



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## TUGAS AKHIR - RF141501

**IDENTIFIKASI SUNGAI BAWAH PERMUKAAN DENGAN  
METODE RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI WENNER-  
SCHLUMBERGER KAWASAN KARST DESA DERSONO,  
PACITAN**

Isnaeni Nurfitriana  
NRP. 3714100004

Dosen Pembimbing  
Dr. Ayi Syaeful Bahri, M.T  
NIP. 19690906 199702 1 001

Moh. Singgih Purwanto, M.T  
NIP. 19800916 200912 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - RF141501**

**IDENTIFIKASI SUNGAI BAWAH PERMUKAAN DENGAN  
METODE RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI WENNER-  
SCHLUMBERGER KAWASAN KARST DESA DERSONO,  
PACITAN**

**ISNAENI NURFITRIANA**

**NRP. 3714100004**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ayi Syaeful Bahri, M.T**

**NIP. 19690906 199702 1 001**

**Moh. Singgih Purwanto, M.T**

**NIP. 19800916 200912 1 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA**

**Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2018**





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**UNDERGRADUATE THESIS - RF141501**

**IDENTIFICATION OF UNDERGROUND RIVER USING  
2D RESISTIVITY METHOD WENNER-SCHLUMBERGER  
ARRAY OF KARST REGION IN DERSONO VILLAGE,  
PACITAN**

**ISNAENI NURFITRIANA**  
NRP. 3714100004

Advisors  
Dr. Ayi Syaeful Bahri, M.T  
NIP. 19690906 199702 1 001

Moh. Singgih Purwanto, M.T  
NIP. 19800916 200912 1 002

**GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTMENT**  
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**IDENTIFIKASI SUNGAI BAWAH PERMUKAAN  
DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI  
WENNER-SCHLUMBERGER KAWASAN KARST DESA  
DERSONO, PACITAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Departemen Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 25 Juli 2018

Menyetujui,

1. Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T. (Pembimbing I)  
NIP. 1969 0906 199702 1 001
2. M. Singgih Purwanto, S.Si, M.T. (Pembimbing II)  
NIP. 1980 0916 200912 1 002
3. Wien Lestari, S.T., M.T. (Penguji I)  
NIP. 1981 1002 201212 2 003
4. Juan Panda GNR, S.Si., M.T. (Penguji II)  
NIP. 1989 0612 201504 1 003

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Geofisika Eksplorasi  
Departemen Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T.  
NIP. 1969 0906 1997 02 1001

vii

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isis sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan Judul “**Identifikasi Sungai Bawah Permukaan Dengan Metode Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner-Schlumberger Kawasan Karst Desa Dersono, Pacitan**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 25 Juli 2018

Isnaeni Nurfitriana  
NRP. 3714100004

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

# **IDENTIFIKASI SUNGAI BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER KAWASAN KARST DESA DERSONO, PACITAN**

Nama Mahasiswa : Isnaeni Nurfitriana  
NRP : 3714100004  
Jurusan : Teknik Geofisika FTSLK-ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T  
M. Singgih Purwanto, S.Si, M.T

## **ABSTRAK**

Potensi sumberdaya air pada kawasan karst sangat melimpah, akan tetapi sangat sulit diketahui keberadaanya. Perilaku air di kawasan karst membentuk sistem hidrologi yang khas dan rumit karena berkembang melalui sistem rekahan dan saluran bawah permukaan yang sulit untuk diketahui posisi serta potensinya. Kawasan Karst Desa Dersono merupakan daerah dengan tingkat kekeringan terparah di Kabupaten Pacitan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan sungai bawah permukaan kawasan karst Desa Dersono, Pacitan dengan menggunakan metode Resistivitas 2D. Titik pengukuran dibuat berdasarkan survei pendahuluan dan informasi manifestasi luweng yang ada pada lokasi penelitian. Akuisisi data dengan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sebanyak enam lintasan dengan panjang bentangan maksimal 120 meter. Hasil pengolahan data dan interpretasi menunjukkan pada lintasan 1, 2 dan 4 diindikasikan adanya batuan karbonat masif dengan nilai resistivitas 266-1000 Ohmmeter. Penampang resistivitas lintasan 3 menunjukkan anomali nilai resistivitas tinggi yang diinterpretasi sebagai gua kosong dengan nilai resistivitas antara 1973-3000 Ohmmeter. Penampang 2D lintasan 5 dan 6 menunjukkan anomali dengan rentang nilai resistivitas kecil antara 13,6-20 Ohmmeter yang diinterpretasi sebagai sungai bawah permukaan dengan kedalaman 8-16 meter. Hasil pemodelan menunjukkan arah aliran sungai bawah permukaan yang diperkirakan berarah Timur Laut-Barat Daya dan diduga masih dikontrol oleh sesar Barong dengan arah yang sama yaitu Timur Laut-Barat Daya yang terdapat pada wilayah timur lokasi penelitian.

Kata Kunci : Resistivitas 2D, Sungai Bawah Permukaan, *Wenner-Schlumberger*

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

# ***IDENTIFICATION OF UNDERGROUND RIVER USING 2D RESISTIVITY METHOD WENNER-SCHLUMBERGER ARRAY OF KARST REGION IN DERSONO VILLAGE, PACITAN***

*Student Name* : Isnaeni Nurfitriana  
*Student ID Number* : 3714100004  
*Departemen* : Geophysical Engineering FTSLK-ITS  
*Advisor* : Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T  
M. Singgih Purwanto, S.Si, M.T

## **ABSTRACT**

*Potential water resources in the karst area is abundant, but very difficult to know the position. Water behavior in the karst area forms a unique and complicated hydrological system because develops through a system of fractures and subsurface channels that are difficult to know the position and its potential. . Karst Area Dersono Village Pacitan regency is the region with the worst dryness. This research aims to identify underground river karst area of Dersono Village, Pacitan by using 2D Resistivity method. The measurement point is based on preliminary survey and information manifestation of luweng present at the research location. Acquisition is done by using the Wenner-Schlumberger array, which consists of six line with a maximum line length of 120 meters. The result of data processing on line 1, 2 and 4 shows indication of massive carbonate rock with resistivity value 266-1000 Ohmmeter. Line 3 shows a high resistivity anomaly that is interpreted as an empty cave with resistivity values between 1973-3000 Ohmmeter. Line 5 and 6 show anomalies with a range of resistivity values between 13.6-20 Ohmmeter interpreted as subsurface streams. The result of modeling shows the direction of underground river flow which is estimated to be Northeast-Southwest which is presumably still controlled by Barong fault located on the east of the research location.*

*Keyword* : 2D Resistivity, Undergroun River, Wenner-Schlumberger

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Allah SWT atas segala berkat dan kasih-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Identifikasi Sungai Bawah Permukaan Dengan Metode Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner-Schlumberger Kawasan Karst Desa Dersono, Pacitan”** dapat terlaksana dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan adik-adik untuk dukungan dan do'a selama ini kepada penulis
2. Bapak Dr. Widya Utama, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Geofisika ITS
3. Bapak Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T dan M. Singgih Purwanto, S.Si, M.T selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan masukannya
4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Geofisika yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
5. Bapak Nardi dan keluarga yang telah memberikan batuan akomodasi selama survei pendahuluan
6. Warga Desa Dersono yang telah membantu selama pelaksanaan akuisi data
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Geofisika 2014 TG 3
8. Tim Pacitan yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menghasilkan karya yang lebih baik.

Surabaya, 25 Juli 2018

Isnaeni Nurfitriana  
NRP. 3714100004

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	vii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT .....	xiii
KATA PENGANTAR .....	xv
DAFTAR ISI .....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Penelitian Terdahulu .....	3
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian .....	3
2.2.1 Fisiografi Regional .....	3
2.2.2 Stratigrafi Regional .....	5
2.2.3 Struktur Geologi Daerah Regional .....	7
2.3 Karst.....	7
2.4 Sungai Bawah Permukaan .....	8
2.5 Metode Geolistrik Resistivitas .....	10
2.6 Konfigurasi Wenner – Schlumberger.....	13
2.7 Nilai Resistivitas Batuan.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	15
3.2 Peralatan.....	16
3.3 Desain Akuisisi .....	16
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.5 Tahapan Penelitian.....	20
3.6 Pengambilan data .....	21
3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1 Analisa Data.....	23
4.2 Pemodelan Arah Aliran Sungai Bawah Permukaan.....	29
4.3 Pembahasan .....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	35
LAMPIRAN .....	37
PROFIL PENULIS .....	45

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembagian Fisiografi Regional Jawa bagian Tengah dan Timur. (Van Bemmelen, 1949).....	4
Gambar 2. 2 Peta Geologi Daerah Penelitian (Samodra dan Gafoer, 1990 yang telah dimodifikasi oleh Aliyan, 2018) .....	5
Gambar 2. 3 Stratigrafi barat Pegunungan Selatan dari beberapa peneliti. (Karlina Triana, 1992) .....	6
Gambar 2. 4 Teori terbentuknya gua dan sungai bawah permukaan pada kawasan karst (a) teori vadose, (b) teori Freatik Dalam (c) teori freatik. (Handayani, 2009) .....	9
Gambar 2.5 Sumber arus tunggal di permukaan medium homogen isotropis. (Loke, 1999) .....	11
Gambar 2. 6 Elektroda Arus dan Potensial dipermukaan bumi homogen isotropis. (Loke, 1999).....	12
Gambar 2. 7 Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i> . (Loke, 1999).....	13
Gambar 2. 8 Tabel nilai resistivitas batuan (Lowrie & Milsom, 1996) .....	14
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Desa Dersono Kecamatan Pringkuku, Pacitan	15
Gambar 3. 2 Desain Akuisisi lintasan 1, 2 dan 3 .....	16
Gambar 3. 3 Desain Akuisisi Lintasan 4, 5 dan 6.....	17
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian .....	19
Gambar 3. 5 Sebaran data Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i> (Karunia, 2012) .....	21
Gambar 3. 6 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	22
Gambar 3. 7 Input Data Resistivitas Semu .....	41
Gambar 3. 8 Penampang 2D inversi Res2divn .....	42
Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas Lintasan 1 dengan arah Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter	24
Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas Lintasan 2 dengan arah bentangan Barat Laut – Tenggara, panjang 96 meter, spasi elektroda 2 meter.....	25
Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Lintasan 3 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi 2,5 meter .....	26
Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Lintasan 4 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter.....	27
Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas Lintasan 5 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 96 meter dan spasi elektroda 2 meter.....	28
Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Lintasan 6 dengan arah bentangan Barat Laut – Tenggara, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter.....	29
Gambar 4. 7 Lokasi Luweng.....	30
Gambar 4. 8 Korelasi antar lintasan.....	30

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Koordinat Tiap lintaan .....	18
Tabel 3. 2 Data hasil pengukuran pada lintasan 1.....	21
Tabel 4. 1 Referensi rentang nilai resistivitas batuan. (Naufaldi dkk., 2017) ...	23

**Halaman Ini Sengaja Dikosongkan**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kawasan karst mempunyai sistem hidrologi yang khas. Batuan karst yang bersifat porous, dan langsung meloloskan air hujan yang jatuh dipermukaan tanah melewati rekahan-rekahan pelapisan batuan vertikal dan horisontal. Kemudian air yang mengalir di bawah permukaan akan terakumulasi dalam suatu pola aliran tertentu menjadi sistem bawah permukaan, dengan melewati lorong-lorong gua menjadi sistem sungai bawah permukaan. Setiap musim kemarau tiba, timbul masalah kekurangan air karena hilangnya sungai permukaan. Desa Dersono Kecamatan Pringkuku merupakan salah satu kawasan karst dengan tingkat kekeringan yang parah di Kabupaten Pacitan. Pada kawasan ini, saat musim kemarau warga terpaksa berjalan jauh menuju pedalaman hutan dan gua-gua untuk mendapatkan air bersih. (bppsam.com). Keberadaan sumber air pada karst sebenarnya sangat melimpah, terdapat di sungai bawah permukaan yaitu berupa terusan gua-gua yang dialiri air, karena terjadi proses korosi dan erosi pada gua selama ribuan tahun, maka air mengalir ke bawah permukaan hingga lapisan impermeabel dan membentuk sungai bawah permukaan (Samodra, 2001).

Permasalahan kekeringan di kawasan karst sebenarnya dapat diatasi, namun perilaku air di kawasan karst membentuk sistem hidrologi yang khas dan rumit, berkembang melalui sistem rekahan dan saluran bawah permukaan sehingga sulit untuk mengetahui posisi serta potensinya. Dari permasalahan yang ada, maka diperlukan upaya untuk mencari kemenerusan sungai bawah permukaan sehingga dapat membantu mengatasi masalah kesulitan air. Penelusuran sungai bawah permukaan secara langsung dengan menelusuri gua ternyata banyak mengalami kesulitan. Sehingga diperlukan penelitian dengan menggunakan salah satu metode geofisika yaitu metode geolistrik untuk mengetahui adanya sungai bawah permukaan.

Metode geolistrik yang digunakan adalah metode resistivitas konfigurasi *wenner-schlumberger*. Metode geolistrik resistivitas ini dapat mengetahui nilai resistivitas batuan dibawah permukaan dengan menerapkan sinyal berupa injeksi arus listrik yang dialirkan ke bawah permukaan bumi melalui elektroda. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah salah satu konfigurasi paling umum digunakan untuk survei resistivitas 2D. Kedalaman rata-rata pada konfigurasi ini 10% lebih besar dari konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner-Schlumberger juga memiliki cakupan horizontal sedikit lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi Wenner. Cakupan data horisontal sedikit lebih lebar dari konfigurasi Wenner, tapi lebih sempit dari data yang diperoleh konfigurasi dipole-dipole. (Telford dkk., 1990).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana mengidentifikasi sungai bawah permukaan dengan metode Geofisika Resistivitas 2D?
2. Bagaimana mengetahui aliran sungai bawah permukaan kawasan karst di Desa Dersono, Pacitan?
3. Bagaimana mengidentifikasi pola aliran sungai bawah permukaan dengan faktor pengontrolnya pada kawasan karst Desa Dersono Pacitan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Lokasi berada di Desa Dersono, Kecamatan Pringkuku, Kabupaten Pacitan
2. Konfigurasi pengukuran yang digunakan adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger*
3. Pengolahan data menggunakan software *Res2divn*

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sungai bawah permukaan dan pola alirannya pada kawasan karst Desa Dersono Pacitan dengan Metode Resistivitas 2D konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi adanya sungai bawah permukaan pada kawasan karst serta langkah awal pengembangan kawasan karst Pacitan secara berkelanjutan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

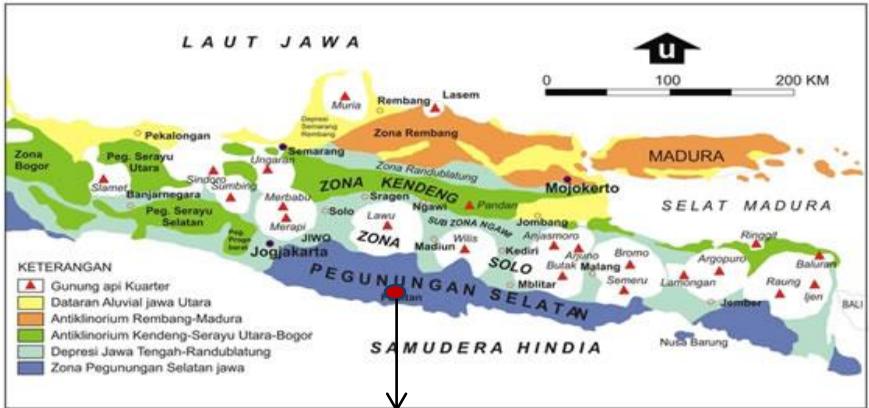
Menurut (Naufaldi dkk., 2017), penelitian di Desa Sekar, Kecamatan Donorejo, Kabupaten Pacitan ini menggunakan metode geolistrik resistivitas pada pemodelan sungai bawah permukaan kawasan karst. Dalam penelitian ini dibuat 7 lintasan pengukuran yang tersebar dari luweng Kuniran hingga luweng Kedung Banteng. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa ada 4 lintasan yang teridentifikasi dilewati oleh sungai bawah permukaan dengan nilai resistivitas hasil inversi yang diinterpretasikan sebagai sungai bawah permukaan yaitu 20 ohm meter. Dan didapatkan hasil berupa pola aliran sungai bawah permukaan yang berasal dari Luweng Kuniran melewati Luweng Kedung Banteng dengan arah Timur Laut – Barat Daya. (Naufaldi dkk., 2017)

Menurut (Karunia, 2012), penelitian bertujuan untuk Identifikasi aliran sungai bawah permukaan di Dusun Mudal, Desa Gebangharjo, Kecamatan Pracimantoro dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Menunjukkan hasil lintasan ketujuh lapisan batuan karbonat berbentuk seperti lorong yang berada pada kedalaman sekitar 60 meter dari permukaan dan memiliki resistivitas batuan karbonat sekitar 82,8 Ohm.m. Serta adanya pendugaan pola aliran sungai bawah tanah Luweng Sapen diduga menuju kearah utara dan kemudian ke selatan bercabang menjadi dua lorong. (Karunia, 2012)

### **2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian**

#### **2.2.1 Fisiografi Regional**

Secara umum Jawa Timur dibagi menjadi 4 (empat) zona jalur fisiografi, yaitu Zona Rembang di bagian Utara, kemudian ke bagian Selatan terdapat Zona Kendeng, kemudian Zona Solo dan di bagian paling Selatan adalah Zona Pegunungan Selatan. (Van Bemmelen, 1949)



Lokasi penelitian

Gambar 2.1 Pembagian Fisiografi Regional Jawa bagian Tengah dan Timur. (Van Bemmelen, 1949)

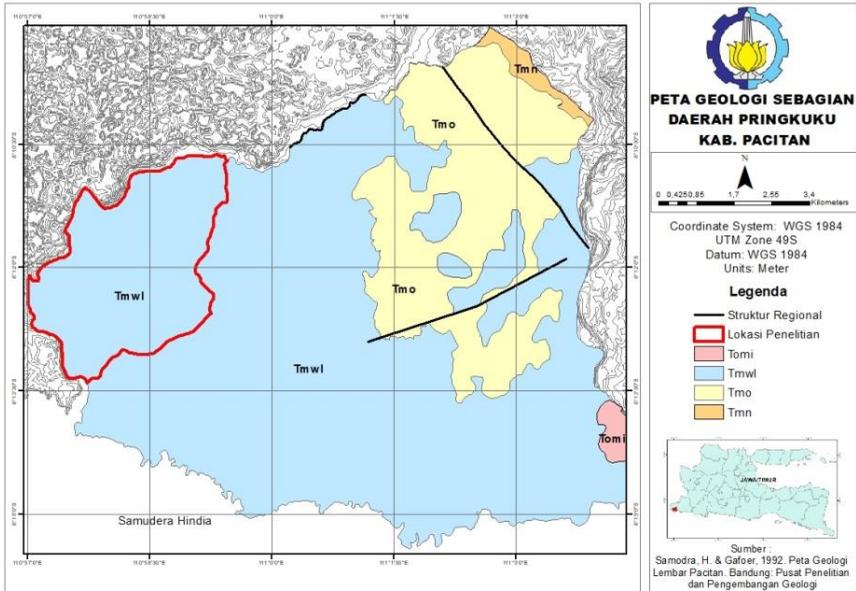
Gambar 2.1 lokasi penelitian ditandai dengan lingkaran merah yang merupakan bagian dari Pegunungan Selatan. Zona Pegunungan Selatan di Jawa Timur merupakan blok yang terangkat dan miring ke arah selatan dan merupakan hasil perlipatan pada Miosen dan berlanjut ke arah timur yaitu Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Daerah Pegunungan Selatan membujur dari Yogyakarta ke arah timur, Wonosari, Wonogiri, Pacitan menerus ke daerah Malang selatan, terus ke daerah Blambangan. Daerah ini merupakan perbukitan berelief sedang-terjal pada bagian utara, dataran tinggi karst di bagian tengah, dan perbukitan kerucut karst dibagian selatan (Gunung Sewu).

Kawasan karst Gunung Sewu di hasilkan oleh pengangkatan yang dimulai pada Pleiosen Akhir. Bagian utara kawasan karst Gunungsewu dibatasi oleh cekungan (basin) Wonosari dan Baturetno yang tersusun atas material gamping, namun memiliki tingkat karstifikasi yang tidak intensif. Kedua cekungan ini memisahkan kawasan Karst Gunung Sewu dengan pegunungan berbatuan sedimen vulkano klastik yang lebih dikenal dengan Pegunungan Baturagung. (Haryono dkk., 2017).

Kawasan karst Gunung Sewu terdiri dari batu gamping berumur miosen tengah. Perkembangan topografi karst dengan kenampakan permukaan berupa dolina-dolina yang dipisahkan oleh bukit-bukit yang terlihat membulat yang disebut kubah kapur, dan sungai bawah permukaan.

### 2.2.2 Stratigrafi Regional

Daerah penelitian termasuk kedalam sebagian Peta Geologi Regional Lembar Pacitan (Samodra & Gafoer, 1990) dan Lembar Surakarta-Girintoro. (Surono, 1992)



Gambar 2.2 Peta Geologi Daerah Penelitian (Samodra dan Gafoer, 1990 yang telah dimodifikasi oleh Aliyan, 2018)

Gambar 2.2 menunjukkan peta geologi daerah penelitian yang berada di Desa Dersono Kecamatan Pringkuku. Daerah penelitian termasuk dalam pegunungan selatan di Jawa Timur. Batuan yang menjadi dasar pada pegunungan selatan adalah batuan metamorf yang berumur Kapur-Paleosen Awal. Susunan litostatigrafi pegunungan selatan (dari tua ke muda) yaitu Kelompok Formasi Wungkul Gamping, Kebo Butak, Semilir, Nglanggran, Sambipitu, Oyo, Wonosari dan Kepek. (Surono dkk, 1992).

KALA	ZONASI BLOW (1969)	PENELITI					
		BOTHE (1929)	VAN BEMMELEN (1949)	SUMARSO-ISMOYOWATI (1975)	SURONO, dkk. (1992)		
HOLOSEN	N.23			Endapan Vulkanik Muda dan Aluvium			
	N.22						
PLIOSEN	N.21						
	N.20						
	N.19						
	N.18						
	N.17						
	N.16						
	N.15			Kepek			Kepek
	N.14			Wonosari		Wonosari	Wonosari
N.13							
N.12	Sambipitu						
N.11	Nglanggran						
MIOSEN	N.10	Oyo	Semilir		Oyo		
	N.9		Kebo Butak				
	N.8						
	N.7	Sambipitu		Semilir	Sambipitu		
	N.6	Nglanggran			Nglanggran		
	N.5				Semilir		
	N.4						
	OUGOSEN	N.3 (P22)	Semilir		Kebo Butak	Kebo Butak	
		N.2 (P21)	Kebo Butak				
		N.1 (P20)					
P.19							
EOSEN	P.18						
	P.16	Wungkal Gamping		Gamping	Wungkal Gamping		
P.15							
P.14							
P.13			Wungkal				

Gambar 2.3 Stratigrafi barat Pegunungan Selatan dari beberapa peneliti. (Surono dkk, 1992)

Gambar 2.3 menunjukkan Stratigrafi barat dan timur zona Pegunungan Selatan. Kotak merah menunjukkan formasi pada lokasi penelitian yang berada di Desa Dersono Kecamatan Pringkuku, Pacitan yang masuk dalam formasi wonosari (Tmw1). Formasi Wonosari tersusun atas batu gamping terumbu, batu gamping berlapis, batu gamping mengeping, batu gamping pasiran, dan napal. Ketebalan formasi ini diduga lebih dari 800 meter. Kedudukan stratigrafinya di bagian bawah menyebar dengan Formasi Oyo. Batugamping pada Formasi wonosari ditemukan fosil foraminifera besar berupa *Miogyssina sp.* dan *Lapidocyclina sp.* Berumur Miosen Tengah hingga Miosen Akhir, dan terbentuk di lingkungan laut. (Samodra dan Gafoer, 1990)

### 2.2.3 Struktur Geologi Daerah Regional

Menurut (Van Bemmelen, 1949), daerah Pegunungan Selatan telah mengalami empat kali pengangkatan. Pola struktur di daerah penelitian dengan arah Barat Laut – Tenggara umumnya merupakan sesar geser dekstral dan arah Timur Laut – Barat Daya umumnya merupakan sesar geser sinistral yang terjadi akibat penunjaman lempeng Indo-Australia selama Eosen hingga Miosen Tengah. Menurut pendugaan sementara bahwa dua sesar ini merupakan bagian penting sebagai indikasi tegasan pengontrol pada sungai bawah permukaan yang berada di daerah penelitian.

Menurut penelitian Aliyan (2018), struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian berupa sesar normal dan sesar mendatar terlihat seperti pada gambar 2.2, pada dasarnya sesar - sesar tersebut terbentuk hasil deformasi tektonik setelah semua satuan batuan pada daerah penelitian terendapkan. Sesar yang teraktifkan kembali di daerah penelitian berupa sesar berarah Timur Laut – Barat Daya, serta sesar mendatar berarah Barat Laut-Tenggara. Sesar mendatar berarah Timur Laut–Barat Daya yaitu Sesar Ngadirejan dan Sesar mendatar berarah Barat Laut-Tenggara yaitu Sesar Barong.

### 2.3 Karst

Karst merupakan istilah dalam bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (*kras*) yang berarti lahan gersang berbatu. Karst sebagai medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik. (Ford dan Williams, 2013)

Karst tidak hanya terjadi di daerah berbatuan karbonat, tetapi terjadi juga di batuan lain yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder (kekar dan sesar intensif), seperti batuan gipsum dan batugaram. Namun demikian, karena batuan karbonat mempunyai sebaran yang paling luas, karst yang banyak dijumpai adalah karst yang berkembang di batuan karbonat. (Haryono dan Adji, 2004)

Kawasan karst dicirikan dengan bentuk–bentuk morfologi baik yang dipermukaan (*eksokars*) maupun yang berada dibawah permukaan bumi (*endokars*). Gejala *eksokars* antara lain diwujudkan dalam bentuk bukit-bukit tunggal lekuk-lekuk lembah (*dolina*, *polje*, dan *uvala*), mata air, serta menghilangnya sungai permukaan kedalam tanah melalui sistem rucutan misalnya *sink* atau mulut gua yang ada. Gejala *endokars* dicirikan dengan aliran sungai bawah permukaan yang disebabkan oleh proses pelarutan.

Karstifikasi atau proses permbentukan bentuk-lahan karst didominasi oleh proses pelarutan. Proses pelarutan batuan karbonat oleh air hujan dan jatuh ke permukaan terjadi banyak proses fisik dan kimia yang melibatkan unsur gas, cair dan padatan yang menyebabkan perpindahan massa antara udara, air, dan batuan. Dan tahapan proses pelarutan adalah sebagai berikut : Ketika terjadi hujan, gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer masuk ke dalam air melalui proses difusi, kemudian air yang mengandung  $\text{CO}_2$  bersenyawa membentuk asam karbonat (*carbonic acid*) dengan reaksi kimia  $\text{CO}_2(\text{di air}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ , dan dapat

dikatakan bahwa gas karbondioksida larut dalam air. Karena  $H_2CO_3$  merupakan asam kuat, maka dapat mengalami *dissociation* (perpecahan) yaitu yang pertama  $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$  dan yang kedua adalah  $HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$  dengan proporsi yang kecil dibawah pH 8,4 sehingga dapat diabaikan. Ketika air dan batuan karbonat berinteraksi, terjadi pelepasan ion dan kemudian terjadi reaksi pelarutan karbonat  $CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$ . Selanjutnya,  $CO_3^{2-}$  bergabung dengan ion  $H^+$  yang lepas pada reaksi (3) sehingga  $CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$ . Sehingga secara ringkas proses pelarutan dirumuskan seperti berikut :

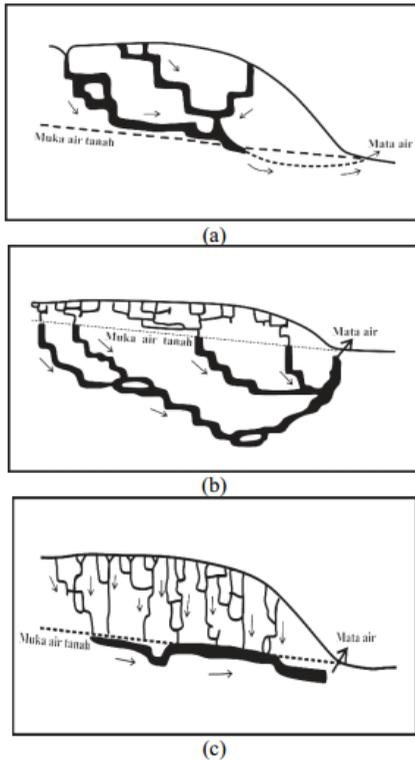


Karstifikasi dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, faktor pengontrol dan faktor pendorong. Faktor pengontrol menentukan dapat tidaknya proses karstifikasi berlangsung, sedangkan faktor pendorong menentukan kecepatan dan kesempurnaan proses karstifikasi. Faktor pengontrol antara lain batuan mudah larut, kompak, tebal, dan mempunyai banyak rekahan, curah hujan yang cukup (>250 mm/tahun) dan batuan terekspos di ketinggian yang memungkinkan perkembangan sirkulasi air/drainase secara vertikal. Sedangkan faktor pendorongnya antara lain temperatur dan penutupan hutan. (Haryono dan Adji, 2004)

## 2.4 Sungai Bawah Permukaan

Wilayah yang daerahnya berupa kawasan karst dapat ditemukan sebuah gua dan sungai bawah permukaan. Hal ini, karena karst memiliki ciri khas batuan yang memiliki banyak rongga serta mudah larut dengan air. Sehingga mengakibatkan tidak berkembang sistem sungai permukaan namun menghasilkan sistem sungai bawah permukaan yang lebih dominan. (Ford dan Williams, 2013)

Air yang terdapat di batuan gamping bersifat dinamis, karena air tersebut bergerak dari permukaan sampai ke zona jenuh air. Pergerakan air ini, berdasarkan dari jalur yang dilalui air berpotensi terjadinya pelarutan batumannya sehingga dalam jangka waktu tertentu terbentuklah lubang yang diameternya cukup besar. Maka terbentuklah sistem sungai bawah tanah di daerah karst (Adji dan Suyono, 2004).



Gambar 2.4 Teori terbentuknya gua dan sungai bawah permukaan pada kawasan karst (a) teori vadose, (b) teori Freatik Dalam (c) teori freatik. (Handayani, 2009)

Gambar 2.4 mengilustrasikan proses terbentuknya gua dan sungai bawah permukaan pada kawasan karst. Gua-gua yang berada di kawasan karst terbentuk oleh proses pelarutan air yang bersifat asam terhadap batu karbonat. Sisa-sisa dari pelarutan batuan karbonat inilah yang membentuk gua yang berupa rongga-rongga. Teori pembentukan gua tidak selalu sama tergantung pada geologi daerah tersebut. Terdapat 3 teori pembentukan sebuah gua dan sungai bawah tanah pada kawasan karst. Teori tersebut terdiri dari teori Vadus (*Vadose Theory*), teori Freatik Dalam (*Deep Phreatic Theory*) dan teori Freatik Dangkal (*Shallow Phreatic Theory*).

Teori Vadus (*Vadose Theory*) menjelaskan bahwa gua-gua terbentuk oleh adanya arus bawah tanah yang mengalir, baik pada atau di atas permukaan air tanah (water table). Dalam hal ini, air yang menginfiltrasi secara vertikal ke dalam

tanah melalui luweng-luweng dianggap sangat agresif. Agresivitas ini hilang saat air tersebut memasuki zona saturasi (zona jenuh air). Setelah air mencapai zona saturasi maka pergerakannya mulai ke arah horizontal dengan cara mengikuti celah-celah yang sudah ada, seperti bidang perlapisan, kekar, retakan, dan sebagainya. Selama bergerak, air mengerosi dan melarutkan bagian demi bagian batugamping yang dilaluinya. Hal ini mengakibatkan celah-celah tersebut perlahan-lahan semakin lebar hingga akhirnya membentuk saluran-saluran atau terowongan-terowongan. (Handayani, 2009)

Teori Freatik Dalam (*Deep Phreatic Theory*) pada Gambar 2.4 (b) memiliki tiga tahapan terbentuknya gua dan sungai bawah tanah. Tahapan pertama merupakan tahap pelarutan, pada tahapan ini terjadinya proses pelarutan dari persebaran air pada bawah permukaan yang terletak di daerah zona freatik. Kemudian tahapan kedua merupakan tahap pengisian, dimana sudah terbentuknya sebuah gua atau lorong dengan diameter cukup besar yang sudah terisi air. Sehingga Airnya tidak mengalami pergerakan maka mengakibatkan pengendapan material berupa lempung yang berasal dari material yang terbawa oleh air saat terjadi proses pelarutan secara serentak. Tahapan ketiga merupakan tahap pengeringan, yaitu terjadinya proses penaikan lapisan tanah sehingga terjadinya pergeseran zona. Pergeseran zona ini, mengalami perubahan zonasi vertikal yaitu zona vadu yang mengalami perluasan wilayah dengan bergeser ke bawah sehingga terjadi pengeringan gua. Sebagian material halus yang semula mengisi gua akan terbawa oleh air yang kembali bergerak dengan mengikuti aliran di zona vadus hingga arus tersebut mencapai alas batuan. (Handayani, 2009)

Teori ketiga yaitu teori freatik dangkal (*shallow Phreatic Theory*) yang diilustrasikan pada Gambar 2.4 (c). Pada teori ini terdapat empat tahapan pembentukan gua dan sungai bawah tanah. Tahapan pertama merupakan tahap pelarutan batuan yang terjadi secara acak pada kedalaman tertentu secara vertikal ke bawah. Kemudian tahapan kedua merupakan penggabungan dan pengembangan dari hasil pelarutan yaitu berupa saluran-saluran gua. Setelah itu, pada tahapan ketiga merupakan tahap pengendapan material dan pengisian air pada saluran-saluran gua. Dan pada tahapan keempat merupakan tahap pengangkatan lapisan tanah dan erosi. Dalam tahapan keempat ini mengakibatkan saluran gua terangkat diatas level air tanah. (Handayani, 2009)

Sebagian gua-gua yang terdapat di daerah Gunung Sewu merupakan gua yang terbentuk di zona vadus, dan sebagian lainnya merupakan gua yang terbentuk pada level muka air tanah. Gua-gua pada zona vadus di Gunung Sewu biasanya dialiri air hanya pada musim penghujan. (Handayani, 2009)

## **2.5 Metode Geolistrik Resistivitas**

Geolistrik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Metode geolistrik digunakan untuk memperkirakan sifat kelistrikan pada formasi batuan dibawah permukaan. Prinsip

pengukuran metode geolistrik dilakukan secara aktif, yaitu dengan cara menginjeksikan arus listrik ke permukaan tanah melalui sepasang elektroda dan mengukur beda potensial dengan sepasang elektroda yang lain. Jika nilai beda potensial telah didapat maka nilai hambatan dari medium (tanah) tersebut dapat diketahui.

Prinsip pelaksanaan survei resistivitas adalah mengalirkan arus listrik searah ke dalam bumi melalui dua telektroda arus yang ditancapkan pada dua titik permukaan tanah dan kemudian mengukur respon beda potensial yang terjadi antara dua titik yang lain di permukaan bumi dimana dua elektroda potensial ditempatkan dalam suatu susunan tertentu. Data pengukuran yang didapat yakni beda potensial dan kuat arus, dan akan diperoleh harga resistivitas semu untuk setiap spasi elektroda yang dibentangkan.

Berdasarkan hukum Ohm, besar beda potensial suatu benda bergantung pada nilai kuat arus  $I$  dan hambatan listrik  $R$  dengan persamaan :

$$V = I \cdot R \tag{2.2}$$

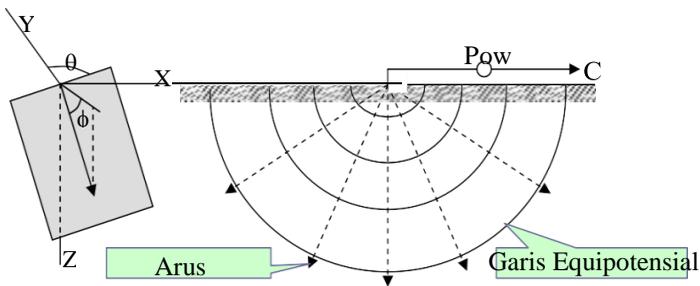
Pengukuran Resistivitas batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti homogenitas batuan, kandungan air, porositas, permeabilitas dan kandungan mineral. Resistivitas (Tahanan Jenis) merupakan suatu besaran yang menunjukkan tingkat hambatan terhadap arus listrik dari suatu bahan, yang diberi simbol  $\rho$ . Hambatan listrik  $R$  suatu bahan berbanding lurus dengan panjang penghantar  $L$  berbanding terbalik dengan luas penampang  $A$  (Zohdy dkk, 1980)

Harga tahanan jenis batuan diperoleh dari persamaan berikut :

$$\rho = R \frac{A}{L} \tag{2.3}$$

Dari persamaan (2.2) dan persamaan (2.3) maka didapatkan persamaan baru menjadi

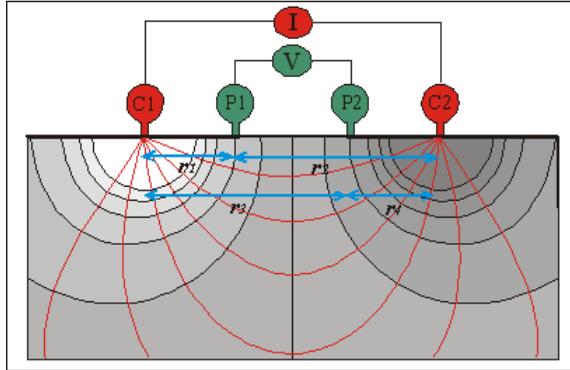
$$\rho = \frac{VA}{IL} \tag{2.4}$$



Gambar 2.5 Sumber arus tunggal di permukaan medium homogen isotropis. (Loke, 1999)

Pada model bumi yang berbentuk setengah bola homogen isotropis memiliki konduktivitas udara sama dengan nol. Dengan demikian arus  $I$  yang dialirkan melalui sebuah elektroda pada titik P di permukaan, akan tersebar ke semua arah dengan besar yang sama. Potensial di setiap titik yang berhubungan dengan sumber arus pada permukaan bumi yang homogen isotropis adalah

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \tag{2.5}$$



Gambar 2.6 Elektroda Arus dan Potensial dipermukaan bumi homogen isotropis. (Loke, 1999)

Pengukuran yang dilakukan dilapangan digunakan dua elektroda yang berfungsi untuk mengalirkan arus (C1 dan C2) dan beda potensialnya diukur antara dua titik dengan menggunakan dua elektroda potensial (P1 dan P2).

Dari Gambar 2.4 diperoleh persamaan untuk elektroda arus ganda pada permukaan medium.

Potensial di titik P1 dan P2 adalah

$$V_{P1} = \frac{1\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$V_{P2} = \frac{1\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \tag{2.6}$$

sehingga beda potensialnya adalah

$$\Delta V = V_{P1} - V_{P2}$$

$$\Delta V = \frac{1\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \tag{2.7}$$

atau dapat ditulis menjadi:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{2.8}$$

Sementara itu harga K ditunjukkan dalam persamaan sebagai berikut:

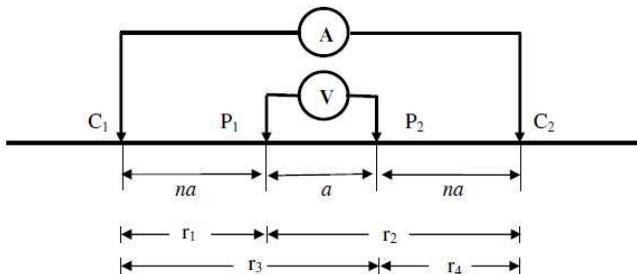
$$K = 2\pi \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \quad (2.9)$$

K adalah nilai besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus dan juga disebut faktor geometri.

## 2.6 Konfigurasi Wenner – Schlumberger

Metode konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan salah satu metode konfigurasi dalam geolistrik. Pada konfigurasi ini digunakan dua buah elektroda yang bertindak sebagai arus dan dua buah elektroda bertindak sebagai potensial (Satriani, 2011). Konfigurasi ini digunakan dalam eksplorasi yang sifatnya relatif dangkal. *Wenner-Schlumberger* adalah salah satu konfigurasi paling umum digunakan untuk survei resistivitas 2D. Kedalaman rata-rata pada konfigurasi ini 10% lebih besar dari konfigurasi Wenner. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* juga memiliki cakupan horizontal sedikit lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi Wenner. Cakupan Data horisontal sedikit lebih lebar dari konfigurasi Wenner, tapi lebih sempit dari data yang diperoleh konfigurasi dipole-dipole. Dengan demikian konfigurasi Wenner-Schlumberger saling menutupi kelemahan masing-masing konfigurasi. (Telford dkk., 1990)

Pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dalam memperoleh kedalaman yang lebih maka jarak antara elektroda P1-P2 ditingkatkan menjadi 2a dan pengukuran diulangi untuk n yang sama sampai pada elektroda terakhir, kemudian jarak antara elektroda P1-P2 ditingkatkan menjadi 3a, dan seterusnya. Konfigurasi ini tidak terlalu sensitif terhadap perubahan horizontal oleh sebab itu baik digunakan untuk survey kedalaman. Metode ini dapat digunakan untuk survey bidang gelincir, sungai bawah tanah dan geoteknik.



Gambar 2.7 Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. (Loke, 1999)

Gambar 2.7 menggambarkan susunan elektroda konfigurasi *wenner-schlumberger*. Konfigurasi ini memiliki aturan jarak spasi yang tetap dengan

faktor-n. Jika jarak elektroda potensial P1 dan P2 adalah maka jarak antar elektroda arus C1 dan C2 adalah  $2na+a$ .

Dari persamaan (2.9) dapat diperoleh nilai dari K yaitu :

$$K = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{na} - \frac{1}{a+na} \right) - \left( \frac{1}{a+na} - \frac{1}{na} \right) \right\}} \quad (2.10)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left( \frac{1}{na} - \frac{1}{a+na} - \frac{1}{a+na} + \frac{1}{na} \right)} \quad (2.11)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{na} + \frac{1}{na} \right) - \left( \frac{1}{a+na} + \frac{1}{a+na} \right) \right\}} \quad (2.12)$$

$$K = \frac{2(a+na) - (na)}{\pi na(a+na)} \quad (2.13)$$

$$K = \frac{(a+na-na)}{\pi na(a+na)} \quad (2.14)$$

$$K = \frac{\pi a^2 n + \pi n^2 a^2}{a} \quad (2.15)$$

$$K = \pi a n + \pi n^2 a \quad (2.16)$$

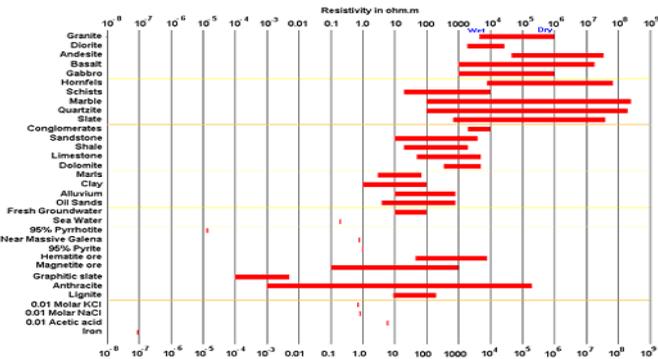
$$K = \pi a n(1 + n) \quad (2.17)$$

Persamaan faktor geometri berdasarkan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* didapat nilai faktor geometri yakni :

$$K = \pi a n(1 + n)$$

## 2.7 Nilai Resistivitas Batuan

Batuan memiliki kemampuan untuk menghantar arus maupun menahan arus yang mengalir. Untuk memudahkan untuk memudahkan dalam menentukan jenis batuan yang diukur, maka dibuat suatu rentang nilai resistivitas. Berikut adalah tabel nilai resistivitas batuan.

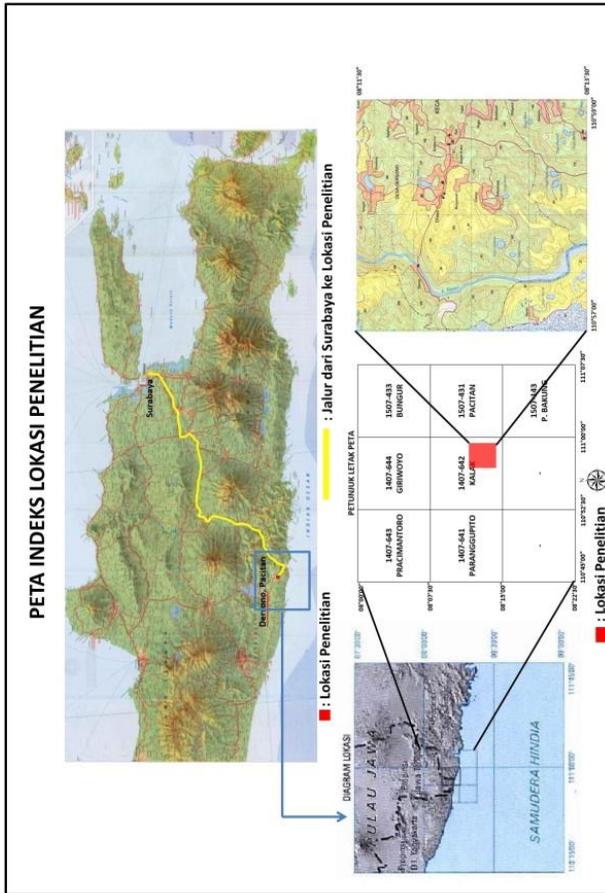


Gambar 2.8 Tabel nilai resistivitas batuan (Loke, 2012)

# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 20 sampai 25 Maret 2018. Lokasi penelitian di Desa Dersono, Kecamatan Pringku, Kabupaten Pacitan. Pada lokasi ini diduga terdapat aliran sungai bawah permukaan yang diindikasikan oleh adanya manifestasi lapangan berupa luweng (goa vertikal) antara lain Luweng Tanggung, luweng Winong, Luweng Tati dan luweng Jomblang.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Desa Dersono Kecamatan Pringku, Pacitan

### 3.2 Peralatan

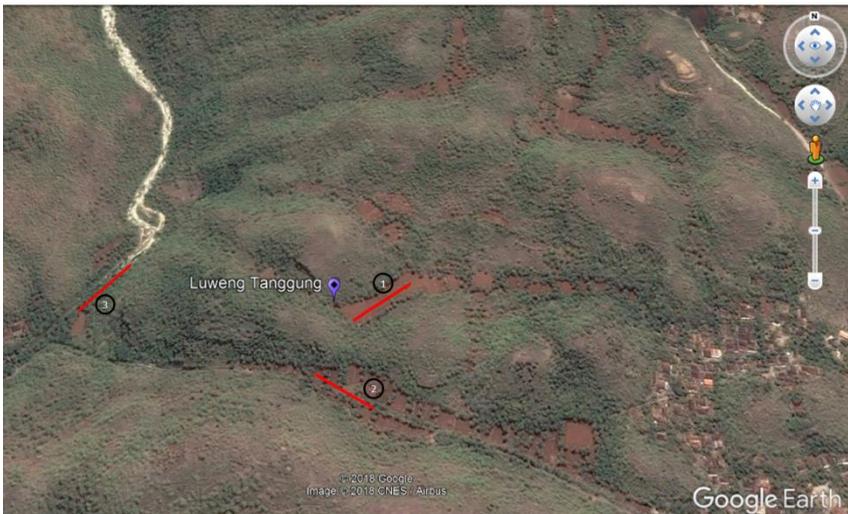
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- *Resistivity meter* EDAK
- Accumulator sebesar 12 V sebagai sumber tegangan
- Kabel rol sebanyak 4 buah
- Palu sebanyak 4 buah
- Rol meteran 100 meter sebanyak 2 buah
- Datasheet dan Alat Tulis
- Kompas Geologi
- *Global Positioning System* (GPS)
- Dua buah rol meteran
- Handy Talky sebanyak 2 buah

Software yang digunakan dalam pengolahan ini adalah :

- Notepad
- Microsoft Excel
- Google Map
- Res2divn

### 3.3 Desain Akuisisi



Gambar 3. 2 Desain Akuisisi lintasan 1, 2 dan 3



Gambar 3. 3 Desain Akuisisi Lintasan 4, 5 dan 6

Gambar 3.3 dan 3.4 menunjukkan desain akuisisi yang digunakan dalam penelitian. Desain akuisisi dibuat seperti pada gambar untuk mengover manifestasi luweng sehingga didapatkan pendugaan arah aliran sungai bawah permukaan. Pengukuran menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Berikut adalah penjelasan desain akuisisi setiap lintasan :

#### **Lintasan 1**

Berada di sebelah tenggara Luweng Tanggung. Panjang lintasan yang diukur sebesar 120 meter dengan jarak antar elektroda 2,5 meter. Arah lintasan Barat Daya – Timur Laut.

#### **Lintasan 2**

Berada di sebelah selatan Luweng Tanggung dekat jalan desa. Panjang lintasan yang diukur sebesar 96 meter dengan jarak antar elektroda 2 meter. Arah lintasan Barat Laut – Tenggara.

#### **Lintasan 3**

Panjang lintasan yang diukur sebesar 120 meter berada di sebelah timur Sungai Maron. Jarak antar elektroda adalah 2,5 meter. Arah lintasan Barat Daya – Timur Laut.

#### **Lintasan 4**

Panjang lintasan yang diukur sebesar 120 meter dengan jarak antar elektroda 2,5 meter. Arah lintasan Barat Daya – Timur Laut.

### **Lintasan 5**

Berada di sebelah tenggara Luweng Tati. Panjang lintasan yang diukur sebesar 96 meter dengan jarak antar elektroda 2 meter. Arah lintasan Barat Daya – Timur Laut. Terdapat beda ketinggian pada lintasan ini sebesar 15 meter, perbedaan ketinggian ini mulai elektroda ke satu sampai elektroda ke dua belas. Lokasi penelitian berada di kebun kacang.

### **Lintasan 6**

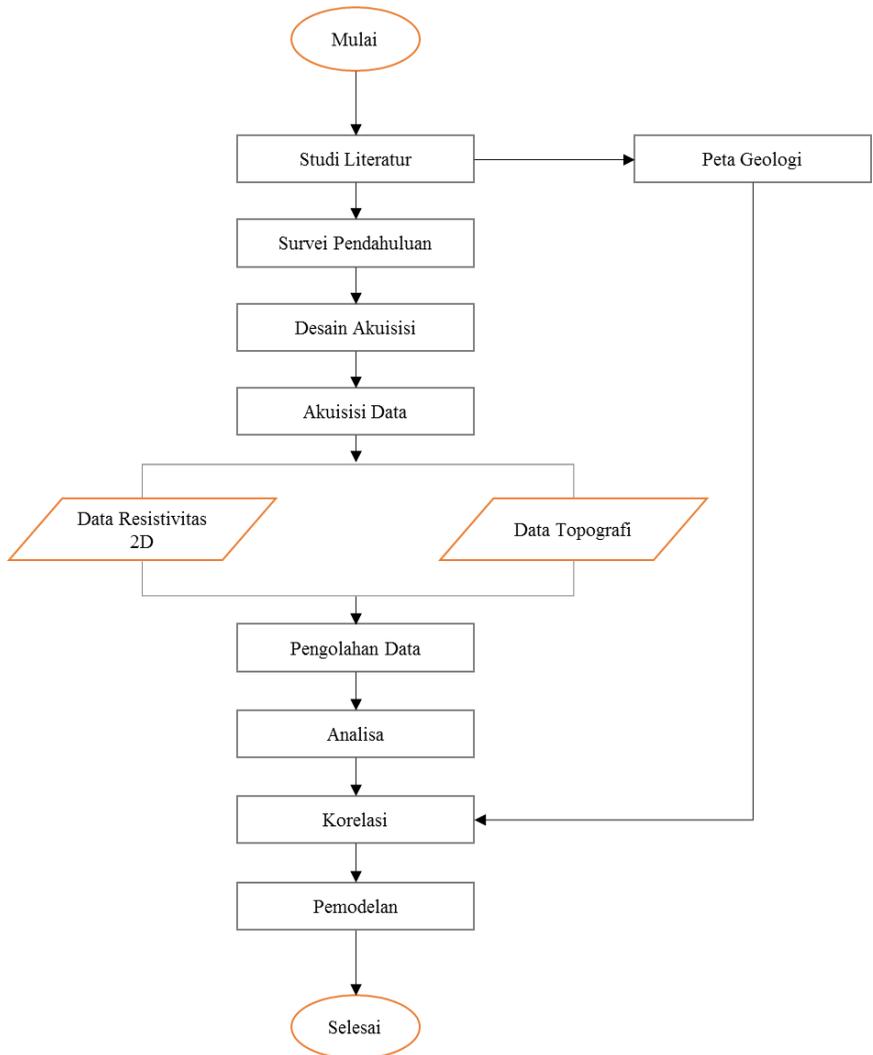
Berada di Timur Laut Luweng Winong dengan panjang lintasan yang diukur sebesar 120 meter dan jarak antar elektroda 2,5 meter. Arah lintasan Barat Laut – Tenggara. Lintasan ini digunakan untuk menduga arah aliran dari luweng Winong.

Tabel 3. 1 Koordinat dan elevasi lintasan pengukuran

No	Koordinat Awal		Koordinat Akhir		Elevasi (m)
L1	8°12'02.17" S	110°57'51.06"E	8°12'00.13" S	110°57'53.90"E	99
L2	8°12'05.11" S	110°57'49.29"T	8°12'06.66" S	110°57'51.95"T	112
L3	8°12'00.19" S	110°57'36.56"E	8°11'57.21" S	110°57'38.97"E	17
L4	8°12'17.50" S	110°58'31.20"E	8°12'16.53" S	110°58'34.63"E	111
L5	8°12'17.60" S	110°58'43.31"E	8°12'17.73" S	110°58'46.16"E	118
L6	8°12'26.85"S	110°58'28.08"T	8°12'29.76"S	110°58'30.57"T	100

Tabel 3.1 menunjukkan koordinat dari titik pengukuran yang berupa koordinat awal lintasan, koordinat akhir lintasan serta elevasi dari titik pengukuran. Informasi koordinat ini dapat digunakan untuk membuat pemodelan arah sungai bawah permukaan.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Tahapan Penelitian

- Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperoleh informasi daerah penelitian berupa data geologi dan hasil penelitian yang telah dilakukan terdahulu tentang metode resistivitas untuk mengetahui sungai bawah permukaan. Studi literatur yang digunakan yaitu berdasarkan hasil penelitian Mahasiswa Teknik Geofisika ITS 2013 di Desa Sekar, Kecamatan Donorejo, Kabupaten Pacitan serta beberapa penelitian terdahulu pada kawasan karst.

- Survei Pendahuluan

Survei Pendahuluan dilakukan untuk memperoleh gambaran lokasi penelitian secara langsung sebagai bahan acuan untuk menentukan lintasan pengambilan data. Dalam survei pendahuluan ini dilakukan untuk mencari manifestasi lapangan berupa luweng-luweng yang ada di lokasi penelitian sebagai bahan informasi sungai bawah permukaan. Survei pendahuluan dilakukan pada tanggal 19-21 Februari 2018.

- Desain Akuisisi

Informasi yang didapat saat survei pendahuluan digunakan untuk membuat desain akuisisi pengambilan data. Desain Akuisi dibuat disekitar manifestasi Luweng. Terdapat 6 titik pengukuran yang digunakan pada pengukuran ini. Lintasan 1, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 6 memiliki panjang lintasan 120 meter dengan spasi antar elektroda 2,5 meter dan lintasan 2, lintasan 5 memiliki panjang lintasan 96 meter dengan spasi antar elektroda 2 meter.

- Akuisisi Data

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan mengikuti desain akuisisi yang telah dibuat. Pengambilan data dimulai dari tanggal 21-25 Maret 2018. Pengambilan data menggunakan *Resistivity Meter* EDAK dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

- Pengolahan Data

Data hasil pengukuran lapangan dilakukan perhitungan nilai  $\rho$  (Resistivitas Semu). Selanjutnya dimasukkan dalam notepad sebagai input dalam pengolahan. Pengolahan data menggunakan *software Res2Divn* untuk mendapatkan pemodelan 2 dimensi peta lateral bawah permukaan bumi.

- Analisa Data

Menganalisa secara kualitatif dan kuantitatif anomali tiap penampang lintasan. Menginterpretasikan data hasil pengolahan berdasarkan litetur yang ada, informasi geologi, dan mengacu pada tabel resistivitas batuan yang ada.

- Pemodelan

Membuat pemodelan arah aliran sungai bawah permukaan berdasarkan analisa penampang 2D

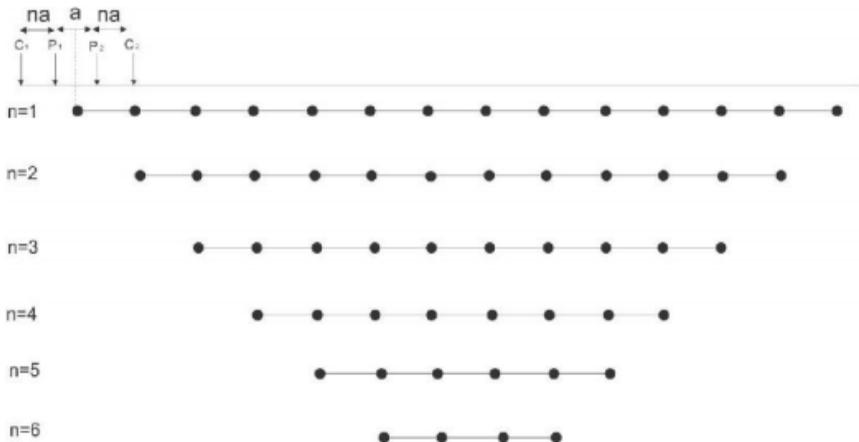
### 3.6 Pengambilan data

Pengambilan data di lapangan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Berdasarkan metode konfigurasi ini diperoleh data penelitian antara lain  $a$  (datum point),  $K$  (faktor geometri),  $n$  (perulangan),  $V$  (beda potensial),  $I$  (arus listrik), dan  $\rho$  (tahanan jenis). Lintasan pengukuran sebanyak 6 lintasan dengan panjang bentangan 120 meter dengan spasi antar elektroda 2,5 meter pada lintasan 1, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 6 dan panjang bentangan 96 meter dengan spasi 2 meter pada lintasan 2 dan lintasan 5.

Tabel 3. 2 Data hasil pengukuran pada lintasan 1

Datum	Beda Potensial (mV)	Kuat Arus (mA)	Resistivitas Semu
1	379	375.2	142200.8
2	282.4	306	86414.4
3	274.4	341.9	93817.36
4	258.4	359.7	92946.48
5	255.6	344.2	87977.52

Pengukuran geolistrik menggunakan 4 buah elektroda  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $P_1$  dan  $P_2$ . Elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  sebagai elektroda arus sedangkan  $P_1$  dan  $P_2$  sebagai elektroda potensial.



Gambar 3. 5 Sebaran data Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. (Karunia, 2012)

### 3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut adalah jadwal Pelaksanaan Penelitian yang telah dilakukan :

No	Kegiatan	Rincian Kegiatan	Februari				Maret				April				Mei				Juni		Output
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1	Studi Awal	Studi Literatur																			Informasi penelitian yang pernah dilakukan terdahulu, metode yang akan digunakan
		Studi Geologi																			
2	Pra Akuisisi	Survei Lapangan																			Truk Pengambilan data
		Desain Akuisisi																			
3	Akuisisi Data	Pengambilan data																		Data Resistivitas di lapangan	
4	Pengolahan	Quality Control Data																		Data Resistivitas Semu ( <i>Apparent Resistivity</i> )	
		Pengolahan Data																			Penampang 2D tiap lintasan
5	Interpretasi	Analisa Data																		Analisa anomali penampang 2D	
		Korelasi Data																			Gabungan antar lintasan
6	Penulisan Laporan	Pemodelan																		Foto aliran sungai bawah permukaan	
																					Laporan Tugas Akhir

Gambar 3. 6 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

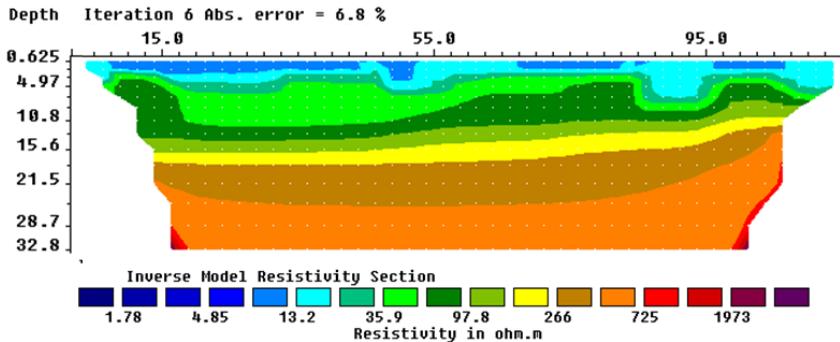
### 4.1 Analisa Data

Pengolahan Resistivitas 2D hasil inversi menghasilkan penampang 2D dengan indikator warna sebagai nilai resistivitas. Data ini dianalisis sesuai geologi dan data pendukung. Rentang nilai resistivitas batuan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian terdahulu pada daerah karst adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Referensi rentang nilai resistivitas batuan. (Naufaldi dkk., 2017)

<b>Litologi</b>	<b>Resistivitas (Ohm.m)</b>
<i>Top Soil</i>	0-20
Karbonat Terumbu	20-250
Karbonat Masif	250-1000
Gua penuh air	0-20
Gua setengah kosong	50-100
Gua kosong	>1000

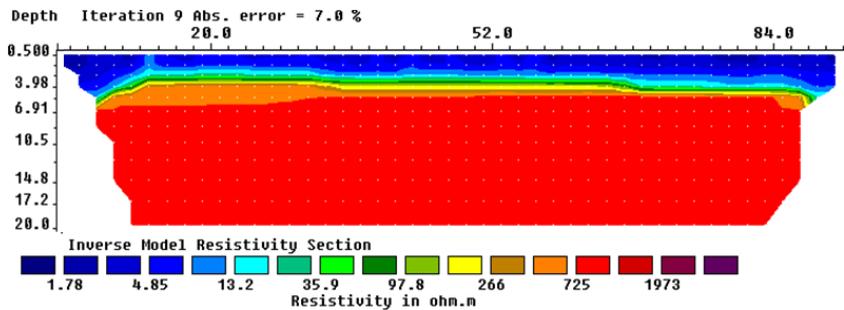
Tabel 4.1 menunjukkan referensi nilai resistivitas yang digunakan untuk interpretasi penampang 2D. Target yang dicari dalam penelitian adalah sungai bawah permukaan yang dapat juga dikatakan sebagai gua penuh air. Gua penuh air memiliki nilai resistivitas yang kecil dan berada diantara batuan karbonat. Adanya sungai bawah permukaan dapat juga dianalisa dari adanya gua kosong sebagai lorong/saluran gua dengan nilai resistivitas yang tinggi. Penampang 2D masing-masing lintasan dianalisa seperti berikut :



Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas Lintasan 1 dengan arah Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter

Hasil inversi menunjukkan nilai resistivitas yang sebenarnya yang berbeda dengan nilai resistivitas semu hasil perhitungan. Presentasi kesalahan antara nilai resistivitas semu hasil pemodelan dengan nilai resistivitas bawah permukaan sebenarnya ditampilkan pada nilai Absolute Error. Absolute error pada hasil inversi ini sebesar 6,8 %, menunjukkan bahwa variasi resistivitas bawah permukaan dan sistem pelapisan batuan bawah permukaan hasil inversi sesuai dengan perkiraan kondisi geologi lokasi penelitian. Hasil inversi lintasan 1 menunjukkan kedalaman hingga 32 meter dan terdapat beberapa lapisan batuan penyusunnya.

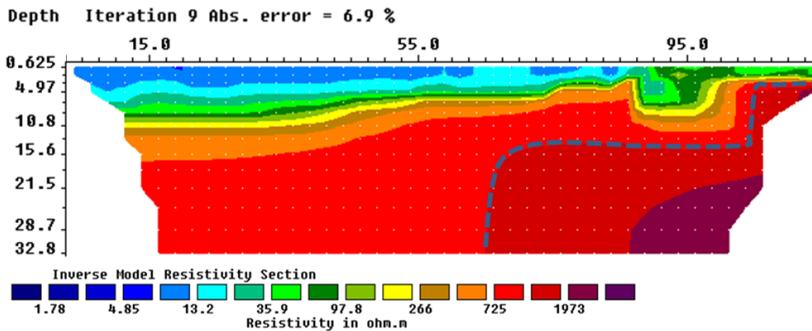
Gambar 4.1 merupakan penampang hasil inversi pada lintasan 1. Gambar tersebut menunjukkan pada lapisan pertama dilapisi oleh *top soil* dengan kedalaman 0-4 meter dan nilai resistivitas antara 1.78-20 Ohm.m . Pada kedalaman 4-16 meter diindikasikan sebagai batuan karbonat terumbu dengan nilai resistivitas 35,9-250 Ohm.m. Lapisan ketiga diindikasikan sebagai batuan karbonat masif dengan nilai resistivitas antara 266-1000 Ohm.m terlihat pada kedalaman 16-32 meter Hasil penampang lintasan 1 terlihat tidak menunjukkan anomali sungai bawah permukaan.



Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas Lintasan 2 dengan arah bentangan Barat Laut – Tenggara, panjang 96 meter, spasi elektroda 2 meter

Hasil inversi pengolahan data menunjukkan kedalaman yang didapatkan sebesar 20 meter dan terbagi kedalam beberapa lapisan batuan penyusun. Nilai Absolute error pada hasil inversi lintasan 2 cukup kecil yaitu sebesar 7 % menunjukkan bahwa adanya kesesuaian variasi resistivitas bawah permukaan dan sistem pelapisan batuan bawah permukaan hasil inversi dengan perkiraan kondisi geologi lokasi penelitian.

Gambar 4.2 menunjukkan penampang 2D lintasan 2, pada kedalaman 0-4 meter dibawah permukaan dilapisi *top soil* dengan nilai resistivitas 1,78-20 Ohm.m. Lapisan batuan tipis melapisi dibawah *top soil* mulai kedalaman 4-5 meter dengan nilai resistivitas 35,9-250 Ohm.m diindikasikan sebagai karbonat terumbu. Pada kedalaman antara 5-20 meter diindikasikan sebagai batuan karbonat masif dengan nilai resistivitas antara 266-1000 Ohm.m. Pada lintasan ini tidak ditemukan sungai bawah permukaan.

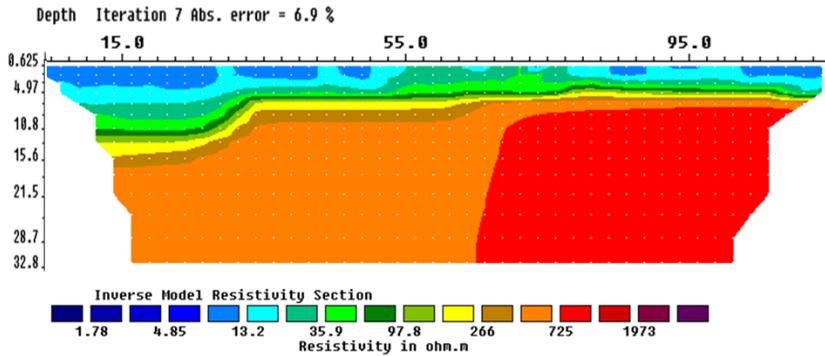


Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Lintasan 3 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi 2,5 meter

Hasil inversi pengolahan data menunjukkan kedalaman hingga 32 meter dan terbagi dalam beberapa lapisan batuan penyusun. Nilai Absolute error pada hasil inversi intasan 3 sebesar 6,9 % menunjukkan bahwa adanya kesesuaian variasi resistivitas bawah permukaan dan sistem pelapisan batuan bawah permukaan hasil inversi dengan perkiraan kondisi geologi lokasi penelitian.

Gambar 4.3 menunjukkan penampang hasil inversi pada lapisan 3. Pada jarak 0-80 meter dilapisi *top soil* dengan kedalaman 6 meter. Batuan karbonat melapisi dibawah *top soil* mulai kedalaman 6-11 meter dengan nilai resistivitas 35,9-250 Ohmmeter. Batuan karbonat masif dijumpai pada kedalaman 11-30 meter dengan nilai resistivitas 266-1000 Ohmmeter.

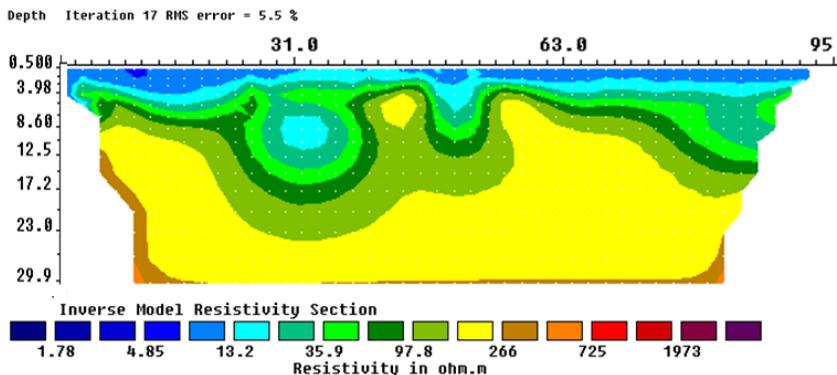
Terdapat anomali yang berjarak 65-110 meter dari pusat bentangan mulai dari kedalaman 20 meter dengan nilai resistivitas 1973-3000 Ohmmeter diindikasikan sebagai batuan karbonat penutup gua. Sehingga pendugaan lapisan ini merupakan gua kosong.



Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Lintasan 4 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter.

Hasil inversi pengolahan data diperoleh kedalaman hingga 33 meter dan terbagi menjadi beberapa lapisan batuan penyusun berdasarkan nilai resistivitas. Nilai Absolute error pada hasil inversi lintasan 4 sebesar 6,9 % menunjukkan bahwa variasi resistivitas bawah permukaan dan sistem pelapisan batuan bawah permukaan hasil inversi sesuai dengan perkiraan kondisi geologi lokasi penelitian.

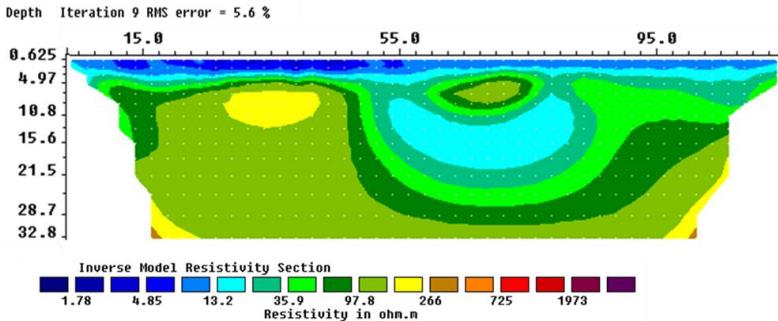
Gambar 4.4 menunjukkan penampang hasil inversi pada lintasan 4. Lapisan pertama diindikasikan sebagai *top soil* dengan kedalaman 0-9 meter yang berjarak 0-55 meter dari pusat bentangan. Lapisan batuan dengan nilai resistivitas 35,9-250 Ohm.m melapisi dibawah *top soil* mulai kedalaman 9-14 meter diindikasikan sebagai batuan karbonat terumbu. Lapisan dibawahnya pada kedalaman 14-32 meter dengan nilai resistivitas 266-1000 sebagai batuan karbonat masif. Hasil inversi pada lintasan 4 tidak menunjukkan adanya sungai bawah permukaan.



Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas Lintasan 5 dengan arah bentangan Barat Daya – Timur Laut, panjang 96 meter dan spasi elektroda 2 meter.

Hasil inversi pengolahan data diperoleh kedalaman hingga 30 meter dan terdapat beberapa lapisan batuan penyusun. Nilai RMS error pada hasil inversi lintasan 5 sebesar 5,5 % menunjukkan bahwa kondisi bawah permukaan yang didapatkan mendekati kondisi sebenarnya.

Gambar 4.5 menunjukkan penampang hasil inversi pada lintasan 5. Lapisan *top soil* melapisi permukaan mulai dari kedalaman 0-4 meter. Zona anomali ditemukan pada jarak 30-32 meter dari pusat bentangan dengan kedalaman 7-11 meter dibawah permukaan. Anomali tersebut memiliki nilai resistivitas 13,2-20 Ohm.m yang diindikasikan sebagai gua penuh air atau sungai bawa permukaan. Zona anomali ini dikelilingi oleh batuan karbonat terumbu dengan nilai resistivitas 35,9-266 Ohm.m.



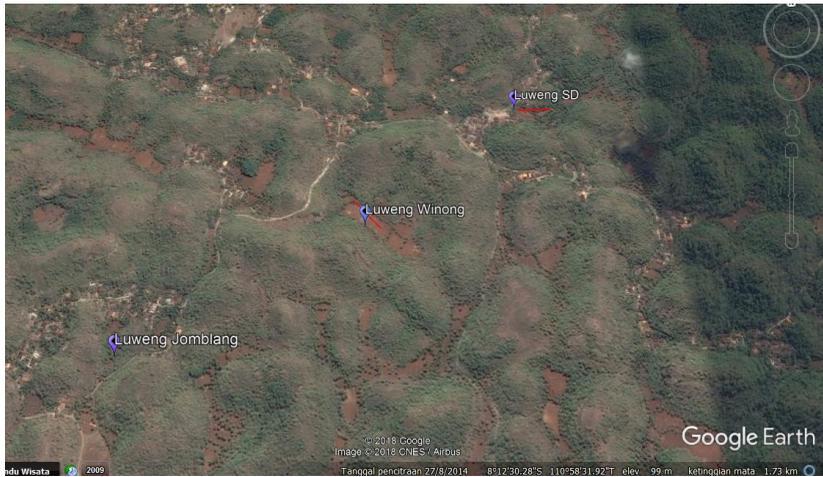
Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Lintasan 6 dengan arah bentangan Barat Laut – Tenggara, panjang 120 meter dan spasi elektroda 2,5 meter

Hasil inversi pengolahan data diperoleh kedalaman hingga 33 meter dan terbagi dalam beberapa lapisan batuan penyusun. Nilai RMS error pada hasil inversi lintasan 6 sebesar 5,6 % menunjukkan bahwa variasi resistivitas bawah permukaan dan sistem pelapisan batuan bawah permukaan hasil inversi sesuai dengan perkiraan kondisi geologi lokasi penelitian.

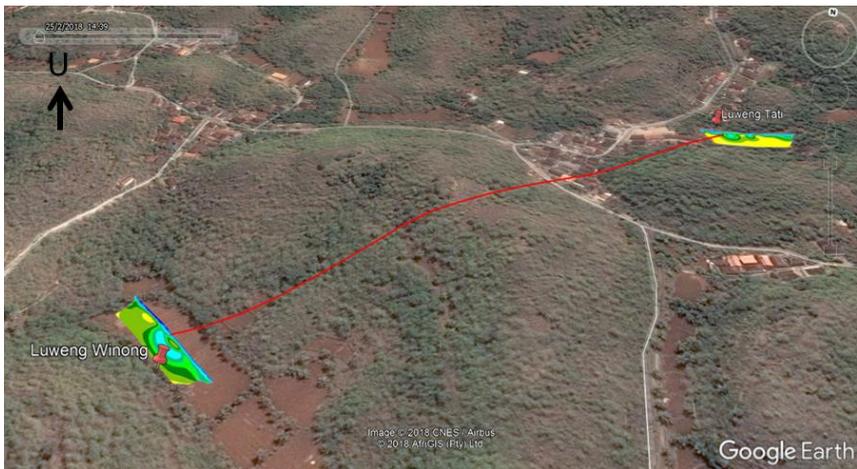
Gambar 4.6 menunjukkan penampang hasil inversi lintasan 6. Lapisan *top soil* melapisi permukaan mulai dari kedalaman 0-4 meter. Adanya zonanomali dengan nilai resistivitas 13,2-20 Ohmmeter yang terlihat pada jarak 54-70 meter dari pusat bentangan dengan kedalaman 6-20 meter. Anomali ini diindikasikan sebagai sungai bawah permukaan. Batuan karbonat terumbu mengelilingi zona anomali sampai pada kedalaman 32 meter dengan nilai resistivitas 35,9-250 Ohm.m.

#### 4.2 Pemodelan Arah Aliran Sungai Bawah Permukaan

Pemodelan data resistivitas 2D digunakan untuk mengidentifikasi pola aliran sungai bawah permukaan. Pola aliran sungai bawah permukaan dibuat berdasarkan analisa penampang 2D hasil inversi sesuai target yang diinginkan kemudian ditempatkan sesuai dengan koordinatnya. Dari hasil analisa diindikasikan dua lintasan yang menunjukkan sungai bawah permukaan yaitu pada lintasan 5 dan lintasan 6.



Gambar 4. 7 Lokasi Luweng



Gambar 4. 8 Korelasi antar lintasan

Gambar 4.8 menunjukkan korelasi antara lintasan 5 dan lintasan 6. Korelasi ini menunjukkan pendugaan aliran sungai bawah permukaan kearah Timur Laut – Barat Daya dan sesuai dengan keberadaan manifestasi Luweng. Dan adanya perbedaan elevasi dari kedua lokasi dapat menunjukkan bahwa ada indikasi aliran sungai bawah permukaan dari Luweng Tati menuju Luweng Winong.

### 4.3 Pembahasan

Hasil analisa menunjukkan dominasi batuan karbonat yang melapisi bawah permukaan pada lokasi penelitian yang sesuai dengan geologi yang ada. Hasil interpretasi lintasan 1, 2 dan 4 menunjukkan litologi batuan karbonat masif yang dilapisi oleh *top soil*. Kondisi lingkungan pengukuran berada di lahan persawahan yang terletak diantara bukit karst. Pada lintasan ini tidak menunjukkan adanya sungai bawah permukaan.

Hasil interpretasi lintasan 3 menunjukkan bahwa lapisan batuan karbonat ini membentuk anomali batuan yang kedap air yang berbentuk lorong. Batuan ini diduga merupakan batuan penudung atau batuan *capsrock* dari struktur sungai bawah permukaan. Sehingga lapisan ini diindikasikan adanya sistem sungai bawah tanah berupa rongga/lorong sungai bawah tanah.

Lintasan 5 dan lintasan 6 menunjukkan adanya sungai bawah permukaan dengan nilai resistivitas 13,6-20 Ohmmeter. Dapat dikatakan bahwa pada lokasi ini terdapat zona lemah yang menyebabkan air langsung masuk melalui celah – celah dan melarutkan batuan selama kurun waktu yang lama sehingga membentuk sungai bawah permukaan. Terbentuknya sungai bawah permukaan dapat terjadi karena adanya proses karstifikasi. Berdasarkan teori pembentukannya, sungai bawah permukaan kawasan karst desa dersono masuk dalam teori vadose yang mana proses pembentukannya terjadi diatas muka air tanah.

Hasil analisa petrofisik menunjukkan bahwa proses karstifikasi pada lokasi penelitian berkembang baik dengan nilai porositas batuan yang tinggi. Proses karstifikasi ini dapat terjadi karena batuan karbonat pada lokasi penelitian mudah larut dan mengandung kalsit cukup tinggi. Ketebalan lapisan batuan karbonat juga mempengaruhi proses karstifikasi serta curah hujan yang cukup besar menyebabkan proses pelarutan pada batuan karbonat semakin cepat.

Identifikasi arah sungai bawah permukaan berdasarkan hasil pemodelan menunjukan bahwa sungai bawah permukaan pada lokasi penelitian diduga memiliki aliran yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Aliran sungai bawah permukaan yang berasal dari Luweng Tati diduga mengalir kearah Timur Laut–Barat Daya menuju Luweng Winong. Pendugaan ini muncul karena adanya perbedaan elevasi dari kedua lokasi luweng dan struktur geologi daerah penelitian yang menunjukkan adanya sesar dengan arah Timur Laut–Barat Daya. Sesar tersebut dapat diindikasikan mengontrol kemenerusan sungai bawah permukaan. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian yang ditunjukkan pada gambar 4.2 tampak adanya sesar Barong yang memiliki orientasi arah Timur Laut-Barat Daya sesuai dengan pendugaan arah aliran sungai bawah permukaan pada kedua lokasi. Arah aliran sungai bawah

permukaan ini dapat dikatakan terkontrol oleh adanya sesar Barong yang terletak disebelah timur daerah penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan dan interpretasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sungai bawah permukaan di Desa Dersono, Kecamatan Pringkuku Kabupaten Pacitan diindikasikan berada pada kedalaman 6 sampai 16 meter dengan nilai resistivitas 13,2 – 20 Ohm meter.
2. Indikasi arah sungai bawah permukaan dari Luweng Tati sampai Luweng Winong masih dikontrol oleh Sesar Barong yang berarah Timur Laut-Barat Daya

### **5.2 Saran**

Penelitian dilakukan dengan panjang lintasan yang lebih panjang, agar didapat kedalaman dan cakupan area yang lebih dalam dan luas.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliyan, A. Silmi. (2018), *Identifikasi Kontrol Struktur Geologi Terhadap Pola Aliran Sungai Bawah Permukaan Di Kecamatan Pringkuku, Kabupaten Pacitan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Andriyani, Satuti. (2011), *Metode geolistrik imaging konfigurasi Dipole-dipole digunakan untuk penelusuran sistem sungai bawah tanah pada kawasan karst di Pacitan, Jawa Timur*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Bogli. (1980), *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer-Verlag
- Dwiharto, Fauzan, Purwanto, M Singgih. (2017), *Penerapan Metode Resistivitas 2D untuk Identifikasi Bawah Permukaan Situs Maelang Banyuwangi Jawa Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ford, D. dan Williams, P. (2013), *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. London : Chapman and Hall
- Handayani, A. (2009), *Analisis Potensi Sungai Bawah Tanah di Gua Seropan dan Gua Semuluh untuk Pendataan Sumber Daya Air Kawasan Karst di Kecamatan Semanu, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*, Universitas Sebelas Maret.
- Haryono, E. dan Adji, T.N. (2004), *Bahan Ajar Geomorfologi dan Hidrologi Karst*, Universitas Gadjah Mada.
- Haryono, E., Barianto, D.H., Cahyadi, A., Mada, U.G. dan Pendahuluan, I. (2017), *Hidrogeologi Kawasan Karst Gunung Sewu*, 2017 Ed., Pekan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT PAAD), Yogyakarta.
- Karunia, D.N. (2012), *Identifikasi Pola Aliran Sungai Bawah Permukaan Di Daerah Muda, Gebangharo, Pracimantoro Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger*, Universitas Sebelas Maret.
- Loke, M.H. (1999), *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies, A practical guide to 2-D and 3-D surveys.*
- Naufaldi, F., Hilyah, A., B, A.S., Geofisika, D.T., Teknik, F., Lingkungan, S. dan Sepuluh, I.T. (2017), *Identifikasi sungai bawah permukaan menggunakan metode resistivitas 2d di kawasan karst pacitan*, hal. 1–4.
- Samodra, H. & Gafoer., (1992), *Peta Geologi Lembar Pacitan*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Samodra, H., (2001), *Nilai Strategiskawasan karst di Indonesia dan usaha pengelolannya secara berkelanjutan s.1. : IAGI*
- Surono, BT, Sudarno i dan Wiryosujono S., (1992), *Geologi of Surakarta*. Giritontro
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. (1990), *Applied Geophysic*. Cambridge : Cambridge University Press
- Taslim, Ivan., (2017), *Pemodelan Saluran Sungai Bawah Tanah Goa Saleh pada Morfologi Karst Daerah Pattunuangasue Kabupaten Maros*

*Menggunakan Metode Geolistrik.* Universitas Muhammadiyah Gorontalo  
Van Bemmelen, R.W. (1949), *The Geology of Indonesia. General Geology of  
Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Government Printing Office.  
[www.bppspam.com](http://www.bppspam.com) diakses pada 20 Januari 2018 pukul 11.04 WIB

## LAMPIRAN



Lokasi Pengambilan data di Luweng Tati



Lokasi Luweng Tanggung





Pengambilan data

# Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan beberapa software komputer antara lain Microsoft Excel yang digunakan untuk perhitungan data dari lapangan, notepad untuk input data, dan Res2divn untuk pengolahan data sehingga menghasilkan penampang 2D.

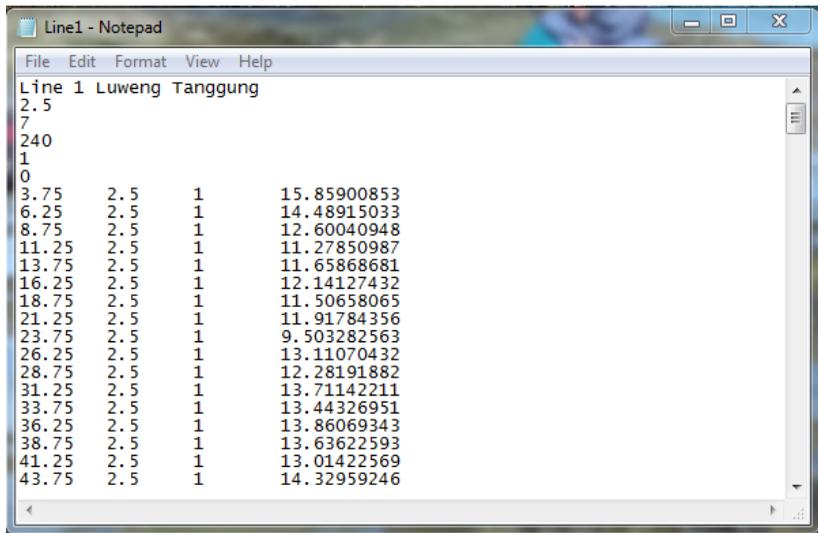
Langkah pengolahan data resistivitas adalah sebagai berikut :

- Data hasil pengukuran dari lapangan yang berupa nilai Beda Potensial (V) dan Kuat Arus (I) diolah dengan menggunakan Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai Resistansi (R), faktor Geometri (K), dan nilai Resistivitas semu ( $\rho$ ).

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2	No	nomor meter				nomor channel				phi	point	spasi	V(mv)	I(mA)	R	K	Rho		
3	n	A	M	N	B	A	M	N	B										
4	2	1	2.5	5	7.5	10	2	3	4	5	3.14	6.25	2.5	282.4	306	0.922876	15.7	14.88915	
5	3	1	5	7.5	10	12.5	3	4	5	6	3.14	8.75	2.5	274.4	341.9	0.802574	15.7	12.60041	
6	4	1	7.5	10	12.5	15	4	5	6	7	3.14	11.25	2.5	258.4	359.7	0.718376	15.7	11.27851	
7	5	1	10	12.5	15	17.5	5	6	7	8	3.14	13.75	2.5	255.6	344.2	0.742592	15.7	11.65869	
8	6	1	12.5	15	17.5	20	6	7	8	9	3.14	16.25	2.5	274.3	354.7	0.77333	15.7	12.14127	
9	7	1	15	17.5	20	22.5	7	8	9	10	3.14	18.75	2.5	227.2	310	0.732903	15.7	11.50658	
10	8	1	17.5	20	22.5	25	8	9	10	11	3.14	21.25	2.5	279.5	368.2	0.759098	15.7	11.91794	
11	9	1	20	22.5	25	27.5	9	10	11	12	3.14	23.75	2.5	230.5	380.8	0.695305	15.7	9.503283	
12	10	1	22.5	25	27.5	30	10	11	12	13	3.14	26.25	2.5	239.5	386.8	0.835077	15.7	13.11107	
13	11	1	25	27.5	30	32.5	11	12	13	14	3.14	28.75	2.5	212	271	0.782388	15.7	12.28192	
14	12	1	27.5	30	32.5	35	12	13	14	15	3.14	31.25	2.5	308.9	353.7	0.873339	15.7	13.71142	
15	13	1	30	32.5	35	37.5	13	14	15	16	3.14	33.75	2.5	290.7	339.5	0.856239	15.7	13.44327	
16	14	1	32.5	35	37.5	40	14	15	16	17	3.14	36.25	2.5	241.9	274	0.882847	15.7	13.86069	
17	15	1	35	37.5	40	42.5	15	16	17	18	3.14	38.75	2.5	338.3	389.5	0.868549	15.7	13.63623	
18	16	1	37.5	40	42.5	45	16	17	18	19	3.14	41.25	2.5	276.2	333.2	0.828932	15.7	13.01423	
19	17	1	40	42.5	45	47.5	17	18	19	20	3.14	43.75	2.5	300.1	328.8	0.912713	15.7	14.32959	
20	18	1	42.5	45	47.5	50	18	19	20	21	3.14	46.25	2.5	296.3	350.9	0.8444	15.7	13.25708	
21	19	1	45	47.5	50	52.5	19	20	21	22	3.14	48.75	2.5	324.3	332.3	0.975925	15.7	15.32203	
22	20	1	47.5	50	52.5	55	20	21	22	23	3.14	51.25	2.5	304.2	304.8	0.988031	15.7	15.66909	
23	21	1	50	52.5	55	57.5	21	22	23	24	3.14	53.75	2.5	287.2	287.9	0.997569	15.7	15.86183	
24	22	1	52.5	55	57.5	60	22	23	24	25	3.14	56.25	2.5	328.6	306.6	1.071755	15.7	16.82655	
25	23	1	55	57.5	60	62.5	23	24	25	26	3.14	58.75	2.5	383.3	388.6	0.986361	15.7	15.48587	

Gambar 1 Perhitungan nilai  $\rho$  dengan menggunakan excel

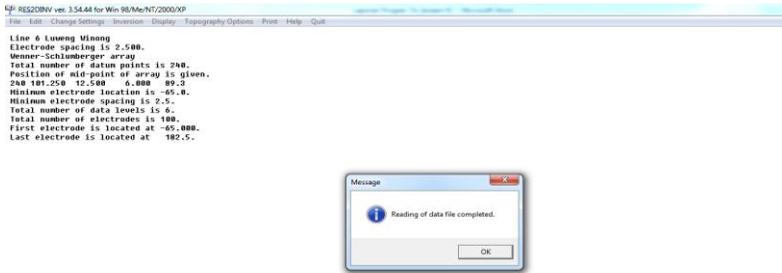
- Dari perhitungan nilai  $\rho$  , kemudian dibuat input data dengan menggunakan notepad. Input data pada notepad seperti pada gambar dibawah ini



**Gambar 3. 7 Input Data Resistivitas Semu**

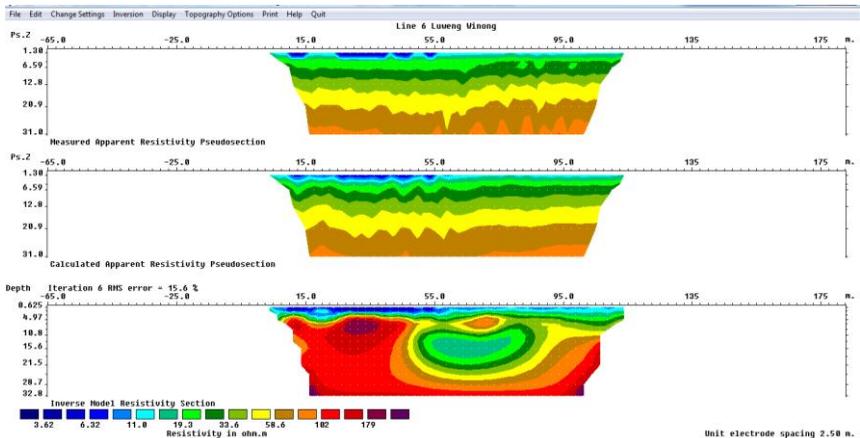
Pada baris pertama nama data, baris kedua spasi antar elektroda, baris ketiga kode konfigurasi yang digunakan (7 untuk *wenner-schlumberger*), baris keempat jumlah data, baris kelima ketik 1 jika titik tengah diketahui, baris keenam ketik 0 untuk resistivitas, baris ketujuh data (untuk *wenner-schlumberger* 4 kolom dengan kolom 1: Titik tengah, Kolom 2 : Spasi, Kolom 3: Variasi n, Kolom 4 : Harga Resistivitas semu), dan ketik angka 0 sebanyak 7 kali. Dan simpat dalam bentuk (*.dat*).

- Input data dari notepad kedalam software *Res2divn*. Pilih file, lalu pilih read data, Pilih data yang akan diolah yaitu data dalam format (*.dat*). Akan muncul tampilan seperti dibawah ini



Gambar 2 Input data pada software Res2divn

- Pilih menu inversion pilih *Use Combined Inversion Method* dan pilih yes, lalu klik *Least Square Inversion* tunggu hingga proses selesai. Maka akan muncul penampang resistivitas 2D seperti berikut.

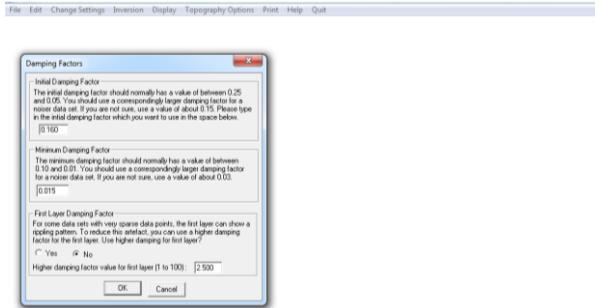


Gambar 3. 8 Penampang 2D inversi Res2divn

Apabila nilai error masih diatas 10 %, dapat dilakukan inversi kembali. Namun apabila penurunan error masih kurang dapat dilakukan dengan beberapa cara.

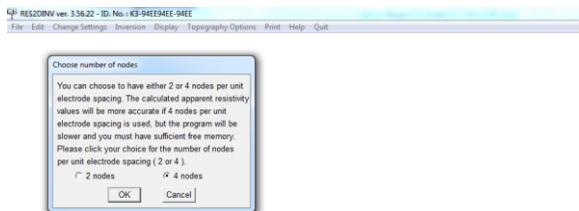
- Pengurangan Noise dengan Damping Factor

Pengurangan error dapat dilakukan dengan merubah beberapa pengaturan misal pilih menu change settings akan terdapat beberapa menu. Misal pilih inversion damping parameters->damping factors. Untuk data yang banyak noise harus diberi damping factor yang lebih besar.



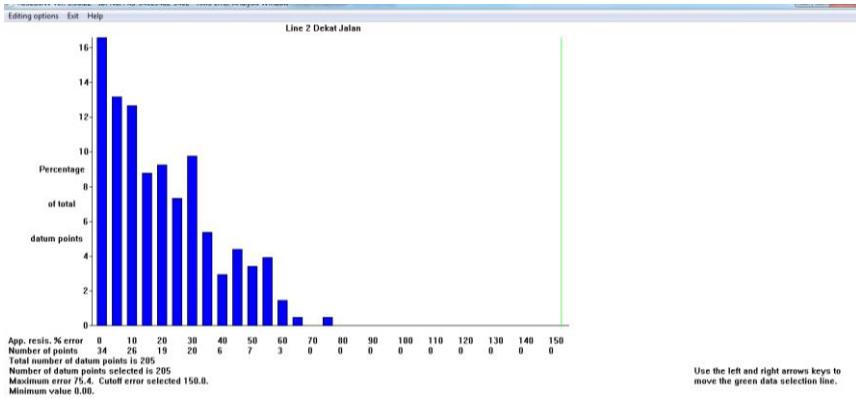
**Gambar 3 Pengaturan Damping Faktor**

Dapat juga mengatur parameter mesh seperti pada gambar di atas. Pilih 4 nodes untuk meningkatkan hasil processing data dimana pada resistivitas yang kontras akan menghasilkan hasil yang lebih jelas.



**Gambar 4 Pengaturan dengan Mesh Parameter**

- Pengurang Error dengan RMS Error Statistics  
 Selain itu cara lainnya adalah pada menu display lalu edit data->RMS error statistic yang menunjukkan destribusi nilai persen error terhadap jumlah data. Cara mengeditnya adalah menggeser kursor kanan –kiri untuk memilih data yang dihapus karena error nya sangat besar, lalu pilih exit selanjutnya save.



**Gambar 5 Pengaturan RMS Error**

## PROFIL PENULIS



Penulis bernama Isnaeni Nurfitriana lahir di Bojonegoro, 18 Februari 1996. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Pendidikan formal dimulai di SD Negeri 1 Sidobandung (2002-2008), melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Balen (2008-2011), kemudian SMA Negeri 1 Bojonegoro (2011-2014) dan sekarang menempuh pendidikan di Departemen Teknik Geofisika ITS mulai tahun 2014. Penulis aktif dalam organisasi antara lain sebagai Sekretaris Departemen Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ITS periode 2015-2016 dan sebagai Sekretaris Departemen Dalam Negeri Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ITS Kabinet Eksplorasi periode 2016-2017. Serta sebagai staff dalam Keluarga Muslim Teknik Geofisika Al-Ardh periode 2016/2017. Penulis pernah aktif dalam kepanitian sebagai Koordinator Sie Kestari dalam acara Geosphere 2016 di ITS, panitia Kelas Inspirasi Kebumian 2016 di Jombang, serta sebagai panitia dalam Tour de Surabaya 2017 di Tugu Pahlawan oleh HMTG ITS, Anggota Sie Kestari dalam acara Geosphere 2017. Penulis mempunyai pengalaman Kerja Praktek di Pusat Vulkanologi, Mitigasi dan Bencana Geologi, Bandung. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email [fitrianaisna17@gmail.com](mailto:fitrianaisna17@gmail.com).

**Halaman ini sengaja dikosongkan**