



## **Analisa Perancangan Economizer Untuk Menaikan Efisiensi Boiler Di Laboratorium Politeknik Negeri Medan**

### ***Analysis of Economizer Design To Boost The Efficiency of The Boiler in The State Polytechnic of Medan***

**Pafh Rizki Ananda Nst<sup>1)</sup> \*, Amirsyam Nst<sup>2)</sup>, Darianto<sup>3)</sup>**

1) Alumni Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

2) Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

\*Corresponding Email: [anandarizki9571@gmail.com](mailto:anandarizki9571@gmail.com)

---

#### **Abstrak**

Ekonomizer berfungsi untuk memanaskan air pengisi boiler dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam boiler. Dengan meningkatnya temperatur air pengisi boiler maka efisiensi boiler juga akan meningkat. Telah dianalisa perancangan sebuah ekonomizer pada boiler pipa api dengan 7 belitan dan dapat dilihat setelah dilakukan perancangan ekonomizer maka efisiensi boiler meningkat sebesar 14,2%, terjadi penurunan laju aliran bahan bakar sebesar 5,909 kg/jam, terjadi penghematan energy panass sebesar 22,32 % dan biaya penggunaan bahan bakar akan menurun.

**Kata kunci : Ekonomizer, Boiler, Efisiensi.**

#### **Abstract**

*The Economizer has a function to heat the feed water of boiler by utilizing the heat of remaining of combustion gas. By increasing the feed water temperature resulting the boiler efficiency will also increases. A design of economizer has been analyzed on fire-tube boiler with 7 windings and could be found after conducting the economizer design then boiler efficiency increased as much as 14.2%. Moreover, there was a reduction in the fuel flow rate as much as 5.909 Kg/h, a heat energy savings about 22.32%, also the reduction of fuel usage costs.*

**Keywords: Economizer, Boiler, Efficiency.**

**How To Cite:** Pafh, R, Amirsyam, N, dan Darianto. (2017), Analisa Perancangan Economizer Untuk Menaikan Efisiensi Boiler Pipa Api di Laboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Medan. Jmemme (Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy). 1 (2): 87-92

---

## PENDAHULUAN

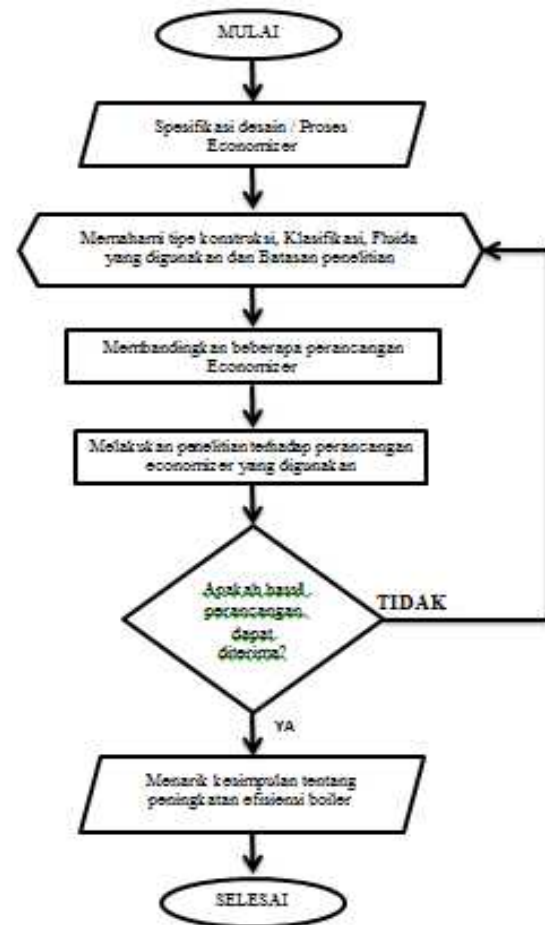
*Boiler* adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas (*steam*) yang bersuhu sekitar 2500-3000<sup>o</sup>F. *Steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses untuk membangkitkan energi. Volume *steam* akan meningkat sekitar 1600 kali dari volume air. *Steam* menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak. *Boiler* tersusun dari beberapa komponen seperti cerobong, *superheater*, *steam drum*, *economizer*, dan komponen penting lainnya. Salah satu komponen terpenting pada sistem *boiler* adalah *economizer* yang berperan membantu memanaskan *feedwater* yang akan digunakan dalam *boiler* (UNEP, 2004).

