

**ANALISIS EFISIENSI *BOILER FIVES CHAIL BABCOCK BR 2-39-62*  
KAPASITAS 55 TON/JAM TEKANAN KERJA 26 BAR  
DI PT. PG. RAJAWALI II UNIT PG. JATITUJUH**

**Tarsudin, Engkos Koswara, Dony Susandi.**

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

Email: [tarsudin39@gmail.com](mailto:tarsudin39@gmail.com)

**ABSTRACT**

*PT. PG. Rajawali II unit PG. Jatitujuh uses 3 boiler units as its energy source, one of which is boiler Fives Cail Babcock BR 2-39-62 capacity of 55 tons / hour. Boilers or boilers are closed vessels used to produce steam, steam is obtained by heating a vessel containing water with fuel. The steam produced by the boiler will be used to drive the turbine in 2 alternators, 1 unit of unigator, 1 unit of mill, 1 unit of cane cutter, and the process of drying sugar. BR 2-39-62 FCB boilers began operating in 1980, this boiler is quite old so that the performance has decreased. For this reason, an analysis was held to determine the efficiency of the boiler. The initial standard of boiler operation FCB 2-39-62 in 1980 was a maximum working pressure of 26 bar, the temperature of the incoming water was 105°C, steam temperature was 350°C, steam flow was 47 Ton / Hour, and water quality was 7.0 pH. Based on data and analysis, it is known that the initial efficiency of boiler operation FCB BR 2-39-62 is 100%, while the greatest efficiency on October 21, 2018 is 38%. The effect of decreasing boiler efficiency is caused by the reduced temperature of boiler intake due to the buildup of scale and rust on the pipe, which affects the steam flow.*

**Keywords:** boiler, work process, efficiency, bagasse, steam.

## 1. PENDAHULUAN

*Boiler* atau ketel uap adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar (Yohana dan Askhabulyamin 2012).

*Boiler* mengubah energi-energi kimia menjadi bentuk energi yang lain untuk menghasilkan kerja. *Boiler* dirancang untuk melakukan atau memindahkan *kalor* dari satu sumber pembakaran, yang biasanya berupa pembakaran bahan bakar. *Boiler* terdiri dari 2 komponen utama, yaitu: *Furnace*, dan *SteamDrum*.

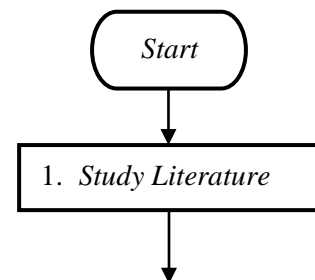
Efisiensi *boiler* dinyatakan sebagai perbandingan panas sebenarnya, yang digunakan untuk memanaskan air dan pembentukan uap terhadap panas hasil pembakaran bahan bakar. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi *boiler* antara lain *mass flow*, tekanan dan temperatur air masuk *boiler*, serta tekanan

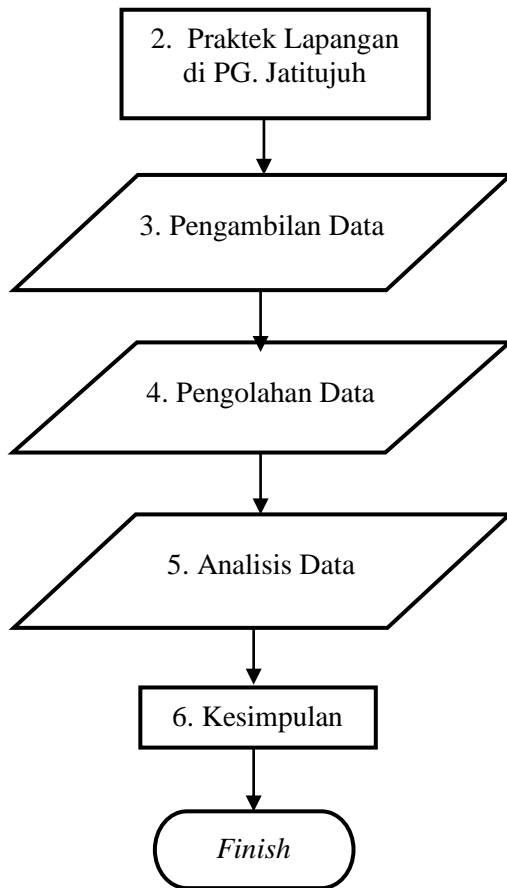
dan temperatur uap keluar *boiler* (Asmudi 2010).

Standar awal operasi *boiler* FCB BR 2-39-62 pada tahun 1980 tekanan kerja maksimalnya 26 bar, temperatur air masuk 105°C, temperatur uap 350°C, steam flow 47 Ton/Jam, dan kualitas airnya 7.0 pH, sehingga menghasilkan efisiensi 100%.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Gambar 1 menjelaskan diagram alir proses kerja praktek yang berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses kerja praktek.



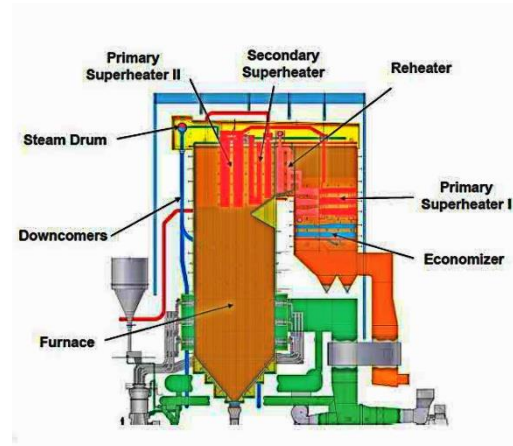


Gambar 1 Flow Chart Kerja Praktek

### Proses Kerja Boiler FCB BR 2-39-62

Untuk dapat menghasilkan uap air tentunya diperlukan air yang sesuai dengan kadar pH yang telah ditetapkan sebelumnya. Air pengisi boiler didapatkan dari sungai Cimanuk dengan kadar 7.0 pH, yang kemudian diproses didalam *water treatment* sebelum di salurkan ke *deaerator* (untuk mengurangi kandungan oksigen didalam air), dan disalurkan ke boiler melalui *feed water pump*.

Dengan *feed water pump*, air yang sudah melalui proses di *deaerator* tadi memulai tahapan proses di boiler dengan urutan sebagai berikut :



Gambar 2 Proses Kerja Boiler

#### 2.1 Furnace (Ruang bakar)

*Furnace* (ruang bakar) adalah bagian utama dari boiler, dimana tempat berlangsungnya proses pembakaran antara bahan bakar (ampas tebu) dengan udara pembakaran.

#### 2.3 Downcomers

*Downcomers* mensirkulasikan fluida yang masih berwujud air pada *steam drum* menuju *lower header boiler* dan masuk ke *water wall boiler* atau *riser*.

#### 2.4 Economizer

*Economizer* berfungsi menaikkan temperatur *feed water pump* hingga mencapai titik didihnya, pemanas pada *economizer* memanfaatkan gas buang dari boiler.

#### 2.4 Steam Drum

*Steam drum* yaitu bejana bertekanan tempat menampung air dari *economizer* dan uap hasil penguapan dari *water wall/riser*, disini juga *steam drum* berfungsi sebagai pemisah antara air dan uap. Uap sendiri menuju *superheater* sedangkan air turun melalui *downcomer* menuju *water wall/riser*.

#### 2.5 Superheater

Uap keluaran dari *steam drum* akan menuju *superheater*. Pada *superheater* uap dipanaskan lebih lanjut hingga uap

mencapai temperatur kerjanya (*Design*) menjadi uap panas lanjut (*Superheated vapour*).

### 2.6 Reheater

*Reheater* memanaskan ulang uap keluaran dari *High pressure* sebelum dipergunakan memutar *Intermediate*. Pada *reheater* yang mengalami perubahan yaitu temperturnya sedangkan *pressure* tetap tidak mengalami perubahan.

### 2.7 Desuperheater

*Desuperheater* menjaga temperatur uap (*Main steam*) dan *reheat steam*, dengan cara menyuntikkan air bertekanan yang didapat/diambil dari *discharge boiler feed pum* agar tidak melebihi temperatur kerjanya.

### 2.8 Safety Valve

*Safety valve* atau katup pengaman berfungsi sebagai media pengaman jika terjadi tekanan yang berlebih (*Over pressure*) pada *system safety valve*, dipasang pada beberapa tempat yaitu *steam drum*, *Superheater pipe*, dan *Reheater inlet, outlet pipe*.

Berikut ini adalah data standar awal operasi *boiler FCB BR 2-39-62* dapat dilihat pada tabel 2.1.

