

# ANALISA TEGANGAN TUBE BUNDLE PADA REBOILER UNIT DHP E-460 DENGAN MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR

*By* Hendri Chandra

## ANALISA TEGANGAN *TUBE BUNDLE* PADA *REBOILER UNIT DHP E-460* DENGAN MENGGUNAKAN *AUTODESK INVENTOR*

Hendri Chandra; Darmawi; Aidil Firsariandagi

111Dosen Tetap Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

izilvlahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

E-mail: [aidilfirsariandagi@ahoo.com](mailto:aidilfirsariandagi@ahoo.com)

Jl.Raya Palembang - Prabunnulih Km. 32 Kec. Indralaya Ogan Ilir 30662

### ABSTRAK

*Tube bundle* merupakan salah satu komponen utama pada *reboiler unit DHP E-460*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa distribusi tegangan, tegangan maksimal yang terjadi pada *tube* akibat *internal pressure* dan faktor keamanan *tube* pada saat beroperasi dalam kondisi normal. Pada penelitian ini juga akan dilakukan simulasi dengan memasukkan faktor laju korosi yang menyebabkan penipisan pada dinding *Lithe*. Analisa dilakukan menggunakan metode elemen hingga (MEH) dengan hantuan perangkat lunak untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan memasukkan input data berupa pemodelan dari *tube bundle*, jenis material, kondisi batas dan pembebanan yang terjadi. Penelitian ini dilakukan dengan model tiga dimensi, dimaksudkan agar memperoleh hasil yang lebih akurat. Hasil dari penelitian ini yaitu gambaran secara visual mengenai distribusi tegangan, tegangan maksimal yang terjadi pada *tube* akibat tekanan dari dalam, daerah-daerah yang mengalami tegangan kritis pada *tube bundle*, faktor keamanan serta apa saja upaya yang dapat dilakukan untuk menekan laju kerusakan pada *tube bundle*. Setelah penelitian dilakukan diharapkan agar proses kerusakan pada *tube* dapat dikurangi. Selain itu, penelitian ini juga dimaksudkan untuk menambah pengetahuan mengenai tegangan pada *tube*.

Kota Kunci: Analisa Tegangan, *Tube Bundle*, Metode Elemen Hingga, Model Tiga Dimensi.

### 1. Pendahuluan

Kerusakan pada se bush komponen mesin Kerusakan pada sebuah komponen mesin sangat mungkin terjadi disemua bidang tekkn. Kerusakan yang terjadi biasanya meliputi kerusakan pada suatu pabrik konstruksi, bangunan, maupun komponen - komponen mesin dari elemen yang paling kecil hingga komponen yang sangat vital dalam konstruksi mesin itu sendiri. Pada kondisi tertentu, mesin berjalan tidak normal terkadang bisa diakibatkan oleh komponen yang kecil. Masalah timbul bukan hanya dari tidak bekerjanya komponen vital saja, akan tetapi juga bisa berasal dari komponen yang kecil dari mesin tersebut.

Komponen mesin dibuat untuk dapat beroperasi pada suatu umur yang direncanakan. Pada kenyataannya terkadang kerusakan terjadi lebih d ini dari yang diperkirakan, sehingga mengganggu produktivitas suatu pabrik. Kerusakan suatu komponen dapat disebabkan oleh berbagai jenis beban, antara lain beban statis, beban dinarnis, dan beban *thermal*, serta dapat juga disebabkan oleh beban-beban gabungan yang sangat membahayakan suatu komponen.

Sedangkan ditinjau dari modus kerusakan suatu komponen dapat terjadinya akibat de farm asi plastis, kerusakan akibat kelelahan material (*fatigue*), kerusakan akibat serangan korosi, kerusakan akibat *creep*, *stress rupture*, kerusakan akibat adanya hidrogen yang berpenetrasi, logam Garr yang berpenetrasi dan lain - lain yang masing - masing mem iliki mekanisme dan karakteristik yang berbeda - beds.

Pada kasus kerusakan *tube bundle reboiler unit DHP E-460*, masalah yang terjadi berupa kebocoran *tube bundle* akibat tekanan dan tempera= yang tidak konstan. Kerusakan yang terjadi menyebabkan komponen yang sangat vital tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga gagal menjalankan fungsinya. Komponen yang beroperasi dengan tekanan dan tern peratur di atas tekanan dan temp eratur kamar ini menyebabkan komponen ini mengalami kebocoran yang mengakibatkan *hot oil* bercampur dengan gas. Komponen yang mengalami kerusakan tersebut hares diganti dengan komponen yang lain agar bisa beroperasi dengan normal kembali.

Perelitian terhadap distribusi tegangan pada *tube bundle* reboiler unit DHP (E-460) dapat dilakukan dengan simulasi menggunakan *Autodesk Inventor*, maka dapat diperoleh distribusi tekanan yang terjadi pada *tube bundle* reboiler unit DHP E-460 sehingga kits dapat mengetahui titik kritis yang terjadi. Berdasarkan hasil simulasi kits dapat mengamati tegangan yang terjadi akibat tekanan dan panas dari media pemanas.

### 1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut "Tube bundle merupakan sebuah alat pada reboiler unit DHP E-460 yang berfungsi mengedirkan fluida pemanas. Pada saat masa pemakaian, sering terjadi kerusakan sebelum umur yang telah diprediksi. Dalton penelitian ini penulis akan menentukan seberapa besar pengaruh dari tegangan terhadap kensalcan yang terjadi serta menentukan bagian kritis pada tube bundle reboiler unit DHP E-460 dengan cara mensimulasikannya dengan bantuan perangkat lunak, *Autodesk Inventor*".

### 1.2. Tujuan Penelitian

- Tujuan dari penelitian togas akhir ini adalah
1. untuk menentukan distribusi tegangan yang terjadi pada *tube bundle* reboiler unit DHP E-460 pada saat dioperasikan dan mempelajarinya.
  2. Menentukan tegangan kritis yang terjadi pada *tube bundle* akibat dari pembebanan pada saat operasi
  3. Menentukan peran dari distribusi tegangan dan faktor korosi terhadap kerusakn yang selama ini terjadi pada *tube bundle*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah metode numerik yang digunakan sebagai salah satu solusi pendekatan untuk memecahkan berbagai permasalahan fisik. Dasar dari metode elemen hingga adalah membagi benda kerja menjadi elemen-elemen kecil yang jumlahnya berhingga sehingga dapat menghitung reaksi akibat beban (*load*) pada kondisi batas (*boundary condition*) yang diberikan. Dari elemen-elemen tersebut dapat disusun persamaan-persamaan matriks yang biasa diselesaikan secara numerik dan hasilnya menjadi jawaban dari kondisi beban yang diberikan pada benda kerja tersebut.

Konsep dasar dari metode ini adalah diskritasi yaitu membagi benda menjadi bentuk-bentuk yang lebih kecil di mana masing-masing mempunyai sifat yang sama seperti benda penusunnya. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari

atau gejala fisika. Tipe masalah teknis dan matematis fisika yang dapat diselesaikan dengan metode elemen hingga terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalah non struktur. Tipe-tipe permasalahan pada metode elemen hingga meliputi analisa tegangan (*stress*), *buckling*, dan getaran, sedang permasalahan non struktur meliputi perpindahan panas dan massa, mekanika fluids, dan distribusi dari potensial listrik dan potensial magnet.

### 2.2. Simulasi

Simulasi dengan menggunakan *software* sangat membantu untuk insinyur (*engineer*) dalam menganalisa suatu *part* atau bagian. Pendekatan simulasi diawali dengan pembuatan model mendekati sistem nyata. Model tersebut harus dapat menunjukkan bagaimana komponen dalam sistem saling berinteraksi sehingga benar-benar menggambarkan perilaku sistem setelah model dibuat maka model tersebut ditransformasi kedalam program komputer sehingga memungkinkan untuk disimulasikan. Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisa dengan metode elemen hingga. Pemodelan *tube bundle* menggunakan *software Autodesk Inventor*

Adapun tahapan-tahapan dalam proses simulasi secara umum adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan model *tube bundle*.
2. Proses *meshing*.
3. Memasukkan data kondisi batas dari *tube bundle* (tekanan, temperatur dan jenis material serta *constraint*).
4. *Processing*.
5. Hasil

### 2.3. Korosi

Korosi merupakan kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat yang ada di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki

Korosi mempunyai implikasi yang luas di dalam industri minyak dan gas bumi serta akhir-akhir ini di temukan kondisi operasi yang bersifat asam dengan kandungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang cukup tinggi. Hal ini berpengaruh terhadap pembiayaan proyek ataupun operasi selain juga efek kepada lingkungan. Ketahanan fasilitas produksi terhadap *Stress Corrosion Cracking* (SCC), kerap kali menjadi pertimbangan dalam menentukan seleksi material karena kegagalan material akan berdampak sangat besar terhadap berlangsungnya operasi sebuah perusahaan.

Selain korosi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S, kandungan oksigen, asam organik dan unsur sulfur akan sangat berpengaruh terhadap proses korosi. Adapun

faktor-faktor pemicu proses korosi pada lingkungan gas antara lain

- a. Kadar oksigen (CC)
- b. Tekanan parsial O<sub>2</sub>
- c. Kandungan air
- d. Efek H<sub>2</sub>S

**3. Metodologi penelitian**

**3.1 Diagram Mir Penelitian**

Mulp

Studi Literatur

Pengumpulan Data

1. Data Operasi di Lapangan
2. Jenis Material
3. Gambar

TIDAK

Penyelesaian dengan Perangkat Lunak Berbasis Elemen Hingga dengan Model 3D

Y

YA

Analisis dan Pembahasan

Kesimpulan dan Saran

Koefisien ekspansi termal *tube*: 22 .104(11°C)

Material *rotary breaker* : ASTM 213

- *Tensil Strength* = 615 MPa

*Yield Strength* = 310 MPa

*Modulus Young* = 197500 MPa

Analisa dilakukan dengan mensimulasi *tube bundle* dalam bentuk 3D pada *software Autodesk Inventor* untuk mendapatkan nilai *stress, displacement dan factor of safety*.

Gambar 1. Permodelan *tube bundle*

Dari hasil simulasi menggunakan *software Autodesk Inventor*, didapat nilai *dart stress* maksimal, *displacement* dan *factor of safety* yang ditunjukkan dalam gambar berikut

**4. 2. Hasil Simulasi Metode Elemen Hingga Dan Pembahasan Kondisi Tube Bundle**

6

Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.

**4. Analisa Data dan Pembahasan**

**4.1. Data dan Permodelan**

Adapun data hasil analisa dan pengamatan yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

Data dimensi dan kondisi operasi *dart tube bundle* :

Reboiler	
Reboiler unit DHP E-460	
Tipe <i>Tube Bundle</i>	: U-Tube
Tekanan Internal	go Psi
Diameter <i>tube</i>	19,05 mm
Tebal <i>tube</i>	: 2,11 mm
Jari-jari dalam <i>tube</i>	7,415 mm
jari-jari luar <i>tube</i>	: 9,525 mm
Jari-jari rata-rata	8,470 mm
Temperatur dalam <i>tube</i>	: 126,667 °C
Temperatur luar <i>tube</i>	: -26,111(1.0)
Panjang <i>tube</i>	: 4900mm, 5000 mm, 5100 mm, 5200 mm
- Modulus elastisitas <i>tube</i>	: 197500 MPa
- Poisson rasio <i>tube</i>	0,270

Gambar 2. tegangan maksimum yang terjadi pada seat awal beroperasi

Gambar 3. Tegangan *Von Mises* bagian pangkal *tube* yang berada pada bagian yang melalui *tube sheet*

	Tekanan (MPa)	Hasil Simulasi		Safety Factor
		Tegangan Von Mises	Displacement	
'111111	0,55158	2,0152 N/mm <sup>2</sup>	0,1251 mm	2,03

Tabel 2. Hasil simulasi dengan faktor laju korosi.

Gambar 4. Tegangan Von Mises pada bagian tengah tube yang melalui Eagle.

Laju korosi	Tegangan (N/nun2)	Safety Factor
0 mpy	2,01520	2,03
5 mpy	2,340587	1,95
10 mpy	2,590358	1,91
15 mpy	2,821035	1,84
16 mpy	2,825745	1,59
17 mpy	2,828474	1,47
18 mpy	2,829620	1,38

Gambar 5. Tegangan Von Mises pada bagian tube yang melengkung.

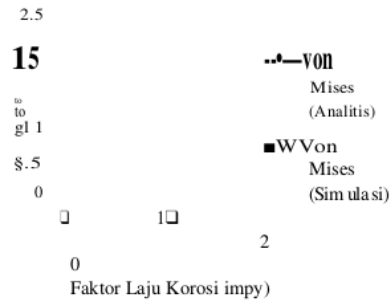
Tabel 3. Perbandingan hasil simulasi dengan analitis.

Laju korosi	Tegangan hasil simulasi (N/mm <sup>2</sup> )	Tegangan analitis (N/nun2)
0 mpy	2,01520	1,500576
5 mpy	2,340587	1,536277
10 mpy	2,590358	1,613479
15 mpy	2,821035	1,7013491
16 mpy	2,825745	1,7212779
17 mpy	2,828474	1,7419354
18 mpy	2,829620	1,7627790

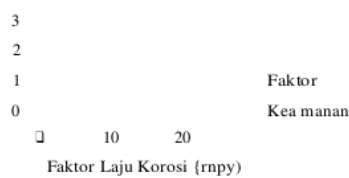
Gambar 6. Displacement pada tube

Gambar 7. Faktor keamanan pada tube

Tabel 1. Hasil simulasi pada kondisi normal.



Gambar .8. Kurva tegangan terhadap faktor laju korosi.



Gambar .9. Kurva faktor keamanan terhadap faktor laju korosi.

1. Dari tabel 1. dapat disimpulkan bahwa maksimum stress yang terjadi pada *tube bundle* masih jauh di bawah nilai yang diijinkan sehingga masih aman untuk digunakan
2. Faktor keamanan dari *tube bundle* pada saat beroperasi masih diatas satu yang menyatakan masih aman digunakan
3. Dari grafik dapat terlihat bahwa semakin besar faktor laju korosi maka tegangan yang terjadi akan semakin meningkat.
4. Berdasarkan hasil simulasi dapat dinyatakan bahwa *tube* aman untuk digunakan karena faktor keamanan masih berada diatas nilai yang diijinkan (*safety factor* >1).

#### 5.1. Saran

1. Meningkatkan kebersihan kualitas gas slam yang akan diproses dengan penyaringan yang lebih efektif untuk memastikan unsur pengotor tidak ikut masuk ke proses pengolahan gas yang lebih lanjut.
2. Melakukan perawatan berupa pembersihan *tube bundle* dengan lebih sering agar zat pengotor yang terbawa oleh gas tidak terlalu lama menumpuk.
3. Untuk analisis dengan simulasi menggunakan bantuan perangkat lunak perhatikan saat

menentukan kondisi batas, karena kesalahan dalam menentukan kondisi batas akan mempengaruhi hasil simulasi yang diperoleh.

#### Daftar Pustaka

- 5 Bednar, Hendry H. 1981. *Pressure Vessel Design Handbook. Tenth Edition.* New York Cincinati: Van Nostrand Reinhold Company, Inc.
- 3 Chandra S. 1996. *Dasar — Dasar Metode Elemen Hingga.* Jakarta : Erlangga.
- 3 Iandiano D.2011. *Studi Laju Baja Karbon untuk Pips Penyaluran Proses Produksi Gas Alam yang Mengandung Gas CO2 pada Lingkungan Naci 0.5, 1.5, 2.5 dan 3.5%.* Jakarta: Perpustakaan Universitas Indonesia.
- 8 Grinnell. 1981. *Piping Desain and Engineering.* Sixth Edition. USA: ITT Grinnell Industrial Piping, Inc.
- 8 Logan, Daryl L. L. 2007. *A First Course in the Finite Element Method.* Northwestern University, USA
- 10 M.H.Jawasd, James R F. 1989. *Structural Analysis and Design of Process Equipment Second Edition,* A Wiley-Interscience Publication.
- 11 Mukherjee, Rajiv. 1997, "Effective Design Shell And Tube Heat Exchanger". India Engineers India Ltd.
- 11 Sariyusda, Bustamisyam, Indra 2012 *Analisa Kegagalan Tube Superheater Package Boiler Akibat Overheating.* Sumatera Utara : jurusan Teknik Mesin fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- 9 Singiresu S Rao, 2011. *The Finite Element Method in Engineering, Fifth Ection.* USA Elsevier Inc.
- 4 Timoshenko. S, Goodier, J.N. 1951. *Theory of Elasticity. 2 Edition.* New york: McGraw-Hill Book Company.

# ANALISA TEGANGAN TUBE BUNDLE PADA REBOILER UNIT DHP E-460 DENGAN MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR

ORIGINALITY REPORT

# 10%

SIMILARITY INDEX

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://prosiding.bkstm.org">prosiding.bkstm.org</a> Internet	59 words — 3%
2	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet	31 words — 1%
3	<a href="http://www.lontar.ui.ac.id">www.lontar.ui.ac.id</a> Internet	23 words — 1%
4	<a href="http://journal.eng.unila.ac.id">journal.eng.unila.ac.id</a> Internet	17 words — 1%
5	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet	16 words — 1%
6	<a href="http://ejournalwiraraja.com">ejournalwiraraja.com</a> Internet	13 words — 1%
7	Tri Cahyo Wahyudi, Asroni Asroni. "Analisa variasi temperatur terhadap nilai kekerasan aluminium pada proses squeeze casting", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2022 Crossref	12 words — 1%
8	<a href="http://www.sciencepg.net">www.sciencepg.net</a> Internet	12 words — 1%

---

9	<a href="http://www.onepetro.org">www.onepetro.org</a> Internet	11 words — 1%
10	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet	10 words — < 1%
11	<a href="http://www.teknika-ftiba.info">www.teknika-ftiba.info</a> Internet	10 words — < 1%

---

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF