

## ANALISA RESISTIVITAS TANAH TERHADAP PREDIKSI KOROSI PADA PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KAMPUS UNIMAL BUKIT INDAH

Reza Putra<sup>1\*</sup>, Muhammad<sup>1</sup>, Abdul Rahman<sup>2</sup>, Teuku Hafli<sup>2</sup>, Nurul Islami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Material, Universitas Malikussaleh, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

\*Corresponding Author: reza.putra@unimal.ac.id

**Abstract** – This study aims to predict corrosion in water distribution pipes at the Bukit Indah Unimal campus. Corrosion is the damage to chemical elements in a metal that changes the original properties of the metal. There are four kinds of processes for corrosion, namely, one anode loses electrons, two cathodes accept electrons, three liquids and four metals connect the cathode and anode. The geoelectric resistivity method is used to determine the soil resistance properties of the subsurface layer. The Wenner 4 pin method is a geoelectric data retrieval that is often used with the same pin spacing arrangement. Res2DInv is software that is on a computer to generate 2-dimensional images from the resistivity data obtained and determine the layer below the surface. From the inverse results, the smallest error value can be obtained when iterating up to 4 times, namely Java Road 45.3%, Sulawesi Road 49.6%, Kalimantan Road 30.6%, Sumatra II Road 46.1%, Main Gate 41.1% Sumatra I 23.4%. Based on the data, the measurable results below the surface range from 0.05 m to 5 m.

**Keywords:** Resistivity, Geoelectric, Corrosion, Inverse, Iteration.

### 1 Pendahuluan

Semakin berkembangnya sumber daya manusia dan kemajuan teknologi industri khususnya dibidang teknik mesin, maka semakin banyak pula dibutuhkan ilmu pengetahuan dibidang tersebut khususnya ilmu material. Dalam ilmu material cangkupan ilmu yang dibahas sangatlah luas yaitu logam, komposit, keramik, serta polimer. Pemanfaatan banyaknya dari ilmu material banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari salah satunya yaitu logam. Pemanfaatan logam yang sangat begitu luas diberbagai sektor menjadikan penggunaan bahan material ini diusahakan semaksimal mungkin. Akan tetapi pada kenyataannya yang sering terjadi banyak sekali faktor yang menyebabkan daya logam tersebut tidak efektif sebagaimana untuk diharapkan. Banyak faktor yang menyebabkan dalam prakteknya diantaranya terjadinya korosi.[10]

Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan- bahan logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan

logam yang kontak langsung dengan lingkungan ber- air dan oksigen.

### 2 Kajian Pustaka

Korosi adalah sumber penyebab bocornya pipa yang paling sering ditemukan pada jenis pipa metal. Metal cenderung akan kembali pada bentuk bijinya. Bila mana tanah dalam keadaan kering dan memiliki resistivitas tinggi, proses tersebut dapat diperlambat. Akan tetapi, tanah yang basah, dengan potensial redox tinggi dan resistivitas rendah, proses korosi akan berlangsung semakin cepat pada kondisi semacam itu.

Korosi adalah penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur- unsur lain yang terdapat di alam. Laju korosi bergantung pada suhu, jumlah mula- mula partikel (massa) logam, dan factor mekanik seperti tegangan [4].

Mekanisme korosi tidak terlepas dari reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia melibatkan perpindahan elektron- elektron. Perpindahan elektron merupakan hasil reaksi redoks (reduksi- oksidasi).

Mekanisme korosi melalui reaksi elektrokimia melibatkan reaksi anodic di daerah anodic.

Metode resistivitas adalah salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari sifat resistivitas dari lapisan di bawah permukaan. Salah satu faktor yang digunakan sebagai indikator utama terhadap korosi pada tanah adalah resistivitas tanah. Saat transfer ion bereaksi dengan korosi pada tanah, resistivitas tanah yang tinggi menyebabkan reaksi korosi akan lebih lambat. Resistivitas tanah berkurang dengan meningkatnya kandungan air dan konsentrasi ion. Resistivitas tanah memiliki pengaruh yang kuat terhadap laju korosi. Tanah dengan resistivitas yang tinggi dapat memberikan banyak aliran arus.

Nilai tahanan jenis yang berkisar antara 1 – 300 ohm.m diperkirakan sebagai lapisan lempung hingga pasir. Nilai tahanan jenis yang berkisar antara 200 – 3500 ohm.m diperkirakan batuan pasir hingga tuff. Nilai tahanan jenis yang berkisar antara 3500 – 10.000 ohm.m diperkirakan sebagai batuan lava.

Geolistrik adalah salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi.

Res2Dinv adalah sebuah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivity 2D untuk bawah permukaan dari data hasil survey geolistrik. Model 2D menggunakan program inversi, yang terdiri dari sejumlah kotak persegi. Susunan dari kotak-kotak ini terikat oleh distribusi dari titik datum dalam pseudosection. Distribusi dan ukuran dari kotak secara otomatis dihasilkan dari program maka jumlah kotak tidak akan melebihi jumlah datum point.[8]

Laju korosi adalah tebal material yang hilang tiap satuan waktu yang disebabkan oleh adanya pengaruh lingkungan. Satuan laju korosi disini bermacam-macam sesuai satuan yang akan digunakan dengan mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, British). [4]

### 3 Metode Penelitian

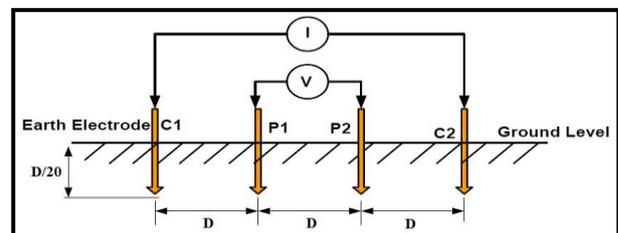
Peralatan yang di gunakan dalam pengujian Analisa Resistivitas Tanah Terhadap Prediksi Korosi Pada Pipa Distribusi Air Bersih Di Kampus Unimal Bukit Indah.

Megger (DET4TD2) Soil resistivitas adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur resistivitas tanah dengan menggunakan metode Wenner 4 pin yang ditancapkan pada tanah yang dapat membaca nilai resistivitas. Gambar 1 adalah alat untuk mendapatkan nilai resistivitas semu.



Gambar 1. Megger DET4TD2

Pengukuran resistivitas dilakukan dengan pengukuran langsung pada tanah dengan menggunakan Megger (DET4TD2) di Kampus Bukit Indah tepat di atas pipa distribusi air bersih ke Kampus Unimal Bukit Indah. Gambar adalah cara untuk menyusun dan memasang pin pada pengukuran resistivitas tanah.



Gambar 2. Metode Pemasangan pin pengukuran resistivitas

Read data file Program ini membutuhkan data yang disusun dalam format tertentu. Data disusun dalam bentuk ASCII dimana sebuah koma atau spasi kosong digunakan untuk memisahkan data numerik yang berbeda. Harga resistivitas semu harus berbentuk file text, biasanya menggunakan program Notepad. Import data in Program ini berfungsi untuk memindahkan data dari alat dengan format yang tertera seperti AGI, CAMPUS, IRIS, ABEM LUND, ABEM SAS dll. Run JACOBWIN.EXE Program ini harus dijalankan setelah proses instalasi selesai dan cukup sekali saja dijalankan.

### 4 Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian resistivitas tanah pipa distribusi air di Kawasan Kampus Bukit Indah dengan metode Wenner 4 pin. Pengambilan data setiap titik dengan lokasi yang berbeda, dan setiap titik yang diambil tepat di atas tanah yang di dalam tanah tersebut ada pipa distribusi air dengan kisaran kedalaman pipa 3 sampai 5 meter di bawah tanah.

Mengukur nilai hambatan secara langsung pada rangkaian alat dan menghitung nilai tahanan jenisnya sesuai persamaan berikut:

$$\rho = 2\pi \cdot A \cdot R$$

dimana:

$\rho$  = Tahanan Jenis Tanah ( ohm-cm)

A = Jarak Antar Pin (cm)

R = Hambatan Yang terukur (ohm)

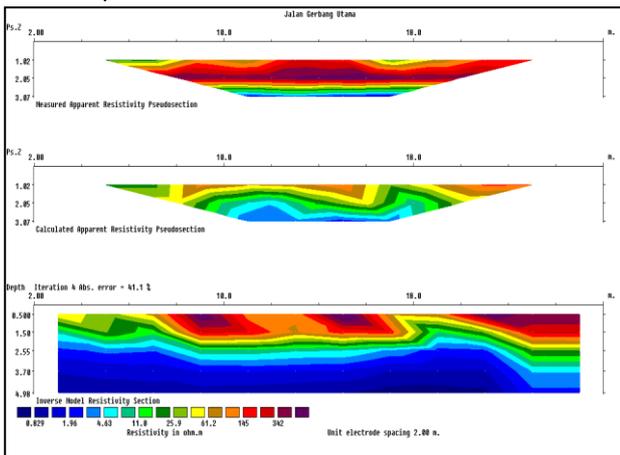
$\pi = 3.14$

Jadi mencari nilai resistivitas tanah dengan menggunakan rumus di atas sebagai berikut: Jalan Gerbang Utama.

$$2 \times 3.14 \times 1000 \times 3.558 = 22.344.24 \Omega/\text{cm}$$

#### 4.1 Resistivitas Tanah Kurang Korosif

Gambar 3 menunjukkan hasil inverse di dapat nilai error terkecil saat diiterasi sampai 4 kali yaitu 41,1 %. Berdasarkan data hasil data yang di dapat nilai resistivitas di bawah permukaan berkisar antara 0.829 ohm sampai 342 ohm.m.



Gambar 3. Hasil Gambar 2D Jalan Gerbang Utama

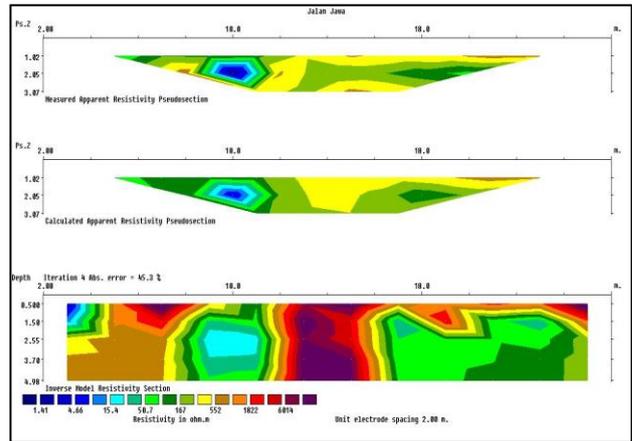
Berdasarkan hasil dari pengolahan data menggunakan Res2dinv menghasilkan penampang 2D pada Gambar 3 yang menunjukkan kedalaman resistivitas semuanya.

Selain itu juga didapat nilai resistivitas yang sebenarnya, penampang tersebut memperlihatkan sensitivitas yang berlapis- lapis. Dapat dilihat pada penampang ini terdapat dua nilai dominan yaitu nilai rendah dan tinggi, untuk nilai rendah memiliki range antara 0.829 hingga 61,6 ohm.m, dan nilai ini terletak pada kedalaman 2,55 hingga 5 m pada DP 18smpai 25 m. Untuk nilai tinggi yaitu 145 hingga 342 ohm.m yang terletak pada kedalaman 0,5 hingga 5 m pada DP 10 hingga 18 m.

Dan dapat di prediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 0.829 hingga 61.6 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 145 hingga 342 ohm.m di prediksi sebagai lapisan batuan pasir hingga batuan karang berkapur.

#### 4.2 Resistivitas Tanah Kondisi Korosif

Berdasarkan hasil dari pengolahan data menggunakan Res2dinv menghasilkan penampang 2D pada Gambar 4 yang menunjukkan kedalaman resistivias semuanya.



Gambar 4. Hasil Gambar 2D Jalan Jawa

Dari hasil inverse di dapat nilai error terkecil saat diiterasi sampai 4 kali yaitu 45,3%. Berdasarkan data hasil data yang di dapat nilai resistivitas di bawah permukaan berkisar antara 1,41 ohm.m sampai 6814 ohm.m.

Dari hasil penampang didapat nilai resistivitas yang sebenarnya, penampang tersebut memperlihatkan sensitivitas yang berlapis- lapis. Dapat dilihat pada penampang ini terdapat dua nilai dominan yaitu nilai rendah dan tinggi, untuk nilai rendah memiliki range antara 1.41 hingga 4.66 ohm.m nilai ini terletak pada kedalaman 0,5 hingga 1,5 m pada DP 1 sampai 10 m. Untuk nilai tinggi yaitu 500 hingga 6014 ohm.m yang terletak pada kedalaman 2.55 hingga 5 m pada DP 10 hingga 20 m.

Dan dapat diprediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 1.41 hingga 4.66 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 149 hingga 982 ohm.m di prediksi sebagai lapisan pasir hingga tuff atau sering disebut batuan karang berkapur.

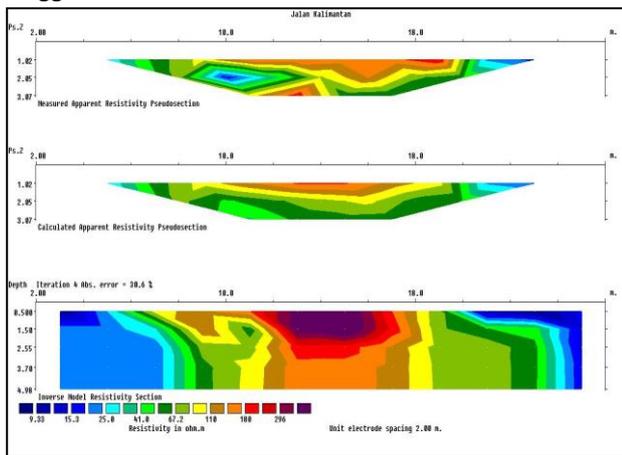
#### 4.3 Resistivitas Tanah Korosif Sedang

Pengolahan data menggunakan Res2dinv menghasilkan penampang 2D pada Gambar 5 yang menunjukkan kedalaman resistivias semuanya.

Dari Gambar 5 hasil inverse di dapat nilai error terkecil saat diiterasi sampai 4 kali yaitu 30,6 %. Berdasarkan data hasil data yang di dapat nilai resistivitas di bawah permukaan berkisar antara 9.33 ohm sampai 296 ohm.

Gambar 5 juga didapat nilai resistivitas yang sebenarnya, penampang tersebut memperlihatkan sensitivitas yang berlapis- lapis. Dapat dilihat pada penampang ini terdapat dua nilai dominan yaitu nilai rendah dan tinggi, untuk nilai rendah memiliki range antara 9.33 hingga 41.0 ohm.m, dan nilai ini terletak pada kedalaman 0,5 hingga 5,55 m pada DP 2 sampai 10 m. Untuk nilai tinggi yaitu 67,2 hingga 296 ohm.m yang

terletak pada kedalaman 0.5 hingga 5 m pada DP 4 hingga 18 m.



Gambar 6. Hasil Gambar 2D Jalan Kalimantan

Dan dapat diprediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 9.33 hingga 67.2 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 110 hingga 296 ohm.m di prediksi sebagai lapisan lempung hingga pasir.

Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi wenner di 3 titik yaitu di Jalan Gerbang Utama, Jalan Jawa, dan Jalan Kalimantan.

Dalam proses pengambilan data resistivitas tanah tidak jauh berbeda di karenakan lokasi yang saya gunakan untuk proses pengambilan data di sepanjang jalur pipa yang terletak di kawasan kampus bukit indah unimal sehingga nilai resistivitas tanah yang saya peroleh hampir sama di sebabkan karena lokasi pipa yang berdekatan dengan jalan sekeliling kampus yang ditutupi pohon yang rimbun yang kondisinya korosif, korosif sedang dengan kondisi yang sedikit pepohonan dan kurang korosif yang tidak ada sama sekali pohon yang rimbun menutupi daerah tersebut. Adapun total alokasi yang saya ambil nilai resistivitas tanah berjumlah 3 titik dengan setiap titik panjangnya hingga 300 m.

Dan dari hasil inverse di dapat nilai error terkecil saat diiterasi sampai 4 kali yaitu Jalan Jawa 45,3 %, Jalan Kalimantan 40,6 %, Gerbang Utama 41,1 % Berdasarkan data hasil yang dapat terukur bawah permukaan berkisar antara 0.05 m sampai 5 m.

Adapun korosi yang terjadi pada pipa air bersih di kawasan Kampus Unimal Bukit Indah di prediksi mengalami korosi erosi pada pipa bagian dalamnya karena aliran fluida yang sangat cepat. Dan bagian luar pipa diprediksi mengalami korosi regangan karena adanya batuan yang berbeda pada kedalaman 0,5 m sampai 4,5 m.

## 5 Kesimpulan

Dari hasil inverse di dapat nilai error terkecil saat diiterasi sampai 4 kali yaitu Jalan Jawa 45,3 %, Jalan Kalimantan 40,6%, Gerbang Utama 41,1 % . Berdasarkan data hasil yang dapat terukur bawah permukaan berkisar antara 0.05 sampai 5 m. Dan terdapat perbedaan warna dari hasil inversi menerangkan bahwa terdapat perbedaan lapisan batuan di bawah permukaan. Warna biru tua atau pekat menunjukkan bahwa tingkat kelembapan yang lebih tinggi di dibandingkan dengan warna lainnya. Warna merah menunjukan lapisan tersebut terdapat seikit air karena penelitian di lakukan saat 1 hari setelah hujan. Warna biru muda menerangkan bahwa lapisan tersebut memiliki nilai resistivitas yang rendah keadaan batuan tidak lembab. Dan warna kuning menunjukkan bahwa batuan yang resistivitasnya rendah dan memiliki batuan jenis pasir.

Struktur tanah yang dapat diketahui pada analisa data yaitu: (a) Jalan Jawa dapat di prediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 1.41 hingga 4.66 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 149 hingga 982 ohm.m di prediksi sebagai lapisan pasir dan batuan karang berkapur.

(b) Kalimantan dapat di prediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 9.33 hingga 67.2 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 110 hingga 296 ohm.m di prediksi sebagai lapisan lempung dan pasir.

(c) Gerbang Utama dapat di prediksi bahwa lapisan batuan yang terdapat di dalam tanah dengan nilai tahanan jenis antara 0.829 hingga 61.6 ohm.m sebagai lapisan lempung hingga pasir. Dan nilai tahanan jenis antara 145 hingga 342 ohm.m di prediksi sebagai lapisan batuan pasir dan batuan karang berkapur.

## Referensi

- [1] Afandi, Yudha Kurniawan, Irfan Syarif Arief, and Amiadji. 2015. "Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating." *Jurnal Teknik Its*
- [2] Anggaretno, Gita. 2012. "Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65." *Jurnal Teknik ITS 1(Corrosion)*
- [3] Chandrasasi, Dian, Runi Asmaranto, Ni Made, and Candra Partarini. 2018. "Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner – Schlumberger Untuk Analisis Rembesan Pada Maimdam Waduk Gleneng , Kabupaten Blora."
- [4] Fontana, Mars G. 1986. "Corrosion Engineering Third Edition." Fontana, Mars G, 1986, Corrosion Engineering Third Edition, New York : Mc Graw- Hill., Corrosion Engineering Third Edition, New York : Mc Graw- Hill.
- [5] Hartono, patria wahyu. 2015. "Pengaruh Variasi Resistivitas Dan Kadar Air Tanah Terhadap Arus Proteksi Sistem Impressed Current Cathodic Protection (Iccp) Pada Pipa Api 5l Grade B Dengan Variasi Goresan Lapis Lindung." *Biomass Chem Eng*

- [6] Hasyim, M U H Binsar. 2017. Fakultas Sains, dan Teknologi. "Analisis Laju Korosi Baja Karbon Rendah Terhadap Lingkungan Atmosferik Kota Makassar."
- [7] Kiswara, Reza, and D. di Caprio. 2009. "Pengukuran Potensial Baja Dengan Multimeter Digital Dan Mikrokontroler Atmega."
- [8] Lund, Abem. 2019. "Modul Pengolahan Data Geolistrik Dengan Res2dinv Pendahuluan." krisnahanjar
- [9] Meryanalinda, and Andi Rustandi. 2014. "Perhitungan Dan Analisis Laju Korosi Dan Sisa Umur Pipa Gas Api 5 L Grade B Menggunakan Standar Asme B . 31 . 8 Dan Api 570 Serta Perangkat Lunak Rstreng Pada Pt . X."
- [10] Okka, Nicholas. 2018. "Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ."
- [11] Priyantoro, Fedriansyah, Budie Santosa, and Heri Supomo. 2012. "Analisa Pengaruh Luasan Scratch Permukaan Terhadap Laju Korosi Pada Pelat Baja A36."
- [12] Sam. 2010. Alimuddin Ilmu Logam Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. "Analisa Kecepatan Korosi Pipa Galvanis Pada Tanah Dengan Tingkat Kehalusan Yang Berbeda."
- [13] Sanggra Wijaya, Andrias. 2015. "Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah Di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya." Jurnal Fisika Indonesia
- [14] Saputra, Kuncoro. Template Penulisan Artikel V.1 JUTEI(Jurnal Terapan Teknologi Informasi) *JUTEIEdisi No.1 Volume.1 April 2017 ISSN: 2579-3675*
- [15] Sutrisna. 2008. Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta Jl.. "Pengaruh Konsentrasi Larutan Al<sub>2</sub>(So<sub>4</sub>)<sub>3</sub> - 0,1% Naocl Terhadap Ketahanan Korosi Baja Galvanis Pada Pipa Air Minum."
- [16] Widodo, Edi. 2016. "Analisa Laju Pelapisan Chromming Terhadap Corrosion Rate Baja ST 40." Rekayasa Energi Manufaktur
- [17] Yusuf, Sofyan. 2011. "Laju Korosi Pipa Baja A106 Sebagai Fungsi Temperatur Dan Konsentrasi NaCl Pada Fluida Yang Tersaturasi Gas CO<sub>2</sub>."