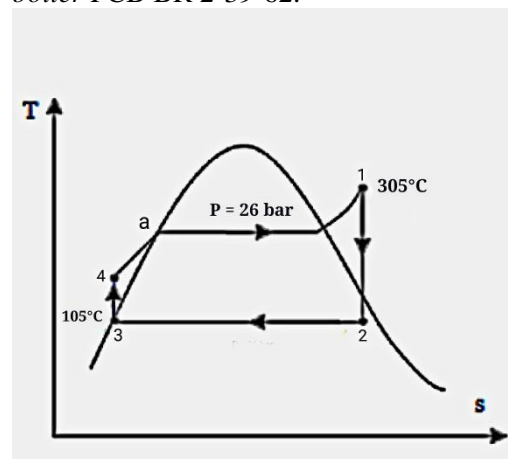
Tabel 2.1 Data standar operasi *boiler FCB BR 2-39-62*.

Merk	<i>Fives Cail Babcock</i>
Tipe	BR 2-39-62
Jenis	ketel pipa air
Kapasitas	55 Ton/Jam
Tekanan maksimum	30 bar
Tekanan kerja	26 bar
Temperatur air pengisi	105°C
Luas pemanas	105 m <sup>2</sup>
Tekanan uap baru	26 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatur uap baru	350°C
Water flow	47 Ton/Jam

Steam flow	45 Ton/Jam
Kualitasair	7.0 pH
Persediaan air	>60 m <sup>3</sup>
Bahan bakar	Ampas tebu
Bahan bakar yang digunakan	25 Ton/Jam
Energi pembakaran bahan bakar ampas tebu	4,600 Kcal/kg

Sumber: PG. Jatitujuh, kerja *boiler* pada saat awal operasi tahun 1980

Gambar 2.2 menjelaskan tentang siklus termodinamika yang terjadi pada *boiler FCB BR 2-39-62*.



Gambar 3 diagram T-S

Menghitung efisiensi standar awal operasi *boiler FCB BR 2-39-62* pada tahun 1980.

$$\begin{aligned}
 P &= 26 \text{ bar} \\
 B &= 45 \text{ Ton/Jam} \\
 H_1 &= 350^\circ\text{C} = 3018,8 \text{ kJ/kg di dapat dari tabel T-2 pada lampiran.} \\
 H^1 &= 105^\circ\text{C} = 442 \text{ kJ/kg di dapat dari tabel T-2 pada lampiran.} \\
 G &= 25 \text{ Ton/Jam} \\
 GCV &= 4600 \text{ Kcal/kg}
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\eta = \frac{B \times (H_1 - H^1)}{G \times GCV} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{45(3018,8 - 442)}{25 \times 4600} \times 100\% \\ &= \frac{45 \times 2576,8}{115000} \times 100\% \\ &= \frac{115956}{115000} \times 100\% \\ &= 0,100 \times 100\% \\ &= 100 \%\end{aligned}$$

Jadi, efisiensi *boiler Fives Cail Babcock BR 2-39-62* standar awal operasinya adalah sebesar 100 %.

Sedangkan efisiensi yang didapatkan pada tanggal 21 Oktober 2018 dijelaskan pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 perbandingan efisiensi *boiler FCB BR 2-39-62* standar awal operasi dan tanggal 21 Oktober 2018

Kerja <i>Boiler</i> FCB BR 2-39-62	Standar Operasi Tahun 1980	Waktu (jam)		
		Tanggal 21 Oktober 2018		
Tekanan Kerja (bar)	26	25	25	25
Temperatur Air (°C)	105	98	94	99
Temperatur Uap (°C)	350	280	294	316
Steam Flow (Ton/Jam)	45	15	13	17
Enthalpy Air (kJ/kg)	442	412,48	395,65	416,6
Enthalpy Uap (kJ/kg)	3018,8	2960,15	2994,99	3047,99
Efisiensi (%)	100	33	29	38

### 3. HASIL PEMBAHASAN

#### Proses Kerja Boiler FCB BR 2-39-62

Untuk dapat menghasilkan uap air tentunya diperlukan air yang sesuai dengan kadar pH yang telah ditetapkan sebelumnya. Air pengisi *boiler* didapatkan dari sungai Cimanuk dengan kadar 7.0 pH, yang kemudian diproses didalam water treatment sebelum di salurkan ke *deaerator* (untuk mengurangi kandungan oksigen didalam air), dan disalurkan ke *boiler* melalui *feed water pump*. Temperatur air masuk *boiler* adalah 105°C dan tekanan kerjanya 26 bar.

