

**ANALISIS HEAT TRANSFER COEFFICIENT SEBELUM DAN  
SESUDAH OVERHAUL PADA ECONOMIZER BOILER DI  
PT. JAPFA COMFEED BANJARMASIN**

**Muhammad Ramlan<sup>1)</sup>, Aqli Mursadin<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin,

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

E-mail: ramlanmuhammad03@gmail.com

**Abstract**

In some heat exchanger tools are widely used in industries such as power plants, oil refineries, chemical plants and petrochemicals, natural gas industry, refrigeration, and so forth. One example of a heat exchanger found in the poultry feed industry in PT.Japfa Comfeed Branch of Banjarmasin is the economizer, where the hot vapor of combustion in the furnace is used as a feed water heater before entering the boiler. From the results of the study known in the economize coefficient of the highest heat transfer before the overhaul of 1.393.1 Btu / jam.ft<sup>2</sup>.oF at 92.5 oC, and the lowest heat transfer coefficient before the overhaul of 1,334.8 Btu / jam.ft<sup>2</sup>. oF at 101 ° C. after the overhaul, it is known that the highest economizer heat transfer coefficient is 1,419.7 Btu / hour.ft<sup>2</sup>.oF at 99oC, and the lowest heat transfer coefficient after the overhaul is 1,378.6 Btu / hr.ft<sup>2</sup>.oF at 104.5 oC. The increase in heat transfer coefficient value after overhaul is 6.4% of the heat transfer coefficient before overhaul.

**Keywords:** Economizer, Boiler, Heat Transfer Coefficient

**PENDAHULUAN**

Penukar panas atau dalam dunia industri dikenal dengan istilah economizer, adalah suatu alat yang memungkinkan terjadinya perpindahan panas dan dapat berfungsi sebagai pemanas fluida sebelum masuk dalam boiler. medium pemanas memakai gas panas hasil pembakaran dari tungku boiler , dan air biasa sebagai media yang akan dipanaskan. Alat penukar panas sangat luas dipakai dalam dunia industri seperti, pembangkit listrik, kilang minyak, pabrik kimia maupun petrokimia, industri gas alam, refrigerasi, dan lain sebagainya. Salah satu contoh dari alat penukar panas yang terdapat pada industri pakan ternak yang ada di PT.Japfa Comfeed Banjarmasin adalah economizer, dimana gas panas hasil pembakaran dimanfaatkan sebagai pemanas air umpan sebelum masuk ke boiler.

Economizer memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga suhu air umpan yang masuk ke dalam boiler, oleh karena itu performa dan efisiensinya harus terjaga dengan baik. Apabila terjadi kerusakan pada alat tersebut, karena itu performa dan efisiensinya harus terjaga dengan baik. Apabila terjadi kerusakan pada alat tersebut, maka harus secepatnya ditangani untuk menghindari penurunan kinerja (derating) yang berujung pada trip atau kegagalan operasi pemanasan pada boiler.

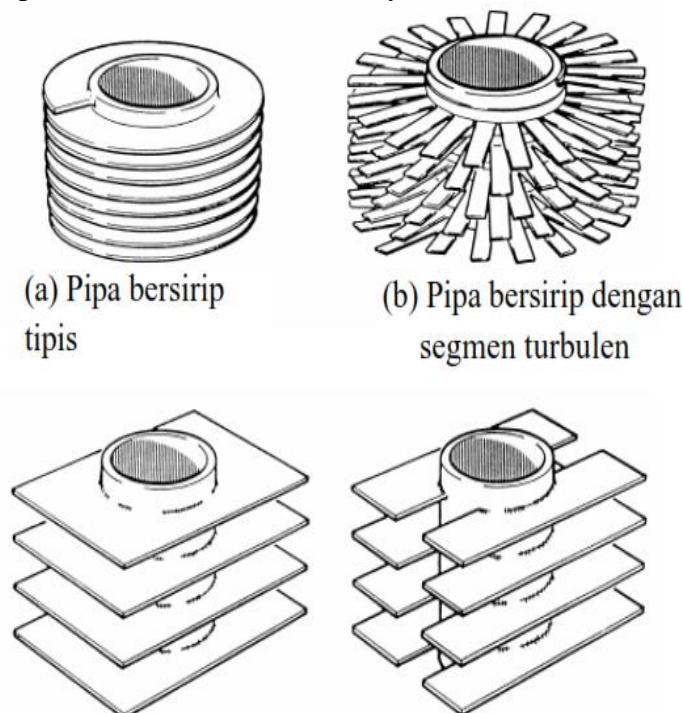
Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan Analisis Heat Transfer Coefficient Sebelum Dan Sesudah Overhaul Pada Economizer Boiler Pt. Japfa Comfeed Banjarmasin

