

## PENDETEKSIAN INTRUSI AIR LAUT DENGAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI WENNER DI DESA CANDIKUSUMA KABUPATEN JEMBRANA BALI

I Nyoman Darma Putra<sup>1</sup>, Komang Ngurah Suarbawa<sup>1</sup>, I Made Satriya Wibawa<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

\*Email : [suarbawa@unud.ac.id](mailto:suarbawa@unud.ac.id)

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mendeteksi terjadinya intrusi air laut di Desa Candikusuma, Kecamatan Melaya, Kabupaten Jembrana, Bali. Intrusi air laut merupakan salah satu pencemaran air tanah dimana membuat air tawar dalam tanah menjadi asin. Untuk mengetahui sejauh mana keberadaan air laut di bawah permukaan tanah digunakan metode geolistrik resistivitas karena air laut memiliki nilai resistivitas  $0,2 \Omega m$ . Metode geolistrik resistivitas didasari oleh hukum Ohm, bertujuan mengetahui berbagai material yang berada di bawah lapisan tanah berdasarkan pada distribusi nilai resistivitasnya. Dengan menginjeksikan arus melalui dua elektroda arus maka beda potensial yang muncul dapat diukur dengan elektroda potensial. Variasi harga resistivitas akan didapatkan jika jarak masing-masing elektroda diubah, sesuai dengan konfigurasi alat yang dipakai yaitu konfigurasi Wenner. Spasi terkecil yang digunakan untuk semua lintasan adalah 5 m. Data yang diperoleh dari hasil pengambilan data dianalisa dengan *Software Res2dinv*. Dimanadari *Software Res2dinv* dihasilkan penampang 2-D, yang menunjukkan keberadaan air laut yang terdeteksi pada lintasan 1 yang memiliki panjang 80 m dengan nilai resistivitas  $0,291 \Omega m$ , lintasan 2 dengan panjang 150 m dengan nilai resistivitas  $0,257 \Omega m$ , lintasan 3 dengan panjang 150 m dengan nilai resistivitas  $0,203 \Omega m$ , dan lintasan 4 dengan panjang 150 m dengan nilai resistivitas  $0,287 \Omega m$ . Dari hasil analisa dengan *Software Res2dinv* intrusi air laut di Desa Candikusuma  $\pm 470 m$  kedalaman dari tepi pantai. Yang dimulai dari koordinat  $8^{\circ}18'10,93''LS114^{\circ}31'49,26''BT$  hingga koordinat  $8^{\circ}18'1,07''LS114^{\circ}31'59,41''BT$ .

**Kata kunci:** Intrusi air laut, Desa Candikusuma, Geolistrik Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner, *Software Res2dinv*.

### Abstract

*Studies have been conducted to detect the intrusion of sea water in the Candikusuma village, Melaya District, Jembrana regency, Bali. Sea water intrusion is the ground water contamination in the soil to make fresh water into salt. To determine the presence of sea water below the soil surface be used geoelectric resistivity method because sea water has resistivity  $0.2 \Omega m$ . Geoelectric resistivity method based on Ohm's law, aims to find a variety of material under a layer of soil based on the distribution of resistivity values. By injecting current through two current electrodes the potential can be measured by the electro potential. Variations of resistivity will be obtained. If the distance of each electrode is modified, according to Wenner configuration. Smallest space used for all tracks is 5 m. The experiment data analyzed with the *Software Res2dinv*. From the *Software Res2dinv* obtained cross-section 2-D, which indicates the presence of sea water on track 1 which has a length 80 m with a resistivity  $0.291 \Omega m$ , the length of track 2 is 150 m with a resistivity  $0.257 \Omega m$ , the length of track 3 is 150 m with a resistivity  $0.203 \Omega m$  and track 4 with a length of 150 m has a resistivity of  $0.287 \Omega m$ . From the analysis of the *Software Res2dinv* sea water intrusion in the village Candikusuma  $\pm 470 m$  from the beach. Starting from the coordinates  $8^{\circ}18'10,93''S 114^{\circ}31'49,26''E$  to coordinate  $8^{\circ}18'1,07''S 114^{\circ}31'59,41''E$ .*

**Keywords :** Sea water intrusion, Candikusuma Village, Geoelectric Resistivity Method Configuration Wenner, *Software Res2dinv*

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan di bumi. Walaupun air terdapat di alam secara berlimpah namun tidak semua air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai air minum, seperti air laut karena tingkat keasinannya melebihi batas tertentu yang diizinkan untuk dikonsumsi manusia. Dampak pemanasan global yang mulai dirasakan saat ini banyak membuat permasalahan baru diantaranya terhadap meningkatnya volume air laut, yang dapat memudahkan penyebab terjadinya intrusi air laut semakin jauh ke daratan. Dimana pada daerah pemukiman warga di Desa Candikusuma, yang sebagian besar daerahnya berdekatan dengan laut yang memerlukan sumber air untuk memenuhi keperluan perumahan atau industri. Kebutuhan tersebut diharapkan sebagian besar dapat dipenuhi dari sumber air tanah dengan pembuatan sumur bor. Dengan terjadinya intrusi air laut kedalam lapisan tanah dapat menyebabkan banyak sumur warga yang airnya sudah tercemar dan mengandung kadar garam yang cukup tinggi. Menanggapi permasalahan di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mendeteksi keberadaan air laut di bawah permukaan tanah yang telah mengalami pencemaran air laut sebagai akibat dari intrusi air laut ke lapisan akuifer. Dimana air laut sendiri memiliki nilai resistivitas  $0,2 \Omega m$ <sup>[1]</sup>. Dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner dan *software Res2dinv* dapat dibuat penampang struktur 2-D bawah permukaan berdasar perbedaan nilai resistivitasnya, sehingga intrusi air laut dapat dideteksi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Intrusi Air Laut pada Lapisan Akuifer

Masuknya air laut ke sistem akuifer disebut dengan intrusi air laut. Intrusi air laut di daerah pantai merupakan suatu proses penyusupan air laut dari laut ke dalam air tanah di daratan. Zona pertemuan antara air laut dengan air tanah disebut *interface*. Pada kondisi alami air tanah akan mengalir secara terus menerus ke laut. Berat jenis air laut ( $1,025 \text{ g/cm}^3$ ) sedikit lebih besar dari pada berat jenis air tanah ( $1,000 \text{ g/cm}^3$ ), maka air laut akan mendesak air tanah di dalam tanah lebih ke hulu. Tetapi karena tinggi tekanan *piezometric* air tanah lebih tinggi dari pada muka air laut, desakan tersebut dapat dinetralisir dan aliran air yang terjadi adalah dari daratan ke laut. Sehingga terjadi keseimbangan antara air laut dan air tanah. Intrusi air laut terjadi bila keseimbangan terganggu. Aktivitas yang menyebabkan intrusi air laut di antaranya pemompaan yang secara berlebihan, meningkatnya volume air laut, karakteristik pantai, serta kekuatan air tanah ke laut<sup>[2]</sup>.

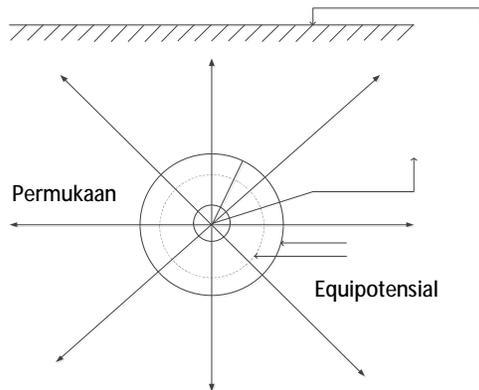
### 2.2. Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas adalah salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di bawah permukaan<sup>[1]</sup>. Prinsip metode resistivitas adalah dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian diukur distribusi potensial yang dihasilkan. Resistivitas batuan bawah permukaan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda tersebut dan besar potensial yang dihasilkan.

### 2.3. Potensial Disekitar Titik Arus di Dalam Bumi

Pada Gambar 2.1, arus keluar secara radial dari titik arus sehingga jumlah arus yang

keluar melalui permukaan bola dengan jari-jari  $r$  adalah:



Gambar 2.1 Potensial disekitar titik arus dalam bumi<sup>[3]</sup>.

Dimana besarnya arus :

$$I = 4\pi r^2 j$$

Sehingga

$$\rho = 4\pi r \frac{V}{I} \quad 2.1$$

Untuk potensial disekitar titik arus di permukaan bumi permukaan yang dilalui arus merupakan permukaan setengah bola yang mempunyai luas =  $2\pi r^2$ , sehingga

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

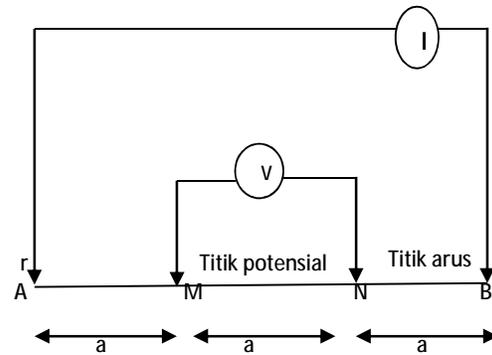
$\rho$ : resistivitas ( $\Omega m$ )

$I$ : Arus (A)

$V$ : bedapotensial (V)

## 2.4. Konfigurasi Wenner

Untuk mempermudah pekerjaan dalam penelitian di lapangan, pemasangan elektroda-elektroda tersebut diletakkan menurut aturan tertentu. Terdapat banyak aturan penempatan elektroda (konfigurasi elektroda) dengan sistem kerja dan cara yang berlainan. Salah satunya adalah Aturan Wenner (Konfigurasi Wenner). Aturan elektroda Wenner pertama kali diperkenalkan oleh Frank Wenner pada tahun 1915. Aturan elektroda ini banyak berkembang di Amerika.



Gambar 2.2 Konfigurasi Wenner<sup>[3]</sup>.

Berdasarkan Gambar 2.2 pada konfigurasi Wenner berlaku hubungan:

$$\rho_{aw} = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2.3)$$

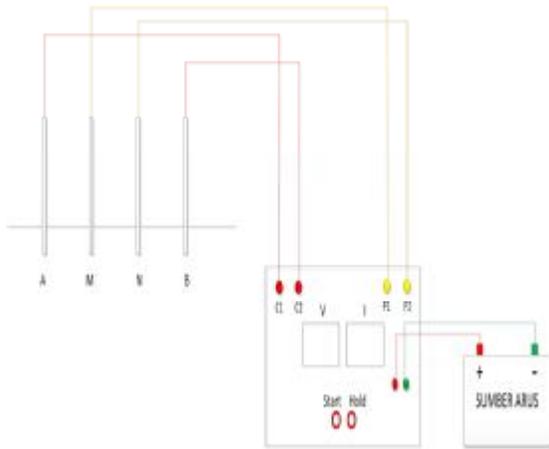
$\rho_{aw}$  : Resistivitas yang terbaca konfigurasi Wenner ( $\Omega m$ )

## 2.5. Software Res2Dinv

*Res2 Dinv* adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. Dimana pada program ini akan memperlihatkan suatu hasil penampang 2 dimensi dari survei geolistrik sepanjang lintasan dan kedalaman yang dicapai. Untuk data hasil survei geolistrik disimpan dengan ekstensi \*.dat agar dapat dibaca oleh program<sup>[4]</sup>.

## III. METODA PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan di Desa Candikusuma, pertama-tama dilakukan penentuan lintasan pada lokasi penelitian, disini terdapat 7 lintasan dengan panjang lintasan yang berbeda. Kemudian dilakukan pengukuran nilai besarnya arus  $I$  dan beda potensial  $V$  dengan menggunakan alat geolistrik seperti pada Gambar 3.1. Dimana alat-alat yang digunakan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1.

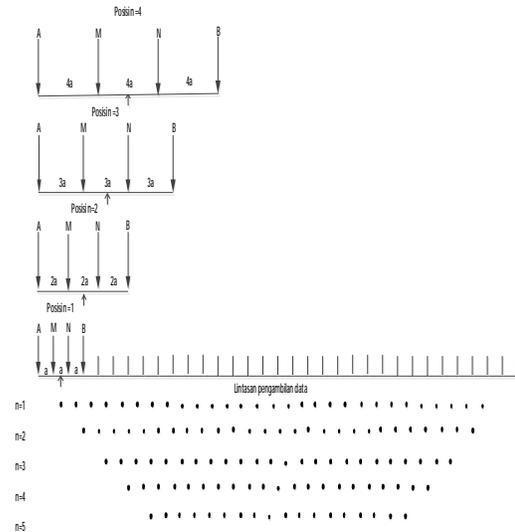


**Gambar 3.1.** Pengambilan data dengan alat geolistrik Naniura

- *Resistivity-Meter* model Naniura NRD 300 HF
- 4 buah elektroda diantaranya 2 buah elektroda potensial dan 2 buah elektroda arus.
- Meteran untuk mengukur panjang lintasan yang akan diteliti
- Palu untuk memukul elektroda di permukaan tanah.
- Kabel penghubung.
- Aki (12 volt) sebagai sumber arus.
- Komputer/laptop

Dalam pengambilan data pertama tancapkan keempat elektroda dengan jarak spasi 5 m kemudian hubungkan dengan alat geolistrik Naniura. Hitung besarnya arus  $I$  dan beda potensial  $V$  .untuk data berikutnya dilakukan pergeseran elektroda dan perbesaran jarak spasi elektroda hingga melingkupi seluruh panjang lintasan seperti Gambar 3.2.

Dapat dilihat bahwa untuk  $n=1$  jarak masing-masing elektroda  $AM = MN = NB = a$ , untuk  $n = 2$  jarak masing-masing elektroda  $AM = MN = NB = 2a$ , untuk  $n = 3$  jarak masing-masing elektroda  $AM = MN = NB = 3a$ , untuk  $n = 4$  jarak masing-masing



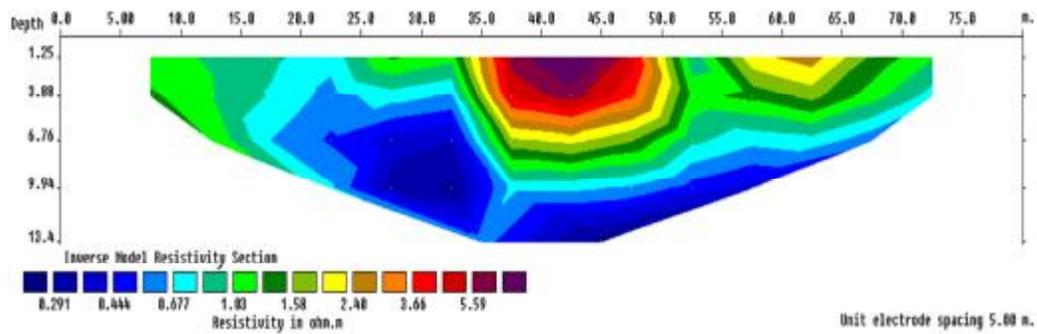
**Gambar 3.2.** Pergeseran dan perubahan jarak spasi elektroda konfigurasi Wenner.

elektroda  $AM = MN = NB = 4a$ , dan seterusnya hingga melingkupi seluruh panjang lintasan. Kemudian data yang diperoleh diproses menggunakan *software Microsoft Excel*. Data yang telah diproses di analisa dengan *software* interpretasi data *Res2dinv* yang menghasilkan penampang 2-D.

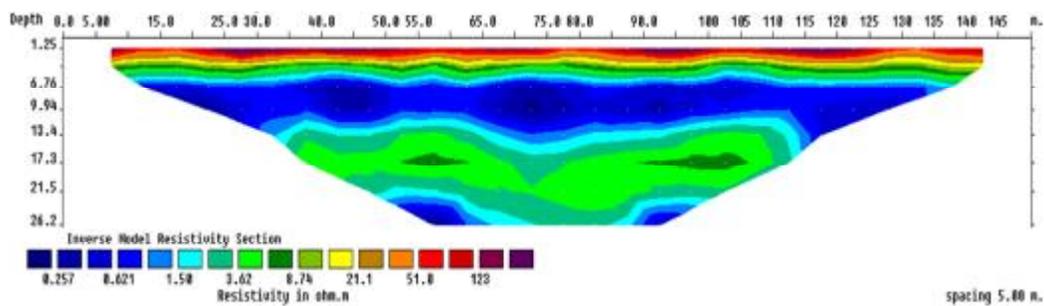
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa diperoleh penampang 2-D sebaran bawah lapisan tanah sesuai dengan perbedaan nilai resistivitas seperti pada Gambar di bawah yaitu lintasan yang terdeteksi keberadaan air laut di bawah lapisan tanah.

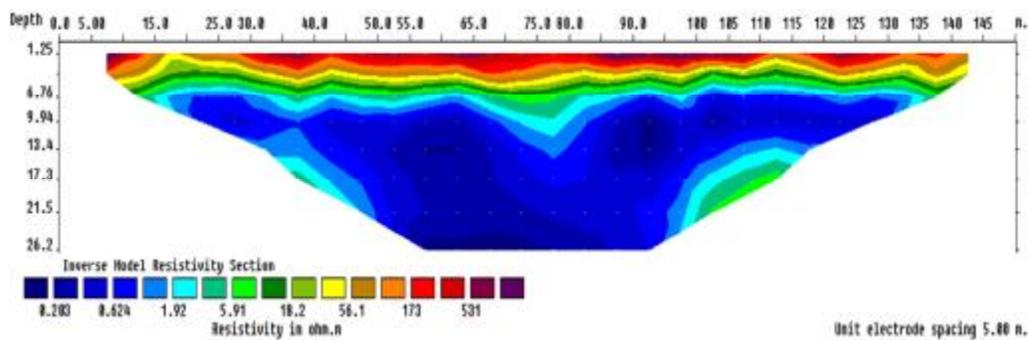
Pada Gambar 4.1 – 4.4 di atas merupakan hasil pengolahan data dengan *software Res 2dinv* yang menunjukkan sebaran lapisan bawah tanah. Dimana perbedaan nilai resistivitas terlihat dari perbedaan corak warna, untuk warna biru tua merupakan rentang nilai resistivitas terkecil dan ungu tua merupakan rentang nilai



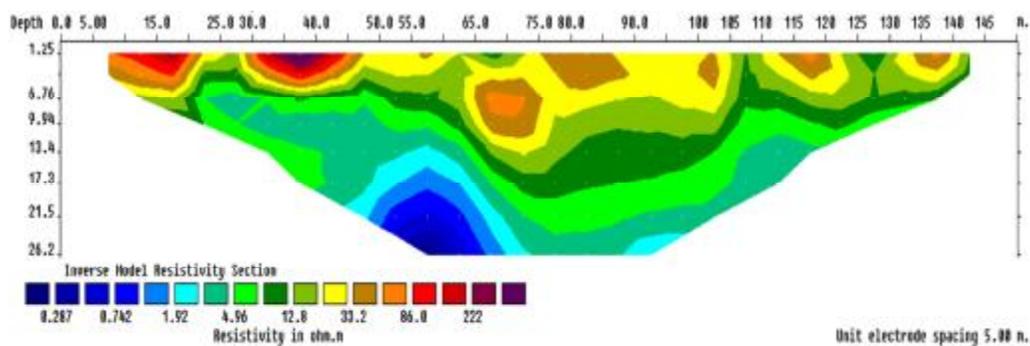
Gambar 4.1 Hasil pengolahan dengan software Res2 dinv Lintasan 1 dengan panjang 80 m



Gambar 4.2 Hasil pengolahan dengan software Res2 din v Lintasan 2 dengan panjang 150 m



Gambar 4.3 Hasilpengolahandengan software Res2dinv Lintasan 3 denganpanjang 150 m



Gambar 4.4 Hasil pengolahan dengan software Res2 dinv Lintasan 4 dengan panjang 150 m.

resistivitas terbesar. Dari Gambar 4.1 keberadaan air laut di bawah lapisan tanah dimulai dari jarak 22,5 - 65 m dengan koordinat titik awal pengukuran yaitu  $8^{\circ}18'10,93''LS$   $114^{\circ}31'49,26''BT$  yang memiliki nilai resistivitas  $0,291 \Omega m$ , Gambar 4.2 intrusi air laut yang terdeteksi hampir seluruh panjang lintasan yaitu pada jarak lintasan 10-135 m dengan nilai resistivitas  $0,257 \Omega m$ , pada Gambar 4.3 juga hampir seluruh lintasan yang terdeteksi intrusi air laut yaitu pada jarak 20-130 m dengan nilai resistivitas  $0,203 \Omega m$ , sedangkan pada Gambar 4.4 intrusi air laut terjadi hanya pada jarak lintasan 50-65 m dengan koordinat  $8^{\circ}18'1,07''LS$   $114^{\circ}31'59,41''BT$  yang memiliki nilai resistivitas  $0,287 \Omega m$ . Jadi intrusi air laut yang terjadi di Desa Candikusuma pada area yang dilakukan pengukuran nilai resistivitasnya dari titik awal hingga titik akhir pengukuran,  $\pm 470 m$  kedaratan dari tepi pantai.

## V. KESIMPULANDAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dalam pendeteksian intrusi air laut di Desa Candikusuma menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner. Digunakan *software Res2dinv* untuk menganalisa keberadaan air laut di dalam lapisan tanah untuk setiap lintasan. Dari pengambilan dan pengolahan data yang menunjukkan keberadaan air laut dibawah lapisan tanah yaitu pada lintasan 1 yang memiliki panjang 80 m dengan nilai resistivitas  $0,291 \Omega m$ , lintasan 2 dengan panjang 150 m memiliki nilai resistivitas  $0,257 \Omega m$ , lintasan 3 dengan panjang 150 m yang memiliki nilai resistivitas  $0,203 \Omega m$ , dan lintasan 4 yang memiliki panjang 150 m dengan nilai resistivitas  $0,287 \Omega m$ . Dari hasil

analisa intrusi air laut di Desa Candikusuma  $\pm 470 m$  kedaratan dari tepi pantai dengan koordinat  $8^{\circ}18'10,93''LS$   $114^{\circ}31'49,26''BT$  hingga koordinat  $8^{\circ}18'1,07''LS$   $114^{\circ}31'59,41''BT$ .

### 5.2. Saran

Dengan terdeteksinya intrusi air laut di Desa Candikusuma diharapkan dalam pengambilan sumber air tanah jauh dari lintasan yang telah terdeteksi intrusi air laut. Perlu dilakukan penelitian ulang untuk mendeteksi intrusi air laut untuk mengetahui perluasan terjadinya intrusi air laut akibat peningkatan ketinggian air laut dan pengambilan air secara berlebihan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., dan Keys D. A. 1976. *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press.
- [2] Purnama, S. 2000. *Bahan Ajar Geohidrologi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi, UGM.
- [3] Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990. *Monograf, Geolistrik Tahanan Jenis*. Laboratorium Fisika Bumi ITB. Bandung.
- [4] Loke, M.H., Dr., 1999, *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*. A practical guide to 2-D and 3-D surveys. Email: [mhloke@pc.jaring.my](mailto:mhloke@pc.jaring.my).
- [5] Wuryantoro. 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Letak dan Kedalaman Aquifer Air Tanah (Studi Kasus di Desa Temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah)*. Semarang.