#### Efisiensi Boiler Fives Cail Babcock BR 2-39-62

Hasil kegiatan melakukan perhitungan efisiensi *boiler FCB BR 2-39-62*, bahwa efisiensi adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan mulai dari bagian pembakaran dan sebagainya. Uap yang keluar didapatkan dari air yang dipanaskan oleh proses pembakaran.

Hasil perhitungan efisiensi *boiler FCB BR 2-39-62* standard operasinya adalah 100%. Sedangkan hasil perhitungan efisiensi dari data yang didapat pada tanggal 21 Oktober 2018 adalah sebagai berikut:

1. Pada pukul 07.00 efisiensi *boiler* adalah 33%.
2. Pada pukul 13.00 efisiensi *boiler* adalah 29%.
3. Pada pukul 21.00 efisiensi *boiler* adalah 38%.

Penyebab berkurangnya efisiensi dari *boiler FCB BR 2-39-62* pada tanggal 21 September 2018 dari standar operasi pada tahun 1980 adalah;

- Menurunnya temperatur air masuk *boiler* dikarenakan terjadinya karat dan penumpukan kerak pada pipa yang disebabkan oleh pH air yang tidak standar.
- Berkurangnya temperatur uap yang dihasilkan karena

menurunnya temperatur air masuk *boiler*.

- Berkurangnya *steam flow* yang dihasilkan karena berkurangnya temperatur uap.

Dari hasil perhitungan efisiensi pada tiga waktu yang berbeda diatas, maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi *boiler* FCB BR 2-39-62 pada tiap waktunya bisa berbeda, itu artinya *boiler* FCB BR 2-39-62 perlu adanya perbaikan, karena tingkat efisiensi standar awal operasi *boiler* FCB BR 2-39-62 adalah sebesar 100%, artinya efisiensi *boiler* FCB BR 2-39-62 berkurang sebesar 71%, berkurangnya efisiensi *boiler* dari standar operasi maka akan berpengaruh terhadap kinerja dari alternator, unit gilingan, unit *unigator*, unit *cane cuter*, dan proses pengeringan gula pada proses produksi gula pasir.

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

Dari hasil penyusunan laporan kerja praktek tentang proses kerja dan efisiensi *boiler* di PT. PG. Rajawali II unit PG. Jatitujuh, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Dari hasil data yang didapatkan Air pengisi *boiler* berasal dari sungai Cimanuk dengan kadar 7.0 pH, yang kemudian diproses didalam *water treatment* sebelum di salurkan ke *deaerator* (untuk mengurangi kandungan oksigen didalam air), dan disalurkan ke *boiler* melalui *feed water pump*, temperatur air masuk *boiler* adalah 105°C dan tekanan kerjanya 26 bar.
- b) Dari hasil perhitungan diatas, standar efisiensi *boiler* FCB BR 2-39-62 di PG. Jatitujuh pada tahun 1980 adalah 100%. Sedangkan efisiensi *boiler* pada tanggal 21 Oktober 2018 yang

terbesar adalah 38%, artinya efisiensi *boiler* FCB BR 2-39-62 berkurang sebesar 71%, berkurangnya efisiensi *boiler* dari standar operasi maka akan berpengaruh terhadap kinerja dari alternator, unit gilingan, unit *unigator*, unit *cane cuter*, dan proses pengeringan gula pada proses produksi gula pasir.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Asmudi, 2010. Analisa Unjuk Kerja *Boiler* Terhadap Penurunan Daya Pada PLTU PT. Indonesia Power UPB Perak. Jurusan Teknik Perkapalan. Fakultas Teknologi Kelautan. ITS Surabaya.
- Winanti, w. S., Prayudi, T. 2006. Perhitungan Efisiensi *Boiler* Pada Industri Tepung Terigu.
- Sudarto Yudi, 1999. "Kajian Teoritik Perhitungan Efisiensi PLTU unit I Kapasitas 400 MW di Paiton.
- Yohana, dan askhabulyamin, 2012. Perhitungan Efisiensi dan Konversi dari Bahan Bakar Solar ke Gas pada *Boiler* EBARA HKL 1800 KA, Jurnal Teknik Mesin14:7-10.
- Muin, S. A. 1998. Pesawat-pesawat Konversi Energi I : Ketel Uap. Jakarta: Rajawali Press.