

# **ANALISIS KEGAGALAN PADA PIPA *STAINLESS STEEL* AISI 304**

## **SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Strata-I Program Studi Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung*

Oleh

Evan Rivaldi Apriana

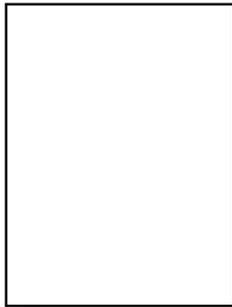
153030107



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KEGAGALAN PADA PIPA *STAINLESS STEEL* AISI 304**



Nama : Evan Rivaldi Apriana

NPM : 153030107

Pembimbing I

(Dr. Ir. Muki Satya Permana, MT.)

Pembimbing II

(Ir. Gatot Santoso, MT.)

## ABSTRAK

*Austenitic Stainless Steel* adalah baja paduan yang bersifat tahan korosi, non-magnetik, ulet, mudah dibentuk dan dilas relatif terhadap jenis *stainless steel* yang lain. Dalam penelitian ini sebuah pipa *Stainless Steel* AISI 304 mengalami suatu kegagalan berupa korosi, yang disebabkan oleh adanya aliran berupa fluida Amonia. Fluida tersebut merupakan media korosif sehingga memungkinkan terjadinya korosi pada material tersebut. Dalam tugas akhir ini, dilakukan beberapa pengujian untuk dapat mengetahui penyebab terjadinya korosi sehingga kejadian serupa tidak terulang kembali. Aliran tersebut menyebabkan adanya *pitting* pada material itu. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai kekerasan pada pipa *Stainless Steel* AISI 304 yaitu sebesar 169,28 HV. Hasil struktur mikro diperoleh fasa yang diketahui dari pipa tersebut terdapat fasa penyusun utama yaitu *Austenite*. Nilai kedalaman korosi pipa tersebut pada 100  $\mu\text{m}$  diperoleh untuk nilai terendah yaitu 28,546  $\mu\text{m}$ , untuk nilai menengah yaitu 70,276  $\mu\text{m}$ , dan untuk nilai tertinggi yaitu 141,637  $\mu\text{m}$ . Jenis korosi yang terjadi pada material tersebut yaitu terdapat *pitting* dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda, jenis korosi yang lainnya berupa *corrosion intergranular* yang terjadi pada di sepanjang batas butir. *Corrosion intergranular* terjadi akibat adanya endapan Amonia terhadap pipa *Stainless Steel* AISI 304.

Kata kunci: *Stainless Steel* AISI 304, *pitting*, *corrosion intergranular*, Amonia dan kedalaman korosi.

# DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | i       |
| ABSTRAK .....  | ii      |
| KATA PENGANTAR.....  | iii     |
| DAFTAR ISI .....   | v       |
| DAFTAR GAMBAR.....   | vii     |
| DAFTAR TABEL.....  | ix      |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1       |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah.....   | 1       |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 1       |
| 1.4 Batasan Masalah .....  | 1       |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                                      | 2       |
| BAB II STUDI LITERATUR .....   | 3       |
| 2.1 Analisis Kegagalan .....   | 3       |
| 2.2 Penyebab Kegagalan (ANSI/API 689) .....                          | 3       |
| 2.3 Baja .....   | 5       |
| 2.3.1 Baja Karbon .....  | 6       |
| 2.3.2 Baja Paduan.....   | 7       |
| 2.4 Baja Tahan Karat ( <i>Stainless Steel</i> ).....                 | 8       |
| 2.5 Baja Tahan Karat Austenitik <i>Stainless Steel</i> AISI 304..... | 9       |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6 Korosi .....   | 10        |
| 2.6.1 Jenis-Jenis Korosi .....   | 10        |
| 2.7 Macam-macam analisis kegagalan .....                                     | 14        |
| 2.7.1 Pemeriksaan kondisi visual.....  | 14        |
| 2.7.2 Uji komposisi bahan paduan .....                                       | 14        |
| 2.7.3 Pemeriksaan Struktur Mikro .....                                       | 14        |
| 2.7.4 Uji kekerasan Mikro Vickers .....                                      | 16        |
| 2.7.5 SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) .....                      | 18        |
| 2.7.6 Peralatan Uji EDX ( <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> )..... | 19        |
| 2.7.7 X-Ray Diffraction (XRD).....   | 20        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                   | <b>26</b> |
| 3.1 Diagram Alir penelitian .....  | 26        |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir .....  | 27        |
| 3.3 Tempat Pengujian .....   | 28        |
| 3.4 Prosedur Pengamatan Struktur Mikro.....                                  | 29        |
| 3.5 Prosedur Pengujian Kekerasan .....                                       | 30        |
| 3.6 Prosedur Pengujian XRD (X-Ray Diffraction).....                          | 31        |
| 3.7 Prosedur Pengujian SEM .....   | 32        |
| <b>BAB IV DATA DAN ANALISIS .....</b>  | <b>33</b> |
| 4.1 Pengamatan Visual .....  | 33        |
| 4.2 Pengamatan Struktur Mikro.....   | 34        |
| 4.3 Pengujian Kekerasan.....   | 39        |
| 4.4 Pengujian XRD .....  | 40        |
| 4.5 Pengujian SEM .....  | 43        |

|  |    |
|--|----|
| 4.6 PREN ( <i>Pitting Resistance Equivalent Number</i> ) ..... | 44 |
| BAB V KESIMPULAN .....   | 46 |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 47 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebuah pipa *Stainless Steel* AISI 304 dengan diameter 3 *inch* dialiri oleh fluida Amonia pada temperatur 55<sup>0</sup>C dan tekanan 0,3 MPa telah mengalami korosi. Akibat Korosi tersebut menimbulkan *pitting* yang dalam sehingga menimbulkan kerusakan. Faktor terjadinya korosi diakibatkan oleh adanya aliran fluida tersebut sehingga perlu penanganan. Secara *hipotesis* korosi tersebut terjadi akibat adanya endapan Amonia terhadap material tersebut. Dengan demikian, agar korosi tidak terulang kembali maka dibutuhkan beberapa pengamatan dan pengujian. Pengamatan yang dilakukan yaitu berupa pemilihan sampel permukaan yang akan dianalisis dan melakukan pengamatan struktur mikro pada permukaan pipa yang mengalami korosi. Pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengujian harga kekerasan, melakukan pengujian SEM serta melakukan pengujian XRD pada deposit pipa tersebut sehingga kejadian serupa tidak akan terulang kembali.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah penyebab kegagalan yang terjadi pada pipa *Stainless Steel* AISI 304.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut ini:

1. Menganalisis penyebab terjadinya korosi pada pipa *Stainless Steel* AISI 304.
2. Melakukan pengamatan struktur mikro pada pipa *Stainless Steel* AISI 304 untuk mengetahui nilai kedalaman korosi.
3. Melakukan pengujian XRD pada deposit untuk mengetahui senyawa yang terkandung pada pipa *Stainless Steel* AISI 304.
4. Menentukan jenis korosi yang terjadi pada *Stainless Steel* AISI 304.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam pembahasan penelitian ini. Hal-hal yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah:

- Benda uji yang digunakan dalam penelitian berupa material yang telah dipotong dari sebuah pipa *Stainless Steel* AISI 304.
- Pengujian yang dilakukan pada material meliputi:
  - Pengamatan struktur mikro
  - Pengujian harga kekerasan
  - Pengujian SEM
  - Pengujian XRD pada deposit

### 1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun berdasarkan sistematika penulisan terdiri dari 3 bagian yaitu, bagian pertama berisikan halaman judul, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar dan daftar tabel. Bagian kedua terdiri dari BAB I menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan. BAB II studi literatur yang memuat teori tentang definisi baja, jenis-jenis baja, definisi *Stainless Steel* AISI 304, definisi korosi, jenis-jenis korosi, macam-macam analisis kegagalan yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai referensi. BAB III memaparkan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. BAB IV berisikan analisis dan data dari penelitian yang telah dilakukan. BAB V membuat kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Bagian ketiga berisikan daftar pustaka yang menjadi rujukan dalam melakukan penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

- API571. (2011). *Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry*. Washington DC: API Publishing Services.
- ASM, H. (2002). *Failure Analysis and Prevention*. USA: ASM International.
- Bayuseno, W. (2014). Analisis kegagalan material pipa ferrule nickel alloy n06025 pada waste heat boiler akibat suhu tinggi berdasarkan pengujian mikrografi dan kekerasan. *Jurnal teknik mesin universitas diponegoro*.
- Bird. (1993). *Kimia Fisik Untuk Universitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Cullyti, B. D. (1956). *Elements of X-RAY DIFFRACTION*. United State of America: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Gadang, P. (2015). *Buku Praktis Korosi dan Logam Untuk Mahasiswa*. Jakarta: Nulisbuku.
- Hatta. (2013). Analisis kerusakan pipa baja hp-modified untuk pada industri migas. *Jurnal sains dan teknologi indonesia*.
- Outokumpu. (2013). *Handbook Of Stainless Steel*. Finland: Outokumpu Oyj.
- Roberge, P. R. (1999). *Handbook of Corrosion Engineering*. USA: McGraw-Hill.
- Sawitri, D., & Firdausi, A. (2011). PERANCANGAN MEKANIK MESIN POLES. 2-4.
- 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*.
- Suhadi, S. (2014). Analisa kondisi aktual pipa radian furnace pada unit pengolahan minyak mentah. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*.
- Surdia, & Saito. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wahyuni, I. (2017). Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell. 2-4.
- 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*.
- Yusuf, S. (2008). Laju Korosi Pipa Baja Karbon A 106 Sebagai Fungsi Temperatur dan Konsentrasi NaCl Pada Fluida yang Tersaturasi Gas Co2. *Tesis Magister Ilmu Material*.