Untuk menaikkan efisiensi boiler maka digunakan sebuah alat yang bernama economizer. Fungsi Economizer pada Boiler adalah untuk memanaskan air pengisi Boiler dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam Boiler. Dengan meningkatnya temperatur air pengisi Boiler maka Efisiensi Boiler juga akan meningkat. Gas sisa pembakaran bahan bakar di dalam Boiler masih mempunyai temperatur yang cukup tinggi. Dengan melewati gas sisa pembakaran melalui pipa-pipa Economizer maka akan

terjadi transfer panas yang akan diserap oleh pipa-pipa Economizer dan panas tersebut diteruskan kedalam air pengisi Boiler yang terdapat di dalam pipa-pipa Economizer. Kinsky R (1989).

## METODE PENELITIAN

### Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian (Sumber : Hasil Penelitian)

## Pengoperasian Boiler

### 1. Prinsip Kerja Boiler

Dalam *boiler* air diubah menjadi uap. Panas diserap air di dalam boiler dan uap yang dihasilkan secara kontiniu. Air umpan boiler disedot ke boiler untuk menggantikan kehilangan air didalam

boiler yang berubah menjadi uap. Ketika uap meninggalkan air yang mendidih, padatan terlarut yang bersal dari umpan boiler tertinggal di air boiler. Padatan-padatan yang tertinggal menjadi bertambah kepekatannya, dan bahkan dapat mencapai kesuatu tingkat dimana pemekatan lebih lanjut bisa menyebabkan terbentuknya kerak atau diposit didalam boiler.

## 2. Suplai Energi

Suplai energi terhadap boiler diperoleh dari bahan bakar. Rancangan bahan bakar boiler jenis "Fired Steam Boiler Type Fulton 30 E" pada alat pengujian ini adalah solar. Kandungan energi (E) bahan bakar (KJ/Kg) dapat diperoleh melalui percobaan "Bomb Calorimeter", atau bisa dihitung dengan rumus Dulong jika bahan diketahui (hasil analisis lab).

Dalam pengujian ini, kandungan energi solar dapat diperoleh dari buku referensi Heat Engineering. Besarnya energi panas pembakaran adalah suplai panas terhadap boiler

$$Q_s = m E$$

dimana :

$\dot{m}$  = laju aliran massa bahan bakar (Kg/jam)

E = kandungan energi bahan bakar (KJ/Kg)

## 3. Energi Evaporasi

Energi untuk perubahan air pengisian (*feed water*) menjadi uap (*steam*) dalam proses evaporasi adalah besarnya kandungan entalpi uap kurang kandungan entalphi air pengisian

$$Q = \dot{m}_u (h_u - h_a)$$

dimana :

$\dot{m}_u$  = laju aliran massa uap (Kg/jam)

$h_u$  = entalphi uap

(KJ/Kg)

$h_a$  = entalphi air (KJ/Kg)

Dimana  $m_s$  adalah laju aliran massa uap dari boiler pada kondisi keadaan tunak/steady (*steady-state*) adalah juga sama dengan laju aliran massa air masuk ke boiler.

## 4. Efisiensi Boiler

Efisiensi boiler atau ketel uap adalah perbandingan antara energi evaporasi (penguapan) terhadap energi suplai bahan bakar, maka :

$$y_B = \frac{Q}{Q_s} = \frac{\dot{m}_u (h_u - h_a)}{\dot{m} E}$$

Besar efisiensi dari pengoperasian sebuah boiler modern dengan minyak atau gas adalah kira-kira 80%. Harga ini agak lebih rendah pada sebuah ketel pembakaran berbahan bakar padat.

## 5. Tekanan absolut uap

Tekanan absolut uap adalah tekanan pengukuran (gauge) ditambahkan tekanan atmosfer.

$$P_{abs} = P_{gauge} + P_{atm}$$

Dalam mengoperasikan boiler, setelah mendapatkan tekanan 2 bar. Maka, boiler di jaga pada tekanan tersebut selang beberapa waktu baru boiler boleh diaktifkan sampai tekanan yang telah diinginkan agar boiler tidak cepat rusak. (Kinsky R, 1989).

