

**TUGAS AKHIR  
BIDANG KONVERSI ENERGI**

**“PENGUJIAN DAN SIMULASI ALIRAN FLUIDA PADA  
PIPA HEAT EXCHANGER DENGAN PENGHALANG  
BERBENTUK CINCIN”**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

**ALDI WILLIYA**  
**06 171 045**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG, 2011**

## **ABSTRAK**

*Heat exchanger merupakan alat penukar kalor yang banyak digunakan di dunia industri. Di industri efektivitas dari Heat exchanger sangat diperlukan. Efektivitas perpindahan kalor dari sebuah Heat exchanger dipengaruhi oleh banyak hal. Salah satunya adalah jenis aliran yang berada di dalam alat penukar kalor (heat exchanger). Pada Heat exchanger aliran yang diinginkan adalah jenis aliran turbulen. Pemodelan aliran fluida pada pipa Heat exchanger dengan menambahkan penghalang berbentuk cincin digunakan untuk mendapatkan aliran turbulen yang lebih awal yang bertujuan meningkatkan efektivitas dari Heat exchanger.*

*Analisis mengenai aliran turbulen ini dilakukan dengan membuat pemodelan serta simulasi aliran turbulen. Pemodelan aliran turbulen dilakukan dengan kecepatan inlet udara yang bervariasi diantaranya adalah kecepatan 40.4 km/jam, 49.48 km/jam dan 57.14 km/jam.*

*Setelah dilakukan simulasi didapatkan kontur kecepatan, kontur tekanan dan kontur temperatur. Dari hasil pengujian juga didapatkan fenomena-fenomena yang terjadi pada pipa Heat exchanger serta pengaruh penghalang pada pipa. Dari ketiga pemodelan pada jarak penghalang  $1/4 D$  didapatkan daerah turbulen yang lebih panjang dibandingkan pemodelan  $1/2 D$  dan  $1D$ .*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

*Heat exchanger* (alat penukar kalor) adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan proses pertukaran kalor antara dua fluida, baik cair (panas atau dingin) maupun gas, dimana fluida ini mempunyai temperatur yang berbeda. Alat penukar kalor sudah lama dikenal oleh industri-industri yang berhubungan dengan fenomena perpindahan kalor. Seiring dengan perkembangan industri yang semakin banyak perkembangan alat penukar kalor juga semakin meningkat. Perkembangan alat penukar kalor sekarang menuju ke arah kebutuhan akan penghematan ruang, tetapi diikuti pula dengan kebutuhan akan peningkatan dalam kemampuan pertukaran kalornya. Bentuk- bentuk alat penukar kalor pun sudah banyak berkembang untuk memenuhi tuntutan di atas. Perkembangan-perkembangan tersebut mengarah pada efektivitas alat penukar kalor yang semakin tinggi nilainya.

Efektifitas perpindahan kalor dari sebuah alat 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. Dengan meningkatkan turbulensi aliran fluida dalam pipa diharapkan koefisien perpindahan kalornya akan meningkat. Salah satu cara untuk meningkatkan turbulensi aliran fluida pipa adalah dengan menggunakan penghalang, yaitu isian material yang dapat membuat aliran di dalam pipa menjadi lebih turbulen. Penghalang diharapkan dapat membuat koefisien perpindahan kalor sebuah alat penukar kalor menjadi lebih tinggi yang nantinya akan meningkatkan nilai efektifitas dari alat penukar kalor tersebut.

Turbulensi aliran fluida memiliki efek positif pada koefisien perpindahan kalor dari alat penukar kalor. Di sisi lain, semakin turbulen sebuah aliran fluida maka penurunan tekanan (*Pressure drop*) yang terjadi antara sisi masuk dan sisi keluar dari aliran fluida tersebut semakin besar. Penurunan tekanan ini berpengaruh pada besarnya energi yang harus diberikan pompa kepada fluida untuk mengalirkan fluida

tersebut. Semakin besar jatuh tekanannya maka semakin besar energi yang diberikan pompa.

