

## ANALISIS TEGANGAN PADA *ELBOW PIPE* SA 123 Gr.T22 DI *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER*

Abdul Haris Siregar<sup>1\*</sup>, Hary Sutjahjono<sup>2</sup>, Agus Triono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

Email: \*abdharissrg@gmail.com

### ABSTRACT

*Heat exchanger is a system used to transfer heat between fluids. The most cases of heat exchanger failure is leakage pipe. This study aims to see the effect of increasing the radius of the elbow pipe in the shell and tube heat exchanger on the stress due to internal and external pressure. The research using ANSYS 15 at elbow pipe radius 40 mm, 51 mm and 62 mm with internal pressure 20.4 MPa and external pressure 2.04 MPa. Obtained maximum results occur in 40 mm radius elbow pipe of 81,528 MPa and minimum result occurs in 62 mm of 76,212 MPa. The stress that occurs in all elbow pipe can be said safe because the stress value is still under the pipe material yield point.*

*Keywords: Pipe stress analysis, elbow pipe, heat exchanger.*

### PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi kebutuhan utama di kehidupan sehari – hari. Energi listrik digunakan untuk memasak, menerangi ruangan, media informasi sampai media transportasi. Selain itu, meningkatnya jumlah penduduk juga meningkatkan kebutuhan akan energi listrik. Data Badan Statistik Ketenagalistrikan menunjukkan peningkatan konsumsi tenaga listrik dari tahun 2007 konsumsi tenaga listrik sebesar 129.018,81 MWh dengan 223.013.776 penduduk menjadi 247,416,06 MWh dengan 256.705.000 penduduk di tahun 2016 [1].

Salah satu sumber pembangkit tenaga listrik adalah Pembangkit Tenaga Listrik Panas Bumi (PTLP). PLTP memanfaatkan energi panas bumi untuk menghasilkan energi listrik dengan cara menukar panas fluida dari bumi kepada fluida lain yang akan dialirkan ke turbin. Pada PLTP terdapat mesin yang berperan penting dalam proses perpindahan panas yaitu *heat exchanger*. *Heat exchanger* berfungsi untuk menukar panas fluida dari panas bumi ke fluida yang akan dialirkan ke turbin. Perbedaan temperatur dan tekanan antara kedua fluida sangat besar, maka mesin tersebut dapat berpotensi mengalami kegagalan.

Stewart & Lewis menjelaskan dalam survei persentase terbesar yang mengakibatkan kehilangan produksi akibat kegagalan *heat exchanger* adalah kebocoran pipa sebesar 47% atau 155 kasus dari total 350 kasus dalam kurun waktu 2008 – 2013. Oleh karena itu diperlukan

penelitian guna meminimalisir kegagalan pada *heat exchanger* [2].

Prastowo dkk melakukan penelitian menurunkan tingkat erosi pada *elbow fitting* di *condenser air conditioning cooling system* dengan menambahkan *vortex generator*. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan simulasi *CFD* pada *elbow fitting* untuk mengetahui posisi terjadinya erosi, lalu menambahkan *vortex generator* untuk menurunkan kecepatan fluida di daerah yang terjadi erosi [3]. Mahmuddin melakukan studi eksperimental mengenai penurunan tekanan pada *elbow pipe* dengan variasi rasio R/D untuk mengetahui karakteristik penurunan tekanan yang terjadi [4]. Hafid melakukan analisa tegangan pada *elbow pipe hot leg* dengan sudut belokan sebesar 51° menggunakan perhitungan mekanika teknik [5].

Penelitian ini melakukan analisa tegangan pada *elbow pipe* di *shell and tube heat exchanger* dengan menggunakan *software ANSYS 15*. Penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh radius lengkung 40 mm, 51 mm dan 62 mm pada *elbow pipe* terhadap tegangan yang disebabkan oleh tekanan internal dan eksternal.

### BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan adalah statis
2. Hasil penelitian berupa tegangan *equivalent stress*.

