



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KERUSAKAN PADA JALUR PIPA INJEKSI
(BAGIAN T) DI LINGKUNGAN *GEOTHERMAL***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST.)**

**PANJI MARTIANDARU
0405040554**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
KEKHUSUSAN LOGAM
DEPOK
DESEMBER 2008**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS KERUSAKAN PADA JALUR PIPA INJEKSI (BAGIAN T) DI LINGKUNGAN GEOTHERMAL

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Logam Departemen Metalurgi Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 25 Desember 2008

Panji Martiandaru

NPM 0405040554

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Panji Martiandaru
NPM : 0405040554
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Skripsi : Analisis Kegagalan Pada Jalur Pipa Injeksi
(Bagian T) Di Lingkungan Geothermal

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir Johny Wahyuadi ()
Penguji 1 : Andi Rustandi ST, MT ()
Penguji 2 : Deni Ferdian ST M.Sc ()
Penguji 3 : Ir. Adrian ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Departemen Metalurgi Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi M, DEA, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. pihak instalasi *geothermal* yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
3. orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
4. Wirda Safitri, rekan sekaligus sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Desember 2008

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Panji Martiandaru

NPM : 0405040554

Program Studi : Logam

Departemen : Teknik Metalurgi Material

Fakultas : Teknik Universitas Indonesia

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS KERUSAKAN PADA JALUR PIPA INJEKSI (BAGIAN T) DI LINGKUNGAN GEOTHERMAL

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 24 Desember 2008

Yang menyatakan

Panji Martiandaru

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Kajian	1
1.3 Ruang Lingkup Kajian.....	1
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geothermal.....	4
2.2 Korosi.....	6
2.2.1 Definisi Korosi.....	6

2.2.2	Laju Korosi	11
2.2.3	Korosi-erosi	11
2.3	Material	13
2.3.1	Komposisi dan Sifat Mekanis	13
2.3.2	Ketahanan Korosi	13
2.4	Karakterisasi Air	14
2.4.1	Korosifitas Air	14
2.4.2	Jenis Aliran Air	16
2.5	Teknik Analisa Kerusakan	17
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Diagram Alir Penelitian	20
3.2	Alat Dan Bahan	21
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.1.1	Pengumpulan Data dan Informasi	21
3.1.2	Preparasi Sampel dan Preparasi Produk Korosi	22
3.1.3	Pengamatan dan Pengujian	22
3.1.3.1	Pengamatan Visual	22
3.1.3.2	Pengujian Komposisi	23
3.1.3.3	Pengujian Kekerasan Brinell	23
3.1.3.4	Pengujian EDX Produk Korosi	23
3.1.3.5	Pengujian XRD	24
3.1.3.6	Pengujian Komposisi Air	24

3.1.3.7	Pengujian Polarisasi	24
3.1.3.8	Perhitungan Indeks Korosifitas	27
3.1.3.9	Perhitungan Bilangan Reynold	27
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		28
4.1	Kondisi Operasi	28
4.2	Hasil Pengujian.....	29
4.2.1	Sampel Air.....	29
4.2.1.1	Komposisi Sampel Air	29
4.2.1.2	Indeks Saturasi.....	29
4.2.1.3	Bilangan Reynold.....	30
4.2.2	Sampel Pipa T.....	30
4.2.2.1	Pengamatan Visual.....	30
4.2.2.2	Pengujian Ketebalan	32
4.2.2.3	Pengujian Komposisi Material	33
4.2.2.4	Pengujian Kekerasan.....	34
4.2.2.5	Pengujian Komposisi Produk Korosi.....	34
4.2.2.6	Pengujian Polarisasi	36
4.3	Pembahasan.....	37
4.3.1	Hasil Pengujian Sampel Air	37
4.3.2	Hasil Pengujian Sampel Pipa T	38
4.3.2.1	Pengamatan Visual.....	38
4.3.2.2	Pengujian ketebalan	38

4.3.2.3 Pengujian Komposisi Pipa.....	39
4.3.2.4 Pengujian Kekerasan.....	40
4.3.2.5 Pengujian Komposisi Produk Korosi.....	40
4.3.3 Analisis Penyebab Kegagalan	41
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR ACUAN.....	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Hubungan laju korosi dan ketahanan korosi.....	11
Tabel 2.2. Tabel Komposisi Baja ASTM A106 <i>Grade B</i>	13
Tabel 2.3. Nilai RI dan sifat air	14
Tabel 2.4. Nilai RI yang disempurnakan oleh Carrier.....	15
Tabel 2.5. LSI dan sifat air.....	15
Tabel 2.6. Nilai LSI yang disempurnakan oleh Carrier.....	16
Tabel 3.1. Data lapangan dan kondisi operasi.....	28
Tabel 3.2. Hasil pengujian komposisi sampel.....	34
Tabel 3.3. Hasil pengujian kekerasan dan nilai UTS yang bersesuaian	34
Tabel 3.4. Hasil pengujian kekerasan dan UTS yang bersesuaian setelah kalibrasi.....	34
Tabel 3.5. Tabel hasil polarisasi.....	36
Tabel 4.1. Nilai hasil perhitungan indeks saturasi dengan metode Ryznar dan Langelier	29
Tabel 4.2. Komposisi AISI 1020.....	39
Tabel 4.3. Sifat Fisik AISI 1020	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematik power plant geothermal Salak.....	5
Gambar 2.2. Pengaruh kelarutan oksigen terhadap laju korosi	7
Gambar 2.3. Hubungan konsentrasi oksigen terlarut terhadap suhu	8
Gambar 2.4. Pengaruh tekanan parsial CO ₂ terhadap laju korosi	8
Gambar 2.5. Pengaruh kecepatan alir air terhadap lapisan protektif.....	10
Gambar 2.6. Pengaruh pH dan Temperatur pada laju korosi	10
Gambar 2.7. Pengaruh kecepatan alir dan rapat arus korosi	12
Gambar 2.8. Profil Laju Korosi beberapa logam terhadap Perubahan Laju Alir ..	12
Gambar 3.1. Posisi sampel di lapangan. Bagian bertanda putih (sebelah kanan) mengalami penutupan dan pembukaan secara berkala.....	28
Gambar 3.2. Hasil pengujian sampel air	29
Gambar 3.3. Foto penampang luar sampel. Sisipan: pipa tampak samping.	30
Gambar 3.4. Foto kebocoran dari jarak dekat	31
Gambar 3.5. Foto penampang bagian dalam sample	31
Gambar 3.6. Foto penampang dalam disekitar kebocoran.....	32
Gambar 3.7. Ketebalan sampel arah jam enam	32
Gambar 3.8. Ketebalan sampel di sekeliling kebocoran.....	33
Gambar 3.9. Ketebalan sampel arah jam satu	33

Gambar 3.10. Hasil pengujian produk korosi arah jam enam dengan EDX (titik pertama)	35
Gambar 3.11. Hasil pengujian produk korosi arah jam enam dengan EDX (titik kedua)	35
Gambar 3.12. Hasil pengujian produk korosi arah jam enam dengan XRD	35
Gambar 3.13. Hasil pengujian produk korosi arah jam sembilan dengan XRD ...	36



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Hasil Analisis Komposisi Air	45
LAMPIRAN 2. Kalkulator Online Indeks Saturasi	46
LAMPIRAN 3. Hasil Uji Komposisi Sampel.....	47
LAMPIRAN 4. Hasil Pengujian EDX Arah Jam Enam Pertama	48
LAMPIRAN 5. Hasil Pengujian EDX Arah Jam Enam Kedua	50
LAMPIRAN 6. Hasil Pengujian XRD Arah Jam Enam Pertama	52
LAMPIRAN 7. Hasil Pengujian XRD Arah Jam Enam Kedua	54
LAMPIRAN 8. Kalkulator Online Bilangan Reynold	57
LAMPIRAN 9. Hasil Pengujian Polarisasi CT01	58
LAMPIRAN 9. Hasil Pengujian Polarisasi CT02	59
LAMPIRAN 9. Hasil Pengujian Polarisasi CT03	60
LAMPIRAN 9. Hasil Pengujian Polarisasi DS	61