

## PERANCANGAN *ECO HEAT EXCHANGER TYPE 1-2 SHELL AND TUBE* DAN PENGARUH JUMLAH *BAFFLE* TERHADAP TRANSFER PANAS

### *DESIGN OF ECO HEAT EXCHANGER TYPE 1-2 SHELL AND TUBE AND THE INFLUENCE NUMBER OF BAFFLES AGAINST HEAT TRANSFER*

Chandra Wicaksono\*, Eky Wijanarko, Oggi Hebernando Simanullang, Aswar Tahad  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik-Universitas Mulawarman  
\*email : [aswartahtad@gmail.com](mailto:aswartahtad@gmail.com)

#### Abstrak

Alat penukar panas atau heat exchanger berfungsi untuk mengubah temperatur suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari fluida bersuhu tinggi menuju fluida bersuhu rendah. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya. Salah satu jenis dari alat penukar panas yang sering ditemui dalam industri adalah tipe 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger. Tipe ini berdasarkan aliran yang terjadi didalamnya dibedakan menjadi aliran searah (Co-Current) dan aliran berlawanan (Counter Current). Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang alat penukar panas tipe 1-2 Heat Exchanger dalam skala pilot plant untuk mengetahui pengaruh jumlah baffle terhadap transfer panas. Penelitian ini membandingkan pengaruh transfer panas dengan variasi jumlah baffle 2, 3 dan 4 buah. Hasil dari penelitian didapat menyatakan bahwa pengaruh jumlah *baffle* merupakan salah satu dari sebagian banyak faktor yang mempengaruhi efektivitas transfer panas.

**Kata Kunci** : Heat Exchanger, Shell dan Tube, Transfer Panas

#### Abstract

*The usability of heat exchanger is to change the temperature of a fluid type. The process occurs by utilizing heat transfer process from high temperature fluid to low temperature fluid. Heat exchange occurs because of contact, both between the fluid through a wall which separating it. One type of heat exchanger found in industry is the 1-2 Shell and Tube Heat Exchangers type. This type is based on the flow that occurs therein which is divided into Co-Current and Counter Current. This research is intended to design 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger in pilot plant scale to know the influence of the number of baffles to heat transfer. This study compared the effect of heat transfer with variation of number of baffles 2, 3 and 4. The results of the research showed that the influence of baffles is one of many factors affecting the effectiveness of heat transfer.*

**Keywords** : Heat Exchanger. Shell and Tube. Heat Transfer

## I. PENDAHULUAN

Penukar panas adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan panas, dapat berfungsi sebagai pemanas ataupun sebagai pendingin. Penukar panas didesain agar dapat menukarkan panas se-efisien mungkin antara fluida yang ada di dalamnya. Pertukaran panas tersebut terjadi karena kontak antara dinding tube dengan fluida yang ada di dalam shell. Kedua fluida yang mengalir melalui alat penukar panas ini memiliki suhu yang berbeda, dimana fluida yang mengalir pada sisi tabung (shell) memiliki suhu yang lebih tinggi (aliran panas) sedangkan fluida pada sisi tube memiliki temperatur yang lebih rendah (aliran dingin). Tujuan dari perpindahan panas tersebut adalah untuk memanaskan maupun mendinginkan baik itu dalam usaha untuk merubah fasa, menaikkan/menurunkan temperatur ataupun mempertahankan suhu proses yang ada.

Salah satu bagian terpenting dari alat penukar panas tipe shell and tube adalah permukaan kontak

Perpindahan panas dari suatu fluida ke fluida lainnya. Semakin luas bidang kontak total yang dimiliki oleh alat penukar panas tersebut maka semakin baik nilai efisiensi perpindahan panasnya. Dalam alat penukar panas tipe Heat Exchanger terdapat baffle sebagai penyangga agar tidak terjadi vibrasi pada tube, selain itu kegunaan baffle yang paling penting adalah meningkatkan nilai perpindahan panas. Untuk itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemasangan baffle 2, 3 dan 4 buah terhadap nilai perpindahan panas pada desain 1-2 Heat exchanger yang telah dirancang.

## DASAR TEORI

Alat penukar panas jenis shell and tube pada umumnya memiliki dua arah aliran yakni aliran *counter current* dan aliran *cocurrent*.

Dalam industri proses kimia masalah perpindahan energi atau panas adalah hal yang sangat banyak dilakukan. Sebagaimana diketahui bahwa panas

dapat berlangsung lewat 3 cara, dimana mekanisme perpindahan panas itu sendiri berlainan adanya. Adapun perpindahan itu dapat dilaksanakan dengan:

1. Secara molekular, yang disebut dengan konduksi
2. Secara aliran yang disebut dengan perpindahan konveksi.
3. Secara gelombang elektromagnetik, yang disebut dengan radiasi.