Economizer adalah alat penukar kalor berbentuk tubular yang memanfaatkan gas asap panas hasil dari pembakaran pada boiler untuk memanaskan air umpan boiler sebelum masuk ke steam drum. Istilah economizer diambil dari kegunaan alat tersebut, yaitu untuk menghemat (to economize) penggunaan bahan bakar dengan mengambil panas (recovery) gas buang sebelum dibuang ke atmosfer.

Biro Efisiensi Energi (2004) menyatakan bahwa apabila sebuah economizer dapat dipakai untuk memanfaatkan adanya panas gas buang untuk pemanasan awal air umpan boiler. Setiap penurunan suhu 220 oC suhu gas buang melalui economizer atau pemanas awal terdapat 1% penghematan bahan bakar dalam boiler. Setiap kenaikan 600 °C suhu air umpan melalui economizer atau kenaikan 200 oC suhu udara pembakaran melalui pemanas awal udara, terdapat 1% penghematan pada bahan bakar dalam boiler.

Peralatan tambahan yang sangat penting pada boiler industri tenaga uap adalah economizer. Economizer dirancang mempunyai banyak sirip seperti pada Gambar 1 dari material logam untuk memperluas permukaan singgung perpindahan panas dari gas buang yang bertemperatur tinggi ke fluida air bertemperatur lebih rendah karena hal tersebut fluida air pada economizer akan mudah menyerap panas dari flue gas dari proses pembakaran.

Temperatur air yang ke luar dari economizer lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga setelah masuk boiler tidak dibutuhkan energi panas yang besar. Energi kalor yang dibutuhkan hanya untuk menaikkan temperatur dari economizer menjadi temperatur didih boiler. Jadi dengan pemasangan economizer akan menaikkan efisiensi sistem. Karena economizer disinggungkan dengan gas buang yang banyak mengandung zat-zat polusi yang dapat menimbulkan korosi, maka pemilihan material dari economizer bergantung dari jenis pada bahan bakar yang digunakan pada stoker atau burner (Sunyoto dkk, 2008).



Gambar 1. Gambar Sudu – Sudu Ekonomizer

**Spesifikasi Economizer PT. Japfa Comfeed Cabang Banjarmasin**

Data spesifikasi ini diambil dari Operating Manual Book, Jinan Boiler Group C., Ltd. Data spesifikasi tersebut sebagai berikut:

- *Economizer weight* : 71.269,0 Kg
- *Economizer* : 4.371 M<sup>2</sup>  
(*Product General List, page 2*)
- *Type* : *In line spiral finned tube*
- *Tube size and thickness (D x S)* : 32 mm x 4 mm
- *Tube pitch* : 41 x 67 mm *in line*
- *Number of tubes* : 41 pieces x 11 x 3 high = 1.353
- *Tube material specification* : 20G (GB5310)  
(*Boiler Erection Manual, page 8*)
- *Pressure loss* : 0,2 MPa
- *Inlet pressure* : 11,4 MPa
- *Economizer resistance* : *In-line spiral-finned tube,*  
d = 32 mm 426,4 Pa
- *Feed water flow rate (w<sub>g</sub>)* : 1,17 m/s
- *Temperature difference (ΔT)* : 157,09 °C
- *Mass flow rate* : 121,23 t/h
- *Heat transfer rate (q)* : 154,92 KJ/m<sup>2</sup>. h. °C
- *Diameter in (d<sub>i</sub>)* : 24 mm

Menurut J.P. Holman, 1997 : 528, koefisien perpindahan panas konveksi dapat dicari dengan rumus:

$$h_i = Nu \frac{k}{d} \tag{1}$$

di mana:

$h_i$  adalah Koefisien perpindahan panas konveksi pipa bagian dalam ( $W/m^2 \cdot ^\circ K$ ) ( $Btu/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$ ),  $Nu$  adalah *Nusselt number*,  $K$  adalah Konduktivitas termal ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ) ( $Btu/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$ ), dan  $d$  adalah Diameter dalam ( $m$ ).

**Reynold Number**

Untuk membedakan antara aliran laminar, transisi, dan turbulen maka digunakan bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Reynold, yang merupakan perbandingan antara gaya inersia dengan gaya viskos. Rumus bilangan Reynold (J.P. Holman, 1997 : 528):

$$Re = \frac{\rho \cdot u \cdot L}{\mu} = \frac{u \cdot L}{\nu} \tag{2}$$

di mana:

$\rho$  adalah densitas fluida ( $kg/m^3$ ),  $u$  adalah kecepatan aliran fluida ( $m/s$ ),  $L$  adalah panjang karakteristik ( $m$ ) pada aliran dalam pipa jika penampang bulat maka,  $L$  adalah  $d_i$  jika penampang tidak bulat,  $L$  adalah  $d_h$ ,  $\mu$  adalah viskositas absolut fluida dinamis ( $kg/m \cdot s$ ),  $\nu$  adalah viskositas kinematika fluida ( $(\nu = \frac{\mu}{\rho}) m^2/s$ ).

**Nusselt Number**

Bilangan nusselt menyatakan perbandingan antara perpindahan kalor konveksi pada suatu lapisan fluida dibandingkan dengan perpindahan kalor

konduksi pada lapisan fluida tersebut. Dapat ditulis dengan persamaan The Dittus–Boelter (Incropera, F.P and D.P. Dewitt : 514) :

$$Nu_D = 0,023 Re_D^{4/5} Pr^n \tag{3}$$

di mana:

n adalah 0,4 untuk memanaskan fluida dan n adalah 0,3 untuk mendinginkan fluida.

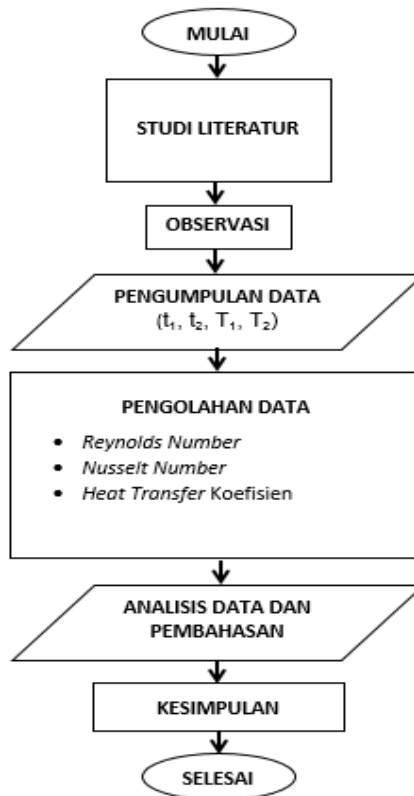
Perumusan ini dapat digunakan dengan kondisi sebagai berikut:

$$0,6 \leq Pr \leq 160, Re_D \geq 10.000, \frac{L}{D} \geq 10$$

Semakin besar nilai bilangan nusselt maka konveksi yang terjadi semakin efektif. Bilangan nusselt yang bernilai 1 menunjukkan bahwa perpindahan kalor yang terjadi pada lapisan fluida tersebut hanya melalui konduksi.

