

SIMULASI PENGARUH KEMIRINGAN BAFFLES PADA HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE

I Gusti Gde Badrawada¹, Gunawan Budi Susilo², Junio Egie Prasetyo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

JL. Kalisahak No. 28 Komplek Balapan Yogyakarta

Corresponding Author : goesti@akprind.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai perpindahan kalor dan efektivitas yang maksimal dari alat penukar kalor. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan sudut kemiringan *baffles*, yaitu 0°, 10°, 20° dan 30°. Pada simulasi ini menggunakan oli *shell thermia B* sebagai *hot inlet*nya dan air sebagai *cold inlet*nya. Pada penelitian ini model *heat exchanger* digambar dengan *Solidworks 2016*, setelah itu di import ke *Ansys Fluent 19.0* untuk disimulasikan.

Proses simulasi dimulai dengan pembuatan model dengan menggunakan *Solidworks 2016*, kemudian di meshing dengan menggunakan *unstructure mesh*, lalu dengan menggunakan model turbulen $\kappa - \varepsilon$ jenis *realizable* proses iterasi dilaksanakan.

Hasil simulasi yang dapat disajikan berupa kontur temperatur dan tabelnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai perpindahan kalor maksimal terdapat pada kemiringan *baffles* 0°. Efektivitas maksimal, diperoleh pada kemiringan *baffles* 0°.

Kata Kunci : *Shell and Tube Heat Exchanger*, *Ansys*, *Solidworks*, Efektivitas, *Baffles*.

ABSTRACT

The aim of this research is to find the heat transfer value and the maximum effectiveness of the heat exchanger. To do so, this research used some inclination angle of the baffle used on the heat exchanger, such as 0o, 10o, 20o, and 30o. The fluid used on hot inlet was shell thermia B oil and on the cold inlet was water. Before doing the numeric simulation, the heat exchanger was modeled by drawing it in Solidwork 2016 and then imported in Ansys Fluent 19.0 for numeric simulation.

The modeled heat exchanger was meshed using unstructure meshes and processed using model turbulence $\kappa - \varepsilon$, with realizable type for iteration. The result of this research noted that the maximum heat transfer and effectiveness occurred at baffles with 0o inclination angle.

Keywords: Shell and Tube Heat Exchanger, Ansys, Solidworks, Effectiveness, Baffles.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penukar Kalor (*heat exchanger*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua atau lebih fluida. Penukar kalor secara luas digunakan dalam aplikasi keteknikan. Perbaikan peningkatan kuantitas perpindahan panas dari semua tipe penukar kalor telah digunakan secara luas dalam industri, diantaranya dalam proses pengambilan panas kembali (*heat recovery processes*), pendingin udara, sistem refrigerasi dan reaktor.

Perkembangan alat penukar kalor sekarang menuju ke arah kebutuhan akan penghematan ruang, tetapi tetap memperhatikan peningkatan dalam kemampuan pertukaran kalornya (efektifitasnya). Efektifitas dari penukar kalor dipengaruhi oleh banyak hal. Salah satunya adalah jenis aliran yang berada di dalam alat penukar kalor. Aliran yang turbulen diketahui memiliki nilai perpindahan kalor yang lebih baik dibandingkan dengan jenis aliran laminar. Teknik untuk meningkatkan turbulensi aliran fluida dapat dilakukan dengan cara pemberian piranti tertentu yang disisipkan pada aliran fluida didalam pipa seperti ; *Baffles*, kawat spiral, pita spiral, plat dipilin, annulus bergalur, dan ring spiral.

Pada penelitian ini, salah satu cara untuk meningkatkan turbulensi aliran fluida dalam penukar kalor adalah dengan menggunakan *baffles* pada variasi kemiringan 0° , 10° , 20° , 30° . Kemudian dilakukan simulasi aliran fluida dan perpindahan kalor yang terjadi dengan menggunakan *Ansys-Fluent*.

B. Perumusan Masalah

Kemiringan *baffles* berpengaruh terhadap kemampuan penukar kalor dengan terbentuknya turbulensi. Untuk itu, simulasi pemodelan penukar kalor perlu dilakukan untuk menganalisa perpindahan panas yang terjadi pada proses sirkulasi fluida di dalam penukar kalor.

C. Batasan Masalah

- 1) Geometri model penukar kalor sesuai dengan ketentuan *Tubular Exchanger Manufacturers Association* (TEMA)
- 2) Fluida pada saluran masuk *shell* menggunakan oli (*Shell Thermia B*)
 - Temperatur 55°C
 - Kalor spesifik $2285 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$
 - Massa jenis 790 Kg/m^3
- 3) Fluida pada saluran masuk *tube* menggunakan air
 - Temperatur 26°C
 - Kalor spesifik $4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$
 - Massa jenis 1000 Kg/m^3
- 4) Factor pengotoran (*fouling factor*) diabaikan

D. Tujuan

Mengetahui perpindahan panas maksimal dari alat penukar kalor (*Oil Cooler*) dengan berbagai variasi sudut kemiringan *baffles* menggunakan perangkat lunak *Solidworks* dan *Ansys Fluent*

2. METODE PENELITIAN

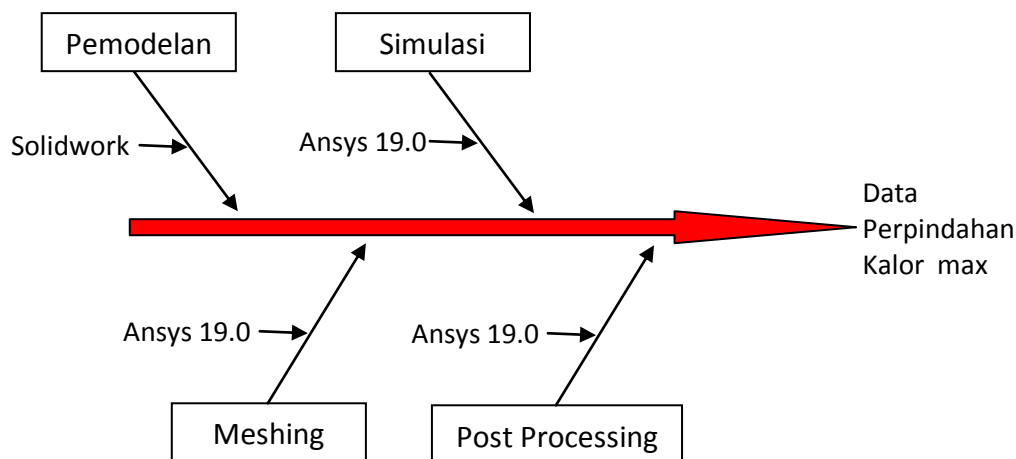
A. Alat

Alat utama dan alat bantu yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah:

- 1) Satu set komputer
- 2) Software Ansys 19.0
- 3) Software Solidwork

B. Alur Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, langkah-langkah yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:

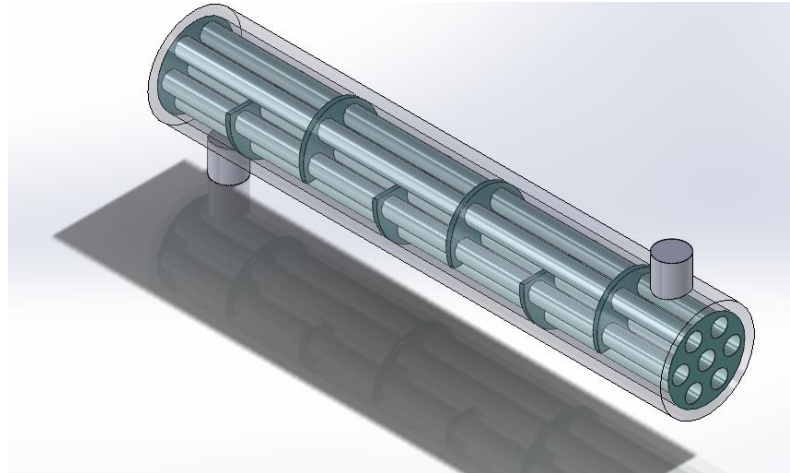


Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. *Heat Exchanger Design*

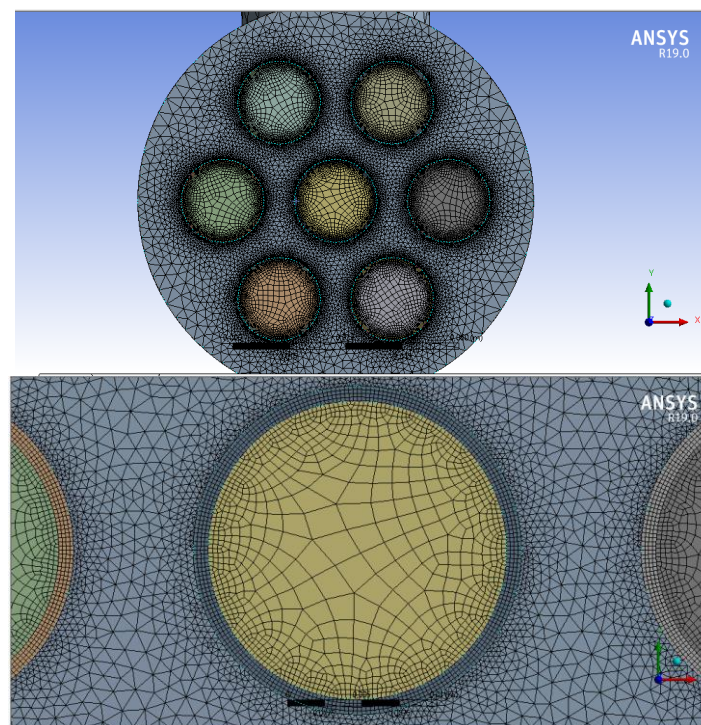
Sebelum melakukan simulasi menggunakan *Ansys*, terlebih dahulu dilakukan proses perancangan *heat exchanger*, dengan menggunakan *software Solidworks 2016*. Dalam hal ini alat penukar kalor dibuat ada 4 model, yaitu dengan variasi sudut kemiringan *baffles* (α) 0° , 10° , 20° , 30° seperti terlihat pada Gambar 2



Gambar 2. Alat Penukar Kalor

B. *Meshing*

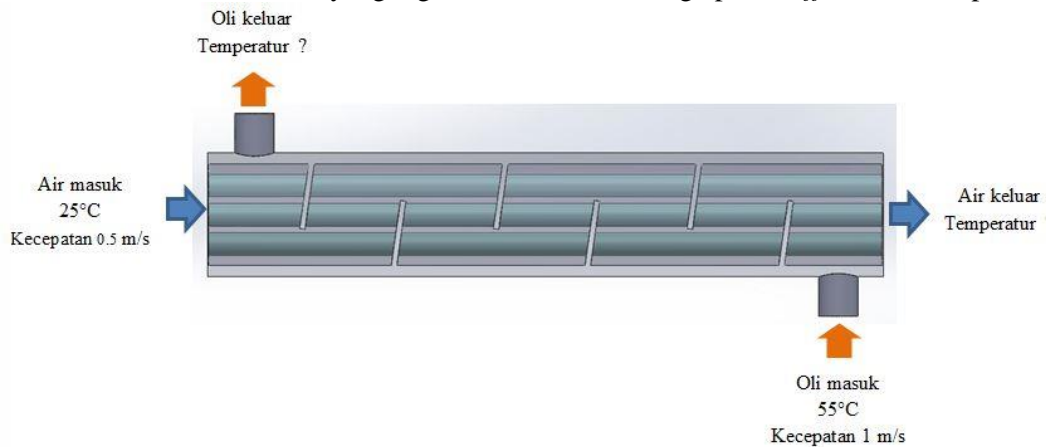
Model yang sudah dibuat dengan *Solidworks* kemudian di *import* ke geometri yang terdapat pada *Ansys*, lalu dilakukan proses *meshing*. Hasil *meshing*nya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil *meshing* heat exchanger

C. Hasil Simulasi dan Analisa

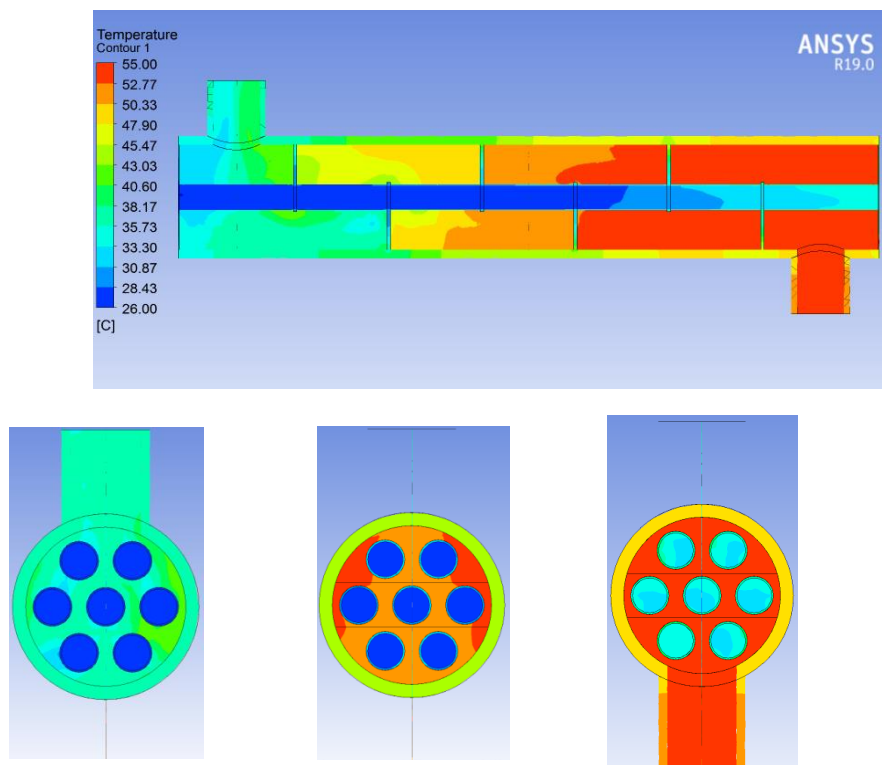
Pada penelitian ini fluida yang digunakan adalah oli yang masuk melalui *shell* bertemperatur 55°C, bertekanan 1 atm dengan laju aliran massa mengikuti besarnya bilangan Reynolds sebesar 1000. Pada *tube* menggunakan fluida air dengan kecepatan 0.5 m/s dengan tekanan 1 atm dan temperature masuk sebesar 26°C. Bahan yang digunakan adalah tembaga pada *baffles* dan *tube* penukar kalor.



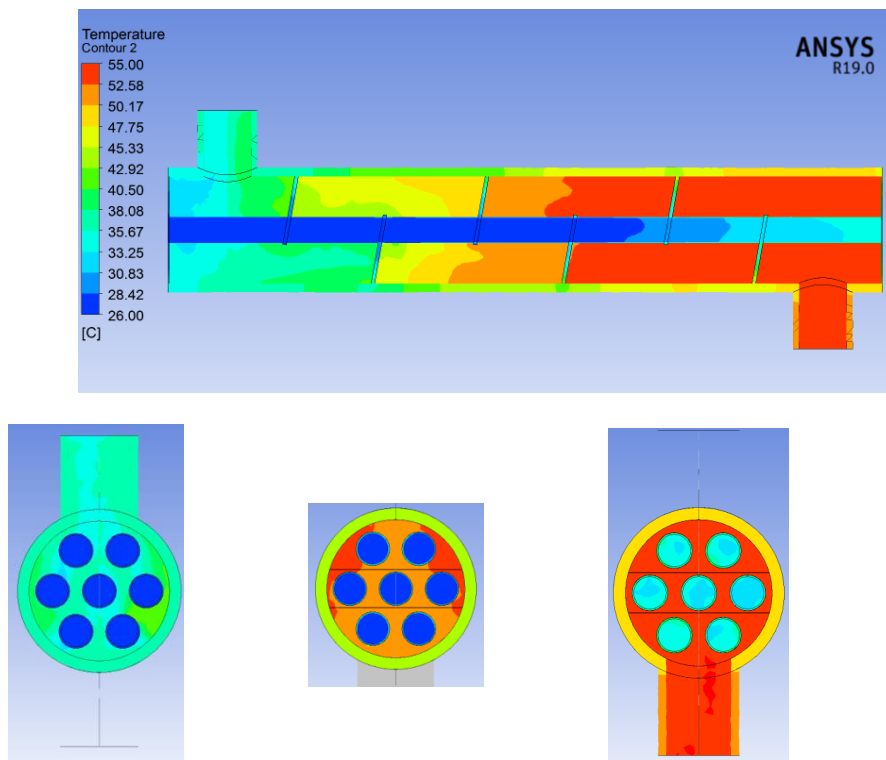
Gambar 4. Kondisi batas domain komputasi

Simulasi menggunakan model $\kappa - \epsilon$ dengan jenis Realizable.

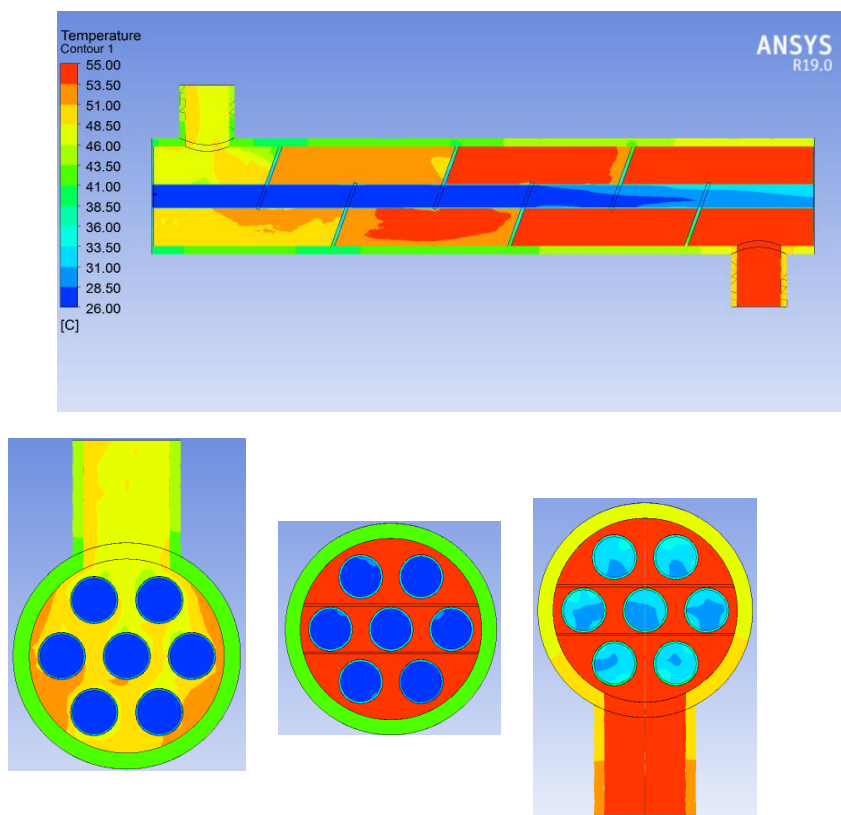
Hasil dari pengujian/simulasi ini akan ditampilkan beberapa visualisasi kontur temperatur dan tabelnya.



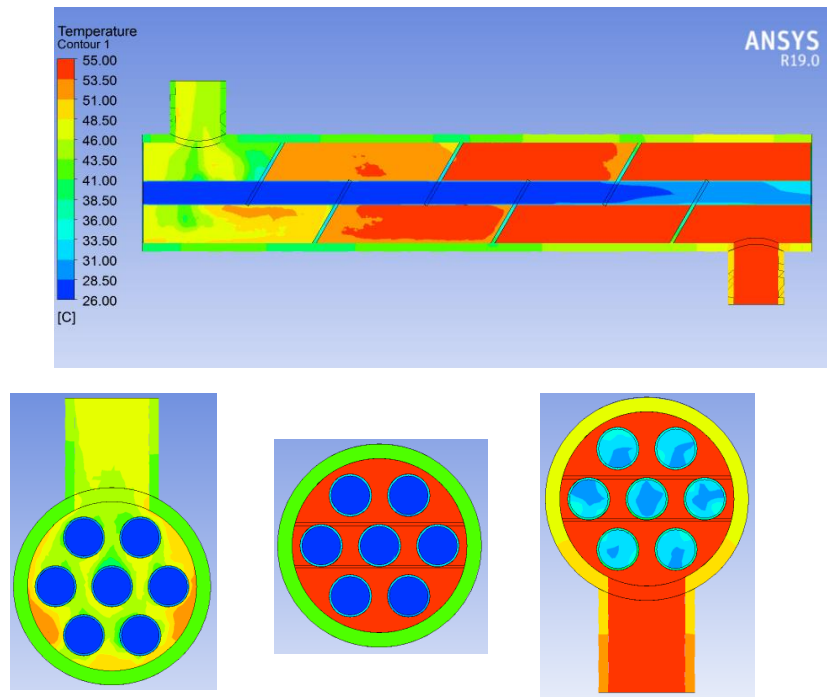
Gambar 5. Kontur temperatur untuk kemiringan *baffle* 0°.



Gambar 6. Kontur temperatur untuk kemiringan *baffle* 10°.



Gambar 7. Kontur temperatur untuk kemiringan *baffle* 20°.



Gambar 8. Kontur temperatur untuk kemiringan *baffle* 30°.

Tabel 1. Temperatur inlet dan outlet

Kemiringan <i>Baffles</i>	Temperatur			
	<i>Shell Oli</i>		<i>Tube Air</i>	
	Masuk (°C)	Keluar (°C)	Masuk (°C)	Keluar (°C)
0°	55	37.75	26	35.30
10°	55	38.85	26	35.03
20°	55	44.35	26	33.22
30°	55	46.85	26	32.15

Kemudian dilakukan perhitungan mengenai laju pendinginan yang terjadi pada oli dengan menggunakan persamaan:

$$\dot{Q}_{hot} = \dot{m}_h \cdot C_{ph} \cdot (T_{h,in} - T_{h,out})$$

$$\dot{Q}_{hot} = 1,7.2285 \cdot (55 - 37,75) = 67.007,625 \text{ W}$$

Jika ditabelkan, maka:

Kemiringan Baffle	Laju perpindahan kalor (watt)
0°	67007,63
10°	62734,68
20°	41369,93
30°	31658,68

Dari tabel diatas didapat bahwa laju pendinginan dari oli semakin mengecil pada kemiringan *baffle* yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan dengan semakin miringnya *baffle*, maka temperatur oli kearah lubang outputnya akan semakin besar (lihat gambar kontur temperatur). Ini artinya, kalor yang dibuang oleh oli semakin sedikit.

Untuk mencari keefektifitasan dari penukar kalor yang digunakan dalam simulasi ini dapat menggunakan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{aktual}}}{Q_{\text{maks}}} = \frac{\dot{m}_h \cdot c_{p,h} \cdot (T_{h,in} - T_{h,out})}{\dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{h,in} - T_{c,in})}$$

Jika ditabelkan maka efektifitas penukar kalor adalah

Kemiringan Baffle	Efektifitas
0°	0,594828
10°	0,556897
20°	0,367241
30°	0,281035

Dari tabel di atas, didapat bahwa kemiringan baffle 0°, memiliki nilai keefektifitasan yang paling tinggi.

4. SIMPULAN

- 1) Nilai pendinginan maksimum yang terjadi pada oli, terjadi pada kemiringan baffle 0°.
- 2) Nilai keefektifitasan alat penukar kalor terjadi pada penukar kalor yang memiliki kemiringan baffle 0°.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, dicoba untuk mencari nilai perpindahan kalor maksimal dari alat penukar kalor yang memiliki variasi kemiringan baffle tersebut, dengan memvariasikan nilai bilangan Reynold pada aliran oli.

DAFTAR PUSTAKA

- Cengel, A.Y., 2008, *Heat Transfer A Practical Approach second edition*, USA: McGraww-Hill.
- Chintan D Patel, *Parameter Optimization Of Shell And Tube Type Heat Exchanger For Improve Its Efficiency*, Ijerst, 2014.
- Ender Ozden, Ilker Tari, *Shell Side CFD Analysis Of Small Shell And Tube Heat Exchanger*, Energy Conversion And Management 51 (2010), Pp.1004 – 1014.
- Gaddis, D., editor. *Standards Of The Tubular Exchanger Manufactures Association*, Ninth Ed, Tarrytown (NY): Tema Inc, 2009
- Harnanto Danny, *Simulasi Pengaruh Kemiringan Terhadap Koefisien Perpindahan Panas dan Efektivitas Pada Alat Penukar Kalor Tipe Shell And Tube Menggunakan Solidworks*, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2015
- Hidayatullah Reza dkk, *Studi Numerik Pengaruh Baffles Inclination Pada Alat Penukar Kalor Tipe U-Tube Terhadap Aliran Fluida Dan Perpindahan Panas*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, 2014
- Hoffman, Klaus A.2000, *Computal Fluid Dynamics For Engineering Volume I*, Texas, USA : Engineering System TM Austin.
- Holman, JP., 1997, *Perpindahan Kalor*, Jakarta, Jakarta: Erlangga
- Incropera, F.p, Dewwit, D.P, Bergman, T.L, Lavine, A.S., 2011, *Fundamental Of Heat and Mass Transfer seventh edition*, USA : John Wiley & Sons.
- R.Mukherjee, *Use Double Segmental Baffles In The Shell And Tube Heat Exchangers*, Chem. Eng. Prog.88 (1992) 47-52

Schlunder, E.V, *Heat Exchanger Design Handbook*, Hemisphere Publishing Corp., New York, Bureau of Energy Efficiency, 1993.

Susila, I Dewa Made, *Rancang bangun Alat Penukar Kalor Thermosyphon untuk Pendinginan dengan Modul Thermoelektrik*, Politeknik Negri Bali, 2013.

Thundil Karuppa Raj, and Srikanth Gann, *Shell Side Numerical Analysis of a Shell and Tube Heat Exchanger Considering The Effects Of Baffles Inclination Angle on Fluid Flow using CFD*, Applied thermal engineering, June, 2012