### Data Penelitian

#### 1. Data Penelitian Pada Boiler

Tabel 1. Data penelitian pada boiler

No.	Waktu	Bahan Bakar	Air Umpan
1.	10.45	L = 75.8 cm B = 73.2 cm	113.3100m <sup>3</sup>
2.	11.45	T = 5.9 cm	113.5538m <sup>3</sup>

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 2. Data Pengujian Boiler

No.	Pengujian	Temperature
1.	Udara	29°C
2.	Air Umpan	27°C
3.	Bahan Bakar	26°C
4.	Uap Air / Steam	165°C
5.	Temp. gas Buang	290°C

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 3. Data Perancangan Economizer

No.	Pengujian	Temperature
1.	Gas asap masuk	290°C
2.	Gas asap keluar	215°C
3.	Air masuk	27°C
4.	Air keluar	66°C

Sumber : Hasil Penelitian

### Data - data pendukung :

Tekanan pada boiler	= 6,5 bar
Bahan bakar	= solar
Density	= 0,82 kj/kg
Kandungan Energi	= 45.700kj/kg
Kualitas Uap (x)	= 90%

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Energi Input Boiler

Setelah dilakukan perhitungan dari data yang didapat, maka diperoleh :

Tabel 4. Energi Input Boiler

No.	Perhitungan	Hasil
1.	Jumlah air umpan	243,8 Kg/ jam
2.	Laju aliran minyak solar	1.213.792 Kj/jam
3.	Temperatur air umpan	27°C

Sumber : Hasil Penelitian

#### 2. Energi Penguapan

Energi penguapan ialah energy panas untuk merubah air menjaddi uap, dengan kata lain energy yang diserap fluida  $H_2O$  dari sumber panas pembakaran yang menjadikan air menjadi uap.

Tabel 5. Energi Penguapan

No.	Perhitungan	Hasil
1.	Energi penguapan pada Temp. air umpan 28°C	113,194 Kj/Kg
2.	Efisiensi boiler sebelum penghematan	49%

Sumber : Hasil Penelitian

### 3. Energi Output Boiler

Energi panas suhu keluaran boiler setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh:

Tabel 6. Energi Output Boiler

No.	Perhitungan	Hasil
1.	Energi Keluaran berguna (Energy Evaporasi)	596.531,302 Kj/jam
2.	Jumlah laju aliran massa udara	486,04 Kg/jam
3.	Jumlahh laju massa aliran gas asap	512,6 Kg/jam
4.	Panas jenis gas buang rata-rata	1,0254 Kj/ Kg K
5.	Energi panas keluaran ke lingkungan	577873,796 Kj/jam

Sumber : Hasil Penelitian

### 4. Melakukan optimasi pada system boiler

a. Memperbaiki isolasi dan Kebocoran: 231149,518 Kj/jam.

b. Pemanfaatan energy panas dalam cerobong gas asap dengan merancang Economizer setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh :

Tabel 7. Perancangan Economizer

No.	Perhutingan	Hasil
1.	Temp. gas rata-rata economizer	535,5°K
2.	Panas jenis gas buang temp. 530,5°K	1,0363 Kj/Kg K
3.	Energi panas yang dimanfaatkan di ekonomizer	7161,5 J/det
4.	Panas yang diberikan air umpan dalam ekonomizer	66°C
5.	Total energi panas yang	22,32%

	dihemat	
6.	Laju aliran bahan bakar yang dihemat	5,929 Kj/jam
7.	Heat transfer dalam economizer	11.066,88 J/det
8.	Belitan	7 belitan

Sumber : Hasil Penelitian

c. Effisiensi boiler setelah dilakukan perncangan Economizer : 63,2%

d. Penghematan biaya yang dilakukan dalam satu tahun sebesar : Rp. 348.561.024.

