

**ANALISIS KEGAGALAN TUBE *CONVECTION* BERSIRIP PADA
TUNGKU PEMBAKARAN**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana Strata-1
Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung*

Oleh :

Moch. Yogi Suryana

153030103



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEGAGALAN TUBE *CONVECTION* BERSIRIP PADA
TUNGKU PEMBAKARAN**



Nama : Moch. Yogi Suryana

NPM : 153030103

Pembimbing I

(Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.)

Pembimbing II

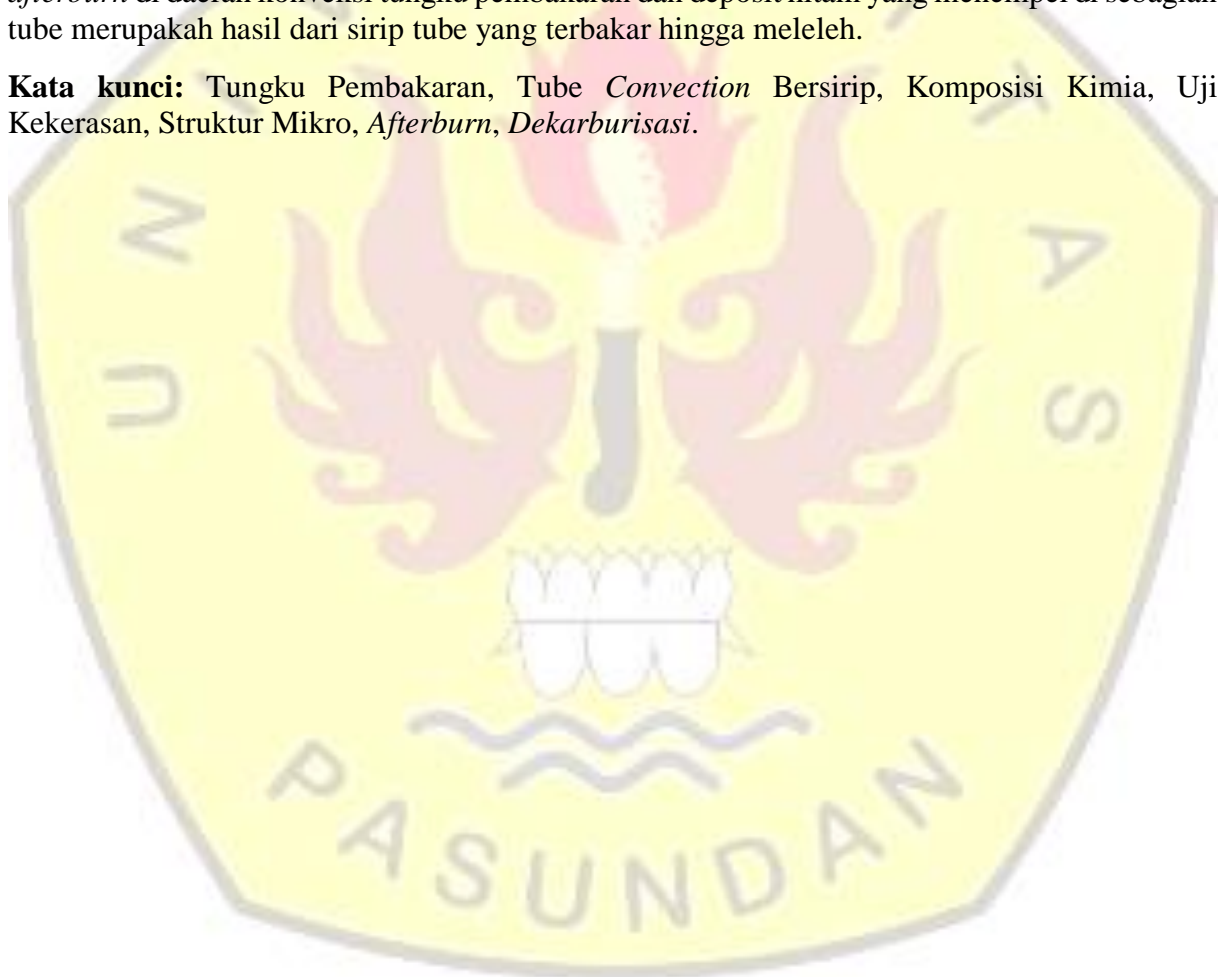
(Ir. Gatot Santoso, M.T.)