Studi kasus tentang cara meningkatkan efisiensi dari *Heat exchanger* ini merupakan studi kasus yang menarik untuk diteliti karena pemakaian alat penukar kalor ini banyak digunakan pada banyak dunia industri. Karena itu dalam pembuatan tugas akhir ini dibuat pemodelan dan analisis pada pipa *Heat exchanger* dengan menggunakan penghalang berbentuk cincin dimana fluida yang digunakan adalah udara. Pemodelan ini menggunakan perangkat lunak komersil *Fluent 6.2* dengan geometri pemodelan digambar dengan *Gambit*.

## 1.2 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk memodelkan aliran batas (*Boundary layer*) dengan menggunakan CFD *Fluent*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penghalang berbentuk cincin pada pipa *Heat exchanger* terhadap efektifitas *Heat exchanger*.
3. Untuk mengetahui karakteristik aliran batas dengan jarak penghalang yang bervariasi.

## 1.3 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh pada tugas akhir ini adalah untuk melihat pengaruh cincin penghalang pada pipa *Heat exchanger* dengan bervariasi letak cincin penghalang terhadap efektifitas *Heat exchanger*.

## 1.4 Batasan masalah

Pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir ini yaitu mengenai pemodelan dan simulasi aliran batas (*Boundary layer*) pada pipa *Heat exchanger*, serta menganalisis aliran yang terjadi serta distribusi temperatur, kecepatan, tekanan pada daerah alirannya dengan jarak cincin penghalang  $1/2D$ ,  $1/4D$ ,  $1D$  pada masing-masing pemodelan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pemodelan geometri I dengan penghalang pada jarak  $1/4 D$  didapat daerah turbulen yang lebih panjang sehingga akan meningkatkan efektifitas dari kerja *Heat exchanger*.
2. a. Pada geometri pemodelan I ( $1/4D$ ) didapat:
  - Vektor kecepatan maksimum sebesar  $57.14 \text{ m/s}$
  - Tekanan maksimum yang didapat sebesar  $101328 \text{ Pa}$
  - Temperatur maksimum yang didapat sebesar  $300.00639 \text{ K}$b. Pada pemodelan II ( $1/2 D$ ) didapat:
  - Vektor kecepatan maksimum sebesar  $87.7799 \text{ m/s}$
  - Tekanan maksimum yang didapat sebesar  $101977 \text{ Pa}$
  - Temperatur maksimum yang didapat sebesar  $300.001 \text{ K}$c. Pada pemodelan III ( $1D$ ) didapat:
  - Vektor kecepatan maksimum sebesar  $87.5879 \text{ m/s}$
  - Tekanan maksimum yang didapat sebesar  $101948 \text{ Pa}$
  - Temperatur maksimum yang didapat sebesar  $300.001 \text{ K}$
3. Suatu benda yang dilingkupi oleh fluida yang bergerak akan mengalami gaya akibat interaksi benda dengan fluida yang bergerak. gaya ini ditimbulkan oleh adanya *normal stress* (tegangan normal) dan *shear stress* (tegangan geser). Tegangan normal terjadi karena adanya tekanan dari fluida. Fluida yang mengalir disekitar dinding akan mengalami separasi, vortex maupun wake disekitar dinding karena perubahan bentuk yang tajam dan mendadak
4. Meningkatnya kecepatan aliran fluida akan memperbaiki nilai koefisien drag

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lapisan batas, <http://www.scribd.com/doc/18964303/Boundary-Layers>, 01- 11- 2019
- [2] Boundary layer, <http://www.scribd.com/doc/15321198/Boundary-Layers>, 01- 11- 2010
- [3] Heat exchanger, [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_exchanger](http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_exchanger), 03 – 11- 2010
- [4] Fluida., <http://en.wikipedia.org/wiki/Fluida>, 05-11-2010.
- [5] Gas ideal, [http://www.chem-is-try.org/kimia\\_dasar/gas1/hukum-gas-ideal/](http://www.chem-is-try.org/kimia_dasar/gas1/hukum-gas-ideal/), 05- 10 -2010
- [6] White, F.M., *Mekanika Fluida*, jilid I, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1998.
- [7] White, F.M., *Fluid Mechanics*, McGraw-Hill Book Company, 1979.
- [8] Syaiful M. *Kajian Perpindahan Massa, Momentum, dan Energi*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan teknologi- II 2008, Universitas Lampung
- [9] Gambit Tutorial Guide, Fluent incorporated, 2001.