### 5. Grafik Hasil Perhitungan

a. Grafik penghematan laju aliran bahan bakar



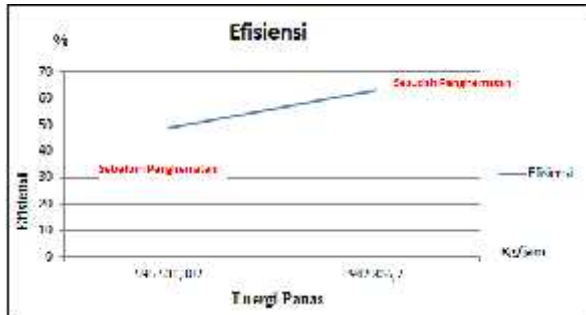
Gambar 2. Grafik penghematan laju aliran bahan bakar

Sumber : Hasil Penelitian

Grafik diatas menunjukkan bahwa perbandingan antara laju aliran bahan bakar dengan gas buang. Sebelum dilakukan penghematan laju aliran bahan bakar adalah 26,56 Kg/ jam dan gas buang sebesar 577.873,796 Kg/jam. Dan setelah dilakukan penghematan maka laju aliran bahan bakar adalah 20,631 Kg/jam dan gas buang sebesar 231.149,518 Kg/jam.

Menandakan bahwa terjadi penurunan setelah dilakukan penghematan.

#### b. Grafik Efisiensi



Gambar 3. Grafik Efisiensi  
Sumber : Hasil Penelitian

Grafik diatas menunjukkan bahwa perbandingan antara Efisiensi dengan Energi panas. Sebelum dilakukan penghematan Efisiensi adalah 49% dan Energi panas sebesar 596.531,302 Kg/jam. Dan setelah dilakukan penghematan maka Efisiensi adalah 63,2% dan Energi panas sebesar 942.836,7 Kg/jam. Menandakan bahwa terjadi kenaikan setelah dilakukan penghematan.

#### SIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dan perhitungan untuk mengetahui variasi desain economizer terbaik maka dapat diperoleh simpulan :

Setelah dilakukan perhitungan perancangan economizer maka efisiensi boiler akan meningkat dari 49% menjadi 63,2%, yaitu sebesar 14,2%.

Laju aliran bakar berkurang dari 26,56 kg/jam menjadi 20,631 kg/jam, terjadi penurunan laju aliran bahan bakar sebesar 5,909 kg/jam.

Setelah diadakan suatu perancangan pemanfaatan gas buang dari cerobong gas asap- asap total panas yang dihematkan

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar et al. 2009. *Kinerja Economizer pada Boiler*.Jurnal Teknik Industri, Vol. 11, No. 1, Juni 2009, pp. 72-81 ISSN 1411-2485. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus Keputih Sukolilo, Surabaya.
- Anonim. 2006. *Peralatan Energi Panas: Boiler & Pemanas Fluida Termis*. UNEP.
- Bahrudi, I. (2014). "Peningkatan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Economizer" Makalah Training Cadet Angkatan XIV. PT REA KALTIM PLANTATION, Kaltim.
- Djokosetyardjo, Ir. M.J. 1990 *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Djokosetyardjo, M.J. 1990. *Penjelasan Lebih Lanjut Tentang Ketel Uap*. P.T. Pradya Paramitha. Jakarta.
- Febriantara, Aris. 2008. *Klasifikasi Mesin Boiler*. Jakarta.
- Holman, J.P. 1986. *Perpindahan Panas*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- <http://www.prosesindustri.com/2015/01/pengertian-boiler-serta-komponen.html> [diakses tanggal 7 februari 2017 11:33]
- <http://dunia-engineer.blogspot.co.id/2011/10/v-behaviorurldefaultvml.html> [diakses tanggal 7 februari 2017 11:35]
- <http://www.pancadesain.com/desain-mesin-industri/economizer> [diakses tanggal 7 februari 2017 11:35]
- Kinsky, R. 1989. *Heat Engineering*. Third Edition. Sydney. McGraw-Hill Book Compan Australia Pty Limited.
- Ratnasari, E (2014) "Desain Economizer Untuk meningkatkan Efisiensi Boiler 52 B 1/2/3 Pada Unit Utilities Complex di PT. Pertamina RU IV Cilacap". Jurnal Teknik POMITS, Vol.1, No. 1, 2014. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.