ABSTRAK

Tungku pembakaran atau *furnace* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk memanaskan cairan di dalam tube dengan sumber panas berasal dari proses pembakaran menggunakan bahan bakar gas atau cairan secara terkendali di dalam *burner*. Penelitian yang dilakukan yaitu pada bagian tube *convection* bersirip yang secara visual kegagalan terjadi pada tube berupa penipisan dinding bagian bawah di dalam tube dan rusaknya sirip tube. Karena itu, untuk mengetahui penyebab kegagalan pada tube *convection* bersirip. Penelitian ini dilakukan dan dibutuhkan beberapa pemeriksaan yaitu; pemilihan sampel permukaan yang akan dianalisis, pengujian komposisi kimia, pengujian kekerasan, pengamatan stuktur mikro pada permukaan yang mengalami kegagalan dan menentukan penyebab kegagalan pada tube *convection* bersirip. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material tube adalah baja karbon rendah jenis ASTM A106 grade B, material sirip tube adalah baja karbon rendah jenis ASTM A36. Bagian dalam tube mengalami penipisan akibat terkikis disebabkan oleh aliran fluida *crude oil* yang mengalir di dalam tube. Sebagian sirip tube rusak dan hilang disebabkan akibat terbakar karena terjadinya *afterburn* di daerah konveksi tungku pembakaran dan deposit hitam yang menempel di sebagian tube merupakan hasil dari sirip tube yang terbakar hingga meleleh.

Kata kunci: Tungku Pembakaran, Tube *Convection* Bersirip, Komposisi Kimia, Uji Kekerasan, Struktur Mikro, *Afterburn*, *Dekarburisasi*.



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II STUDI LITERATUR	3
2.1 Tungku Pembakaran.....	3
2.2 Bagian-Bagian Tungku Pembakaran	3
2.2.1 Radiasi	3
2.2.2 Konveksi	4
2.3 Tube	4
2.3.1 Sistem Perpipaan	4
2.3.2 Pipa	5
2.3.3 Persyaratan Tube <i>Crude Oil</i>	5
2.4 Material Tube	6
2.5 Baja.....	6
2.5.1 Baja Karbon	7
2.6 Tube Baja ASTM A106.....	8
2.7 Tube Baja Bersirip.....	9
2.8 Analisis Kegagalan	10
2.9 Kegagalan Yang Sering Terjadi Pada Tungku Pembakaran	11
2.9.1 H ₂ S Corrosion.....	11
2.9.2 CO ₂ Corrosion	12
2.9.3 <i>Sour Crude Oil</i>	12
2.9.4 <i>Dekarburisasi</i>	13
2.9.5 <i>Afterburn</i>	13
2.10 Penyebab Kegagalan.....	13
2.11 Jenis-Jenis Korosi	15
2.12 Metode Analisis Kegagalan.....	17
2.13 Macam-Macam Analisis Kegagalan.....	18

2.13.1 Pemeriksaan Kondisi Visual.....	18
2.13.2 Uji Komposisi Kimia.....	18
2.13.3 Pemeriksaan Struktur Mikro.....	18
2.13.4 Uji kekerasan Mikro <i>Vickers</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	22
3.3 Pengujian Laboratorium	23
3.3.1 Komposisi Kimia.....	23
3.3.2 Prosedur Pengujian Kekerasan	24
3.3.3 Prosedur Pengujian Struktur Mikro.....	25
BAB IV ANALISIS DAN DATA.....	26
4.1 Pemeriksaan Visual Dan Dimensi	26
4.1.1 Pemeriksaan Visual	26
4.1.2 Pemeriksaan Dimensi	27
4.2 Uji Komposisi Kimia.....	28
4.2.1 Uji Komposisi Kimia Tube.....	28
4.2.2 Uji Komposisi Kimia Sirip Tube.....	29
4.3 Pengujian Struktur Mikro	30
4.4 Pengujian Kekerasan	34
BAB V KESIMPULAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tungku pembakaran disebut juga *furnace* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk memanaskan fluida cair di dalam tube. Pemanasan itu dihasilkan dari proses pembakaran menggunakan bahan bakar cairan atau gas secara terkendali di dalam *burner*. [30] Tube adalah benda silinder yang di tengahnya terdapat lubang dan terbuat dari material logam maupun material-material lain yang mempunyai fungsi mengalirkan fluida berbentuk cair maupun gas. [1] Saat ini terdapat sebuah tube *convection* bersirip yang akan diteliti karena mengalami kegagalan. Kegagalan yang terjadi pada tube berupa penipisan dinding pada bagian dalam dan rusaknya sirip tube. Secara *hipotesis* kegagalan ini disebabkan oleh korosi erosi dan terbakar sehingga perlunya penindakan mengenai tube tersebut untuk mencari penyebab terjadinya kegagalan.