Pada *heat exchanger* menyangkut konduksi dan konveksi (Sitompul, 1993).

Alat penukar panas Shell and tube terdiri atas suatu bundel pipa yang dihubungkan secara paralel dan ditempatkan dalam sebuah pipa mantel (cangkang). Fluida yang mengalir di dalam bundel pipa, sedangkan fluida yang lain mengalir di luar pipa pada arah yang sama, berlawanan, atau bersilangan. Kedua ujung pipa tersebut dilas pada penunjang pipa yang menempel pada mantel. Untuk meningkatkan efisiensi pertukaran panas, biasanya pada alat penukar panas cangkang dan buluh dipasang sekat (baffle). Ini bertujuan untuk membuat turbulensi aliran fluida dan menambah waktu tinggal (residence time), namun pemasangan sekat akan memperbesar pressure drop operasi dan menambah beban kerja pompa, sehingga laju alir fluida yang dipertukarkan panasnya harus diatur. (Fitrianingtyas, 2010).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metodologi

- Merancang dan mendesain kolom penukar panas jenis 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger dengan spesifikasi tertentu. (pembahasan)
- Mempersiapkan 2 buah pompa dengan kecepatan masing-masing untuk aliran panas dan aliran dingin fluida.
- melakukan eksperimen dengan percobaan pertama alat penukar panas tersebut dengan dua buah Baffle, kemudian tiga buah baffle dan yang terakhir empat buah baffle.
- melakukan pengambilan data-data yang terkait dengan perhitungan untuk mengetahui pengaruh jumlah baffle terhadap transfer panas yaitu:
  - > Temperatur masing-masing keluaran (hotside dan coldside)
  - > Laju alir
  - > Jarak antara baffle
- menganalisa data yang telah diambil dan diintegrasikan dalam sebuah kesimpulan

### 2.2 Batasan Masalah

- Fluida yang digunakan adalah air, baik pada sisi Hotside maupun pada sisi Coldside, namun dengan temperatur yang signifikan berbeda.

- Fluida panas diletakkan pada aliran di dalam Shell sedangkan Fluida dingin diletakkan pada aliran di dalam Tube

- Aliran yang digunakan adalah aliran berlawanan (counter Current), sesuai dengan teori yang ada bahwa untuk kolom penukar panas jenis Shell and Tube aliran berlawanan mempunyai nilai transfer panas lebih baik dibandingkan dengan aliran searah.

- Fluida panas dihasilkan dari air yang menggunakan heater pada suatu wadah dengan dijaga konstan pada temperatur tertentu.

- Fluida dingin dihasilkan dari air yang ditambahkan es batu pada suatu wadah pada temperatur yang diinginkan.

- Data yang diambil dianggap pada aliran yang telah steady

- Laju alir massa dijaga konstan antara percobaan dengan menggunakan satu buah baffle sampai tiga buah baffle agar variabel laju alir dapat diabaikan dalam membandingkan nilai transfer panas antara masing-masing percobaan.

### 2.3 Peralatan yang digunakan

- 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger dengan spesifikasi sebagai berikut :

#### Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 34  
Panjang tube : 80 cm  
Material : Aluminium  
Ukuran : ID 3/8", OD 5/8"  
Susunan Tube : Triangular Pitch  
Jumlah Pass : 2

#### Spesifikasi Shell

Panjang Shell : 100 cm  
Material : besi  
Ukuran : ID 15 cm, OD 15,06 cm  
Baffle tipe single segmental

- 2 buah pompa air dengan masing-masing kapasitas, 700 liter/h dan 1300 liter/h
- 3 Buah Heater yang digunakan untuk memanaskan fluida
- 4 Buah termometer jarum untuk mengetahui temperatur masing-masing inlet dan outlet
- 1 Buah stopwatch

### 2.4 Prosedur

- Dipanaskan fluida sebagai fluida panas yang ingin didinginkan sampai 53 °C
- Didinginkan fluida pendingin sampai suhu 19 °C
- Kemudian dilakukan pengukuran laju alir terhadap fluida panas keluar dan fluida dingin keluar

- Setelah itu alat penukar panas dijalankan dan kemudian diamati semua keadaan yang terjadi seperti perubahan suhu yang terjadi
- Kemudian langkah 1,2,3 dan 4 dilakukan berulang kali dengan menggunakan variasi baffle sebanyak 2, 3, 4