**METODE PENELITIAN**

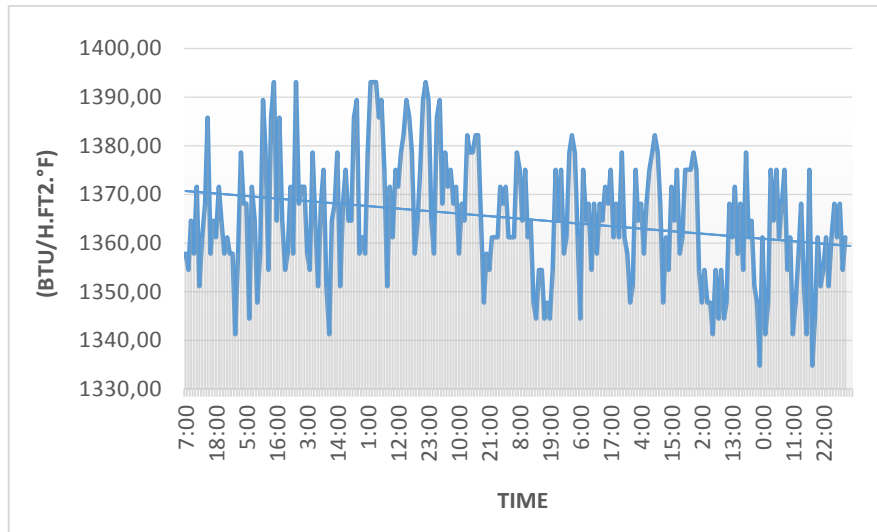
Adapun mengenai diagram aliar penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

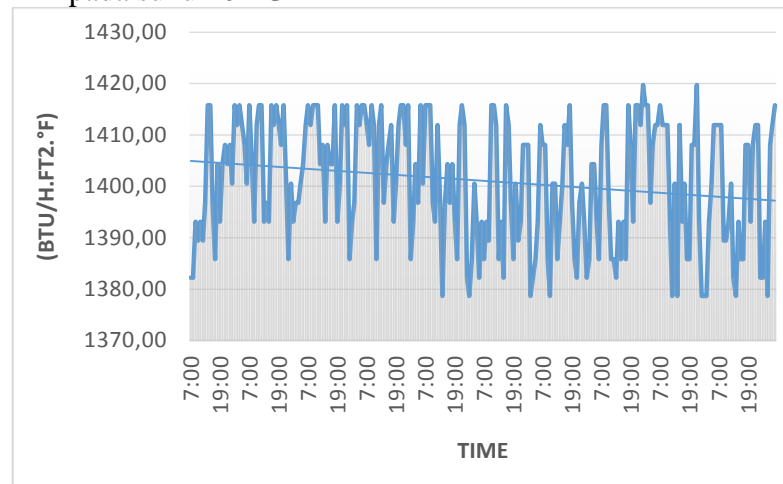
**PEMBAHASAN**

Berdasarkan data hasil perhitungan dan pengamatan, dapat dibuat grafik hubungan koefisien perpindahan panas pada economizer terhadap waktu sebelum overhaul.



Gambar 3. Grafik Hubungan Koefisien Perpindahan Panas Terhadap Waktu Sebelum Overhaul

Dari Gambar 3 dapat dilihat pada hubungan koefisien perpindahan panas terhadap waktu sebelum overhaul, dari data hasil analisis yang didapat kita bisa melihat Koefisien perpindahan panas tertinggi sebelum *overhaul* yaitu sebesar 1.393,1  $Btu/h.ft^2.°F$  pada suhu 92,5°C dan terendah yaitu sebesar 1.334,8  $Btu/h.ft^2.°F$  pada suhu 101°C.