Sehubungan dengan terjadinya kegagalan pada tube *convection* bersirip, maka dibutuhkan suatu tindakan yaitu melakukan analisis kegagalan. Analisis kegagalan ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan pada tube *convection* bersirip tersebut. Untuk mengetahui penyebab kegagalan dilakukan pemeriksaan dan pengujian yang meliputi; pemilihan sampel permukaan yang akan dianalisis, pengujian komposisi kimia, pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut American Standar Material kegagalan dikategorikan kedalam tiga bagian yaitu, patah (*fracture*), keausan (*wear*) dan korosi (*corrosion*). Dari analisis visual kegagalan yang terjadi pada tube berupa penipisan dinding pada bagian dalam dan rusaknya sirip. Akan tetapi, masalah yang timbul pada penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan pada tube *convection* bersirip pada tungku pembakaran.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian skripsi ini yaitu ;

1. Melakukan pengujian komposisi kimia pada tube untuk mengetahui jenis material tube.
2. Melakukan pengujian komposisi kimia pada sirip tube untuk mengetahui jenis material sirip tube.
3. Mengidentifikasi dan menganalisis penyebab menipisnya dinding bagian dalam tube.

4. Mengidentifikasi dan menganalisis apa yang jadi penyebab sebagian sirip tube rusak dan hilang.
5. Mengidentifikasi dari mana asal deposit yang menempel pada dinding luar tube.

1.4 Batasan Masalah

Adapun pembatasan dalam penelitian skripsi ini adalah:

- Benda yang diteliti merupakan material tube *convection* bersirip pada tungku pembakaran.
- Spesimen yang dipakai dalam penelitian skripsi ini yaitu material yang telah dipotong dari tube.
- Pengujian yang dilakukan pada spesimen uji meliputi :
 - Pengujian komposisi kimia
 - Pengujian kekerasan
 - Pengamatan struktur mikro

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan laporan ini, sebagai berikut: BAB I PENDAHULUAN: Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan. BAB II STUDI LITERATUR: Berisikan teori-teori tentang definisi tungku pembakaran, bagian-bagian tungku pembakaran, definisi tube, material tube, baja, tube baja ASTM A106, tube baja bersirip, analisis kegagalan, kegagalan yang sering terjadi pada tungku pembakaran, penyebab kegagalan, jenis-jenis korosi, metode analisis kegagalan, macam-macam analisis kegagalan yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai studi literatur. BAB III METODOLOGI: Berisikan tentang langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Berisikan hasil penelitian dan pembahasan data dari penelitian yang telah kita lakukan. DAFTAR PUSTAKA: Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam pembuatan laporan skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nawar, Amin. 2013. Analisa tegangan statik pada sistem perpipaan tower air (water tower system) dengan menggunakan software caesar ii v. 5.10. Jurnal Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara
- [2] Tofik MR. 2009. Jenis jenis dan macam macam pipa. <https://opik7th.wordpress.com/2009/10/23/pipa/>
- [3] Pratama A. V. 2015. Sistem perpipaan. <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/18182/BAB%202.pdf?sequence=3&isAllowed=y/>
- [4] Saputra E. 2015. Sistem perpipaan. <http://eprints.polsri.ac.id/1990/3/BAB%20II.pdf/>
- [5] Sudirman F. 2017. Sistem perpipaan. <https://docplayer.info/46362320-Bab-iii-sistem-perpipaan.html/>
- [6] Handani, S., & Elta, M. S. 2012. Pengaruh inhibitor ekstrak daun pepaya terhadap korosi baja karbon schedule 40 grade B ERW dalam medium air laut dan air tawar. Jurnal Riset Kimia, 5(2), 175.
- [7] Indrayani, N. L. (2016). Studi pengaruh ekstrak eceng gondok sebagai inhibitor korosi untuk pipa baja SS400 pada lingkungan air. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(2), 47-56.
- [8] Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji, A. (2015). Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating. Jurnal Teknik ITS, 4(1), G1-G5.
- [9] <https://www.fedsteel.com/ASTM-a106-carbon-steel-pipe-tube/> (diakses pada 21 april 2019)
- [10] <https://www.amerpipe.com> (diakses pada 21 april 2019)
- [11] <http://id.worldironsteel.com/news/which-steel-pipe-can-be-used-for-manufacturing-13079372.html> (diakses pada 21 april 2019)
- [12] <http://www.valvejual.com/pipa-sirip/> (diakses pada 21 april 2019)
- [13] Siahaan E. 2015. Karakteristik sifat mekanis kerusakan pipa water tube *boiler*. Proceeding teknik mesin universitas tarumanagara. Jakarta.
- [14] Suripto, D. 2014. Analisis kegagalan pada pipa ulir di lingkungan perminyakan. Jurnal balai besar teknologi kekuata struktur. Tangerang.
- [15] Suarsana, I. KT. 2016. Analisa Perpatahan. Diktat Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana Denpasar.

- [16] Indrayani N. L. 2016. Studi pengaruh ekstrak eceng gondok sebagai inhibitor korosi untuk pipa baja ss400 pada lingkungan air. *Jurnal teknik mesin Universitas Islam* 45. Bekasi
- [17] Anggaretno, G., Rochani, I., & Supomo, H. 2012. Analisa pengaruh jenis elektroda terhadap laju korosi pada pengelasan pipa api 5L grade X65 dengan media korosi FeCl₃. *Jurnal teknik ITS*, 1(1), G123-G128
- [18] Sulistyono W. & Bayuseno A. P. 2014. Analisis korosi dan erosi di dalam pipa pdam semarang. *Jurnal teknik mesin Universitas Diponegoro*. Semarang.
- [19] Syahril M. & Suhadi A. (2014). Analisa kondisi aktual pipa radian tungku pembakaran pada unit pengolahan minyak mentah. *Jurnal sains dan teknologi indonesia*. 16, 02.
- [20] Sunandrio H. & Sutarjo (2014). Serangan korosi sumuran pada tube heat exchanger di kilang pengolahan minyak. *Jurnal balai besar teknologi kekuata struktur*. Tangerang.
- [21] Sari L. N. (2014). Kerusakan tube tungku pembakaran akibat deposit dan korosi sulfida di industri migas. *Jurnal balai besar teknologi kekuata struktur*. Tangerang. 14, 01.
- [22] Hatta I. (2013). Analisis kerusakan pipa baja hp-modified untuk pada industri migas. *Jurnal sains dan teknologi indonesia*. 15, 02.
- [23] Wijayanto S. O. & Bayuseno A. P. (2014). Analisis kegagalan material pipa ferrule nickel alloy n06025 pada waste heat boiler akibat temperatur tinggi berdasarkan pengujian mikrografi dan kekerasan. *Jurnal teknik mesin universitas diponegoro*. Semarang.
- [24] Surdia & Saito. 1999. Pengetahuan bahan teknik. Jakarta: PT pradnya paaramita.
- [25] Yunaidi. 2016. Perbandingan Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah dan Stainless Steel Seri 201, 304, dan 430 Dalam Media Nira," *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*.
- [26] Sinta N. 2018. Analisis Laju Korosi Dan Kekerasan Pada Stainless Steel 304 Dan Baja Nikel Laterit Dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, Dan 10% Ni) Dalam Medium Korosif. *Skripsi*.
- [27] ASM HB. 2002. Failure Analysis and Prevention, USA: ASM International.
- [28] Gadang P. 2015. Praktis Korosi dan Logam Untuk Mahasiswa, Jakarta: Nulisbuku.
- [29] Roberge P. R. 1999. Handbook of Corrosion Engineering, USA: McGraw-Hill.
- [30] Cahya, Guntur, D. 2015. Maintenance Area Department Pertamina Refinery Unit Vi Balongan Indramayu – Jawa Barat. Laporan Kuliah Kerja Lapang. Malang. Universitas Brawijaya
- [31] Pratama, R, A. 2014. Diklat Tungku pembakaran. <https://independent.academia.edu/RyanArdhiPratama>.

- [32] Pedoman Tata Kerja. 2007. Pengoperasian dan Pemeliharaan Tube Penyalur Minyak dan Gas Bumi. Jakarta. BPMIGAS
- [33] Pradityo, H.P. 2012. Analisis Kegagalan Tube Primary Separator. Skripsi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- [34] API Standard 571. 2011. Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry. Second Edition.
- [35] Baukal, Charles E., Schwartz, Robert E., Baukal, Charles E. Jr., 2001. The John Zink Combustion Handbook, CRC Press, Boca Raton, Fl.
- [36] API Recommended Practice 535 Third Edition. 2014. *Burners For Fired Heaters In General Refinery Services.*
- [37] Listuyeri, V. Korosi Pada Industri Perminyakan.
https://www.academia.edu/8269974/Korosi_Pada_Industri_Perminyakan

