

PENGARUH SERRATED FINNED TUBE TERHADAP PERPINDAHAN PANAS ECONOMIZER MENGGUNAKAN ANSYS CFD

Rif'ah Amalia¹⁾, Fahmi ²⁾, dan Joke P³⁾

^{1,2,3} Sistem Pembangkit Energi, PENS, Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111
E-mail: rifahamalia@pens.ac.id

Abstract

Improving the performance of the PLTU Boiler, one of which is the Economizer's performance, must be optimal. Economizer is a preheater for feedwater, where the feedwater will flow from the deaerator to the steam drum. Heating that occurs in the economizer, namely raising the temperature of the feedwater does not change the phase to steam that occurs in small pipes or so-called tubes that cross the boiler. An analysis of the effect of fin tube on the temperature distribution of feedwater in the economizer was carried out. The research was conducted using the CFD (Computational Fluid Dynamic) method which aims to observe the distribution of heat transfer in the economizer tube. This research was conducted in the form of a fin economizer with an annular finned tube form. The best thermal distribution is obtained by using a serrated fin, namely serrated finned tube with an outlet temperature value of 286.55 K from an initial inlet temperature of 290 K. The Nusselt Number serrated finned tube value is 157.945.

Keywords: serrated finned tube, economizer, heat transfer, ansys, PLTU

Abstrak

Meningkatkan performa *Boiler* PLTU salah satunya performa *Economizer* harus optimal. *Economizer* merupakan pemanas awal untuk *feedwater*, dimana *feedwater* tersebut akan mengalir dari deaerator menuju steam drum. Pemanasan yang terjadi pada *economizer*, yaitu menaikkan temperatur *feedwater* tidak sampai merubah fase menjadi uap yang terjadi di dalam pipa – pipa kecil atau yang disebut dengan tube – tube yang melintang dalam *boiler*. Dilakukan analisa pengaruh *fin tube* terhadap distribusi temperatur *feedwater* di dalam *economizer*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*) yang bertujuan untuk mengamati distribusi perpindahan panas di *tube economizer*. Penelitian ini dilakukan bentuk *fin economizer* dengan bentuk *annular finned tube*. Distribusi thermal yang paling baik didapatkan dengan menggunakan fin bergerigi yaitu serrated finned tube dengan nilai temperatur outlet 286,55 K dari temperatur awal inlet sebesar 290 K. Nilai *Nusselt Number serrated finned tube* sebesar 157,945.

Kata Kunci: serrated finned tube, economiser, perpindahan panas, ansys, PLTU

PENDAHULUAN

Boiler merupakan alat konversi energi yang berfungsi untuk merubah fase air umpan boiler menjadi uap melalui proses pemanasan. Sebelum masuk ke boiler, air umpan boiler melalui water treatment dulu *Economizer* merupakan alat perpindahan panas yang digunakan sebagai pemanas awal air umpan boiler yang berfungsi untuk menaikkan temperatur air umpan boiler. *Economizer* merupakan pemanas awal untuk *feedwater*, dimana *feedwater* tersebut akan mengalir dari deaerator menuju steam drum. Pemanasan yang terjadi pada *economizer*, yaitu menaikkan temperatur *feedwater* tidak

sampai merubah fase menjadi uap yang terjadi di dalam pipa – pipa kecil atau yang disebut dengan *tube – tube* yang melintang dalam boiler. Perpindahan energi panas yang terjadi pada permukaan pipa *economizer*, dipengaruhi oleh besarnya luas permukaan perpindahan panas. Apabila luas permukaan perpindahan panas belum maksimal, maka besar perpindahan panas pun belum maksimal. Fungsi dari *fin tube* adalah untuk memperluas permukaan agar laju perpindahan panas yang terjadi lebih besar pada *economizer*. Ada beberapa jenis fin yang akan di teliti dan mencari *fin* yang dapat menghasilkan efisiensi yang baik untuk perpindahan panas di dalam boiler.

Diperlukan sebuah evaluasi dan modifikasi terhadap performa dari *economizer* dengan penambahan *fin tube* pada *economizer*. Oleh karena itu, pada paper ini digunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*) dengan sebuah *software* ANSYS yang bertujuan untuk mengamati distribusi perpindahan panas pada *economizer*. Pada paper ini akan dilakukan sebuah simulasi untuk menganalisis pengaruh bentuk *serrated finned tube* di *economizer* terhadap distribusi panas dengan menggunakan *software* ANSYS.

