

**PENGARUH RESISTIVITAS TANAH TERHADAP TERHADAP LAJU
KOROSI PADA MATERIAL PIPA BAJA API 5L YANG TERPROTEKSI
KATODIK**

TUGAS AKHIR

MUHAMAD AGUS BAHRI

123.13.013



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

**PENGARUH RESISTIVITAS TANAH TERHADAP TERHADAP LAJU
KOROSI PADA MATERIAL PIPA BAJA API 5L YANG TERPROTEKSI
KATODIK**

TUGAS AKHIR

MUHAMAD AGUS BAHRI

123.13.013

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
12 FEBRUARI 2018

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip atau dirujuk
telah Saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Muhamad Agus Bahri

NIM : 123.13.013

Tanda tangan :

Tanggal : 12 Februari 2018

**PENGARUH RESISTIVITAS TANAH TERHADAP LAJU
KOROSI PADA MATERIAL PIPA BAJA
API 5L YANG TERPROTEKSI KATODIK**

TUGAS AKHIR

MUHAMAD AGUS BAHRI

123.13.013

**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

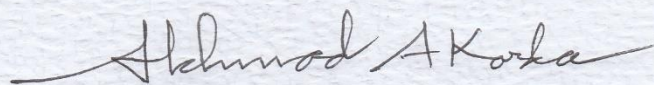


Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195203181976031001

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

Alhamdulillahirabbil'alamin, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**Pengaruh Resistivitas Tanah terhadap Laju Korosi pada Material Pipa Baja API 5L yang Terproteksi Katodik**" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, tentunya hal ini disebabkan oleh keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Sehingga pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Dr. Eng Akhmad Ardian Korda S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material ITS B dan sebagai dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
2. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah mengarahkan serta memberikan dukungan penuh kepada penulis
3. Ir. Karyanto Herlambang M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga akhir.
4. Kedua orang tua Ibu Nur Fitria Bapak M. Zaini dan adik adik tercinta ade Laelatul Isnaeni dan Misbah serta kakak Khurotul Iftiyah dan Rika kurnia serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan tak kenal lelah serta

tanpa pamrih telah memberikan perhatian, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.

5. Seluruh dosen Teknik Metalurgi dan Material ITSBB yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
6. Gilang Yanuar S.T selaku teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir. Surya Atmaja S.T dan Khairul Fahmi S.T teman KP di PT. PLP yang telah membagi kisah
7. Teman-teman seperjuangan TMM 13 yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
8. Karib terdekat Akmalul Hilmi S.N S.T, Khairul Fahmi S.T, Nurul Intan D.R S.T, Surya Atmaja ST, Nico Febri .R ST, Muhammad Iqbal S.T, Muhammad Agus Shulton S.T, Gilang Yanuar S.T, Roudlotum Minriyadi Jannah S.T, Nindy Paramita Masduki S.T, Nur Desri S.P S.T, Bella Nastiti S.T, Isma Ariyanti Fadillah, Neneng Anisa S.T Salman Syafar S.T yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
9. Seluruh masa HIMATAMA ITSBB atas doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Keluarga besar kost Fresno dan Hawaii A38 Akmalul hilmi S.T, Khairul Fahmi S.T, Surya Atmaja S.T ,Nicko Febry S.T, Salman Syafar S.T, Mega Bayu S.T, Gilang Yanuar S.T dan Anwar Sholehudin S.T yang telah mengisi waktu dan berbagi canda tawa serta keluh kesah selama menuntut studi di kampus tercinta. You All The Best !!!
11. Windu dan Latif sahabat dari Bekasi yang sama sama berjuang di kampus tercinta dan rekan ET PWK DPI 13 yang tak bisa saya sebutkan satu persatu dan teman-teman semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas doa, dukungan serta bantuannya.

Kota Deltamas, 12 Februari 2018

Penulis

Institut Teknologi dan Sains Bandung

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

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

Nama : Muhamad Agus Bahri
NIM : 123.13.013
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

“Pengaruh Resistivitas Tanah terhadap Laju Korosi pada Material Pipa Baja API 5L yang Terproteksi Katodik”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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 : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 12 Februari 2018

Yang Menyatakan,

Muhamad Agus Bahri

Institut Teknologi dan Sains Bandung

ABSTRAK

Tanah adalah sebuah media elektrolit yang di gunakan sebagai media untuk penanaman pipa logam untuk instalasi jalur minyak maupun gas. Namun tanah sendiri memiliki sifat korosifitas yang di pengaruhi oleh cuaca dari tempat tanah di tanamkan pipa tersebut. perbedaan cuaca membuat kandungan elektrolit yang terdapat di dalam tanah dapat berubah-ubah sewaktu-waktu. Lingkungan tanah yang selalu berubah menyebabkan nilai resistivitas yang ada berubah sehingga mempengaruhi pipa logam yang di tanam di tanah dan akan terjadi korosi pada pipa tersebut.

Tujuan penelitian adalah menganalisa pengaruh nilai resistivitas tanah terhadap laju korosi yang terjadi pada pipa yang di tanam. Metode penelitian ini di mulai dengan persiapan sampel tanah yang di ambil langsung dari tempat dimana terpasangnya jaringan pipa bawah tanah pengalir gas negara. Adapun selanjutnya di lakukan perakitan *soil box tester* yang di gunakan untuk percobaan di laboratorium untuk mendapat nilai resistivitas tiap jenis tanah yang berbeda. Berdasarkan jenis tanah yang di dapat memiliki nilai resistivitas yang berbeda di karenakan persen kelembaban pada tanah tersebut berbeda.

Kandungan yang terdapat pada tanah juga memiliki nilai ph yang berbeda, dimana di nilai ph 4,6 adalah kondisi asam. Ini juga salah satu faktor korosi pada pipa yang tanam. Sehingga dapat di ketahui dari jenis resistivitas yang berbeda mempengaruhi laju korosi yang terjadi menyebabkan serangan korosi (*external corrosion*) yang terjadi pada tiap pipa yang di tanam berbeda.

Kata kunci: jenis tanah, korosi pipa logam, resistivitas tanah

ABSTRACT

Soil is an electrolyte medium that is used as a medium for planting metal pipes for oil and gas line installations. But the soil itself has a corrosive nature that is influenced by the weather from where the soil is planted. Differences in weather make the electrolyte content contained in the soil can change at any time. Tang earth environment is always changing causing the existing resistivity value to change so that it affects the metal pipe planted on the ground and corrosion will occur in the pipe.

The purpose of the study was to analyze the effect of soil resistivity values on the corrosion rate that occurred in the pipe that was planted. This research method begins with the preparation of soil samples taken directly from the place where the underground gas pipeline is installed. The next is to do a soil box tester which is used for experiments in the laboratory to get the resistivity value of each different type of soil. Based on the type of soil that can have different resistivity values because the percentage of moisture in the soil is different.

The content found on the soil also has a different pH value, where at pH value 4.6 is an acidic condition. This is also one of the corrosion factors in the planting pipe. So that it can be known from the different types of resistivity affecting the rate of corrosion that occurs causing corrosion attacks (external corrosion) that occur in each pipe that is planted differently.

Keywords: soil type, metal pipe corrosion, soil reactivity

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	3
KATA PENGANTAR.....	5
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	7
ABSTRAK.....	8
ABSTRACT.....	9
DAFTAR ISI	10
DAFTAR GAMBAR.....	14
DAFTAR LAMPIRAN	16
BAB I PENDAHULUAN.....	1 Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	1 Error! Bookmark not defined.
1.2 Tujuan Penelitian	1 Error! Bookmark not defined.
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2 Error! Bookmark not defined.
1.4 Metodologi Penelitian.....	3 Error! Bookmark not defined.
1.5 Sistematika Penulisan	5 Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJUAN PUSTAKA.....	6 Error! Bookmark not defined.
2.1 Pipa Baja.....	6 Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Jenis dan Klasifikasi.....	6
2.1.2 Material Pipa.....	7
2.2 Pengaruh Korosivitas Tanah pada Logam.....	8
2.2.1 Korosi Pipa Baja di Dalam Tanah	8
2.2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi	11
2.3 Resistivitas Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi Korosivitas di Tanah	12
2.3.1.1 Kandungan Uap Air atau Kelembaban (<i>moisture</i>).....	12
2.3.1.2 Konsentrasi ir Tanah	14
2.3.1.3 pH Tanah	15
2.4 Metode Pengukuran Tanah	17
2.4.1 Metode Konfigurasi Wenner	17
2.4.2 Metode Konfigurasi Wenner - Schumberger.....	18
2.4.3 Metode Konfigurasi Dipole- Dipole.....	19

2.5	Sistem Proteksi Katodik.....	19
2.5.1	Kriteria Proteksi Katodik	Error! Bookmark not defined.
2.5.1.1	Pipa Terkubur	Error! Bookmark not defined.
BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Bahan Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.2	Prosedur Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.3	Preparasi Sampel Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Percobaan Karakterisasi Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1.1	Percobaan Resistivitas Tanah terhadap Pipa	Error! Bookmark not defined.
3.3.1.1	Percobaan Resistivitas Tanah terhadap Pipa	defined.24
3.3.2	Percobaan Potensial Logam.....	25
3.3.3	Percobaan Kelembaban Tanah.....	27
3.3.4	Pengukuran pH Tanah.....	28
BAB IV PEMBAHASAN.....		29
4.1	Analisa Kelembaban Tanah Terhadap Nilai Resistivitas Tanah.....	29
4.1.1	Pengaruh kelembaban Tanah Terhadap Nilai Resistivitas Tanah Merah.....	29
4.1.2	Pengaruh kelembaban Tanah Terhadap Nilai Resistivitas Tanah Lempung	30
4.1.3	Pengaruh kelembaban Tanah Terhadap Nilai Resistivitas Tanah Pasir	31
4.2	Analisis Pengaruh Resistivitas Tanah terhadap Laju Korosi Pipa	Error! Bookmark not defined.33
4.2.1	Analisis Resistivitas Tanah merah terhadap laju korosi pada pipa.....	Error! Bookmark not defined.33
4.2.2	Analisis Resistivitas Tanah lempung terhadap laju korosi pada pipa.....	Error! Bookmark not defined.34
4.2.3	Analisis Resistivitas Tanah pasir terhadap laju korosi pada pipa.....	Error! Bookmark not defined.34
4.3	Analisis pH terhadap potensial logam.....	Error! Bookmark not defined.35
4.3.1	Analisis Hubungan pH dengan potensial logam tanah merah	Error! Bookmark not defined.....36

4.3.2 Analisis Hubungan pH dengan potensial logam tanah lempung	Error! Bookmark not defined. 37
4.3.3 Analisis Hubungan pH dengan potensial logam tanah pasir	Error! Bookmark not defined. 37
4.4 Analisis Laju Korosi terhadap % Kelembaban	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined. 40
LAMPIRAN	42 Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Baja dan Komposisinya Paduannya.....	7
Tabel 2.2 Jenis Tanah dan nilai Resistivitasnya.....	9
Tabel 2.3 Tingkat korosifitas tanah berdasarkan nilai resistivitasnya.....	12
Tabel 2.4 Kandungan unsur-unsur dan ion-ion di dalam tanah	15
Tabel Lampiran 1	44
Tabel Lampiran 3	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 0.1 Diagram alir metodologi penelitian.....	4
Gambar 2.1 Diameter bagian luar dan dalam pipa baja.....	7
Gambar 2.2 Proses elektrokimia yang terjadi pada saat korosi berlangsung ...	8
Gambar 2.3 Rekasi korosi yang terjadi pada anoda dan katoda.....	8
Gambar 2.4 Korosi yang terjadi di sebabkan oleh perbedaan tanah.....	9
Gambar 2.5 Korosi yang terjadi di sebabkan kelembaban tanah.....	10
Gambar 2.6 Skema laju korosi yang terjadi di lingkungan tanah yang mempengaruhi pipa baja	11
Gambar 2.7 Grafik hubungan potensial pada % kelembaban	13
Gambar 2.8 Hubungan antara korosivitas tanah dan pH	15
Gambar 2.9 Hubungan diagram pourbaix terhadap potensial logam	25
Gambar 2.10 Metode perhitungan konfigurasi Wenner.....	17
Gambar 2.11 Metode perhitungan konfigurasi Wenner – Schumberger.....	18
Gambar 2.12 Metode perhitungan konfigurasi Dipole-dipole.....	19
Gambar 3.1 Gambar Diagram alir percobaan.....	23
Gambar 3.2 Gambar lokasi pengambilan sampel.....	24
Gambar 3.3 Jenis sampel tanah (a) Tanah pasair (b) tanah lempung (c) tanah merah.....	24
Gambar 3.4 <i>soil box tester</i>	25
Gambar 3.5 sampel baja karbon API 5L.....	25
Gambar 3.6 skema rangkaian pengujian <i>soil box tester</i>	26
Gambar 3.7 Sampel tanah yang sedang di uji di <i>soil box tester</i>	26
Gambar 3.8 Sampel baja karbon.....	27
Gambar 3.9 Photo multimeter.....	27

Gambar 3.10 Alat uji kelembaban tanah.....	28
Gambar 4.10 Analisis Laju Korosi terhadap % kelembaban.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	44
Lampiran 2	45
Lampiran 3	46
Lampiran 4	47