}$  = Temperatur masuk *economizer* °C

*boiler*.



### 3.METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Alat Yang Dipergunakan Dalam Penelitian

##### ➤ Alat

Alat yang digunakan dalam Bahan bakar *fiber (Palm Caul)* adalah 12806,02 ton/bulan penelitian ini untuk memperoleh data di Unit Pembangkit Tenaga Uap PT. Toba Pulp Lestari, Tbk yaitu sebagai berikut :

- a) *Orifice meter*
- b) *Termometer*
- a) *Manometer*

##### ➤ Set up Peralatan

Gambar : *Set Up* Alat

Sumber: *PT Toba Pulp Lestari*

##### ➤ Data

Bahan yang digunakan adalah data yang diperoleh dari penelitian *Multi Fuel Boiler* PT. Toba Pulp Lestari, Tbk, untuk menghitung energy panas yang diserap setiap alat pemanas

- Persentase Bahan Bakar Cangkang

### 4.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1.1 Mengitung Komposisi Bahan Bakar Boiler

Adapun persentasi ketiga bahan bakar *Multi Fuel Boiler* PT TOBA PULP LESTARI, Tbk ini adalah sebagai berikut:

- a. Bahan bakar *fiber (Palm Caul)* adalah 12806,02 ton/bulan
- b. Bahan bakar cangkang sawit (*Palm Shell*) adalah 5120,808 ton/jam
- c. Bahan bakar kulit kayu (*Bark*) adalah 7680,212 ton/jam

Jadi, jumlah bahan bakar total yang digunakan adalah 25607,04 ton perbulan.

- Mencari persentasi bahan bakar yang digunakan:

- Persentase Bahan Bakar *Fiber (Palm Caul)*

$$= \frac{12807.02}{25607.04} \times 100\%$$

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

$$= 50\%$$

(*Palm Shell*)

$$= \frac{5120.8}{25607.04} \times 100\%$$

$$= 0,2 \times 100$$

$$= 20\%$$

$$= 19.697,2604 - 1.506.816$$

$$= 18.190.44 \text{ Kj/Kg}$$

- Persentase penggunaan Bahan Bakar Kulit (*Bark*)

$$= \frac{7680.212}{25607.04} \times 100\%$$

$$= 0,3 \times 100\%$$

$$= 30\%$$

#### 4.2 Nilai kalor Bahan Bakar Tertinggi (*High Heating Value*)

Untuk menghitung nilai kalor tertinggi (HHV) digunakan persamaan Dulong dan Petit sebagai berikut :

$$H_{hv} = \left( (33950 \times C) + 144200 \left( H_2 - \frac{O_2}{8} \right) + (9400 \times S) \right) \frac{Kj}{Kg}$$

(*Dulong dan Petit*)

$$= 16346,925 + 3341,114 + 9,2214$$

sssss

$$= 19.697,2604 \text{ Kj/Kg}$$

#### 4.3 Nilai kalor Bahan Bakar Terendah (*Low Heating Value*)

Untuk menghitung nilai kalor terendah digunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_{hv} = (H_{hv} - 2400(h_2O + 9H_2)) \frac{Kj}{kg}$$

<http://cctech.com.au/products->

### 5.SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat penulis,dari penelitian ini adalah sebaai berikut:

1. panas yang diserap air heater adalah 9468829.7 Kj/jam
2. Efisiensi *boiler* sebelum menggunakan air heater adalah 69.4 % dan setelah penggunaan air heater meningkat menjadi 72.4 %.

Dari perhitungan efisiensi *boiler* di dapat data –data data berikut:

1. Energi panas yang diserap HTS : 5103000 Kj/Kg
2. Energi panas yang diserap MTS : 1782000 Kj/Kg
3. Energi panas yang diserap LTS : 76383000 Kj/Kg
4. Energi panas yang diserap economizer : 88869425.4 Kj/Kg

### 6.DAFTAR PUSTAKA

Culp. Archie W, “*Prinsip-prinsip Konversi Energi*”, Penerjemah Darwin Sitompul Erlangga, 1996

El-Wakil, M.M.,Jasjfi, MSc, Ir. E., 1992, *Instalasi Pembangkit Daya*, Erlangga, Jilid 1, Jakarta.

<http://air.eng.ui.ac.id>

(*Dulong dan Petit*)

[air\\_heater.html](http://air_heater.html)

<http://paragonairheater.com/clients.html>

M J Djokosetyardjo, *Ketel Uap*, PT. Pradnya Paramita, 1993.

Moran, Michael J, Saphiro, Howard N. *Termodinamika Teknik*, Jilid 2.

Jakarta :Erlangga.2004

Muin A. Syamsir. 1988. “*Pesawat-pesawat Konversi Energi I (ketel Uap)*”. Edisi Pertama. Penerbit CV.

Rajawali. Jakarta.

Silalahi Abel, *Dasar-dasar Ketel Uap*, ITN Malang, 1977.

Tambunan., 1984, *Ketel Uap*, Karya Agung, Jakarta.

V. Mallikarjuna, N. Jashuva, B.

Rama Bhupal Reddy.”*Improving*

*Boiler Efficiency By Using Air*

*Preheater*”. International Journal of

Advanced Research in Engineering

and Applied Sciences. February

2014

Yunus, Asyari D. *Ketel Uap (Steam*

*Boiler)*. Jakarta: Teknik Mesin

Universitas Darma Persada.