Gambar 4. Grafik Hubungan Koefisien Perpindahan Panas Terhadap Waktu Sesudah Overhaul

Dari Gambar 4 dapat dilihat pada hubungan koefisien perpindahan panas terhadap waktu sesudah overhaul, dari data hasil analisis yang didapat kita bisa melihat Koefisien perpindahan panas tertinggi sesudah *overhaul* yaitu sebesar 1.419,7  $Btu/h.ft^2.°F$  pada suhu 99°C dan terendah yaitu sebesar 1.378,6  $Btu/h.ft^2.°F$  pada suhu 104,5°C .

Hubungan koefisien perpindahan panas terhadap waktu sesudah overhaul mengalami kenaikan perpindahan panas jika dibandingkan dengan kondisi sebelum overhaul yaitu sebanyak 6,4% yang mana hal itu disebabkan oleh adanya pembersihan debu (fouling) sisa dari pembakaran cangkang sawit yang

menumpuk pada dinding tube economizer yang menyebabkan panas dari luar tube dapat berpindah secara maksimal untuk memanaskan fluida.

Berdasarkan hasil analisis koefisien perpindahan panas pada tube terhadap temperatur fluida tube, dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu fluida di dalam tube (feedwater) maka koefisien perpindahan panasnya akan rendah, artinya jika suhu feedwater pada bagian tube tinggi maka panas yang akan diserap oleh fluida pada tube akan sedikit, hal ini karena koefisien perpindahan panas fluida tube yang rendah akibat suhu fluida yang sudah panas / tinggi. Sedangkan jika suhu fluida rendah maka panas yang diserap akan lebih banyak sehingga koefisien perpindahan panasnya tinggi.

Adapun salah satu faktor yang mengakibatkan menurunnya nilai heat transfer pada economizer yang membandingkan antara sebelum overhaul dengan setelah overhaul adalah adanya faktor pengotor dari debu (fouling) hasil pembuangan flue gas dari furnace yang tebal, sehingga membuat heat transfer pada economizer menurun.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dapat ditarik kesimpulan mengenai perbandingan heat transfer economizer di PT. Japfa Comfeed Banjarmasin sebelum dan sesudah overhaul yaitu :

1. Koefisien perpindahan panas sebelum dan sesudah overhaul
  - a. Koefisien perpindahan panas terhadap waktu sebelum *overhaul* yaitu sebesar  $1.393,1 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$  pada suhu  $92,5^\circ\text{C}$  dan terendah yaitu sebesar  $1.334,8 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$  pada suhu  $101^\circ\text{C}$ .
  - b. Koefisien perpindahan panas terhadap waktu sesudah *overhaul* yaitu sebesar  $1.419,7 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$  pada suhu  $99^\circ\text{C}$  dan terendah yaitu sebesar  $1.378,6 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$  pada suhu  $104,5^\circ\text{C}$ .
2. Nilai kenaikan koefisien heat transfer dapat dilihat ketika perpindahan panas dari economizer meningkat sebesar 6,4%, yang disebabkan oleh adanya pembersihan (overhaul) pada sudu-sudu economizer yang mengalami pengotoran dari hasil pembakaran.

### DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J.P 1986 Heat Transfer, Sixth Edition, New York :Mcgraw Hill, Ltd
- Insropera, F.P And D.P. Dewitt. Fundamentals Of Heat And Mass Transfer, Sixth Edition.
- LP, Teguh Windar. 2013. Analisis Heat Transfer Pada Economizer PT.Inducement Tunggal Prakasa, Tbk P-12 (Skripsi). Banjarbaru : PSTM ULM.
- Lukman, Buchori. 2004. Buku Ajar Perpindahan Panas Bagian 1. Semarang : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Ratnasari, Esti.,Dr. Ridho Hantoro, ST., MT Dan Nur Laila Hamida, ST.,M.Sc.2014. Desain Ekonomiser Untuk Meningkatkan Efisiensi Boiler 52B 1/2/3 Pada Unit Utilities Complex Di Pt. Pertamina RU IV Cilacap (Jurnal).