Permasalahan yang sering terjadi di *fin tube economizer* yaitu *fouling* yang akan menghambat laju perpindahan panas sehingga panas yang ditransfer tidak maksimal. *Fin tube* di *economizer* penting untuk dibahas karena akan berdampak pada performa unit yang lainnya dan akan berdampak pada keluaran listrik pada pembangkit. Dibutuhkan bentuk fin yang terbaik untuk memberikan performa perpindahan panas yang baik pada *economizer*. Terkadang *economizer* mengalami penurunan performa yang diakibatkan *fouling* atau *scaling* yang ada pada *fin tube*, itu sering terjadi pada *fin tube*. *Fin tube* memiliki dampak positif dan negatif, untuk menghindari sisi negatif diperlukan perawatan ekstrim yang sehingga performa *economizer* tetap terjaga.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan dengan bentuk *serrated finned tube* untuk mengetahui efeknya terhadap koefisien perpindahan panas, distribusi tekanan, kecepatan, dan temperatur. Penelitian disimulasikan secara 2D menggunakan metode *Ansys CFD*.

Data Parameter dan Properti

Pengambilan data parameter Ansys CFD pada desain geometri *economizer* yang akan

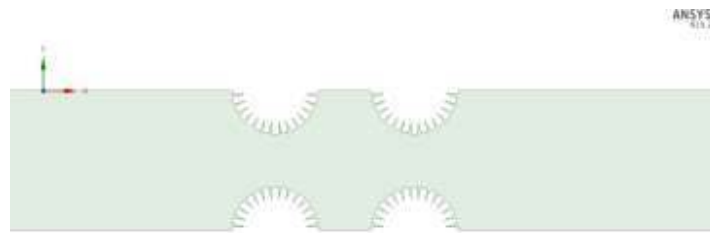
menampilkan hasil kontur pressure, velocity, temperature pada fin tube yang nantinya akan dianalisa hasil simulasi pada penelitian tersebut. Data economizer sebagai berikut :

Tabel 1
Data Parameter & Properties

Deskripsi	Satuan	Data
Diameter tube economizer	mm	9,52
Inlet	mm	21,04
Outlet	mm	21,04
Panjang fin	mm	1
Tinggi fin	mm	1,74
Thermal conductivity Air	W/mK	0,0247
Density Air	Kg/m ³	1,225
Heat Capacity Air	J/Kg-K	1007
Viscosity	m/s ²	0,000018
Thermal conductivity tube surface	W/mK	229
Density tube surface	Kg/m ³	2700
Heat Capacity tube surface	J/Kg-K	879
Temperatur inlet air	C	17
Temperatur inlate tube surface	K	274

Penggambaran Geometri

Penggambaran geometri serrated fin tube ditunjukkan pada gambar berikut :



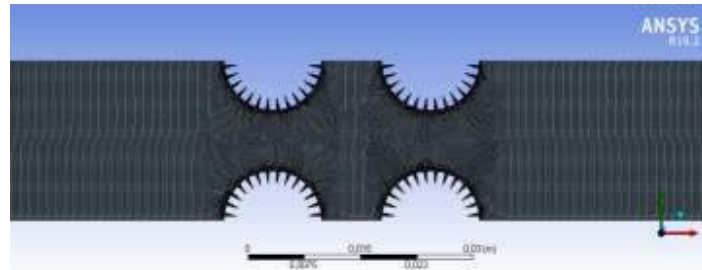
Gambar 1. Geometri Serrated fin tube

Tabel 2
Dimensi Geometri Serrated fin tube

Domain	Dimensi (mm)
Diameter Dalam Wall Tube	9,52
Diameter Luar Fin	13
Tinggi Fin	1,74
Panjang Inlet	104
Panjang Outlet	260
Panjang Gerigi	1

Meshing

Meshing merupakan proses pencacahan geometri menjadi bagian-bagian kecil. Ukuran mesh tersebut memberikan pengaruh pada nilai ketelitian yang dimana semakin kecil ukuran mesh akan semakin memberikan hasil yang akurat. Meshing melakukan pendekatan dinding pipa dengan memperdetail edge sizing. Meshing yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan ukuran 0,00028.



Gambar 2. Meshing Serrated Finned Tube

Boundary Condition

Tahapan ini adalah kondisi batas pada objek yang akan disimulasikan. Perpindahan panas yang terjadi adalah konveksi, konveksi yang terjadi yaitu pada seluruh permukaan luar finned tube yang merupakan free convection dimana memiliki arti konveksi yang terjadi pada permukaan tanpa ada pengaruh dari luar.

