



**APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITY  
UNTUK PENDUGAAN SEBARAN INTRUSI AIR  
LAUT DI KELURAHAN KLEGO KOTA  
PEKALONGAN**

skripsi  
disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika

oleh  
Muhammad Ghufron Faza  
4211410016

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dan karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 9 Juni 2015



Muhammad Ghufon Faza

4211410016

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Pendugaan Sebaran Intrusi  
Air Laut di Kelurahan Klego Kota Pekalongan

disusun oleh

Muhammad Ghufron Faza

4211410016

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada  
tanggal 9 Juni 2015



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si  
NIP. 19631012 198803 1001

Sekretaris

Dr. Khumaedi, M.Si  
NIP. 19630610 198901 1002

Ketua Penguji

Dr. Sulhadi, M.Si  
NIP. 19710816 199802 1001  
Anggota Penguji

Anggota Penguji/  
Pembimbing

Dr. Suharto Linuwih  
NIP. 19680714 199603 1005

Dr. Khumaedi, M.Si  
NIP. 19630610 198901 1002

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO:**

- “Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Alam Nasyroh : 5-6)

### **PERSEMBAHAN :**

- Terima kasih kepada Allah SWT atas semua kenikmatan yang telah Engkau berikan kepada hamba dan keluarga.
- Untuk Ayah, Ibu dan Adikku yang senantiasa memberi doa, kasih sayang serta pengorbanan yang begitu besar demi masa depanku.
- Seluruh keluarga besar Fisika 2010 dan teman-teman yang selalu memberi doa, semangat, dan dukungan.
- Almamaterku.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, inayah dan karunia serta ridha-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Pendugaan Sebaran Intrusi Air Laut di Kelurahan Klego Kota Pekalongan”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studinya.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas izin yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
3. Ketua Jurusan Fisika atas kemudahan administrasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Khumaedi M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dengan penuh kesabaran.
5. Dr. Sulhadi, M.Si dan Dr. Suharto Linuwih, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat berguna untuk penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bekal ilmu yang tak ternilai harganya selama belajar di FMIPA UNNES.
7. Bapak, Ibu, kakak dan adikku yang selalu memberi doa, bantuan, dan dukungan serta semangat untuk saya selama ini.

8. Keluarga besarku yang selalu memberi semangat dan doa.
9. Kakak-kakak angkatan Fisika yang telah memberikan bantuan, dukungan dan semangat untuk saya selama ini.
10. Teman-teman Fisika angkatan 2010 semuanya yang saya sayangi.
11. Teman-teman Fisika Bumi (Syaiful, Dana, Elie, Qosim, Vio, Tami, Dita, Eris, Farid, Hery, Tama) yang telah membantu dalam berjalannya proses penelitian dan menyelesaikan skripsi.
12. Arini, Faizin, Om Mugi, Ulya, Widi, Lutfi, Mbak Nisa yang selalu memberikan motivasi.

Penulis sadar dengan apa yang telah disusun dan disampaikan masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 9 Juni 2015

Penulis

## ABSTRAK

Faza, Muhammad Ghufron. 2015. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Pendugaan Intrusi Air Laut Di Kelurahan Klego Kota Pekalongan*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing Dr. Khumaedi, M.Si.

**Kata kunci :** Intrusi Air Laut, Geolistrik *Resistivity*, *Schlumberger*, Resistivitas

Beberapa kota yang berada di jalur pantai utara pulau Jawa mengalami intrusi air laut di pesisir pantai, salah satunya adalah kota Pekalongan. Intrusi air laut akan terjadi apabila keseimbangan antara hidrostatik antara air bawah tanah dan air bawah tanah asin di daerah pantai terganggu dan dampaknya sumur warga akan terasa asin/payau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai resistivitas air asin dan mengetahui daerah yang diduga telah terkena intrusi air laut di lokasi penelitian. Penelitian dilakukan di kelurahan Klego, tepatnya berada di area perbatasan antara wilayah sebaran air tanah agak payau dan wilayah air tanah tawar.

Pengambilan data menggunakan metode geolistrik *resistivity* dengan konfigurasi *Schlumberger* dan spasi antar elektroda 10 meter. Titik 1 sebagai titik referen yang diambil untuk menentukan nilai resistivitas air asin kemudian titik 2, titik 3 dan titik 4 dapat ditentukan daerah yang diduga intrusi air laut berdasarkan nilai resistivitas air laut dari hasil interpretasi titik 1. Tahapan analisis data untuk mencari nilai resistivitas batuan menggunakan *Microsoft Excel* dan ditampilkan bentuk penampang 2-D menggunakan *Res2Dinv*. Berdasarkan hasil interpretasi titik 1 mempunyai litologi material pasir dengan nilai resistivitas ( $0,2 \Omega\text{m} - 10,0 \Omega\text{m}$ ) di kedalaman ( $2,5 \text{ m} - 18,5 \text{ m}$ ), material lempung ( $10,0 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$ ) di kedalaman ( $12,5 \text{ m} - 31,9$ ) dan material pasir  $100 \Omega\text{m} - 600 \Omega\text{m}$ . Dari tabel resistivitas, air laut bernilai  $0,2 \Omega\text{m}$  berada di lapisan pasir bagian atas lapisan lempung. Dengan litologi yang sama dugaan intrusi air laut di titik 2 di kedalaman ( $2,5 \text{ m} - 18,5 \text{ m}$  lintasan 2a) dan ( $2,5 \text{ m} - 20 \text{ m}$  lintasan 2b), titik 3 di kedalaman ( $2,5 \text{ m} - 12,8 \text{ m}$  lintasan 3a dan 3b) dan titik 4 di kedalaman ( $2,5 \text{ m} - 18,5$  lintasan 4a) dan ( $7,5 \text{ m} - 24,5 \text{ m}$  lintasan 4b). Variasi nilai resistivitas menunjukkan adanya lapisan batuan yang beragam. Semakin kecil nilai resistivitas suatu batuan maka semakin mudah batuan tersebut dialiri oleh arus listrik.

Penyebaran dugaan intrusi air laut berada di semua titik. Diduga intrusi air laut telah menyebar melewati perbatasan antara daerah yang telah terkena intrusi dan daerah yang belum terkena. Hal ini ditunjukkan adanya intrusi di bentangan ( $15 \text{ m} - 75 \text{ m}$  lintasan 2a) dan adanya intrusi di titik 4. Titik 2 diduga penyebaran intrusi mengarah kearah timur, titik 3 diduga mengarah kearah utara-selatan dan titik 4 diduga mengarah kearah timur, namun juga mengarah ke selatan dari titik 2.

# DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....         | ii      |
| <b>PENGESAHAN</b> .....                  | iii     |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....       | iv      |
| <b>PRAKATA</b> .....                     | v       |
| <b>ABSTRAK</b> .....                     | vii     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                  | viii    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                | xi      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....               | xii     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....             | xiv     |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                 |         |
| 1.1 Latar Belakang .....                 | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                | 3       |
| 1.3 Batasan Penelitian .....             | 3       |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....              | 4       |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....             | 4       |
| 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....  | 4       |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>            |         |
| 2.1 Geologi Kota Pekalongan .....        | 6       |
| 2.2 Intrusi Air Laut .....               | 8       |
| 2.3 Intrusi Air Laut di Pekalongan ..... | 9       |
| 2.4 Definisi Tahanan Jenis .....         | 11      |



|  |  |    |
|--|--|----|
| 2.5  | Tahanan Jenis Batuan .....   | 12 |
| 2.6  | Metode Geolistrik Tahanan Jenis .....                              | 14 |
| 2.6.1  | Arus Tunggal di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga ..... | 14 |
| 2.6.2  | Arus Ganda di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga .....   | 15 |
| 2.7  | Konfigurasi <i>Schlumberger</i> .....                              | 16 |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>               |  |    |
| 3.1  | Tempat dan Waktu Penelitian.....                                   | 19 |
| 3.2  | Alat yang Digunakan.....   | 19 |
| 3.3  | Prosedur Penelitian.....   | 19 |
| 3.3.1  | Tahap Persiapan .....  | 19 |
| 3.3.2  | Tahap Pengukuran .....   | 20 |
| 3.3.2.1                                      | <i>Survei Pendahuluan</i> .....                                    | 20 |
| 3.3.2.2                                      | <i>Penentuan Titik dan Lintasan Pengukuran</i> .....               | 21 |
| 3.3.2.3                                      | <i>Akuisisi Data Lapangan</i> .....                                | 23 |
| 3.3.3  | Pengolahan Data .....  | 25 |
| 3.3.4  | Interpretasi Data .....  | 25 |
| 3.4  | Diagram Alir Penelitian.....                                       | 25 |
| <b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> |  |    |
| 4.1  | Hasil Penelitian .....   | 27 |
| 4.1.1  | Titik 1 .....  | 28 |
| 4.1.2  | Titik 2 .....  | 29 |
| 4.1.2.1                                      | <i>Lintasan 2a</i> .....   | 30 |
| 4.1.2.2                                      | <i>Lintasan 2b</i> .....   | 31 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 4.1.3 Titik 3 .....              | 32        |
| 4.1.3.1 <i>Lintasan 3a</i> ..... | 32        |
| 4.1.3.2 <i>Lintasan 3b</i> ..... | 33        |
| 4.1.4 Titik 4 .....              | 34        |
| 4.1.4.1 <i>Lintasan 4a</i> ..... | 35        |
| 4.1.4.2 <i>Lintasan 4b</i> ..... | 35        |
| 4.2 Pembahasan.....              | 36        |
| 4.2.1 Titik 1 .....              | 38        |
| 4.2.2 Titik 2 .....              | 39        |
| 4.2.3 Titik 3 .....              | 42        |
| 4.2.4 Titik 4 .....              | 43        |
| <b>BAB 5 PENUTUP</b>             |           |
| 5.1 Simpulan .....               | 47        |
| 5.2 Saran.....                   | 48        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>       | <b>49</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>             | <b>51</b> |

## **DAFTAR TABEL**

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Kejadian Rob di Kota Pekalongan .....                          | 11      |
| Tabel 2.2 Resistivitas Batuan dan Fluida .....                           | 13      |
| Tabel 4.1 Resistivitas Batuan dan Fluida .....                           | 37      |
| Tabel 4.2. Litologi Bawah Permukaan Daerah Penelitian .....              | 39      |
| Tabel 4.3. Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Hasil Interpretasi ..... | 46      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1. Peta Geologi Kota Pekalongan.....  | 7       |
| Gambar 2.2. Kondisi Normal Tanpa Intrusi Air Laut .....  | 8       |
| Gambar 2.3. Mekanisme Terjadinya Penyusupan Air Laut .....   | 9       |
| Gambar 2.4. Peta Sebaran Air Tanah Dangkal.....  | 10      |
| Gambar 2.5. Silinder Konduktor.....  | 12      |
| Gambar 2.6. Garis Arus Listrik dan Medan Potensial yang Timbul Karena Adanya Dua Sumber Arus.....                                | 14      |
| Gambar 2.7. Pola Arus Listrik yang Dipancarkan oleh Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga ..... | 15      |
| Gambar 2.8. Arus Listrik Dilewatkan pada Elektroda Arus AB dan Elektroda Potensial MN.....                                       | 16      |
| Gambar 2.8. Skema Konfigurasi <i>Schlumberger</i> .....  | 17      |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....   | 20      |
| Gambar 3.2. Lokasi Titik Penelitian .....  | 21      |
| Gambar 3.3. Penentuan Lintasan Titik 1 .....   | 22      |
| Gambar 3.4. Penentuan Lintasan Titik 2, Titik 3 dan Titik 4.....   | 23      |
| Gambar 3.5. Geolistrik Multichannel S-Field.....   | 24      |
| Gambar 3.6. Skema Susunan Akuisisi Data.....   | 24      |
| Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian.....   | 25      |
| Gambar 4.1. Peta Lokasi Pengukuran Titik 1 .....   | 28      |
| Gambar 4.2. Penampang Resistivitas 2D di Titik 1 .....   | 29      |
| Gambar 4.3. Peta Lokasi Pengukuran Titik 2 .....   | 30      |
| Gambar 4.4. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 2a .....   | 30      |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.5. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 2b.....   | 31 |
| Gambar 4.6. Peta Lokasi Pengukuran Titik 3 .....            | 32 |
| Gambar 4.7. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 3a .....  | 33 |
| Gambar 4.8. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 3b.....   | 33 |
| Gambar 4.9. Peta Lokasi Pengukuran Titik 4 .....            | 34 |
| Gambar 4.10. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 4a ..... | 35 |
| Gambar 4.11. Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 4b ..... | 36 |
| Gambar 4.12. Intrusi Air Laut di Titik 1 .....              | 38 |
| Gambar 4.13. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 2a.....    | 39 |
| Gambar 4.14. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 2b.....    | 39 |
| Gambar 4.15. Pembagian Area 1 dan Area 2 di Titik 2.....    | 41 |
| Gambar 4.16. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 3a.....    | 42 |
| Gambar 4.17. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 3b.....    | 42 |
| Gambar 4.18. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 4a.....    | 44 |
| Gambar 4.19. Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 4b.....    | 44 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Data Penelitian .....  | 51      |
| 2. Penampang Resistivitas 2D Titik 2, Titik 3 dan Titik 4 ..... | 60      |
| 3. Peta Geologi Teknik Daerah Pekalongan dan Sekitarnya.....    | 61      |
| 4. Dokumentasi Penelitian .....                                 | 62      |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan manusia akan air bersih semakin hari semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan air bersih dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Apabila jumlah penduduk meningkat maka kebutuhan air bersih meningkat. Jumlah penduduk yang meningkat tersebut disebabkan karena kondisi perekonomian masyarakat tersebut berkembang dengan baik.

Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih, masyarakat lebih memilih air tanah, baik air tanah dalam akuifer dangkal maupun dalam. Intrusi air laut akan terjadi apabila keseimbangan antara hidrostatis antara air bawah tanah dan air bawah tanah asin di daerah pantai terganggu (Hendrayana, 2002). Kondisi ini akan berakibat terjadinya pengosongan akuifer air tanah sehingga akan mengalami pergerakan air bawah tanah asin/air dari laut masuk ke daratan. Dampak intrusi air laut yaitu sumur warga akan terasa asin/payau. Beberapa kota yang berada di jalur pantai utara pulau Jawa mengalami intrusi air laut di pesisir pantai, salah satunya adalah kota Pekalongan.

Kota Pekalongan terletak di dataran rendah pantai utara pulau Jawa dengan ketinggian kurang lebih 1 meter di atas permukaan laut dengan posisi geografis antara 6°50'42" s.d. 6°55'44" Lintang Selatan dan 109°37'55" s.d. 109°42'19" Bujur Timur. (Bappeda Kota Pekalongan, 2013). Secara administratif, kota Pekalongan terbagi menjadi empat kecamatan, yaitu: kecamatan Pekalongan

Utara, kecamatan Pekalongan Timur, kecamatan Pekalongan Selatan, dan kecamatan Pekalongan Barat.

Berdasarkan data kejadian bencana dari Kesbangpol dan Linmas (2010), terdapat 9 kelurahan di 3 kecamatan yang terkena banjir rob di kota Pekalongan. Tiga kecamatan tersebut adalah Pekalongan Utara, Pekalongan Timur dan Pekalongan Barat. Kecamatan Pekalongan Utara memiliki wilayah yang paling banyak terkena banjir rob sebanyak 7 kelurahan yaitu (1) Panjang Baru, (2) Krapyak Lor, (3) Panjang Wetan, (4) Kandang Panjang, (5) Bandengan, (6) Pabean dan (7) Degayu. Adapun di Pekalongan Timur yaitu Klego dan kelurahan Tirta di Pekalongan Barat.

Tahun 2007 telah dilakukan penelitian oleh Sugeng Widada dengan judul “Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan” dalam pemetaan lokasi akuifer yang mengandung air payau maupun asin. Pemetaan dilakukan untuk mendapatkan gambaran sebaran air tanah asin. Persebaran air asin di kelurahan Klego, kecamatan Pekalongan Timur, didapatkan adanya perbatasan antara daerah yang telah terkena intrusi dan daerah yang belum terkena intrusi. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui dugaan sebaran air tanah asin di kelurahan Klego.

Intrusi air laut terjadi di bawah permukaan tanah. Untuk mendeteksi terjadinya intrusi air laut maka perlu adanya penelitian untuk pendugaan sebaran intrusi air laut yang melanda di daerah penelitian, salah satunya yaitu dengan metode geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik akan mengidentifikasi informasi bawah permukaan tanah dengan mengetahui nilai resistivitas batuan.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang



mempelajari sifat aliran listrik di dalam permukaan tanah dan untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*direct current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah (Rolia, 2011), melalui elektroda-elektroda arus. Perbedaan potensial diukur melalui elektroda-elektroda potensial. Konfigurasi yang akan digunakan adalah konfigurasi *Schlumberger*. Untuk mengetahui pendugaan sebaran intrusi air laut di tempat penelitian dilakukan pola sebaran 2-Dimensi berdasarkan informasi nilai resistivitas yang diperoleh.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Berapa nilai resistivitas lapisan tanah yang diduga terkena intrusi air laut di kelurahan Klego kota Pekalongan?
2. Apakah intrusi air laut telah melewati perbatasan antara daerah yang telah terkena intrusi dan daerah yang belum terkena intrusi?
3. Bagaimana persebaran intrusi air laut di kelurahan Klego pada tahun 2014 menggunakan metode geolistrik tahanan jenis?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tempat penelitian berada di perbatasan antara daerah yang telah terkena intrusi dan daerah yang belum terkena intrusi di kelurahan Klego, kota Pekalongan
2. Metode geofisika yang digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai resistivitas lapisan tanah yang diduga terkena intrusi air laut.
2. Mengetahui apakah intrusi telah menyebar melewati perbatasan antara daerah yang telah terkena intrusi dan daerah yang belum terkena intrusi.
3. Mengetahui persebaran intrusi air laut di lokasi penelitian.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi pemerintah dan masyarakat khususnya di kota Pekalongan, dapat mengetahui daerah intrusi air laut di kelurahan Klego, kota Pekalongan.
2. Bagi peneliti, dapat mengaplikasikan metode geofisika dalam mengetahui informasi-informasi yang ada di bawah permukaan bumi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu (1) pendahuluan, (2) isi dan (3) penutup.

1. Bagian pendahuluan terdiri atas lembar judul, persetujuan pembimbing, pernyataan keaslian, lembar pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar dan daftar lampiran.
2. Bagian isi terdiri atas 5 bab.
  - a. Bab pertama memuat (1) latar belakang, (2) rumusan masalah, (3)

- batasan masalah, (4) tujuan penelitian, (5) manfaat penelitian dan (6) sistematika penulisan.
- b. Bab kedua memuat (1) geologi kota Pekalongan, (2) konsep intrusi air laut, (3) intrusi air laut di Pekalongan, (4) definisi tahanan jenis, (5) tahanan jenis batuan, (6) metode geolistrik tahanan jenis dan (7) konfigurasi *Schlumberger*.
  - c. Bab ketiga memuat (1) tempat dan waktu penelitian, (2) alat penelitian, (3) prosedur penelitian dan (4) diagram alir penelitian.
  - d. Bab keempat memuat pembahasan (1) hasil pengolahan dan (2) pembahasan hasil penelitian.
  - e. Bab kelima memuat simpulan dan saran.
3. Bagian akhir terdiri atas daftar pustaka dan lampiran.

