

**PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TANAH  
TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL PIPA API 5L  
X46 GRADE B YANG TERPROTEKSI KATODIK**

**TUGAS AKHIR**

**GILANG YANUAR RACHMAN  
123.13.010**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
FEBRUARI 2018**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Gilang Yanuar Rachman**

**NIM : 123.13.010**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 12 Februari 2018**

**PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TANAH  
TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL PIPA  
API 5L X46 GRADE B YANG TERPROTEKSI KATODIK**

**TUGAS AKHIR**

**GILANG YANUAR RACHMAN**

**123.13.010**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi Dan Material**

Menyetujui,

Kota Deltamas, 12 Februari 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D.**  
**NIP. 195203181976031001**



**Ir. Karyanto Herlambang, M.T.**  
**NIP. 19710621201606450**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



**Dr-Eng. Akhmad Ardian Korda, ST., MT.**  
**NIP. 197412042008011011**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat lindungan dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir sarjana dengan judul “Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Laju Korosi Material Pipa API 5L X46 Grade B yang Terproteksi Katodik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr-Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T, sebagai ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah memberikan saran dan masukan kepada saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah menyediakan waktu dan tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Karyanto Herlambang, M.T selaku dosen pembimbing atas waktu, ilmu, motivasi, arahan, masukan, nasihat yang bermanfaat dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
4. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan tak kenal lelah serta tanpa pamrih telah memberikan perhatian, motivasi, dan dukungan baik moril ataupun materil.
5. Dosen-dosen Pengajar Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang selama ini telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu kepada saya dan teman-teman.
6. Yesi Aristanti, S.Si, M.T dan Maskuri, S.T. selaku Sekretaris Program Studi yang telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan berbagai keperluan administrasi untuk menyelesaikan tugas akhir.

7. Teman-teman Teknik Metalurgi dan Material 2013 yang telah memberikan banyak kenangan selama masa perkuliahan, serta do'a dan dukungannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman HIMATAMA ITSB yang telah memberikan banyak kenangan selama masa perkuliahan dan berorganisasi, serta do'a dan dukungannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena masih terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dalam perbaikan Tugas akhir ini. Besar harapan saya, semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Kota Deltamas, 12 Februari 2018

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gilang Yanuar Rachman  
NIM : 123.13.010  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Fakultas : Teknik dan Desain  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

*“Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Laju Korosi pada Material Pipa API 5L X46 Grade B yang Terproteksi Katodik”*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan anam saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas  
Pada Tanggal : Senin, 12 Februari 2018  
Yang menyatakan

(Gilang Yanuar Rachman)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pipa Penyalur .....	6
2.2 Korosi pada Pipa .....	7
2.3 Proteksi Katodik .....	9
2.3.1 Prinsip Proteksi Katodik .....	9
2.3.2 Sistem Proteksi Anoda Korban .....	9
2.3.3 Sistem Proteksi ICCP .....	10
2.3.4 Faktor Desain .....	11
2.3.5 Pemantauan dan Perawatan .....	12
2.4 Elektroda Referensi .....	12
2.4.1 Elektroda Hidrogen Standar (SHE) .....	13
2.4.2 Elektroda Perak/Perak Klorida .....	14
2.4.3 Elektroda Merkuri/Merkuri Klorida .....	15
2.4.4 Konversi Potensial Elektroda .....	15
2.5 Diagram E-pH ( <i>Pourbaix</i> ) Besi Baja .....	16
2.6 Review Riset Jurnal Terdahulu .....	17
2.6.1 Pengaruh Interferensi AC terhadap Laju Korosi .....	17
2.6.2 Pengaruh Temperatur Larutan NaCl terhadap Laju Korosi .....	18
<b>BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	19
3.2 Prosedur Percobaan .....	21
3.1.1 Pengukuran Potensial terhadap Temperatur .....	22
3.1.2 Pengukuran Potensial terhadap Kelembaban .....	23

3.3	Hasil Percobaan .....	25
3.3.1	Hasil Pengukuran Potensial terhadap Temperatur .....	25
3.3.2	Hasil Pengukuran Potensial terhadap Kelembaban .....	25
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....		26
4.1	Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Potensial Korosi .....	26
4.2	Analisis Kriteria Proteksi Pipa Berdasarkan Perhitungan Teoritis .....	28
4.3	Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Laju Korosi .....	30
4.4	Analisis Pengaruh Kelembaban terhadap Potensial Korosi .....	31
4.5	Analisis Pengaruh Kelembaban terhadap Laju Korosi .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		37
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		39
<b>LAMPIRAN</b> .....		41



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia pipa API 5L .....	7
Tabel 2.2 Konversi potensial elektroda referensi .....	16
Tabel A.1 Potensial logam dengan arus tambah 1 mA pada sampel 1.....	41
Tabel A.2 Potensial logam dengan arus tambah 1 mA pada sampel 2 .....	41
Tabel A.3 Potensial logam dengan arus tambah 1 mA pada sampel 3.....	43
Tabel A.4 Potensial logam dengan arus tambah 1,2 mA pada sampel 1.....	43
Tabel A.5 Potensial logam dengan arus tambah 1,2 mA pada sampel 2.....	44
Tabel A.6 Potensial logam dengan arus tambah 1,2 mA pada sampel 3.....	45
Tabel B.1 Potensial logam dengan terhadap kelembaban tanah merah.....	47
Tabel B.2 Potensial logam dengan terhadap kelembaban tanah pasir.....	47
Tabel B.2 Potensial logam dengan terhadap kelembaban tanah lempung....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir .....	4
Gambar 2.1 Mekanisme korosi pada pipa baja .....	7
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Sacrifial Anode Cathodic Protection</i> .....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Impressed Current Cathodic Protection</i> .....	11
Gambar 2.4 Diagram Pourbaix besi baja .....	17
Gambar 3.1 <i>Coupon Strip</i> Baja yang digunakan dalam percobaan .....	20
Gambar 3.2 Gelas ukur dan alat pemanas untuk pengukuran potensial .....	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Percobaan .....	21
Gambar 3.4 Skema Rangkaian Alat Pengukuran Potensial .....	22
Gambar 3.5 Pengukuran potensial, temperatur dan arus .....	23
Gambar 3.6 Tanah yang digunakan dalam percobaan .....	23
Gambar 3.7 Skema pengujian potensial terhadap %RH .....	24
Gambar 4.1 Grafik temperatur vs potensial korosi dengan arus tambah 1 mA .....	27
Gambar 4.2 Grafik temperatur vs potensial korosi dengan arus tambah 1,2 mA .....	28
Gambar 4.3 Grafik temperatur vs laju korosi pipa pada kondisi terproteksi dan tidak terproteksi katodik .....	31
Gambar 4.4 Grafik %RH vs potensial korosi pipa pada media tanah merah .....	32
Gambar 4.5 Grafik %RH vs potensial korosi pipa pada media tanah pasir .....	33
Gambar 4.6 Grafik %RH vs potensial korosi pipa pada media tanah lempung .....	33
Gambar 4.7 Grafik %RH vs potensial korosi pipa pada 3 media tanah yang berbeda .....	34
Gambar 4.8 Grafik %RH vs laju korosi pada media tanah merah .....	34
Gambar 4.9 Grafik %RH vs laju korosi pada media tanah pasir .....	35
Gambar 4.10 Grafik %RH vs laju korosi pada media tanah lempung .....	35
Gambar 4.11 Grafik perbandingan %RH vs laju korosi pada 3 media tanah berbeda .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN A</b> Hasil Pengukuran Potensial terhadap Temperatur .....	42
<b>LAMPIRAN B</b> Hasil Pengukuran Potensial terhadap Kelembaban Tanah.	47
<b>LAMPIRAN C</b> Diagram Laju Korosi Pada Temperatur Berbeda .....	48
<b>LAMPIRAN D</b> Dokumentasi Pengujian di Laboratorium & Lapangan .....	51