Tabel 3
Boundary Condition

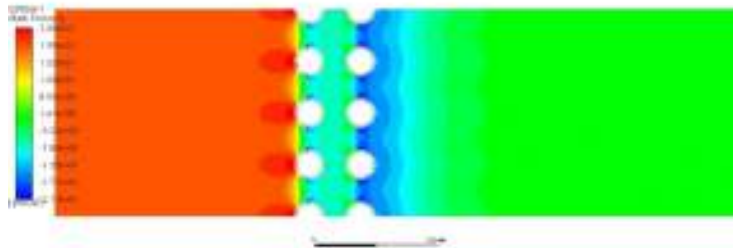
<i>Domain</i>	<i>Boundary Condition</i>
<i>Inlet</i>	Tipe : velocity Temperatur : 290 K Kecepatan : 6,9 m/s
<i>Outlet</i>	Tipe : outflow
<i>Tube</i>	Temperatur : 274 K
Dinding atas dan bawah	Tipe : Symetri

Run Calculation (Iteration)

Proses simulasi dilakukan dengan melakukan beberapa iterasi hingga mencapai konvergen. Kriteria konvergensi dapat diatur pada pengaturan residual monitoring level iterasi yang mana iterasi tersebut akan berhenti ketika nilai-nilai parameter yang telah ditentukan mencapai dari nilai residualnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

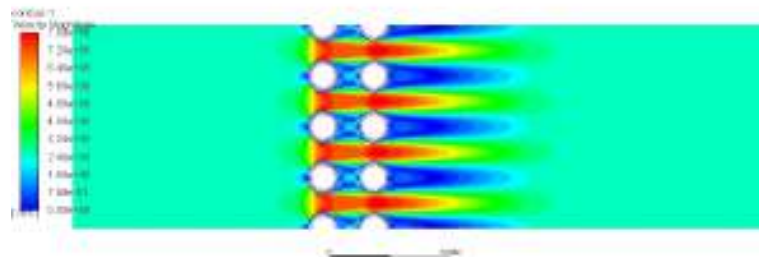
Contour Pressure Fin



Gambar 3. Distribusi *Pressure Serrated Fin*

Pada gambar 3 menunjukkan hasil yang ditampilkan gambar kontur tekanan. Hasil tersebut didapatkan dengan kecepatan 6,9 m/s pada ketika bentuk tube. Dapat terlihat indicator yang berwarna merah bahwa tekanan tersebut sangat besar sedangkan warna hijau tekanannya tidak lebih tinggi dari warna merah. Tandanya tube tersebut mendapatkan tekanan yang tinggi sehingga juga dapat memberikan perpindahan panas secara konveksi kepada tube tersebut. Dapat diperhatikan juga bahwa variasi *serrated fin* warna merahnya lebih besar karena akibat bentuk *fin* yang bergerigi sehingga menghasilkan turbulen pada aliran tersebut yang juga mengakibatkan tekanannya semakin besar. *Serrated fin* juga memiliki luas permukaan yang pastinya lebih luas dari variasi tanpa fin dan annular fin sehingga disekitar tube sangat mengacaukan aliran fluidanya. Maka aliran tersebut juga dapat lebih kencang karna akibat turbulen yang dihasilkan sehingga nilai *Nusselt Number* akan lebih besar juga. Meningkatnya aliran fluida juga akan memberikan percepatan pada laju perpindahan panasnya. Sehingga *serrated fin* sangat baik dalam mendistribusi perpindahan panasnya.

Contour Velocity Fin

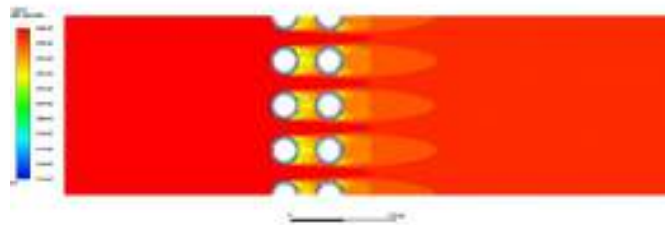


Gambar 4. Distribusi *Velocity Serrated Fin*

Pada gambar 4. menyajikan fenomena aliran kecepatan pada ketiga tube. Untuk

mendapatkan fenomena tersebut sama dengan kontur tekanan dengan kecepatan 6,9 m/s. Dapat dilihat yang berwarna merah artinya kecepatannya lebih tinggi, begitu sebaliknya dengan kontur warna biru memiliki kecepatan yang rendah yang artinya memiliki hambatan disekitar tube yang melintang. Dapat dilihat juga serrated fin, sama dengan kontur tekanan bahwa *serrated fin* memiliki turbulensi yang begitu besar dibandingkan dengan tube tanpa *fin* dan *annular fin*. *Serrated fin* dengan fin bergeriginya memberikan hambatan pada kecepatan yang berasal dari *inlet*, sehingga juga dapat menghasilkan perpindahan panas yang lebih maksimal. Kecepatan yang berasal dari *inlet* menabrak luasan fin bergerigi (*serrated fin*) sehingga turbulensi lebih besar dan mengakibatkan distribusi thermal yang optimal.

Contour Temperature Fin



Gambar 5. Distribusi *Temperature Serrated Fin*

Pada gambar 5 menyajikan fenomena distribusi temperature. Simulasi dilakukan dengan kondisi yang sama pada ketiganya, yaitu dengan nilai temperatur inlet sebesar 290 K. Ketika fluida melewati susunan tube, akan terjadi perpindahan panas antara aliran di luar tube dengan dinding tube. Temperatur aliran fluida yang berada di dalam tube lebih rendah dibandingkan dengan temperatur fluida yang berada di luar tube. Sehingga temperature yang lebih panas akan mengalir ke temperature yang lebih. Kontur warna temperatur berwarna jingga yang menunjukkan adanya perpindahan panas yang terjadi tidak signifikan. Pada *serrated fin* maka menghasilkan *temperature outlet* sebesar 286,55 K sehingga menghasilkan perubahan sebesar 3,45 K. Hal ini menunjukkan bahwa variasi serrated fin pada tube dapat memaksimalkan laju perpindahan panas yang terjadi. Dengan fin bergerigi maka menambah luas area kontak perpindahan panas sehingga perpindahan panas di dinding tube menjadi lebih optimal kinerja dari perpindahan panasnya.

Tabel 4
 Nilai Nu pada serrated finned tube

Perbandingan Variasi Fin Terhadap Nu	
ReD	Nu <i>Serrated Fin</i>
1770,59	142,475
2383,83	146,244
2983,09	149,132
3553,84	152,097
4182,09	155,299
4724,57	157,945

Semakin tinggi nilai *Reynold Number* maka semakin tinggi juga nilai *Nusselt Number*nya. Semakin tinggi Nu maka perpindahan panasnya juga semakin baik, karena semakin terjadinya turbulen maka laju perpindahan panasnya semakin optimal.

SIMPULAN

1. Distribusi thermal yang paling baik didapatkan dengan menggunakan fin bergerigi yaitu serrated finned tube dengan nilai temperatur outlet 286,55 K dari temperatur awal inlet sebesar 290 K
2. Nilai Nusselt Number serrated finned tube dengan nilai Nu sebesar 157,945.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Lemouedda, A. Schmid, E. Franz, M. Breuer, and A. Delgado, "Numerical investigations for the optimization of serrated finned-tube heat exchangers," *Appl. Therm. Eng.*, 2011, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2010.12.035.
- A. S. L. Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Theodore L. Bergman, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer.pdf," USA: John Wiley & Sons. ISBN. 2011
- Aisyah Jati Putri, "Analisis Pengaruh Fin Pitch Terhadap Efisiensi Thermal High Pressure Economizer Heat Recovery Steam Generator Pltgu Pt. Pjb Up Gresik," *Aisyah Jati Putri*, 2017.
- Karnav N Shah, dkk "CFD Analysis Of Heat Exchanger Over A Staggered Tube Bank For Different Angle Arrangement Of Tube Bundles".
- Nanang Romandoni "The Effect Of Circumferential Angle And Radial Distance Rectangular Obstacle On Flow Pattern And Heat Transfer Characteristic In Tube Bank Fin Heat Exchangers".2015

P. Wais, "Fin-Tube Heat Exchanger Optimization," in *Heat Exchangers - Basics Design Applications*, 2012.

Peter D Souza^{a,b}, Deepankar Biswas^b, Suresh P. Deshmukh^b, "Air side performance of tube bank of an evaporator in a window air- conditioner by CFD simulation with different circular tubes with uniform transverse pitch variation".2020.

Ramesh K. Shah, Dus̃an P. Sekulic. *Fundamentals of Heat Exchanger Design*. Kentucky. 2003.

R. A. Putra, "Analisis Pengaruh Bentuk Fin Terhadap Efisiensi Thermal High Pressure Economizer Heat Recovery Steam Generator Pltgu Pt. Pjb-Up Gresik," 2017.

S. R. McIlwain, "A Comparison of Heat Transfer Around a Single Serrated Finned Tube and a Plain Finned Tube," *Int. J. Res. Rev. Appl. Sci.*, 2010.