



**DELINIASI BATAS GUMUK MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI WENNER - SCHLUMBERGER
(Studi Kasus Gumuk Triangulasi Desa Tembokrejo)**

SKRIPSI

Oleh

Dewi Yuliana

NIM. 131810201037

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**DELINIASI BATAS GUMUK MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI WENNER - SCHLUMBERGER
(Studi Kasus Gumuk Trianggulasi Desa Tembokrejo)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi di Program Studi Ilmu Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Dewi Yuliana

NIM. 131810201037

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan terimakasih yang sebesar- besarnya untuk:

1. Ibunda Siti Zulaykah dan Ayahanda Rukiyan yang memberikan cinta, kasih dan sayang tanpa henti, serta membimbing dan mendukung langkah saya sampai detik ini. Orangtua yang selalu menjadi motivasi saya untuk selalu mengejar mimpi- mimpi saya tanpa pernah berputus asa dan selalu percaya bahwa pertolongan Allah SWT amatlah dekat.
2. Ike Sopiyan, AMd. Keb, Dr. Teguh Herlambang S.Si M.Si, dan Alfa Rianto S.Si yang telah banyak memotivasi dan mendukung selama proses penyelesaian skripsi ini.
3. Para saudara, sahabat dan teman terbaik, serta teman- teman angkatan 2013 dan tim Geofisika yang senantiasa memberikan bantuan serta dukungan langsung dan tidak langsung. InsyaAllah selalu dalam lindungan-Nya.
4. Para pendidik sejak taman kanak- kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh ikhlas, tanggungjawab dan amanah.

MOTTO

“Bukanlah yang bernama kaya itu orang yang banyak harta bendanya, tetapi yang disebut kaya itu adalah orang yang kaya diri dengan banyak ilmu“
(Buchori Muslim)



*) Muhammad Yusuf,A.2012. *Eksiklopedia Tematisayat Al- Qur'an dan Hadist. Jilid 2.* Jakarta : Widya Cahaya.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dewi Yuliana

NIM : 131810201037

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Deliniasi Batas Gumuk Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Wenner – Schlumberger* (Studi Kasus Gumuk Trianggulasi Desa Tembokrejo)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Januari 2018

Yang menyatakan,

Dewi Yuliana

NIM 131810201037

SKRIPSI

**DELINIASI BATAS GUMUK MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI WENNER - SCHLUMBERGER
(Studi Kasus Gumuk Trianggulasi Desa Tembokrejo)**

Oleh
Dewi Yuliana
NIM 131810201037

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Supriyadi, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Agus Supriyanto, S.Si., M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Deliniasi Batas Gumuk Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Wenner – Schlumberger* (Studi Kasus Gumuk Trianggulasi Desa Tembokrejo)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Supriyadi, S.Si,M.Si.
NIP. 198204242006041003

Agus Suprianto, S.Si., M.T
NIP. 197003221997021001

Anggota II,

Anggota III,

Nurul Priyantari, S.Si, M.Si.
NIP. 197003271997022001

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si
NIP. 198111112005012001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Deliniasi Batas Gumuk Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner – Schlumberger (Studi Kasus Gumuk Trianggulasi Desa Tembokrejo); Dewi Yuliana, 131810201037: 43 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

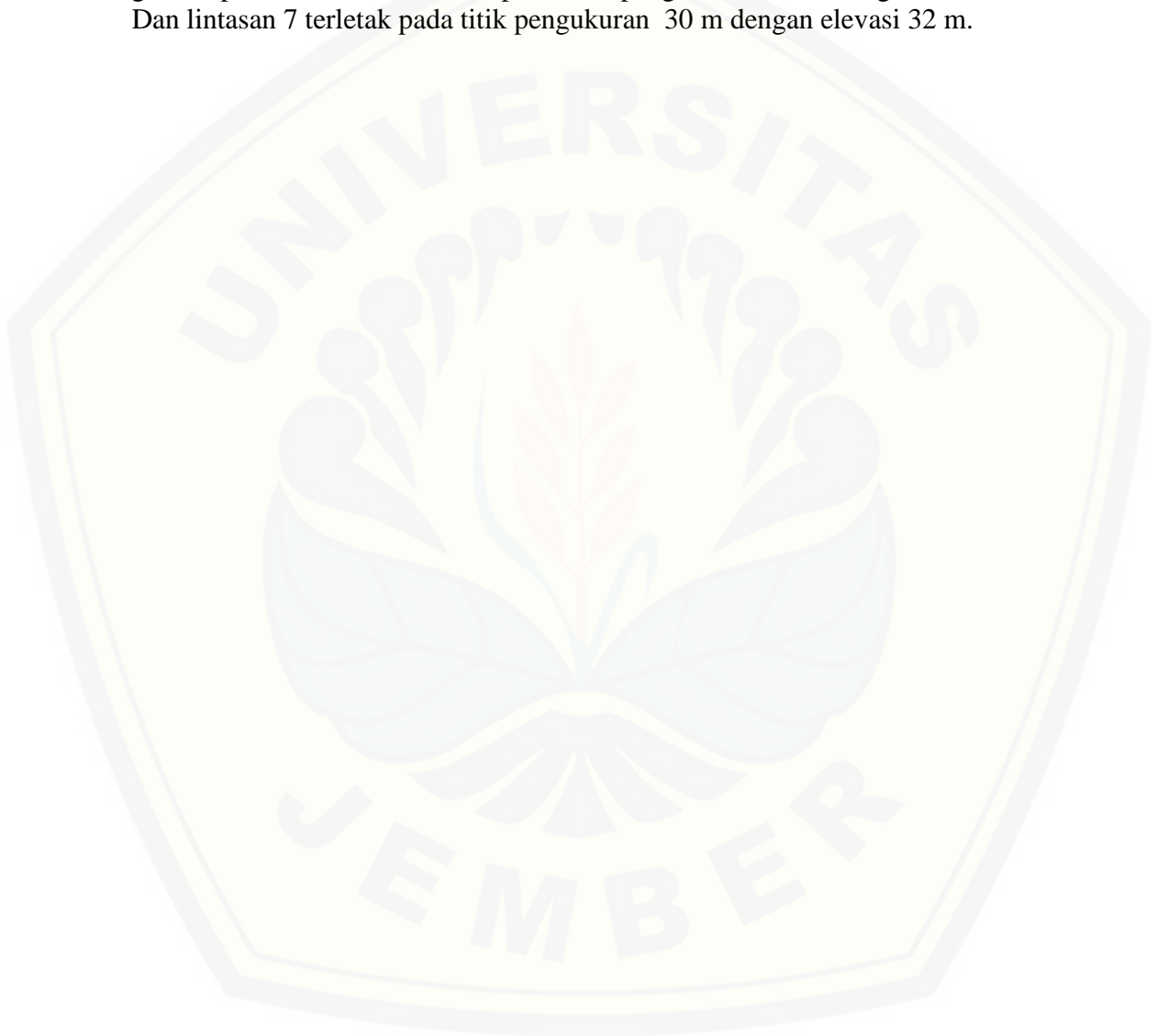
Jember memiliki bentang alam yang khas yaitu keberadaan gumuk yang cukup banyak dan tersebar di beberapa kecamatan. Ada dua asumsi mekanisme pembentukan gumuk yaitu gerakan tanah dan lontaran gunung berapi (Gunung Raung). Menurut Sulistyarningsih *et al* (1997), gumuk terbentuk dari lontaran Gunung Raung sehingga gumuk yang jauh dari Gunung Raung mempunyai ukuran berkisar antara 1,0 – 2,0 m dengan luas bidang dasar sekitar 0,1 km² yang dapat dijumpai di wilayah Kencong dan Wuluhan. Salah satu gumuk yang cukup jauh dari Gunung Raung yaitu Gumuk Trianggulasi, berada di Desa Tembokrejo Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember dengan jarak sekitar 82 km dari Gunung Raung. Gumuk tersebut terdiri dari 3 gumuk yang lokasinya berdekatan dan memiliki potensi alam yang cukup besar. Melalui penelitian ini dapat diperoleh struktur bawah permukaan gumuk Trianggulasi sehingga dapat diketahui karakteristik gumuk dan studi awal deliniasi batas gumuk.

Deliniasi batas gumuk melalui struktur bawah permukaannya dapat dilakukan dengan asumsi perbedaan kondisi topografi berdasarkan pengukuran GPS, resistivitas struktur bawah permukaan dan ketebalan lapisan tanah berdasarkan citra resistivitas 2D. Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger digunakan untuk memperoleh citra resistivitas 2D dengan kelebihan dapat memetakan bawah permukaan secara *mapping* dan *sounding*. Pada metode geolistrik resistivitas, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui elektroda arus dan beda potensial dapat diukur melalui dua elektroda potensial.

Berdasarkan hasil citra resistivitas 2D, pada lokasi pertama lintasan 1 dan 2, lapisan tanah mempunyai nilai resistivitas 3,51 – 141 Ω m yang terdiri dari lempung lanauan, lanauan basah lembek dan lanauan pasiran. Lapisan tanah pada dua lintasan ini memiliki ketebalan yang berbeda. Di bawah lapisan tanah, dapat ditemukan lapisan batuan dengan resistivitas 141-1650 Ω m berupa batuan andesit yang merupakan penyusun gumuk. Batas gumuk pada lintasan 1 terletak pada titik pengukuran 44 m dengan elevasi 33 m, sedangkan pada lintasan 2 pada titik pengukuran 48 m dengan elevasi 34 m.

Citra resistivitas 2D pada lokasi kedua yaitu lintasan 3, 4, dan 5 menunjukkan bahwa lapisan pertama merupakan lapisan tanah dengan nilai resistivitas 0,3-307 Ω m, yang terdiri dari lempung yang sangat basah dan lembek, lempung basah dan lembek, lempung lanauan, lanauan basah lembek, lanauan pasiran, dan lempung berbatu. Ketebalan tanah pada ketiga lintasan tersebut juga bervariasi. Lapisan di bawahnya berupa lapisan batuan dengan nilai resistivitas 307-4915 Ω m yaitu batuan andesit dan *basalt*. Kedua batuan tersebut merupakan batuan penyusun gumuk. Batas gumuk pada lintasan 3, 4, dan 5 terletak pada titik pengukuran 24 m, 24 m dan 25 m dengan elevasi 40 m, 47 m, dan 40 m.