3. Tegangan diakibatkan oleh tekanan internal dan eksternal.
4. Analisa tegangan dititik beratkan pada *elbow pipe* di *Shell and Tube Heat Exchanger*.

Proses penelitian menggunakan *software* ANSYS15 dengan jenis simulasi *Static Structural*.

### METODE PENELITIAN

#### Parameter Penelitian

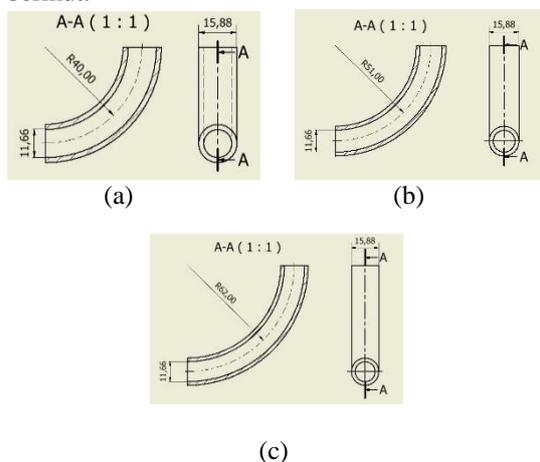
Parameter dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Penelitian

Parameter	Nilai
Tekanan Internal	20,4 MPa
Tekanan Eksternal	2,04 MPa
Diameter luar	15,875 mm
Diameter dalam	11,659 mm
Poisson ratio	0,3
Ultimate strength	415 MPa
Yield strength	205 MPa
Densitas	7800 kg/m <sup>3</sup>

#### Pemodelan

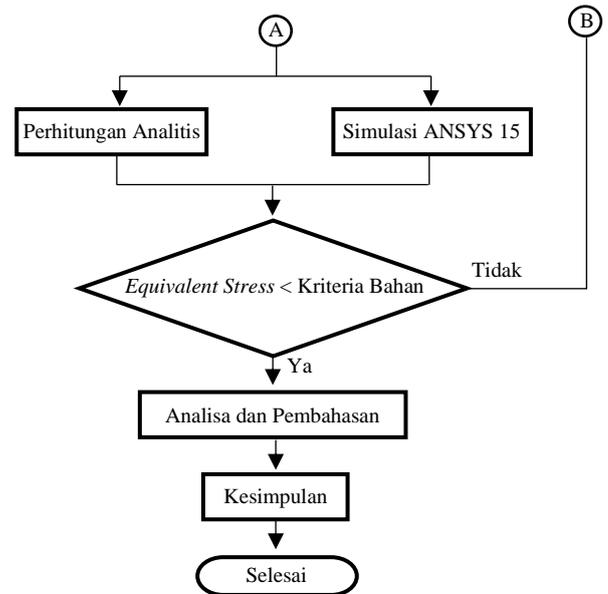
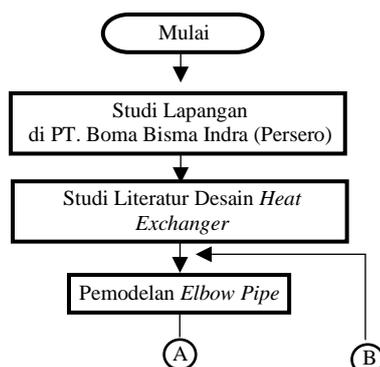
Dimensi *elbow pipe* dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 1. Pemodelan *elbow pipe*: (a) radius 40 mm, (b) radius 51 mm dan (c) radius 62 mm.

#### Diagram Alir

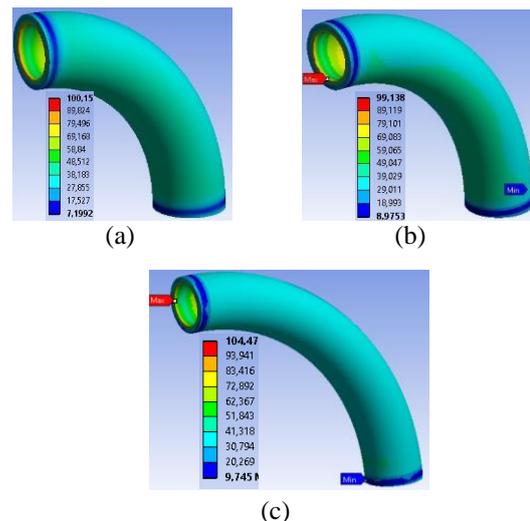
Diagram alir dalam penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir

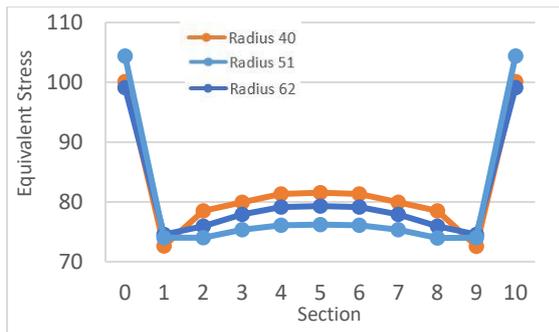
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi pada *elbow pipe* radius 40 mm, 51 mm dan 62 mm di tampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil simulasi: (a) *Elbow pipe* radius 40 mm, (b) *Elbow pipe* radius 51 mm, dan (c) *Elbow pipe* radius 62 mm

Karena hasil simulasi pada Gambar 3 belum dapat menunjukkan titik kritis maka *elbow pipe* dipecah menjadi 10 *section* seperti pada Gambar 4. *Section* 0 dan 10 di *elbow pipe* terjadi peningkatan tegangan yang ekstrem, hal ini terjadi disebabkan *section* 0 dan 10 adalah letak tumpuan. *Equivalent stress* maksimal terjadi pada *section* 5 di setiap *elbow pipe* dengan nilai tegangan sebesar 81,528 MPa pada radius 40 mm, 79,309 MPa pada radius 51 mm dan 76,212 MPa pada radius 62 mm.



Gambar 4. Grafik *equivalent stress* terhadap peningkatan radius *elbow pipe*

### KESIMPULAN

Kesimpulan analisis tegangan pada *elbow pipe SA 213 Gr.T22* di *shell and tube heat exchanger* sebagai berikut :

- Equivalent stress* di *section 5* pada *elbow pipe* radius 40 mm sebesar 81,528 MPa, pada radius 51 mm sebesar 79,309 MPa dan pada radius 62 mm sebesar 76,212 MPa.
- Nilai tegangan yang terjadi dapat dikatakan aman karena masih jauh di bawah titik *yield* sebesar 205 MPa.

### SARAN

Saran untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut:

- Melakukan analisis dengan pemodelan utuh *heat exchanger*.
- Menambahkan pembebanan termal.
- Melakukan analisis lanjut terkait penurunan tekanan yang terjadi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dirjen Ketenagalistrikan. 2017. *Statistika Ketenagalistrikan 2016*. Jakarta: Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral;
- Stewart, Maurice dan Cran T Lewis. 2013. *Surface Production Operations Vol 2*. Virginia: Elsevier;
- Prastowo, Hari dkk. 2007. *Damage Analysis of Elbow Fitting at Condenser Air Conditioning Cooling System*. Surabaya: International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. 1(4);
- Mahmuddin. 2018. *Studi Eksperimental Penurunan Tekanan Aliran Melewati Belokan Pipa Horizontal dengan Variasi Rasio R/D*. Makasar: Universitas Muslim Indonesia;
- Hafid, Abdul. 2013. *Analisis Tegangan Pada Belokan Pipa Hot Leg Sistem Primer PWR Menggunakan Prinsip Mekanika Teknik*. Yogyakarta: Sigma Epsilon;
- Thulukkanam, Kuppam. 2013. *Heat Exchanger Design Handbook Second Edition*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group;
- Budynas, Richard G dan J Keith Nisbett. 2018. *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition*. New York: McGraw – Hill;
- Budynas, Richard G. 1977. *Advanced Strength and Applied Stress Analysis Second Edition*. United States of America: McGraw – Hill.