

**INTERPRETASI DATA GEOLISTRIK RESISTIVITAS 3D  
UNTUK MENDUGA STRUKTUR GEOLOGI BAWAH  
PERMUKAAN GUNUNG LUMPUR (Studi Kasus: Desa Jari  
Kecamatan Gondang Kabupaten Bojenegoro)**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**FAIZATUR RIZKA BELLA**  
**NIM. 13640058**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK  
IBRAHIM MALANG  
2018**

**INTERPRETASI DATA GEOLISTRIK RESISTIVITAS 3D UNTUK  
MENDUGA STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN GUNUNG  
LUMPUR (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten  
Bojenegoro)**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:**

**FAIZATUR RIZKA BELLA**

**13640058**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

## HALAMAN PERSETUJUAN

INTERPRETASI DATA GEOLISTRIK RESISTIVITAS 3D UNTUK  
MENDUGA STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN GUNUNG  
LUMPUR (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojenegoro)

SKRIPSI

Oleh:

Faizatur Rizka Bella  
NIM.13640058

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
Pada tanggal 04 juli 2018

Pembimbing I,



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

Pembimbing II,



Erika Rani, M.Si  
NIP. 19810613 200604 2 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

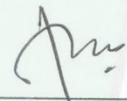
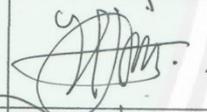
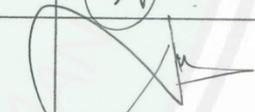
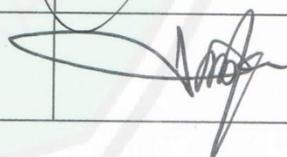
## HALAMAN PENGESAHAN

INTERPRETASI DATA GEOLISTRIK RESISTIVITAS 3D UNTUK  
MENDUGA STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN GUNUNG  
LUMPUR (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro)

### SKRIPSI

Oleh:  
Faizatur Rizka Bella  
NIM.13640058

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada tanggal 25 Juni 2018

Penguji Utama	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	<u>Dr Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740513 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	<u>Erika Rani, M.Si</u> NIP. 19810613 200604 2 002	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faizatur Rizka Bella  
NIM : 13640058  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Interpretasi Data Geolistrik Resistivitas 3D Untuk Menduga Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro)

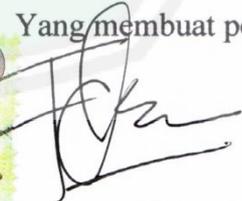
Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang telah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang dikutip dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan serta menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Malang, 01 Juni 2018

Yang membuat pernyataan,



  
Faizatur Rizka Bella

NIM. 13640058

## MOTTO

Berusahalah hingga ketitik maksimal, ketika engkau ingin memperoleh hasil yang memuaskan, dan dasarnya dengan ilmu.

“man aroda dunya fa’alaihi bil ‘ilmi,  
man aroda akhiroh fa’alaihi bil ilmi,  
wa man aroda huma fa’alaihi bil ilmi”



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Sebuah karya kecil ini kupersembahkan untuk kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan dukungan, untuk adik-adikku (Isal dan Roby) dan untuk para pecinta ilmu semoga karya kecil ini menginspirasi*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kepada Allah Swt yang telah memberikan segala rahmat dan nikmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga kami dapat mengerjakan skripsi yang berjudul **“Interpretasi Data Geolistrik Resistivitas 3D Untuk Menduga Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojenegoro)”** dengan baik.

Sholawat berangkaikan salam selalu tercurah kepada Nabi Revolusi Akbar Nabi Muhammad Saw yang telah membawa kita menuju zaman yang terang benderang yaitu agama islam. Penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Interpretasi Data Geolistrik Resistivitas 3D Untuk Menduga Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojenegoro)”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata 1 Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Ucapan terimakasih yang mendalam kami sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan motivasi dalam penulisan skripsi.
5. Erika Rani, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi yang memberikan bimbingan dan motivasi dalam penulisan skripsi.
6. Seluruh dosen Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berkenan mendidik dan membimbing saya.
7. Staf administrasi serta laboran yang membantu memperlancar penyelesaian skripsi.

8. Teristimewa kedua orang tua Ayah Saswito, S.Pd, Ibunda Isminarti, Adik Faisal Hakim Amhar dan Abdurrosit Atturoby beserta keluarga tercinta yang telah memberikan kepercayaan untuk menuntut ilmu serta melimpahkan kasih sayang kepada saya.
9. Seluruh rekan seperjuangan Geofisika angkatan 2013 yang selalu memberikan motivasi, inspirasi, dan kebersamaannya selama ini dan seluruh warga Fisika angkatan 2013 yang saya banggakan.
10. Seluruh pihak yang telah membantu saya dalam penyelesaian skripsi.

Terlepas dari hal itu, kami menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa. Oleh karena itu, kami menerima segala kritik dan saran demi tersusunnya skripsi ini dengan benar.

Akhir kata, kami berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi pembaca.

Malang, Juni 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
المخلص .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gunung Lumpur ( <i>Mud Volcano</i> ) .....	5
2.1.1 Deskripsi Gunung Lumpur ( <i>Mud Volcano</i> ) .....	5
2.2 Proses Terbentuknya Gunung Lumpur .....	6
2.3 Klasifikasi Gunung Lumpur .....	8
2.3.1 Bentuk Gunung Lumpur .....	9
2.4 Faktor Penyebab Keluarnya Lumpur .....	10
2.5 Persebaran Gunung Lumpur di Indonesia .....	11
2.5.1 Gunung Lumpur di Pulau Jawa .....	12
2.5.2 Persebaran Gunung Lumpur di Jawa Timur .....	13
2.6 Geologi Daerah Penelitian .....	14
2.6.1 Stratigrafi .....	15
2.6.2 Struktur .....	17
2.7 Metode Geolistrik .....	18
2.7.1 Metode Geolistrik Tahanan Jenis .....	18
2.8 Sifat Listrik Batuan .....	20
2.8.1 Faktor yang Mempengaruhi Sifat Listrik Dalam Tanah .....	23
2.9 Aliran Listrik di Dalam Bumi .....	24
2.9.1 Titik Arus Tunggal di Permukaan .....	25
2.9.2 Dua Titik Arus di Permukaan .....	26
2.10 Resistivitas Semu ( <i>Apparent Resitivity</i> ) .....	29
2.11 Resistivitas Batuan .....	30

2.12 Konfigurasi Wenner .....	33
2.13 Integrasi.....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	39
3.2 Peralatan Penelitian.....	40
3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	41
3.4 Metode Penelitian Geolistrik.....	42
3.4.1 Pengambilan Data Geolistrik .....	42
3.4.2 Pengolahan Data.....	44
3.4.3 Interpretasi Data .....	44
3.5 Alur Penelitian .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Survei.....	47
4.2 Pengukuran Koordinat Posisi.....	49
4.3 Metode Geolistrik Resistivitas .....	49
4.4 Interpretasi Data .....	50
4.4.1 Interpretasi Kualitatif Pada Daerah Penelitian.....	50
4.4.2 Interpretasi Kuantitatif Pada Daerah Penelitian.....	51
4.4.2.1 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 1 .....	51
4.4.2.2 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 2 .....	52
4.4.2.3 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 3 .....	53
4.5 Interpretasi Data Lintasan 1,2 dan 3 .....	54
4.6 Model Penampang 3D Dari Ketiga Lintasan .....	55
4.7 Kajian Al-Quran.....	56
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Dasar Dan Elemen Utama Dari Gunung Lumpur Kerucut.....	7
Gambar 2.2 Gunung Lumpur Yang Terdapat Di Pulau Jawa Bagian Timur Dan Madura .....	13
Gambar 2.3 Peta Titik-Titik Gunung Lumpur Di Jawa Timur .....	14
Gambar 2.4 Peta Geologi Regional Bojonegoro.....	14
Gambar 2.5 Kandungan Garam Elektrolit Dalam Air Tanah/Batuan .....	20
Gambar 2.6 Silinder Konduktor.....	21
Gambar 2.7 Perbesaran Bagian Tipis Pada Sebuah Tanah .....	25
Gambar 2.8 Sumber Arus 2 Titik Pada Permukaan Homogen Isotropis .....	25
Gambar 2.9 Sumber Arus Berupa Titik Pada Permukaan Bumi Homogen....	25
Gambar 2.10 Dua Pasang Elektroda Arus Dan Elektroda Potensial Pada Permukaan Medium Homogen Isotropis Dengan Resistivitas $\rho$ .....	27
Gambar 2.11 Perubahan Bentuk Pada Bidang Equipotensial Dan Garis Aliran Arus Untuk Dua Titik Sumber Arus Pada Permukaan Tanah Homogen .....	29
Gambar 2.12 Konfigurasi Wenner .....	34
Gambar 2.13 Susunan Elektroda Arus Dan Potensial Pada Konfigurasi Wenner .....	34
Gambar 3.1 Daerah Penelitian .....	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 3.3 Skema Pengambilan Data <i>Mapping</i> .....	44
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner .....	46
Gambar 4.1 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 1 .....	51
Gambar 4.2 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 2 .....	52
Gambar 4.3 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 3 .....	53
Gambar 4.4 Model Penampang 3D Dari Ketiga Lintasan .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Resistivitas Batuan dan Material Bumi .....	31
Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Batuan .....	32
Tabel 2.3 Nilai Resistivitas Batuan .....	32
Tabel 2.4 Resistivitas Batuan Sedimen .....	33



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran.1	Data Hasil Pengukuran Lintasan 1
Lampiran.2	Data Hasil Pengukuran Lintasan 2
Lampiran.3	Data Hasil Pengukuran Lintasan 3
Lampiran.4	Dokumentasi Kegiatan di Lokasi Penelitian



## ABSTRAK

Bella Faizatur Rizka. 2018. **Interpretasi Data Geolistrik Resistivitas 3D Untuk Menduga Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro)**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Erika Rani, M.Si

---

**Kata Kunci:** Gunung Lumpur, Geolistrik, Resistivitas

Bojonegoro, tepatnya di area lereng Gunung Puru, Dusun Keramat, Desa Jari, Kecamatan Gondang, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, terdapat gunung lumpur munculnya gunung lumpur ini di sebabkan adanya pergeseran lempengan perut bumi setelah terjadinya gempa, volume gunung lumpur yang semakin hari semakin meningkat membrikan kekhawatiran bagi warga setempat, dikarenakan letak gunung lumpur yang berada dipersawahan memberikan dampak buruk bagi tanaman-tanaman yang terendam gunung lumpur. Tujuan dari pnelitian ini Membuat model struktur geologi bawah permukaan dari gunung lumpur dan Mengidentifikasi litologi batuan penyusun struktur bawah permukaan gunung lumpur di daerah penelitian berdasarkan data geolistrik tahanan jenis. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivatas konfigurasi wenner alpha. Terdapat 3 lintasan pada pnelitian ini, lintasan 1 dan 2 memiliki panjang 160 meter dengan sepasi 5 meter setiap elektrodanya, untuk lintasan 3 panjang memiliki panjang lintasan 128 dengan sepasi 4 stiap elektrodanya. Berdasarkan yang didapatkan diketahui Kantung lumpur terlihat pada lintasan 3. Letak lintasan nya persis dibawa kolam lumpur, posisi kedalaman kantung lumpur dari 1.00 meter samapai 20.9 meter bentuk kantung lumpur menyerupai gunung berapi. Kemudian pada lintasan 1 terlihat sebaran yang memenuhi lintasan. Untuk lintasan 2 sebaran lumpur berada di sekitar kolam dengan kedalaan yang lebih dangkal yakni kedalaman 1.25 meter sampai kedalaman 17.3 meter dan secara umum litologi batuan bawah permukaan daerah pnelitian kandungan batuanya didominasi oleh batuan andesit dan pasir.

## ABSTRACT

Bella Faizatur Rizka. 2018. **Interpretation of 3D Resistivity Geolocation Data to Assume Geologic Structure Under Surface of Mud Volcano (Case Study: Finger Village Gondang District Bojonegoro Regency)**. Bachelor's Thesis. Physics Department. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisors: (1) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Erika Rani, M.Si

---

**keywords:** Mud Vulcano, Geoelectricity, Resistivity

Bojonegoro, precisely in the slope area of puru mount, Keramat hamlet, Jari village, Gondang district, Bojonegoro regency, East Java, there is a mud volcano. Appearing of this mud volcano is caused by the shift of earth's slabs after earthquake. The volume of the mud volcano that is increased day by day makes a concern for local residents because the location of the mud volcano located at rice field gives bad impacts to the mud-submerged crops. The purposes of this research are constructing a model of geology structure at subsurface of the mud volcano and identifying the lithology of rock composing the sub-mud volcano structure at the research area according to geoelectricity data of type resistance. This research uses the resistivity geoelectricity method of wenner alpha configuration. There are 3 tracks in this research. The first and second track have 160 m length with a separation of 5 m in each of electrode and for third track has 128 line length a separation with 4 m in each of electrode. Based on what is found, it is known that the mud bag is observed on third track. The location of its trajectory is exactly at the submud, the depth position of the mud sacs from 1.00 m to 20.9 meters from a mud pouch resembles the volcano. Then on the first track looks spread that meets the track. For second track, the distribution of the mud is around the pond with a shallower depth of 1.25 to 1.73 meters and in general the mitology of subsurface rocks of the research area of the aid content is dominated by andesite and sand.

## المستخلص

بيلا فائزة الرزق. 2018. تفسير البيانات الجيوكهربية المقاومة ثلاثية الأبعاد ليحزر البنية الجيولوجية التحتية بظاهر بركان الطين (دراسة القضية: في قرية جاري جوندانج محافظة بوجونيجورو). البحث الجامعي. قسم الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفان: (I) الدكتوراندوس عبد البسيط، الماجستير (II) آيريكا راني، الماجستير

الكلمات الرئيسية: بركان الطين، الجيوكهربية، المقاومة

كان بركان الطين حول سفح جبل "فورو" وهو تقع في ضيعة كيرامة قرية جاري جوندانج محافظة بوجونيجورو بجاوا الشرقية، ونشأ ذلك بركان الطين بسبب تحويل بلاطة الأرض بعد وقوع الرحفة. وبعد الأيام يزداد ويرتفع حجم بركان الطين ويؤثر إلى مخافة السكان الذين يسكنون حوله لأن موقع بركان الطين في المزرعة التي فيها النباتات وسيؤثر عليها تقع بركان الطين أثرا سلبيا. أهداف هذا البحث هي تكوين نموذج البنية الجيولوجية التحتية بظاهر بركان الطين وتعرف ليثولوجية الأحجار البنائي في البنية التحتية بظاهر بركان الطين في مكان البحث بناء على البيانات الجيوكهربية عن متانة الجنس. وطريقة البحث هي الجيوكهربية المقاومة التشكيلية وينر ألفا (Wenner Alpha). وتكون ثلاثة المسالك في هذا البحث وهي يستطيل المسلك الأول والثاني إلى 160 مترا ويفسحان إلى 5 مترا بين قطب كهربائي، ويستطيل المسلك الثالث إلى 128 مترا ويفسح إلى 4 مترا بين قطب كهربائي. وظهر جراب الطين في المسلك الثالث وهو يقع تحت بركة الطين بحسب عمق 1.00 - 20.9 مترا وشكله نحو البركان. وأما المسلك الأول بمأله الطين المنتشر. وانتشر الطين في المسلك الثاني حول البركة وكان عمقه أضحل من عمق الطين في المسلك الثالث وهو قدر 1.25 - 17.3 مترا. وليثولوجية الأحجار التي تقع تحت ظاهر مكان البحث بالإجمال هي تغلب على الأحجار الأندسيتي والرملية.

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Gunung lumpur (*Mud volcano*) umumnya terjadi Pada cekungan-cekungan sedimentasi seluruh dunia. Indonesia adalah salah satu negara yang banyak didapati gunung lumpur, di daerah sekitar Bogor, Jawa Barat hingga ke tengah, Purwodadi dan antara Bojonegoro dengan Surabaya hingga Selat Madura ada sekitar 20 titik gunung lumpur yang terbentang, salah satu gunung lumpur yang terkenal yakni gunung lumpur di Sidoarjo yang terkenal dengan sebutan LUSI (Lumpur Sidoarjo).

Mud volcano biasanya terbentuk karena adanya natural gas yang naik ke permukaan pada saat berada di conduit (sesar mendatar yang tegak) dan membawa lumpur (mud) yang memiliki densitas lebih ringan dari sedimen di sekitar daerah tersebut. Penyebab meletusnya gunung lumpur dikarenakan adanya struktur geologi daerah setempat seperti terdapat lipatan, sesar dan retakan serta energi yang cukup kuat untuk mendorong lumpur tersebut dapat mencapai permukaan.

Bojonegoro, tepatnya di area lereng Gunung Puru, Dusun Keramat, Desa Jari, Kecamatan Gondang, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, terdapat gunung lumpur dugaan munculnya gunung lumpur ini di sebabkan adanya pergeseran lempengan perut bumi setelah terjadinya gempa. Gunung lumpur ini awalnya hanya terdapat satu titik saja namun kini sudah terdapat beberapa titik semburan. Material lumpur yang disertai bau belerang menyengat ini sudah meluber ke lahan

persawahan masarakat daerah sekitar, hal ini mengakibatkan tanaman yang terendam lumpur selama tiga hari akan mati.

Gunung lumpur ini berada di bawah puncak bukit membentuk sebuah kolam dengan diameter sekitar 12 meter, awalnya hanya ada satu semburan yang kuat namun sekarang semburannya hanya kecil kecil dan banyak titik semburan dalam satu kolam sehingga bila dilihat dari permukaan terlihat seperti air yang mendidih, volume lumpur semakin hari semakin bertambah membuat warga resah sehingga warga sekitar membuat aliran yang menuju sungai di sekitar lokasi, di tambah pula dengan munculnya semburan-semburan lumpur yang baru.

Dengan adanya fenomena alam tersebut, perlu dilakukan sebuah penelitian terhadap gunung lumpur yang bertujuan untuk eksplorasi, untuk mengetahui struktur bawah permukaan dari gunung lumpur tersebut. Sebagaimana firman Allah dalam surat ar-Rahman ayat 33:

يَمَعَشَرَ الْجِنَّ وَالْإِنْسِ إِنَّ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ آسْمَوَاتٍ وَالْأَرْضِ فَاَنْفُذُوا ۚ لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ (٣٣)

*"Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan."(Q.S. ar-Rahman [55]:33).*

Dari ayat di atas dapat dipahami bahwa sebagai hamba Allah kita diperbolehkan atau diberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi baik itu dengan tujuan untuk mengetahui apa yang terjadi baik di langit maupun di bumi. Namun untuk bisa mengetahui hal tersebut maka diperlukan kekuatan, kekuatan yang dimaksud

adalah kekuatan yang berupa tubuh dan ilmu pengetahuan. Dalam bidang geofisika, untuk bisa melakukan eksplorasi perlu menggunakan metode geofisika.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas). Geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menginterpretasi bawah permukaan tanah dengan menggunakan konsep fisika dan tanpa merusak material-material tersebut. Prinsip kerja geolistrik adalah mengukur tahanan jenis dengan mengalirkan arus listrik ke dalam batuan atau tanah melalui elektroda arus. Kemudian arus diterima oleh elektroda potensial dengan menganggap bumi sebagai resistor.

Kelebihan dari metode geolistrik resistivitas ini selain biaya alat lebih murah, waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data lebih cepat serta pengolahan data yang lebih mudah dibanding metode geofisika yang lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode resistivitas ini dapat membantu dalam memotong waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam penelitian. Metode ini juga merupakan metode geofisika aktif yang dilakukan dengan membangkitkan medan gangguan berupa arus listrik yang diinjeksikan ke bumi. Meskipun tergolong dalam metode geofisika aktif, metode resistivitas ini tidak bersifat merusak dan metode ini banyak digunakan untuk eksplorasi yang berhubungan dengan air, dimana objek dalam penelitian ini adalah gunung lumpur yang berasosiasi dengan air.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana model struktur geologi bawah permukaan dari gunung lumpur di Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro?

2. Bagaimana pendugaan susunan litologi batuan di bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan data geolistrik tahanan jenis (resistivitas)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Membuat model struktur geologi bawah permukaan di daerah penelitian sebagai gambaran kondisi bawah permukaan dari gunung lumpur.
2. Mengidentifikasi litologi batuan yang menyusun struktur bawah permukaan gunung lumpur di daerah penelitian berdasarkan data geolistrik tahanan jenis.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi terkait tentang kondisi struktur bawah permukaan pada daerah gunung lumpur di Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro.
2. Menambah wawasan serta pengetahuan terkait litologi batuan di daerah penelitian dengan penggunaan metode geolistrik tahanan jenis sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang geofisika.

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Pengambilan data geolistrik tahanan jenis dengan menggunakan konfigurasi Wenner Alpha dilakukan dengan jenis penyelidikan *mapping (horizontal profiling)*.

2. Analisa kontur nilai tahanan jenis (resistivitas) dan pemodelan 3D struktur bawah permukaan daerah penelitian.
3. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software diantaranya Ms. Excel, Res2Dinv, dan Sketchup



## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

### **2.1 Gunung Lumpur (*Mud Volcano*)**

Gunung lumpur adalah misteri dalam bidang ilmu geosains hingga hampir 2 abad. Gunung lumpur ini banyak ditemui di lepas pantai (*offshore*) dan di pantai atau laut (*onshore*), biasanya gunung lumpur berada di daerah lingkungan tektonik yang bermacam-macam, namun paling sering ditemui di daerah kompresi tektonik. Geometri gunung lumpur sangat bervariasi (diameternya bisa mencapai hingga 10 km dengan ketinggian hingga ratusan meter) dan keanekaragaman mengenai asal usul dari fluida dan fase padatnya. Gas (dominan metana), air dan lumpur diperkirakan mengalami mobilisasi pada kedalaman hanya beberapa meter, tetapi lokasinya bisa berada pada kedalaman beberapa kilometer (Kopf, 2002).

#### **2.1.1 Deskripsi Gunung Lumpur (*Mud Volcano*)**

Gunung lumpur atau *mud volcano* adalah istilah generik yang umum digunakan untuk menggambarkan struktur yang memancarkan air, lumpur, atau hidrokarbon. Daerah panas bumi yang sering ditemui memiliki struktur kecil disebut gunung lumpur yang terbentuk oleh air panas dan uap. Struktur kecil (<5 m) terbentuk selama faksi cair juga disebut gunung lumpur (Milkov, 2000).

Gunung lumpur adalah fenomena geologis yang muncul sebagai akibat semburan lumpur yang liar. Biasanya reservoir batuan yang didiami oleh fluida berupa lumpur adalah batuan gamping pada kedalaman lebih dari 3000 meter di bawah permukaan, selain itu juga didiami oleh garam. Sehingga memungkinkan

terjadinya kubah garam (*salt dome*), diapir (intrusi atau penerobosan batuan karena tekanan melalui rekahan) dan gunung lumpur (*mud volcano*). Istilah *mud volcano* atau gunung lumpur digunakan untuk suatu fenomena keluarnya air lumpur atau lempung ke permukaan bumi. Erupsi air lumpur umumnya berhubungan dengan gas alam. Lumpur mengendap di sekitar lubang erupsi dan membentuk kerucut seperti kerucut gunung api (Mazini, 2007).

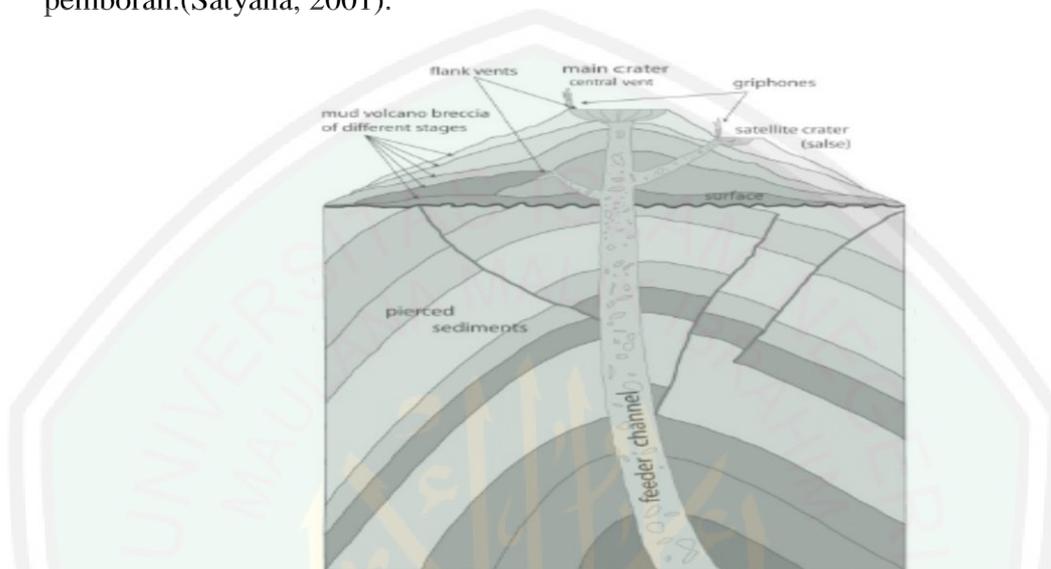
## 2.2 Proses Terbentuknya Gunung Lumpur

Peristiwa gunung lumpur dikontrol oleh beberapa faktor, diantaranya aktivitas tektonik, pemuatan sedimen karena sedimentasi yang cepat, sedimen plastik halus dan akumulasi hidrokarbon yang kontinu (terus-menerus) (Hensen et al, 2007).

Pemicu munculnya gunung lumpur adalah akibat adanya gaya dari dalam perut bumi (endogenik). Gunung lumpur sebenarnya identik dengan diapir lumpur/garam. Gunung lumpur merupakan intrusi massa yang relatif *mobile* (bergerak/berpindah) terhadap strata (lapisan/tingkatan) di sekitarnya yang diakibatkan adanya daya apung (*buoyancy*) dan perbedaan tekanan berlebihan (*oversaturated*) dan ketika massa yang mengintrusi sampai di permukaan, maka fenomena inilah yang dikenal dengan sebutan gunung lumpur (*mud volcano*) (Satyana, 2001).

Terjadinya gunung lumpur biasanya berasosiasi dengan suatu keadaan geologi yang lapisan sedimennya belum terkompaksikan, mempunyai tekanan tinggi dan mengakibatkan timbulnya diapir dari serpih ataupun penusukan oleh serpih. Gejala tersebut juga sering berasosiasi dengan daerah yang disebut *over*

*pressured area*, yaitu daerah tekanan tinggi yang tekanan serpihnya lebih besar daripada tekanan hidrostatik, dengan demikian dapat menimbulkan kesulitan pemboran.(Satyana, 2001).



Gambar 2.1 Struktur dasar dan elemen utama dari gunung lumpur kerucut. (Dimitrov, 2002)

Air dalam ekstrusi gunung lumpur biasanya memblokir dari kedua sumber yang dangkal dan yang dalam serta biasanya diperoleh melalui berbagai macam proses. Lumpur breksi dan air gunung lumpur umumnya bercampur dimana aliran gunung lumpur memiliki viskositas yang berbeda-beda. Selama erupsi yang besar, gunung lumpur bisa mengeluarkan aliran material hingga 5 juta  $m^3$  (Graue, 2000).

Metana hampir selalu mendominasi gas (70-90%) yang diproduksi dan diemisi (dikeluarkan) melalui gunung lumpur. Sisanya termasuk (dari urutan terbawah) karbondioksida, nitrogen, hidrogen sulfida, argon dan helium (Judd, 2005).

Sistem pengisi internal gunung lumpur belum diketahui. Meskipun studi menggambarkan variabilitas yang besar, biasanya mereka terdiri dari bagian utama, pusat dan akar dengan kedalaman tertentu dari saluran pengisi dimana

sebagian lumpur material vulkanik diangkat. Saluran pengisi dapat berbentuk apa saja dari bentuk silinder hingga bentuk yang tidak beraturan sampai hanya berbentuk celah. Bagian yang dekat permukaan, saluran pengisi cenderung tipis dan merengkah dan menjadi pipa/saluran lateral yang lebih kecil. Diameter dari saluran vulkanik mungkin memiliki dampak yang mendalam pada aktivitas gunung lumpur (Stewart, 2006).

### **2.3 Klasifikasi Gunung Lumpur**

Komposisi gunung lumpur terdiri atas semua material yang dikeluarkan dari perut bumi baik berupa massa padat, plastis, cair, dan gas. Massa padat berupa bebatuan, garam sedangkan massa plastis berupa bubur lempung. Sebaliknya massa cair dapat berupa air (air tanah, air magmatik/vulkanik dan air laut) sedangkan massa gas berupa gas metana, hidrat dan gas belerang.

Menurut (Munawaroh, 2014) dalam (Nurisyiazdatul, 2016) secara umum, gunung lumpur diklasifikasikan menjadi 2 jenis utama yaitu: gunung lumpur yang berasosiasi dengan gunung api dan gunung lumpur yang tidak berhubungan dengan gunung api. Gunung lumpur tipe pertama dicirikan keberadaannya berdekatan dengan gunung api aktif. Umumnya gunung lumpur ini bersuhu tinggi, mengeluarkan uap air dalam jumlah besar, dan tidak hadirnya gas hidrokarbon. Contoh gunung lumpur ini adalah solfatara atau fumarol dan geyser yang dihasilkan oleh aktivitas vulkanik. Gunung lumpur tipe yang kedua adalah gunung lumpur yang tidak ada kaitannya dengan gunung api. Dengan kata lain gunung ini meletus secara independen tanpa terkait dengan gunung api. Gunung lumpur ini dicirikan dengan air letusan yang bersuhu relatif rendah/dingin dan mengandung

material hidrokarbon (dalam bentuk gas). Tipe gunung lumpur ini merupakan gunung lumpur yang sesungguhnya.

Sedangkan percobaan untuk mengklasifikasikan gunung lumpur berdasarkan karakter semburan dengan memperhatikan ekspresi permukaan telah dilakukan oleh Kalinko (1964). Ia membedakan menjadi tiga kelas gunung lumpur diantaranya:

1. Kelas satu: tipe Lokbatan

Tipe gunung lumpur ini dengan bentuk kerucut terjal

2. Kelas Kedua: tipe Chikishlyar.

Gunung lumpur tipe ini dengan bentuk sangat rendah dengan tonjolan atau kubah rata (*flat domes*), dimana menyatu dengan bidang di sekelilingnya, atau membentuk depresi pipih (*plateshape depressions*) yang diisi oleh air.

3. Kelas tiga: tipe Schugin.

Dicirikan oleh suatu bentuk yang bervariasi, tetapi yang umum dari gunung lumpur tipe ini membentuk kawah komposit (*composite crater*).

### 2.3.1 Bentuk Gunung Lumpur

Gunung lumpur berdasarkan garis seismik memiliki bentuk yang berbeda-beda. Beberapa bentuk memiliki perbedaan yang menonjol di dasar laut, sedangkan yang lain melebur bergabung menjadi bantuan sekitarnya. Empat jenis gunung lumpur yang dibedakan berdasarkan bentuk dan penampilan di dasar laut yang dijelaskan di sini: Cekung, cembung, datar dan terkubur.

*Cekung*, jenis gunung lumpur ini biasanya memiliki bentuk kerucut dengan khas kawah di atasnya. *Cembung*, gunung lumpur jenis ini memiliki permukaan

yang cembung dan relatif halus dengan ditandai tidak adanya kawah atau distorsi negatif di dasar laut. *Datar*. gunung lumpur memiliki bentuk kerucut dan reflektor datar di bagian atas. Ada kasus ketika gunung lumpur tidak memiliki relief khas seperti yang disebutkan di atas. Kurangnya sinyal seismik dapat disebabkan oleh gas jenuh sedimen. *Dikuburkan* (buried) jenis gunung lumpur ini ditandai dengan kurangnya bentuk/wujud dari gunung lumpur di atas permukaan. Tubuh gunung lumpur ditutupi oleh sedimen dan tidak berhubungan dengan bagian atas permukaan. Gunung lumpur yang seperti ini biasanya memiliki fitur yang menumpuk (tumpukan/timbunan) yang ditafsirkan sebagai arus paleo yang mengungkapkan aktivitas mereka di masa lalu (Yusinov, 2004).

#### 2.4 Faktor Penyebab Keluarnya Lumpur

Menurut (Risma, 2013) dalam (Nurisyazdahtul, 2016) Ada dua faktor yang menyebabkan terjadinya semburan lumpur tersebut yaitu:

1. Faktor alam

Munculnya lumpur panas di dunia selalu dikaitkan dengan adanya gunung lumpur (*mud vulcano*). Komposisi gunung lumpur ini terdiri atas semua material yang dikeluarkan perut bumi baik berupa masa padat, plastis, cair, dan gas. Munculnya gunung lumpur ini dipicu adanya bubur lumpur yang bercampur dengan kantong-kantong gas (metana) yang mengalami kelebihan tekanan terkubur di bawah permukaan yang berusaha keluar ke permukaan bumi. *Conduit* untuk keluarnya lumpur tersebut berupa bukaan atau rekahan terbentuk akibat proses tektonik atau pembentukan patahan atau struktur antiklin.

## 2. Kegiatan manusia

Kegiatan manusia (*man made activity*), terjadi semburan lumpur panas yang diakibatkan oleh adanya aktivitas atau kegiatan manusia contohnya pemasangan rig dan pengeboran minyak bumi, seperti yang terjadi di Sidoarjo.

### 2.5 Persebaran Gunung Lumpur di Indonesia

Menurut (Munawaroh, 2014) dalam (Nurisyazdatul, 2016) Kalau ditinjau dari persebarannya di muka bumi, maka gunung lumpur mengikuti pola persebaran gunung api (*volcano*), juga tersebar secara luas di seluruh dunia. Secara umum persebaran ini dapat digolongkan ke dalam dua golongan besar, yaitu gunung lumpur yang berada di daratan (*subaerial*) dan gunung lumpur yang berada di bawah laut (*subaqueous*). Gunung lumpur yang berada di daratan secara total jumlahnya lebih dari 700 buah.

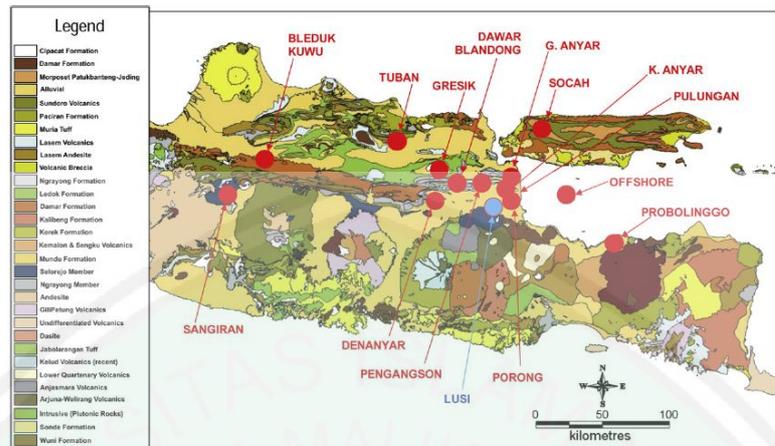
Di Indonesia, khususnya, termasuk ke dalam provinsi yang ke-16. Provinsi gunung lumpur ke-16 ini termasuk Malaysia dan Indonesia. Di Indonesia, gunung lumpur terdapat di pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa dan Papua. Secara keseluruhan terdapat sekitar 50 buah gunung lumpur di provinsi ini dan yang terbanyak terdapat di pulau Kalimantan

#### 2.5.1 Gunung Lumpur di Pulau Jawa

Gunung lumpur merupakan fenomena yang memanjang dalam lapisan bumi di pulau Jawa. Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, utara Bali hingga utara Lombok yang jika suatu ketika terjadi patahan akibat pergerakan bumi, maka gunung lumpur akan menemukan jalan keluarnya. Untuk di pulau Jawa

sendiri gunung lumpur terdapat di kota-kota berikut: Jawa Tengah di daerah Bleduk Kuwu, Purwodadi dan Sangiran, sedangkan di Jawa Timur ditemukan di Kalang Anyar, Pulungan, Gunung Anyar hingga Bangkalan yang berada dalam satu pola kelurusan berarah NE-SW. Beberapa gunung lumpur bahkan membentuk pulau-pulau seperti banyak ditemukan di utara pulau SAWu baratnya Timor dan di utara Timor.

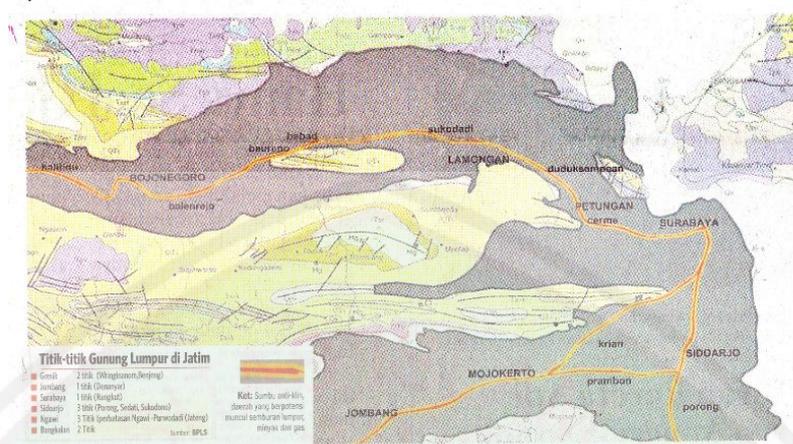
Ada empat macam gunung lumpur (*mud volcano*) yang dipelajarinya di Azerbaijan yang dikelompokkan oleh *State Oil Company of Azerbaijan Republic*. Pertama tipe *Explosive* yang dicirikan dengan semburan lumpur dan gas yang sangat kuat dan secara seketika terbakar. Sedangkan tipe yang kedua adalah *effusive* yang dicirikan dengan keluarnya lumpur seketika dalam jumlah yang besar namun tidak ada gas yang terbakar. Tipe yang ketiga adalah *effusive* yang dicirikan aliran lumpur yang viskositasnya encer tanpa mengeluarkan gas dalam jumlah yang banyak. Sedangkan tipe yang terakhir adalah tipe *extrusive* yang dicirikan aliran lumpur yang lambat dengan kandungan viskositas yang encer dengan kandungan gas yang sangat sedikit. Dari keempat di atas tipe pertama dan kedua ini sangat berbahaya. Tipe yang lain sedikit kurang berbahaya bahkan mungkin bisa diprediksi. Tetapi harus dipelajari dulu struktur geologi bawah permukaannya sebelum ditentukan tipe dari semburan lumpur tersebut (Yusinov, 2004).



Gambar 2.2 Gunung lumpur yang terdapat di Pulau Jawa bagian timur dan Madura (Istadi, 2009).

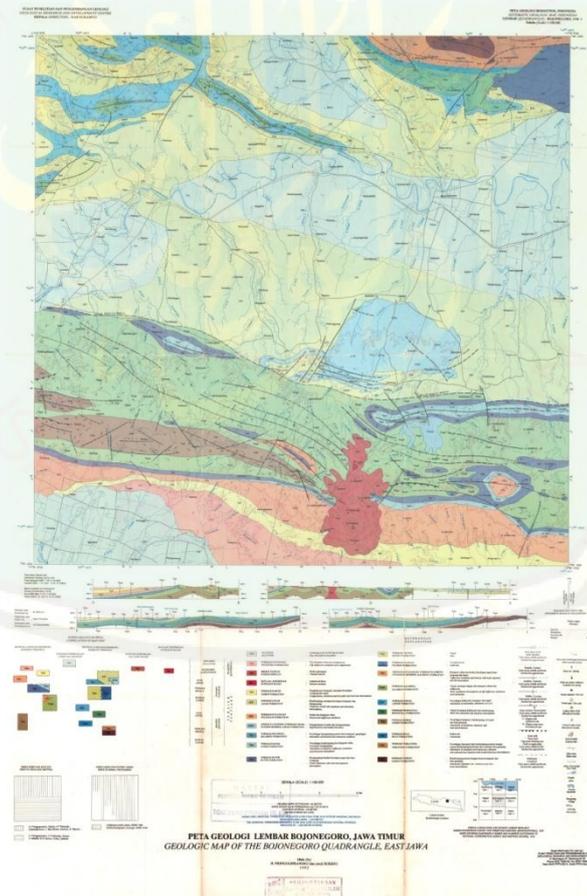
### 2.5.2. Persebaran Gunung Lumpur Di Jawa Timur

Potensi Semburan lumpur panas mengandung minyak dan gas (migas) di Jawa Timur relatif tinggi. Dari sekitar 20 gunung lumpur di Pulau Jawa, 14 titik diantaranya berada di provinsi Jawa Timur. Tak hanya pengeboran, proses alami peningkatan kandungan air tanah dan penguapan air akibat panas bumi bakal memicu gunung lumpur menyembur. Gresik diprediksi memiliki dua gunung lumpur Wringinanom, dan Benjeng. Jombang memiliki 1 gunung lumpur di Denanyar, Surabaya 1 gunung lumpur di Gununganyar dan Sidoarjo 3 titik di Porong, Sedati serta Sukodono. Sementara di perbatasan Ngawi (Jatim) dan Purwodadi 3 titik gunung lumpur, terakhir di Madura yaitu Bangkalan ada 2 titik gunung lumpur.



Gambar 2.3 Peta Titik-Titik Gunung Lumpur di Jawa Timur (BPLS)

## 2.6 Geologi Daerah Penelitian



Gambar 2.4 Peta geologi regional Bojonegoro (Pringgoprawiro, 1983)

### 2.6.1 Stratigrafi

Secara regional dalam lembar peta geologi Bojonegoro dapat dikenali dua formasi geologi, yaitu formasi kendeng di selatan dan formasi rembang di utara. Perbedaan yang nyata antara kedua formasi tersebut terletak pada stratigrafi, lingkungan pengendapan, ganesa dan tektoniknya (Pringgoprawiro, H dan Sukido, 1992).

Umur batuan sedimen di formasi Kendeng berkisar dari miosen tengah hingga kuartar, dengan tipe endapan sebagai flysch, turbidit dan sedimen daratan. Formasi Kerek yang berumur miosen tengah hingga miosen atas bagian bawah, adalah formasi tertua dilembar ini, batuanannya terdiri dari perselingan batupasir, batu lempung, tuf, napal, dan kalkarenit. Diatasnya secara selaras terdapat Formasi Kalibeng yang berumur miosen atas hingga pliosen bawah, dan tersusun oleh napal setempat bersisipan tuf, batu lempung, batu pasir tufan, dan kalkarenit. Di lembar ini Formasi Kalibeng tertindih selaras oleh Formasi Klitik yang berumur pliosen tengah, batuanannya terdiri dari batu gamping berlapis dan terumbu bersisipan napal dan batu lempung. Diatasnya secara membaji terdaat Formasi Sonde berumur pliosen tengah dan terdiri dari perselingan batu lempung dan batu pasir tufan bersisipan batu gamping. Formasi Pucangan menindih tak selaras diatasnya, berumur plio-plistosen dan terdiri dari breksi dan batu pasir tufan. Formasi Kabuh berumur plistosen tengah menindih selaras formasi pucangan. Formasi Kabuh terdiri dari konglomerat, batu pasir dengan sisipan lempung dan napal. Formasi notopuro berumur plistosen atas dan terdiri dari tuf, batu pasir tufan dan konglomerat. Pada formasi ini terdapat batuan gunungapi muda berumur

plitosen akhir dan terdiri dari endapan lahar (Pringgoprawiro, H dan Sukido, 1992).

Batuan sedimen di formasi geologi rembang umumnya bersifat gampingan. Formasi tawun yang berumur miosen tengah bagian tengah merupakan formasi tertua, terbentuk oleh batu lempung pasiran dengan sisipan batu pasir dan batu gamping yang banyak mengandung fosil foraminifera besar. Di bagian atas secara berangsur beralih menjadi formasi ngrayong yang berupa perselingan batu pasir an batu lempung pasiran dengan sisipan batu lempung karbonan, setempat mengandung batu gamping umumnya diduga miosen bagian atas. Selaras di atas formasi ngrayong terdapat formasi bulu berumur miosen tengah bagian atas hingga miosen tengah bagian bawah yang tersusun oleh lapisan batu gamping pasiran. Formasi itu tertindih selaras oleh formasi wonocolo berumur miosen atas yang tersusun oleh napal pasiran dengan sisipan kalkarenit dan setempat batu lempung. Selaras diatas formasi wonocolo terdapat formasi ledok berumur miosen atas dan terdiri dari perselingan batu pasir gampingan dan kalkarenit dan setempat napal. Formasi tersebut tertindih selaras oleh formasi mundu berumur pliosen bawah - pliosen tengah dan terbentuk oleh napal pejal mengandung fosil foraminifera melimpah. Setempat formasi mundu tertindih selaras oleh formasi selorejo yang tersusun oleh batu gamping pasiran dan batu pasir gampingan berumur pliosen atas. Dibagian timur, formasi mundu diduga menjemari dengan formasi paciran yang terbentuk oleh batu gamping terumbu. Setempat formasi mundu juga tertindih oleh selaras formasi lidah dengan pembentuk utama batu lempung tua keabuan hingga kebiruan, dan berumur dari pliosen atas hingga

plistosen atas. Setempat terdapat anggota dander formasi lidah yang terdiri atas batu gamping klastik di bagian bawah dan batu gamping terumbu di bagian atas umumnya diperkirakan pliosen atas hingga plistosen bawah. Formasi lidah menindih formasi munduh dan formasi selorejo. Satuan batuan termuda di formasi ini berupa aluvium yang terdiri dari endapan banjir dan undak sungai yang terdapat di sisi bengawan solo. Satuan aluvium menindih tak selaras semua formasi yang terdapat di lembar geologi bojonegoro (Pringgoprawiro, H dan Sukido, 1992).

### **2.6.2 Struktur**

Struktur yang ada di daerah ini sebagai akibat kegiatan tektonik selama meogen adalah lipatan, sesar naik, sesar geser, sesar normal dan kekar. Di kedua formasi geologi, struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin berkembang sangat baik, umumnya dengan arah sumbu barat laut-tenggara. Di formasi geologi kendeng pelipatan berkembang cukup kuat, terutama pada formasi kerek dan formasi kalibeng, yang diikuti oleh perkembangan beberapa macam sesar. Sedangkan pada formasi geologi rebang, pelipatan hanya terbentuk lipatan tak setangkup dengan sayap anti klin bagian selatan umumnya lebih curam, dengan kemiringan mencapai  $35^{\circ}$ . Dua buah antiklin yang mempunyai arti penting dalam perminyakan ialah antiklin ledok dan antiklin kawengan (Pringgoprawiro, H dan Sukido, 1992).

Sesar naik di formasi geologi kendeng banyak terdapat di formasi kerek dan formasi kalibeng, yang mempunyai arah utama barat-timur. Sesar ini di duga

merupakan hasil tektonik pliosen, yang dapat di buktikan dengan adanya rumpang pada masa pliosen akhir(Pringgoprawiro, H dan Sukido, 1992).

## **2.7 Metode Geolistrik**

Metode Geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang di gunakan dalam eksplorasi dangkal. Metode ini dilakukan dengan mengukur tahanan jenis material yang ada di dalam permukaan bumi. Tahanan jenis atau disebut dengan resistivitas merupakan besaran yang digunakan untuk mengukur tingkat hambatan material terhadap kuat arus listrik nilai resistivitas ini berbanding terbalik dengan konduktivitas listrik. Metode geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah kemudian mengukur beda potensial dan kuat arus yang digunakan untuk menghitung nilai resistivitasnya (Asih et al, 2008).

Metode pengamatan geofisika pada dasarnya adalah mengamati gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Gangguan ini dapat bersifat statik dapat juga bersifat dinamik, yaitu gangguan yang dipancarkan ke bawah permukaan bumi. Pada metode ini, arus listrik dialirkan ke dalam lapisan bumi melalui dua buah elektroda arus. Dengan diketahuinya harga arus potensialnya maka bisa ditentukan nilai resistivitasnya. Berdasarkan nilai resistivitas struktur lapisan bawah permukaan bumi, dapat diketahui jenis material pada lapisan tersebut (Telford, 1990).

### **2.7.1 Metode Geolistrik Tahanan Jenis**

Metode resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Prinsip metode

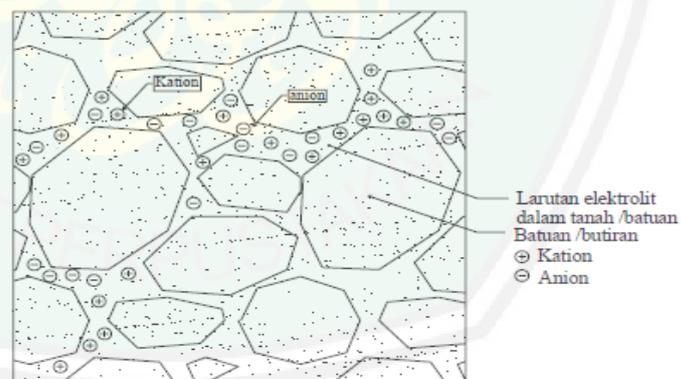
resistivitas adalah dengan menginjeksikan arus listrik kedalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian diukur distribusi potensial yang dihasilkan. Resistivitas batuan bawah permukaan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda tersebut dan besar potensial yang dihasilkan. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang lebih dalam., maka jarak masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial ditambah secara bertahap. Semakin besar jarak elektroda arus maka efek penembusan arus ke bawah semakin dalam, sehingga batuan yang lebih dalam akan diketahui sifat fisisnya.

Pengukuran melalui metode geolistrik resistivitas dapat diketahui keadaan lapisan geologi bawah permukaan seperti lapisan akuifer yang didalamnya tersusun oleh batuan dengan porositas dan permeabilitas yang tinggi dengan menggunakan tahanan jenis batuan. Besarnya lapisan batuan sebagai media penghantar arus. Resistivitas yang dihasilkan bukanlah nilai yang sebenarnya. Melainkan resistivitas semu. Semakin besar tingkat resistivitas., maka semakin sukar untuk menghantar arus listrik dan bersifat isolator, begitu pula sebaliknya oleh karena itu resistivitas berbanding terbalik dengan konduktivitas atau daya hantar listrik (Sosrodarsono, 1993)

Dalam pengukuran geolistrik, resistansi yang terukur tidak dapat digunakan untuk memperkirakan jenis lapisan batuan karena hasil pengukuran tersebut masih tergantung dari faktor geometri. Oleh karena itu harus dilakukan pengolahan geolistrik untuk mengetahui nilai resistivitas tiap lapisan batuan (Robinson, 1998).

## 2.8 Sifat Listrik Batuan

Sifat konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam/salinitas air serta bagaimana cara air didistribusikan dalam tanah dan batuan tersebut. Konduktivitas listrik batuan yang mengandung air sangat ditentukan terutama oleh sifat air, yakni elektrolit (larutan garam yang terkandung dalam air yang terdiri dari anion dan kation yang bergerak bebas dalam air). Adanya medan listrik eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif sedangkan anion menuju kutub positif. Tentu saja, batuan berpori atau pun tanah yang terisi air, nilai resistivitas ( $\rho$ ) listriknya berkurang dengan bertambahnya kandungan air. Begitu pula sebaliknya, nilai resistivitas listriknya akan bertambah dengan berkurangnya kandungan air (Telford, 1990).



Gambar 2.6. Kandungan garam elektrolit dalam air tanah/batuan (Telford,1990).

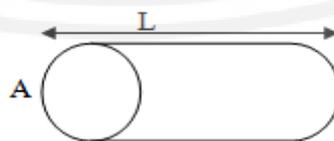
Resistivitas adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu konduksi secara

elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik (Milsom, 2003).

### 1. Konduksi Secara Elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Resistivitas mempunyai pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya tergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut. Sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri (Lowrie, 2007).

Jika ditinjau sebuah silinder dengan panjang  $L$ , luas penampang  $A$  dan resistansi  $R$  seperti gambar 2.7,



Gambar 2.7 Silinder konduktor (Lowrie, 2007).

maka dapat dirumuskan:

$$R = \rho L/A \quad (2.1)$$

Dimana  $\rho$  adalah resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ),  $L$  adalah panjang silinder konduktor (m),  $A$  adalah luas penampang silinder konduktor ( $\text{m}^2$ ), dan  $R$  adalah resistansi ( $\Omega$ ). Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi  $R$  dirumuskan:

$$R = V/I \quad (2.2)$$

Dimana  $R$  adalah resistansi (ohm),  $V$  adalah beda potensial (volt),  $I$  adalah kuat arus (ampere). Dari kedua rumus tersebut didapatkan nilai resistivitas ( $\rho$ ) sebesar:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.3)$$

Banyak orang sering menggunakan sifat konduktivitas ( $\sigma$ ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas ( $\rho$ ) dengan satuan ohm/m.

$$\sigma = 1/\rho = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right)\left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (2.4)$$

Dimana  $J$  adalah rapat arus (ampere/ $\text{m}^2$ ) dan  $E$  adalah medan listrik (volt/m) (Lowrie, 2007).

#### Konduksi Secara Elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas

akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang. Menurut rumus Archie:

$$\rho_e = a_{\phi}^{-m} S^{-n} \rho_w \quad (2.5)$$

Dimana  $\rho_e$  adalah resistivitas batuan,  $a_{\phi}$  adalah porositas, S adalah fraksi pori-pori yang berisi air dan  $\rho_w$  adalah resistivitas air. Sedangkan a, m dan n adalah konstanta, untuk nilai m disebut faktor sementasi. Untuk nilai n yang sama, Schlumberger menyarankan  $n = 2$  (Lowrie, 2007).

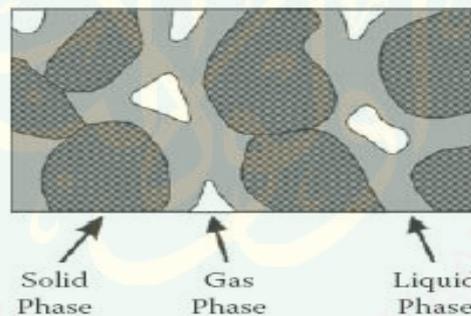
### 3. Konduksi Secara Dielektrik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi (Lowrie, 2007).

#### 2.8.1 Faktor yang Mempengaruhi Sifat Listrik dalam Tanah

Kemampuan dari bahan tanah untuk mentransfer arus listrik, seperti yang ditunjukkan oleh resistivitas (atau konduktivitas listrik) tanah, ditentukan oleh komponen-komponen yang membentuk tanah. Tanah biasanya terdiri padat, gas, dan fase cair (gambar 2.13). Fase padat tanah meliputi mineral dan bahan organik serta termasuk fragmen yang lebih besar (umumnya bahan batu), dapat dibagi dengan ukuran partikel menjadi pasir (2,0-0,05 mm), lumpur (0,05-0,002 mm), dan tanah liat (kurang dari 0,002 mm). Kwarsa dianggap sebagai isolator listrik

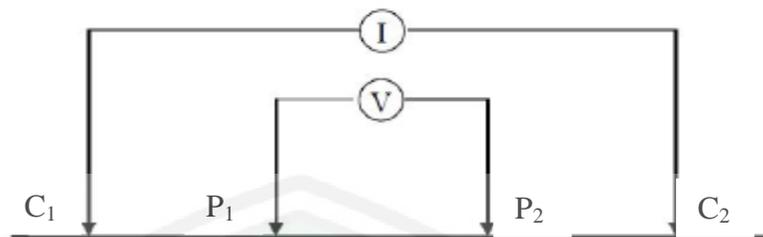
yang sangat baik, biasanya mendominasi pasir dan lumpur ukuran fraksi tanah ini. Fraksi lempung terdiri terutama dari mineral lempung dan bahan organik. Mengingat kondisi cukup basah, mineral lempung dan bahan organik memberikan kontribusi yang signifikan untuk arus listrik mengalir di tanah. Tanah dalam fase gas sebagian besar adalah udara, yang merupakan insulator yang baik, dan seperti kuarsa, akan menentang aliran listrik. Fase cair tanah adalah larutan berair elektrolit disebut sebagai "larutan tanah". Elektrolit adalah zat kimia yang akan terdisosiasi menjadi ion-ion dalam solusi. Biasanya ada berbagai anion terlarut dan kation dalam larutan tanah, dan beberapa yang paling umum adalah  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{Ca}_2^+$ ,  $\text{Mg}_2^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , dan  $\text{NH}_4^+$  (Allred, et al. 2008).



Gambar 2.8 Perbesaran bagian tipis pada sebuah tanah (Allred, et al. 2008).

## 2.9 Aliran Listrik di dalam Bumi

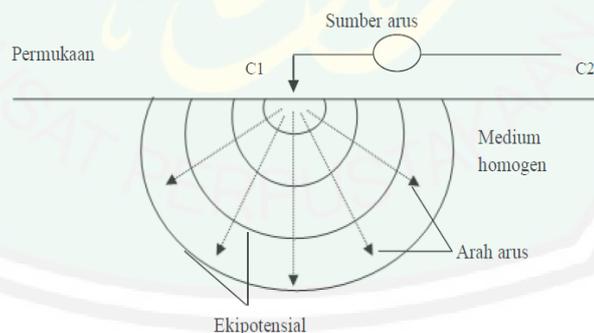
Saat memasukkan dua arus pada elektroda seperti pada gambar di bawah ini, potensial yang dekat pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua arus elektroda tersebut.  $C_1$  dan  $C_2$  merupakan elektroda arus yang akan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi kemudian perbedaan potensial yang dihasilkan akan ditangkap oleh  $P_1$  dan  $P_2$  yang merupakan elektroda potensial.



Gambar 2.9 Sumber arus 2 titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, 1990)

### 2.9.1 Titik Arus Tunggal di Permukaan

Metode pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari secara teoritis tentang aliran arus listrik di dalam bumi adalah bumi dianggap homogen dan isotropis. Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis, maka akan terjadi aliran arus yang menyebar dalam tanah secara radial dan apabila udara di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan berbentuk setengah bola dapat dilihat pada gambar 2.10 (Telford, 1990).



Gambar 2.10 Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi homogen (Telford, 1990)

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur ekuiptensial berbentuk permukaan setengah bola di bawah

permukaan. Dalam hal ini, arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dv}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (2.6)$$

Dimana  $J$  = rapat arus listrik =  $-\sigma \frac{dv}{dr}$

Untuk konstanta integrasi  $A$  dalam setengah bola yaitu:

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.7)$$

Sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} \left( \frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r} \quad (2.8)$$

Dimana  $\Delta V$  = beda potensial,  $I$  = kuat arus yang dilalui oleh bahan (ampere).

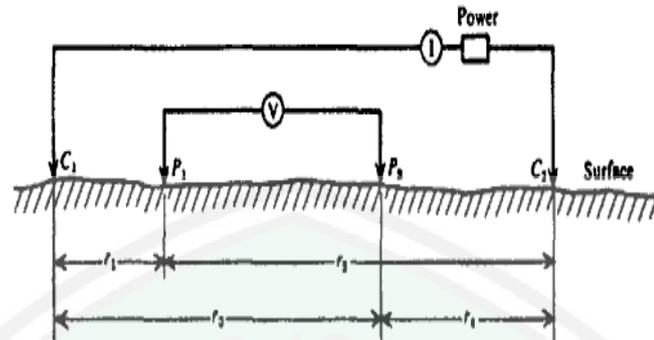
Maka nilai resistivitas listrik yang diberikan oleh medium:

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

Persamaan (2.8) merupakan persamaan ekuipotensial permukaan setengah bola yang tertanam di bawah permukaan tanah (Telford, 1990).

### 2.9.2 Dua Titik Arus di Permukaan

Apabila terdapat elektroda arus  $C_1$  yang terletak pada permukaan suatu medium homogen, terangkai dengan elektroda arus  $C_2$  dan diantaranya ada dua elektroda potensial  $P_1$  dan  $P_2$  yang dibuat dengan jarak tertentu seperti pada gambar 2.11, maka potensial yang berada di dekat titik elektroda tersebut bisa dipengaruhi oleh kedua elektroda arus.



Gambar 2.11 Dua pasang elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan resistivitas  $\rho$  (Telford, 1990)

Oleh karena itu potensial  $P_1$  yang disebabkan arus di  $C_1$  adalah:

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \quad (2.10)$$

Dimana:

$$A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.11)$$

Karena arus pada kedua elektroda adalah sama dan arahnya berlawanan, maka potensial  $P_1$  yang disebabkan arus di  $C_2$  adalah:

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \quad (2.12)$$

Dimana:

$$A_2 = -A_1 = \frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.13)$$

Karena arus pada dua elektroda besarnya sama dan berlawanan arah sehingga diperoleh potensial total di  $P_1$ :

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.14)$$

Dengan cara yang sama diperoleh potensial total di  $P_2$  yaitu:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (2.15)$$

Sehingga dapat diperoleh beda potensial antara titik P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> yaitu:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.16)$$

Dengan  $\Delta V$  : beda potensial antara P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub>

$I$  : arus (A)

$\rho$  : resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )

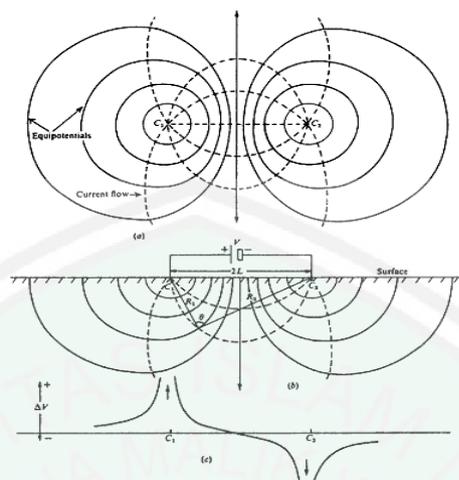
$r_1$  : jarak C<sub>1</sub> ke P<sub>1</sub> (m)

$r_2$  : jarak C<sub>2</sub> ke P<sub>1</sub> (m)

$r_3$  : jarak C<sub>1</sub> ke P<sub>2</sub> (m)

$r_4$  : jarak C<sub>2</sub> ke P<sub>2</sub> (m)

Susunan keempat elektroda tersebut merupakan susunan elektroda yang biasanya dalam metode geolistrik resistivitas. Pada konfigurasi ini garis-garis aliran arus dan ekuipotensial diubah oleh dekatnya kedua elektroda arus. Perubahan dari garis-garis ekuipotensial yang melingkar lebih jelas pada daerah antara dua elektroda arus sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.12 (Reynolds, 2005).



Gambar 2.12 Perubahan bentuk pada bidang equipotensial dan garis aliran arus untuk dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen (Telford, 1990)

## 2.10 Resistivitas Semu (*Apparent Resistivity*)

Metode geolistrik tahanan jenis didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi tersusun atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Karenanya, harga resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja. Resistivitas yang terukur sebenarnya adalah resistivitas semu ( $\rho_a$ ) (Reynolds, 2005).

Berdasarkan persamaan (2.16) besar resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$\rho = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.17)$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.18)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \quad (2.19)$$

Dimana  $K$  adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur  $\Delta V$  dan  $I$  maka dapat ditentukan harga resistivitas (Reynolds, 2005).

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistivitas semu adalah sebagai berikut (Prasetya, 2004):

1. Ukuran butir penyusun batuan, semakin kecil besar butir maka kelolosan arus akan semakin baik, sehingga mereduksi nilai tahanan jenis.
2. Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral clay akan mengakibatkan menurunnya nilai resistivitas.
3. Kandungan air, air tanah atau air permukaan merupakan media yang mereduksi nilai tahanan jenis.
4. Kelarutan garam dalam air di dalam batuan akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga berfungsi sebagai konduktor.
5. Kepadatan, semakin padat batuan akan meningkatkan nilai resistivitas.

### 2.11 Resistivitas Batuan

Dalam semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan nilai yang sangat variatif. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada  $10^5 \Omega\text{m}$ , batuan seperti gabbro dengan harga berkisar pada  $10^7 \Omega\text{m}$ . Begitu juga pada batuan batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan *range* resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga *range* resistivitas

maksimum yang mungkin adalah  $1.6 \times 10^8$  (perak asli) hingga  $10^{16} \Omega\text{m}$  (belerang murni) (Telfrod, 1990).

Secara umum batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan nilai hambatan jenisnya yaitu (Telfrod, 1990):

1. Konduktor baik, yaitu dengan nilai resistivitas antara  $10^{-8} < p < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan, yaitu dengan nilai resistivitas antara  $1 < p < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator, yaitu dengan nilai resistivitas antara  $p > 10^7 \Omega\text{m}$

Tabel 2.1 Variasi Resistivitas Batuan dan Material Bumi (Telford 1982).

No	Bahan	Resistivitas ( $\Omega\text{cm}$ )
1	Udara (di muka bumi)	$2 \times 10^6 - 5 \times 10^7$
2	Air	
	Destilasi	$2 \times 10^7$
	Permukaan	$3 \times 10^3 - 10^5$
	Tambang	$4 \times 10^{-6} - 10^4$
	Laut	21
3	Tembaga	
	Murni	$1.7 \times 10^{-6}$
	Bijih	0.1
4	Besi	
	Murni	$10^{-5}$
	Meteorit	$3 \times 10^{-4}$
5	Mineral	
	Kalsit	$5.5 \times 10^{15}$
	Galena	$0.001 \times 0.25$
	Magnetik	0.008-0.5
	Pirit	0.002-9
	Kwarsa	$4 \times 10^{12}$
	Batu garam	$10^4 - 10^7$
	Belerang	$10^{14} - 10^{17}$
6	Batuan	
	Granit	$5 \times 10^5 - 10^9$
	Gabro	$10^5 - 10^8$
	Gneis	$2 \times 10^7 - 10^9$

	Skis	$10^3-3 \times 10^9$
	Batu gamping	$6 \times 10^3-3 \times 10^5$
	Batu pasir	$10^2-10^5$
	Serpih	$2 \times 10^3-10^5$
	Lempung dan tanah	$10^2-10^6$

Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Batuan (Suryono, 1999).

No	Jenis Material	Resistivitas ( $\Omega\text{cm}$ )
1	Air permukaan	80-200
2	Air tanah	30-100
3	Lapisan Silt-Lempung	10-200
4	Lapisan Pasir	100-600
5	Lapisan Pasir dan Kerikil	100-1000
6	Batu Lumpur	20-200
7	Konglomerat	100-500
8	Tufa	20-200
9	Kelompok Andesit	100-20000
10	Kelompok Granit	1000-10000
11	Batu pasir	50-500
12	Kelompok Chart, Slate	200-2000

Tabel 2.3 Nilai Resistivitas Batuan (Verhoef, 1994).

No	Jenis Batuan	Resistivitas ( $\Omega\text{cm}$ )
1	Gambut dan lempung	8-50
2	Lempung pasiran dan lapisan kerikil	40-250
3	Pasir dan kerikil jenuh	40-100
4	Pasir dan kerikil kering	100-3000
5	Batu lempung, napal dan serpih	8-100

6	Batu pasir dan batu kapur	100-4000
---	---------------------------	----------

Tabel 2.4 Resistivitas Batuan Sedimen (Telford, 1990).

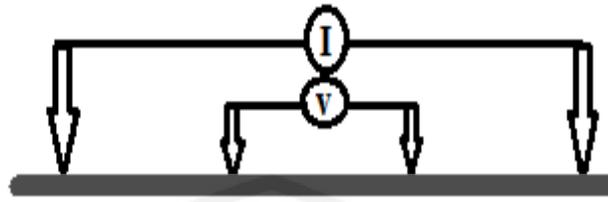
No	Batuan	Resistivitas ( $\Omega\text{cm}$ )
1	Serpihan gabungan (Consolidates Shales)	$20^{-2} \times 10^3$
2	Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$
3	Batu gamping	$50 - 10^7$
4	Dolomit	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
5	Lempung basah tidak gabungan	20
6	Marls	3-70
7	Lempung	1-100
8	Alluvium dan Pasir	10-800
9	Oil Sands	4-800

### 2.12 Konfigurasi Wenner

Metode ini diperkenalkan oleh Wenner. Konfigurasi Wenner cukup populer dipergunakan dalam pengambilan data geolistrik, baik 1D atau VES (*Vertical Electrical Sounding*) maupun *mapping* 2D atau ERT (*Electrical Resistivity Tomography*). Nilai tahanan jenis semu didapat dengan faktor geometri ( $K$ ) yaitu (Milsom, 2003):

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2.21)$$

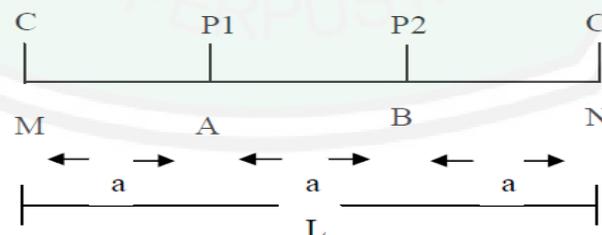
Adapun skema gambar konfigurasi Wenner adalah:



Gambar 2.13 Konfigurasi Wenner (Milsom, 2003)

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ( $r_1 = r_4 = a$  dan  $r_2 = r_3 = 2a$ ). Jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik *sounding*-nya adalah  $a/2$ , maka jarak masing elektroda arus dengan titik *sounding*nya adalah  $3a/2$ . Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah  $a/2$ . Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik *sounding*.

Pada konfigurasi Wenner jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama. Seperti yang tertera pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi Wenner (Loke, 2004)

Dari gambar diatas terlihat bahwa jarak  $AM = NB = a$  dan jarak  $AN = MB = 2a$ , dengan menggunakan persamaan (2.20) diperoleh:

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (2.22)$$

$$K = 2\pi a \quad (2.23)$$

Sehingga faktor geometri untuk konfigurasi Wenner adalah:

$$K_w = 2\pi a \quad (2.24)$$

$$\rho = K_w \cdot R \quad (2.25)$$

Pengambilan data geolistrik yang ideal dilakukan pada permukaan tanah yang memiliki topografi landai, namun pada kenyataan di lapangan topografi bervariasi. Maka dari itu kemiringan permukaan tanah dapat diabaikan jika kemiringan  $< 15^\circ$  (Milsom, 2003).

### 2.13 Integrasi

Firman Allah dalam Surat Ar-Rahman ayat 33:

بِمَعَشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنَّ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ آسْمَوَاتٍ وَالْأَرْضِ فَاَنْفُذُوا ۚ لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ (٣٣)

*"Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan." (Q.S. ar-Rahman [55]:33).*

Ayat di atas pada masa empat belas abad yang silam telah memberikan isyarat secara ilmiah kepada bangsa Jin dan Manusia, bahwasanya mereka telah dipersilakan oleh Allah untuk menjelajah di angkasa luar asalkan saja mereka punya kemampuan dan kekuatan; kekuatan yang dimaksud di sini sebagaimana di tafsirkan para ulama adalah ilmu pengetahuan atau sains dan teknologi.

Manusia diberi potensi oleh Allah Swt. berupa akal. Akal ini harus terus diasah, diberdayakan dengan cara belajar dan berkarya. Dengan belajar, manusia bisa mendapatkan ilmu dan wawasan yang baru. Dengan ilmu, manusia dapat berkarya untuk kehidupan yang lebih baik. Nabi Muhammad saw. bersabda: “Dari Anas ibn Malik r.a. ia berkata, Rasulullah saw. bersabda: “Menuntut ilmu itu adalah kewajiban bagi setiap orang Islam”. (H.R. Ibn Majah).

Firman Allah SWT dalam surat Fathir ayat 27:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ (٢٧)

*“Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit lalu dengan air itu kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.”* (Q.S. Fathir [35]:27).

Menurut Tafsir Ath-Thabari, maksud dari ayat ini adalah, tidakkah kamu lihat wahai Muhammad, bahwa Allah menciptakan air hujan dari langit,

Firman-Nya فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا *“lalu dengan air itu kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya”* maksudnya adalah kami mengairi pohon di bumi, dan dengan air itu kami mengeluarkan dari pohon-pohon tersebut buah-buahan yang beraneka macam warnanya. Ada yang merah, ada yang hitam, kuning, serata warna-warna lain.

Firman-Nya, وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ *“Dan diantara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah,”*

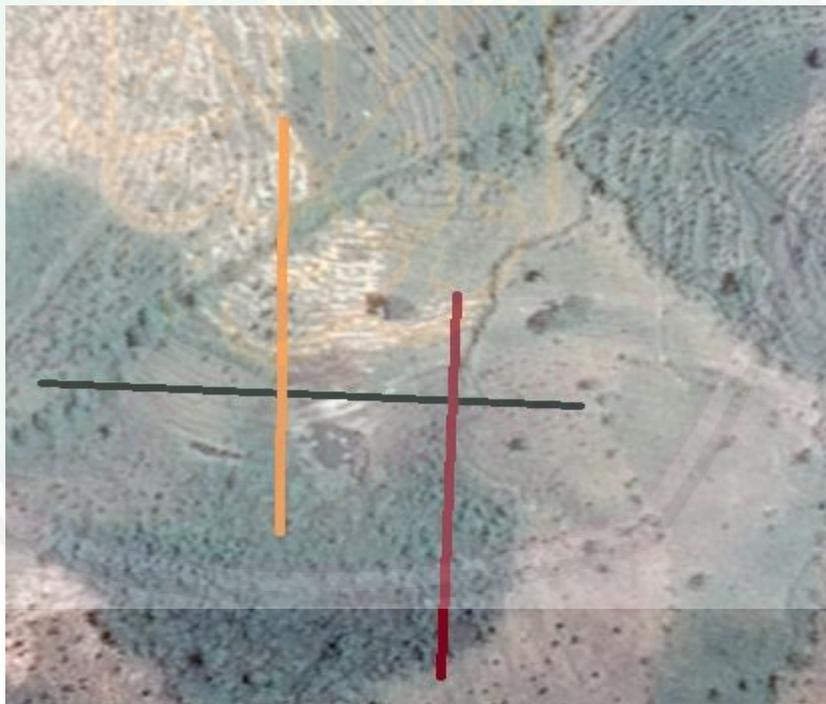
Maksudnya adalah, dan gunung-gunung itu ada jalan-jalan atau garis-garis. Lafazh جَدَدٌ artinya garis-garis yang ada di gunung, yang berwarna putih, merah, dan hitam. (Abu Ja'far, 2009)

Maksud lafazh مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَابِيَّةٌ سُودٌ “yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.” Lafazh ini termasuk katagori *muqaddam* (disebutkan terlebih dahulu) tetapi maksudnya berada dibelakang, karena orang arab mengatakan سُودٌ عَرَابِيَّةٌ saat menggambarkan sesuatu yang sanagat hitam. Disini kata سُودٌ diletakan di belakang sebagai sifat bagi lafazh عَرَابِيَّةٌ. (Abu Ja'far, 2009)

## **BAB III METODE PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus-Desember 2017. Tempat penelitian terletak di gunung lumpur Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro yang secara astronomi terletak pada  $7^{\circ}24'49.25''\text{LS}$  dan  $111^{\circ}80'11.84''\text{BT}$ . Pengolahan data bertempat di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.



Gambar 3.1 Daerah Penelitian (diambil dari Google Earth, 11 Juli 2017).

### 3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis yaitu:

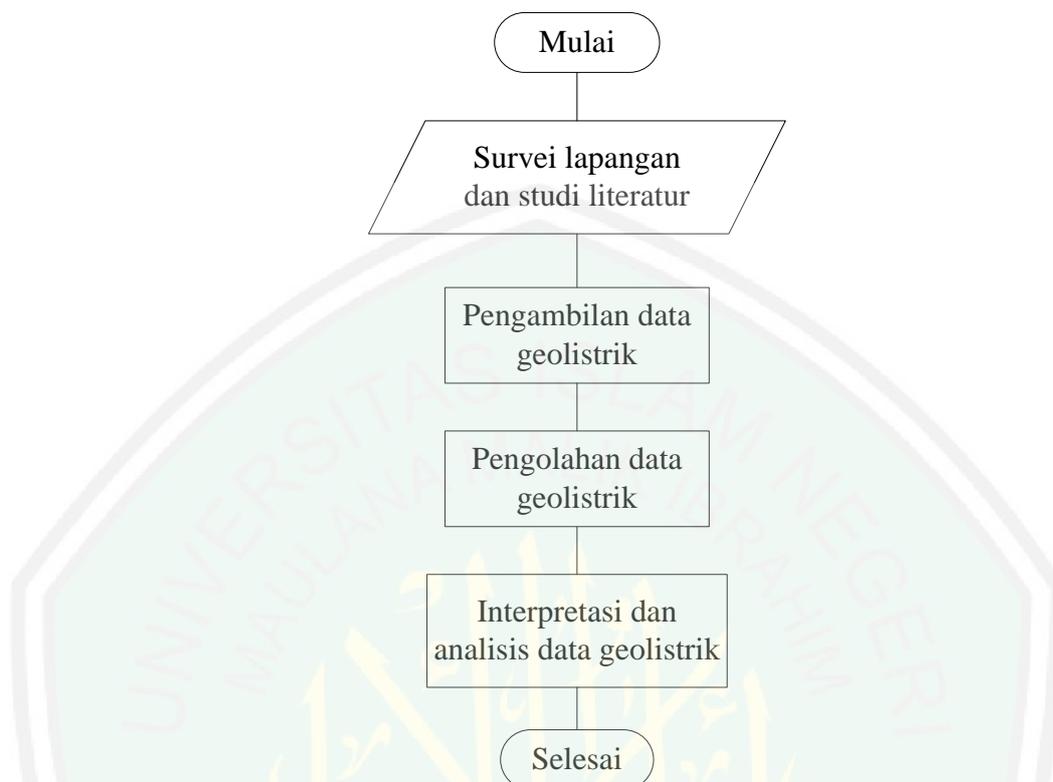
1. Multielectrode Resistivity & IP Meter - 64 Electrodes With Integrated Touchscreen Monitor – 26.4 cm. Merek: MAE, Model: A6000e, Made In: Italy. (@ 1 set)
2. Electrodes (Stainless) (@ 64 unit)
3. Resistivity Cable spacing 5 m (@ 4 unit)
4. External Commutating Boxes (@ 2 unit)
5. Electrodes Cable (@ 64 unit)
6. Power Supply (@ 1 unit)
7. Cable to extend commutating external boxes (@ 2 unit)
8. *Flashdisk* (@ 1 unit)
9. Glove
10. Hammer (@ 4 unit)
11. GPS *Garmin N76*, sebagai alat penentu posisi lintang, bujur dan ketinggian dari setiap titik ukur
12. Rol meter, sebagai alat pengukur jarak
13. Kamera, sebagai alat pengambilan dokumentasi
14. Peta geologi dan topografi daerah penelitian
15. Kompas
16. Seperangkat komputer
17. Software MS. Excel

18. Software Res2Dinv

19. Software Sketchup

### **3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebelum melakukan pengambilan data di lapangan terlebih dahulu harus survei lokasi dan mengumpulkan referensi tentang sumber lumpur baik secara geologi, topografi dan lain sebagainya maupun metode yang digunakan dalam pengambilan data sehingga nantinya memudahkan dalam pengambilan data di lapangan. Setelah itu baru dilakukan pengambilan data dimana penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner Alpha. Data yang diperoleh dari metode geolistrik tahanan jenis kemudian dilakukan pengolahan data berdasarkan pengolahan data masing-masing software, setelah itu dilakukan interpretasi dan analisa data dari hasil pengolahan data geolistrik tahanan jenis. Sedangkan hasil akhir dari metode tersebut bisa mengetahui pemetaan struktur bawah permukaan dari gunung lumpur dan mengetahui sebaran lumpur di Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro. Adapun alur pelaksanaan penelitian bisa dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.4 Metode Penelitian Geolistrik

#### 3.4.1 Pengambilan Data Geolistrik

Pengambilan data geolistrik tahanan jenis dilakukan dengan mengukur tahanan jenis batuan. Penyelidikan yang digunakan adalah jenis *mapping* (secara horisontal). Pengambilan data *mapping* menggunakan konfigurasi Wenner Alpha dengan tiap spasi awal 5 meter dengan panjang lintasan 160 meter untuk dua lintasan horizontal dan panjang lintasan 128 meter untuk vertikal.

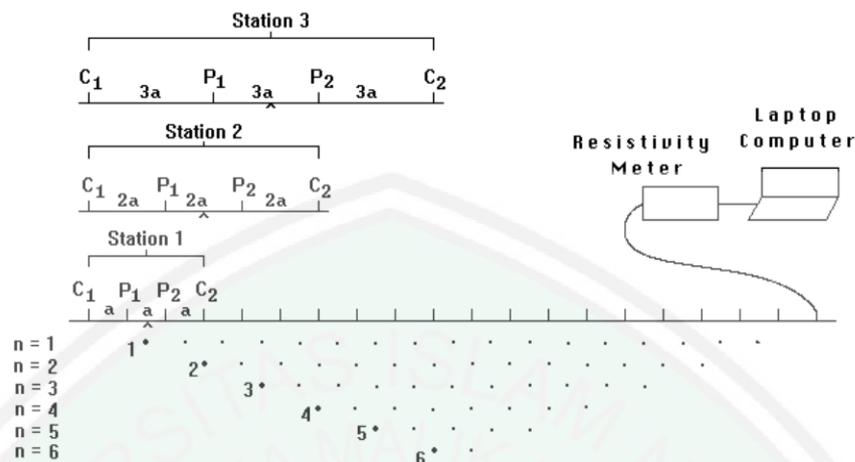
Proses pengambilan data pada metode *mapping* dengan menggunakan konfigurasi Wenner Alpha dengan panjang lintasan 160 meter untuk lintasan horizontal dan 128 untuk lintasan vertikal bentangan AB antara 5 meter. Jumlah titik data *mapping* horisontal berada di kanan dan kiri lumpur, titik data *mapping*

vertikal berada di depan lumpur. Prosedur *mapping* horisontal dan vertikal untuk konfigurasi Wenner sebagai berikut:

1. Dibentangkan Resistivity Cable spacing 5 m hingga 160 meter atau sesuai lintasan yang diinginkan.
2. Ditempatkan semua elektroda-elektroda arus AB dan tegangan MN dengan jarak yang sama ( $a_1$ ) yakni 5 meter, disesuaikan dengan Resistivity Cable spacing 5 m.
3. Dicatat posisi koordinat datum point serta ketinggian.
4. Ditunggu sekitaar 30 menit alat akan mencatat beda potensial (V), kuat arus listrik (I) dan nilai resistansi (R) yang terekam pada alat *resistivity* meter, data yang terekam kemudian di simpan di *flashdisk*.
5. Dipindah titik datum point dan dilakukan sesuai urutan prosedur 1-4.

Untuk lebih jelasnya tampak pada gambar 3.3. Data yang diambil dari penelitian ini meliputi data primer, yaitu

1. Jarak antar elektroda (jarak elektroda AB dan MN)
2. Jarak antar titik *mapping*
3. Besar arus yang diinjeksikan ( $I$ )
4. Beda potensial yang terjadi ( $\Delta V$ )
5. Nilai hambatan ( $R$ )



Gambar 3.4 Skema pengambilan data *mapping* (Milsom, 2003).

### 3.4.2 Pengolahan Data

Data geolistrik *mapping* yang telah diperoleh dari lapangan diolah dengan menggunakan software Ms.Excel 2010, untuk melihat nilai resistivitasnya dan software Res2Dinv untuk mendapatkan data struktur bawah permukaan dalam bentuk kontur secara mendatar sehingga memberikan data 2 dimensi sebaran nilai resistivitas pada titik-titik pengukuran yang telah menjadi target poin. Kemudian data selanjutnya diolah dengan software sketchup untuk memberikan gambaran 3 dimensi lapisan bawah permukaan. Dari data *mapping* 3 dimensi kemudian dilakukan interpretasi dan analisa hasil.

### 3.4.3 Interpretasi Data

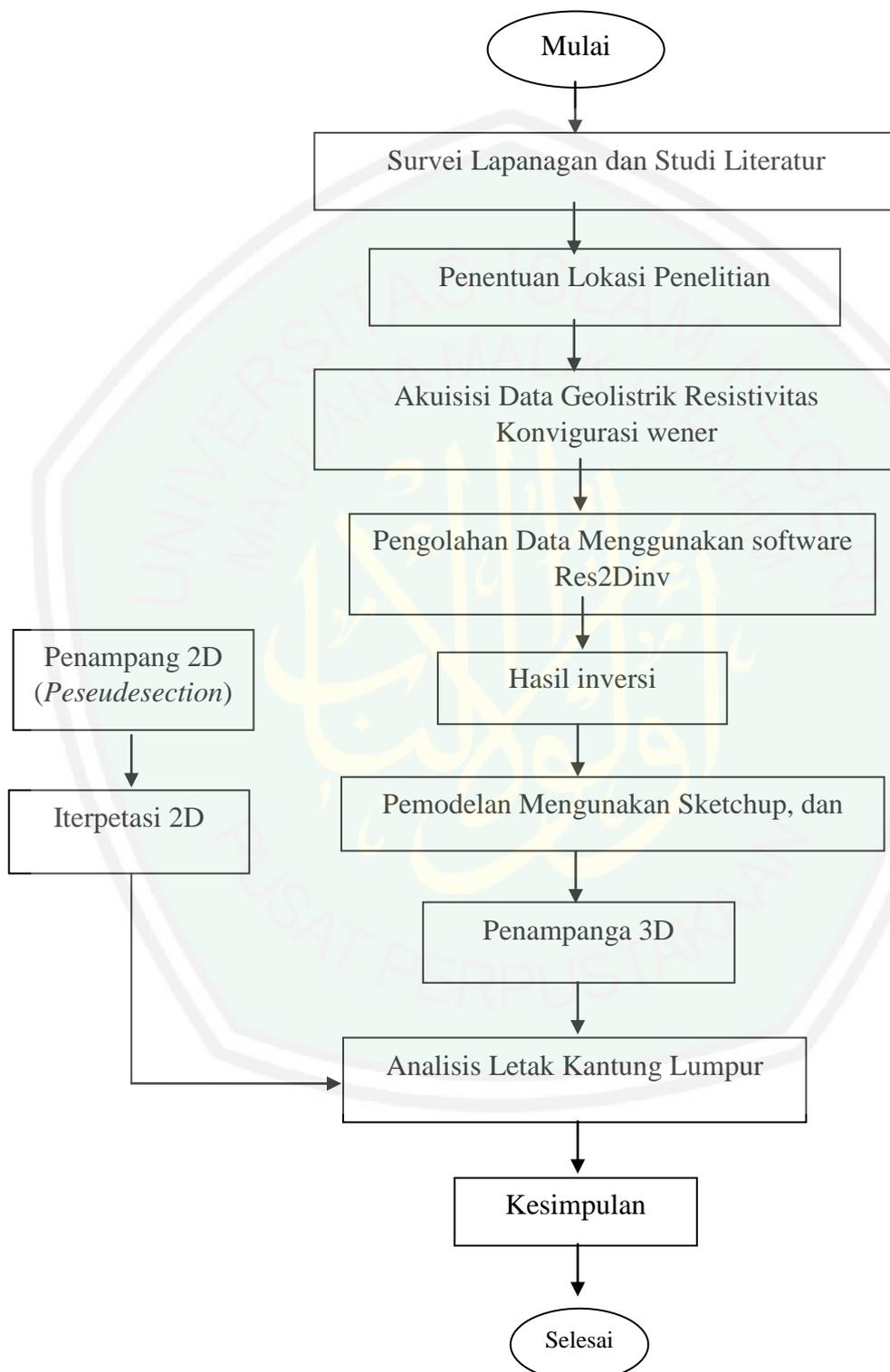
Analisa dan interpretasi data geolistrik dilakukan dengan analisa dan interpretasi *mapping* dua dimensi dan tiga dimensi. Analisa dan interpretasi 2 dimensi *mapping* memberikan gambaran sebaran nilai resistivitas dengan bentuk tampilan menyerupai pemetaan. Informasi yang diperoleh adalah nilai resistivitas

secara merata di area lumpur dengan ketebalan lapisan tanah yang diduga 20-30 meter.

Sedangkan analisa dan interpretasi tiga dimensi *mapping* memberikan gambaran struktur bawah permukaan atau ketebalan tanah. Informasi yang diperoleh adalah struktur, kedalaman dan jenis batuan dasar, berdasarkan nilai resistivitas tiap lapisan tersebut secara horizontal dan vertikal.



### 3.4 Alur Penelitian



Gambar 3.5 *flowchart* penelitian dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis Konfigurasi wener

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Survei**

Hasil pengolahan dan interpretasi data akan dianalisis pada bab ini tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model struktur geologi bawah permukaan di daerah penelitian sebagai gambaran kondisi bawah permukaan dari gunung lumpur dan mengidentifikasi litologi batuan yang menyusun struktur bawah permukaan gunung lumpur di daerah penelitian berdasarkan data geolistrik tahanan jenis. Data akan di olah menggunakan software res2div untuk pemodelan 2D dari pemodelan 2D akan diketahui nilai resistivitas semua batuan yang terekam oleh alat geolistrik, nilai resistivitas menginformasikan jenis-jenis batuan yang ada di bawah permukaan tanah, untuk memudahkan pembacaan suatu data maka akan di betunk model penampang 3D menggunakan software Sketchup.

##### **4.1.1 Akuisisi Data**

Sebelum melakukan akuisisi data terlebih dahulu harus dilakukan survei tempat hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik di area lokasi penelitian dan untuk membuat lintasan mencatat titik koordinat setiap lintasan pada saat akuisisi data sehingga memudahkan saat akuisisi data

Pemilihan lokasi lintasan untuk survey merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan keberhasilan suatu penelitian, apabila ada terdapat data yang kurang memuaskan dari setiap titik elektroda hal ini dikarenakan adanya ketidak homogenan secara leteral faktor-faktor yang menyebabkan hal ini adalah penelitian dilakukan setelah hujan, tanah terlalu kering bisa juga elektroda yang tertancap dibatuan faktor faktor diatas akan mengakibatkan data kurang

akurat. Ada beberapa teknik untuk meminimalisir pengambilan data yaitu waktu pengambilan data, pelajari geologi daerah sebelum pengambilan data hal ini bertujuan mengetahui batuan batuan yang ada di bawah permukaan tanah sehingga ketika mendapatkan nilai resistivitas yang besar misalnya sudah paham karena memang batuan yang ada bawah permukaan tanah andesit misalnya. Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut: 1) menentukan koordinat pada setiap lintasan yang sudah ditentukan jarak antar elektroda, 2) mengolah data yang diperoleh menggunakan software res2div untuk mengetahui nilai resistivitas dari data yang diperoleh. Lintasan pada penelitian ini ada 3 lintasan, penentuan lintasan ini dilihat dari daerah lokasi penelitian metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Geolistrik Resistivitas metode ini sering digunakan pada survey dangkal bawah permukaan untuk mendeteksi daerah akuifer. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi Wenner Alpha dengan posisi elektroda arus (C) dan elektroda potensial (P) secara berurutan C1 P1 P2 C2 dengan spasi antar elektroda 5 meter dan pergeseran 5 meter. Dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas ini akan diperoleh penampang 2D dan 3D yang menunjukkan distribusi resistivitas batuan yang berada di bawah permukaan. Sehingga dari hasil yang diperoleh peneliti dapat menggambarkan daerah penelitian berdasarkan dari sifat listrik batuan yang ada di bawah permukaan bumi. Data resistivitas yang diperoleh nantinya akan dihubungkan dengan data geologi untuk tahap interpretasi. Hal ini dikarenakan data geofisika yang diperoleh berupa nilai resistivitas batuan ini hanya memberikan informasi berdasarkan parameter fisis dari metode geolistrik.

#### 4.2 Pengukuran Koordinat Posisi

Pengukuran koordinat posisi ini untuk menentukan koordinat dari setiap lintasan pada penelitian terdapat 3 lintasan, pengukuran koordinat posisi ini menggunakan GPS *Garmin N76* hasil yang diperoleh dari pengukuran adalah:

1. Lintasan 1 terletak pada posisi  $-7.414316^{\circ}$  s/d  $-7.412852^{\circ}$  LS dan  $111.801118^{\circ}$  s/d  $111.801069^{\circ}$  BT
2. Lintasan 2 terletak pada posisi  $-7.413999^{\circ}$  s/d  $-7.412610^{\circ}$  LS dan  $111.801368^{\circ}$  s/d  $111.801456^{\circ}$  BT
3. Lintasan 3 terletak pada posisi  $-7.413836^{\circ}$  s/d  $-7.412935^{\circ}$  LS dan  $111.800893^{\circ}$  s/d  $111.801625^{\circ}$  BT

#### 4.3 Metode Geolistrik Resistivitas

Terdapat 3 lintasan pada pengambilan data yakni lintasan 1,2 dan 3 lintasan 1 dan 2 mengapit kolam lumpur posisi lintasan ini berada dikiri dan kanan kolam lumpur panjang dari lintasan ini yakni 160 meter dengan sepsi setiap elektrodanya 5 meter bentuk dari lintasan ini horozontal, sedangkan untuk lintasan 3 berada dibawah kolam lumpur panjang lintasan 128 meter dengan spasi 4 meter perbedaan panjang lintasan dan sepsi dari lintasan 3 ini dikarenakan daerah lokasi penelitian yang berada di perbukitan sehinga lintasan vertikal ini disesuaikan dengan lokasi penelitian. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Multielectrode Resistivity & IP Meter - 64 Electrodes With Integrated Touchscreen Monitor – 26.4 cm. Merek: MAE, Model: A6000e, Made In: Italy, alat ini sudah langsung mencatatat nilai reistivitas batuan pada setiap elektrodanya sehinga data yang diperoleh bisa langsung dioleh menggunakan software ras2div.

#### 4.4 Interpretasi Data

Untuk menentukan litologi batuan pada lintasan 1,2, dan 3 maka dilakukan interpretasi data, interpretasi ini melalui dua tahap, yakni:

1. Interpretasi kualitatif

Interpretasi ini dilakukan untuk membaca sebuah pola anomali resistivitas batuan kemudian digabungkan dengan geologi batuan daerah lokasi dan data nilai resistivitas batuan, hasil yang diperoleh dari interpretasi ini adalah gambaran umum struktur geologi bawah permukaan daerah penelitian.

2. Interpretasi kuantitatif

Interpretasi ini dilakukan untuk menganalisis sebuah pola anomali resistivitas sepanjang lintasan yang sudah ditentukan saat interpretasi kualitatif. Interpretasi ini dilakukan berdasarkan hasil bayangan interpretasi kuantitatif. Hasil yang didapatkan adalah bagian bagian anomali yang ingin ditafsirkan struktur geologi bawah permukaannya. Pada interpretasi kuantitatif terdapat ambiguitas karena beragam model yang dapat dihasilkan, yang disebabkan adanya parameter faktor geometri, rapat massa dan kedalaman yang tidak pasti. Maka dari itu perlu adanya data pendukung berupa data geologi daerah penelitian serta data geofisika lainnya.

##### 4.4.1 Interpretasi Kualitatif Pada Lintasan Daerah Penelitian

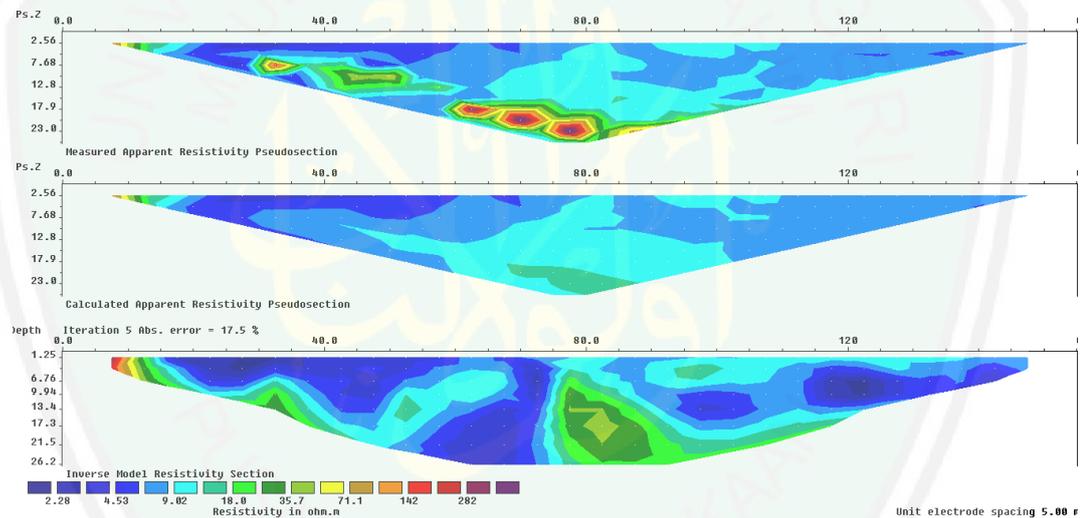
Menurut hasil koreksi data geologi daerah penelitian berada pada bereksi pandan: Breksi andesit berwarna kecoklatan dan coklat kekuningan, susunan dari

batuan di daerah ini kepingan batuan andesit yang berukuran kerikil kerakal sampai bongkahan. Pada daerah penelitian juga terdapat batuan pasir tufan bentuk butiranya halus hingga kasar sampai padat.

#### 4.4.2 Interpretasi Kuantitatif

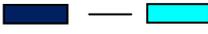
##### 4.4.2.1 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 1

Lintasan 1 terletak pada titik koordinat  $-7.414316^\circ$  s/d  $-7.412852^\circ$  LS dan  $111.801118^\circ$  s/d  $111.801069^\circ$  BT posisi tepat berada di sebelah barat kolam lumpur panjang lintasan ini yakni 160 meter dengan sepasi 5 meter kedalaman yang diperoleh dari lintasan ini 26.2 meter.



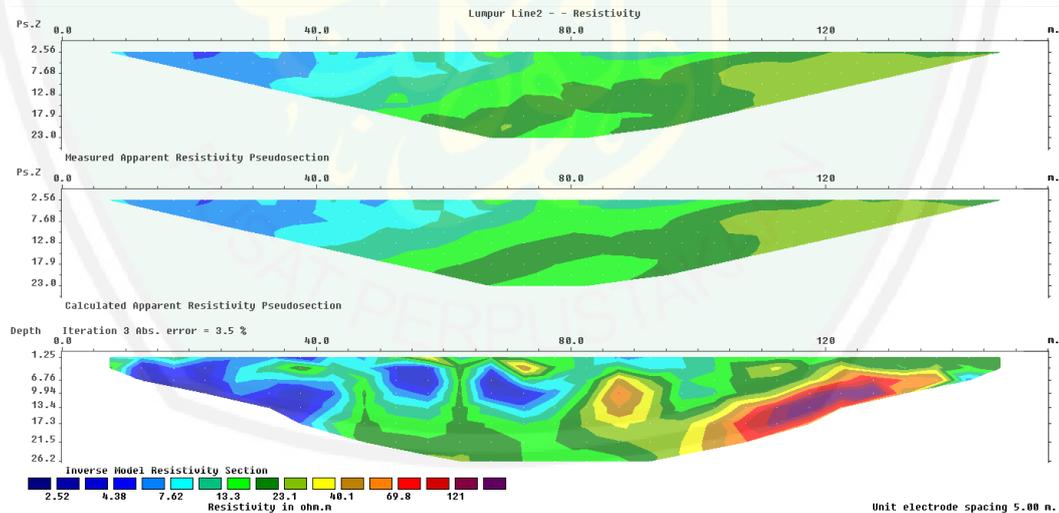
Gambar 4.1 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 1

Anomali keberadaan lumpur ditunjukkan oleh warna biru tua  sampai warna biru muda  letak kedalamannya 3 meter sampai kedalaman 26.2 meter, dari hasil pengolah software Res2div diperoleh eror sebesar 17.5% adapun interpretasi data dari hasil yang diperoleh sebagai berikut:

No.	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis ( $\Omega m$ )	Jenis Batuan/Material
1.		2.28 - 9,02	Air tanah, lempung, pasir, batu kapur yang mengandung air asin
2.		18,0 – 35,7	Tanah, graphite schist, basal
3.		71,1 – 282	Tanah, batuan dasar lapisan tanah keras, andesit

#### 4.4.2.2 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 2

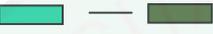
Lintasan 2 terletak pada titik koordinat  $7.413999^\circ$  s/d  $-7.412610^\circ$ LS dan  $111.801368^\circ$  s/d  $111.801456$  posisi tepat berada di sebelah timur kolam lumpur panjang lintasan yakni 160 meter dengan sepasi 5 meter kedalaman yang diperoleh dari lintasan ini 26.2 meter



Gambar 4.2 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 2

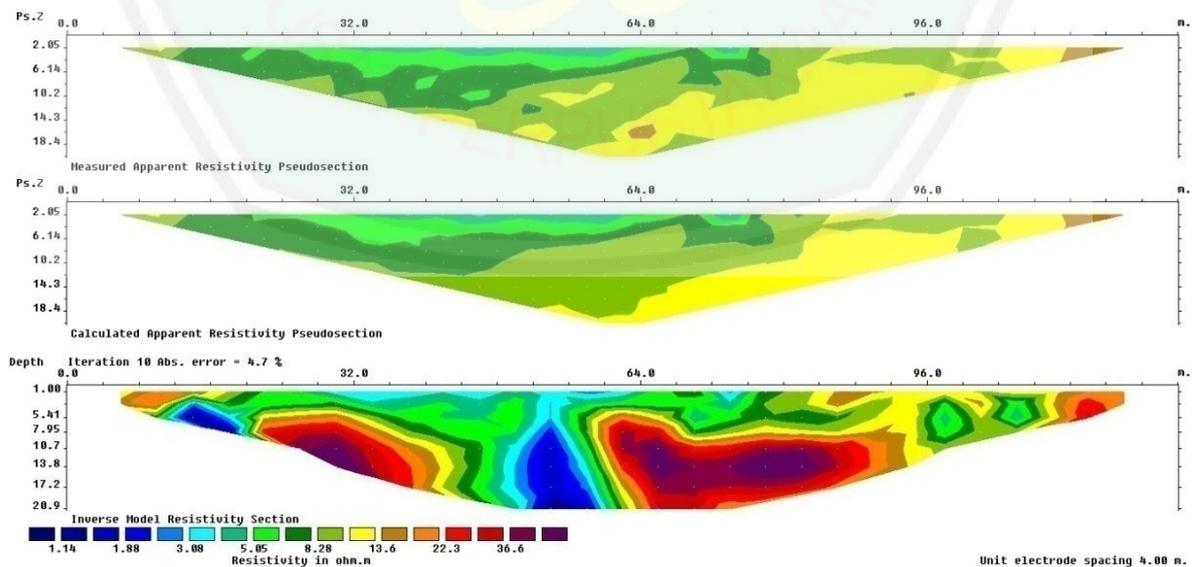
Anomali keberadaan lumpur ditunjukkan oleh warna biru tua  sampai warna biru muda  dari anomali dari kedalaman 1.25 meter sampai kedalaman 17.3

meter, dari hasil pengolahan software Res2div diperoleh eror sebesar 4.7% adapun interpretasi data dari hasil yang diperoleh sebagai berikut:

No.	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis ( $\Omega m$ )	Jenis Batuan/Material
1.		2.52 - 7,62	Air tanah, lempung, pasir, batu kapur yang mengandung air asin
2.		13,3 - 40,1	Tanah, graphite schist, basal
3.		69.8 - 121	Tanah, batuan dasar lapisan tanah keras, andesit

#### 4.4.2.3 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 3

Lintasan 3 terletak pada titik koordinat  $-7.413836^\circ$  s/d  $-7.412935^\circ$  LS dan  $111.800893^\circ$  s/d  $111.801625^\circ$ BT posisi tepat berada di bawah kolam lumpur panjang lintasan yakni 128 meter dengan separasi 4 meter kedalaman yang diperoleh dari lintasan ini 26.2 meter.



Gambar 4.3 Model Penampang 2 Dimensi Lintasan 3

Anomali keberadaan lumpur ditunjukkan oleh warna biru tua  sampai warna biru muda  kedalamannya 1.00 meter sampai kedalaman 20.9 meter, dari hasil pengolahan software Res2div diperoleh eror sebesar 3.5% adapun interpretasi data dari hasil yang diperoleh sebagai berikut:

No.	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis ( $\Omega m$ )	Jenis Batuan/Material
1.	 — 	1,14 – 8,28	Air tanah, lempung, pasir, batu kapur yang mengandung air asin
2.	 — 	1,67 – 2,87	Tanah, graphite schist, basal

#### 4.5 Interpretasi Data Lintasan 1,2 dan 3

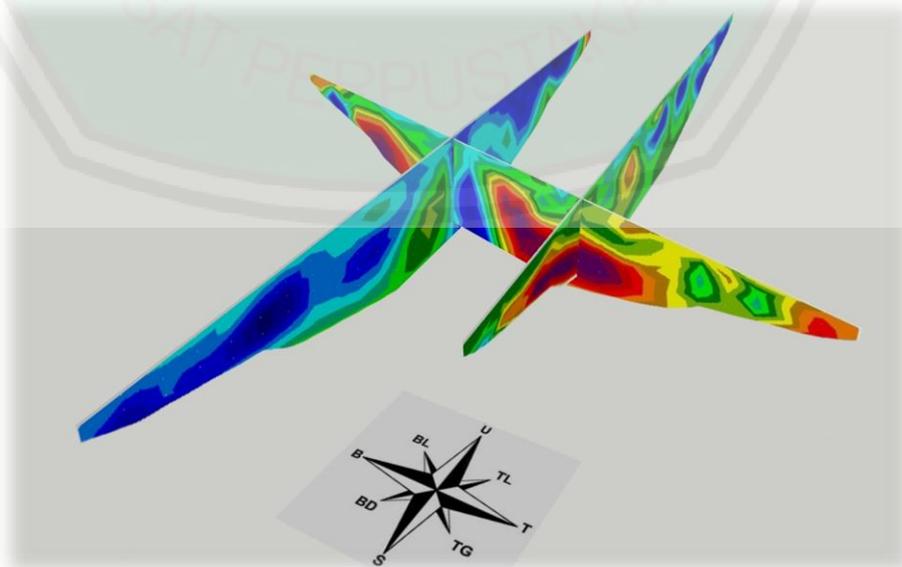
Data yang telah diolah dengan software Res2div diperoleh 3 gambar penampang. Hasil dari gambar pertama memberikan informasi dari hasil data yang terukur dilapangan. Gambar kedua menunjukkan hasil yang diperoleh dari perhitungan yang mendekati dari hasil yang terukur pada lapangan. Gambar ketiga merupakan invers dari gambar kedua, nilai error akan membedakan hasil data dari gambar pertama dan kedua. Semakin besar nilai error yang diperoleh maka data yang dihasilkan akan semakin jauh dari model struktur bawah permukaan tanah yang sebenarnya dan sebaliknya jika nilai error yang diperoleh semakin kecil maka data yang dihasilkan akan mendekati model struktur bawah permukaan tanah yang sebenarnya.

Dari hasil pengolahan data untuk mengetahui nilai resistivitas dari data bisa dilihat pada skala warna yang berada dibawahnya. Nilai resistivitas ini akan

diinterpretasi dengan acuan teori yang ada kemudian akan diketahui letak lumpurnya berada. Dari hasil yang diperoleh lumpur ditunjukkan oleh warna biru tua sampai biru muda nilai resistivitasnya sebesar 2.28 - 9,02 ohm meter untuk lintasan pertama, untuk lintasan kedua nilai resistivitasnya 2.52 - 7,62 ohm meter, sedangkan pada lintasan ketiga nilai resistivitas keberadaan lumpur adalah 1,14 - 8,28.

Letak anomali keberadaan lumpur pada lintasan pertama berada dikedalaman 3 meter sampai kedalaman 26.2 meter terlihat pada penampang lintasan pertama sebaran lumpur memenuhi lintasan pertama. Untuk letak anomali lumpur pada lintasan kedua berada pada kedalaman 1.25 meter sampai kedalaman 17.3 meter sebaran lumpur pada lintasan terlihat berada disekitar daerah kolam lumpu saja. Untuk lintasan 3 anomali teridentifikasi mencapai kedalaman 1.00 meter sampai kedalaman 20.9 meter pada lintasan ini terlihat pusat keluarnya lumpur.

#### 4.6 Model Penampang 3D Dari Ketiga Lintasan



Gambar 4.4 Gambar penampang 3 Dimensi

Dari hasil penampang 3 dimensi ini akan semakin mudah untuk membaca data, menurut kajian geologi daerah penelitian, lokasi penelitian berada pada tanah yang berlokasi pada daerah breksi andesit batuan batuan yang ada disini berukuran kerikil sampai bongkahan hal ini juga sesuai dengan fenomena yang ada di atas permukaan bongkahan batuan yang besar banyak terdapat di daerah penelitian. Hal ini terlihat dari hasil nilai resistivitasnya terdapat batuan andesit pada kedalaman tertentu.

Dari gambar 3D ini sangat jelas bahwasanya letak kantung lumpur berada di bawah kolam semburan lumpur, lumpur yang keluar adalah lumpur yang mengandung air asin dan pasir, bau blerang yang keluar dari lumpur disebabkan daerah setempat mengandung batuan kamping dan blerang inilah yang mengakibatkan lumpur panas.

#### 4.7 Kajian Al-Quran

Dari hasil interpretasi data penelitian diketahui terdapat batuan-batuan penyusun bawah permukaan tanah yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda nilai resistivitas inilah yang akan memberikan informasi kandungan bawah permukaan tanah yang berlapis lapis cara membedakannya dengan melihat warna susunan bawah permukaan yang berbed-beda hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Fathir ayat 27:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَابِيَةٌ سُودٌ (٢٧)

*“Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit lalu dengan air itu kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.”(Q.S. Fathir [35]:27).*

Ayat ini menjelaskan lapisan bawah permukaan tanah Kata جُدَدٌ yang berarti “garis-garis” maksud dari garis-garis ini adalah susunan lapisan bawah tanah yang berbeda-beda. Kemudian kata بَيْضٌ yang berarti “putih” kata حُمْرٌ yang berarti “merah” dan kata وَعْرَابَيْثٌ yang berarti ada “pula yang hitam”.

Uraian di atas menunjukkan lapisan bawah permukaan tanah memiliki warna warna yang berbeda warna-warna yang berbeda inilah yang akan memberikan informasi kepada manusia tentang batuan-batuan apa saja yang tersusun didalamnya. Pada penelitian ini lumpur yang diteliti memiliki warna abu-abu kehitaman. Hal ini dipengaruhi oleh batuan-batuan yang ada di dalamnya dan bisa jadi pengaruh dari organism yang telah mati kemudian membentuk menjadi sedimen gelap.

Pada Tafsir AL-Muyassar, ditafsirkan bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit, lalu disiramkan kepohon-pohon yang ada di bumi sehingga dikelurkanlah dari pohon itu buah-buahan yang bermacam-macam warnanya, ada yang merah ada yang hitam ada yang kuning dan ada yang lainnya, dan diciptakan gunung-gunung dengan keanekaragamannya, ada yang putih ada yang warna merah, dan diciptakanlah gunung dengan batuan yang sangat hitam. (Hikmat et. al, 2011)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan interpretasi data yang berada pada bab IV kesimpulan dari penelitian metode geolistrik ini adalah:

1. Kantung lumpur terlihat pada lintasan 3 letak lintasannya persis dibawa kolam lumpur, posisi kedalaman kantung lumpur dari 1.00 meter sampai 20.9 meter bentuk kantung lumpur menyerupai gunung berapi. Kemudian pada lintasan 1 terlihat sebaran yang memenuhi lintasan untuk lintasan 2 sebaran lumpur berada di sekitar kolam dengan kedalaman yang lebih dangkal yakni kedalaman 1.25 meter sampai kedalaman 17.3 meter.
2. Secara umum litologi batuan bawah permukaan daerah penelitian kandungan batumannya didominasi oleh batuan andesit dan pasir.

#### **5.2 Saran**

Jumlah lintasan dan panjang lintasan pada daerah penelitian sangat mempengaruhi dari kedalaman dan hasil yang akan diperoleh untuk mengetahui bentuk kantung lumpur yang sempurna maka diperlukan kedalaman yang lebih dalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Ath-Thabari. 2009. *Tafsir Ath-Thabari*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Allred, Barry J., et al. 2008. *Handbook Agricultural Geophysics*. Boca Raton: CRC Press
- Al-Quran dan Terjemahnya, Departemen Agama RI, Jakarta: Bumi Restu, 1976;
- Basyir Hikmat et. al. 2011. *Tafsir Al-Muyassar JILID 3*. Semarang: An-Naba'
- Dimitrov, L. I. 2002. *Mud Volcanoes-The Most Important Pathway For Degassing Deeply Buried Sediments*. *Earth-Science Reviews*, 59, 49-76.
- Graue, K. 2000. *Mud Volcanoes in Deep Water Nigeria*. *Marine and Petroleum Geology*.17, 959-974
- Hensen, C., Nuzzo, M., Hornibrook, E., Pinheiro, L.M., Bock, B., Magalhães, V. H., & Brückmann, W. 2007. *Sources of Mud Volcano Fluids In The Gulf of Cadiz- Indications For Hydrothermal Imprint*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71, 1232-1248
- Istadi, B., Pramono, G.H., Sumintadireja, P., Alam, S. 2009. *Simulation on growth and potential Geohazard of East Java Mud Volcano, Indonesia*. *Marine & Petroleum Geology, Mud Volcano Special Issue*, doi: 10.1016/j.marpetgeo.2009.03.006.
- Pringgoprawiro H., A.T.Rahardjo., Sukido dkk. 1983. *Geologi Lembar Bojonegoro, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Pringgoprawiro H., A.T.Rahardjo., Sukido dkk. 1992. *Geologi Lembar Bojonegoro, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Judd, A. 2005. *Gas Emissions From Mud Volcanoes. Significance To Global Climate Change*. Martinelli G., Panahi B., (ed.) *Mud Volcanoes, Geodynamics and Seismicity*, 51, chapter 4, 147-157
- Kalinko, M. 1964. *Mud Volcanoes, Reasons Of Their Origin, Development And Fading*: VNIGRI, v. 40, p. 30-54 (in Russian). doi:10.1029/2000RG000093
- Kurniati, Asih dkk. 2008. *Buku Panduan Workshop Geofisika*. Malang: Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Universitas Brawijaya
- Kopf, A. J., 2002. *Significance of Mud Volcanism*, *Revs of Geophysics*, 40, (2), 1005, doi:10.1029/2000RG000093

- Kopf, A. J. 2011. *Significance of Mud Volcanism*. Reviews of Geophysics, 40(2).
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Penang: Geotomo Software
- Lowrie, William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. USA: Cambridge University Press, p293-320.
- Nurul Nurisyadzatul. 2016. *Analisis Data Geolistrik Resistivitas Untuk Pemodelan Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur Bangkalan*. Skripsi. UIN Malang.
- Mazzini, A., Akhmanov, G.G., Svensen, H., Planke, S. 2007. *Pulsating Mud Volcanism at LUSI, Indonesia*. Makalah dipresentasikan dalam The International Geological Workshop of Sidoarjo Mud Volcano, Jakarta 20-21 February 2007.
- Milkov, A. V.2000. *Worldwide Distribution of Submarine Mud Volcanoes and Associated Gas Hydrates*. Marine Geology, 167, 29-42.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics, 3rd Edition*. England: John Willey & Sons Ltd
- Prasetya, Novan Anca. 2004. *Pengukuran Resistivitas Untuk Evaluasi Kepadatan Kering Maksimum Hasil Pematatan Tanah Kering*. Tugas Akhir. ITS Surabaya.
- Reynolds, Jhon M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. USA: JhonWiley& Sons, p 156-160.
- Robinson. 1998. *Besic exploration Gophysic*. John Willey and Son, Inc. Canada
- Santoso, Joko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB, p 99-110.
- Satyana, Awang Harun, Asnidar. 2008. *Mud Diapirs And Mud Volcanoes In Depressions Of Java To Madura : Origins, Natures, And Implications To Petroleum System*. In: Proceedings, Indonesian Petroleum Association. Thirty-Second Annual Convention & Exhibition, May 2008. IPA08-G-139.
- Stewart, S. A., & Davies, R. J. 2006. *Structure and Emplacement of Mud Volcano Systems in the South Caspian Basin*. AAPG Bulletin, 90(5), 771-786.
- Sosrodarsono, Suyono. 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan PT Pramadya Pramita Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Telford, M. W., Gerdart, L. P., Sheriff, R. E, Keys, D. A. 1990. *Applied Geophysics*. USA: Cambrige University Press.

Telford, M. W., Gerdart, L. P., Sheriff, R. E, Keys, D. A. 1982. *Applied Geophysics*. USA: Cambrige University Press.

Yusinov, Mehdi. 2004. *Thesis, Seismic Interpretation and Classification of Mud Volcanoos of The South Caspian Basin, Offshore*. Azerbaijan. Texaz A&M University.





# LAMPIRAN

## LAMPIRAN

### 1.Data Hasil Pengukuran Lintasan 1

Località: Lumpur Line1  
 riferimento:  
 quota:  
 configurazione: Wenner alpha  
 intervallo: 5  
 note:

<u>n</u>	<u>C1</u>	<u>C2</u>	<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>I (mA)</u>	<u>V (mV)</u>	<u>r (O*m)</u>	<u>var</u>
1	1	4	2	3	76	280	115	4
1	2	5	3	4	49	31	20	0
1	3	6	4	5	4	13	92	4
1	4	7	5	6	93	16	5	2
1	5	8	6	7	50	5	3	0
1	6	9	7	8	373	30	3	1
1	7	10	8	9	267	33	4	0
1	8	11	9	10	203	26	4	1
1	9	12	10	11	275	38	4	0
1	10	13	11	12	296	51	5	1
1	11	14	12	13	333	50	5	0
1	12	15	13	14	277	67	8	0
1	13	16	14	15	377	65	5	0
1	14	17	15	16	250	62	8	0
1	15	18	16	17	221	55	8	1
1	16	19	17	18	278	83	9	0
1	17	20	18	19	294	75	8	1
1	18	21	19	20	277	89	10	1
1	19	22	20	21	327	104	10	0
1	20	23	21	22	257	74	9	1
1	21	24	22	23	225	73	10	1
1	22	25	23	24	233	58	8	1
1	23	26	24	25	251	61	8	1
1	24	27	25	26	227	56	8	1
1	25	28	26	27	201	53	8	1
1	26	29	27	28	231	58	8	0
1	27	30	28	29	238	54	7	1
1	28	31	29	30	252	52	6	1
1	29	32	30	31	192	48	8	2
2	1	7	3	5	244	32	8	0
2	2	8	4	6	206	18	6	0
2	3	9	5	7	6	6	66	24
2	4	10	6	8	90	12	8	1
2	5	11	7	9	53	6	7	1
2	6	12	8	10	206	20	6	0
2	7	13	9	11	358	39	7	0
2	8	14	10	12	270	22	5	0
2	9	15	11	13	346	33	6	0
2	10	16	12	14	290	33	7	0
2	11	17	13	15	366	44	8	0

2	12	18	14	16	213	22	6	0
2	13	19	15	17	336	45	8	0
2	14	20	16	18	207	36	11	0
2	15	21	17	19	203	29	9	0
2	16	22	18	20	360	46	8	0
2	17	23	19	21	264	38	9	0
2	18	24	20	22	234	35	9	0
2	19	25	21	23	320	44	9	0
2	20	26	22	24	255	34	8	0
2	21	27	23	25	243	29	7	0
2	22	28	24	26	204	21	6	0
2	23	29	25	27	245	24	6	0
2	24	30	26	28	215	23	7	0
2	25	31	27	29	297	28	6	0
2	26	32	28	30	195	21	7	0
3	1	10	4	7	211	17	8	1
3	2	11	5	8	209	9	4	0
3	3	12	6	9	5	10	169	3
3	4	13	7	10	87	13	14	0
3	5	14	8	11	54	9	17	0
3	6	15	9	12	200	10	5	0
3	7	16	10	13	403	27	6	0
3	8	17	11	14	326	25	7	0
3	9	18	12	15	216	17	8	0
3	10	19	13	16	236	21	8	0
3	11	20	14	17	326	32	9	0
3	12	21	15	18	273	28	10	0
3	13	22	16	19	238	24	10	0
3	14	23	17	20	236	24	10	0
3	15	24	18	21	305	26	8	0
3	16	25	19	22	352	29	8	0
3	17	26	20	23	271	24	8	0
3	18	27	21	24	248	24	9	0
3	19	28	22	25	269	24	8	0
3	20	29	23	26	242	18	7	0
3	21	30	24	27	251	18	7	0
3	22	31	25	28	302	22	7	0
3	23	32	26	29	172	16	9	1
4	1	13	5	9	255	17	8	1
4	2	14	6	10	220	8	5	0
4	3	15	7	11	5	9	219	2
4	4	16	8	12	91	33	45	1
4	5	17	9	13	52	21	51	3
4	6	18	10	14	274	16	7	0
4	7	19	11	15	228	14	8	0
4	8	20	12	16	303	20	8	0
4	9	21	13	17	376	30	10	0
4	10	22	14	18	284	24	11	0
4	11	23	15	19	212	19	11	0
4	12	24	16	20	251	17	9	0
4	13	25	17	21	234	15	8	0
4	14	26	18	22	361	23	8	0

4	15	27	19	23	214	15	9	1
4	16	28	20	24	291	21	9	0
4	17	29	21	25	257	16	8	0
4	18	30	22	26	261	17	8	0
4	19	31	23	27	271	17	8	0
4	20	32	24	28	199	16	10	1
5	1	16	6	11	249	10	6	1
5	2	17	7	12	201	28	22	1
5	3	18	8	13	5	24	726	10
5	4	19	9	14	89	9	16	0
5	5	20	10	15	51	6	19	0
5	6	21	11	16	262	14	8	0
5	7	22	12	17	345	22	10	0
5	8	23	13	18	202	16	12	0
5	9	24	14	19	302	20	10	0
5	10	25	15	20	279	18	10	0
5	11	26	16	21	306	19	10	0
5	12	27	17	22	215	12	9	0
5	13	28	18	23	205	11	8	0
5	14	29	19	24	337	21	10	0
5	15	30	20	25	354	20	9	0
5	16	31	21	26	356	19	8	0
5	17	32	22	27	203	15	11	2
6	1	19	7	13	232	10	8	0
6	2	20	8	14	197	7	7	0
6	3	21	9	15	5	5	201	1
6	4	22	10	16	84	3	7	1
6	5	23	11	17	49	5	18	3
6	6	24	12	18	224	12	10	0
6	7	25	13	19	338	20	11	0
6	8	26	14	20	286	15	10	0
6	9	27	15	21	212	15	13	0
6	10	28	16	22	239	13	11	0
6	11	29	17	23	289	16	10	0
6	12	30	18	24	263	11	8	0
6	13	31	19	25	304	12	8	0
6	14	32	20	26	222	14	12	1
7	1	22	8	15	253	9	8	0
7	2	23	9	16	171	6	8	0
7	3	24	10	17	5	10	430	2
7	4	25	11	18	82	20	52	1
7	5	26	12	19	50	10	46	0
7	6	27	13	20	242	14	13	1
7	7	28	14	21	281	16	12	0
7	8	29	15	22	271	13	11	0
7	9	30	16	23	348	18	12	0
7	10	31	17	24	205	9	10	0
7	11	32	18	25	212	15	15	2
8	1	25	9	17	251	10	10	1
8	2	26	10	18	193	18	23	1
8	3	27	11	19	4	11	627	6
8	4	28	12	20	80	15	48	1

8	5	29	13	21	49	11	56	1
8	6	30	14	22	249	11	11	0
8	7	31	15	23	312	14	11	0
8	8	32	16	24	207	18	22	3
9	1	28	10	19	235	9	10	0
9	2	29	11	20	190	13	20	1
9	3	30	12	21	5	11	667	1
9	4	31	13	22	84	8	27	0
9	5	32	14	23	45	14	86	4
10	1	31	11	21	218	6	9	0
10	2	32	12	22	143	8	17	1

## 2. Data Hasil Pengukuran Lintasan 2

Località: Lumpur Line2  
 riferimento:  
 quota:  
 configurazione: Wenner alpha  
 intervallo: 5  
 note:

<u>n</u>	<u>C1</u>	<u>C2</u>	<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>I (mA)</u>	<u>V (mV)</u>	<u>r (O*m)</u>	<u>var</u>
1	1	4	2	3	240	67	9	0
1	2	5	3	4	220	43	6	0
1	3	6	4	5	273	60	7	1
1	4	7	5	6	301	49	5	0
1	5	8	6	7	362	74	6	0
1	6	9	7	8	259	73	9	1
1	7	10	8	9	356	68	6	0
1	8	11	9	10	285	98	11	0
1	9	12	10	11	239	54	7	1
1	10	13	11	12	355	84	7	0
1	11	14	12	13	249	105	13	2
1	12	15	13	14	255	63	8	0
1	13	16	14	15	356	180	16	0
1	14	17	15	16	247	98	12	1
1	15	18	16	17	323	153	15	0
1	16	19	17	18	203	83	13	1
1	17	20	18	19	298	104	11	1
1	18	21	19	20	240	84	11	1
1	19	22	20	21	242	90	12	2
1	20	23	21	22	211	96	14	1
1	21	24	22	23	256	137	17	1
1	22	25	23	24	166	107	20	2
1	23	26	24	25	167	111	21	2
1	24	27	25	26	170	129	24	2
1	25	28	26	27	138	98	22	2
1	26	29	27	28	212	150	22	2
1	27	30	28	29	195	122	20	2
1	28	31	29	30	176	112	20	1
1	29	32	30	31	179	126	22	2

2	1	7	3	5	342	32	6	0
2	2	8	4	6	242	23	6	0
2	3	9	5	7	223	23	7	0
2	4	10	6	8	332	34	6	0
2	5	11	7	9	271	29	7	0
2	6	12	8	10	301	36	8	0
2	7	13	9	11	318	41	8	0
2	8	14	10	12	294	38	8	0
2	9	15	11	13	224	34	9	0
2	10	16	12	14	234	38	10	0
2	11	17	13	15	366	52	9	0
2	12	18	14	16	333	57	11	0
2	13	19	15	17	225	49	14	0
2	14	20	16	18	214	47	14	0
2	15	21	17	19	294	65	14	0
2	16	22	18	20	235	52	14	0
2	17	23	19	21	226	57	16	0
2	18	24	20	22	265	76	18	0
2	19	25	21	23	158	55	22	0
2	20	26	22	24	225	83	23	1
2	21	27	23	25	184	68	23	0
2	22	28	24	26	203	84	26	0
2	23	29	25	27	202	88	27	0
2	24	30	26	28	215	95	28	0
2	25	31	27	29	149	62	26	1
2	26	32	28	30	155	68	28	0
3	1	10	4	7	207	14	6	0
3	2	11	5	8	236	17	7	0
3	3	12	6	9	251	17	6	0
3	4	13	7	10	230	17	7	0
3	5	14	8	11	287	28	9	0
3	6	15	9	12	274	25	9	0
3	7	16	10	13	221	23	10	0
3	8	17	11	14	282	29	10	0
3	9	18	12	15	312	34	10	0
3	10	19	13	16	251	33	12	0
3	11	20	14	17	299	44	14	0
3	12	21	15	18	303	49	15	0
3	13	22	16	19	267	45	16	0
3	14	23	17	20	199	33	15	0
3	15	24	18	21	231	40	16	0
3	16	25	19	22	181	37	19	0
3	17	26	20	23	240	58	23	0
3	18	27	21	24	191	53	26	0
3	19	28	22	25	191	52	26	0
3	20	29	23	26	222	63	27	0
3	21	30	24	27	267	78	28	0
3	22	31	25	28	221	69	29	0
3	23	32	26	29	151	48	30	0
4	1	13	5	9	249	13	7	0
4	2	14	6	10	270	19	9	0
4	3	15	7	11	234	15	8	0

4	4	16	8	12	346	23	8	0
4	5	17	9	13	269	22	10	0
4	6	18	10	14	347	28	10	0
4	7	19	11	15	245	22	12	0
4	8	20	12	16	373	40	13	0
4	9	21	13	17	286	33	14	0
4	10	22	14	18	305	40	17	0
4	11	23	15	19	229	32	18	1
4	12	24	16	20	237	32	17	0
4	13	25	17	21	191	28	19	0
4	14	26	18	22	209	31	18	0
4	15	27	19	23	206	34	21	1
4	16	28	20	24	224	42	24	0
4	17	29	21	25	257	52	25	0
4	18	30	22	26	289	62	27	0
4	19	31	23	27	205	45	28	1
4	20	32	24	28	196	46	30	1
5	1	16	6	11	362	22	10	0
5	2	17	7	12	235	14	9	0
5	3	18	8	13	320	21	10	0
5	4	19	9	14	222	20	14	1
5	5	20	10	15	364	27	12	0
5	6	21	11	16	315	29	14	0
5	7	22	12	17	296	30	16	0
5	8	23	13	18	247	27	17	0
5	9	24	14	19	226	24	17	0
5	10	25	15	20	200	26	20	0
5	11	26	16	21	241	28	18	1
5	12	27	17	22	209	25	19	0
5	13	28	18	23	237	30	20	1
5	14	29	19	24	259	33	20	0
5	15	30	20	25	371	52	22	0
5	16	31	21	26	243	40	26	1
5	17	32	22	27	208	40	30	2
6	1	19	7	13	228	15	12	0
6	2	20	8	14	338	23	13	1
6	3	21	9	15	293	20	13	0
6	4	22	10	16	263	20	14	0
6	5	23	11	17	245	22	17	0
6	6	24	12	18	243	22	17	0
6	7	25	13	19	198	23	22	2
6	8	26	14	20	259	25	18	1
6	9	27	15	21	205	21	19	1
6	10	28	16	22	250	24	18	1
6	11	29	17	23	257	25	18	0
6	12	30	18	24	206	21	19	0
6	13	31	19	25	257	26	19	2
6	14	32	20	26	183	24	24	2
7	1	22	8	15	273	17	14	1
7	2	23	9	16	240	20	18	0
7	3	24	10	17	230	18	17	0
7	4	25	11	18	191	17	20	0

7	5	26	12	19	258	24	20	2
7	6	27	13	20	212	18	19	1
7	7	28	14	21	247	19	17	1
7	8	29	15	22	309	24	17	0
7	9	30	16	23	358	28	17	0
7	10	31	17	24	206	20	21	0
7	11	32	18	25	209	20	22	3
8	1	25	9	17	193	17	22	1
8	2	26	10	18	251	19	19	1
8	3	27	11	19	207	20	24	0
8	4	28	12	20	236	16	17	1
8	5	29	13	21	304	19	16	0
8	6	30	14	22	220	13	15	0
8	7	31	15	23	202	16	20	1
8	8	32	16	24	223	20	23	2
9	1	28	10	19	240	18	21	2
9	2	29	11	20	286	16	16	0
9	3	30	12	21	369	19	15	0
9	4	31	13	22	255	14	15	1
9	5	32	14	23	219	11	14	7
10	1	31	11	21	259	13	16	1
10	2	32	12	22	216	12	17	1

### 3. Data Hasil Pengukuran Lintasan 3

Località: LumpurLine3  
 riferimento:  
 quota:  
 configurazione: Wenner alpha  
 intervallo: 4  
 note:

<u>n</u>	<u>C1</u>	<u>C2</u>	<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>I (mA)</u>	<u>V (mV)</u>	<u>r (O*m)</u>	<u>var</u>
1	1	4	2	3	193	72	9	0
1	2	5	3	4	239	110	12	0
1	3	6	4	5	164	51	8	1
1	4	7	5	6	308	81	7	0
1	5	8	6	7	247	63	6	0
1	6	9	7	8	499	126	6	0
1	7	10	8	9	199	40	5	0
1	8	11	9	10	215	40	5	0
1	9	12	10	11	174	30	4	0
1	10	13	11	12	157	30	5	1
1	11	14	12	13	265	40	4	0
1	12	15	13	14	260	47	5	1
1	13	16	14	15	172	27	4	0
1	14	17	15	16	261	44	4	0
1	15	18	16	17	202	38	5	0
1	16	19	17	18	370	76	5	0
1	17	20	18	19	227	60	7	0
1	18	21	19	20	167	26	4	0
1	19	22	20	21	197	75	10	1

1	20	23	21	22	152	50	8	1
1	21	24	22	23	214	94	11	1
1	22	25	23	24	166	72	11	1
1	23	26	24	25	159	66	10	1
1	24	27	25	26	211	88	11	1
1	25	28	26	27	153	57	9	1
1	26	29	27	28	174	80	12	1
1	27	30	28	29	292	145	12	1
1	28	31	29	30	294	181	16	0
1	29	32	30	31	238	179	19	0
2	1	7	3	5	206	32	8	0
2	2	8	4	6	305	46	8	0
2	3	9	5	7	169	22	6	0
2	4	10	6	8	167	23	7	0
2	5	11	7	9	225	29	6	0
2	6	12	8	10	163	20	6	0
2	7	13	9	11	186	23	6	0
2	8	14	10	12	291	36	6	0
2	9	15	11	13	149	17	6	0
2	10	16	12	14	161	18	6	0
2	11	17	13	15	267	32	6	0
2	12	18	14	16	275	30	5	0
2	13	19	15	17	196	20	5	0
2	14	20	16	18	297	42	7	0
2	15	21	17	19	149	27	9	0
2	16	22	18	20	186	25	7	0
2	17	23	19	21	265	36	7	0
2	18	24	20	22	251	47	9	0
2	19	25	21	23	153	32	11	0
2	20	26	22	24	234	47	10	0
2	21	27	23	25	261	50	10	0
2	22	28	24	26	159	31	10	0
2	23	29	25	27	208	45	11	0
2	24	30	26	28	234	50	11	0
2	25	31	27	29	165	37	11	0
2	26	32	28	30	175	50	14	0
3	1	10	4	7	169	18	8	0
3	2	11	5	8	179	19	8	0
3	3	12	6	9	207	20	7	0
3	4	13	7	10	173	18	8	0
3	5	14	8	11	162	13	6	0
3	6	15	9	12	260	24	7	0
3	7	16	10	13	287	25	7	0
3	8	17	11	14	201	20	7	0
3	9	18	12	15	196	19	7	0
3	10	19	13	16	231	20	7	0
3	11	20	14	17	243	23	7	0
3	12	21	15	18	228	25	8	0
3	13	22	16	19	152	21	10	0
3	14	23	17	20	185	19	8	0
3	15	24	18	21	234	27	9	0
3	16	25	19	22	232	24	8	0

3	17	26	20	23	209	31	11	0
3	18	27	21	24	162	24	11	0
3	19	28	22	25	231	39	13	0
3	20	29	23	26	190	30	12	0
3	21	30	24	27	298	41	10	0
3	22	31	25	28	165	20	9	0
3	23	32	26	29	211	31	11	0
4	1	13	5	9	248	21	9	0
4	2	14	6	10	277	26	9	0
4	3	15	7	11	259	18	7	0
4	4	16	8	12	220	16	7	0
4	5	17	9	13	220	14	6	0
4	6	18	10	14	176	14	8	0
4	7	19	11	15	710	50	7	0
4	8	20	12	16	582	48	8	0
4	9	21	13	17	211	20	9	0
4	10	22	14	18	180	19	11	0
4	11	23	15	19	268	27	10	0
4	12	24	16	20	188	15	8	0
4	13	25	17	21	277	22	8	0
4	14	26	18	22	156	14	9	0
4	15	27	19	23	293	28	9	0
4	16	28	20	24	198	23	12	0
4	17	29	21	25	155	20	13	0
4	18	30	22	26	198	26	13	0
4	19	31	23	27	260	34	13	0
4	20	32	24	28	196	23	12	0
5	1	16	6	11	186	12	8	0
5	2	17	7	12	169	12	9	0
5	3	18	8	13	278	15	7	0
5	4	19	9	14	403	23	7	0
5	5	20	10	15	246	11	6	0
5	6	21	11	16	202	15	9	0
5	7	22	12	17	196	18	11	0
5	8	23	13	18	296	25	11	0
5	9	24	14	19	290	24	10	0
5	10	25	15	20	204	14	8	0
5	11	26	16	21	211	21	12	1
5	12	27	17	22	223	17	9	0
5	13	28	18	23	254	21	10	0
5	14	29	19	24	204	18	11	0
5	15	30	20	25	175	17	13	0
5	16	31	21	26	216	21	12	0
5	17	32	22	27	159	17	14	0
6	1	19	7	13	216	12	8	1
6	2	20	8	14	369	20	8	0
6	3	21	9	15	232	12	8	0
6	4	22	10	16	191	12	10	0
6	5	23	11	17	163	8	8	0
6	6	24	12	18	283	20	11	0
6	7	25	13	19	262	17	10	0
6	8	26	14	20	227	14	9	0

6	9	27	15	21	206	16	12	0
6	10	28	16	22	178	12	10	0
6	11	29	17	23	158	13	12	0
6	12	30	18	24	249	19	11	0
6	13	31	19	25	265	19	11	0
6	14	32	20	26	206	15	11	0
7	1	22	8	15	159	12	14	1
7	2	23	9	16	284	16	10	0
7	3	24	10	17	191	10	9	0
7	4	25	11	18	237	13	10	0
7	5	26	12	19	212	11	9	0
7	6	27	13	20	197	11	10	0
7	7	28	14	21	218	15	12	0
7	8	29	15	22	183	12	11	0
7	9	30	16	23	275	19	12	0
7	10	31	17	24	192	13	12	0
7	11	32	18	25	163	12	13	0
8	1	25	9	17	294	13	9	1
8	2	26	10	18	220	14	13	0
8	3	27	11	19	228	11	9	0
8	4	28	12	20	202	10	10	0
8	5	29	13	21	178	15	17	0
8	6	30	14	22	258	14	11	0
8	7	31	15	23	241	14	12	0
8	8	32	16	24	189	12	13	0
9	1	28	10	19	271	12	10	0
9	2	29	11	20	172	8	10	0
9	3	30	12	21	256	12	11	0
9	4	31	13	22	220	11	11	0
9	5	32	14	23	180	7	9	0
10	1	31	11	21	283	13	11	1
10	2	32	12	22	177	8	11	1

#### 4. Dokumentasi kegiatan di lokasi Penelitian







KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Faizatur Rizka Bella  
NIM : 13640058  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika  
Judul Skripsi : Interpretas Data Geolistrik Resistivitas 3D Untuk Menduga Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur (Studi Kasus: Desa Jari Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro)  
Pembimbing I : Drs. Abdul Basid, M.Si  
Pembimbing II : Erika Rani, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	04 Oktober 2017	Konsultasi Bab I, II, III	
2	11 Oktober 2017	Konsultasi Pengolahan Data	
3	16 April 2018	Konsultasi Interpretasi Data	
4	18 April 2018	Konsultasi Agama	
5	01 Mei 2018	Konsultasi Bab IV	
6	18 Mei 2018	Konsultasi Agama	
7	24 Mei 2018	Konsultasi Bab V	
8	26 Mei 2018	Konsultasi Bab IV dan Bab V	
9	30 Mei 2018	Konsultasi Agama dan Acc	
10	31 Mei 2018	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan Acc	

Malang, 04 Juni 2018  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika,

Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003