Citra resistivitas 2D lintasan 6 dan 7 pada lokasi 3 terdapat lapisan tanah pada bagian atas dengan nilai resistivitas 4,8-307 Ω m. Lapisan tanah ini terdiri dari lempung lanauan, lanauan basah lembek, lanauan pasir, dan lempung berbatu. Ketebalan lapisan tanah pada 2 lintasan di lokasi 3 ini juga bervariasi sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan batas gumuk. Di bawah lapisan tanah tersebut ditemukan lapisan batuan dengan nilai resistivitas 307- 1229 Ω m berupa batuan andesit yang merupakan penyusun gumuk. Batasan gumuk pada lintasan 6 terletak pada titik pengukuran 34 m dengan elevasi 31 m. Dan lintasan 7 terletak pada titik pengukuran 30 m dengan elevasi 32 m.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“Deliniasi Batas Gumuk Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner – Schlumberger (Studi Kasus Gumuk Triangulasi Desa Tembokrejo)”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Agus Suprianto, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, serta perhatian beliau guna memberikan bimbingan dan arahan penulis dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Nurul Priyantari, S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Endhah Purwandari, S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji II, atas segala masukan, kritik serta saran yang telah diberikan bagi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Dr. Lutfi Rohman, S.Si, M.Si., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Almamater Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

Penulis juga menyadari bahwa penulis adalah insan yang masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis menerima segala kritik dan saran membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

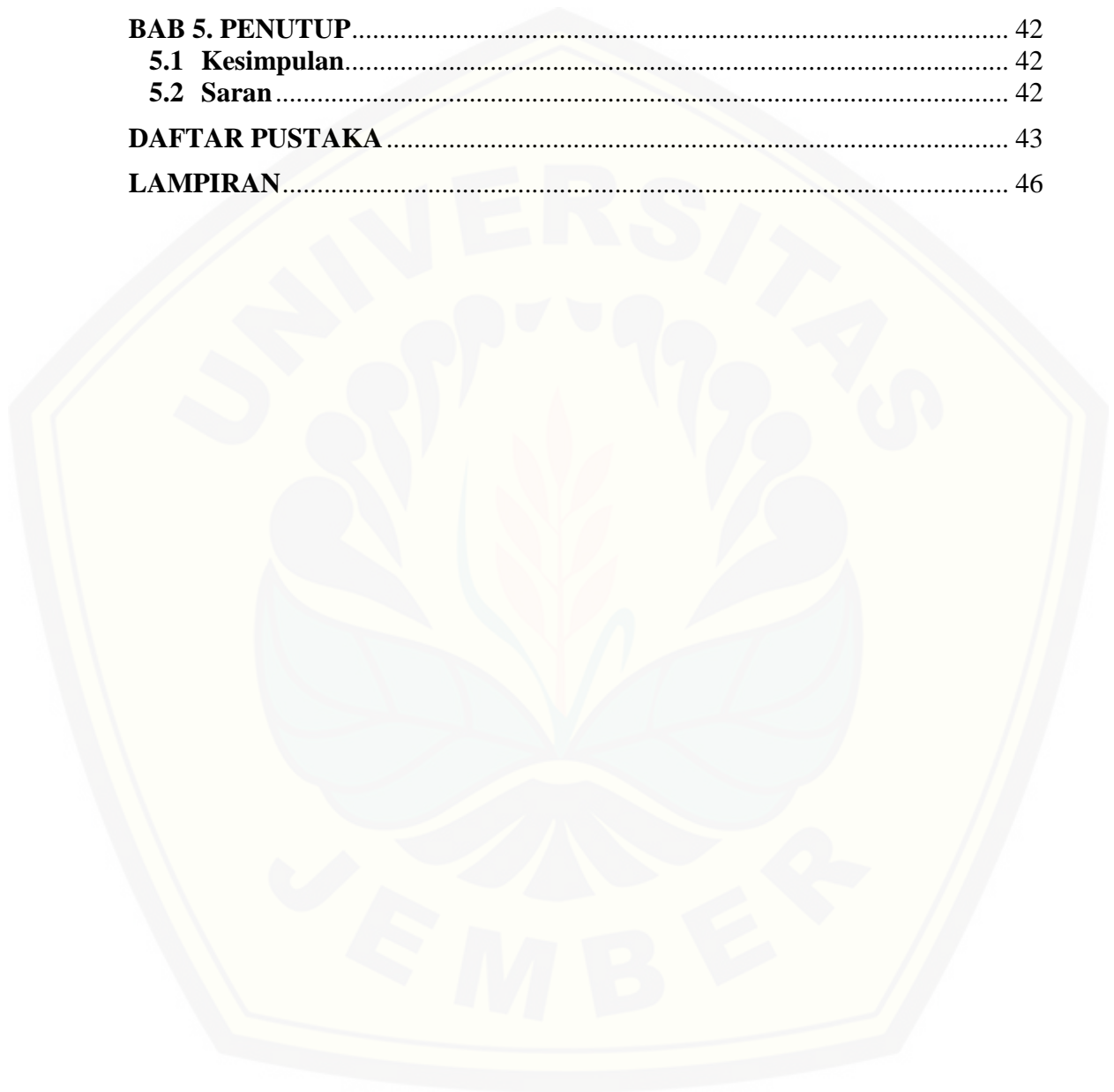
Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

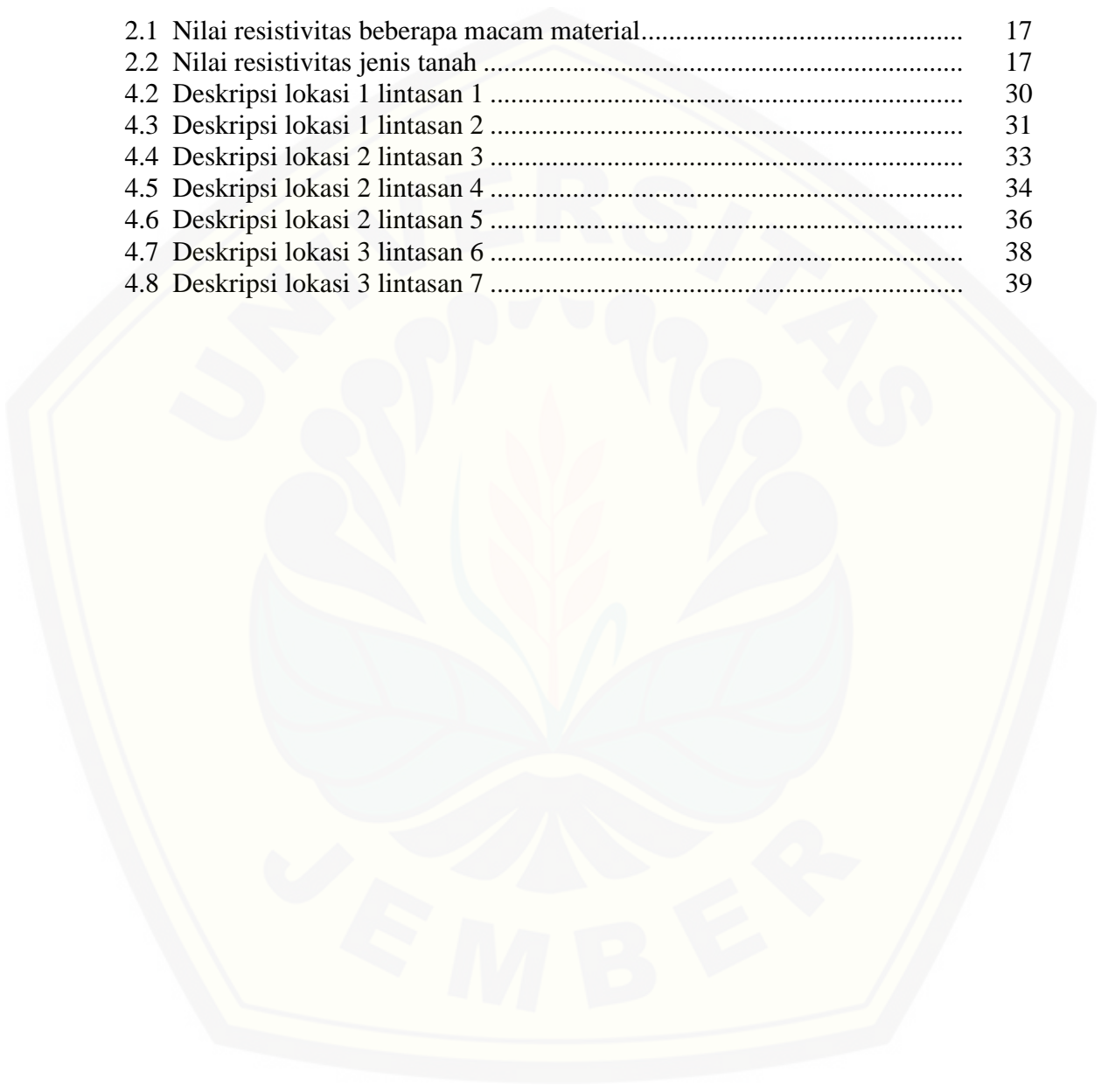
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kabupaten Jember.....	5
2.2 Gumuk.....	6
2.3 Batuan.....	7
2.4 Metode Geolistrik.....	8
2.5 Titik Arus Tunggal pada Permukaan.....	10
2.6 Dua Sumber Titik Arus pada Permukaan.....	11
2.7 Resistivitas Semu.....	13
2.8 Konfigurasi Wenner-Schlumberger.....	14
2.9 Software Res2Dinv.....	15
2.10 Sifat Listrik Batuan.....	15
2.11 Resistivitas Batuan.....	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Jenis dan Sumber Data.....	19
3.2 Definisi Operasional dan Variabel Pengukurannya.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.3.1 Survei Lokasi Penelitian.....	20
3.3.2 Persiapan Alat Penelitian.....	21
3.3.3 Penentuan Lintasan.....	22
3.3.4 Pengambilan Data Lapangan.....	24
3.3.5 Pengolahan Data.....	25
3.4 Teknik Penyajian Data.....	26
3.5 Interpretasi dan Analisa Data.....	26

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Posisi Lokasi Penelitian dan Dugaan Batas Gumuk	28
4.2 Lokasi 1 Timur Laut Kaki Gumuk	29
4.3 Lokasi 2 Timur Kaki Gumuk	32
4.4 Lokasi 3 Barat Kaki Gumuk	37
BAB 5. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai resistivitas beberapa macam material.....	17
2.2 Nilai resistivitas jenis tanah	17
4.2 Deskripsi lokasi 1 lintasan 1	30
4.3 Deskripsi lokasi 1 lintasan 2	31
4.4 Deskripsi lokasi 2 lintasan 3	33
4.5 Deskripsi lokasi 2 lintasan 4	34
4.6 Deskripsi lokasi 2 lintasan 5	36
4.7 Deskripsi lokasi 3 lintasan 6	38
4.8 Deskripsi lokasi 3 lintasan 7	39

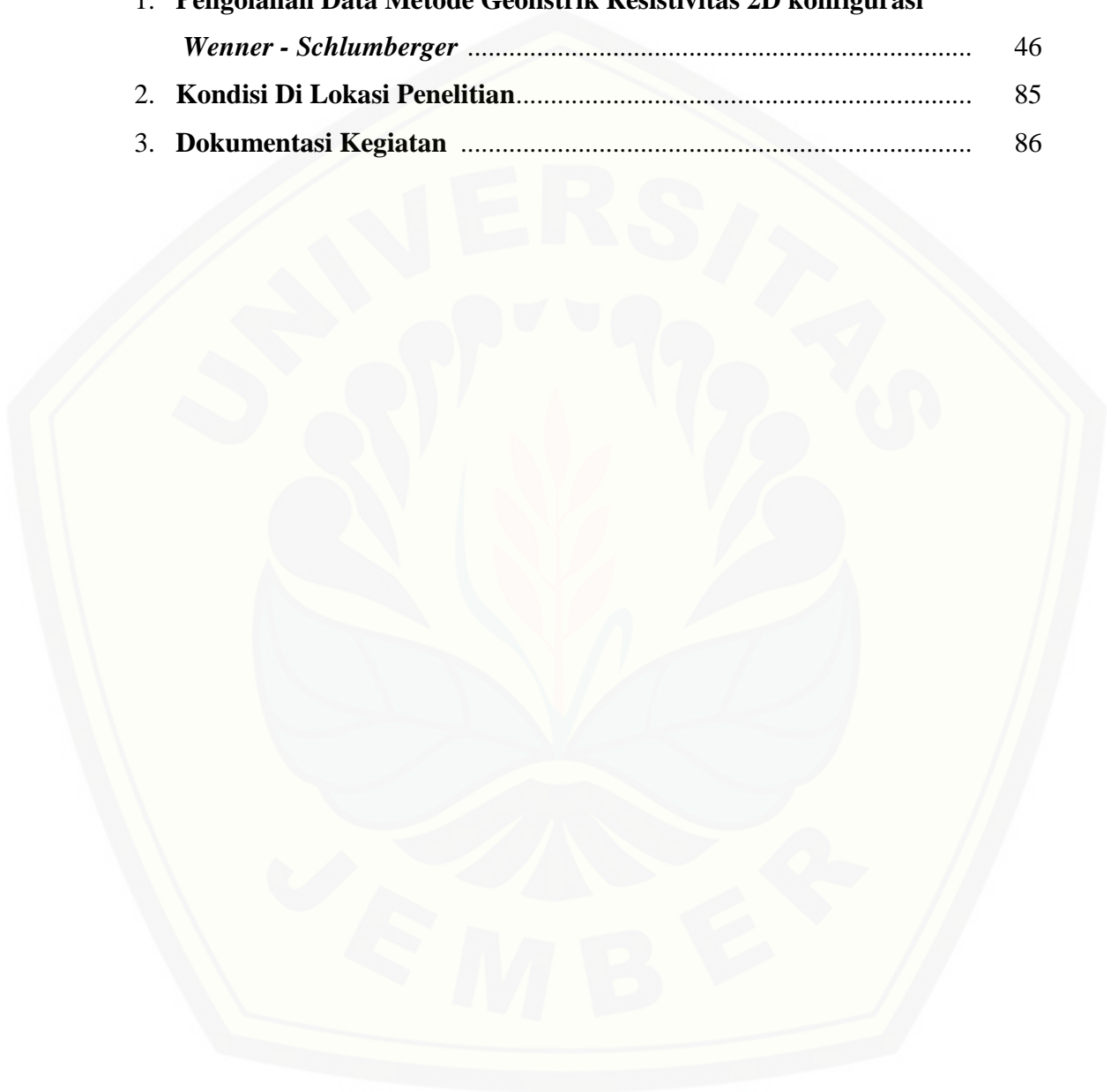


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sumber arus titik terletak pada permukaan medium homogeny.....	10
2.2 Dua titik sumber arus dua elektroda potensial di permukaan tanah.....	11
2.3 Distribusi aliran arus oleh sumber arus ganda di permukaan.....	12
2.4 Konsep resistivitas semu.....	13
2.5 Skema konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	14
3.1 Diagram kerja penelitian.....	20
3.2 Peta lokasi penelitian.....	21
3.3 Desain lintasan pada lokasi pertama	23
3.4 Desain lintasan pada lokasi kedua	23
3.5 Desain lintasan pada lokasi ketiga	24
3.6 Skema konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	25
4.1 Posisi lintasan pada lokasi Gumuk Trianggulasi	28
4.2 Penampang resistivitas lintasan 1 pada Timur Laut Kaki Gumuk.....	29
4.3 Penampang resistivitas lintasan 2 pada Timur Laut Kaki Gumuk.....	31
4.4 Penampang resistivitas lintasan 3 pada Timur Kaki Gumuk	33
4.5 Penampang resistivitas lintasan 4 pada Timur Kaki Gumuk	34
4.6 Penampang resistivitas lintasan 5 pada Timur Kaki Gumuk	36
4.7 Penampang resistivitas lintasan 6 pada Barat Kaki Gumuk.....	37
4.8 Penampang resistivitas lintasan 7 pada Barat Kaki Gumuk.....	39
4.9 <i>Overlay</i> citra resistivitas dengan sketsa batas Gumuk Trianggulasi.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pengolahan Data Metode Geolistrik Resistivitas 2D konfigurasi	
<i>Wenner - Schlumberger</i>	46
2. Kondisi Di Lokasi Penelitian	85
3. Dokumentasi Kegiatan	86



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah. Berdasarkan data dari Pamujihan (2015), morfologi Pulau Jawa yang dikelilingi beberapa gunung aktif antara lain seperti Gunung Semeru, Gunung Bromo, Gunung Kelud, Gunung Lamongan, Gunung Arjuna - Wilerang, Gunung Raung, dan Gunung Ijen. Gunung Raung yang terletak di Wilayah Jember disinyalir menyebabkan bentang alam khas di Kabupaten Jember yaitu gumuk. Menurut Humas – Pemerintah Kabupaten Jember (2016), secara geografis Kabupaten Jember berada pada posisi $7^{\circ}59'6''$ - $8^{\circ}33'56''$ LS, dan $113^{\circ}16'28''$ - $114^{\circ}03'42''$ BT dengan luas sekitar $3.293,34 \text{ km}^2$, dengan karakter topografi pada bagian Tengah dan Selatan merupakan dataran ngarai yang subur sedangkan pada bagian Barat dan Timur dikelilingi pegunungan. Wilayah Jember sebagian besar berada pada ketinggian 100 - 500 m di atas permukaan laut.

Wilayah Kabupaten Jember memiliki bentang alam yang khas, dimana terdapat beberapa gumuk yang tersebar di wilayah Jember. Wilayah Jember dikenal dengan “Negeri Seribu Bukit atau Seribu Gumuk”. Berdasarkan hasil dari pemetaan pola sebaran gumuk yang dilakukan Astutik (2015) di delapan kecamatan di wilayah Jember telah berhasil memetakan 442 buah gumuk dimana 386 buah gumuk dalam kondisi utuh dan 56 buah gumuk lainnya sedang ditambang. Gumuk di Wilayah Jember memberikan ciri panorama dan sekaligus menambah potensi wilayah. Selama ini ada dua asumsi mekanisme pembentukan gumuk yaitu gerakan tanah dan lontaran gunung berapi (Gunung Raung). Menurut Sulistyarningsih *et al* (1997), gumuk terbentuk dari lontaran Gunung Raung sehingga gumuk yang jauh dari Gunung Raung mempunyai ukuran berkisar antara 1,0 – 2,0 m dengan luas bidang dasar sekitar $0,1 \text{ km}^2$ yang dapat dijumpai di wilayah Kencong dan Wuluhan. Struktur gumuk di Jember diperkirakan berasal dari bekas aliran lava dan lahar dari kawah Gunung Raung (Mahmudi *et al*, 2015). Lava dan lahar kemudian tertutup oleh material vulkanik hingga mencapai ketebalan puluhan meter. Selama

proses tersebut, sedimen vulkanik mengalami erosi pada bagian-bagian lunak yang terjadi selama kurang lebih 2000 tahun dan menghasilkan bentukan topografi gumuk seperti yang dapat dilihat saat ini.

Secara umum, gumuk memiliki beberapa potensi seperti potensi pariwisata, usaha dan konservasi. Potensi yang dikembangkan pada saat ini yaitu penambangan bahan galian golongan C. Galian C adalah bahan tambang yang biasa digunakan untuk pembangunan infrastruktur dengan material berupa batu piring, batu pondasi, dan pasir (Saiful, 2016). Hal ini dikarenakan unsur utama dari gumuk Jember berupa batuan yang berasal dari gunung berapi. Sejak tahun 1990, gumuk di Jember sudah dilakukan penambangan, salah satunya yaitu gumuk di Desa Tembokrejo. Desa Tembokrejo merupakan salah satu Desa di Kecamatan Gumukmas yang memiliki gumuk dengan sebutan gumuk Trianggulasi. Gumuk tersebut terdiri dari 3 gumuk yang lokasinya berdekatan dan memiliki potensi alam yang cukup besar. Sejak jaman Belanda gumuk Trianggulasi dijadikan salah satu sektor penambangan untuk kepentingan pembuatan jalan raya dan pondasi rumah. Gumuk yang akan diteliti merupakan salah satu bagian dari gumuk Trianggulasi yang sedang dilakukan proses penambangan.

Menurut Fariha (2012), diketahui bahwa struktur bawah permukaan pada daerah Gumuk Gunung Batu, berupa batuan beku yaitu bongkahan besar dan berangklomerat (menggumpal). Gumuk-gumuk piroklastik di dataran Jember kemungkinan besar terjadinya karena banjir masa batuan (banjir lahar) (Hamidi dan Sunarman, 1999). Secara fisik, unsur utama dari gumuk berupa batuan yang berasal dari material vulkanik. Oleh karena itu, deliniasi batas gumuk melalui struktur bawah permukaannya dapat dibedakan dengan asumsi perbedaan ketebalan lapisan tanah dan kondisi topografi berdasarkan nilai resistivitas batuan. Struktur bawah permukaan dapat diketahui melalui eksplorasi geofisika.

Salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mendeteksi struktur bawah permukaan bumi yaitu geolistrik. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik yang berada di dalam bumi yang terukur melalui arus dan potensial. Metode ini bertujuan untuk memperkirakan sifat kelistrikan suatu medium atau formasi batuan bawah

permukaan bumi. Beberapa metode geolistrik yang digunakan antara lain metode *self potential (SP)* dan metode resistivitas. Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang menggunakan sifat resistivitas untuk mengetahui keadaan geologi bawah permukaan bumi. Metode resistivitas sudah banyak digunakan dalam bidang pertambangan. Pada metode geolistrik resistivitas, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui elektroda arus dan beda potensial dapat diukur melalui dua elektroda potensial (Reynolds, 1997). Berdasarkan hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda dapat ditentukan variasi harga resistivitas masing-masing lapisan bawah permukaan. Terdapat beberapa konfigurasi elektroda dalam metode geolistrik resistivitas, salah satunya yaitu konfigurasi *Wenner - Schlumberger*. Konfigurasi tersebut dapat memudahkan peneliti dalam memetakan bawah permukaan secara *mapping* (horizontal) dan *sounding* (vertikal). Data arus listrik dan potensial listrik yang diperoleh di lapangan dapat diolah untuk menghasilkan penampang resistivitas 2D, sehingga dapat memberikan gambaran kondisi bawah permukaan. Oleh karena itu, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dianggap mempunyai konfigurasi yang sesuai untuk deliniasi batas gumuk.

Penelitian mengenai deliniasi kemungkinan adanya zona air tanah sebelumnya pernah dilakukan oleh Kavidha and Elangovan (2013), dengan menggunakan metode resistivitas di daerah longsor, Tamilnadu, India. Purwasatriya (2013), dalam penelitiannya menggunakan metode geolistrik dalam melakukan penelitian tentang keberadaan andesit di bawah permukaan di Daerah Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Fauzah (2016), melakukan penelitian tentang struktur bawah permukaan dan sebaran pasir besi di Daerah Glagah, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo. Hakim (2015), menggunakan metoda geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dalam mengidentifikasi sebaran mineral Mangan di bawah permukaan di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur. Karyanto (2004), juga melakukan penelitian menggunakan geolistrik untuk menentukan pola penyebaran batuan Basal di Daerah Pakuan Aji Lampung Timur. Penelitian-penelitian tersebut, menunjukkan kemampuan metode geolistrik resistivitas

konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dalam mengidentifikasi struktur bawah permukaan.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya maka peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian tentang kondisi bawah permukaan gumuk dengan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Metode ini sangat efektif digunakan untuk memetakan keberadaan lapisan tanah dan batuan andesit, serta ketebalannya sebagai indikator batas-batas gumuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah bagaimana citra resistivitas bawah permukaan dan interpretasinya dalam deliniasi batas gumuk Trianggulasi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang mendasari penelitian ini adalah untuk mengetahui citra resistivitas bawah permukaan dan interpretasinya dalam deliniasi batas gumuk Trianggulasi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi informasi tentang beberapa jenis batuan pada gumuk Trianggulasi dengan menggunakan geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner - Schlumberger*.
2. Dapat memetakan keberadaan lapisan tanah dan batuan andesit serta ketebalannya sebagai indikator batas-batas gumuk menggunakan geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner – Schlumberger*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kabupaten Jember

Secara geografis Kabupaten Jember berada pada posisi $7^{\circ}59'6''$ - $8^{\circ}33'56''$ LS, dan $113^{\circ}16'28''$ - $114^{\circ}03'42''$ BT. Luas Wilayah Jember sekitar $3.293,34 \text{ km}^2$. Kabupaten Jember memiliki 82 pulau, salah satunya pulau Nusa Barong. Kabupaten Jember berada pada ketinggian 0–3.300 m di atas permukaan laut. Daerah kawasan terluas terletak pada ketinggian 100 – 500 m di atas permukaan air laut, yaitu $1.240,77 \text{ km}^2$ atau 37,68 % dari luas wilayah Kabupaten Jember. Sedangkan daerah kawasan tersempit dengan ketinggian lebih dari 2.000 m di atas permukaan laut dengan luas $31,34 \text{ km}^2$ atau 0,95 % dari luas wilayah Kabupaten Jember. Wilayah Barat Daya memiliki dataran dengan ketinggian 0–25 m di atas permukaan laut. Sedangkan di daerah Timur Laut yang berbatasan dengan Bondowoso dan Wilayah Tenggara yang berbatasan dengan Banyuwangi memiliki ketinggian di atas 1.000 m di atas permukaan air laut (Humas – Pemerintah Kabupaten Jember, 2016).

Wilayah kabupaten jember yang terletak di zona geografis dengan batasan gunung dan pantai, ternyata memiliki potensi kekayaan alam yang sangat menjanjikan bagi masa depan dan pendapatan daerah. Potensi ini belum banyak tereksplorasi dan dikelola secara terpadu atau terintegrasi dengan sektor lainnya, sehingga sampai saat ini masih banyak tersimpan dan cenderung kurang mendapat perhatian sebagai kekayaan daerah. *Apabila dieksplorasi secara bijak serta dikelola dengan kearifan lokal, tentu akan membawa keuntungan bagi masyarakat secara luas. Pendapatan daerah Jember mampu mengandalkan hasil pertanian seperti padi, tembakau, karet ataupun hasil perkebunan dan perikanan. Potensi lain juga didapat dengan pemanfaatan gumuk sebagai salah satu pendapatan daerah (Effendi, 2016).*

2.2 Gumuk

Gumuk adalah sebuah bukit berupa gundukan tinggi. Unsur utama gumuk adalah batuan. Gumuk banyak tersebar di wilayah Kabupaten Jember. Gumuk-gumuk ini merupakan salah satu fenomena alam yang terjadi di Jawa Timur khususnya Kabupaten Jember. Gumuk di Jember terjadi disebabkan karena letusan dari Gunung Raung pada masa lampau. Letusan Gunung Raung membentuk formasi gumuk atau bukit yang berjumlah ribuan di Kabupaten Jember. Lontaran material letusan Gunung tersebut membentuk gundukan kecil di sekitar Gunung Raung. Berdasarkan formasi bukit di Wilayah Jember mengindikasikan sebagai bekas aliran lahar dan lava berasal dari Gunung Raung. Kemudian aliran tersebut tertutup oleh bahan vulkanik, sampai ketebalan puluhan meter (Sulistyaningsih *et al.*, 1997).

Gumuk yang ada di Jember berasal dari lontaran gunung berapi, dan salah satu pertambangan galian C dengan muatan seperti batu padas, batu koral, batu pondasi, batu pedang dan batu piring (Kepel, 2000). Sejak tahun 1990 perkembangan sangat pesat dalam eksploitasi batu piring, dikarenakan permintaan pasar terhadap batu piring cukup besar. Oleh sebab itu, eksploitasi ini memberikan dampak luas untuk perekonomian Indonesia, khususnya Wilayah Jember. Jenis pemanfaatan untuk galian kenyataannya merupakan salah satu jenis pemanfaatan utama bagi masyarakat. Hal tersebut dilakukan dikarenakan penggalan gumuk secara ekonomi memberikan hasil yang cukup besar dalam waktu yang relatif singkat, tetapi pemanfaatan ini mempunyai jangka waktu terbatas dan berdampak kurang bagus terhadap lingkungan setempat.

Secara letak geografisnya, Jember berada di daerah pegunungan sampai dengan pantai. Gumuk di Jember memiliki peranan fungsi penting yaitu dapat memecah angin. Hembusan angin dapat ditahan dengan adanya keberadaan gumuk. Kondisi geografis Jember yang berbatasan dengan laut Selatan dan berada diantara perbukitan mempunyai potensi besar terhadap perubahan cuaca yang berdampak ekstrim seperti angin tornado. Oleh karena itu, keberadaan gumuk menjadi suatu benteng alam dan peredam potensi bencana (Joko, 2017).

2.3 Batuan

Batuan adalah material yang juga mempunyai daya hantar listrik dan harga resistivitas tertentu. Batuan dapat mengandung satu atau lebih beberapa mineral. Salah satunya disebut sebagai *monomineral rocks* (batuan yang hanya mengandung satu jenis mineral) seperti marmer, yang hanya mengandung kalsit dalam bentuk granular. Selain itu ada juga *polymineral rocks* (batuan yang mengandung lebih dari satu jenis mineral), misalnya granit atau monzonit kuarsa yang mengandung mineral kuarsa dan biotit. Batuan merupakan bahan yang keras dan tidak dapat digali dengan cara yang biasa (Murseto, 2009).

Pembentukan beberapa jenis batuan berasal dari berbagai macam mineral. Berdasarkan sejarah pembentukan bumi, seluruh bagian luar bumi terdiri dari batuan beku. Menurut James (2012) batuan beku awalnya terbentuk dari magma. Magma adalah batuan cair yang terletak di bawah permukaan bumi. Batuan mempunyai jenis dan ciri yang berbeda, antara lain yaitu bentuk, warna, kekerasan, kasar atau halus dan mengkilap atau tidaknya permukaan batuan. Batuan terbentuk dari proses letusan gunung berapi, proses pelapukan kimia, dan proses penghancuran (Simanjuntak, 2001).

Jenis-jenis batuan terdiri tiga macam yaitu batuan beku, batuan endapan (sedimen), dan batuan malihan (metamorf) (Murseto, 2009).

1) Batuan Beku

Batuan beku adalah batuan yang terbentuk akibat mendinginnya magma cair baik di dalam maupun di permukaan bumi. Pembekuan dari magma yang lambat menghasilkan bentuk yang kasar pada kristal mineralnya. Magma dapat berasal dari batuan setengah cair ataupun batuan yang sudah ada di mantel ataupun kerak bumi. Proses pelelehan terjadi akibat dari adanya kenaikan temperatur, penurunan tekanan, atau perubahan komposisi (Murseto, 2009).

2) Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terdapat di permukaan bumi yang terbentuk dari butir-butir batuan lain yang lapuk karena erosi atau kikisan atau hasil aktivitas kimia maupun organisme yang kemudian mengalami pembatuan. Ada 3 macam batuan endapan yaitu endapan klastika yang terbentuk melalui proses

pengendapan dari material-material dan mengalami proses perpindahan. Contohnya batu konglomerat, batu pasir dan batu lempung. Endapan kimia terbentuk melalui proses presipitasi dari larutan. Biasanya batuan tersebut menjadi batuan pelindung (*seal rocks*) hidrokarbon dari migrasi. Contohnya anhidrit dan batu garam (*salt*). Endapan biogenesis terbentuk dari gabungan sisa-sisa makhluk hidup. Batuan ini biasanya menjadi batuan induk (*source*) atau batuan penyimpan (*reservoir*). Contohnya adalah batu-gamping (Murseto, 2009).

3) Batuan Metamorf (Malihan)

Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari batuan lain yang berubah karena pengaruh tekanan dan suhu yang tinggi. Metamorfosa akan terjadi pada batuan sedimen atau pada batuan beku yang terbenam jauh di dalam tanah yang akhirnya menghasilkan batuan metamorf. Pada proses metamorfosa batuan yang asli akan mengalami perubahan fisis yang akan mengubah tekstur dan komposisi mineral serta kimiawi. Selama proses metamorfosa akan menghasilkan dua tekstur dasar batuan yaitu tekstur batuan foliasi dan tekstur batuan non foliasi. Foliasi susunan mineral pembentuk batuan memperlihatkan bentuk yang sejajar dan teratur. Contoh: genes, sabak, sekis dan filit. Sedangkan non foliasi bentukan dan susunan mineral pembentuk batuanya membutir atau pejal. Contoh: marmer, kuarsit, antrassit dan grafit (Murseto, 2009).

2.4 Metode Geolistrik

Geolistrik adalah metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi (Coffen, 1978). Pendeteksian di permukaan antara lain pengukuran medan potensial, arus dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Penelitian ini, dalam pembahasan dikhususkan pada metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas pada dasarnya digunakan untuk mengukur harga resistivitas batuan. Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas adalah menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi sehingga didapat beda potensial, yang kemudian diperoleh informasi mengenai resistivitas batuan. Hal ini dapat dilakukan menggunakan empat elektroda yang disusun sebaris, salah satu dari dua buah elektroda yang

berbeda muatan digunakan untuk mengalirkan arus ke dalam tanah, dan dua elektroda lainnya digunakan untuk mengukur tegangan yang ditimbulkan oleh aliran arus sebelumnya, sehingga resistivitas bawah permukaan dapat diketahui. Struktur bawah permukaan yang lebih dalam dapat diketahui dengan mengatur spasi masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial yang ditambah secara bertahap, semakin besar jarak elektroda maka efek penentuan arus ke bawah semakin dalam. Metode resistivitas lebih banyak digunakan dalam bidang *engineering geology* yaitu seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air, pencarian ladang geothermal dan pendeteksian intrusi air laut (Reynolds, 1997). Hubungan antara rapat arus dan kuat medan listrik dari Hukum Ohm adalah sebagai berikut:

$$J = \sigma \cdot E \quad (2.1)$$

dimana J = Rapat arus (A/m^3)

σ = Konduktivitas medium (mho/m)

E = medan listrik (V/m)

Dari persamaan di atas diperoleh suatu persamaan umum untuk menentukan resistivitas suatu medium homogen, yaitu:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = R \frac{A}{L} \quad (2.2)$$

Dimana ρ = Resistivitas material (Ωm)

L = Panjang (m)

R = Tahanan (Ω)

A = Luas penampang (m^2)

Karena $R = \frac{\Delta V}{I}$, maka diperoleh persamaan:

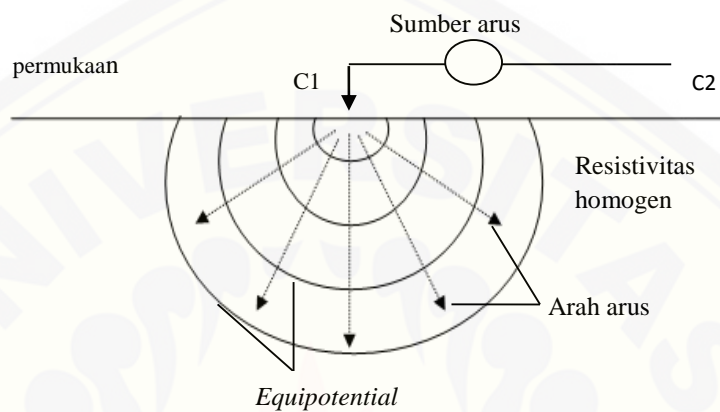
$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{A}{L} \quad (2.3)$$

dimana ΔV = Beda potensial (V)

I = Kuat arus yang dilalui oleh bahan (A)

2.5 Titik Arus Tunggal pada Permukaan

Elektroda yang memberikan arus I terletak pada permukaan medium homogen isotropis dan udara di atasnya dianggap konduktivitas nol. Elektroda tersebut terangkai dengan elektroda lain yang berada pada titik yang sangat jauh, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Sumber arus titik terletak pada permukaan medium homogen (Sumber: Telford *et al.*, 1990)

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan. Dalam hal ini, arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dv}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (2.4)$$

dimana J = Rapat arus listrik = $-\sigma \frac{dv}{dr}$

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola yaitu:

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.5)$$

sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (2.6)$$

dimana V = Beda potensial (V)

I = Kuat arus yang dilalui oleh bahan (A)

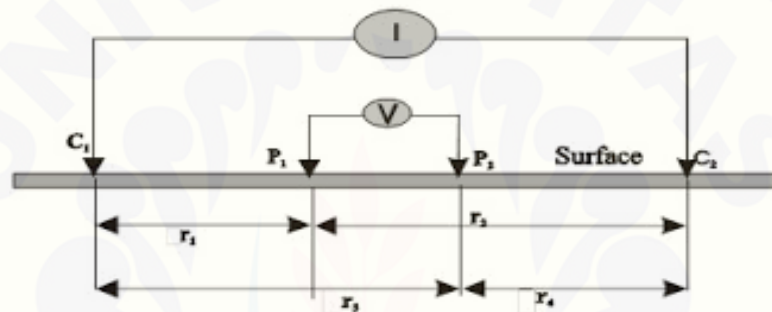
Sehingga resistivitas listrik yang diberikan oleh medium:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.7)$$

(Telford *et al.*, 1990)

2.6 Dua Sumber Titik Arus pada Permukaan

Dua elektroda arus terletak di permukaan tanah dengan jarak tertentu dan tidak terlalu besar, maka potensial di setiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Dua titik sumber arus dua elektroda potensial di permukaan tanah (Sumber: Telford *et al.*, 1990)

Jika kedua elektroda arus disimbolkan dengan C_1 dan C_2 sedangkan elektroda potensial disimbolkan dengan dengan P_1 dan P_2 , maka potensial di titik P_1 akibat pengaruh arus listrik oleh C_1 adalah:

$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_1} \quad (2.8)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama besar dan berlawanan arah, maka potensial di titik P_1 oleh elektroda C_2 diperoleh:

$$V_{12} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_2} \quad (2.9)$$

sehingga potensial total pada titik P_1 oleh C_1 C_2 dapat ditulis sebagai:

$$V_{11} + V_{12} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.10)$$

Dengan cara yang sama diperoleh potensial pada titik P_2 pada C_1 C_2 adalah :

$$V_{21} + V_{22} = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right] \quad (2.11)$$

Perbedaan potensial antara titik P₁ P₂ yaitu :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_s} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.12)$$

sehingga resistivitas medium dapat dinyatakan dalam bentuk:

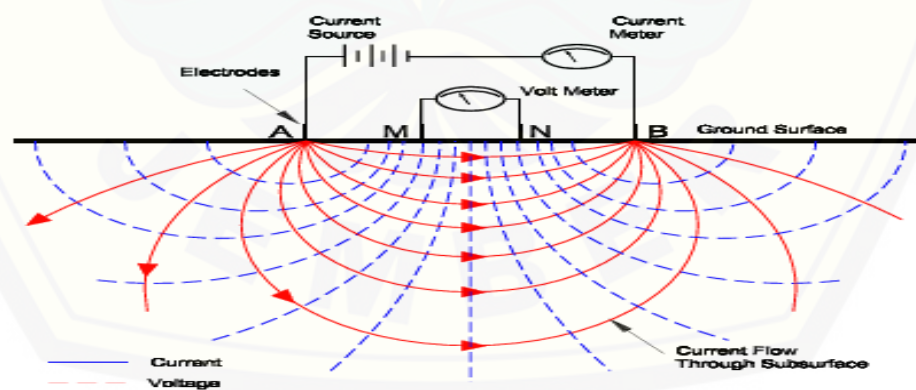
$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_s} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.13)$$

atau:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.14)$$

dimana K adalah faktor geometri yang tergantung pada posisi relatif elektroda terhadap elektroda arus.

Equipotential yang dihasilkan dari kedua titik sumber arus bersifat lebih kompleks dibandingkan sumber arus tunggal, sehingga arus bentuknya mendekati setengah bola. Jika dibuat penampang melalui sumber C₁ C₂, maka terlihat pola distribusi bidang *equipotensial* seperti gambar 2.3 di bawah ini:



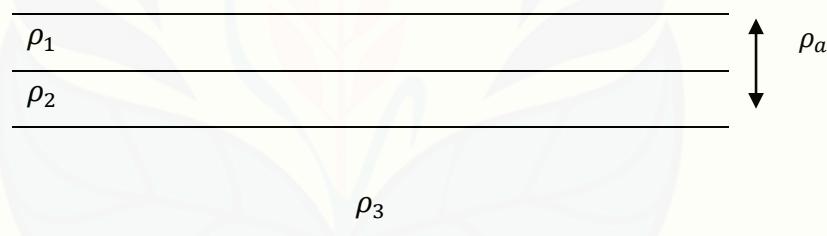
Gambar 2.3 Distribusi Aliran Arus oleh Sumber Arus Ganda di Permukaan (Sumber: Telford *et al.*, 1990)

2.7 Resistivitas Semu

Bumi diasumsikan sebagai bola padat yang mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, maka resistivitas yang terukur tidak bergantung pada spasi elektroda. Bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda maka potensial yang terukur merupakan pengaruh dari setiap lapisan tersebut, sehingga harga resistivitas yang terukur bukan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan. Hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \tag{2.15}$$

Diman ρ_a merupakan resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda. Pada kasus tak homogen, bumi diasumsikan berlapis-lapis dengan setiap lapisan memiliki harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekivalen dengan medium berlapis yang ditinjau (Dobrin, 1998).



Gambar 2.4 Konsep Resistivitas Semu (Sumber : Dobrin, 1998)

Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapis yang berbeda resistivitasnya (ρ_1 dan ρ_2) merupakan sebagai medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ρ_a , dengan konduktansi lapisan fiktif sama dengan jumlah konduktansi masing-masing lapisannya:

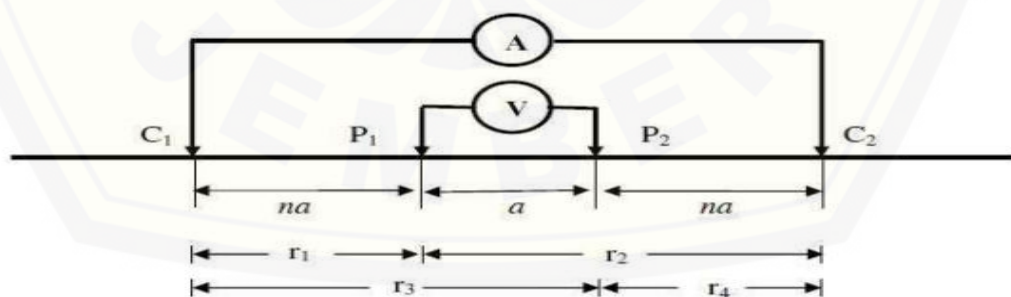
$$\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2 \tag{2.16}$$

Pendugaan geolistrik merupakan salah satu cara mengetahui lapisan-lapisan batuan bawah permukaan tanah. Model pendugaan menggunakan prinsip bahwa lapisan batuan atau material yang memiliki tahanan yang bervariasi, yaitu tahanan jenis (resistivity atau rho ' ρ '). Besarnya resistivitas diperoleh dari pengukuran dengan

mengalirkan arus listrik ke dalam bumi dan memperlakukan lapisan batuan sebagai media penghantar arus. Setiap material atau batuan mempunyai kisaran resistivitas yang berbeda dengan material lainnya. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus dan potensialnya, dikenal beberapa jenis metode geolistrik tahanan jenis, antara lain metode Schlumberger, metode *Wenner* dan metode *Dipole Sounding*. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* menjadi pilihan terbaik dikarenakan mampu mendeteksi adanya non homogenitas lapisan batuan pada permukaan.

2.8 Konfigurasi *Wenner - Schlumberger*

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan metode gabungan antara konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger* dapat digunakan pada sistem konfigurasi yang menggunakan aturan spasi yang konstan. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan aturan jarak spasi yang tetap dengan faktor n untuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan perbandingan jarak antara elektroda C_1 - P_2 dengan spasi antara P_1 - P_2 . Berdasarkan pengukuran dengan faktor spasi (n) = 1, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan pengukuran pada konfigurasi *Wenner* (jarak antar elektrode = a), namun pada pengukuran dengan $n = 2$ dan seterusnya, pengukuran sama dengan konfigurasi *Schlumberger* (jarak antara elektrode arus dan elektrode potensial lebih besar daripada jarak antar elektrode potensial). (Keller, 1977).



Gambar 2.5 Skema konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Sumber : Keller, 1977)

2.9 Software *Res2Dinv*

Menurut Griffiths dan Barker (Loke 1999) “*Res2Dinv* adalah *software* komputer yang secara otomatis menentukan resistivitas 2 dimensi (2D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik”. Program ini dapat digunakan untuk pengolahan dengan konfigurasi *Wenner*, *Pole-pole*, *dipole-dipole*, *Schlumberger*, *Wenner-Schlumberger* (Geotomo, 2010).

Menurut Rahmi (2005) tahap-tahap penggunaan *software Res2Dinv* untuk memproses data geolistrik adalah sebagai berikut:

1. Data hasil penelitian berupa arus, tegangan dan jarak antar elektroda dan diolah dengan menggunakan Excel.
2. Data input *Res2Dinv* diletakkan pada *text editor*, dan format input sebagai berikut:
 - Line satu nama garis survei
 - Line dua spasi elektroda terpendek
 - Line tiga tipe pengukuran (*Wenner* = 1, *Pole-pole* = 2, *Dipole-dipole* = 3, *Pole-dipole* = 6, *Wenner-Schlumberger* = 7)
 - Line empat jumlah total titik datum
 - Line lima tipe dari lokasi x untuk datum point :memasukkan bila datum pertama berada pada elektroda pertama, 1 jika datum pertama berada di tengah-tengah elektroda.
 - Line enam memasukkan 0 untuk data resistivitas
 - Line tujuh memasukkan data posisi horisontal (posisi x), nilai resistivitas semu untuk titik datum pertama dan spasi elektroda.
 - Line delapan posisi x, pada spasi elektroda dan harga resistivitas semu yang terukur untuk datum point kedua,dan seterusnya untuk datum point berikutnya.

2.10 Sifat Listrik Batuan

Menurut Telford *et al* (1990) pada batuan dan mineral aliran arus listrik digolongkan menjadi konduksi konduksi secara elektrolitik, konduksi secara dielektrik dan secara elektronik.

- 1) Konduksi secara elektrolitik

Konduksi pada jenis ini banyak terjadi pada batuan atau mineral yang bersifat pori-pori dan porous tersebut terisi oleh larutan elektrolit. Hal ini arus listrik mengalir akibat dibawa oleh ion-ion elektrolit. Konduktivitas dan resistivitas batuan porous bergantung pada susunan pori-pori dan volumenya.

2) Konduksi secara dielektrik

Konduksi terjadi apabila batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap arus listrik, artinya bahan atau mineral tersebut memiliki elektron bebas sedikit bahkan tidak ada. Tetapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar sehingga elektron berpindah kemudian berkumpul terpisah dari inti maka terjadi polarisasi. Peristiwa tersebut memberi hasil yang berbeda tergantung konstanta dielektrik yang dimiliki.

3) Konduksi 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 dipengaruhi oleh karakteristik setiap batuan yang dilewatinya. Salah satu karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis). Resistivitas adalah karakteristik bahan yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas bahan maka semakin sulit bahan menghantarkan arus listrik.

2.11 Resistivitas Batuan

Berdasarkan sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Konduktor merupakan bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10^{-5} \Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $10^7 \Omega m$ (Loke, 1999). Kondisi di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan semikonduktor, pada jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik maka elektron - elektron valensi tidak bebas bergerak.

Tabel 2.1 Nilai resistivitas beberapa macam material

Material	Resistivitas (Ωm)
Batuan vulkanik dan metamorphic	
<i>Granite</i>	$5 \times 10^3 - 10^6$
<i>Basalt</i>	$10^3 - 10^6$
<i>Slate</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Marble</i>	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
<i>Quartzite</i>	$10^2 - 2 \times 10^8$
Andesit	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Batuan Sedimen	
<i>Sandstone</i>	$8 - 4 \times 10^3$
<i>Shale</i>	$20 - 2 \times 10^3$
<i>Limestone</i>	$50 - 4 \times 10^2$
Tanah dan Air	
Lempung	1 – 100
Aluvium	10 – 800
Air tanah	10 – 100
Air Laut	0.2

(Sumber: Loke, 1999)

Resistivitas menyatakan pada sifat khas dari suatu bahan, yaitu kemampuan bahan menghantarkan suatu arus listrik dengan satuan Ωm . Satu Ωm menyatakan besarnya hambatan suatu bahan yang memiliki panjang 1 m dan luas penampang 1 m^2 . Hal ini berarti bahwa untuk bahan tertentu, harga resistivitas juga bernilai tertentu (Tabel 2.1). Akibatnya suatu bahan dengan mineral penyusun sama tetapi perbandingannya berbeda, sehingga resistivitasnya akan berbeda pula. Nilai resistivitas hanya bergantung pada jenis mineral penyusun dan tidak bergantung pada faktor geometri (Telford *et al*, 1990).

Tabel 2.2 Nilai resistivitas jenis tanah

Jenis Tanah (batuan)	Nilai Resistivitas (Ωm)
Lempung yang sangat basah dan Lembek	< 1,5
Tanah lempung basah dan lembek	1,5-3,0
Lempung lanauan dan lanauan basah lembek	3,0-15
Tanah lanauan pasiran	15-150
Lempung berbatu	150 – 300
Pasir kerikil bercampur lanau	± 300
Batuan dasar berisi tanah kering	300 - 2.400
Batuan dasar tak lapuk	> 2.400

(Sumber: Roy dan Hunt, 1984)

Jenis mineral tanah memiliki sifat fisik yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusun massa tanah yang mengindikasikan jenis dan kondisi tanah. Tanah terdiri dari tiga elemen fase yaitu butiran padat (*solid*), air dan udara (Das, 2002). Fase dan elemen penyusun tanah berpengaruh terhadap nilai resistivitas tanah seperti ditunjukkan pada tabel 2.2.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang diperlukan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di Gumuk Trianggulasi. Pengukuran tersebut berupa pengukuran arus listrik (I) yang diinjeksikan ke dalam bumi, tegangan (V) yang timbul akibat beda potensial yang terjadi pada titik-titik pengukuran, dan koordinat lokasi penelitian di Gumuk Trianggulasi. Data sekunder berupa peta lokasi penelitian.

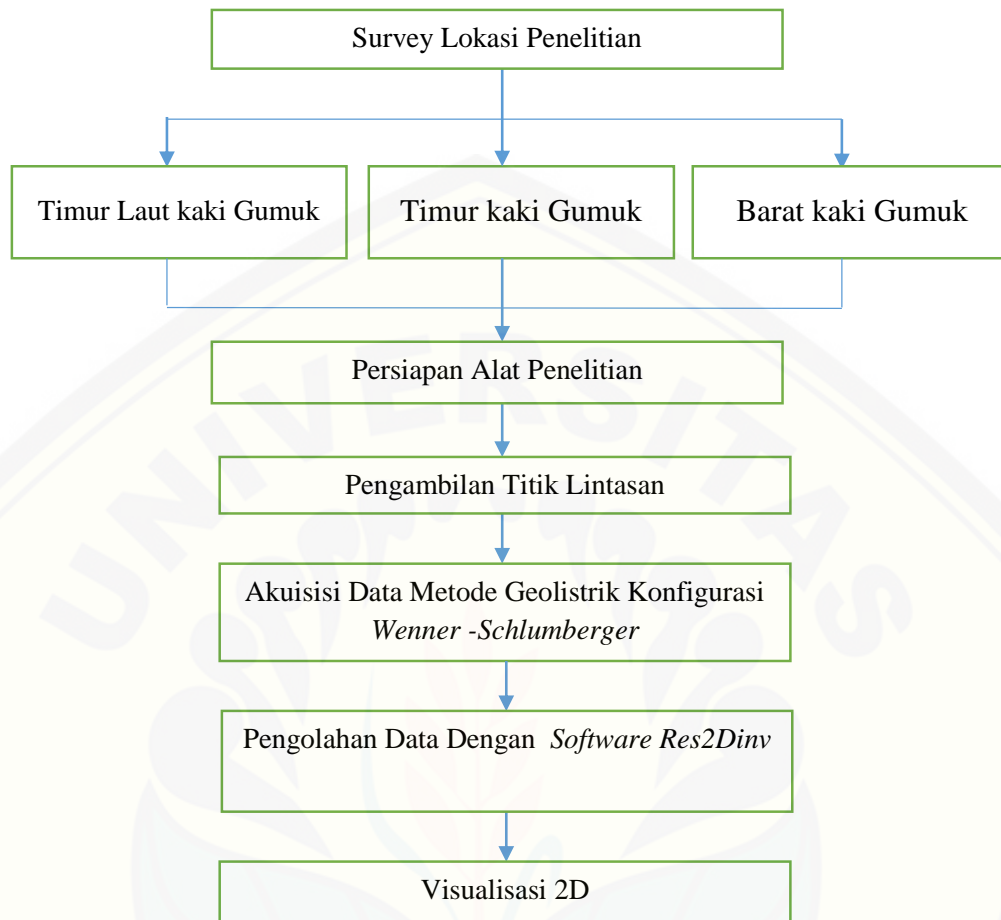
3.2 Definisi Operasional dan Variabel Pengukuran

Variabel-variabel yang diamati dan diukur dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Panjang lintasan untuk lokasi pertama 80 m, lokasi kedua 60 m, dan lokasi ketiga 50 m.
2. Spasi atau jarak antar elektroda pada setiap lintasan adalah 2 m.
3. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.
4. Koordinat titik data yang ditunjukkan oleh pengukuran GPS.
5. Beda potensial (V) yang terukur pada *resistivity* meter.
6. Arus (I) yang terukur pada *resistivity* meter.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur bawah permukaan berada di lereng gumuk Trianggulasi menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Dengan metode ini akan diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan. Anomali yang diharapkan pada penelitian ini berupa nilai variasi resistivitas yang menunjukkan batas-batas gumuk. Rancangan penelitian mencakup dari tahapan- tahapan yang akan dilakukan peneliti ini sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram kerja penelitian

3.3.1. Survei Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Tembokrejo Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember. Gambar 3.1 merupakan peta lokasi yang digunakan penelitian ini.



Gambar 3.2 Peta lokasi penelitian (Sumber: Google Maps, 2017)

Survei lokasi penelitian dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan sekitar dengan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai objek penelitian tersebut. Lokasi gumpuk berada di Desa Tembokrejo, Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember. Berdasarkan survei awal peneliti melakukan pengambilan data pada 3 lokasi yaitu lokasi pertama pada Timur Laut kaki Gumpuk, lokasi kedua di Timur kaki Gumpuk, dan lokasi ketiga di Barat kaki Gumpuk. Karakteristik dari masing-masing lokasi berbeda beda. Lokasi pertama pada Timur Laut kaki Gumpuk letaknya lebih rendah jika dibandingkan dengan lokasi kedua. Pada lokasi satu, secara visual karakteristik lahan hampir dominan tanah dan terdapat sedikit batuan yang tersingkap. Lahan tersebut relatif datar dengan sedikit cekungan yang diperkirakan merupakan batas gumpuk. Area Timur kaki Gumpuk pada gumpuk merupakan lokasi yang terletak lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lainnya, sehingga, medan yang dilalui sulit untuk dijangkau oleh peneliti. Untuk lokasi kedua karakteristik lahannya cenderung miring sehingga perpaduan antara tanah dan batuan beku terlihat jelas pada lokasi tersebut. Sedangkan pada lokasi ketiga, medan menuju tempat penelitian sangat mudah dijangkau karena lokasi tersebut berdekatan dengan pemukiman penduduk. Pada lokasi ketiga lahannya cenderung datar sehingga dapat diperkirakan wilayah ini didominasi tanah.

3.3.2 Persiapan Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan pada proses akuisisi data penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) GPS (*Global Positioning System*) Maps 76CSx

Digunakan untuk menentukan koordinat lokasi penelitian dan elevasi.

b) Meteran

Digunakan untuk mengukur panjang lintasan

c) Palu

Digunakan untuk membantu menanam elektroda.

d) Kabel dan penjepit

Kabel dan penjepit digunakan untuk penghubung antara elektroda dengan multimeter.

e) Alat tulis

Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil penelitian

f) *Resistivimeter*

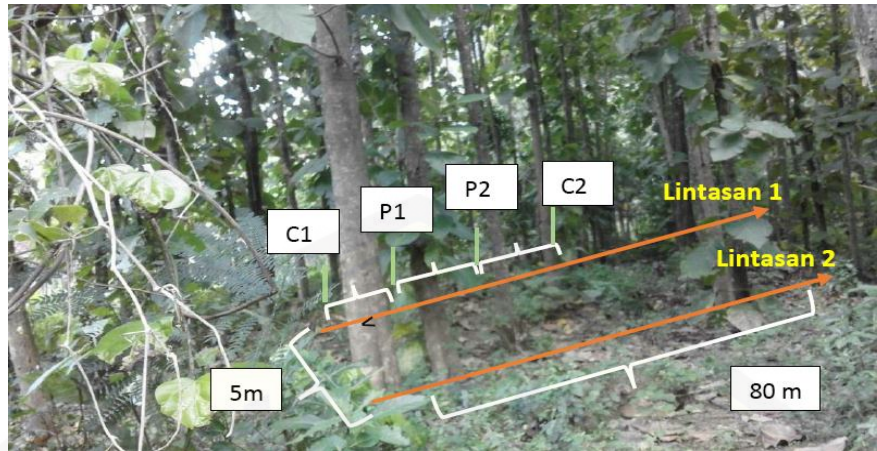
Resistivimeter digunakan untuk mengukur nilai resistivitas dan beda potensial (V) dan kuat arus (I).

g) Kamera

Digunakan untuk pengambilan gambar pada saat penelitian.

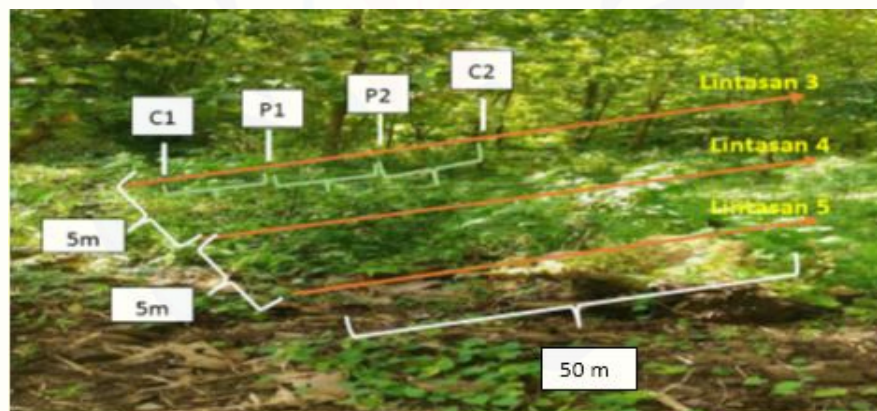
3.3.3 Penentuan Lintasan

Penentuan lokasi lintasan penelitian didasarkan atas kondisi gumuk yang ada di Desa Tembokrejo yang sebagian besar masyarakat sekitar memanfaatkan gumuk sebagai tempat pertambangan.



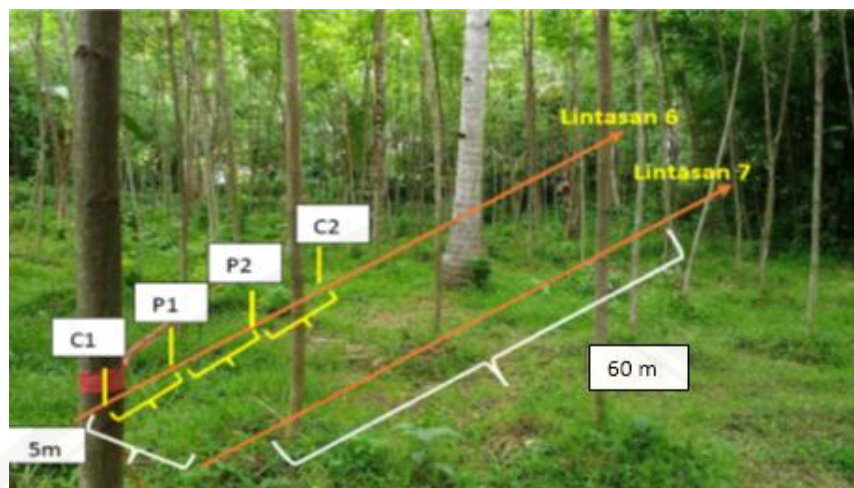
Gambar 3.3 Desain lintasan pada lokasi pertama

Gambar 3.3 merupakan desain lintasan 1 dan 2 pada lokasi pertama yang berada pada Timur Laut kaki Gumuk. Pada lokasi ini terdapat 2 lintasan. Lintasan 1 dan 2 panjang lintasan yaitu 80 m dan jarak antar lintasan 5 m. Spasi antar elektroda 2 m.



Gambar 3.4 Desain lintasan pada lokasi kedua

Gambar 3.4 merupakan lokasi yang berada pada Timur kaki Gumuk. Terdapat 3 lintasan, dimana pada lintasan 3, 4 dan 5 memiliki panjang lintasan 50 m, dan jarak antar lintasan 5 m, dengan spasi 2 m.



Gambar 3.5 Desain lintasan pada lokasi ketiga

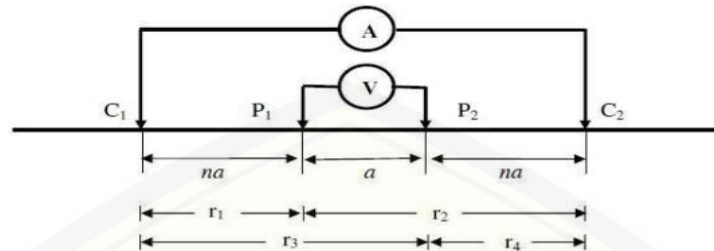
Gambar 3.5 merupakan lokasi ketiga berada pada Barat kaki Gumuk dekat dengan pemukiman warga. Terdapat 2 lintasan dengan panjang lintasan 6 dan 7 yaitu 60 m dan jarak 5 m. Spasi elektroda yang digunakan sebesar 2 m. Teknik pengambilan data menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-schlumberger*.

3.3.4 Pengambilan Data Lapangan

Data dari hasil pengukuran lapangan berupa arus, tegangan dan spasi (jarak). Langkah langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengukur panjang lintasan menggunakan meteran yaitu lokasi 1 ada 2 lintasan dengan $L = 80$ m, pada lokasi 2 ada 3 lintasan $L = 50$ m, dan lokasi 3 ada 2 lintasan $L = 60$ m. Pada penelitian ini menggunakan 7 lintasan dengan spasi $a = 2$ m ($n=1$) dan jarak antar lintasan 5 m.
2. Mencatat koordinat setiap lintasan dengan menggunakan GPS.
3. Menentukan titik-titik pengambilan data pada lintasan, kemudian menandai spasi yang telah dibuat dengan memasang ke empat (elektroda arus dan elektroda potensial)
4. Menghubungkan ke empat elektroda dengan *resistivity meter* dengan kabel penghubung.
5. Mengaktifkan *resistivity meter* dan diinjeksikan arus.

6. Mencatat nilai I yang dihasilkan oleh elektroda arus (C_1 dan C_2) dan beda potensial V yang dihasilkan oleh elektroda potensial (P_1 dan P_2).



Gambar 3.6 Skema konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Sumber: Yuristina, 2015)

7. Memindah elektroda sesuai dengan spasi yang telah ditentukan mengikuti aturan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Kemudian menginjeksikan arus lagi dan mencatat hasilnya. Pemindahan dilakukan terus sampai melingkupi panjang seluruh lintasan.
8. Kemudian pengukuran $n = 2$ spasi diubah menjadi $2a$, dan melakukan hal yang sama seperti langkah diatas dengan memperbesar $n = 3,4,5...$ dan seterusnya.

3.3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Res2Dinv. Software Res2Dinv* merupakan salah satu program komputer yang dapat menentukan nilai resistivitas bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik dalam bentuk 2D. Data yang diperoleh di lapangan berupa nilai arus I dan beda potensial V yang menghasilkan nilai resistivitas. Nilai resistivitas dikalikan dengan faktor geometri akan menghasilkan nilai resistivitas semu.

Nilai resistivitas semu dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\rho_{aw} = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3.1)$$

Sedangkan untuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan persamaan :

$$K = \pi(n+1)a \quad (3.2)$$

dimana :

- K = Faktor geometri
- ρ_{aw} = Resistivitas semu (Ωm)
- a = Jarak elektroda (m)

ΔV = Beda potensial (V)

I = Arus listrik (A)

Nilai Resistivitas semu akan disimpan dalam Notepad dengan ekstensi *.dat dan diolah menggunakan *software Res2Dinv* untuk memperoleh citra bawah permukaan.

3.4 Teknik Penyajian Data

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa data resistivitas batuan. Tampilan 2D yang dihasilkan dari perangkat lunak *Res2Dinv* ada tiga kontur pada penampang resistivitas semu. Pertama menunjukkan kontur resistivitas semu pengukuran, yaitu data resistivitas semu diperoleh dari pengukuran di lapangan. Penampang yang kedua menunjukkan kontur resistivitas semu dari hasil perhitungan, kemudian yang ketiga menunjukkan kontur resistivitas sebenarnya diperoleh melalui proses pemodelan inversi.

3.5 Interpretasi dan Analisa Data

Hasil pengolahan data dengan *software Res2Dinv* akan dihasilkan gambar penampang citra resistivitas. Berdasarkan gambar yang dihasilkan ditunjukkan dengan citra warna yang berbeda pada setiap titik. Hasil yang diperoleh disesuaikan dengan tabel resistivitas (tabel 2.1). Berdasarkan tabel 2.1, jenis batuan dapat diketahui melalui nilai resistivitas. Wilayah gumuk dicirikan dengan resistivitas tinggi seperti batuan vulkanik antara lain *basalt* dengan nilai resistivitas $10^3 - 10^6 \Omega m$, andesit nilai resistivitas $1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4 \Omega m$. Wilayah bukan gumuk diindikasikan dengan nilai resistivitas rendah, dapat dilihat pada tabel 2.2 dicirikan dengan lapisan tanah berupa lanauan pasir dengan nilai resistivitas 0,3-300 Ωm dan lain-lain. Selain itu ketebalan lapisan tanah pada masing-masing lintasan penelitian juga digunakan sebagai acuan deliniasi batas gumuk.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan distribusi resistivitas dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa batasan gumuk dapat ditentukan melalui perbedaan ketebalan lapisan tanah di setiap titik pengukuran pada lintasan pengukuran. Secara umum, lapisan tanah pada lokasi penelitian dinyatakan dengan nilai resistivitas 0,3 – 307 Ωm yang meliputi lempung yang sangat basah dan lembek, lempung lanauan, lanauan basah lembek dan lanauan pasiran, lempung lanauan, lempung berbatu, dan lempung basah dan lembek. Di bawah lapisan tanah tersebut ditemukan bantuan andesit dan batuan basalt dengan resistivitas 141 - 4915 Ωm yang mencirikan batuan penyusun gumuk. Lokasi pertama, lintasan 1 batas gumuk berada pada titik pengukuran 44 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 6,37 m dan lintasan 2, batas gumuk berada pada titik pengukuran 48 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 4,8 m. Pada lokasi kedua, lintasan 3 batas gumuk berada pada titik pengukuran 24 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 6,37 m, lintasan 4 pada titik pengukuran 24 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 4,8 m, dan lintasan 5 pada titik pengukuran 26 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 4,48 m. Lokasi ketiga, lintasan 6 batas gumuk berada pada titik pengukuran 34 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 4,98 m, dan lintasan 7 pada titik pengukuran 28 m yang ditandai dengan kedalaman lapisan tanah kurang dari 7 m. Berdasarkan data topografi batas gumuk pada semua lintasan penelitian mempunyai elevasi 31-47 m.

5.2 Saran

Studi deliniasi batas gumuk dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas ini merupakan penelitian awal, sehingga diperlukan dukungan metode lain untuk memperoleh rekonstruksi batas gumuk secara mendetail.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, L.T.2015. *Pemetaan Pola Sebaran Gumuk Menggunakan Metode Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Coffen, J. A. 1978. *Seismic Exploration Fundamentals*. S. Seredan Tulsa : Oklahoma.
- