



TUGAS AKHIR - RF-141501

**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS MAELANG DUSUN
MAELANG DESA WATUKEBO KELURAHAN BAJULMATI
KECAMATAN WONGSOREJO KABUPATEN BANYUWANGI
DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D**

**MOCH. FAUZAN DWIHARTO
NRP. 3713 100 037**

**Dosen Pembimbing :
M.Singgih Purwanto, S.Si.,MT
NIP. 19800916 200912 1 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



TUGAS AKHIR - RF-141501

**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS MAELANG DUSUN
MAELANG DESA WATUKEBO KELURAHAN BAJULMATI
KECAMATAN WONGSOREJO KABUPATEN BANYUWANGI
DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D**

MOCH. FAUZAN DWIHARTO
NRP. 3713 100 037

Dosen Pembimbing :
M.Singgih Purwanto, S.Si.,MT
NIP. 19800916 200912 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



UNDERGRADUATE THESIS - RF-141501

**IDENTIFICATION OF SUBSURFACE AREA IN MAELANG SITES
A WATUKEBO VILLAGE BAJULMATI SUB DISTRICT
WONGSOREJO DISTRICT BANYUWANGI CITY WITH 2D
RESISTIVITY METHOD**

**MOCH. FAUZAN DWIHARTO
NRP. 3713 100 037**

**Supervisor:
M.Singgih Purwanto, S.Si.,MT
NIP. 19800916 200912 1 002**

**GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

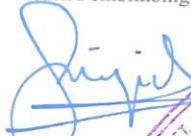
**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS MAELANG DUSUN
MAELANG DESA WATUKEBO KELURAHAN BAJULMATI
KECAMATAN WONGSOREJO KABUPATEN BANYUWANGI
DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada
Departemen Teknik Geofisika
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 17 Juli 2017

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



M. Singgih Purwanto, S.Si, MT
NIP. 19800916 200910 1002

Mengetahui,
Kepala Laboratorium
Geofisika Teknik dan Lingkungan



Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si
NIP. 19591010 198803 1 002



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini yang tercantum secara sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **Identifikasi Bawah Permukaan Situs Maelang Dusun Maelang Desa Watukebo Kelurahan Bajulmati Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Dengan Metode Resistivitas 2D** 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.

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

Surabaya, 17 Juli 2017

Moch. Fauzan Dwiharto
NRP. 3713100037

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS MAELANG DUSUN
MAELANG DESA WATUKEBO KELURAHAN BAJULMATI
KECAMATAN WONGSOREJO KABUPATEN BANYUWANGI
DENGAN METODE RESISTIVITAS 2D**

Nama : Moch. Fauzan Dwiharto
NRP : 3713 100 037
Departemen : Teknik Geofisika
Pembimbing : M. Singgih Purwanto, S.Si. MT

ABSTRAK

Survey geofisika dengan metode resistivitas 2D dilakukan di kawasan Situs Maelang, Dusun Maelang, Desa Watukebo, Kelurahan Bajulmati, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Pengukuran dilakukan untuk memetakan bawah permukaan kawasan Situs Maelang. Selain jejak peninggalannya, nama daerah juga memiliki makna dan penting dalam studi sejarah dan arkeologi. Nama daerah Maelang ini dalam Bahasa Madura memiliki arti sengaja dihilangkan. Identifikasi keberadaan situs arkeologi ini diperkuat dengan ditemukannya sebuah goa yang berbentuk simetris dengan tatanan batu yang rapi dan terdapat relief buaya didepannya. Relief buaya ini berasosiasi dengan nama Kelurahan Bajulmati. Dari hasil pengukuran resistivitas 2D sebanyak 5 lintasan dengan konfigurasi *Wenner - Schlumberger* dan *Dipole - Dipole*, terdapat beberapa anomali resistivitas. Pada lintasan 1 dan lintasan 2 terdapat anomali bidang batas atap goa yang tebalnya sekitar 1.85 meter dengan rentang nilai resistivitas 90-210 Ω m, sedangkan pada lintasan 3 dan lintasan 4 terdapat anomali resistivitas bernilai 1418–5820 Ω m. Anomali ini yang diduga adanya ruang dibawah permukaan. Sedangkan pada lintasan 5 anomali batuan penutup goa yang tertutupi tumbuhan jagung teridentifikasi pada kedalaman 0.5 sampai 3 meter.

Kata Kunci : metode resistivitas 2D, Situs Maelang, konfigurasi *wenner-schlumberger*, konfigurasi dipole-dipole

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

IDENTIFICATION OF SUBSURFACE AREA IN MAELANG SITES A WATUKEBO VILLAGE BAJULMATI SUB DISTRICT WONGSOREJO DISTRICT BANYUWANGI CITY WITH 2D RESISTIVITY METHOD

Name : Moch. Fauzan Dwiharto
NRP : 3713 100 037
Department : Geophysical Engineering
Supervisor : M. Singgih Purwanto, S.Si. MT

ABSTRACT

Geophysical survey with 2D resistivity method in Maelang Sites, a Watukebo Village, Bajulmati Sub district, Wongsorejo District, Banyuwangi City has been done. The purpose of geophysical survey is to know subsurface model of Maelang sites. Besides that the name of the region also has a meaning and importance in the study of history and archeology. The name of Maelang in Madura langoange means deliberately hidden. Identification of the existence of this archaeological sites by the discovered of a big cave with symmetrical building and a crocodile relief in front of it. This crocodile relief is associated with the name of Bajulmati subdistrict. It uses 5 *lines* of resistivity with Wenner - Schlumberger and Dipole – Dipole array. There are several resistivity anomalies. In the 1st and 2nd there is an anomaly of cave roof boundary, it has a thickness about 1.85 with a resistivity value about 90-210 Ωm , while in 3rd and 4th *line* there is a resistivity anomaly with a resistivity value about 1418–5820 Ωm . This anomaly is thought to be an empty space below the surface. While on 5th *line* there is an anomaly of of cave roof boundary was covered by corn plant identified at depth of 1 to 2 meters.

Keywords : 2D resistivity methode, Maelang Sites, *wenner-schlumberger array*, *dipole-dipole array*

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul : **Identifikasi Bawah Permukaan Situs Maelang Dusun Maelang Desa Watukebo Kelurahan Bajulmati Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Dengan Metode Resistivitas 2D**

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua atas limpahan doa, kasih sayang dan teladan hidup bagi penulis.
2. Mas Rendra dan adik Ais serta semua keluarga di Jember.
3. Bapak M. Singgih Purwanto,S.Si,M.T, selaku dosen pembimbing pelaksanaan Tugas Akhir.
4. Semua dosen penguji yang telah banyak memberikan masukannya.
5. Bapak Drs. Ayi Syaeful Bahri yang telah membantu dalam penyediaan alat keperluan pengukuran
6. Seluruh staf pengajar dan tenaga kependidikan Departemen Teknik Geofisika.
7. Tim peneliti mandiri Situs Maelang diantaranya Mas Sigit, teman – teman ITS (cak bud, cak klis, cak adib,cak bima, cak qomar, cak haris, cak tri, cak mad, cak hamzah) cak Vincent UB , cak Yunaz UNAIR, Karang Taruna GEMA, masyarakat Pandean, dan juga pihak Resort Tangkub yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
8. Mas Sigit, Mas Budi, Mas Mukhlis yang telah memberikan wawasan sejarah dan menemani penulis selama penelitian.
9. Mas Slamet sekeluarga, Mas Toni Kasun Pandean, Mas Aryo, Mas Heru, dan teman – teman Karang Taruna GEMA yang sangat banyak membantu penulis saat berada di lokasi penelitian.
10. Sodara seperjuangan TG02 yang selalu mendukung dari mulai dukungan fisik hingga dukungan moral.
11. Dulur kos GL 36 udin,ihwan,dimas,bayu,lucky,aji,sandy,nur,dani dan mas opick. Dulur kontrakan majapahit mas mukhlis, mas budi, mas lutfi, mas manda, buya, alep, satrio, ojan.
12. Bapak/Ibu donator Beasiswa KSE serta Paguyuban KSE ITS.
13. Adik adik TBM Kawan Kami, kakak-kakak teater bocah, GMH, HMTG ITS dan pegiat komunitas *Jember Youth Social Movement*.
14. Semua pihak yang telah membantu dari mana saja dan tidak dapat disebutkan penulis satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan.

Penulis

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| ABSTRAK..... | ix |
| ABSTRACT | xi |
| KATA PENGANTAR | xiii |
| DAFTAR ISI | xv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 2 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Kondisi Terkini Situs Maelang | 5 |
| 2.2 Geologi Regional Lembar Situbondo | 6 |
| 2.3 Metode Resistivitas 2D | 7 |
| 2.4 Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i> | 9 |
| 2.5 Konfigurasi Dipole – Dipole..... | 10 |
| 2.6 Nilai Resistivitas Batuan..... | 11 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 13 |
| 3.2 Peralatan Penelitian..... | 14 |
| 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data | 15 |
| 3.4 Lokasi Penelitian | 16 |
| 3.5 Desain Akuisisi Lapangan | 17 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 19 |
| 4.1 Analisa Data Penelusuran Awal..... | 19 |
| 4.1.1 Data Hasil Pengambilan Gambar Lorong | 19 |
| 4.1.2 Hasil Uji HCl di Lapangan | 20 |
| 4.2 Analisa Data Penampang Resistivitas 2D | 21 |
| 4.2.1 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 1..... | 22 |
| 4.2.2 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 2..... | 22 |
| 4.2.3 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 3..... | 23 |
| 4.2.4 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 4..... | 24 |
| 4.2.5 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 5..... | 25 |
| 4.3 Analisis Penampang 2-Dimensi | 25 |
| 4.3 Hasil Integrasi Data Pada Penampang 3D | 26 |
| BAB 5 PENUTUP | 29 |
| 5.1 Kesimpulan | 29 |
| 5.2 Saran | 29 |

| | |
|-------------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 31 |
| LAMPIRAN | 34 |
| A. Dokumentasi..... | 34 |
| B. Data Resistivitas 2D | 40 |
| BIODATA PENULIS | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2-1 Dinding bagian luar dari goa (sumber : penulis) | 5 |
| Gambar 2-2 Rupa relief buaya di bagian depan goa dan lubang dengan warna hitam gosong di bagian dalam goa (sumber: penulis) | 5 |
| Gambar 2-3 Kondisi ruangan di dalam goa (sumber : penulis) | 6 |
| Gambar 2-4 Peta Geologi Lembar Situbondo (Sumber : D.A Agustiyanto dan S.Santosa) | 7 |
| Gambar 2-5 Konsep Metode Geolistrik (Priyambodo, 2016)..... | 8 |
| Gambar 2-6 Konsep Pengukuran Resistivitas 2D (Loke, 1999)..... | 8 |
| Gambar 2-7 Posisi pemasangan elektroda pada konfigurasi Wenner-Schlumberger..... | 9 |
| Gambar 2-8 Stacking Chart Konfigurasi Wenner Schlumberger (Loke, 1999) | 9 |
| Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian..... | 13 |
| Gambar 3-2 (a) Mobil RC dan kamera (b) <i>Resistivity meter</i> | 14 |
| Gambar 3-3 Diagram Alir Pengolahan Data Resistivitas 2D | 15 |
| Gambar 3-4 Keberadaan lokasi Situs Maelang..... | 16 |
| Gambar 3-5 Gambar lokasi penelitian (ditandai garis putih)..... | 16 |
| Gambar 4-1 Potret Lorong 1 diambil dari kamera mobil RC (kiri) dan dua layar penampil dari tangkapan kamera pada lorong 2 (kanan) | 19 |
| Gambar 4-2 Potret lorong (kiri) Identifikasi mineral silika pada batu di dalam lorong (kanan) | 20 |
| Gambar 4-3 Saat melakukan uji HCl..... | 21 |
| Gambar 4-4 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 1 | 22 |
| Gambar 4-5 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 2 | 22 |
| Gambar 4-6 Penggabungan lintasan 1 dan 2 pada 3D section plot dengan zondres2.5d..... | 23 |
| Gambar 4-7 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 3 | 23 |
| Gambar 4-8 <i>3D section plot</i> lintasan 3 dengan <i>zondres2.5D</i> | 24 |
| Gambar 4-9 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 4 | 24 |
| Gambar 4-10 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 5 | 25 |
| Gambar 4-11 <i>3D section plot</i> lintasan 5 pada <i>zondres 2.5D</i> | 26 |
| Gambar 4-12 <i>3D section plot</i> Integrasi lintasan 1 sampai 5 | 26 |
| Gambar 4-13 <i>Overlay 3D section plot</i> pada Google Earth | 27 |

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2-1`Tabel Resistivitas Batuan (Priyambodo, 2016) | 11 |
| Tabel 3-1 Data Lintasan Sebanyak 5 Lintasan..... | 17 |
| Tabel 4-1 Perbandingan Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i> dan Dipole-Dipole | 21 |

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Kabupaten Banyuwangi telah banyak ditemukan situs bersejarah. Surat Kabar Tempo pernah memberitakan bahwa terdapat 79 situs bersejarah di Banyuwangi yang teridentifikasi oleh Balai Arkeologi Jogja. Situs tersebut terdiri dari 11 kategori yakni bangunan rumah tinggal, makam, sumur, gudang, bangunan publik, bunker, pemujaan, artefak, pabrik, bendungan, dan jenis yang lainnya. (Tempo,2016).

Pada studi sejarah dan arkeologi penamaan terhadap suatu wilayah memang menjadi hal yang unik. Sebab dalam nama wilayah itu mengandung arti dan sejarah dari wilayah itu sendiri. Begitu pun dengan nama daerah lokasi penelitian Situs Maelang ini di Dusun Maelang, Desa Watukebo, Kelurahan Bajulmati, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Di Bahasa Madura kata ‘Maelang’ itu berarti hilang yang disengaja. Hal tersebut yang kemudian dicari lebih lanjut, melalui wawancara dengan warga sekitar didapatkan informasi bahwa di tengah hutan jati terdapat sebuah goa yang dianggap anker yaitu goa macan. Penjelasan warga setempat dulu di goa tersebut sering dihuni oleh macan atau harimau. Meskipun lahan sekitar goa tersebut sekarang sudah ditanami tanaman jagung yang tumbuh subur.

Jika Situs Maelang ini dilihat dari foto udara akan tampak bentuknya seperti kaca mata yaitu dua buah bentuk setengah lingkaran simetris yang terhubung. Dinding luar goa tersusun atas batu padas seperti balok – balok batuan andesit yang tertata rapi dengan ukuran sama, dan diantara sambungan batu terdapat lubang – lubang kecil seperti tempat saluran air. Di bagian depan goa terdapat relief buaya dari bahan seperti campuran gamping dan pasir. Sedangkan di bagian dalam goa ditemukan lubang – lubang yang berwarna hitam pekat dibagian atap dan mulut lubangnya, dan lubang – lubang ini tertutupi oleh susunan batu.

Dalam sebuah media onlinisan pada 7 Juni 2016 juga disebutkan bahwa Tim Balai Pelestarian dan Cagar Budaya (BPCB) Trowulan telah mengunjungi sumber daya arkeologi di Desa Watukebo tepatnya di Dusun Tangkub dan Dusun Maelang (Kabar Banyuwangi,2016)

Berdasarkan penjelasan dari kelompok masyarakat yang lebih dulu meneliti Situs Maelang ini, dijelaskan bahwa goa yang tampak di permukaan saat ini hanyalah bagian kecil dari Situs Maelang, sebab diduga masih ada ruang di bawah dan sebagian besar dinding goa yang tersusun dari batu padas atau balok andesit ini tertutupi oleh tumbuhan – tumbuhan seperti jagung.

Oleh karena itu perlu dilakukan survey geofisika untuk memetakan bawah permukaan di sekitar Situs Maelang. Survey Geofisika dengan metode geolistrik tahanan jenis atau resistivitas dipakai untuk memetakan geologi bawah

permukaan terkait struktur geologi, dibawah permukaan tanah. (Natawidjaja, 2015)

Dengan prinsip penjalaran arus listrik pada batuan atau material dibawah permukaan, maka nantinya dapat diketahui struktur dan persebaran Situs Maelang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana peta bawah permukaan Situs Maelang dengan pengukuran metode resistivitas 2D?
2. Bagaimana persebaran Situs Maelang dari hasil pengukuran metode resistivitas 2D?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada beberapa batasan masalah, diantaranya :

1. Daerah penelitian adalah kawasan di sekitar Situs Maelang tepatnya di Dusun Maelang, Desa Watukebo, Kelurahan Bajulmati, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi
2. Pengukuran hanya dilakukan dengan metode resistivitas 2D konfigurasi *dipole-dipole* dan *wenner schlumberger*
3. Tidak melakukan pengukuran dan analisa terhadap umur batuan di Situs Maelang

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui peta bawah permukaan di kawasan Situs Maelang dari hasil pengukuran resistivitas 2D.
2. Mengetahui persebaran Situs Maelang dari hasil penampang resistivitas 2D.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bentuk penerapan ilmu geofisika dalam membantu pengidentifikasian terhadap situs – situs arkeologi.

2. Sebagai wujud keikutsertaan dalam mempelajari, memelihara, dan mengungkap warisan sejarah nusantara dan budaya bangsa yang belum terungkap.
3. Sebagai sumber referensi bagi peneliti lain yang ingin melakukan dan mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Terkini Situs Maelang

Keberadaan Situs Maelang belum banyak diketahui publik. Kawasan sekitar situs dimanfaatkan masyarakat untuk bercocok tanam, seperti tanaman jagung. Secara geometri Situs Maelang memiliki bentuk seperti dua buah setengah lingkaran yang disambung dengan panjang sekitar 150 meter dan luas sekitar 0.5 hektar. Beberapa batuan penyusun goa ini antara lain ada batu pasir, batu lempung, batuan karbonat, batu andesit, fosil kayu, campuran semen, sedikit campuran bata merah, dan beberapa batuan yang seperti mengandung silika.

Bagian dinding luar dari goa tampak susunan balok – balok batuan yang tertata rapi dan juga tatanan batuan secara horizontal, berikut adalah gambarnya:



Gambar 2-1 Dinding bagian luar dari goa (sumber : penulis, 2017)

Sementara itu di bagian depan goa ditemukan adanya relief menyerupai buaya. Lalu di bagian dalam goa terisi tanah yang tebal dan ada banyak lubang yang berwarna hitam pekat dibagian atas dan mulut lubangnya. Berikut gambar bagian depan goa dan lubang yang ada di dalam goa:



Gambar 2-2 Rupa relief buaya di bagian depan goa dan lubang dengan warna hitam gosong di bagian dalam goa (sumber: penulis, 2017)

Utuk kondisi di dalam goa ditunjukkan pada gambar 2.3 yaitu :



Gambar 2-3 Kondisi ruangan di dalam goa (sumber : penulis, 2017)

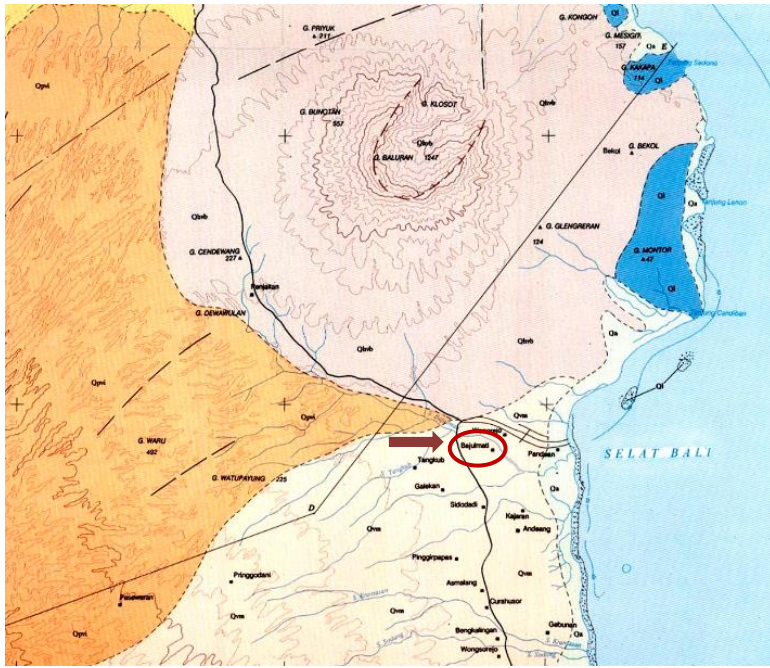
Pada Juni 2016 lalu lokasi Situs Maelang sudah dikunjungi oleh tim BPCB Trowulan. Hasil kunjungan Tim BPCB Trowulan ke desa watukebo, khususnya dusun Maelang dan dusun Tangkub telah menemukan peninggalan arkeologi dengan karakteristik yang berbeda. Di dusun Tangkub ditemukan pecahan gerabah, keramik, susunan bata merah seperti dinding rumah, dan tempat sembahyang atau persemedian. Kabid Kebudayaan Disparbud Kabupaten Banyuwangi menyatakan bahwa Tim BPCB sementara sudah mengidentifikasi sumber daya arkeologi di dusun Maelang dan dusun Tangkub, dan menganggap peninggalan di dusun Tangkub dianggap lebih layak dijadikan sebuah situs bersejarah (Kabar Banyuwangi, 2016).

2.2 Geologi Regional Lembar Situbondo

Lokasi penelitian secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Banyuwangi tapi dalam geologi regional nya tergolong dalam peta geologi lembar Situbondo. Dari peta geologi yang ada menunjukkan bahwa geologi regional di Situbondo ini didominasi oleh endapan danau blawan (Qbs), formasi bagor (Qhsb), batuan gunung ijen tua (Qpvi), batuan gunung api raung (Qhvr), batuan gunung ijen muda (Qbvi), batuan gunung api merapi (Qvm), dan batuan gunung api baluran (Qhvb).

Berdasarkan peta geologi kawasan di lokasi penelitian Situs Maelang yang berada di kelurahan bajulmati ini litologinya secara umum tergolong batuan

gunung api merapi (Qvm) berbatasan dengan batuan gunung api baluran (Qhvb) di sebelah utara, batuan gunung api ijen tua (Qpvi) di sebelah barat, dan selat bali dengan sedikit batuan alluvium (Qa) di sebelah timur kelurahan bajulmati. Daerah bajulmati juga dilewati sungai bajulmati dan sungai tangkub. Peta geologi lembar Situbondo tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



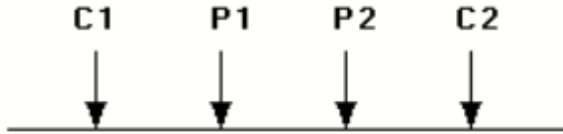
Gambar 2-4 Peta Geologi Lembar Situbondo (Sumber : D.A Agustiyanto dan S.Santosa)

2.3 Metode Resistivitas 2D

Metode resistivitas didasari dari Hukum Ohm. Penerapan secara sederhana yaitu terhadap benda silinder yang memiliki hambatan jenis (ρ), arus listrik (I), maka akan berbanding lurus dengan luas penampang (A) dan beda potensial antara ujung-ujungnya (ΔV), namun berbanding terbalik dengan panjangnya (L). Persamaan sederhana yang dipakai dalam konsep resistivitas yaitu banyaknya hambatan dikalikan panjang suatu benda yang dinotasikan dalam ρ dengan satuan ohm meter (Ωm) (Bouger, 1992). Berikut penulisan persamaannya :

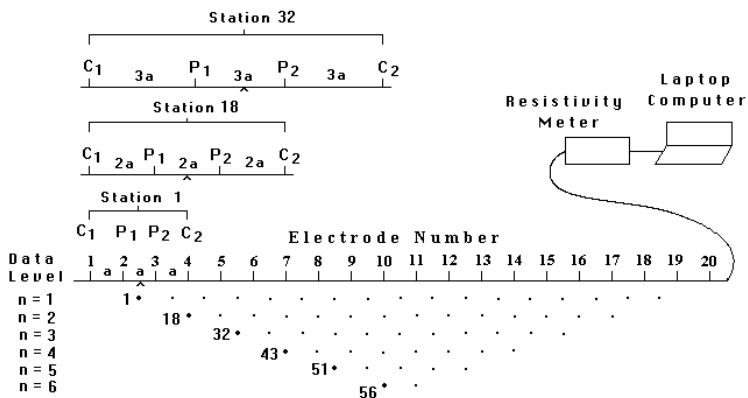
$$\rho = R \frac{A}{L} \dots\dots\dots(2.1)$$

Metoda resistivitas merupakan metoda yang bersifat aktif dengan mengalirkan arus listrik ke dalam lapisan bumi melalui dua elektroda arus, sedangkan potensialnya diukur melalui dua buah elektroda potensial atau lebih. Dua buah elektroda arus C (C1 dan C1) untuk menginjeksikan arus listrik permukaan. Besarnya potensial atau tegangan diukur oleh elektroda P1 dan P2 akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut. Berikut konsep metode geolistrik secara umum menurut Loke :



Gambar 2-5 Konsep Metode Geolistrik (Priyambodo, 2016)

Untuk mempelajari variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara horizontal, maka digunakan konfigurasi elektroda yang sama untuk semua titik pengamatan di permukaan bumi. Sebab dalam implementasinya, metode resistivitas 2D ini mampu melengkapi hasil metode geofisika lain. Berikut gambaran konsep pengukuran resistivitas 2D di lapangan :



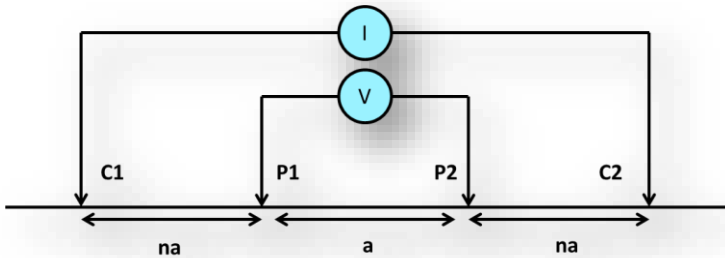
Sequence of measurements to build up a pseudosection

Gambar 2-6 Konsep Pengukuran Resistivitas 2D (Loke, 1999)

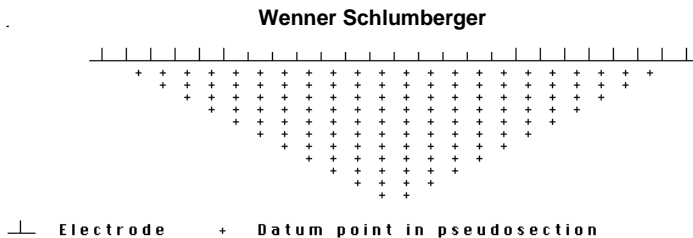
2.4 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah perpaduan konfigurasi antara konfigurasi Wenner dengan Konfigurasi Schlumberger. Berlaku konfigurasi wenner ketika variasi $n = 1$, dan berlaku konfigurasi Schlumberger ketika variasi $n=2,3,4$ dan seterusnya.

Posisi pemasangan elektroda saat menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dapat dilihat pada gambar 2.7 serta hasil data yang didapatkan dari konfigurasi tersebut terdapat pada gambar 2.8



Gambar 2-7 Posisi pemasangan elektroda pada konfigurasi Wenner-Schlumberger



Gambar 2-8 Stacking Chart Konfigurasi Wenner Schlumberger (Loke, 1999)

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki penetrasi vertikal baik dan juga mampu memetakan distribusi nilai resistivitas secara lateral dalam kehomogenan secara baik. Penetrasi kedalaman lebih baik bila dibandingkan dengan konfigurasi Wenner. (Syamsudin, 2012)

Sedangkan nilai faktor geometri (K) dari konfigurasi Wenner-Schlumberger tergambar pada persamaan sebagai berikut :

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{na} \right)^{-1} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$K = 2\pi \left(\frac{2}{na} - \frac{2}{na+a} \right)^{-1} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$K = 2\pi \left[\frac{2(n+1) - 2n}{n(n+1)a} \right]^{-1} \dots \dots \dots (2.4)$$

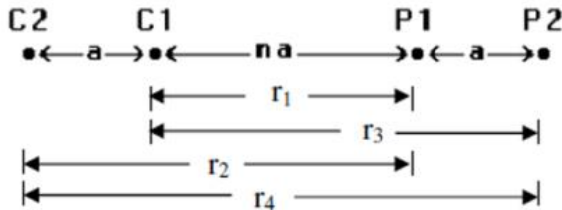
$$K = \pi n(n+1)a \dots \dots \dots (2.5)$$

2.5 Konfigurasi Dipole – Dipole

Konfigurasi dipole-dipole merupakan gabungan dari teknik *profiling* dan *depth sounding*, sehingga jenis konfigurasi ini merupakan salah satu konfigurasi yang umumnya digunakan dalam eksplorasi geofisika. Pada konfigurasi dipole-dipole, kedua elektroda arus dan elektroda potensial terpisah dengan jarak a . Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh na , dengan n adalah bilangan bulat (Waluyo, 2005).

Variasi n digunakan untuk mendapatkan berbagai kedalaman tertentu, semakin besar n maka kedalaman yang diperoleh juga semakin besar. Tingkat sensitivitas jangkauan pada konfigurasi dipole-dipole dipengaruhi oleh besarnya a dan variasi n (Loke, 1999).

Berikut Skema konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 2.9 :



Gambar 2.9 Susunan Elektroda Konfigurasi dipole-dipole (Telford, 1998)

dengan faktor geometri sebagai berikut :

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{a+na} - \frac{1}{a+na} + \frac{1}{2a+na} \right)^{-1} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{na} - \frac{2}{a+na} + \frac{1}{2a+na} \right)^{-1} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$K = \pi na(1+n)(2+n) \dots \dots \dots (2.9)$$

2.6 Nilai Resistivitas Batuan

Nilai resistivitas pada batuan ini sangat variatif. Untuk mineral logam nilai nya berkisar pada 10^5 Ohm meter. Begitu juga untuk batuan – batuan lain, komposisi batuan akan mempengaruhi rentang nilai resistivitas terhadap batuan itu. Suatu bahan dengan resistivitas kurang dari 10^{-5} Ohm meter biasanya didefinisikan sebagai konduktor, sedangkan isolator jika resistivitasnya lebih dari 10^7 Ohm meter. (Mufidah, 2016).

Batuan dengan nilai tahanan jenis tertentu akan mampu menjadi medium penghantar arus listrik Tahanan jenis merupakan parameter dari setiap material yang nilainya konstan. Tahanan jenis menunjukkan kemampuan material tersebut untuk dapat menghambat aliran arus listrik. Sifat tahanan jenis batuan dibagi menjadi 3 bagian antara lain :

- a) Resistif : nilai resistivitas $> 10^7 \Omega\text{m}$
- b) Semikonduktif : nilai resistivitas $1 - 10^7 \Omega\text{m}$
- c) Konduktif : nilai resistivitas $10^{-8} - 1 \Omega\text{m}$

Adapun beberapa acuan nilai resistivitas batuan dan material seperti pada tabel berikut

Tabel 2-1* Tabel Resistivitas Batuan (Priyambodo, 2016)

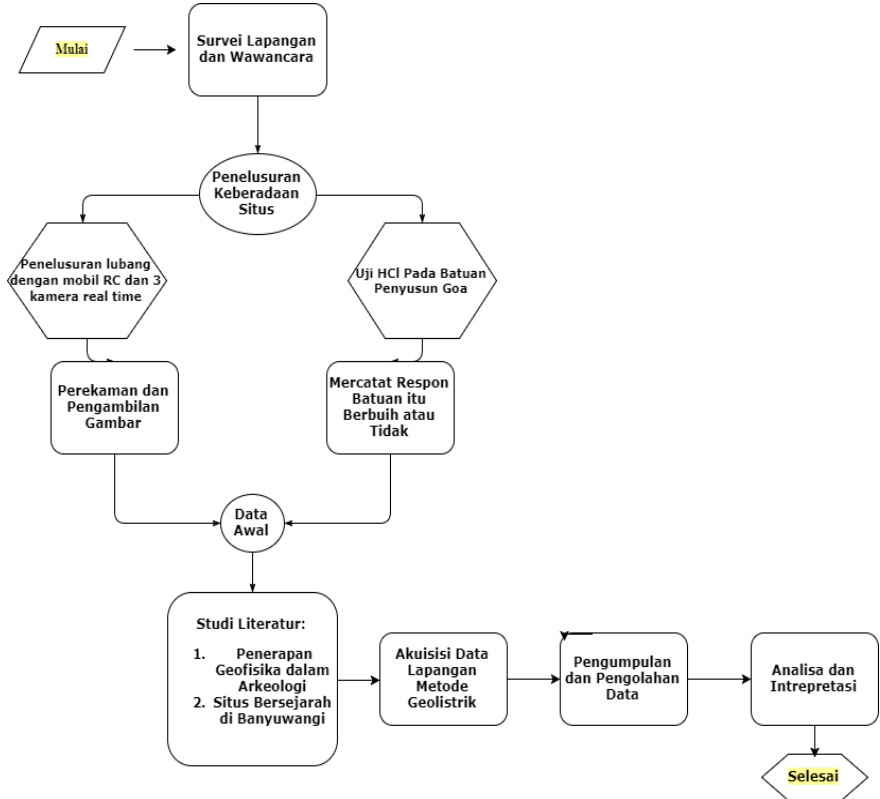
| Material Resistivity | (Ohm-meter) | Material Resistivity | (Ohm-meter) |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Pyrite (Pirit) | 0,01 – 100 | Shales (Batu Tulis) | 20 – 2.000 |
| Quartz (Kwarsa) | 500 – 800.000 | Sand (Pasir) | 1 – 1.000 |
| Calcite (Kalsit) | $1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$ | Clay (Lempung) | 1 – 100 |
| Rock Salt (Garam Batu) | $30 - 1 \times 10^{13}$ | Ground Water (Air Tanah) | 0.5 – 300 |
| Granite (Granit) | 200 – 100.000 | Sea Water (Air Asin) | 0.2 |
| Andesite (Andesit) | $1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$ | Magnetite (Magnetit) | 0.01 – 1.000 |
| Basalt (Basal) | 200- 100.000 | Dry Gravel (Kerikil Kering) | 600 – 10.000 |
| Limestones (Gamping) | 500 – 10.000 | Alluvium (Aluvium) | 10 – 800 |
| Sandstones (Batu Pasir) | 200 – 8.000 | Gravel (Kerikil) | 100 – 600 |

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun secara umum diagram alir penelitian Tugas Akhir ini seperti pada Gambar 3-1 di bawah ini.



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Peralatan Survey Awal
 - Satu Set Mobil RC Analog
 - Kamera fpv dan layar monitor
 - Kamera *fish finder* dan layar monitor
 - Kamera Go Pro Hero 3
 - Satu set tripod kamera
 - Larutan HCL
 - Senter
 - Palu Geologi

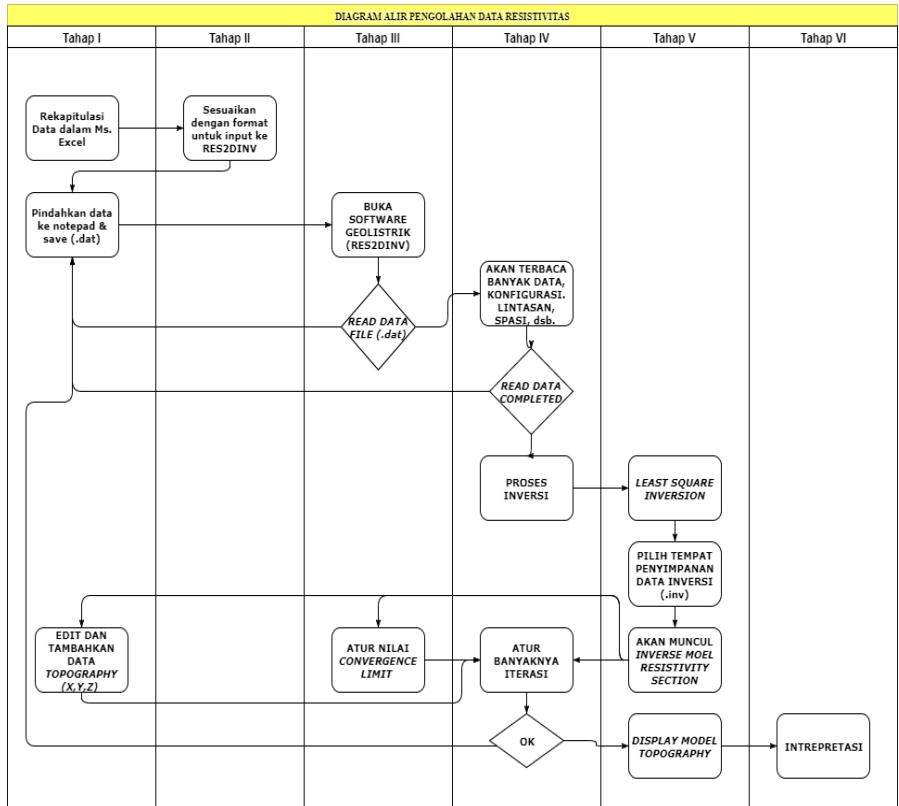
- b. Peralatan Survey Resistivitas 2D
 - 32 Elektroda
 - Satu set alat Geolistrik
 - 2 Sumber tegangan DC 12 Volt
 - 2 Kabel Arus 100 meter
 - Kabel Potensial | 300 meter
 - Multimeter digital
 - Payung
 - GPS Garmin
 - 2 buah Meteran gulung
 - 4 Palu
 - Handy Talkie



Gambar 3-2 (a) Mobil RC dan kamera (b) *Resistivity meter*

3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Pada pengukuran geolistrik, data hasil akuisisi lapangan selanjutnya harus diolah, adapun tahap pengolahannya adalah sebagai berikut :

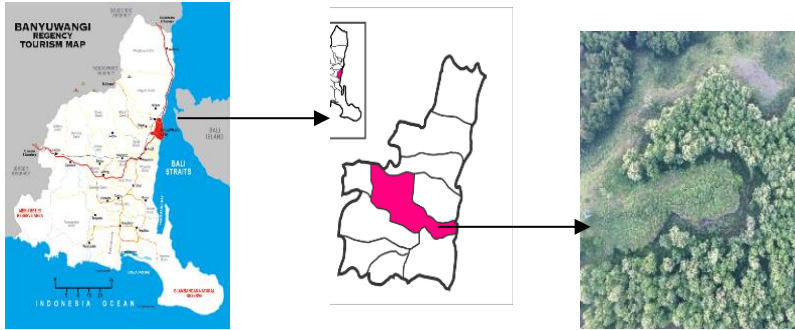


Gambar 3-3 Diagram Alir Pengolahan Data Resistivitas 2D

Diagram alir pengolahan data geolistrik adalah tahap pengolahan secara umum pada saat menggunakan *software res2dinv*. Pada tahap pertama dan kedua yaitu rekapitulasi data dan merubah data sesuai format yang diinginkan oleh perangkat pengolah data. Kemudian tahap ketiga adalah *input data* sampai *read data file competed* dan pengaturan nilai *convergence limit*. Selanjutnya tahap keempat dan kelima ini lebih kepada tahapan inversi, pemilihan metode inveri seperti *least square inversion*, *smoothness*, *dumping factor*, dan juga termasuk jumlah iterasi data yang diinginkan. Termasuk juga melihat tampilan hasil inversi yang sudah ditambahkan data topography. Setelah itu intrepretasi data.

3.4 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di Situs Maelang dusun MAELANG, desa watukebo, kelurahan bajulmati, kecamatan wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi.



Gambar 3-4 Keberadaan lokasi Situs Maelang

Berikut lokasi Situs Maelang berdasarkan google earth dari plot gps handheld (lat :7°56'6.98"S , long:114°20'39.38"E) :



Gambar 3-5 Gambar lokasi penelitian (ditandai garis putih) dilihat dari google earth

3.5 Desain Akuisisi Lapangan

Berikut desain akuisisi lapangan pada survey resistivitas 2D:



Gambar 3- 4 Desain Lintasan Sebanyak 5 line

Adapun desain akuisisi lapangan yang dibuat dalam penelitian ini ada pada Gambar 3 Digunakan sebanyak 5 lintasan dari rencana awal sebanyak 7 lintasan, yang berfokus di Situs Maelang. Desain lintasan itu dibuat berdasarkan hasil dari survey lapangan yang memperhatikan kondisi lokasi, panjang lintasan, kesesuaian dengan target, dan lain sebagainya. Lintasan 1 dan lintasan 2 diletakkan di bagian atas situs dengan arah yang sejajar agar hasilnya dapat digabungkan. Kemudian lintasan 3 dan lintasan 5 diletakkan di bagian lereng goa dan untuk mendapatkan data dari dalam goa maka diletakkan lintasan ke 4 di sana. Berikut rekapitulasi lintasan dalam desain akuisisi sesuai pada tabel 3-1 :

Tabel 3-1 Data Lintasan Sebanyak 5 Lintasan

| Linta San | Koordinat UTM Awal | | Koordinat UTM Akhir | | Spasi (m) | Panjang (m) |
|-----------|--------------------|------------|---------------------|------------|-----------|-------------|
| | X | Y | X | Y | | |
| 1 | 868815.4 | 9121374.81 | 868870.4 | 9121379.25 | 2 | 62 |
| 2 | 868823.1 | 9121372 | 868762.3 | 9121364 | 2 | 62 |
| 3 | 868874.45 | 9121336 | 868870.92 | 9121349.12 | 1 | 32 |
| 4 | 868874.05 | 9121355 | 868874.06 | 9121355.29 | 0.5 | 14 |
| 5 | 868760.03 | 9209091 | 868762.14 | 9121333.50 | 1 | 32 |

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dipaparkan terkait hasil survey dan penelusuran awal di Situs Maelang yang dilakukan pada tanggal 21 – 23 January 2017, lalu pengambilan *sample* batuan dan uji HCl dilakukan pada tanggal 9 Februari 2017. Setelah penelusuran awal kemudian dilakukan akuisisi data resistivitas di Situs Maelang beserta analisa hasil pengolahan data dari pepenampang *resistivity section*. Pengukuran telah dilakukan pada tanggal 23 – 28 Maret 2017. Terjadi perubahan desain akuisisi pada saat akuisisi berlangsung, dikarenakan tumbuhan di sekitar situs yang semakin tinggi dan cuaca buruk. Sehingga hanya mengambil 5 lintasan, dengan pembagian yaitu 2 *line* di atas situs dengan konfigurasi *dipole – dipole*, 1 *line* di depan mulut goa, 1 *line* di dalam goa, 1 *line* di bagian barat terluar goa dengan konfigurasi ketiganya adalah *wenner schlumberger*.

4.1 Analisa Data Penelusuran Awal

4.1.1 Data Hasil Pengambilan Gambar Lorong

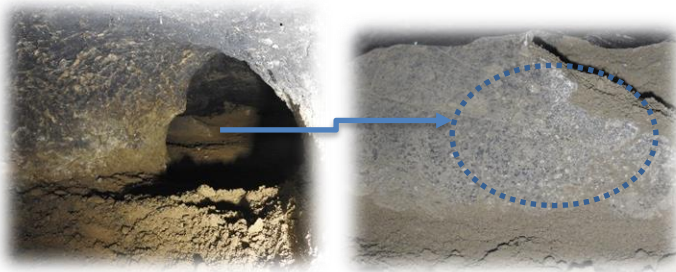
Pada survey dan penelusuran awal difokuskan untuk melihat karakteristik lubang – lubang yang ada di dalam goa. Sehingga digunakan peralatan pendukung yaitu berupa mobil *remote control analog* yang dimodifikasi dengan menambahkan 3 kamera pada mobil tersebut. Kamera yang dipasang diantaranya yaitu *fpv camera*, GoPro Hero 3, dan *fish finder camera* dan didukung dengan 2 layar penampil gambar dari kamera sehingga dapat melihat hasilnya secara *real time*. Adapun contoh hasil pengambilan gambar lorong seperti berikut :



Gambar 4-1 Potret Lorong 1 diambil dari kamera mobil RC (kiri) dan dua layar penampil dari tangkapan kamera pada lorong 2 (kanan)

Meskipun tidak semua lorong yang dapat ditelusuri karena kendala dimensi mobil RC yang terlalu besar, daya tahan baterai yang singkat, dan juga kondisi lorong yang berpasir, namun hasil tangkapan kamera cukup mewakili

sebagai data awal penelusuran. Kurang lebih sekitar 10 meter jarak yang dapat ditempuh mobil RC. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa lorong – lorong di dalam goa ini sangat panjang, belum diketahui berapa jarak pastinya karena peralatan kurang memadai. Selain itu memiliki bentuk yang simetris dengan ukuran diameter sekitar 30 cm. Bagian bawah didominasi oleh campuran pasir dan lempung tebal dari yang berukuran halus sampai kerakal, sedangkan bagian atasnya keras dan berwarna hitam seperti efek pembakaran yang menerus sampai kedalam. Bukan seperti efek oksidasi oleh air sebab tidak ada jejak rembesan air didalam goa. Hal yang ditemukan berikutnya adalah warna mengkilap pada batu Saat lorong itu ditelusuri dan dipotret lebih dekat sepertinya ada kandungan mineral silika.



Gambar 4-2 Potret lorong (kiri) Identifikasi mineral silika pada batu di dalam lorong (kanan)

4.1.2 Hasil Uji HCl di Lapangan

Uji HCl ini dilakukan untuk membuktikan bahwa batuan mengandung senyawa karbonat atau tidak. Reaksi batuan jika ditetesi HCl yaitu akan berbusa jika mengandung senyawa karbonat, namun tidak akan bereaksi jika batuan tidak mengandung senyawa karbonat.

Hasil dari uji HCl ini ternyata ada batuan yang bereaksi mengeluarkan busa dan ada juga yang tidak. Batuan yang bereaksi ketika dilakukan uji HCl adalah batuan di lantai goa, batuan yang diidentifikasi sebagai *limestone* atau gamping ini berselingan dengan pasir dan lempung. Sedangkan saat HCl diujikan pada *sample* batuan di dinding goa reaksinya sangat lemah bahkan cenderung tidak bereaksi. Sebab pada bagian dinding ini memang tersusun dari batuan beku.



Gambar 4-3 Saat melakukan uji HCl

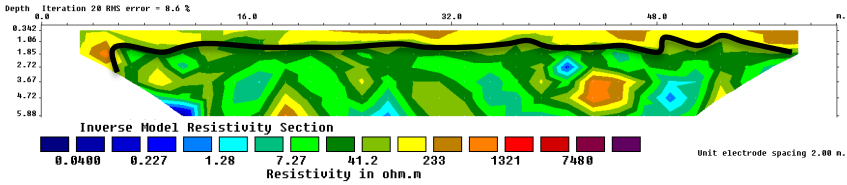
4.2 Analisa Data Penampang Resistivitas 2D

Pada saat akuisisi data menggunakan metode resistivitas 2D konfigurasi yang dipakai yaitu *wenner-schlumberger* dan *dipole-dipole*. Penggunaan konfigurasi yang berbeda ini untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai target yang ingin dicari. Konfigurasi *dipole - dipole* dipakai pada saat pengukuran pada lintasan 1 dan lintasan 2 yang diletakkan di bagian atas dari Situs Maelang. Target yang ingin dicari adalah bidang batas goa yang tertutupi oleh tumbuhan jagung. Sedangkan konfigurasi *wenner-schlumberger* dipakai pada saat pengukuran pada lintasan 3,4 dan 5.

Tabel 4-1 Perbandingan Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan *Dipole-Dipole*

| Uraian | Wenner-Schlumberger | Dipole - Dipole |
|------------------------|--|---------------------------------------|
| Resolusi Vertikal | Baik | Sedang |
| Penetrasi Kedalaman | Baik | Sedang |
| Sensitifitas lateral | Sedang | Sedang |
| Berdasarkan penggunaan | Survey dalam (bidang gelincir, air tanah, geoteknik) | Survey dangkal (dike, rongga dangkal) |

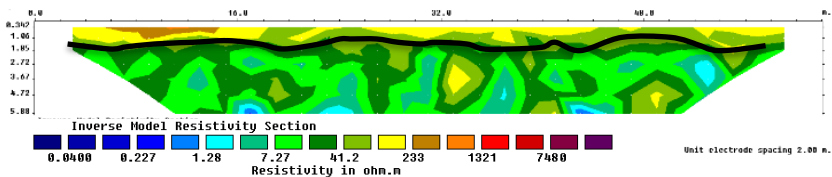
4.2.1 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 1



Gambar 4-4 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 1

Lintasan 1 berada di bagian atas atau atap dari Situs Maelang. Memakai konfigurasi dipole – dipole dengan panjang lintasan yang dipakai adalah 62 meter, spasi 2 meter dan n sebanyak 10. Arah pengukuran pada lintasan 1 adalah dari arah Barat ke Timur, dengan posisi elektroda pertama di arah Barat. Pengambilan data yang dimulai pada pukul 10.40 ini sempat terhenti sejenak oleh hujan lalu dilanjutkan kembali setelah hujan reda. Area pengukuran adalah bukit yang ditumbuhi tanaman jagung. Model inversi yang dihasilkan ini telah diiterasi sebanyak 20 kali dengan nilai error 8.6%. Dari penampang bawah permukaan ini yang jelas terlihat adalah bidang batas *top soil* dan batuan atap goa yang memiliki ketebalan sekitar 1.85 meter dengan nilai resistivitas 90 – 200 Ω m.

4.2.2 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 2

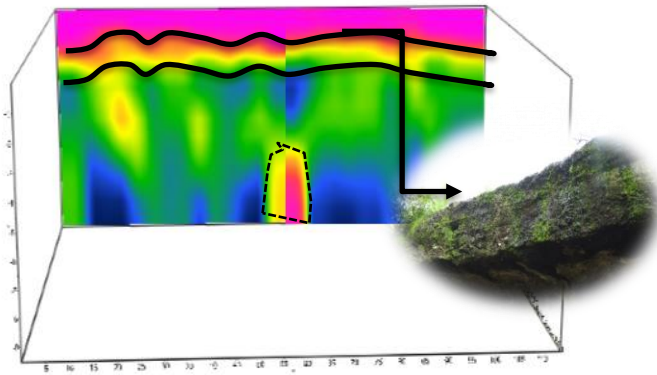


Gambar 4-5 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 2

Untuk lintasan 2 diletakkan di sebelah barat *line* 1 dengan tujuan bisa di overlay dengan lintasan 1, sehingga membentuk satu lintasan gabungan. Dimulai dari elektroda ke 5 pada lintasan 1 berarah dari Timur ke Barat. Konfigurasi yang dipakai adalah dipole – dipole, dengan panjang lintasan dan spasinya pun sama yaitu 62 meter, spasi 2 meter dan n sebanyak 10. Lokasi pengukuran juga berupa bukit yang ditumbuhi tanaman jagung. Cuaca saat itu hanya mendung sehingga pengukuran tidak sampai terhenti. Model inversi yang dihasilkan ini telah diiterasi sebanyak 20 kali dengan nilai error 10.0%.

Dari hasil penampang bawah permukaan lintasan 2 ini, diinterpretasi juga bidang batas antara top soil dengan batuan atap goa yang masih berhubungan dengan *line* 1. Anomali bidang batas itu sangat jelas terlihat saat

kedua *line* digabungkan. Berikut hasil penggabungan lintasan 1 dan lintasan 2 dalam 3d section plot :

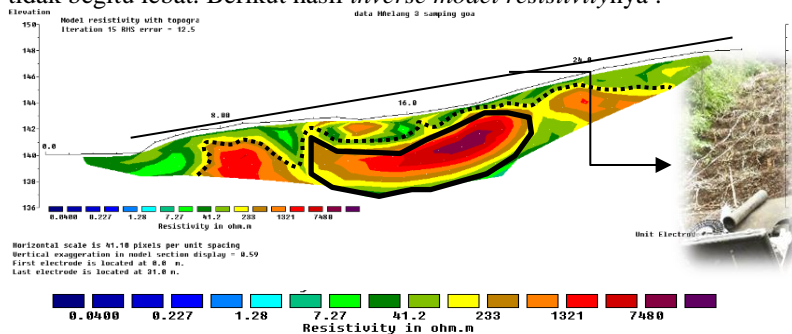


Gambar 4-6 Penggabungan lintasan 1 dan 2 pada 3D section plot dengan zondres2.5d

Setelah lintasan 1 dan lintasan 2 digabungkan terlihat sangat jelas bahwa ada kemenerusan lapisan yang ditandai dengan warna kuning pada gambar 4-6. Sesuai dengan tujuan penggunaan konfigurasi dipole – dipole yaitu untuk survey dangkal dapat juga dikatakan kalibrasi pengukuran lapangan di lapangan dengan data hasil pengolahan sudah sesuai. Pada gambar di atas juga diberi tambahan tanda panah untuk menunjukkan keadaan di lapangan pada bagian atap goa yang ersusun oleh batuan beku andesit.

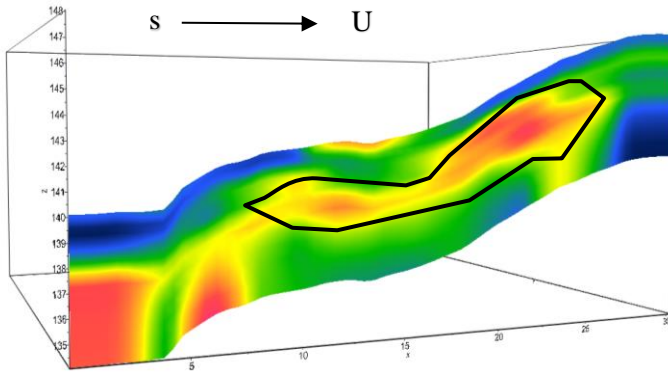
4.2.3 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 3

Pengukuran pada lintasan 3 sengaja diletakkan di lereng depan mulut goa yang juga masih merupakan lahan yang ditumbuhi tanaman jagung namun tidak begitu lebat. Berikut hasil *inverse model resistivity*nya :



Gambar 4-7 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 3

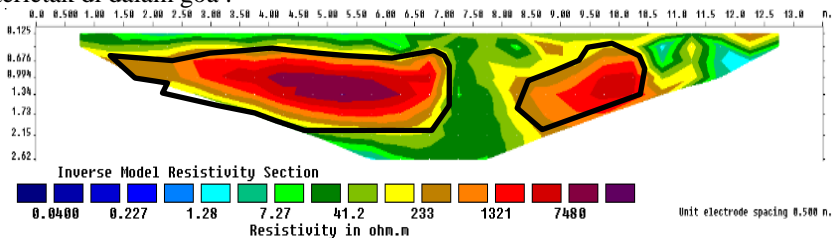
Lintasan 3 ini berada di dekat mulut goa yaitu sekitar 5 meter dari mulut goa. Lintasan 3 diletakkan secara vertikal ke arah goa, seperti yang diberi tanda panah pada gambar 4-7 dengan arah pengukuran Selatan ke Utara. Panjang lintasan pada lereng goa yaitu 32 meter dengan spasi yang dipakai adalah 1 metert dengan memakai konfigurasi *wenner schlumberger*. Kondisi area sekitar masih ditanami tanaman jagung muda dan tanahnya pun sangat gembur. Pada penampang lintasan ke 3 ini terdapat anomaly yaitu resistivitas tinggi antara nilai 1418 – 3836 Ohm m pada kedalaman 0.5 – 1 meter di bawah permukaan. Lapisan anomaly dengan resistivitas tinggi itu dilapisi oleh batuan yang sama dengan atap goa yaitu dengan nilai 180-200 Ohm meter representasi batuan andesit. Oleh karena itu diduga anomali tersebut berupa rongga dibawah permukaan. Anomali juga akan tampak pada pemodelan yang dilakukan pada software *zond 2.5d* dengan penampang 3d, yaitu :



Gambar 4-8 3D section plot lintasan 3 dengan *zondres2.5D*

4.2.4 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 4

Berikut hasil inversi dari model resistivitas pada lintasan ke 4 yang terletak di dalam goa :

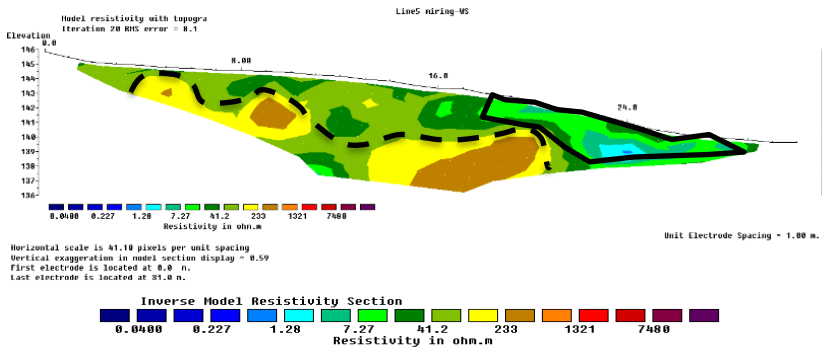


Gambar 4-9 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 4

Pada pengukuran lintasan ke 4 ini merupakan lintasan terpendek dari semua lintasan yang ada. Panjang lintasan nya hanya 14 meter dengan spasi 0.5 meter. Pengukuran dilakukan didalam goa dengan memakai konfigurasi *wenner schlumberger*. Pengukuran di *line 4* ini untuk membuktikan adanya suara gema dari lantai goa saat dipukul oleh tim peneliti, suara gema yang seperti menunjukkan bahwa ruangan itu berongga. Dari hasil penampang resistivitas ternyata ditemukan dua anomali dengan nilai resistivitas tinggi sampai 5820 Ohm meter pada kedalaman 0.7 samapai 2 meter dibawah permukaan. Nilai resistivitas yang sangat tinggi dibanding yang lain ini diidentifikasi sebagai ruang kosong di bawah permukaan goa.

4.2.5 Data Hasil Inversi Penampang Resistivitas Lintasan 5

Lintasan yang terakhir dari pengukuran resistivitas di Situs Maelang sengaja diletakkan pada bagian terluar sebelah barat situs. Hal ini untuk memetakan dan mengetahui sebaran situs. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.35 setelah hujan reda waktu itu. Berikut hasil dari *inverse model resistivitynya*:

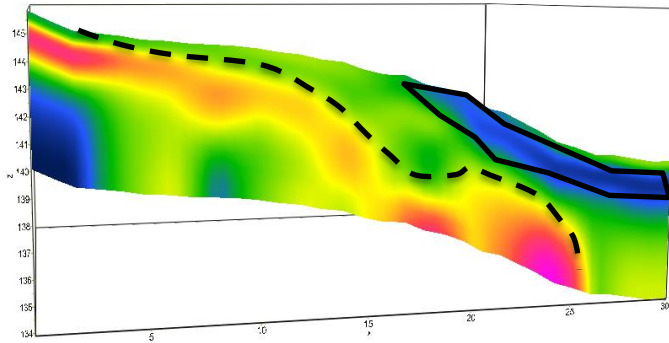


Gambar 4-10 Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 5

Pada lintasan terakhir yaitu lintasan 5, pengukuran dilakukan dibagian luar dari goa yaitu ujung sebelah barat. Pengukuran di lintasan 5 juga memotong arah vertikal Utara ke Selatan lereng terluar goa sebelah barat. Konfigurasi yang dipakai yaitu *wenner schlumberger* dengan panjang lintasan 32 meter dan spasi 1 meter. Dari hasil penampang resistivitas ini tidak ditemukan lagi nilai tahanan jenis lebih dari 3000 Ohm meter atau anomali resistivitas yang diduga ruang hampa. Nilai resistivitas tertinggi pada penampang ke 5 ini yaitu 215 Ohm meter, rentang nilai tersebut sama dengan pengukuran di lintasan 1 dan 2 yang diidentifikasi sebagai batuan penutup goa. Batuan ini diidentifikasi pada

kedalaman 0.5 sampai 3 meter dibawah permukaan. Intrpretasi pada penampang ke 5 ini diberi tanda garis putus – putus untuk menunjukkan batas batuan penutup goa yang dimaksud . Kemudian yang bernilai resistivitas rendah atau berwarna biru sampai hijau muda ditandai dengan memberi garis polygon berwarna hitam, pada lokasi tersebut sudah beda vegetasi yaitu tanah ditumbuhi pohon jati. Nilai resistivitas rendah ini bisa jadi efek tanah yang basah karena pengukuran dilakukan setelah hujan turun.

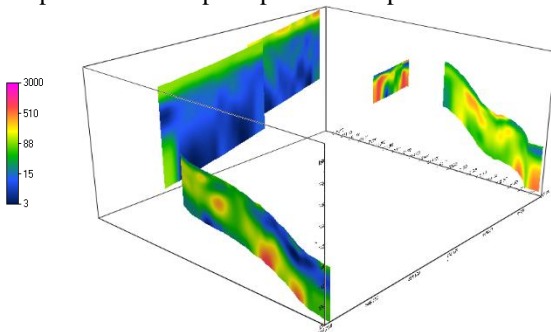
Kemudian dilakukan pemodelan juga pada zondres 2.5 D untuk mendapatkan plot 3D. Berikut hasil model inversinya pada *3d section plot* :



Gambar 4-11 *3D section plot* lintasan 5 pada zondres 2.5D

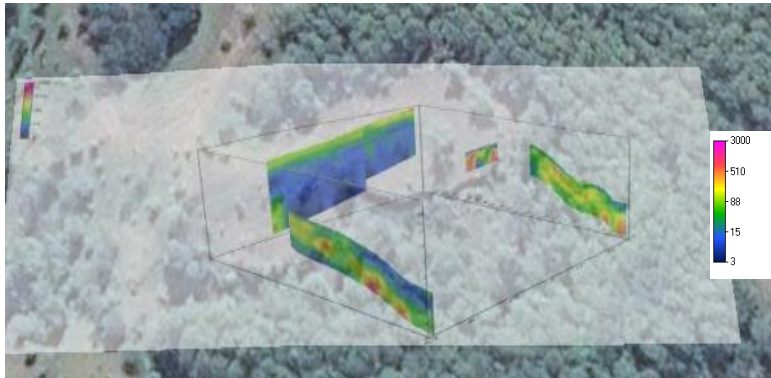
4.3 Hasil Integrasi Data Pada Penampang 3D

Penampang 3D dari hasil inversi dibuat pada lintasan 1 sampai 5. Selanjutnya dibuat penampang 3D dengan menampilkan nilai resistivitas target yang merupakan anomali pada peta bawah permukaan Situs Maelang :



Gambar 4-12 *3D section plot* Integrasi lintasan 1 sampai 5

Skala warna yang dipakai pada penampang 3D untuk integrasi lintasan ini berbeda dengan skala warna yang dipakai pada saat penampang 3D per lintasan. Skala warna untuk penampang 3D per lintasan yaitu skala 3 – 1000 Ωm . Sedangkan skala warna untuk penampang 3D dari hasil integrase data yaitu skala 3 – 3000 Ωm . Berikut hasil penampang 3D saat *dioverlay* dengan google earth ;



Gambar 4-13 *Overlay 3D section plot* pada Google Earth

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran resistivitas sebanyak 5 lintasan yang bervariasi panjangnya, spasinya, dan juga konfigurasi ini dapat diketahui batuan penyusun dan anomali yang berada di Situs Maelang. Adanya perbedaan vegetasi yang menyelimuti kawasan situs ini menjadi penciri sendiri bagi keberadaan situs. Sebagian besar kawasan situs memang ditumbuhi pohon jati, namun di perbukitan dan goa Situs Maelang hanya ditumbuhi oleh tanaman jagung. Seperti dari hasil pengukuran di lintasan kelima yang diletakkan melebihi dari vegetasi tanaman jagung hasilnya adalah lapisan dengan nilai resistivitas rendah yaitu 1.28-7.2 Ωm pada titik pengukuran ke 22 sampai 31. Hal ini sebagai penciri yang unik karena ternyata memang batuan dibawah tanaman jagung adalah batuan beku vulkanik. Berdasarkan nilai resistivitasnya 90 – 280 Ωm ini diinterpretasi sebagai batuan andesit. Batuan ini yang menjadi penyusun utama dari bangunan Situs Maelang. Meskipun ada juga campuran gamping, pasir, lempung, dan tuff pada bangunan situs ini. Bukan didominasi oleh batuan sedimen karbonat, sebab saat dilakukan uji HCl tidak semua batumannya bereaksi dan berbusa. Lima buah lintasan belum cukup untuk memetakan sebaran Situs Maelang, namun bisa sebagai informasi bahwa batuan Situs Maelang yang tertutupi tanaman jagung itu berada pada kedalaman 0.5 sampai 3 meter untuk bagian lereng goa.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Lintasan 1,2 dan 5 menunjukkan batuan penutup gua tepat dibawah top soil yang memiliki nilai resistivitas 90-215 Ω m, dengan ketebalan kurang lebih 1 meter dan pada kedalaman 0.5-3 meter pada lintasan 5.
- Lintasan 3 dan 4 memiliki anomali resistivitas tinggi yaitu senilai 1418–3836 Ω m pada *line* 3 dan bernilai hingga 5820 pada *line* 4, Anomali ini diidentifikasi sebagai ruang kosong dibawah permukaan
- Dari hasil peta bawah permukaan Situs Maelang diidentifikasi adanya dominasi batuan vulkanik pada batuan penyusun terluarnya. Selain itu bisa jadi Situs Maelang ini masih memiliki ruang – ruang dibawah tanah.
- Data pengukuran resistivitas sejumlah 5 lintasan belum mampu memetakan persebaran situs secara luas, namun cukup mewakili untuk mengetahui keberadaan situs yang tertutupi tnaman jagung pada kedalaman sekitar 0.5 – 3 meter dibawah permukaan.

5.2 Saran

Saran yang penulis diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya antara lain:

- Perlu ditambahkan data hasil bor untuk melihat litologi di kawasan tersebut.
- Pengambilan *sample* batuan secara langsung dan pembuktian zona yang memiliki anomali resistivitas tinggi.
- Perlu analisa petrografi dan *carbon dating* untuk meneliti usia batuan.
- Menambahkan jumlah lintasan geolistrik terutama pada area perbukitan yang ditanami jagung.
- Bekerja sama dengan berbagai disiplin ilmu seperti arkeologi, sejarah, teknik sipil, arsitektur, geologi, para praktisi, serta masyarakat sekitar untuk meneliti dan mengungkap keberadaan Situs Maelang ini.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR PUSTAKA

- Chávez, Gerardo Cifuentes-Nava, Andrés, Hernández-Quintero and Diana Vargas. (2014). *Special 3D electric resistivity tomography (ERT) array applied to detect buried fractures on urban areas: San Antonio Tecómitl, Milpa Alta, México*. *Geofísica Internacional* (2014) 53-4: 425-434
- Gerald-Little, Michael BR and Kurt A. Jordan. (2012). *Understanding the built environment at the Seneca Iroquois White Springs Site using large-scale, multi-instrument archaeogeophysical surveys*. *Journal of Archaeological Science* 39 (2012) 2042e2048
- Hemeda, Sayed. (2013). *Electrical Resistance Tomography (ERT) Subsurface Imaging for Non-destructive Testing and Survey in Historical Buildings Preservation*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1): 344-357, 2013
- Lasaponara, Giovanni Leucci, Nicola Masini and Raffaele Persico. (2014). *Investigating archaeological looting using satellite images and GEORADAR: the experience in Lambayeque in North Peru*. *Journal of Archaeological Science* 42 (2014) 216e230.
- Loke, M. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*. Malaysia: M.H. Loke.
- Mufidah, J. (2016). *Aplikasi Metode Geolistrik 3D Untuk Menentukan Situs Arkeologi Biting Blok Salak di Desa Kutorenon Kecamatan Sukodono Lumajang*. UIN Maulana Malik Ibrahim, Jurusan Fisika. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Natawidjaja, D. H., & Mandiri, T. T. (2015). *Fakta Hasil Penelitian Gunung Padang. Borobudur Writers & Cultural Festival*. Jogjakarta.
- Pryambodo, D. G., & Troa, R. A. (2016). *Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Identifikasi Situs Arkeologi di Pulau Lut Natuna. Kalpataru, Majalah Arkeologi Vol 25 no 1*.
- Reynolds, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Syamsudin, R., & Lantu. (2012). *Identifikasi Benda Arkeologi di Kecamatan Makassar dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger*. *Universitas Hasanudin, Makassar*.

- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. (1990). *Applied Geophysics* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Tempo. (2016, Maret 16). *Balai Arkeologi Identifikasi Situs Arkeologi di Banyuwangi*. Diambil kembali dari tempo.
- Tim BPCB Trowulan Teliti Sumberdaya Arkeologi di Desa Watukebo.(2016, Juni 7). Diambil kembali dari kabarbanyuwangi.info
- Santos and S.A Sultan. (2008) . *Evaluating subsurface structures and stratigraphic units using 2D electrical and magnetic data at the area north Greater Cairo, Egypt*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 10 (2008) 56–67
- Waluyo dan Edy Hartantyo. (2000). *Teori Dan Aplikasi Metode Resistivitas*.Yogyakarta : Laboratorium Geofisika, Program Studi Geofisika,Jurusan Fisika FMIPAUGM

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

LAMPIRAN

A. Dokumentasi

- Survey dan Penelusuran Awal



Gambar A-1 Mobil RC dan 3 set kamera



Gambar A-2 Persiapan tim

- Pengukuran Resistivitas 2D



Gambar A-3 Pengukuran Lintasan 1



Gambar A-4 Pengukuran Lintasan 2



Gambar A-5 Pengukuran Lintasan 3



Gambar A-6 Pengukuran Lintasan 4



Gambar A-7 Pengukuran Lintasan 4 dan kondisi dalam goa



Gambar A-8 Kabel Geolistrik yang dipakai



Gambar A-9 Foto Bersama Tim Survey dengan Petani Jagung (tengah)



Gambar A-10 Foto Tim Survey di depan relief buaya Situs Maelang

- Dokumentasi Penelusuran Awal Situs Maelang



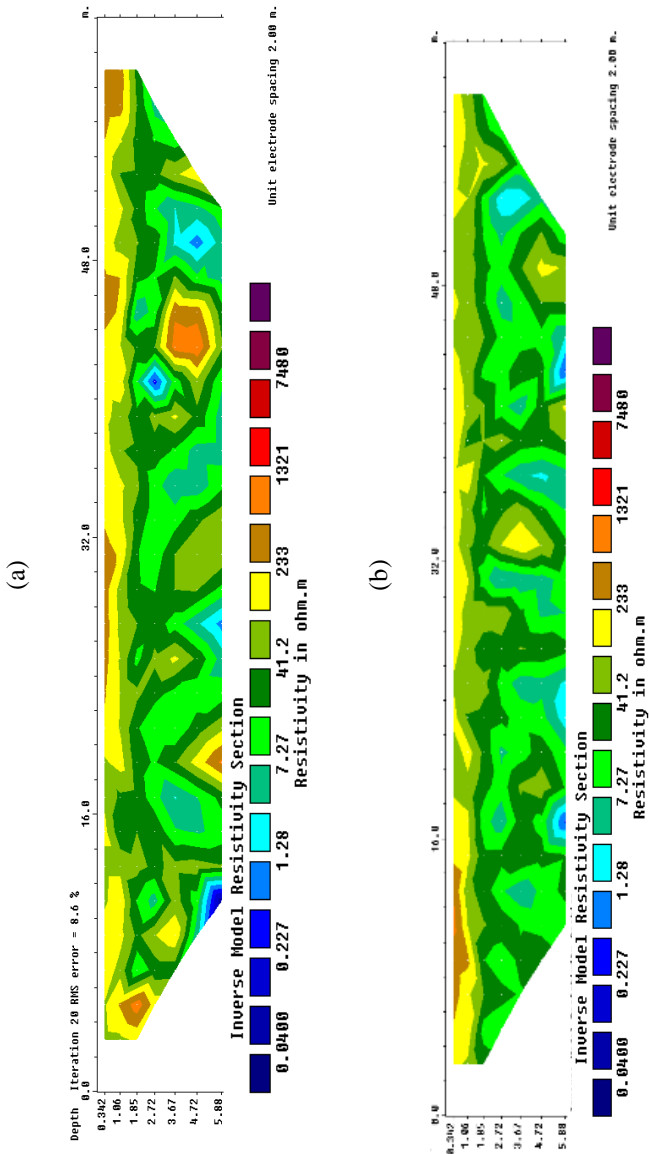
Gambar A-11 Pengujian HCl pada batuan di Situs Maelang



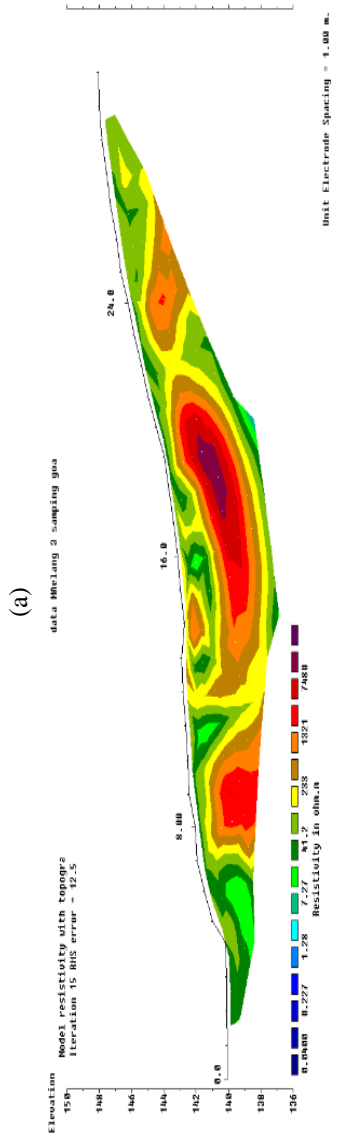
Gambar A-12 Sendang penampungan air terletak di dinding sebelah timur

B. Data Resistivitas 2D

- Penampang Hasil Inversi Resistivitas 2D Lintasan 1 dan 2

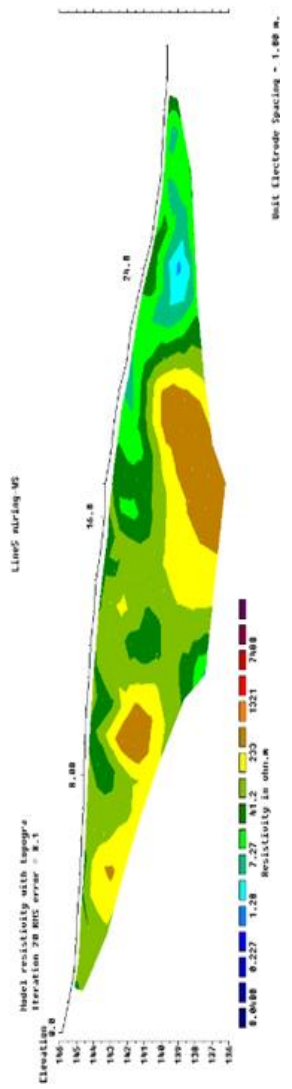


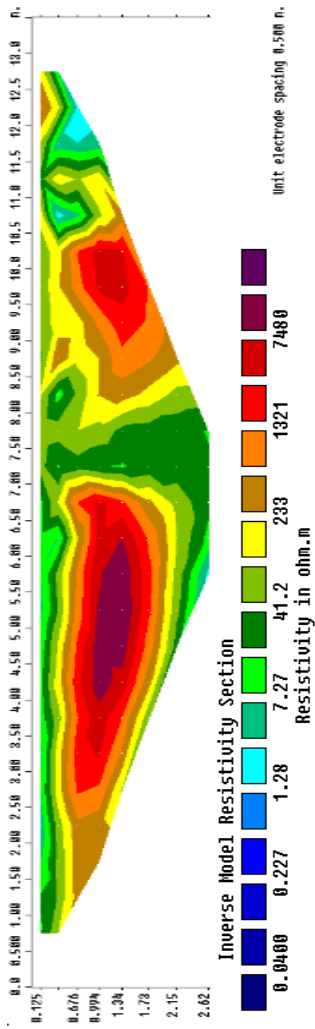
Gambar B-1 Penampang Hasil Inversi (a) Lintasan 1 (b) Lintasan 2



(b)

Gambar B-2 Penampang Hasil Inversi di bagian lereng goa (a) Lintasan 3 dan (b) Lintasan 5





Gambar B-3 Penampang Hasil Inversi di bagian lereng goa Lintasan 4

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BIODATA PENULIS



Moch. Fauzan Dwiarto atau yang lebih akrab dipanggil Ujang lahir di Jember pada 2 November 1994. Anak ke dua dari tiga bersaudara dari pasangan Ibu Sri dan Bapak Samsun. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Al-Furqan Jember, SMPN 2 Jember dan SMAN 2 Jember. Kemudian penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Geofisika ITS Surabaya sejak tahun 2013.

Sejak di kampus penulis banyak mengikuti kegiatan organisasi internal, minat bakat dan juga organisasi sosial di luar kampus. Pada bidang minat bakat, penulis pernah menjadi anggota Teater Tiyang Alit IT dan UKM Robotika ITS. Sedangkan di organisasi internal kampus penulis pernah terlibat sebagai staff di BEM ITS periode 14/15 dan juga pernah menjadi pengurus inti di Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HMTG ITS) periode 15/16. Sempat juga beberapa kali menjuarai perlombaan antar mahasiswa diantaranya Juara III LKTI tentang *Industrial Mechatronics and Automation* tingkat Nasional, Juara I dan *best output* LKTI tentang *Mitigation of Earth Disaster* tingkat nasional di UNDIP Semarang. Bersama tim *Barunastra RoboBoat ITS* juga pernah mendapatkan penghargaan *best design* dalam Kompetisi Kapal Cepat Tak Berawak Nasional 2014, Juara 1 dan juara 3 pada kategori *Autonomous boat race competition* di UNDIP Semarang. Penulis juga tertarik dalam bidang kerelawanan, sejak tahun ke dua kuliah menginisiasi berdirinya Teater Bocah untuk mengembangkan minat anak – anak di TBM Kawan Kami Putat Jaya, Surabaya. Dalam bidang Geofisika penulis tertarik pada geofisika teknik dan lingkungan dan mengambil topik tugas akhir tentang aplikasi metode geofisika pada bidang arkeologi. Berikut kontak yang dapat dihubungi melalui email fauzandwiharto@gmail.com atau nomor hp 089650224294.

“Belajar dimanapun, belajar pada siapapun dan mempelajari apapun untuk mensyukuri kebesarannya”

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN