

ik
n

**ANALISA KEGAGALAN TUBE HEAT EXCHANGER
JA-114-C DI PADANG AMONIA**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret**

Oleh

**DIAN AFRIZAL
(302315005)**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SEBELAS MARET FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
1997**

25

c.1/1

Q
621.402 5
Afr
a
2007

**ANALISA KEGAGALAN TUBE HEAT EXCHANGER
3A-115-C DI PABRIK AMONIA**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

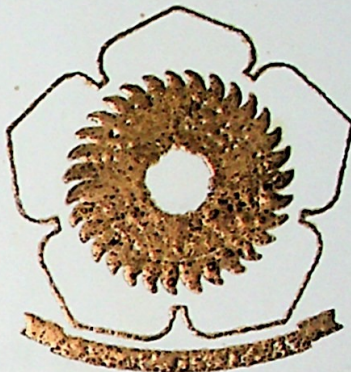
R. 15265
15627

Oleh

**DIAN AFRIZAL
03023150059**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
2007**

**ANALISA KEGAGALAN TUBE HEAT EXCHANGER
3A-115-C DI PABRIK AMONIA**



SKRIPSI

Oleh

**DIAN AFRIZAL
03023150059**

**Diketahui oleh
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077**

**Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing,**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Chandra'.

**Ir. Hendri Chandra, MT
NIP. 131 885 593**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO : 1626 / TA / IA / 2007

DITERIMA TGL : 13 Maret 2007

PARAF :



SKRIPSI

Nama : DIAN AFRIZAL

NIM : 03023150059

Mata Kuliah : Analisa Kegagalan

Judul Skripsi : Analisa Kegagalan Tube Heat Exchanger
3A-113-C Di Pabrik Amonia

Diberikan : Agustus 2006

Selesai : Januari 2007

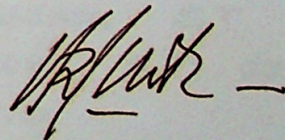


Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Helmy Allan, MT

NIP. 131-672 077

Indralaya, Januari 2007
Dosen Pembimbing



Ir. Hendri Chandra, MT

NIP. 131 885 593

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

".....niscaya Allah akan meninggikan orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan, beberapa derajat....."

(Al Mujaadilah : 11)

" Engkau tidak akan menemukan kebahagiaan sejati sebelum Engkau menemukan jati dirimu yang sesungguhnya"

Dengan memanjatkan Puji Syukur pada Allah SWT,
Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- ↓ Umak (Syarifah) dan UBak (M. Saleh Ismail) Tercinta
- ↓ Kakak- Kakakku (Herman Susanto, S.T , Maidaleni, AmKp, Yuliana Susanti, S.T) dan Adikku (Hendra Yanuardi) Tersayang
- ↓ Keluarga Besaraku
- ↓ My Lovely Girl
- ↓ Almamaterku Khususnya Elemen Mesin 2002
- ↓ Teman-teman baikku

ABSTRAK

Suatu mesin atau komponen mesin dinyatakan rusak bila masih bisa beroperasi namun tidak dapat lagi menjalankan fungsinya dengan baik, masih bisa beroperasi namun tidak aman lagi untuk dijalankan atau bahkan tidak dapat lagi beroperasi. Kegagalan atau kerusakan komponen mesin pada suatu perusahaan akan mempengaruhi kinerja perusahaan tersebut karena dapat mengganggu proses produksi. Kasus kerusakan yang terjadi pada *heat exchanger* 3A-115-C di pabrik Amonia adalah berupa bocornya *tube* pada *heat exchanger* tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan menganalisis penyebab terjadinya kegagalan *tube heat exchanger* 3A-115-C di pabrik Amonia sehingga didapatkan informasi penting sebagai landasan untuk meminimalisir atau bahkan mencegah kegagalan serupa terjadi.

Penelitian yang penulis ambil dalam rangka penulisan Tugas Akhir ini menitikberatkan pada bidang metallurgi, berdasarkan pengkajian dari literatur, observasi lapangan, pengujian laboratorium, analisa data dan kesimpulan.

Dari pemeriksaan visual pada *tube* yang bocor ditemukan banyaknya deposit yang menempel pada dinding luar *tube*. Perhitungan sifat korosif air dengan metode RI (*Ryznar Stability Index*) didapatkan nilai 7,56. Dari hasil uji kekerasan didapatkan nilai kekerasan pada daerah yang dekat bocor sebesar $R_A = 43,5$ sedangkan nilai kekerasan pada daerah yang jauh dari bocor sebesar $R_A = 44,4$. Uji komposisi kimia pada material *tube* yaitu SA 179 memiliki komposisi karbon sebesar 0,079. Hasil uji komposisi karat menunjukkan bahwa terdapat unsur CaCO_3 yang menempel pada dinding luar *tube*.

NOMENKLATUR

Nomenklatur yang digunakan dalam analisa kegagalan *tube heat exchanger* 3A-115-C adalah sebagai berikut :

- A (TDS) : (*Total Dissolved Solid*)Jumlah mineral terlarut dalam air termasuk klorida, sulfat dan karbonat (ppm)
- B : Rata-rata temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- C : Total *Hardness* (ppm)
- D : Total *Alkalinity* (ppm)
- LSI : *Langelier Saturation Index*, Indeks kejenuhan kalsium karbonat untuk memprediksi sifat korosif air.
- e : Regangan (%)
- T : Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- P : Tekanan ($\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$)
- OD : Diameter Luar (mm)
- pHs : nilai kejenuhan pH

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA KEGAGALAN TUBE HEAT EXCHANGER 3A-115-C DI PABRIK AMMONIA”** ini merupakan persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut memberikan bantuan baik berupa pikiran maupun dukungan moral dan spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Zahri Kadir, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Hendri Chandra, M.T., selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan saran serta atas kesabarannya dalam membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Hadiwijaya selaku pembimbing lapangan, bapak Ir. Mursyid, Pak Haji, kak Barata, S.T, bapak MatNuh dan seluruh karyawan Lab. Metal & NDT., Kak Riza.

5. Seluruh staf dosen, Kak Yatno, Doni Perpus. dan TU Jurusan.
6. Kedua Orang Tuaku atas nasehat, dukungan moral dan finansialnya, Saudara-saudaraku (Kak Iman atas beasiswa sampe' tamat , kak Len atas Les Intensif & nasehatnya, Kak Uli yg selalu siap saji, Adek be The Next S.T), Mas Madun mokasi banyak atas RX-King, + biaya tak terduganya, Keponakanku Rafi & Ilham, My Lovely Girl atas support, doa & spiritnya.
7. Elemen Mesin yang ganteng² : Afif my best friend, temanku satu bimbingan, satu visi dan misi (he...i won't forget u friend!!!), Kru Metallurgi (Fathoni, Rahmat, Koko, Oji', Ari Gembel, dll.), Budak Konversi (Alvin, Hardi Maniz Bgt, Perez, Bonni, Larno', Coy, Kudri, + penghuni kantin) Laskar Konstruksi (Panjul, ST, Faisal, Wanda', Akib"Bela-belain", dan Hary baik mokasi banyak bantuan selama TA), Staff Produksi, Material '03, Ari' Tekim thanks Handbooknya.
8. Alumni 3 IPA 1 (Yudi, Inux, Eki', Effri', Doni, Ryan, & Vivin mokasi pinjemen printer & traktirannyo dll)

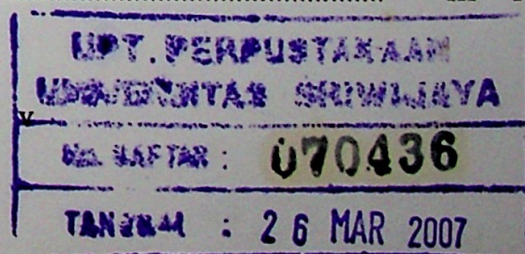
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dalam hal isi maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai masukan untuk dapat menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Januari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
NOMENKLATUR	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	I - 1
I. 1 Latar Belakang	I - 1
I. 2 Tujuan Penelitian	I - 2
I. 3 Perumusan Masalah.....	I - 2
I. 4 Metode Penelitian	I - 2
I. 5 Sistematika Penulisan.....	I - 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II - 1
II. 1 Masalah pada Air Pendingin (<i>Cooling Water</i>)	II - 1
a. Korosi	II - 2
b. <i>Scale</i>	II - 6
c. <i>Biofouling</i>	II - 8
II. 2 Prediksi dan Analisa Sifat Korosif Air	II - 9
II. 3 Analisa Kegagalan	II - 14
BAB III METODE PENELITIAN	III - 1
III. 1 Pengumpulan Data	III - 1
a. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	III - 2
b. Data Material <i>Tube</i>	III - 2
c. Data Operasi <i>Tube</i>	III - 3
d. Data <i>Cooling Water</i>	III - 3
e. Mekanisme Kerja Alat	III - 4
f. Kronologis Kerusakan	III - 5
g. <i>History Record</i>	III - 6
h. Data Perawatan	III - 6
i. Hipotesa Awal Kerusakan	III - 6
III. 2 Pengujian dan Pemeriksaan	III - 7
III.2.1 Pemeriksaan Visual	III - 7
III.2.2 Hasil Uji Komposisi Kimia	III - 7
III.2.3 Hasil Uji Kekerasan	III - 10
III.2.4 Hasil Uji Metallografi	III - 12
III.2.5 Perhitungan Sifat Korosif Air	III - 14
III.2.6 Hasil Uji Komposisi Karat	III - 15



BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	IV – 1
IV. 1 Analisa Pengamatan Visual	IV – 1
IV. 2 Analisa Hasil Uji Komposisi dan Metallografi	IV – 2
IV. 3 Analisa Hasil Uji Kekerasan	IV – 3
IV. 4 Analisa Perhitungan Sifat Korosif <i>Cooling Water</i>	IV – 3
IV. 5 Analisa Kerusakan	IV – 5

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V – 1
V. 1 Kesimpulan	V – 1
V. 2 Saran	V – 1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II. 1. Mekanisme sumuran akibat aerasi-diferensial dibawah butir air..	II - 4
II. 2. Korosi sumuran yang menyerang dinding pipa air tembaga.....	II - 6
II. 3. Pengaruh pH terhadap pengendapan magnesium silikat.....	II - 7
II. 4. Grafik kelarutan kalsium sulfat dan karbonat	II - 7
II. 5. pHs untuk air	II - 13
III. 1. Diagram alir penelitian	III - 1
III. 2. a. <i>Tube</i> yang mengalami bocor	III - 8
III. 2. b. <i>Tube</i> bocor yang sudah dipotong.....	III - 8
III. 3. a. <i>Layout</i> kondisi <i>tube</i> 3A-115-C setelah <i>leak test</i>	III - 9
III. 3. b. <i>Tube</i> 3A-115-C setelah <i>leak test</i>	III - 9
III. 4. Grafik Hasil Uji Kekerasan Rockwell	III - 11
III. 5. Pengujian pada daerah <i>tube</i> yang dekat dengan bocor	III - 12
III. 6. Pengujian pada daerah <i>tube</i> yang jauh dari bocor	III - 12
III. 7. Struktur mikro <i>tube</i> dengan pembesaran 800 x etsa Nital 3 %.....	III - 13
IV. 1. Lokasi bocor pada material <i>tube</i>	IV - 2
IV. 2. Deposit yang menempel pada dinding luar <i>tube</i>	IV - 2

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II. 1. Masalah pada <i>cooling water system</i>	II - 1
II. 2. Perbedaan antara <i>slime</i> dan <i>sludge</i>	II - 8
II. 3. Karakteristik analisa kandungan unsur di dalam air	II - 10
II. 4. Prediksi kecendrungan air dengan indeks <i>Langelier</i>	II - 11
II. 5. Nilai angka untuk mendapatkan pHs	II - 12
II. 6. Prediksi kecendrungan air dengan indeks Ryznar.....	II - 13
III. 1. Komposisi kimia tube (% berat)	III - 2
III. 2. Sifat mekanik <i>tube</i>	III - 2
III. 3. Data <i>cooling water</i> dari Laboraorium Kimia Analisis.....	III - 3
III. 4. Hasil Uji Komposisi Kimia (% berat).....	III - 7
III. 5. Hasil uji kekerasan <i>Tube</i>	III - 11
III. 6. Hasil uji komposisi karat	III - 15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Heat Exchanger 3A-115-C.....	L - 1
2. Material <i>Specification</i>	L - 2
3. Hasil Uji Komposisi Kimia	L - 3
4. Hasil Uji Komposisi Karat	L - 4
5. Tabel Konversi Angka Kekerasan	L - 5
6. Hasil Analisa <i>Cooling Water</i>	L - 6
7. Lembar Asistensi Tugas Akhir	L - 7

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Dewasa ini efisiensi dan produktivitas yang tinggi dari suatu komponen mesin merupakan syarat utama dalam mendukung perkembangan teknologi industri. Oleh karena itu, dalam mendesain suatu mesin haruslah memperhatikan daya tahannya terhadap kondisi operasi tertentu. Secara umum dasar desain mesin dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu :

1. Desain yang tidak mengizinkan adanya kegagalan (*safe-life design*)
2. Desain yang mengizinkan adanya kegagalan namun dapat dicegah dengan dilakukan perawatan (*fail-safe design* atau *damage-tolerant design*)

Hampir seluruh struktur baja didesain sesuai dengan kategori pertama, sedangkan kategori kedua untuk komponen seperti *bearing*, kawat, dan lain-lain.

Umumnya komponen-komponen mesin atau instalasi yang digunakan dalam industri kimia atau petrokimia didesain dan diperiksa sesuai dengan syarat-syarat dan peraturan yang ketat. Meskipun demikian kegagalan tetap mungkin terjadi selama masa operasinya.

Kegagalan suatu komponen selain berisiko terhadap keselamatan manusia juga sangat merugikan dalam segi ekonomi. Kegagalan tidak hanya membutuhkan biaya untuk penggantian atau perbaikan peralatan tetapi juga dapat menghambat proses produksi. Namun suatu kegagalan dapat dianalisis dan disusun suatu kesimpulan, sehingga didapatkan informasi penting sebagai landasan untuk meminimalisir atau bahkan mencegah kegagalan serupa terjadi. Hal inilah yang



mendorong penulis untuk melakukan analisa terhadap kegagalan *tube heat exchanger* 3A-115-C di pabrik Amonia.

I. 2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendalami wawasan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang analisa kegagalan yang terjadi di lingkungan industri kimia atau petrokimia.
2. Sebagai salah satu bacaan atau referensi terutama penelitian yang masih berhubungan dengan analisa kegagalan.
3. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab kegagalan yang terjadi pada *tube heat exchanger* 3A-115-C di pabrik Amonia.
4. Untuk mencari solusi agar kasus serupa dapat diminimalisir sehingga dimasa yang akan datang umur pakainya akan lebih lama.

I. 3 Rumusan Masalah

Kegagalan yang terjadi pada *heat exchanger* 3A-115-C di pabrik Amonia yaitu berupa bocornya *tube heat exchanger* tersebut. Hal ini menyebabkan proses kerja *heat exchanger* menjadi terganggu dan dapat menurunkan produktivitas dari proses pembuatan Amonia. Adapun kebocoran tersebut dapat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain : *cooling water* yang bersifat korosif, terbentuknya *scale*, deposit dan *biofouling* pada dinding-dinding *tube*, terjadinya reaksi elektrokimia yang dapat memicu korosi, atau faktor perawatan yang tidak rutin.



I.4 Metode Penulisan

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penulisan yaitu :

1. Studi Literatur
2. Survey Data
3. Pengujian Laboratorium
4. Analisa Data dan Pembahasan

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dilakukan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

BAB I. Pendahuluan

Pada bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang masalah yang terjadi pada air pendingin (korosi, *scale*, dan *biofouling*), prediksi dan perhitungan sifat korosif air, serta tinjauan umum analisa kegagalan.

BAB III. Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang data-data *tube heat exchanger* 3A-115-C yang diperlukan untuk melakukan analisa kegagalan, serta data-data pengujian yang dilakukan di Laboratorium.

BAB IV. Analisa Data dan Pembahasan



Pada bab ini berisi analisa data yang didapat mengenai *tube heat exchanger* 3A-115-C, serta analisa data yang didapat dari hasil pengujian dan pemeriksaan di Laboratorium. Adapun pengujian tersebut meliputi pemeriksaan visual, pengujian kekerasan, uji komposisi kimia, uji komposisi karat dan uji metallografi.

BAB V. Kesimpulan dan Saran

Merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang dapat diambil dari kajian dan pembahasan serta saran-saran yang dapat dilaksanakan agar kasus serupa dapat diminimalisir dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hardiansah Pili, "*Studi Kasus Korosi Pipa Seamless DN 100 ASTM 53 Grade B, Schedule 40 pada Instalasi Water Treatment Plant di PT. SPF*", UNSRI, Indralaya, 2006.
2. Hironobu Nisitani, Dr Eng. Prof., "*Failure Analysis In Engineering Applications*", Shin-Ichi Nishida, Kyushu University, 1986.
3. Kasta Ginting, Ir. dkk., "*Pelatihan Prime Movers dan Peralatan Khusus Penunjang Operasi Pabrik bagi Calon Karyawan PT. PUSRP*", Palembang, September 2003.
4. K.R. Trethewey & J. Chamberlain, "*Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
5. Michael Frankel, CIPE, CPD, "*Facility Piping Systems Handbook*", Second Edition, McGraw-Hill, USA, 1996.
6. _____, "*Buku Spesifikasi Heat Exchanger Area Pusri III*"
7. _____, "*Cold Water Pitting of Copper Tube*" From Wikipedia, The Free Encyclopedia.
8. _____, "*Copper Pinholes Leaks*" Toolbase Technotes
9. _____, "*Kurita Handbook Of Water Treatment*", Second English Edition, Kurita Water Industries, LTD., Japan, 1999.
10. _____, "*Pitting Of Condenser Tubes Journal*"