### 3. HASIL DAN ANALISA

Percobaan dilakukan dengan laju alir tetap, yakni pada aliran panas sebesar 64,8 Kg/jam dan aliran dingin sebesar 111,6 Kg/jam. Setiap percobaan dilakukan dengan mengganti jumlah baffle sebanyak 3 kali. Temperatur masuk dijaga konstan pada 53 C aliran panas dan 19 C aliran dingin. Setelah dilakukan percobaan didapatkan data-data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Percobaan

Parameter	Variasi Baffle		
	2 Buah	3 Buah	4 Buah
Jarak Antar Baffle (cm)	26,67	20	16
Laju Aliran Panas (kg/Jam)	64,8	64,8	64,8
Laju Aliran Dingin	111,6	111,6	111,6
T Panas in (° K)	53	53	53
T Panas out (° K)	40	39	38
T Dingin in (° K)	19	19	19
T Dingin out (° K)	40	40	39
LMTD	16,68	17,26	17,38
q Panas (kJ/jam)	3538,08	3810,24	4082,4
q Dingin (kJ/jam)	9843,12	9843,12	9374,4
Efektifitas Transfer Panas (%)	35%	38%	43%

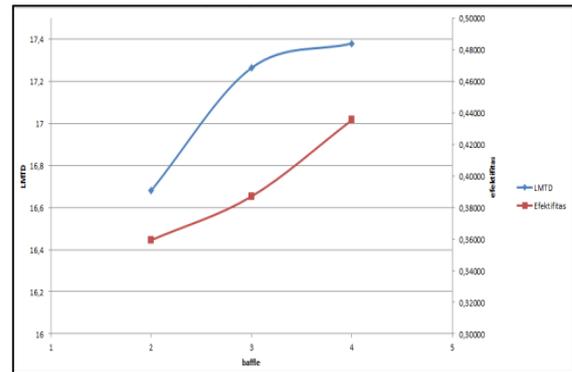
Perhitungan efektifitas transfer panas menggunakan persamaan :

$$\frac{q \text{ Panas}}{q \text{ Dingin}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dengan

$$q = m \cdot Cp \cdot \Delta t \dots \dots \dots (2)$$

Laju alir dibuat konstan agar dapat diabaikan dan hanya diperhatikan variabel LMTD untk dapat mengukur efektifitas transfer panas dengan pengaruh jumlah baffle.



Gambar 1. Perbandingan Jumlah Baffle terhadap LMTD dan Efektifitas Transfer panas

Efektivitas transfer panas meningkat seiring dengan peningkatan LMTD dan penambahan jumlah baffle. Hal ini dikarenakan penambahan jumlah baffle juga mempengaruhi jarak antara baffle. Semakin kecil jarak antara baffle tersebut semakin baik dalam menghantarkan panas, dengan demikian memberikan efektifitas transfer panas yang lebih baik. Dengan kecepatan aliran masuk yang sama bisa dilihat secara detail bahwa penambahan jumlah baffle mempengaruhi nilai LMTD yang akan berimbas juga kepada efektifitas transfer panas. Penambahan Baffle juga mengoreksi nilai LMTD, terjadi peningkatan ketika hanya menggunakan 2 buah falle dengan dipasang 4 buah baffle. Hal ini karena pemasangan sejumlah baffle berpengaruh pada temperatur keluaran fluida panas dan dingin. Heat exchanger tipe 1-2 Shell and tube ini ternyata memiliki nilai transfer panas terendah pada penggunaan baffle 2 buah dan memiliki nilai transfer panas yang lebih besar pada penggunaan baffle sebanyak 4 buah.

### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini :

- Efektifitas transfer panas yang paling baik diantara penggunaan sejumlah baffle ada pada penggunaan 4 buah Baffle yakni 43%.
- Direkomendasikan untuk pemasangan 4 buah baffle untuk memperbaiki efektifitas transfer panas pada alat Heat Exchanger 1-2 Shell and Tube ini.

### Daftar Pustaka

Hewitt, G.F., Shires, G.L., Bott, T.R. 1994.,  
*Process Heat Transfer*. Begell House.

Handoyo, Ekadewi Anggraeni. 2001. Pengaruh  
Baffle pada Shell and Tube Heat Exchanger.  
Surabaya : Jurusan Teknik Mesin Universitas  
Kristen Petra.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. London:  
McGraw Hill Book Company Inc.

Geankoplis. Christie J. 1978 *Transport Process and  
Unit Operation*. United State of America : Prentice-  
Hall International Inc.