## **BAB 2**

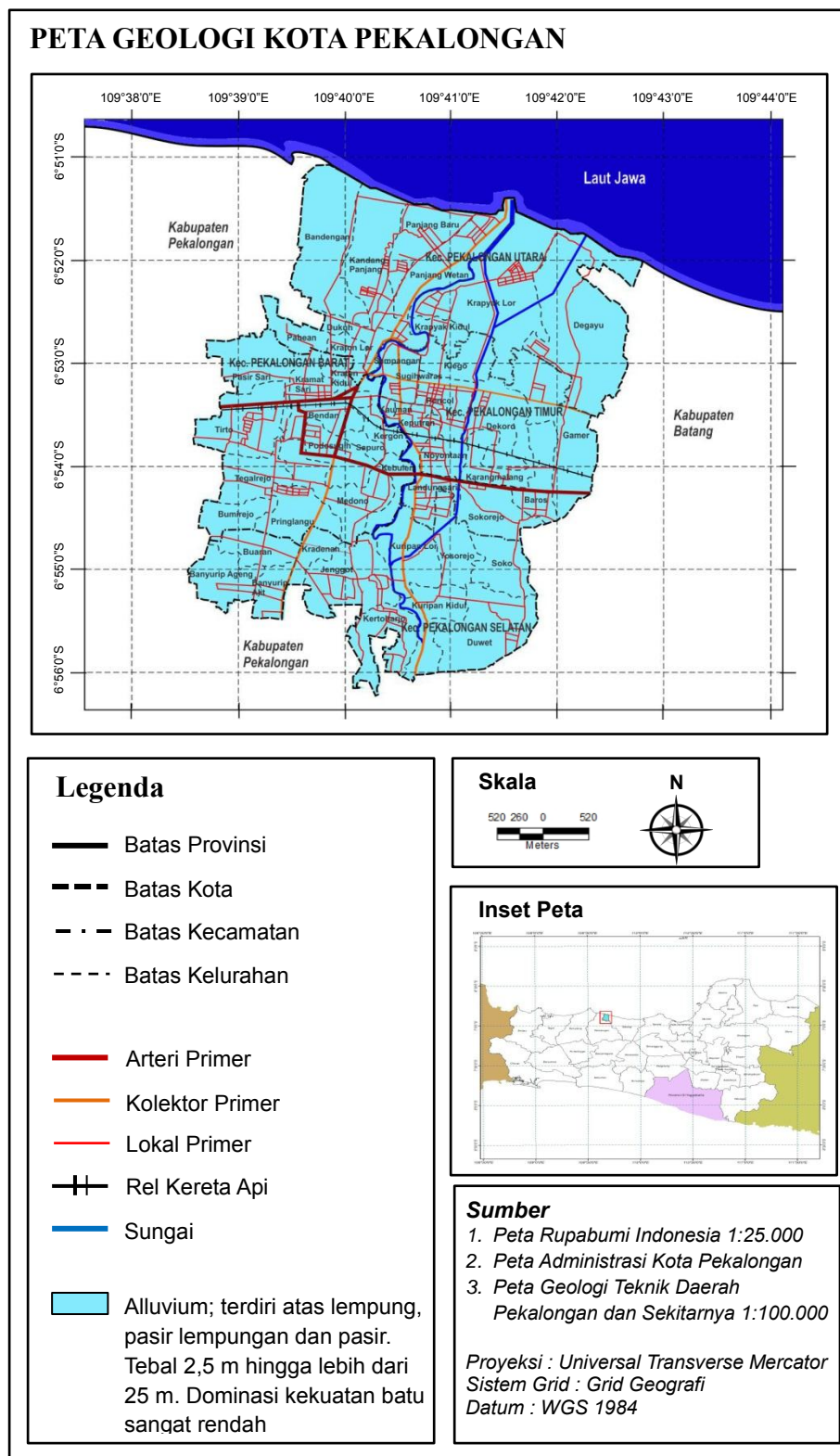
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Kota Pekalongan**

Pekalongan merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah pesisir utara Provinsi Jawa Tengah yang berjarak kurang lebih 101 km ke arah barat dari Ibukota Provinsi Jawa Tengah, Semarang. Luas Kota Pekalongan adalah 45,25 km<sup>2</sup> atau 0,14 % dari luas wilayah Provinsi Jawa Tengah yang seluas 3,254 ribu km<sup>2</sup>.

Pesisir Pekalongan memiliki garis pantai kurang lebih sepanjang 16,86 Km membentang dari Barat ke Timur berhadapan langsung dengan Laut Jawa, berada di Kecamatan Pekalongan Utara. Secara morfologis pantainya berbentuk landai dengan kemiringan 3° dan didominasi oleh hamparan pasir.

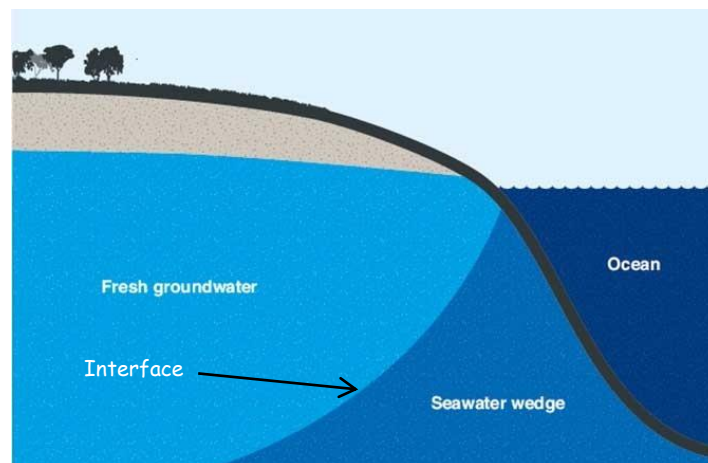
Berdasarkan Peta Geologi Teknik oleh Setyanto, dkk (1997), material alluvium yang dimiliki kota Pekalongan terdiri dari lempung, pasir lempungan dan pasir. Lempung yang mengandung pasir (endapan limbah banjir) tersebar secara dominan di permukaan, berwarna coklat tua – abu-abu kecoklatan, lunak, plastisitas sedang – tinggi, tebal antara 2,5 - > 25 m. Pasir lempungan (endapan sungai) berwarna coklat muda, urai – sangat urai, pasir berukuran butir halus – sedang, tebal 6 - >14 m. Pasir (endapan pantai dan pematang pantai lama) berwarna kuning muda, ukuran butir halus – kasar, urai, ketebalan antara 5 - > 20 m. Berikut Gambar 2.1 menunjukkan peta geologi kota Pekalongan.



Gambar 2.1 Peta Geologi Kota Pekalongan

## 2.2 Intrusi Air Laut

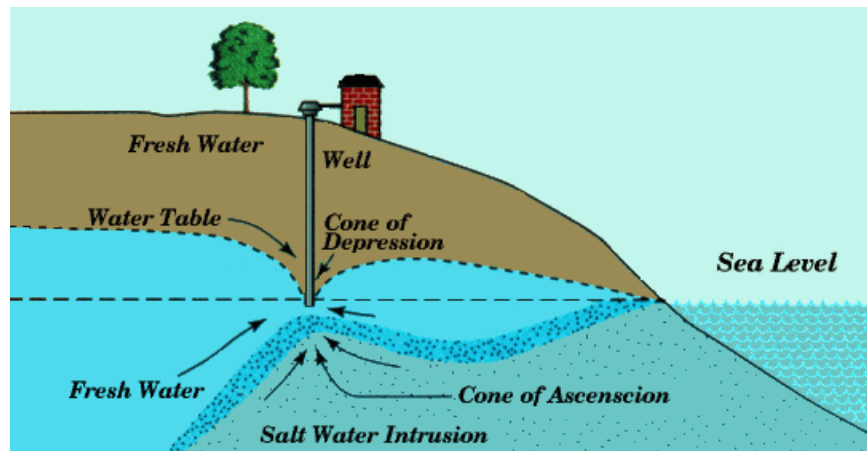
Intrusi air laut merupakan permasalahan umum yang terjadi di daerah pesisir pantai berkaitan dengan akuifer air tanah (Satish, 2011). Intrusi atau penyusupan air laut pada dasarnya adalah proses masuknya air laut di bawah permukaan tanah melalui akuifer di daratan atau daerah pantai. Dengan pengertian lain, yaitu proses terdesaknya air bawah tanah tawar oleh air asin/air laut di dalam akuifer pada daerah pantai. Dalam keadaan statis, air tawar akan mengapung di atas air asin di daerah pantai karena air asin mempunyai densitas yang lebih tinggi dari air tawar, sehingga terbentuklah kedalaman batas (*interface*) sebagai batas antara air tawar dan air laut. Keadaan tersebut merupakan keadaan kesetimbangan antara air tawar dan air laut. Kondisi normal tanpa intrusi air laut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kondisi Normal Tanpa Intrusi Air Laut

Terminologi intrusi pada hakekatnya digunakan hanya setelah ada aksi, yaitu pengambilan air bawah tanah yang mengganggu keseimbangan hidrostatik. Adanya intrusi air laut ini merupakan permasalahan pada pemanfaatan air bawah tanah di daerah pantai, karena berakibat langsung pada mutu air bawah tanah.

(Hendrayana, 2002). Mekanisme penyusupan air laut dapat dilihat pada Gambar 2.3.

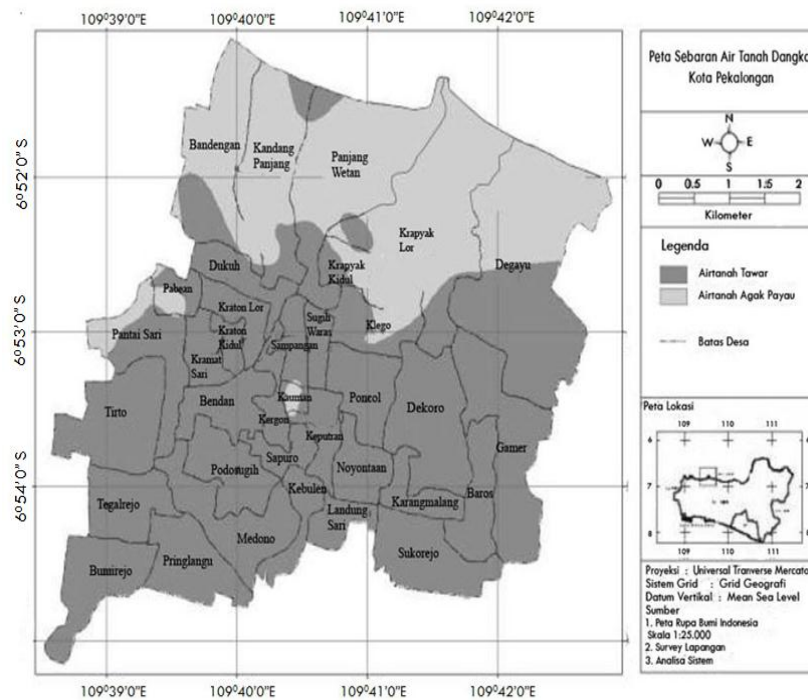


Gambar 2.3 Mekanisme Terjadinya Penyusupan Air Laut

Kualitas dan keberadaan akuifer air tanah di daerah pesisir pantai terancam terkena intrusi air laut. Intrusi air laut masuk ke akuifer air tanah dan bercampur dengan air tanah. Kontaminasi air tanah yang telah tercampur dengan air laut menjadi permasalahan bagi masyarakat pesisir dalam pemakaian air tanah, khususnya penggunaan air minum (Igroufa, 2010).

### 2.3 Intrusi Air Laut di Pekalongan

Tahun 2007 telah dilakukan penelitian oleh Sugeng Widada (Ilmu Kelautan Vol.2) mengenai intrusi air laut di kota Pekalongan. Pada penelitian tersebut melakukan pemetaan lokasi akuifer yang mengandung air payau maupun asin untuk mendapatkan gambaran sebaran air tanah asin, penyebab keasinan air tanah tersebut sehingga dapat ditemukan cara pencegahan meluasnya zona intrusi air laut. Pada Gambar 2.4 adalah peta sebaran air tanah dangkal kota Pekalongan.



Gambar 2.4 Peta Sebaran Air Tanah Dangkal (Widada, 2007)

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang rentan terhadap berbagai bencana. Bencana yang biasa terjadi di wilayah pesisir, antara lain: banjir rob dan banjir sungai. Banjir rob merupakan banjir yang diakibatkan oleh air laut pasang yang menggenangi daratan. Di beberapa kota di Indonesia permasalahan banjir rob ini telah terjadi cukup lama dan semakin parah karena terjadi penurunan muka tanah, sedangkan air laut meninggi sebagai akibat dari pemanasan global (Sumekto, 2007). Kota Pekalongan merupakan salah satu kota yang mengalami banjir rob di wilayah pesisir.

Berdasarkan data kejadian bencana dari Kantor Kesbangpol dan Linmas (2010), sebagaimana dikutip oleh Mardiatno (2012), terdapat 9 kelurahan di 3 kecamatan yang terkena banjir rob. Sembilan kelurahan tersebut terlihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.



Tabel 2.1. Kejadian Rob di Kota Pekalongan

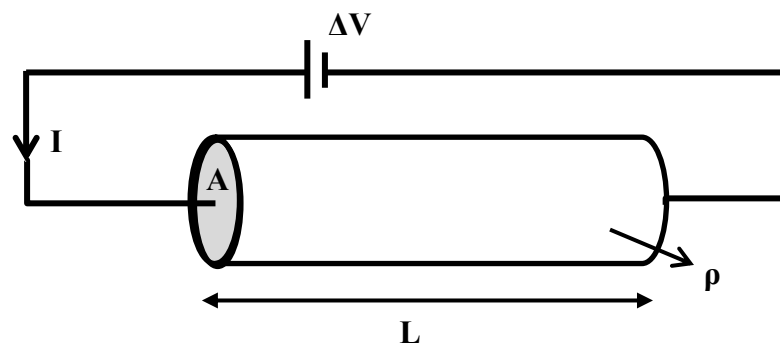
| No | Kecamatan        | Kelurahan       |
|----|------------------|-----------------|
| 1  | Pekalongan Utara | Panjang Baru    |
|    |                  | Krapyak Lor     |
|    |                  | Panjang Wetan   |
|    |                  | Kandang Panjang |
|    |                  | Bandengan       |
|    |                  | Pabean          |
| 2  | Pekalongan Timur | Degayu          |
|    |                  | Klego           |
| 3  | Pekalongan Barat | Tirto           |

## 2.4 Definisi Tahanan Jenis

Tahanan jenis atau disebut juga resistivitas adalah karakteristik suatu batuan atau mineral yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. (Wuryantoro, 2007)

Gambar 2.5 menunjukkan sebuah silinder konduktor dengan panjang  $L$ , luas penampang  $A$ , resistivitas  $\rho$  dan resistansi  $R$ , didapatkan perumusan :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$



Gambar 2.5 Silinder Konduktor

Secara fisis dari persamaan 2.1 apabila panjang silinder konduktor  $L$  dinaikkan, maka resistansi akan meningkat dan apabila luas penampang silinder konduktor  $A$  diturunkan maka resistansi akan meningkat pula. Jika silinder konduktor dialiri arus listrik  $I$ , maka didapatkan Hukum Ohm,

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (2.2)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas  $\rho$ .

$$\rho = \frac{\Delta V A}{I L} \quad (2.3)$$

$$I = \frac{\Delta V A}{\rho L} \quad (2.4)$$

Dari persamaan 2.3, didapatkan nilai konduktifitas  $\sigma$ . Konduktifitas merupakan kebalikan dari resistivitas sehingga didapatkan rumusan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{I L}{\Delta V A} \quad (2.5)$$

## 2.5 Tahanan Jenis Batuan

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar

pada  $10^{-8} \Omega\text{m}$  hingga  $10^7 \Omega\text{m}$ . Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range resistivitas yang bervariasi pula.

Konduktor didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari  $10^{-8} \Omega\text{m}$ , sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari  $10^7 \Omega\text{m}$ . Dan di antara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan pada semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik sehingga elektron-elektron tidak bebas bergerak.

Berdasarkan nilai resistivitasnya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga (Telford, 1974), yaitu :

- a. Konduktor :  $10^{-6} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
- b. Semikonduktor :  $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
- c. Isolator :  $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$ .

Sebagian besar mineral membentuk batuan penghantar listrik yang tidak baik walaupun beberapa logam asli dan grafit menghantarkan listrik. Air tanah secara umum berisi campuran terlarut yang dapat menambah kemampuannya untuk menghantar listrik, meskipun air tanah bukan konduktor listrik yang baik.

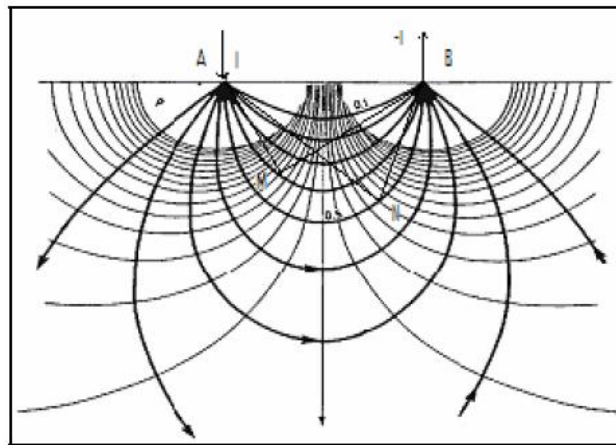
Tabel berikut adalah tabel nilai resistivitas batuan dan fluida.

Tabel 2.2 Resistivitas Batuan dan Fluida (Santoso 2002: 108)

| <b>Bahan</b> | <b>Resistivitas<br/>(<math>\Omega\text{m}</math>)</b> | <b>Bahan</b>      | <b>Resistivitas<br/>(<math>\Omega\text{m}</math>)</b> |
|--------------|---|-------------------|---|
| Kwarsa       | $4 \times 10^{10}$                                    | Batu serpih       | 20 s/d $2 \times 10^3$                                |
| Kalsit       | $5.5 \times 10^{13}$                                  | Lempung dan tanah | 1 s/d $10^4$  |
| Granit       | $5 \times 10^3$ s/d $5 \times 10^7$                   | Air tanah         | 40 s/d $6 \times 10^2$                                |
| Batu gamping | 60 s/d $3 \times 10^3$                                | Air laut          | 0.21  |
| Batu pasir   | 1 s/d $10^3$  |                   |   |

## 2.6 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik tahanan jenis atau geolistrik resistivitas dilakukan dengan cara injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial (Siregar, 2006). Dengan mengetahui arus yang diinjeksikan dan mengukur beda potensial di sekitar tempat arus diinjeksikan, maka nilai tahanan jenis tanah diperoleh. Nilai tahanan jenis yang diperoleh dari hasil pengukuran disebut sebagai *apparent resistivity* atau resistivitas semu. Dalam kondisi yang sesungguhnya, tanah bersifat tidak homogen karena bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan  $\rho$  yang berbeda-beda, sehingga nilai resistivitas yang diperoleh merupakan nilai resistivitas yang mewakili nilai resistivitas seluruh lapisan yang terlalui oleh garis ekipotensial (Winarta, 2012), seperti yang terlihat pada gambar 2.6.

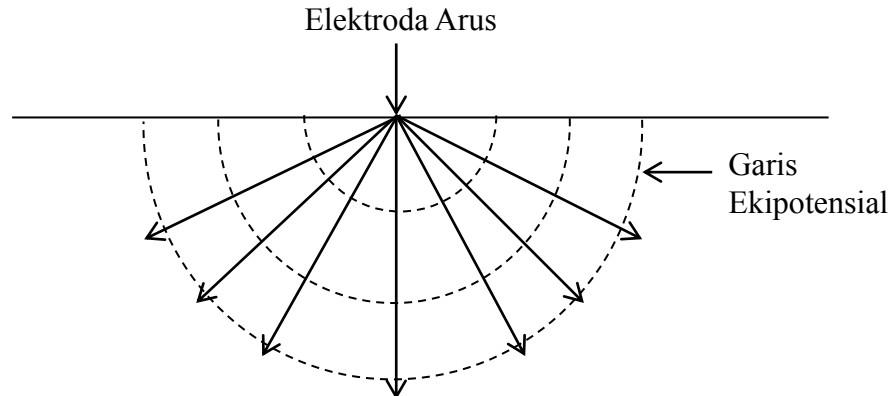


Gambar 2.6 Garis Arus Listrik dan Medan Potensial yang Timbul Karena Adanya Dua Sumber Arus (Bahri, 2005)

### 2.6.1 Arus Tunggal di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga

Pada Gambar 2.6, apabila suatu elektroda arus tunggal tertancap di permukaan setengah bola tak berhingga maka perambatan arus radial berupa

permukaan setengah permukaan bola dan terlihat permukaan ekipotensial berupa garis setengah lingkaran.



Gambar 2.6 Pola Arus Listrik yang Dipancarkan oleh Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga

Untuk pola arus diatas akan berlaku hukum Ohm.

$$I = -\frac{A}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (2.6)$$

dengan  $A$  luas permukaan bola berongga, dengan tebal  $dr$  dan beda potensial  $dV$ .

Karena luas setengah bola =  $2\pi r^2$ , maka arus  $I$  menjadi

$$I = -\frac{2\pi}{\rho} r^2 \frac{dV}{dr} \quad \text{atau} \quad dV = -\frac{\rho I dr}{2\pi r^2} \quad (2.7)$$

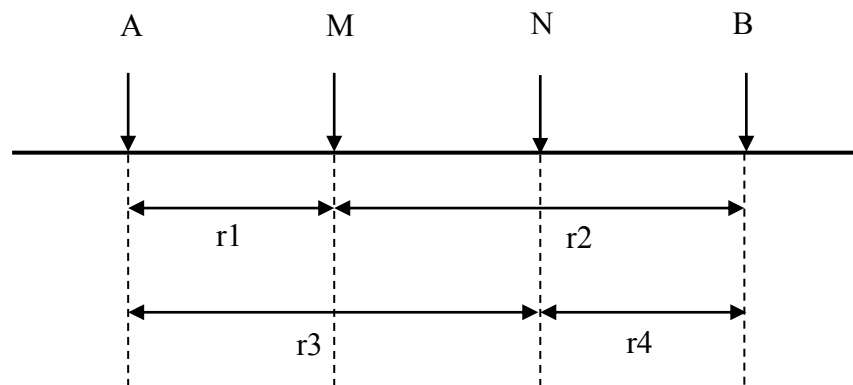
sehingga potensial di suatu titik sejauh  $r$  adalah

$$V = \int dV = \int_0^r -\frac{I\rho}{2\pi r^2} d\lambda = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad (2.8)$$

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.9)$$

### 2.6.2 Arus Ganda di Permukaan Medium Setengah Bola Tak Berhingga

Gambar 2.7 berikut menunjukkan skema arus listrik yang dilewatkan pada elektroda arus AB dan elektroda potensial MN.



Gambar 2.7 Arus Listrik Dilewatkan pada Elektroda Arus AB dan Elektroda Potensial MN

Karena potensial adalah besaran skalar maka potensial disebarkan titik oleh elektroda arus ganda akan merupakan jumlahan potensial oleh 2 elektroda arus tunggal. Oleh karena itu, dengan menggunakan Persamaan 2.8, potensial di titik M oleh arus yang melewati elektroda A dan B pada Gambar 2.4 adalah :

$$V_M = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.10)$$

Potensial di titik N adalah :

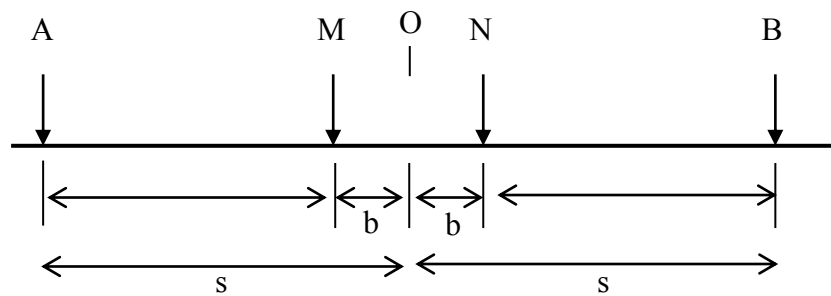
$$V_N = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (2.11)$$

Dengan demikian beda potensial antara titik M dan N adalah :

$$\Delta V = V_M - V_N = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (2.12)$$

## 2.7 Konfigurasi *Schlumberger*

Konfigurasi *Schlumberger* dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2.8 Skema Konfigurasi *Schlumberger*

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa MN digunakan sebagai elektroda potensial dan AB sebagai elektroda arus (Siregar, 2006). Faktor geometri untuk konfigurasi ini diberikan oleh :

$$r_1 = s - b, \quad r_2 = s + b, \quad r_3 = s + b, \quad \text{dan} \quad r_4 = s - b$$

persamaan 2.12 menjadi

$$\Delta V = \frac{I \rho}{2\pi} \left\{ \left( \frac{1}{s-b} - \frac{1}{s+b} \right) - \left( \frac{1}{s+b} - \frac{1}{s-b} \right) \right\}$$

$$\Delta V = \frac{I \rho}{2\pi} \frac{4b}{s^2 - b^2} \quad (2.13)$$

dengan  $s = AB/2$  dan  $b = MN/2$ .

Bila  $b^2 \ll s^2$ , maka Persamaan 2.13 dapat dituliskan sebagai

$$\Delta V = \frac{2I \rho b}{\pi s^2}$$

maka resistivitas semu untuk konfigurasi *Schlumberger* adalah :

$$\rho = \frac{\pi s^2}{2b} \left( \frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.14)$$

Persamaan 2.14 memberikan hubungan antara  $\rho$  dengan  $(\Delta V / I)$ . Faktor yang menghubungkan antara keduanya mempunyai harga yang hanya tergantung

dari konfigurasi atau geometri dari elektroda-elektroda arus dan tegangan. Oleh karena itu faktor tersebut disebut faktor geometri. Faktor geometri untuk konfigurasi *Schlumberger* adalah :

$$K = \frac{\pi s^2}{2b} \quad (2.14)$$



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di daerah Kelurahan Klego, Kec. Pekalongan Timur, Kota Pekalongan pada bulan Juni tahun 2014.

#### **3.2 Alat yang Digunakan**

Peralatan yang diperlukan dalam pengambilan data penelitian adalah Geolistrik Multichannel (S-Field) yang mempunyai komponen standar meliputi :

- (1) Resistivimeter S-Field,
- (2) 16 buah elektroda,
- (3) kabel arus dan potensial (@ 80 meter),
- (4) 2 buah *accumulator* (aki) 12 Volt,
- (5) *software* akuisisi S-Field,
- (6) 1 unit laptop untuk akuisisi data,
- (7) 2 buah meteran masing-masing 100 meter dan
- (8) *tool-kit* seperti palu, pencapit buaya dan plester.

#### **3.3 Prosedur Penelitian**

##### **3.3.1 Tahap Persiapan**

Adapun Beberapa persiapan yang mendukung kelancaran pengukuran antara lain :

- (1) studi literatur, yaitu mempelajari literatur atau teori yang berhubungan dengan penelitian tentang geolistrik,

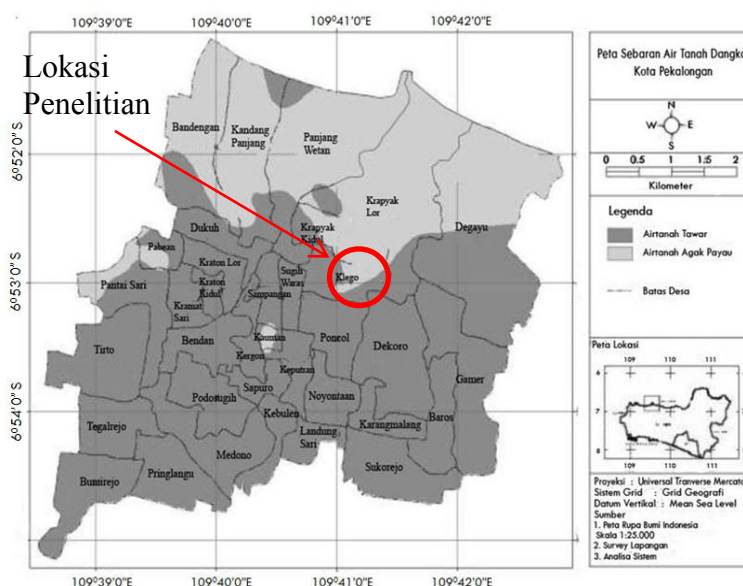
- (2) menyerahkan surat ijin penelitian ke lembaga pemerintahan dan melakukan survei pendahuluan untuk mengetahui gambaran umum lokasi penelitian, dan
- (3) menyiapkan alat dan melakukan uji coba pada alat yang akan digunakan apakah alat dapat bekerja dengan baik atau tidak.

### 3.3.2 Tahap Pengukuran

Tahap pengukuran dilakukan tiga tahap, yaitu survei pendahuluan, penentuan lintasan pengukuran dan pengambilan data lapangan.

#### 3.3.2.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan ini mencari informasi dari literatur-literatur atau penelitian terdahulu mengenai kualitas air tanah baik dari sumur warga maupun dari sumur bor. Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Widada pada tahun 2007 telah memetakan sebaran air tanah dangkal di kota Pekalongan, seperti pada Gambar 3.1. Berdasarkan peta tersebut, maka dapat dilakukan pengukuran di perbatasan antara wilayah air tanah agak payau dan air tanah tawar.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

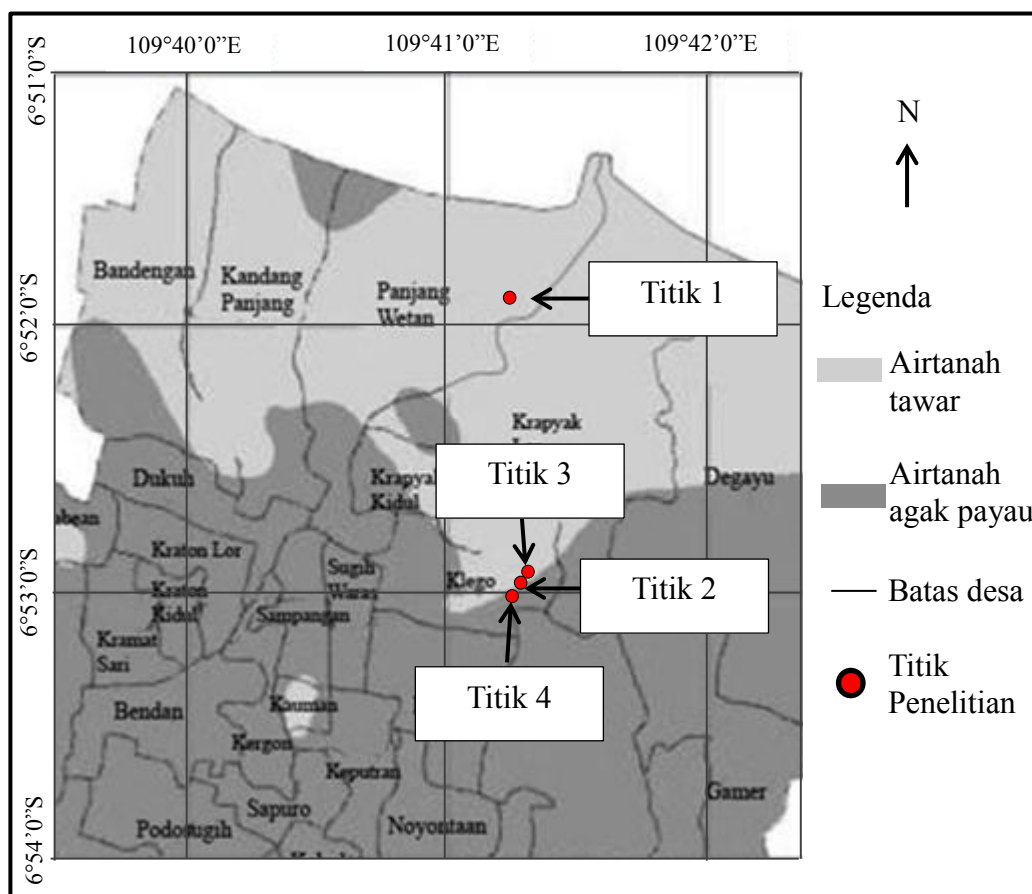
### 3.3.2.2 Penentuan Titik dan Lintasan Pengukuran

Pengukuran dilakukan di Kelurahan Klego dengan mengambil 4 titik.

Masing-masing titik berada pada koordinat:

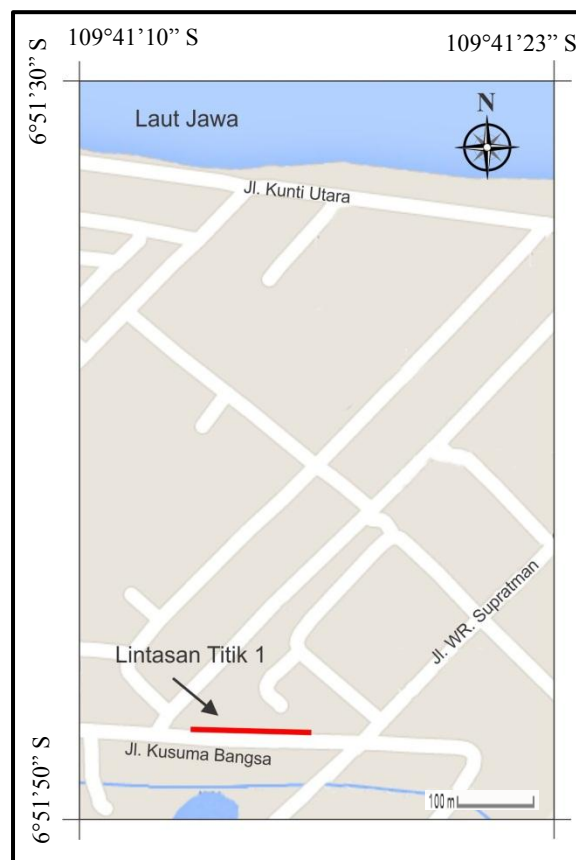
- (1)  $6^{\circ}51'47''$  S dan  $109^{\circ}41'12''$  E untuk titik 1,
- (2)  $6^{\circ}52'58''$  S dan  $109^{\circ}41'16''$  E untuk titik 2,
- (3)  $6^{\circ}52'55''$  S dan  $109^{\circ}41'18''$  E untuk titik 3 dan,
- (4)  $6^{\circ}53'05''$  S dan  $109^{\circ}41'13''$  E untuk titik 4.

Titik 1 merupakan titik referensi untuk menentukan nilai resistivitas air laut. Sedangkan titik 2, 3 dan 4 adalah titik penelitian yang akan dicari persebaran intrusi air laut. Lokasi untuk tiap-tiap titik seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Titik Penelitian

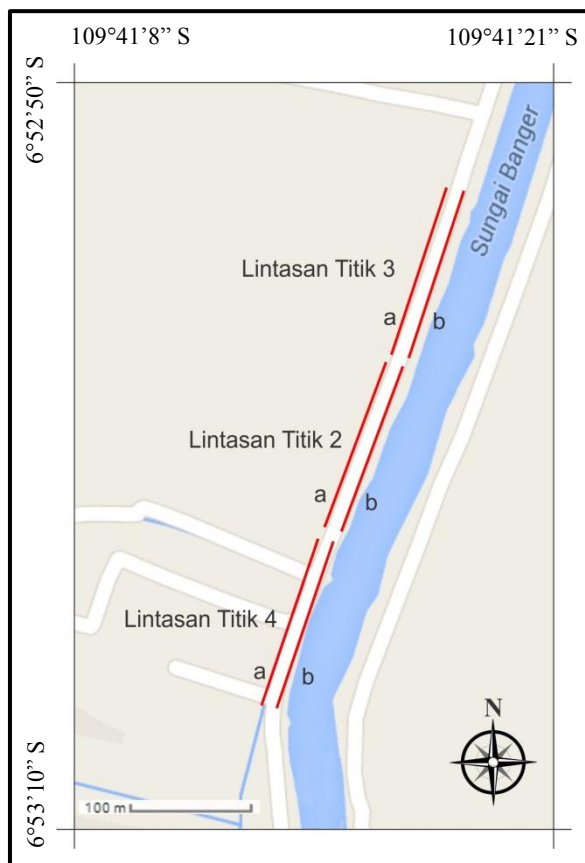
Untuk menentukan lintasan, titik 1 dilakukan satu lintasan saja karena hanya menentukan nilai resistivitas air laut saja. Selanjutnya, titik 2, 3 dan 4 masing-masing dilakukan pengukuran dua lintasan sejajar. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.2, lintasan titik 1 sejajar dengan garis pantai. Titik 2 berada di antara titik 3 dan titik 4. Titik 3 berada di sebelah utara titik 2. Titik 4 berada di sebelah selatan titik 2. Penentuan lintasan titik 1 seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penentuan Lintasan Titik 1

Pada gambar diatas menunjukkan lintasan di titik 1. Lokasi pengukuran titik 1 terletak di kelurahan Panjang Wetan berada dekat pantai dengan jarak  $\pm 500$  meter. Panjang lintasan sama untuk setiap titik sebesar 160 meter. Untuk titik 2, titik 3 dan titik 4 terletak di kelurahan Klego dengan jarak dengan pantai sebesar  $\pm$

2 km. Penentuan lintasan titik 2, titik 3 dan titik 4 seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.



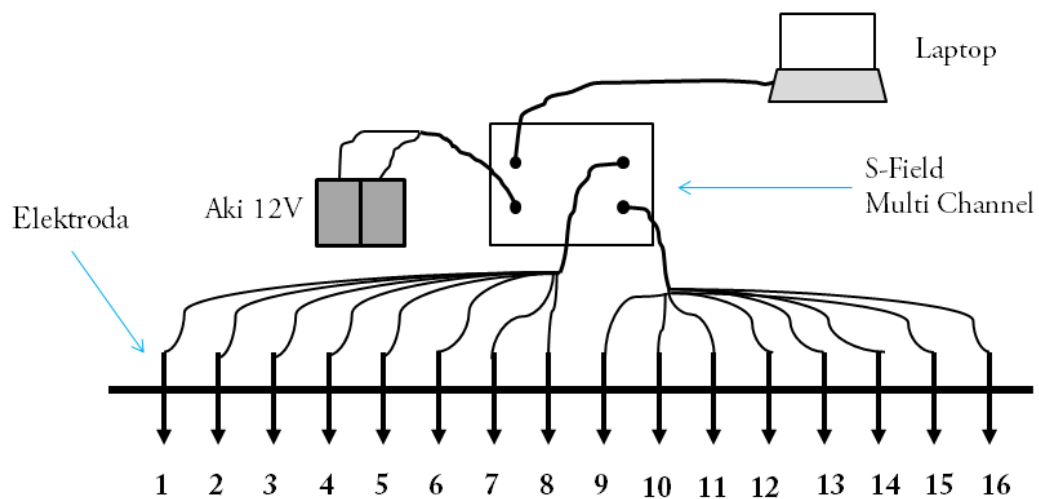
Gambar 3.4 Penentuan Lintasan Titik 2, Titik 3 dan Titik 4

### 3.3.2.3 Akuisisi Data Lapangan

Dalam pengambilan data lapangan, dilakukan dengan menggunakan alat Geolistrik Multichannel (S-Field) konfigurasi *Schlumberger*. Alatnya seperti yang terlihat pada Gambar 3.5. Dilakukan penelitian di 4 titik. Tiap titik memiliki panjang lintasan sebesar 160 meter dengan jarak antar elektroda sebesar 10 meter. Skema susunan peralatan untuk akuisisi data menggunakan alat Geolistrik Multichannel (S-Field) ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Geolistrik Multichanel S-Field



Gambar 3.6 Skema Susunan Akuisisi Data

Pengambilan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengukur panjang lintasan penelitian.
2. Menancapkan 16 buah elektroda dengan jarak antar elektroda sebesar 10 meter.
3. Memasang kabel pada masing-masing elektroda.
4. Menyusun alat seperti pada Gambar 3.6
5. Melakukan kontrol lapangan menggunakan software akuisisi.
6. Melakukan langkah yang sama untuk lintasan selanjutnya.

### 3.3.3 Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data dilakukan dengan komputer/laptop menggunakan *software Res2dinv*. *Software Res2dinv* ini merupakan program yang dibuat untuk menghitung serta menggambarkan nilai resistivitas dari hasil perhitungan di lapangan dalam bentuk 2 dimensi.

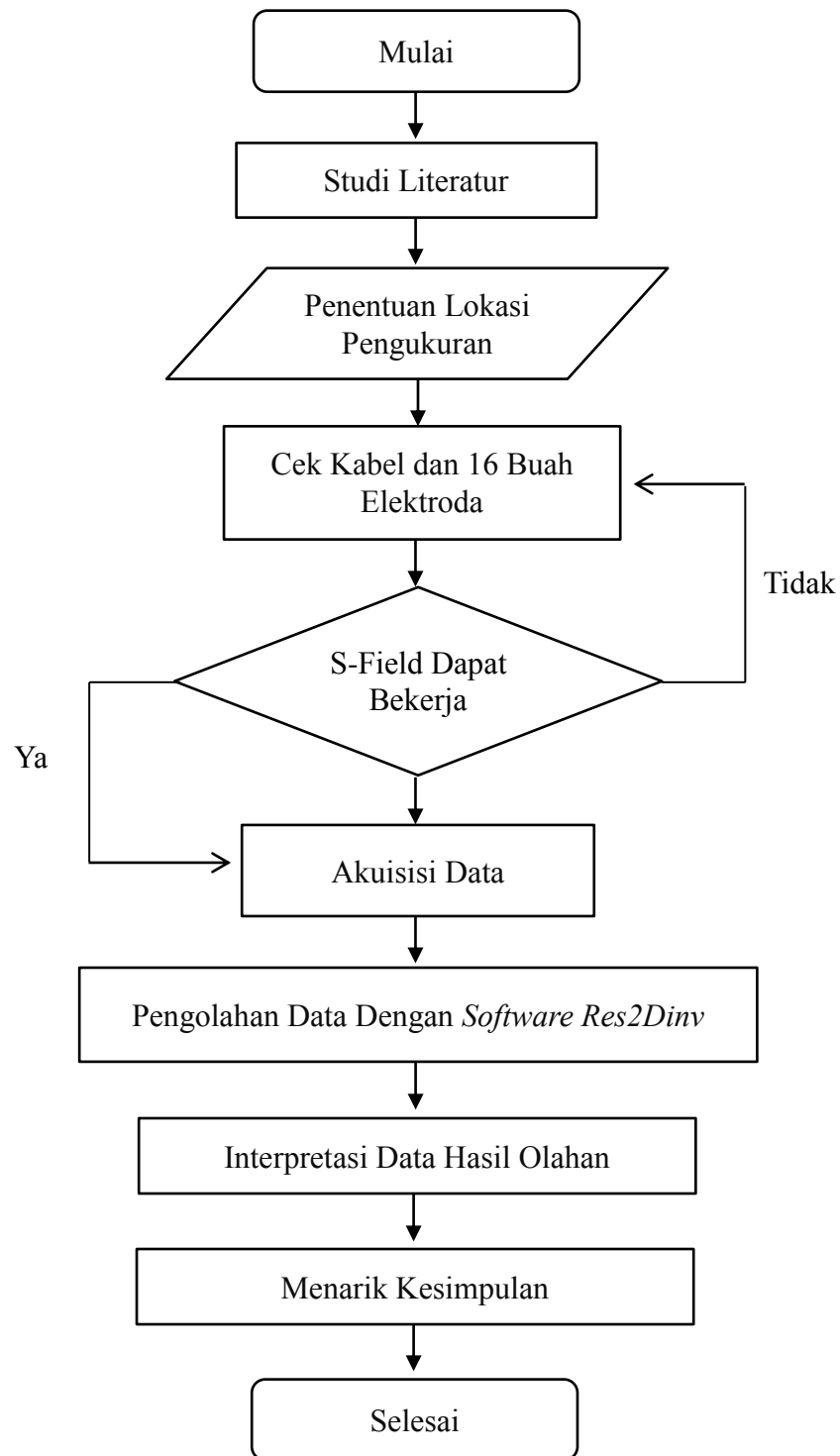
### 3.3.4 Interpretasi Data

Pada tahapan ini hasil output yang dihasilkan oleh *software Res2Dinv* akan menampilkan gambar penampang 2D. Hasil olahan data 2D mengandung informasi nilai resistivitas batuan bawa permukaan dengan pencitraan warna. Pencitraan warna tersebut kemudian diinterpretasikan nilai resistivitas suatu batuan/material sesuai dengan geologi daerah penelitian.

## 3.4 Diagram Alir Penelitian

Alir penelitian adalah mencari studi literatur dan latar belakang yang mendukung untuk dilakukan penelitian, kemudian menentukan lokasi penelitian dan lintasan pengukuran. Lokasi penelitian berada di kelurahan Klego, kota Pekalongan. Penelitian dilakukan di 4 (empat) titik pengukuran. Titik 1 berada di kelurahan Panjang Baru sebagai titik referensi dalam menentukan nilai resistivitas air laut, sedangkan titik yang lain berada di kelurahan Klego sebagai titik penelitian. Tiap titik dilakukan dua lintasan sejajar, kecuali untuk titik 1 hanya satu lintasan saja. Pengambilan data lapangan dilakukan dalam dua hari dengan cuaca cerah agar pengambilan data tidak terganggu. Setelah dilakukan pengambilan data, selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* untuk menampilkan penampang lintang 2D. Alir penelitian dapat dilihat

pada diagram alir penelitian seperti gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian



## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

Akuisisi data geolistrik dilakukan secara langsung di lapangan dengan konfigurasi *Schlumberger*. Data yang diperoleh berupa arus listrik (I) dan beda potensial (V) di setiap lintasan pengukuran. Berdasarkan kedua data tersebut kemudian dihitung nilai resistivitas semu. Dari nilai resistivitas semu yang telah dihitung kemudian diolah menggunakan *software Res2Dinv* untuk menampilkan bentukan 2 dimensi dan diinterpretasikan dengan membandingkan resistivitas sebenarnya berdasarkan kondisi geologi lokasi penelitian.

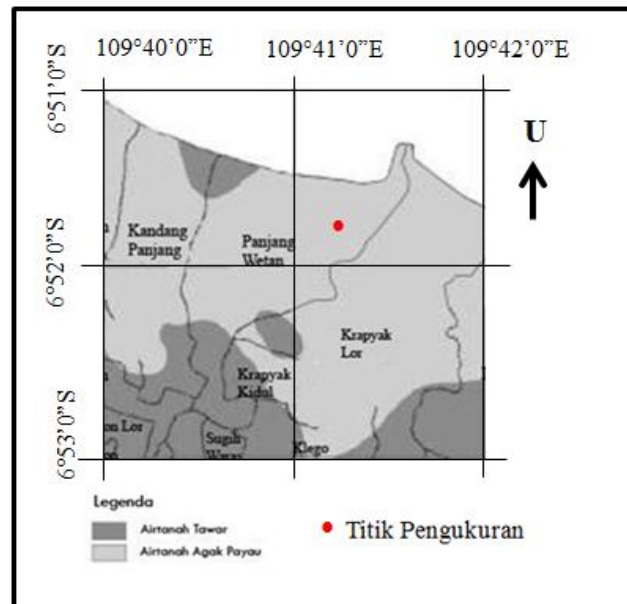
Akuisisi data geolistrik dilakukan di 4 titik. Titik 1 berada pada koordinat  $6^{\circ}51'47''\text{S}$ ,  $109^{\circ}41'12''\text{E}$ . Titik 2 berada pada koordinat  $6^{\circ}52'58''\text{S}$ ,  $109^{\circ}41'16''\text{E}$ . Titik 3 berada pada koordinat  $6^{\circ}52'55''\text{S}$   $109^{\circ}41'18''\text{E}$ . Titik 4 berada pada koordinat  $6^{\circ}53'05''\text{S}$   $109^{\circ}41'13''\text{E}$ . Titik 1 terletak di kelurahan Panjang Wetan, sedangkan titik 2, titik 3 dan titik 4 terletak di kelurahan Klego.

Titik 1 diambil satu lintasan saja karena hanya mencari nilai resistivitas air asin. Titik 2, titik 3 dan titik 4 masing-masing diambil 2 lintasan sejajar karena berada di pinggir jalan dan kondisi tanah yang liat sehingga dapat menancapkan elektroda dengan baik. Panjang setiap lintasan di semua titik disamakan yaitu 160 m dengan spasi setiap elektrodanya sebesar 10 m. Hasil olah data menggunakan *Res2Dinv* menampilkan bentukan 2 dimensi dengan sumbu horizontal sebagai panjang lintasan/bentangan dan sumbu vertikal sebagai kedalaman bawah permukaan. Citra warna dari hasil olah data menunjukkan nilai resistivitas

batuan/material.

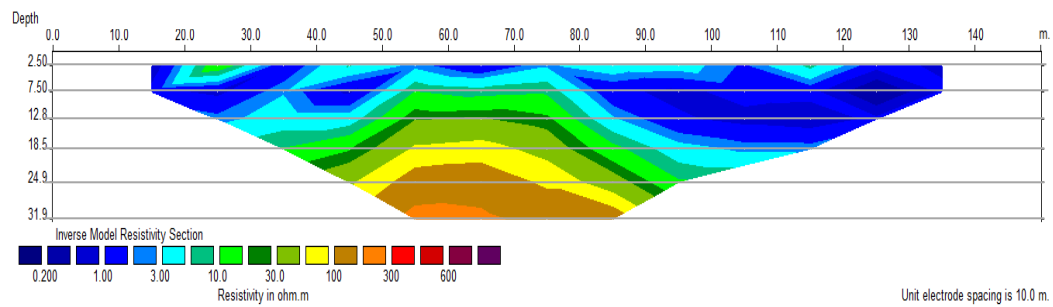
#### 4.1.1 Titik 1

Lokasi pengukuran titik 1 terletak di kelurahan Panjang Wetan berada dekat pantai dengan jarak  $\pm 500$  meter. Titik 1 disebut sebagai titik referen dalam menentukan resistivitas air asin. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 1 lintasan sejajar dengan pantai. Panjang lintasan 160 meter dengan spasi antar elektroda 10 meter. Lokasi pengukuran titik 1 dapat dilihat seperti pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pengukuran Titik 1

Hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* di titik 1 terlihat pada gambar berikut.

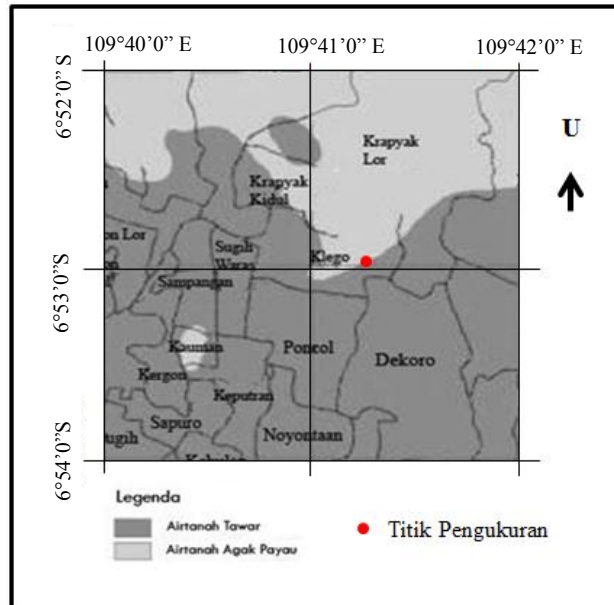


Gambar 4.2 Penampang Resistivitas 2D di Titik 1

Gambar 4.2 menunjukkan hasil olah data 2D di titik 1. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Warna biru terlihat dominan di kedalaman 2,5 meter – 18,5 meter, sedangkan warna hijau terlihat di bentangan 20 meter – 30 meter, di bentangan 40 meter – 10 meter. Warna kuning cokelat dan oranye berada di bawah warna kuning.

#### 4.1.2 Titik 2

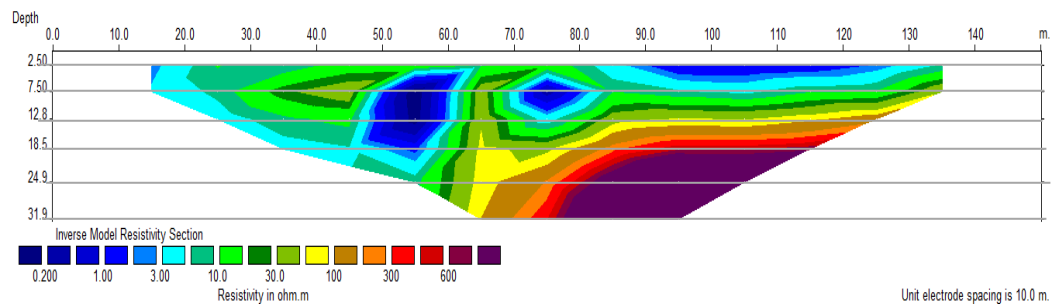
Lokasi pengukuran titik 2 terletak di kelurahan Klego dan berada di perbatasan antara daerah terintrusi air laut dengan daerah belum terintrusi air laut. Kondisi lapangan berupa tanah liat sehingga dapat menancapkan elektroda dengan baik. Diambil 2 lintasan sejajar dengan masing-masing lintasan panjangnya 160 meter. Jarak antar lintasan 5 meter. Spasi antar elektroda 10 meter. Jarak titik 2 dengan pantai  $\pm$  2 km. Lokasi pengukuran titik 2 dapat dilihat seperti pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Peta Lokasi Pengukuran Titik 2

#### 4.1.2.1 Lintasan 2a

Hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* di lintasan 2a terlihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



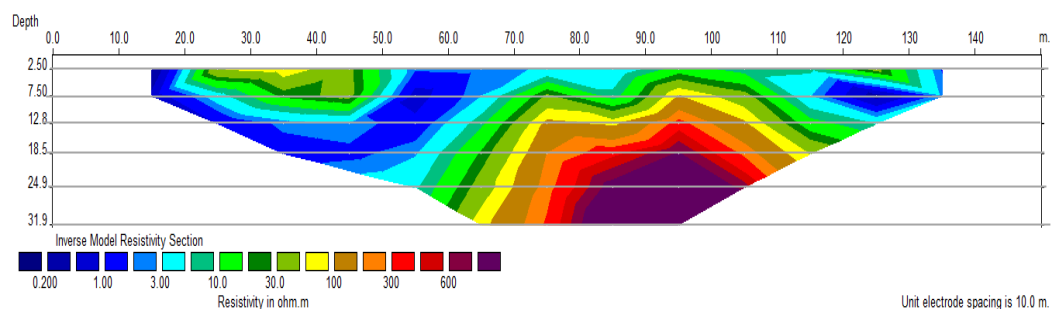
Gambar 4.4 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 2a

Gambar 4.4 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 2a. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 2a, citra warna biru di kedalaman 5 meter – 19 meter di bentangan 50 meter – 60 meter, di kedalaman 5 meter – 12,8 meter di bentangan 70 meter – 80 meter dan di kedalaman 2,5 meter – 6 meter di

bentangan 50 meter – 130 meter. Warna biru muda terlihat di kedalaman 2,5 meter – 24,9 meter di bentangan 15 meter – 55 meter serta di kedalaman 2,5 meter hingga 7,5 meter di bentangan 80 meter – 135 meter. Warna kuning terlihat di bentangan 60 meter berada di kedalaman 12,8 meter – 31,9 meter. Warna coklat, oranye, merah dan ungu terlihat berada di bawah lapisan warna kuning.

#### 4.1.2.2 Lintasan 2b

Gambar 4.5 berikut adalah hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* di lintasan 2b.

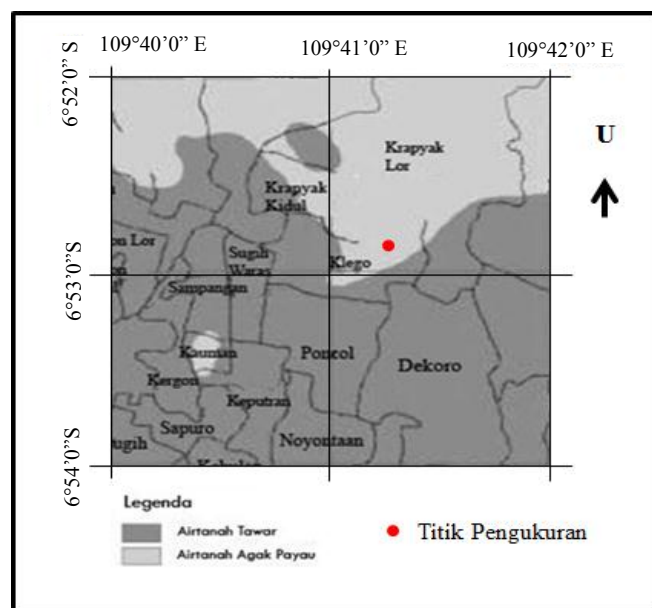


Gambar 4.5 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 2b

Gambar 4.5 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 2b. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 2b, warna biru terlihat di bentangan 2,5 meter hingga 20 meter pada bentangan antara 15 meter – 70 meter dan di bentangan 105 meter – 135 meter. Warna hijau tampak terlihat di bentangan 20 meter – 50 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter. Warna hijau juga tampak terlihat di bentangan 60 meter di kedalaman 2,5 meter – 27 meter. Warna kuning terlihat berada di bawah warna hijau yang ada di bentangan 60 meter – 120 meter. Warna coklat, oranye, merah dan ungu berada di bawah lapisan warna kuning secara berurutan.

### 4.1.3 Titik 3

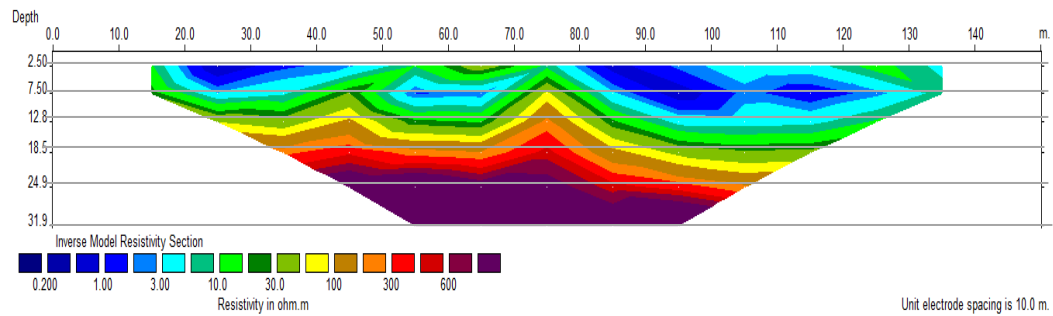
Lokasi pengukuran titik 3 terletak di kelurahan Klego dan berada di daerah terintrusi air laut. Kondisi lapangan juga berupa tanah liat sehingga aliran listrik dapat mengalir di medium tanah dengan baik. Diambil 2 lintasan dengan masing-masing lintasan panjangnya 160 meter. Jarak antar lintasan 5 meter. Spasi antar elektroda 10 meter. Jarak titik 3 dengan pantai sejauh  $\pm 1,8$  km. Lokasi pengukuran titik 3 dapat dilihat seperti pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Peta Lokasi Pengukuran Titik 3

#### 4.1.3.1 Lintasan 3a

Hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* lintasan pertama di titik 3 terlihat pada gambar berikut.

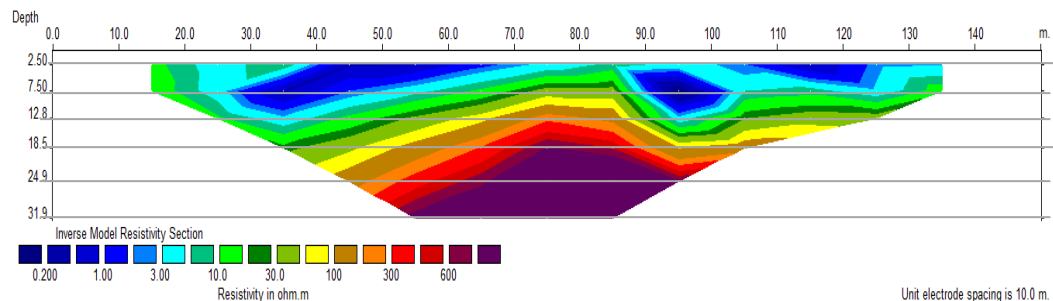


Gambar 4.7 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 3a

Gambar 4.7 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 3a. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 3a, warna biru terlihat di kedalaman 2,5 meter – 7,5 meter pada bentangan 20 meter – 45 meter dan di kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter di bentangan 80 meter – 125 meter. Warna hijau terlihat berada di kedalaman 2,5 meter – 12,5 meter pada bentangan 15 meter – 85 meter. Warna kuning, coklat, merah dan ungu secara berurutan berada di bawah lapisan warna hijau dengan kedalaman 12,8 meter h – 31,9 meter.

#### 4.1.3.2 Lintasan 3b

Hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* lintasan kedua di titik 3 terlihat pada gambar berikut.

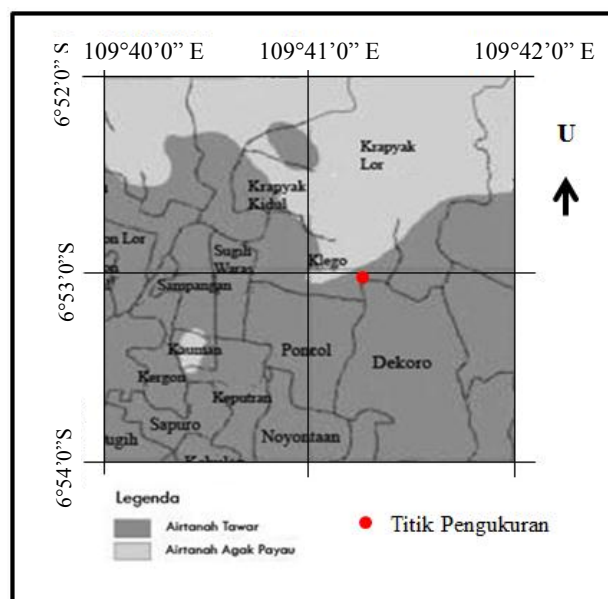


Gambar 4.8 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 3b

Gambar 4.8 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 3b. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 3b, warna biru terlihat dominan di bentangan 30 meter – 72 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter, ada di bentangan 90 meter – 100 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 7,5 meter dan ada di bentangan 100 meter – 135 meter di kedalaman 2,5 meter – 7,5 meter. Warna hijau berada di bawah lapisan warna biru muda di kedalaman 12,5 meter. Warna kuning terlihat berada di kedalaman 12,5 meter – 18,5 meter. Warna coklat, oranye, merah dan ungu berada di bawah lapisan warna kuning.

#### 4.1.4 Titik 4

Lokasi titik 4 terletak di kelurahan Klego dan berada di daerah belum terintrusi air laut. Diambil 2 lintasan dengan masing-masing lintasan panjangnya 160 meter. Jarak antar lintasan 5 meter. Spasi antar elektroda 10 meter. Jarak titik 4 dengan pantai sejauh  $\pm 2,2$  km. Lokasi pengukuran titik 3 dapat dilihat dari Peta Sebaran Air Tanah Dangkal Kota Pekalongan, seperti pada Gambar 4.9 berikut.

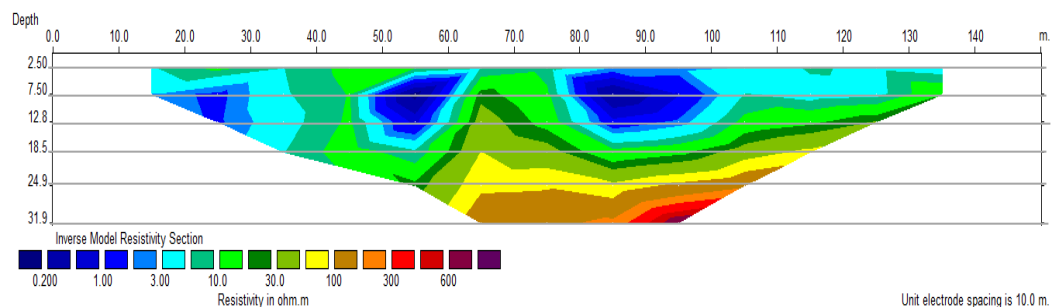


Gambar 4.9 Peta Lokasi Titik 4



#### 4.1.4.1 Lintasan 4a

Hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* di lintasan 4a terlihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.

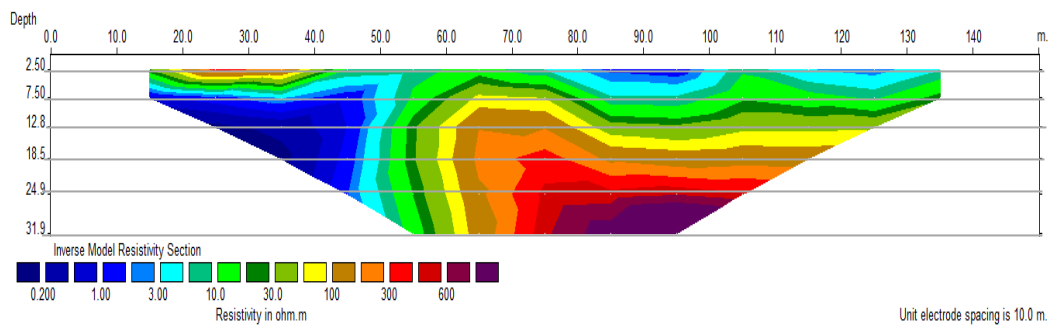


Gambar 4.10 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 4a

Gambar 4.10 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 4a. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 4a, warna biru tampak terlihat di kedalaman 7,5 meter – 12,5 meter pada bentangan 15 meter – 30 meter, di kedalaman 2,5 meter – 13 meter terlihat di bentangan 48 meter – 62 meter dan bentangan 80 meter – 100 meter. Lapisan warna hijau terlihat berada di bentangan 40 meter berada di kedalaman 2,5 meter – 20 meter, di bentangan 65 meter di kedalaman 7,5 meter dan di bentangan 80 meter di kedalaman 18,5 meter. Warna kuning terlihat berada di kedalaman 24,9 meter. Warna cokelat, oranye, merah dan ungu berada di bawah warna kuning.

#### 4.1.4.2 Lintasan 4b

Pada gambar berikut adalah hasil olah penampang resistivitas 2D menggunakan *Res2Dinv* di lintasan 4b.



Gambar 4.11 Penampang Resistivitas 2D di Lintasan 4b

Gambar 4.11 menunjukkan hasil olah data 2D di lintasan 4a. Terlihat citra warna mulai dari biru, biru muda, hijau hingga ungu mewakili nilai resistivitas suatu batuan/material. Pada lintasan 4b, warna biru terlihat di bentangan 15 meter hingga 50 meter dengan kedalaman 5 meter – 24,9 meter dan di bentangan 80 meter – 100 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 5 meter. Warna hijau terlihat di bentangan 15 meter – 40 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 5 meter dan terlihat di bentangan 50 meter – 135 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 31,9 meter. Warna kuning terlihat di bentangan antara 60 meter – 70 meter dengan kedalaman 7,5 meter hingga 31,9 meter dan di bentangan 80 meter – 135 meter di kedalaman 15 meter. Warna cokelat, oranye dan merah terlihat berada di bawah lapisan warna kuning.

## 4.2 Pembahasan

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota yang terletak di pesisir pantai utara sehingga fenomena banjir rob sering terjadi. Adanya bencana banjir rob mengakibatkan terjadi intrusi air laut, terutama di daerah pemukiman dekat pantai. Dampaknya bagi penduduk, air tanah yang seharusnya memenuhi kebutuhan sehari-hari terganggu. Berdasarkan Peta Potensi Air Tanah, sebagian besar mutu air tanah pada akuifer dangkal di kota Pekalongan bersifat jelek terbentuk dalam

lingkungan pengendapan laut pada saat genangan laut. Sedangkan pada akuifer dalam, mutu air tanah umumnya baik, setempat di daerah dataran dijumpai sisipan air tanah payau/laut. (Pemerintah Kota Pekalongan, 2000)

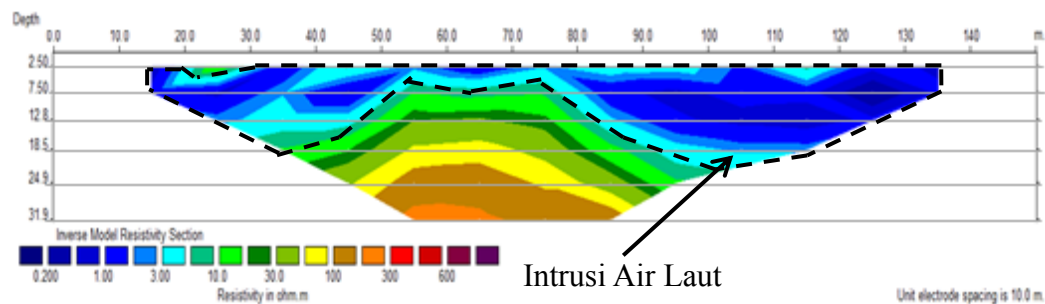
Intrusi air laut yang terjadi di kota Pekalongan berada di bawah permukaan tanah. Untuk mendeteksi terjadinya intrusi air laut maka penulis telah melakukan penelitian di daerah Klego kota Pekalongan. Penelitian dilakukan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi *Schlumberger*. Data yang diperoleh akan diolah menggunakan *software Res2Dinv* yang akan mencitrakan warna untuk setiap nilai resistivitas material dalam bentukan 2 dimensi. Bentukan 2 dimensi itu kemudian diinterpretasikan dengan menganalisis nilai resistivitas material di bawah permukaan sesuai geologi daerah penelitian. Berdasarkan peta geologi kota Pekalongan, daerah Pekalongan termasuk daerah yang tersusun atas lempung, pasir lempungan dan pasir. Tabel 4.1 berikut adalah tabel nilai resistivitas batuan dan fluida.

Tabel 4.1 Resistivitas Batuan dan Fluida (Santoso 2002: 108)

| <b>Bahan</b>      | <b>Resistivitas (<math>\Omega m</math>)</b> |
|-------------------|---|
| Kwarsa            | $4 \times 10^{10}$                          |
| Kalsit            | $5.5 \times 10^{13}$                        |
| Granit            | $5 \times 10^3$ s/d $5 \times 10^7$         |
| Batu gamping      | 60 s/d $3 \times 10^3$                      |
| Batu pasir        | 1 s/d $10^3$                                |
| Batu serpih       | 20 s/d $2 \times 10^3$                      |
| Lempung dan tanah | 1 s/d $10^4$                                |
| Air tanah         | 40 s/d $6 \times 10^2$                      |
| Air laut          | 0.21  |

#### 4.2.1 Titik 1

Titik 1 digunakan sebagai titik referen dalam menentukan nilai resistivitas air asin. Berdasarkan hasil olah data dengan menggunakan *Res2Dinv*, nilai resistivitas suatu material diwakilkan oleh pencitraan warna. Gambar 4.12 berikut menunjukkan adanya intrusi di titik 1.



Gambar 4.12 Intrusi Air Laut di Titik 1

Berdasarkan Tabel 4.1 dan geologi daerah penelitian, citra warna biru dengan nilai resistivitas antara  $0,2 \Omega\text{m} - 10,00 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai fluida air laut. Intrusi air laut berada di lapisan pasir dengan kedalaman hingga 18,5 meter. Air laut mudah masuk ke dalam lapisan pasir karena pasir memiliki porositas berkisar 25% - 50%. Citra warna hijau dan warna kuning dengan nilai resistivitas antara  $10,0 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai material lempung. Material lempung berada di kedalaman 7,5 meter - 24,9 meter. Citra warna coklat, oranye, merah dan ungu dengan nilai resistivitas antara  $100 \Omega\text{m} - 600 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai material pasir. Material pasir ini berada di bawah lapisan lempung. Karena sifat lempung adalah impermeabilitas (kedap air) dengan porositas berkisar 40% - 75%, maka intrusi air laut yang ada di atasnya sulit menyusup ke lapisan yang ada dibawahnya. Litologi bawah permukaan daerah penelitian tersusun atas 3 (tiga lapisan), yaitu lapisan pasir yang mengandung intrusi air laut, lapisan lempung dan lapisan pasir. Adanya variasi nilai resistivitas

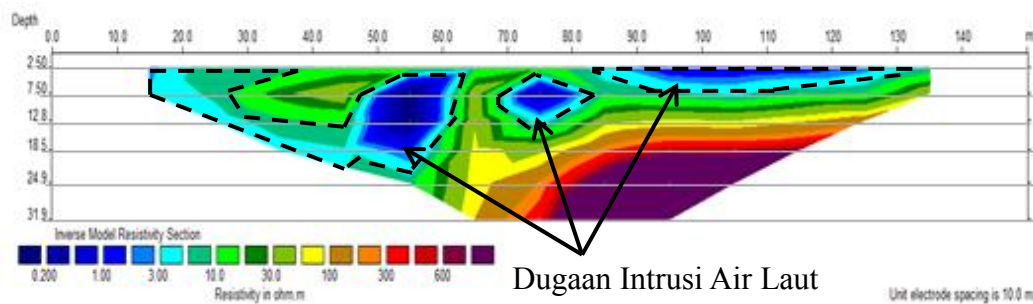
menunjukkan adanya berbagai lapisan batuan bawah tanah yang terdapat pada lokasi penelitian. Semakin kecil nilai resistivitas suatu batuan maka semakin mudah batuan tersebut dialiri oleh arus listrik. Tabel 4.2 berikut adalah susunan litologi bawah permukaan daerah penelitian.

Tabel 4.2 Litologi Bawah Permukaan Daerah Penelitian

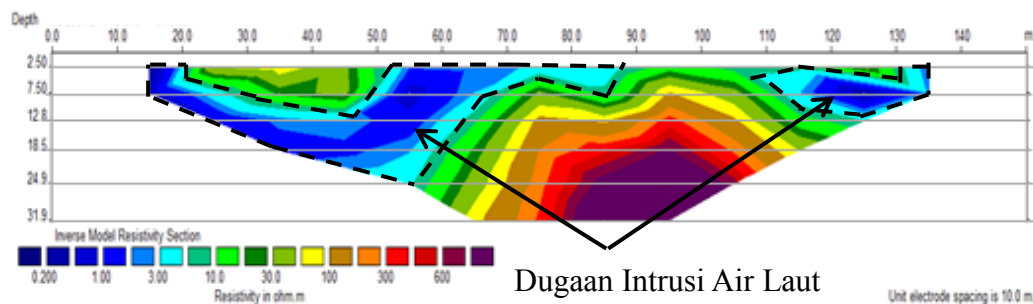
| Lapisan | Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ) | Interpretasi             |
|---------|---|--------------------------|
| 1       | 0,2 – 10,0                              | Pasir (Intrusi Air Laut) |
| 2       | 10,0 – 100                              | Lempung                  |
| 3       | 100 – 600                               | Pasir                    |

#### 4.2.2 Titik 2

Berdasarkan hasil olah data dengan menggunakan *Res2Dinv*, nilai resistivitas suatu material diwakilkan oleh pencitraan warna. Gambar 4.13 dan 4.14 berikut menunjukkan dugaan intrusi di lintasan 2.



Gambar 4.13 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 2a



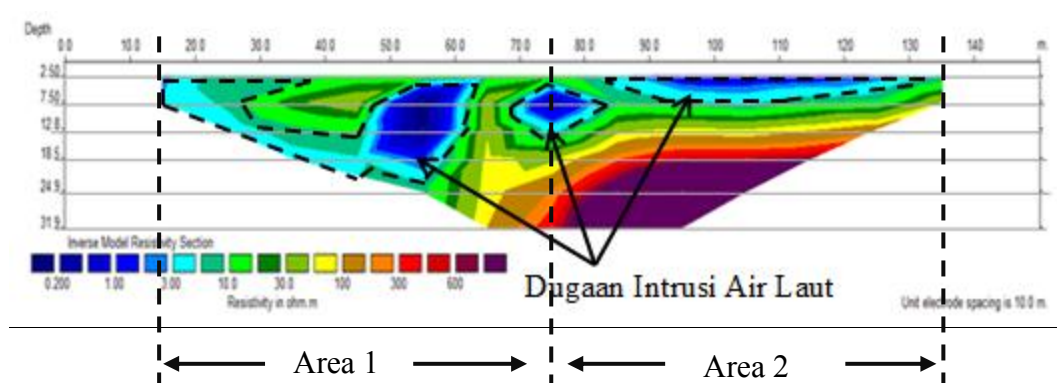
Gambar 4.14 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 2b

Berdasarkan Tabel 4.1 dan geologi daerah penelitian, Gambar 4.13 menunjukkan citra warna biru dengan nilai resistivitas antara  $0,2 \Omega\text{m} - 10,0 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai fluida air laut. Dugaan intrusi air laut berada di lapisan pasir pada bentangan 15 meter – 30 meter di kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter, pada bentangan 30 meter – 50 meter di kedalaman 12,8 meter – 24 meter, 50 meter – 60 meter di kedalaman 5 meter – 24,9 meter, pada bentangan 70 meter – 80 meter di kedalaman 5 meter – 12,8 meter dan pada bentangan 90 meter – 130 meter di kedalaman 2,5 meter – 5 meter. Citra warna hijau dan warna kuning diinterpretasikan sebagai material lempung dengan nilai resistivitas antara  $10 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$ . Citra warna coklat, oranye, merah dan ungu dengan nilai resistivitas antara  $100 \Omega\text{m} - 600 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai material pasir. Material pasir dengan resistivitas  $100 \Omega\text{m} - 600 \Omega\text{m}$  berada di bawah lapisan lempung. Hal ini dikarenakan sifat lempung yang impermeabilitas (kedap air), maka intrusi air laut sulit menyusup ke lapisan yang ada di bawah lempung. Dengan litologi bawah permukaan yang sama, dugaan intrusi air laut pada lintasan 2b berada di bentangan 15 meter – 60 meter dengan kedalaman 2,5 meter – 24,9 meter serta di bentangan 110 meter – 135 meter. Dugaan intrusi air laut berada di lapisan pasir, bagian atas lapisan lempung.

Sebaran intrusi air laut di lintasan 2a dan 2b terlihat mirip. Adanya material lempung di sekitar bentangan 20 meter – 50 meter di kedua lintasan, intrusi air laut yang berada di bawah lempung tersebut kemudian naik ke kedalaman 2,5 meter di bentangan 50 meter – 60 meter. Hal ini dapat diduga bahwa terjadi penyebaran intrusi kearah timur. Dugaan penyebaran intrusi air laut kearah timur diperkuat dengan adanya intrusi air laut di bentangan 70 meter- 80

meter pada lintasan 2a. Terlihat di sekitar bentangan tersebut tidak ada intrusi air laut di lintasan 2b, melainkan menyatu ke intrusi di bentangan sebelumnya (bentangan 15 meter – 80 meter). Lapisan lempung yang berada di bentangan 60 meter mencegah menyebarnya intrusi air laut ke arah utara-selatan, sehingga intrusi hanya menyebar ke arah timur saja.

Lintasan di titik 2 terbagi menjadi dua area. Area 1 merupakan area belum terkena intrusi air laut dan area 2 merupakan area telah terkena intrusi air laut. Area 1 berada di bentangan 15 meter – 75 meter. Area 2 berada di bentangan 75 meter – 135 meter. Dari hasil olah data didapatkan nilai resistivitas suatu material berdasarkan pencitraan warna. Pada lintasan 2a, dugaan intrusi air laut berada di area 1 melewati batas antara area 1 dan area 2. Pembagian area 1 dan area 2 serta penampang resistivitas 2D di titik 2 seperti yang terlihat pada Gambar 4.15.

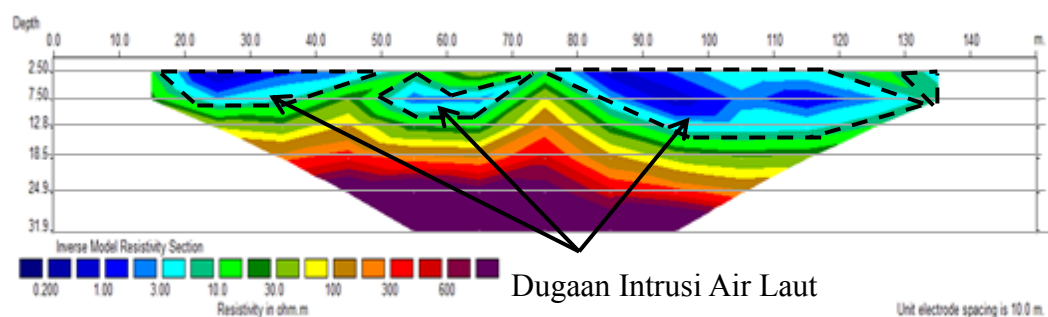


Gambar 4.15 Pembagian Area 1 dan Area 2 di Titik 2

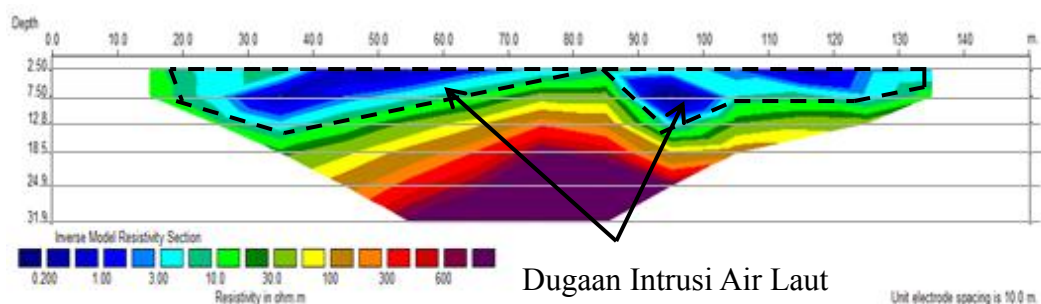
Menurut Peta Sebaran Air Tanah Dangkal Kota Pekalongan oleh Sugeng Widada, pada tahun 2007 intrusi air laut hanya berada di area 2. Dari gambar diatas, terlihat bahwa pada lintasan 2a maupun lintasan 2b dimungkinkan terjadi intrusi air laut di area 1. Hal ini menjelaskan bahwa dimungkinkan intrusi air laut telah menyebar ke daerah yang belum terintrusi.

### 4.2.3 Titik 3

Titik 3 berada di daerah yang telah terintrusi dan diduga di titik 3 terdapat intrusi air laut di bawah permukaan tanah. Berdasarkan hasil olah data dengan menggunakan *Res2Dinv*, nilai resistivitas suatu material diwakilkan oleh pencitraan warna. Gambar 4.16 dan 4.17 menunjukkan dugaan intrusi air laut di titik 3 sebagai berikut.



Gambar 4.16 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 3a



Gambar 4.17 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 3b

Berdasarkan Tabel 4.16 dan geologi daerah penelitian, citra warna biru dengan nilai resistivitas antara  $0,2 \Omega\text{m} - 10,0 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai fluida air laut. Dugaan intrusi air laut lintasan 3a berada pada bentangan 20 meter – 50 meter di kedalaman 2,5 meter – 7,5 meter, pada bentangan 80 meter – 135 meter di kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter. Dugaan intrusi air laut lintasan 3b berada pada bentangan 20 meter – 80 meter dan bentangan 90 meter – 135 meter di kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter. Untuk citra warna hijau dan warna kuning

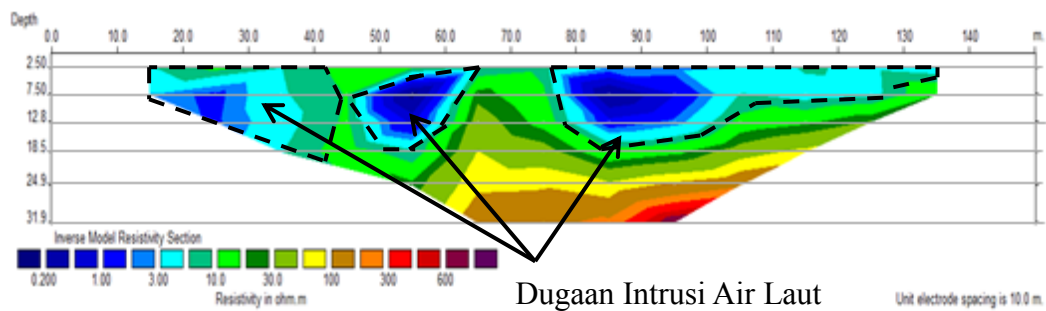


diinterpretasikan sebagai material lempung dengan nilai resistivitas antara  $10 \Omega\text{m}$  –  $100 \Omega\text{m}$ . Citra warna cokelat, oranye, merah dan ungu dengan nilai resistivitas antara  $100 \Omega\text{m}$  –  $600 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai material pasir. Material pasir ini berada di bawah lapisan lempung. Hal ini dikarenakan sifat lempung yang impermeabilitas (kedap air), maka intrusi air laut sulit menyusup ke lapisan yang ada di bawah lempung. Terlihat lapisan lempung berada di kedalaman 12,8 meter di sepanjang bentangan, meskipun ada bagian lempung berada di kedalaman 2,5 meter. Lapisan lempung ini mencegah intrusi air laut masuk lebih dalam (lebih dari 12,8 meter) sehingga lapisan pasir yang ada di bawah lempung tidak terkontaminasi oleh intrusi.

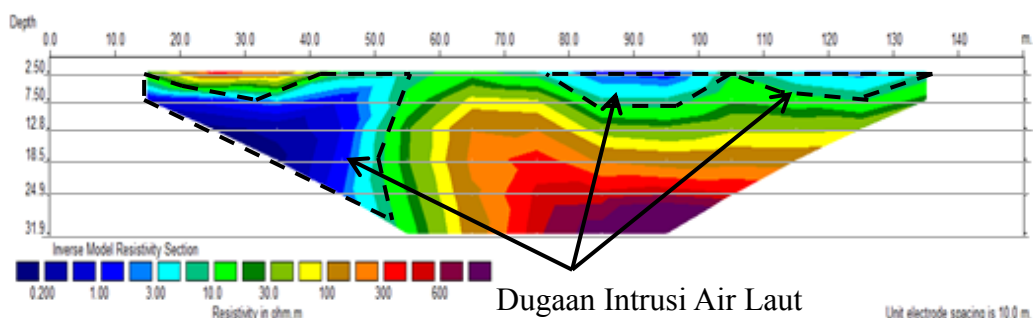
Dugaan intrusi air laut baik lintasan 3a maupun 3b menunjukkan keseragaman letak bentangan dan kedalamannya. Terlihat dugaan intrusi air laut di lintasan 3a, meskipun terpecah karena ada material lempung, berada pada bentangan antara 20 meter – 70 meter dan bentangan antara 80 meter – 135 meter di kedalaman 2,5 meter – 12,8 meter. Dengan kedalaman yang sama, dugaan intrusi air laut di lintasan 3b terjadi pada bentangan 20 meter – 80 meter dan bentangan 90 meter – 135 meter. Dapat dimungkinkan persebaran intrusi air laut di titik 3 kearah utara-selatan.

#### **4.2.4 Titik 4**

Titik 4 berada di daerah belum terintrusi dan diduga pada daerah tersebut telah terjadi intrusi air laut. Berdasarkan hasil olah data dengan menggunakan *Res2Dinv*, nilai resistivitas suatu material diwakilkan oleh pencitraan warna. Gambar 4.18 dan 4.19 berikut menunjukkan dugaan intrusi di titik 4.



Gambar 4.18 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 4a



Gambar 4.19 Dugaan Intrusi Air Laut di Lintasan 4b

Berdasarkan Tabel 4.1 dan geologi daerah penelitian, citra warna biru dengan nilai resistivitas antara  $0,2 \Omega\text{m} - 10,0 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai fluida air laut. Dugaan intrusi air laut lintasan 4a berada di kedalaman 2,5 meter – 18,5 meter pada bentangan 15 meter – 40 meter, pada bentangan 48 meter – 62 meter dan pada bentangan 80 meter – 100 meter. Dugaan intrusi air laut di lintasan 4b berada pada bentangan 15 meter hingga 50 meter di kedalaman 5 meter hingga 24,9 meter dan di kedalaman 2,5 meter – 5 meter pada bentangan 80 meter – 135 meter. Untuk citra warna hijau dan warna kuning diinterpretasikan sebagai material lempung dengan nilai resistivitas antara  $10 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$ . Citra warna coklat, oranye, merah dan ungu dengan nilai resistivitas antara  $100 \Omega\text{m} - 600 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai material pasir. Material pasir ini berada di bawah lapisan lempung. Hal ini dikarenakan sifat lempung yang impermeabilitas (kedap air), maka intrusi air laut sulit menyusup ke lapisan pasir yang ada di bawah

lempung.

Persebaran dugaan intrusi air laut titik 4 memiliki kesamaan bentukan lapisan bawah permukaan di titik 2. Lintasan 4b terdapat lapisan lempung yang berada pada bentangan 50 meter membatasi menyebarnya intrusi air laut dari bentangan sebelumnya (bentangan 15 meter – 50 meter). Kemudian adanya intrusi air laut pada bentangan 80 meter – 135 meter yang dimungkinkan merupakan persebaran intrusi air laut dari lintasan 4a. Demikian pula intrusi air laut pada bentangan 15 meter – 50 meter dimungkinkan merupakan persebaran intrusi dari lintasan 4a. Dengan demikian, dapat diduga bahwa persebaran intrusi air laut di titik 4 mengarah kearah timur. Namun, dapat dimungkinkan pula persebaran intrusi air laut mengarah dari arah utara, yakni dari intrusi titik 2. Terlihat intrusi air laut di bentangan 15 meter di titik 2 dapat menyebar ke bentangan 135 meter di titik 4.



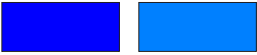






Secara keseluruhan titik 2, titik 3 dan titik 4 ditemukan dugaan intrusi air laut. Titik 2 yang berada di perbatasan antara daerah yang belum terkena intrusi dan daerah yang telah terkena intrusi menunjukkan adanya dugaan intrusi di bentangan 15 meter – 65 meter. Pada bentangan tersebut berada di daerah yang belum terkena intrusi. Penulis kemudian mengambil data untuk titik 4 sejauh 160 meter dari arah selatan titik 2. Dihasilkan adanya dugaan intrusi air laut di titik 4, sehingga dapat dimungkinkan bahwa intrusi air laut telah menyebar melewati perbatasan daerah yang belum dan daerah yang telah terkena intrusi air laut.

Dugaan persebaran intrusi air laut di titik 2 mengarah kearah timur. Hal ini ditunjukkan adanya material lempung yang membatasi menyebarnya intrusi kearah utara-selatan. Dugaan persebaran intrusi di titik 4 terjadi hal yang sama,

yakni intrusi menyebar kearah timur. Namun, dapat dimungkinkan pula intrusi menyebar dari arah utara. Intrusi di bentangan 15 meter di titik 2 dapat menyebar ke bentangan 135 meter di titik 4. Untuk dugaan persebaran intrusi di titik 3 mengarah kearah utara-selatan. Hal ini ditunjukkan material lempung berada di kedalaman yang sama sepanjang bentangan, sehingga intrusi dapat menyebar kearah utara-selatan.

Berdasarkan nilai resistivitas suatu batuan/material ditunjukkan oleh citra warna pada hasil pengolahan data. Untuk mengetahui jenis-jenis lapisan bawah permukaan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Hasil Interpretasi

| No | Citra Warna   | Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ) | Interpretasi                |
|----|---|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1  |  | 0,2                               | Pasir<br>(Intrusi Air Laut) |
| 2  |  | 0,2 – 1,00                        | Pasir<br>(Intrusi Air Laut) |
| 3  |  | 1,00 – 3,00                       | Pasir<br>(Intrusi Air Laut) |
| 4  |  | 3,00 – 10,0                       | Pasir<br>(Intrusi Air Laut) |
| 5  |  | 10,0 – 30,0                       | Lempung                     |
| 6  |  | 30,0 – 100                        | Lempung                     |
| 7  |  | 100 – 300                         | Pasir                       |
| 8  |  | 300 – 600                         | Pasir                       |
| 9  |  | > 600                             | Pasir                       |

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas untuk air laut berkisar 0,2  $\Omega$ m hingga 10,0  $\Omega$ m. Titik 2 menunjukkan adanya dugaan intrusi air laut di bentangan 15 meter – 65 meter, dimana pada bentangan tersebut berada pada daerah yang belum terkena intrusi. Dengan demikian, dapat dimungkinkan bahwa persebaran intrusi air laut telah menyebar melewati batas antara daerah yang belum dan daerah yang telah terkena intrusi air laut. Hal ini diperkuat adanya dugaan intrusi air laut di titik 4, dimana titik 4 berada di daerah yang belum terkena intrusi. Dugaan persebaran intrusi air laut di titik 2 mengarah kearah timur, dikarenakan adanya lapisan lempung yang membatasi intrusi menyebar kearah utara-selatan. Dugaan persebaran intrusi air laut di titik 4 terjadi hal yang sama yaitu intrusi dimungkinkan menyebar kearah timur. Hal ini dikarenakan adanya lapisan lempung yang membatasi intrusi menyebar kearah utara-selatan. Namun, dapat dimungkinkan pula sebaran intrusi berasal dari arah utara, yakni dari titik 2. Untuk persebaran intrusi air laut di titik 3 mengarah kearah utara-selatan, dikarenakan lapisan lempung berada di kedalaman yang sama sepanjang bentangan dan memungkinkan intrusi dapat tersebar kearah utara-selatan.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran untuk mengurangi meluasnya intrusi air laut adalah pengontrolan penggunaan air tanah yang berlebihan. Mengatur jadwal

penggunaan air tanah dalam jumlah tertentu sehingga menekan masuknya air laut seminimal mungkin. Upaya dalam penggunaan air tanah dari akuifer dangkal sebaiknya beralih menggunakan air PDAM. Penelitian ini secara umum bersifat dugaan, sehingga perlu adanya penelitian lanjut untuk mengetahui penyebab pasti intrusi air laut di lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahri. 2005. *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan Dengan Topik Metoda Geolistrik Resistivitas*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS, Surabaya
- Bappeda dan BPS Kota Pekalongan. 2013. *Kota Pekalongan Dalam Angka 2013*. Pekalongan: Pemerintah Kota Pekalongan.
- Hendrayana, H. 2002. *Intrusi Air Asin Ke Dalam Akuifer Di Daratan*. Yogyakarta : Geological Engineering Dept., Faculty of Engineering, Gadjah Mada University.
- Igroupfa, Samira, Roslan Hashim & Samsudin bin Taib. 2010. Mapping of Salt-water Intrusion by Geoelectrical Imaging in Carey Island. *5<sup>th</sup> International Symposium on Hydrocarbons & Chemistry (ISHC5)*. Malaysia : University Malaya
- Kesbangpol dan Linmas, 2010, *Laporan Kejadian Bencana: Banjir dan Rob*, Pemerintah Kota Pekalongan: Pekalongan
- Mardiatno, Djati, Muh Aris Marfai, Kusuma Rahmawati, Riski Tanjung, Riswan S. Santuri & Yosi S. Mutiani. 2012. *Penilaian Multirisiko Banjir dan Rob di Kecamatan Pekalongan Utara*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Rolia, E. 2011. Penggunaan Metode Geolistrik Untuk Mendeteksi Keberadaan Air Tanah. *TAPAK* Vol. 1 No. 1 November 2011.
- Sadhasivam, Satish, L. Elango, R. Rajesh & V.S. Sarma. 2011. Application of Three Dimensional Electrical Resistivity Tomography to Identify Seawater Intrusion. *Earth Science India Vol. 4(I), January 2011*, pp.21-28.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung : ITB.
- Setyanto, Hadi, Alwin Darmawan, Thamrin M.H & Hermawan. 1997. *Peta Geologi Teknik Daerah Pekalongan dan Sekitarnya*. Bandung : Direktorat Geologi Tata Lingkungan.

- Siregar, J.P. 2006. *Pendugaan Geolistrik Resistivitas Sounding Dalam Penyelidikan Lapisan Akifer Air Tanah Di Kabupaten Sragen*. Skripsi. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Sumekto, D.R. 2010. *Pengurangan Resiko Bencana Melalui Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana*. Disampaikan pada Seminar Nasional Pengembangan Kawasan Merapi: Aspek Kebencanaan dan Pengembangan Masyarakat Pasca Bencana
- Telford, M.W., et al. 1974. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Widada, S. 2007. Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan. *Ilmu Kelautan*, Vol. 12 (1) : 45-52.
- Winarta, A.P. 2012. *Metode Tahanan Jenis (Geolistrik)*. Online. Tersedia di <http://arifpanduwinata.blogspot.com/2012/06/metode-tahanan-jenis-geolistrik.html> [ diakses tanggal 28 Februari 2014 ]
- 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)*. Skripsi. Semarang : FMIPA Universitas Negeri Semarang



## Lampiran 1

### Data Resistivitas Lintasan Titik 1

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.151  | 0.1285 | 0.1514 | 0.0004 | 70.68583 | 0.220034 |
| 15   | 5    | 0.3459 | 0.1281 | 0.3236 | 0.0223 | 70.68583 | 12.30518 |
| 15   | 5    | 0.1369 | 0.1305 | 0.1365 | 0.0004 | 70.68583 | 0.216662 |
| 15   | 5    | 0.1008 | 0.1292 | 0.0942 | 0.0066 | 70.68583 | 3.610886 |
| 15   | 5    | 0.0191 | 0.1285 | 0.0274 | 0.0083 | 70.68583 | 4.5657   |
| 15   | 5    | 0.1681 | 0.1271 | 0.1636 | 0.0045 | 70.68583 | 2.502646 |
| 15   | 5    | 0.0994 | 0.1278 | 0.1031 | 0.0037 | 70.68583 | 2.04646  |
| 15   | 5    | 0.517  | 0.1276 | 0.522  | 0.005  | 70.68583 | 2.769821 |
| 15   | 5    | 1.454  | 0.1271 | 0.412  | 1.042  | 70.68583 | 579.5015 |
| 15   | 5    | 0.1713 | 0.1277 | 0.1694 | 0.0019 | 70.68583 | 1.051708 |
| 15   | 5    | 0.0428 | 0.1278 | 0.0543 | 0.0115 | 70.68583 | 6.360619 |
| 15   | 5    | 0.1314 | 0.1284 | 0.1271 | 0.0043 | 70.68583 | 2.367205 |
| 15   | 5    | 0.0794 | 0.1285 | 0.0785 | 0.0009 | 70.68583 | 0.495076 |
| 25   | 5    | 0.0404 | 0.1298 | 0.0393 | 0.0011 | 196.3495 | 1.663979 |
| 25   | 5    | 0.0861 | 0.1294 | 0.0884 | 0.0023 | 196.3495 | 3.489984 |
| 25   | 5    | 0.3098 | 0.1301 | 0.3047 | 0.0051 | 196.3495 | 7.697023 |
| 25   | 5    | 0.0502 | 0.1284 | 0.0527 | 0.0025 | 196.3495 | 3.823005 |
| 25   | 5    | 0.0953 | 0.1292 | 0.0945 | 0.0008 | 196.3495 | 1.215787 |
| 25   | 5    | 0.1438 | 0.1289 | 0.1462 | 0.0024 | 196.3495 | 3.655849 |
| 25   | 5    | 0.558  | 0.1298 | 0.556  | 0.002  | 196.3495 | 3.025417 |
| 25   | 5    | 0.3967 | 0.1298 | 0.3976 | 0.0009 | 196.3495 | 1.361437 |
| 25   | 5    | 0.1598 | 0.1289 | 0.1593 | 0.0005 | 196.3495 | 0.761635 |
| 25   | 5    | 0.0827 | 0.1291 | 0.0842 | 0.0015 | 196.3495 | 2.281366 |
| 25   | 5    | 0.1191 | 0.1297 | 0.1189 | 0.0002 | 196.3495 | 0.302775 |
| 35   | 5    | 0.0225 | 0.1302 | 0.0241 | 0.0016 | 384.8451 | 4.729279 |
| 35   | 5    | 0.0723 | 0.1296 | 0.0742 | 0.0019 | 384.8451 | 5.642019 |
| 35   | 5    | 0.0383 | 0.1306 | 0.0355 | 0.0028 | 384.8451 | 8.25089  |
| 35   | 5    | 0.2409 | 0.1303 | 0.2393 | 0.0016 | 384.8451 | 4.72565  |
| 35   | 5    | 0.1658 | 0.1299 | 0.1677 | 0.0019 | 384.8451 | 5.628989 |
| 35   | 5    | 0.568  | 0.1301 | 0.567  | 0.001  | 384.8451 | 2.958071 |
| 35   | 5    | 0.393  | 0.131  | 0.394  | 0.001  | 384.8451 | 2.937749 |
| 35   | 5    | 0.1495 | 0.1302 | 0.1502 | 0.0007 | 384.8451 | 2.06906  |
| 35   | 5    | 0.053  | 0.1298 | 0.0521 | 0.0009 | 384.8451 | 2.668417 |
| 45   | 5    | 0.0325 | 0.1301 | 0.0353 | 0.0028 | 636.1725 | 13.69165 |
| 45   | 5    | 0.0359 | 0.1305 | 0.0341 | 0.0018 | 636.1725 | 8.774793 |
| 45   | 5    | 0.0137 | 0.1312 | 0.0123 | 0.0014 | 636.1725 | 6.788426 |
| 45   | 5    | 0.2248 | 0.1303 | 0.231  | 0.0062 | 636.1725 | 30.27068 |
| 45   | 5    | 0.3892 | 0.1309 | 0.3933 | 0.0041 | 636.1725 | 19.92595 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 45   | 5    | 0.449  | 0.1305 | 0.447  | 0.002  | 636.1725 | 9.74977  |
| 45   | 5    | 0.0912 | 0.1309 | 0.0918 | 0.0006 | 636.1725 | 2.915993 |
| 55   | 5    | 0.0875 | 0.1309 | 0.0808 | 0.0067 | 950.3318 | 48.64189 |
| 55   | 5    | 0.1096 | 0.1315 | 0.1067 | 0.0029 | 950.3318 | 20.95789 |
| 55   | 5    | 0.2385 | 0.1323 | 0.2404 | 0.0019 | 950.3318 | 13.648   |
| 55   | 5    | 0.444  | 0.1311 | 0.445  | 0.001  | 950.3318 | 7.248908 |
| 55   | 5    | 1.465  | 0.132  | 0.41   | 1.055  | 950.3318 | 7595.455 |
| 65   | 5    | 0.0775 | 0.1308 | 0.078  | 0.0005 | 1327.323 | 5.073864 |
| 65   | 5    | 0.2324 | 0.131  | 0.2345 | 0.0021 | 1327.323 | 21.2777  |
| 65   | 5    | 0.453  | 0.1316 | 0.451  | 0.002  | 1327.323 | 20.17208 |
| 75   | 5    | 0.2284 | 0.1315 | 0.2301 | 0.0017 | 1767.146 | 22.84523 |

### Data Resistivitas Lintasan 2a

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | Rho         |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------|
| 15   | 5    | 0.348  | 0.1175 | 0.3443 | 0.0037 | 70.68583 | 2.225851816 |
| 15   | 5    | 0.798  | 0.117  | 0.771  | 0.027  | 70.68583 | 16.3121157  |
| 15   | 5    | 0.1789 | 0.1187 | 0.1673 | 0.0116 | 70.68583 | 6.907798505 |
| 15   | 5    | 0.2195 | 0.1095 | 0.2287 | 0.0092 | 70.68583 | 5.938901181 |
| 15   | 5    | 1.454  | 0.1175 | 0.2012 | 1.2528 | 70.68583 | 753.6613934 |
| 15   | 5    | 0.1927 | 0.1173 | 0.1881 | 0.0046 | 70.68583 | 2.771993518 |
| 15   | 5    | 0.0993 | 0.109  | 0.0826 | 0.0167 | 70.68583 | 10.82984807 |
| 15   | 5    | 0.1139 | 0.1175 | 0.1055 | 0.0084 | 70.68583 | 5.053285204 |
| 15   | 5    | 0.1051 | 0.1183 | 0.1004 | 0.0047 | 70.68583 | 2.80831296  |
| 15   | 5    | 0.0846 | 0.1179 | 0.0788 | 0.0058 | 70.68583 | 3.47733538  |
| 15   | 5    | 0.0059 | 0.1161 | 0.0024 | 0.0035 | 70.68583 | 2.13092525  |
| 15   | 5    | 0.1698 | 0.1169 | 0.1575 | 0.0123 | 70.68583 | 7.43743171  |
| 15   | 5    | 0.2223 | 0.1187 | 0.2043 | 0.018  | 70.68583 | 10.71899768 |
| 25   | 5    | 0.1094 | 0.1183 | 0.113  | 0.0036 | 196.3495 | 5.975133957 |
| 25   | 5    | 0.3886 | 0.1093 | 0.3922 | 0.0036 | 196.3495 | 6.467139497 |
| 25   | 5    | 0.802  | 0.1188 | 0.788  | 0.014  | 196.3495 | 23.13883478 |
| 25   | 5    | 0.0538 | 0.1187 | 0.0413 | 0.0125 | 196.3495 | 20.67707886 |
| 25   | 5    | 0.167  | 0.1179 | 0.1641 | 0.0029 | 196.3495 | 4.829632472 |
| 25   | 5    | 0.0728 | 0.1179 | 0.0687 | 0.0041 | 196.3495 | 6.828101081 |
| 25   | 5    | 0.0514 | 0.1077 | 0.0493 | 0.0021 | 196.3495 | 3.828542579 |
| 25   | 5    | 0.0497 | 0.1184 | 0.0464 | 0.0033 | 196.3495 | 5.472580108 |
| 25   | 5    | 0.0046 | 0.116  | 0.0015 | 0.0031 | 196.3495 | 5.247272212 |
| 25   | 5    | 0.0003 | 0.1174 | 0.0059 | 0.0056 | 196.3495 | 9.365906548 |
| 35   | 5    | 0.422  | 0.1171 | 0.423  | 0.001  | 384.8451 | 3.286465415 |
| 35   | 5    | 0.3472 | 0.1182 | 0.3482 | 0.001  | 384.8451 | 3.255880711 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | Rho         |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------|
| 35   | 5    | 0.0784 | 0.1184 | 0.0788 | 0.0004 | 384.8451 | 1.300152365 |
| 35   | 5    | 0.576  | 0.1173 | 0.554  | 0.022  | 384.8451 | 72.17896165 |
| 35   | 5    | 0.0732 | 0.1182 | 0.0739 | 0.0007 | 384.8451 | 2.279116498 |
| 35   | 5    | 0.0257 | 0.1192 | 0.026  | 0.0003 | 384.8451 | 0.968569883 |
| 35   | 5    | 0.0343 | 0.0959 | 0.0357 | 0.0014 | 384.8451 | 5.618176643 |
| 35   | 5    | 0.0667 | 0.1177 | 0.0691 | 0.0024 | 384.8451 | 7.847308752 |
| 35   | 5    | 0.0438 | 0.1181 | 0.0388 | 0.005  | 384.8451 | 16.29318798 |
| 45   | 5    | 0.3239 | 0.118  | 0.3288 | 0.0049 | 636.1725 | 26.41733314 |
| 45   | 5    | 0.1896 | 0.1185 | 0.1972 | 0.0076 | 636.1725 | 40.8009375  |
| 45   | 5    | 0.0368 | 0.1192 | 0.5491 | 0.5123 | 636.1725 | 2734.154179 |
| 45   | 5    | 0.0357 | 0.1181 | 0.0376 | 0.0019 | 636.1725 | 10.23478216 |
| 45   | 5    | 0.735  | 0.1138 | 0.717  | 0.018  | 636.1725 | 100.6248262 |
| 45   | 5    | 0.019  | 0.1177 | 0.021  | 0.002  | 636.1725 | 10.81006818 |
| 45   | 5    | 0.0408 | 0.1091 | 0.0427 | 0.0019 | 636.1725 | 11.07908133 |
| 55   | 5    | 0.382  | 0.1173 | 0.3117 | 0.0703 | 950.3318 | 569.550929  |
| 55   | 5    | 0.422  | 0.1181 | 0.412  | 0.01   | 950.3318 | 80.46839777 |
| 55   | 5    | 0.0029 | 0.1146 | 0.0089 | 0.006  | 950.3318 | 49.75559046 |
| 55   | 5    | 0.547  | 0.1168 | 0.556  | 0.009  | 950.3318 | 73.22761986 |
| 55   | 5    | 0.0051 | 0.1172 | 0.0066 | 0.0015 | 950.3318 | 12.16294937 |
| 65   | 5    | 0.2269 | 0.1127 | 0.2151 | 0.0118 | 1327.323 | 138.9743582 |
| 65   | 5    | 0.0171 | 0.1179 | 0.0205 | 0.0034 | 1327.323 | 38.27733543 |
| 65   | 5    | 0.485  | 0.1182 | 0.479  | 0.006  | 1327.323 | 67.37679676 |
| 75   | 5    | 0.0287 | 0.1175 | 0.0183 | 0.0104 | 1767.146 | 156.4112087 |

### Data Resistivitas Lintasan 2b

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho         |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------|
| 15   | 5    | 0.0383 | 0.1286 | 0.0387 | 0.0004 | 70.68583 | 0.219862627 |
| 15   | 5    | 0.595  | 0.1291 | 0.572  | 0.023  | 70.68583 | 12.59313864 |
| 15   | 5    | 0.0773 | 0.1276 | 0.0846 | 0.0073 | 70.68583 | 4.043938819 |
| 15   | 5    | 0.2633 | 0.13   | 0.2439 | 0.0194 | 70.68583 | 10.54850149 |
| 15   | 5    | 0.062  | 0.1304 | 0.0538 | 0.0082 | 70.68583 | 4.444968133 |
| 15   | 5    | 0.0118 | 0.131  | 0.0081 | 0.0037 | 70.68583 | 1.996470141 |
| 15   | 5    | 0.1766 | 0.1305 | 0.1732 | 0.0034 | 70.68583 | 1.84162328  |
| 15   | 5    | 0.0983 | 0.1301 | 0.0897 | 0.0086 | 70.68583 | 4.672545569 |
| 15   | 5    | 0.1344 | 0.1313 | 0.173  | 0.0386 | 70.68583 | 20.78045103 |
| 15   | 5    | 0.501  | 0.1312 | 0.518  | 0.017  | 70.68583 | 9.158987729 |
| 15   | 5    | 0.0195 | 0.1311 | 0.0186 | 0.0009 | 70.68583 | 0.485257446 |
| 15   | 5    | 0.0239 | 0.1317 | 0.012  | 0.0119 | 70.68583 | 6.386950896 |
| 15   | 5    | 0.2426 | 0.1316 | 0.2431 | 0.0005 | 70.68583 | 0.268563202 |
| 25   | 5    | 0.2799 | 0.1304 | 0.2812 | 0.0013 | 196.3495 | 1.957472416 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho         |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------|
| 25   | 5    | 0.2865 | 0.1311 | 0.2895 | 0.003  | 196.3495 | 4.493124505 |
| 25   | 5    | 0.1687 | 0.1281 | 0.1583 | 0.0104 | 196.3495 | 15.94094633 |
| 25   | 5    | 0.0032 | 0.1312 | 0.0042 | 0.001  | 196.3495 | 1.496566622 |
| 25   | 5    | 0.058  | 0.1307 | 0.0536 | 0.0044 | 196.3495 | 6.610084007 |
| 25   | 5    | 0.0434 | 0.1304 | 0.0435 | 1E-04  | 196.3495 | 0.150574801 |
| 25   | 5    | 0.0634 | 0.1313 | 0.0645 | 0.0011 | 196.3495 | 1.644969497 |
| 25   | 5    | 0.1286 | 0.1313 | 0.1561 | 0.0275 | 196.3495 | 41.12423742 |
| 25   | 5    | 0.3151 | 0.1314 | 0.3329 | 0.0178 | 196.3495 | 26.59833963 |
| 25   | 5    | 0.0552 | 0.1312 | 0.0486 | 0.0066 | 196.3495 | 9.877339707 |
| 25   | 5    | 0.177  | 0.1309 | 0.1701 | 0.0069 | 196.3495 | 10.3499758  |
| 35   | 5    | 0.2644 | 0.1301 | 0.2661 | 0.0017 | 384.8451 | 5.028721523 |
| 35   | 5    | 0.2588 | 0.1308 | 0.2621 | 0.0033 | 384.8451 | 9.709394726 |
| 35   | 5    | 0.1583 | 0.1286 | 0.1581 | 0.0002 | 384.8451 | 0.59851493  |
| 35   | 5    | 0.543  | 0.1312 | 0.524  | 0.019  | 384.8451 | 55.73214102 |
| 35   | 5    | 0.022  | 0.1311 | 0.0237 | 0.0017 | 384.8451 | 4.990363616 |
| 35   | 5    | 0.0528 | 0.1317 | 0.0532 | 0.0004 | 384.8451 | 1.168853759 |
| 35   | 5    | 0.189  | 0.1308 | 0.2066 | 0.0176 | 384.8451 | 51.78343854 |
| 35   | 5    | 0.429  | 0.13   | 0.444  | 0.015  | 384.8451 | 44.40520385 |
| 35   | 5    | 0.0406 | 0.1311 | 0.0464 | 0.0058 | 384.8451 | 17.02594646 |
| 45   | 5    | 0.313  | 0.1306 | 0.3134 | 0.0004 | 636.1725 | 1.948460987 |
| 45   | 5    | 0.1665 | 0.1299 | 0.1733 | 0.0068 | 636.1725 | 33.30233321 |
| 45   | 5    | 0.197  | 0.1298 | 0.1976 | 0.0006 | 636.1725 | 2.940704988 |
| 45   | 5    | 0.0573 | 0.1306 | 0.0566 | 0.0007 | 636.1725 | 3.409806728 |
| 45   | 5    | 0.702  | 0.1313 | 0.694  | 0.008  | 636.1725 | 38.76146305 |
| 45   | 5    | 0.2466 | 0.1306 | 0.2583 | 0.0117 | 636.1725 | 56.99248388 |
| 45   | 5    | 0.435  | 0.1305 | 0.438  | 0.003  | 636.1725 | 14.62465546 |
| 55   | 5    | 0.2693 | 0.13   | 0.2467 | 0.0226 | 950.3318 | 165.2115244 |
| 55   | 5    | 0.566  | 0.1296 | 0.563  | 0.003  | 950.3318 | 21.99842078 |
| 55   | 5    | 0.1255 | 0.129  | 0.1201 | 0.0054 | 950.3318 | 39.78133023 |
| 55   | 5    | 0.457  | 0.1308 | 0.453  | 0.004  | 950.3318 | 29.06213387 |
| 55   | 5    | 0.44   | 0.1306 | 0.427  | 0.013  | 950.3318 | 94.59657818 |
| 65   | 5    | 0.1786 | 0.1305 | 0.1701 | 0.0085 | 1327.323 | 86.45398174 |
| 65   | 5    | 0.0925 | 0.1303 | 0.0935 | 0.001  | 1327.323 | 10.18666843 |
| 65   | 5    | 0.37   | 0.1297 | 0.3693 | 0.0007 | 1327.323 | 7.163654798 |
| 75   | 5    | 0.0908 | 0.1302 | 0.0821 | 0.0087 | 1767.146 | 118.0811755 |

### Data Resistivitas Lintasan 3a

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.086  | 0.1276 | 0.1119 | 0.0259 | 70.68583 | 14.34767 |
| 15   | 5    | 0.0957 | 0.1263 | 0.0902 | 0.0055 | 70.68583 | 3.078164 |
| 15   | 5    | 0.3572 | 0.1275 | 0.3483 | 0.0089 | 70.68583 | 4.934148 |
| 15   | 5    | 0.3975 | 0.127  | 0.3863 | 0.0112 | 70.68583 | 6.233711 |
| 15   | 5    | 0.0853 | 0.1282 | 0.0738 | 0.0115 | 70.68583 | 6.340773 |
| 15   | 5    | 0.0011 | 0.1273 | 0.0062 | 0.0051 | 70.68583 | 2.831876 |
| 15   | 5    | 0.1365 | 0.1273 | 0.1408 | 0.0043 | 70.68583 | 2.38766  |
| 15   | 5    | 0.1499 | 0.1287 | 0.1549 | 0.005  | 70.68583 | 2.746147 |
| 15   | 5    | 0.0365 | 0.1261 | 0.0245 | 0.012  | 70.68583 | 6.726646 |
| 15   | 5    | 0.0542 | 0.1266 | 0.0594 | 0.0052 | 70.68583 | 2.903368 |
| 15   | 5    | 0.0336 | 0.1264 | 0.0402 | 0.0066 | 70.68583 | 3.690874 |
| 15   | 5    | 0.661  | 0.1269 | 0.639  | 0.022  | 70.68583 | 12.25444 |
| 15   | 5    | 0.186  | 0.1131 | 0.18   | 0.006  | 70.68583 | 3.749912 |
| 25   | 5    | 0.0577 | 0.1275 | 0.0572 | 0.0005 | 196.3495 | 0.769998 |
| 25   | 5    | 0.0025 | 0.1243 | 0.0057 | 0.0032 | 196.3495 | 5.054855 |
| 25   | 5    | 0.3874 | 0.1279 | 0.3923 | 0.0049 | 196.3495 | 7.522383 |
| 25   | 5    | 0.0178 | 0.1278 | 0.0206 | 0.0028 | 196.3495 | 4.301868 |
| 25   | 5    | 0.1245 | 0.1273 | 0.1313 | 0.0068 | 196.3495 | 10.48843 |
| 25   | 5    | 0.2217 | 0.1267 | 0.227  | 0.0053 | 196.3495 | 8.213517 |
| 25   | 5    | 0.0812 | 0.1289 | 0.081  | 0.0002 | 196.3495 | 0.304654 |
| 25   | 5    | 0.0186 | 0.1267 | 0.0176 | 0.001  | 196.3495 | 1.54972  |
| 25   | 5    | 0.4035 | 0.1275 | 0.397  | 0.0065 | 196.3495 | 10.00998 |
| 25   | 5    | 0.0578 | 0.1279 | 0.057  | 0.0008 | 196.3495 | 1.228144 |
| 25   | 5    | 0.0296 | 0.1115 | 0.0348 | 0.0052 | 196.3495 | 9.157109 |
| 35   | 5    | 0.039  | 0.1099 | 0.0345 | 0.0045 | 384.8451 | 15.75799 |
| 35   | 5    | 0.1623 | 0.1274 | 0.1598 | 0.0025 | 384.8451 | 7.551905 |
| 35   | 5    | 0.0936 | 0.1271 | 0.0951 | 0.0015 | 384.8451 | 4.541838 |
| 35   | 5    | 0.3686 | 0.1285 | 0.3605 | 0.0081 | 384.8451 | 24.25872 |
| 35   | 5    | 0.3225 | 0.1266 | 0.3305 | 0.008  | 384.8451 | 24.31881 |
| 35   | 5    | 0.2746 | 0.1268 | 0.2756 | 0.001  | 384.8451 | 3.035056 |
| 35   | 5    | 0.0461 | 0.1291 | 0.0454 | 0.0007 | 384.8451 | 2.086689 |
| 35   | 5    | 0.2298 | 0.1255 | 0.2338 | 0.004  | 384.8451 | 12.26598 |
| 35   | 5    | 0.2095 | 0.1291 | 0.2029 | 0.0066 | 384.8451 | 19.6745  |
| 45   | 5    | 0.2729 | 0.1106 | 0.2659 | 0.007  | 636.1725 | 40.26408 |
| 45   | 5    | 0.0567 | 0.1241 | 0.0593 | 0.0026 | 636.1725 | 13.32835 |
| 45   | 5    | 0.2159 | 0.1265 | 0.225  | 0.0091 | 636.1725 | 45.76419 |
| 45   | 5    | 0.928  | 0.1287 | 0.919  | 0.009  | 636.1725 | 44.48759 |
| 45   | 5    | 0.0622 | 0.1277 | 0.0653 | 0.0031 | 636.1725 | 15.4435  |
| 45   | 5    | 0.0879 | 0.1235 | 0.0865 | 0.0014 | 636.1725 | 7.211672 |
| 45   | 5    | 0.1509 | 0.127  | 0.1521 | 0.0012 | 636.1725 | 6.011079 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 55   | 5    | 0.0942 | 0.1059 | 0.0667 | 0.0275 | 950.3318 | 246.7812 |
| 55   | 5    | 0.1326 | 0.1279 | 0.1232 | 0.0094 | 950.3318 | 69.84456 |
| 55   | 5    | 0.808  | 0.1279 | 0.813  | 0.005  | 950.3318 | 37.15136 |
| 55   | 5    | 0.1432 | 0.1246 | 0.143  | 0.0002 | 950.3318 | 1.525412 |
| 55   | 5    | 0.0954 | 0.1262 | 0.0934 | 0.002  | 950.3318 | 15.06073 |
| 65   | 5    | 0.0925 | 0.1035 | 0.1077 | 0.0152 | 1327.323 | 194.9305 |
| 65   | 5    | 0.756  | 0.1233 | 0.769  | 0.013  | 1327.323 | 139.9448 |
| 65   | 5    | 0.1633 | 0.1277 | 0.1656 | 0.0023 | 1327.323 | 23.90636 |
| 75   | 5    | 0.2087 | 0.0947 | 0.1891 | 0.0196 | 1767.146 | 365.7451 |

### Data Resistivitas Lintasan 3b

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.1268 | 0.1245 | 0.113  | 0.0138 | 70.68583 | 7.835056 |
| 15   | 5    | 0.021  | 0.1273 | 0.0308 | 0.0098 | 70.68583 | 5.441643 |
| 15   | 5    | 0.1174 | 0.1267 | 0.0968 | 0.0206 | 70.68583 | 11.49272 |
| 15   | 5    | 0.206  | 0.1261 | 0.2054 | 0.0006 | 70.68583 | 0.336332 |
| 15   | 5    | 0.0139 | 0.1273 | 0.0156 | 0.0017 | 70.68583 | 0.943959 |
| 15   | 5    | 0.1781 | 0.1281 | 0.1712 | 0.0069 | 70.68583 | 3.807434 |
| 15   | 5    | 0.0096 | 0.1279 | 0.0007 | 0.0089 | 70.68583 | 4.918717 |
| 15   | 5    | 0.0802 | 0.1281 | 0.0805 | 0.0003 | 70.68583 | 0.165541 |
| 15   | 5    | 0.1292 | 0.1292 | 0.1228 | 0.0064 | 70.68583 | 3.501465 |
| 15   | 5    | 0.0754 | 0.1265 | 0.071  | 0.0044 | 70.68583 | 2.458638 |
| 15   | 5    | 0.0363 | 0.129  | 0.0374 | 0.0011 | 70.68583 | 0.602747 |
| 15   | 5    | 0.597  | 0.1271 | 0.582  | 0.015  | 70.68583 | 8.342152 |
| 15   | 5    | 0.0793 | 0.1273 | 0.0724 | 0.0069 | 70.68583 | 3.831361 |
| 25   | 5    | 0.0416 | 0.1239 | 0.0452 | 0.0036 | 196.3495 | 5.705071 |
| 25   | 5    | 0.2288 | 0.1273 | 0.2237 | 0.0051 | 196.3495 | 7.866321 |
| 25   | 5    | 0.0618 | 0.1262 | 0.061  | 0.0008 | 196.3495 | 1.244688 |
| 25   | 5    | 0.008  | 0.1272 | 0.0103 | 0.0023 | 196.3495 | 3.550345 |
| 25   | 5    | 0.1229 | 0.1273 | 0.1217 | 0.0012 | 196.3495 | 1.850899 |
| 25   | 5    | 0.0332 | 0.1282 | 0.0337 | 0.0005 | 196.3495 | 0.765794 |
| 25   | 5    | 0.0351 | 0.1273 | 0.0321 | 0.003  | 196.3495 | 4.627248 |
| 25   | 5    | 0.0733 | 0.1241 | 0.0713 | 0.002  | 196.3495 | 3.164376 |
| 25   | 5    | 0.365  | 0.1281 | 0.3542 | 0.0108 | 196.3495 | 16.55406 |
| 25   | 5    | 0.1126 | 0.127  | 0.1136 | 0.001  | 196.3495 | 1.546059 |
| 25   | 5    | 0.319  | 0.1288 | 0.3226 | 0.0036 | 196.3495 | 5.488031 |
| 35   | 5    | 0.2199 | 0.1254 | 0.2211 | 0.0012 | 384.8451 | 3.682728 |
| 35   | 5    | 0.1187 | 0.1277 | 0.1244 | 0.0057 | 384.8451 | 17.17789 |
| 35   | 5    | 0.0084 | 0.1302 | 0.009  | 0.0006 | 384.8451 | 1.77348  |
| 35   | 5    | 0.096  | 0.129  | 0.0954 | 0.0006 | 384.8451 | 1.789977 |
| 35   | 5    | 0.0407 | 0.1285 | 0.039  | 0.0017 | 384.8451 | 5.091336 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 35   | 5    | 0.496  | 0.1236 | 0.484  | 0.012  | 384.8451 | 37.3636  |
| 35   | 5    | 0.1351 | 0.1278 | 0.1375 | 0.0024 | 384.8451 | 7.227138 |
| 35   | 5    | 0.106  | 0.1249 | 0.108  | 0.002  | 384.8451 | 6.162452 |
| 35   | 5    | 0.1977 | 0.1287 | 0.2001 | 0.0024 | 384.8451 | 7.176599 |
| 45   | 5    | 0.0925 | 0.1272 | 0.0929 | 0.0004 | 636.1725 | 2.000542 |
| 45   | 5    | 0.0012 | 0.1284 | 0.0002 | 0.001  | 636.1725 | 4.954615 |
| 45   | 5    | 0.687  | 0.1275 | 0.67   | 0.017  | 636.1725 | 84.823   |
| 45   | 5    | 0.0472 | 0.1247 | 0.0548 | 0.0076 | 636.1725 | 38.77234 |
| 45   | 5    | 0.0185 | 0.1281 | 0.0285 | 0.01   | 636.1725 | 49.66218 |
| 45   | 5    | 0.1005 | 0.1236 | 0.0964 | 0.0041 | 636.1725 | 21.10281 |
| 45   | 5    | 0.1622 | 0.1269 | 0.1624 | 0.0002 | 636.1725 | 1.002636 |
| 55   | 5    | 0.0113 | 0.1265 | 0.0106 | 0.0007 | 950.3318 | 5.258753 |
| 55   | 5    | 0.483  | 0.1278 | 0.486  | 0.003  | 950.3318 | 22.30826 |
| 55   | 5    | 0.0958 | 0.1289 | 0.1049 | 0.0091 | 950.3318 | 67.09092 |
| 55   | 5    | 0.2916 | 0.1252 | 0.2943 | 0.0027 | 950.3318 | 20.49438 |
| 55   | 5    | 0.0055 | 0.1287 | 0.0247 | 0.0192 | 950.3318 | 141.7744 |
| 65   | 5    | 0.422  | 0.1267 | 0.421  | 0.001  | 1327.323 | 10.47611 |
| 65   | 5    | 0.1002 | 0.1253 | 0.0968 | 0.0034 | 1327.323 | 36.01674 |
| 65   | 5    | 0.1824 | 0.1283 | 0.1629 | 0.0195 | 1327.323 | 201.7365 |
| 75   | 5    | 0.099  | 0.1286 | 0.1178 | 0.0188 | 1767.146 | 258.3386 |

#### Data Resistivitas Lintasan 4a

| AB/2 | MN/2 | SP      | I:AB   | V:MN   | V-SP    | K        | rho      |
|------|------|---------|--------|--------|---------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.0095  | 0.1296 | 0.0159 | 0.0064  | 70.68583 | 3.490659 |
| 15   | 5    | 0.521   | 0.1301 | 0.5    | 0.021   | 70.68583 | 11.4097  |
| 15   | 5    | 0.0168  | 0.1298 | 0.023  | 0.0062  | 70.68583 | 3.376365 |
| 15   | 5    | 0.1092  | 0.1297 | 0.1183 | 0.0091  | 70.68583 | 4.959453 |
| 15   | 5    | 0.1085  | 0.1294 | 0.0924 | 0.0161  | 70.68583 | 8.79476  |
| 15   | 5    | 0.018   | 0.1284 | 0.0134 | 0.0046  | 70.68583 | 2.532359 |
| 15   | 5    | 0.1269  | 0.1245 | 0.1207 | 0.0062  | 70.68583 | 3.520098 |
| 15   | 5    | 0.0371  | 0.1251 | 0.0272 | 0.0099  | 70.68583 | 5.593843 |
| 15   | 5    | 0.2025  | 0.1235 | 0.1942 | 0.0083  | 70.68583 | 4.750546 |
| 15   | 5    | 0.0644  | 0.123  | 0.0604 | 0.004   | 70.68583 | 2.298726 |
| 15   | 5    | 0.1581  | 0.1242 | 0.1656 | 0.0075  | 70.68583 | 4.268468 |
| 15   | 5    | 0.1377  | 0.1249 | 0.1254 | 0.0123  | 70.68583 | 6.961055 |
| 15   | 5    | 0.0226  | 0.1257 | 0.012  | 0.0106  | 70.68583 | 5.960778 |
| 25   | 5    | 0.1395  | 0.1249 | 0.1416 | 0.0021  | 196.3495 | 3.301313 |
| 25   | 5    | 0.1147  | 0.1247 | 0.1131 | 0.0016  | 196.3495 | 2.51932  |
| 25   | 5    | 0.437   | 0.1241 | 0.427  | 0.01    | 196.3495 | 15.82188 |
| 25   | 5    | 0.0431  | 0.1241 | 0.0412 | 0.0019  | 196.3495 | 3.006157 |
| 25   | 5    | 0.00912 | 0.1239 | 0.009  | 0.00012 | 196.3495 | 0.190169 |

| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 25   | 5    | 0.0055 | 0.124  | 0.0054 | 1E-04  | 196.3495 | 0.158346 |
| 25   | 5    | 0.0266 | 0.1239 | 0.0255 | 0.0011 | 196.3495 | 1.743216 |
| 25   | 5    | 0.0877 | 0.1245 | 0.0839 | 0.0038 | 196.3495 | 5.992998 |
| 25   | 5    | 0.0492 | 0.1236 | 0.0479 | 0.0013 | 196.3495 | 2.065165 |
| 25   | 5    | 0.0485 | 0.1232 | 0.0414 | 0.0071 | 196.3495 | 11.3156  |
| 25   | 5    | 0.3024 | 0.124  | 0.2949 | 0.0075 | 196.3495 | 11.87598 |
| 35   | 5    | 0.1702 | 0.1232 | 0.1676 | 0.0026 | 384.8451 | 8.121731 |
| 35   | 5    | 0.1355 | 0.1238 | 0.1337 | 0.0018 | 384.8451 | 5.595486 |
| 35   | 5    | 0.3587 | 0.1247 | 0.3594 | 0.0007 | 384.8451 | 2.160317 |
| 35   | 5    | 0.1913 | 0.1243 | 0.1844 | 0.0069 | 384.8451 | 21.36308 |
| 35   | 5    | 0.0137 | 0.1242 | 0.013  | 0.0007 | 384.8451 | 2.169014 |
| 35   | 5    | 0.0209 | 0.1247 | 0.0212 | 0.0003 | 384.8451 | 0.92585  |
| 35   | 5    | 0.0729 | 0.1251 | 0.0718 | 0.0011 | 384.8451 | 3.38393  |
| 35   | 5    | 0.0889 | 0.1253 | 0.0937 | 0.0048 | 384.8451 | 14.74267 |
| 35   | 5    | 0.0523 | 0.1245 | 0.0605 | 0.0082 | 384.8451 | 25.34723 |
| 45   | 5    | 0.2942 | 0.1237 | 0.2972 | 0.003  | 636.1725 | 15.4286  |
| 45   | 5    | 0.563  | 0.1247 | 0.557  | 0.006  | 636.1725 | 30.60974 |
| 45   | 5    | 0.063  | 0.1254 | 0.0606 | 0.0024 | 636.1725 | 12.17555 |
| 45   | 5    | 0.3299 | 0.1306 | 0.3221 | 0.0078 | 636.1725 | 37.99499 |
| 45   | 5    | 0.45   | 0.1302 | 0.438  | 0.012  | 636.1725 | 58.63341 |
| 45   | 5    | 0.0787 | 0.1305 | 0.079  | 0.0003 | 636.1725 | 1.462466 |
| 45   | 5    | 0.0504 | 0.13   | 0.0572 | 0.0068 | 636.1725 | 33.27672 |
| 55   | 5    | 0.606  | 0.1294 | 0.617  | 0.011  | 950.3318 | 80.78555 |
| 55   | 5    | 0.162  | 0.1302 | 0.1609 | 0.0011 | 950.3318 | 8.028917 |
| 55   | 5    | 0.2387 | 0.1306 | 0.2342 | 0.0045 | 950.3318 | 32.74497 |
| 55   | 5    | 0.2788 | 0.1306 | 0.2791 | 0.0003 | 950.3318 | 2.182998 |
| 55   | 5    | 0.0546 | 0.1313 | 0.0553 | 0.0007 | 950.3318 | 5.066506 |
| 65   | 5    | 0.0816 | 0.1287 | 0.07   | 0.0116 | 1327.323 | 119.6344 |
| 65   | 5    | 0.2111 | 0.1302 | 0.213  | 0.0019 | 1327.323 | 19.36954 |
| 65   | 5    | 0.23   | 0.1305 | 0.2301 | 1E-04  | 1327.323 | 1.017106 |
| 75   | 5    | 0.2006 | 0.1294 | 0.1898 | 0.0108 | 1767.146 | 147.4898 |

### Data Resistivitas Lintasan 4b

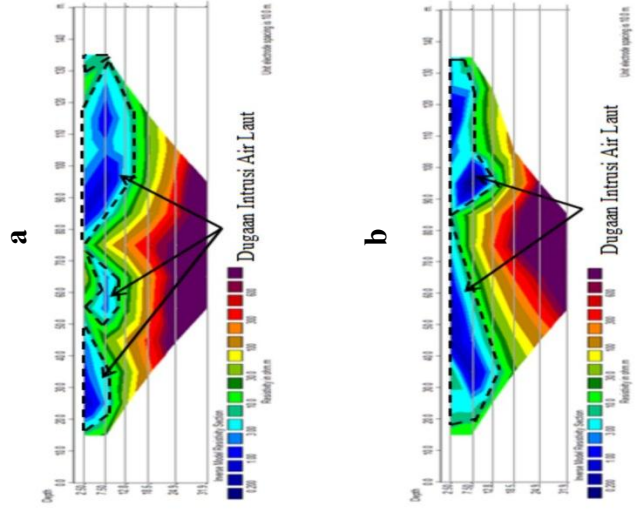
| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.0429 | 0.1298 | 0.0477 | 0.0048 | 70.68583 | 2.61396  |
| 15   | 5    | 0.0105 | 0.1296 | 0.183  | 0.1725 | 70.68583 | 94.08415 |
| 15   | 5    | 0.701  | 0.1259 | 0.662  | 0.039  | 70.68583 | 21.89633 |
| 15   | 5    | 0.0513 | 0.1282 | 0.047  | 0.0043 | 70.68583 | 2.370898 |
| 15   | 5    | 0.1551 | 0.1294 | 0.1375 | 0.0176 | 70.68583 | 9.614148 |
| 15   | 5    | 0.1023 | 0.1287 | 0.1403 | 0.038  | 70.68583 | 20.87072 |
| 15   | 5    | 0.3589 | 0.1247 | 0.3641 | 0.0052 | 70.68583 | 2.947605 |



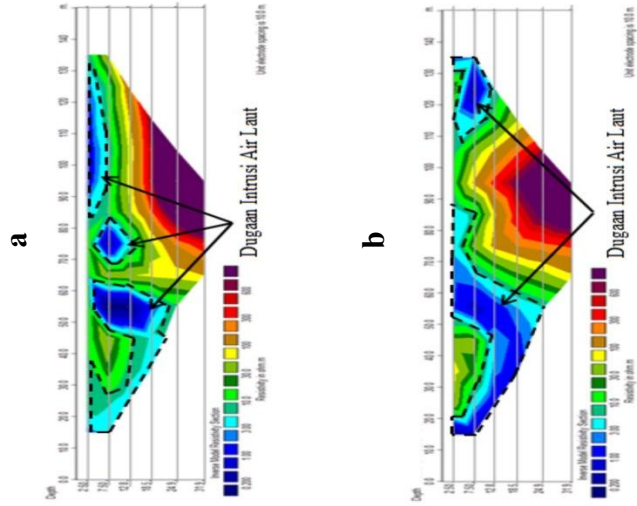
| AB/2 | MN/2 | SP     | I:AB   | V:MN   | V-SP   | K        | rho      |
|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 15   | 5    | 0.1024 | 0.1295 | 0.0877 | 0.0147 | 70.68583 | 8.023797 |
| 15   | 5    | 0.1721 | 0.123  | 0.1668 | 0.0053 | 70.68583 | 3.045812 |
| 15   | 5    | 0.1548 | 0.1303 | 0.1381 | 0.0167 | 70.68583 | 9.059505 |
| 15   | 5    | 0.1953 | 0.1293 | 0.2025 | 0.0072 | 70.68583 | 3.936102 |
| 15   | 5    | 0.1068 | 0.125  | 0.0964 | 0.0104 | 70.68583 | 5.881061 |
| 15   | 5    | 0.0138 | 0.1311 | 0.0276 | 0.0138 | 70.68583 | 7.440614 |
| 25   | 5    | 0.0011 | 0.13   | 0.0007 | 0.0004 | 196.3495 | 0.604152 |
| 25   | 5    | 0.1376 | 0.1271 | 0.1344 | 0.0032 | 196.3495 | 4.943497 |
| 25   | 5    | 0.3882 | 0.1313 | 0.3815 | 0.0067 | 196.3495 | 10.01936 |
| 25   | 5    | 0.043  | 0.1296 | 0.0403 | 0.0027 | 196.3495 | 4.090615 |
| 25   | 5    | 0.182  | 0.1275 | 0.204  | 0.022  | 196.3495 | 33.87992 |
| 25   | 5    | 0.3223 | 0.1279 | 0.33   | 0.0077 | 196.3495 | 11.82089 |
| 25   | 5    | 0.045  | 0.122  | 0.0449 | 1E-04  | 196.3495 | 0.160942 |
| 25   | 5    | 0.0835 | 0.1315 | 0.0788 | 0.0047 | 196.3495 | 7.017816 |
| 25   | 5    | 0.1061 | 0.1273 | 0.1057 | 0.0004 | 196.3495 | 0.616966 |
| 25   | 5    | 0.0276 | 0.1286 | 0.0219 | 0.0057 | 196.3495 | 8.702896 |
| 25   | 5    | 0.2288 | 0.1287 | 0.224  | 0.0048 | 196.3495 | 7.32306  |
| 35   | 5    | 0.3043 | 0.131  | 0.3056 | 0.0013 | 384.8451 | 3.819074 |
| 35   | 5    | 0.0973 | 0.129  | 0.0994 | 0.0021 | 384.8451 | 6.26492  |
| 35   | 5    | 0.1847 | 0.1306 | 0.1876 | 0.0029 | 384.8451 | 8.545565 |
| 35   | 5    | 0.0741 | 0.1302 | 0.0552 | 0.0189 | 384.8451 | 55.86461 |
| 35   | 5    | 0.3151 | 0.1245 | 0.3188 | 0.0037 | 384.8451 | 11.43716 |
| 35   | 5    | 0.0474 | 0.1306 | 0.0479 | 0.0005 | 384.8451 | 1.473373 |
| 35   | 5    | 0.0512 | 0.1271 | 0.0525 | 0.0013 | 384.8451 | 3.93626  |
| 35   | 5    | 0.1707 | 0.1294 | 0.1766 | 0.0059 | 384.8451 | 17.54703 |
| 35   | 5    | 0.033  | 0.129  | 0.041  | 0.008  | 384.8451 | 23.86636 |
| 45   | 5    | 0.1243 | 0.1297 | 0.1247 | 0.0004 | 636.1725 | 1.961982 |
| 45   | 5    | 0.1945 | 0.1292 | 0.1944 | 0.0001 | 636.1725 | 0.492394 |
| 45   | 5    | 0.1919 | 0.1295 | 0.187  | 0.0049 | 636.1725 | 24.07139 |
| 45   | 5    | 0.0078 | 0.1309 | 0.0005 | 0.0073 | 636.1725 | 35.47792 |
| 45   | 5    | 0.306  | 0.1296 | 0.3003 | 0.0057 | 636.1725 | 27.97981 |
| 45   | 5    | 0.0434 | 0.1277 | 0.0454 | 0.002  | 636.1725 | 9.963548 |
| 45   | 5    | 0.571  | 0.127  | 0.542  | 0.029  | 636.1725 | 145.2677 |
| 55   | 5    | 0.083  | 0.1277 | 0.1082 | 0.0252 | 950.3318 | 187.5361 |
| 55   | 5    | 0.395  | 0.1311 | 0.382  | 0.013  | 950.3318 | 94.2358  |
| 55   | 5    | 0.0553 | 0.1318 | 0.0603 | 0.005  | 950.3318 | 36.05204 |
| 55   | 5    | 0.1584 | 0.1297 | 0.1581 | 0.0003 | 950.3318 | 2.198146 |
| 55   | 5    | 0.0231 | 0.1288 | 0.024  | 0.0009 | 950.3318 | 6.640517 |
| 65   | 5    | 0.194  | 0.1305 | 0.1804 | 0.0136 | 1327.323 | 138.3264 |
| 65   | 5    | 0.0722 | 0.1293 | 0.0704 | 0.0018 | 1327.323 | 18.47781 |
| 65   | 5    | 0.1143 | 0.1308 | 0.1149 | 0.0006 | 1327.323 | 6.088637 |
| 75   | 5    | 0.0751 | 0.1312 | 0.0874 | 0.0123 | 1767.146 | 165.6699 |

## Lampiran 2 Penampang Resistivitas 2D Titik 2, Titik 3 dan Titik 4

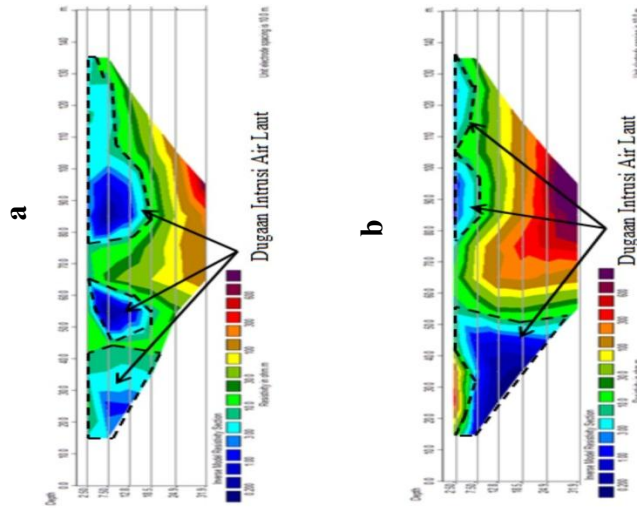
**Titik 3**



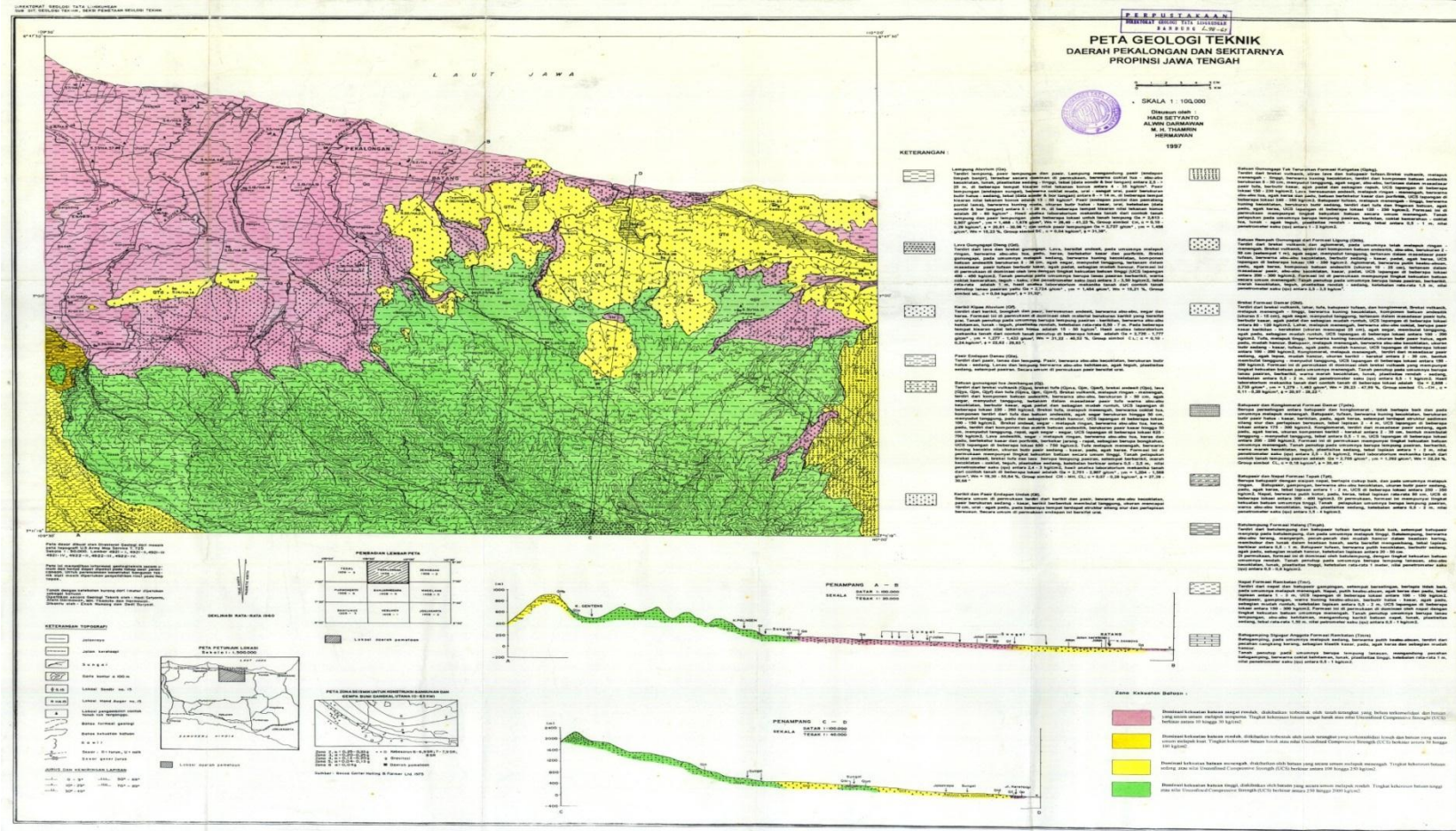
**Titik 2**



**Titik 4**



### Lampiran 3 Peta Geologi Teknik Daerah Pekalongan dan Sekitarnya





## Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian

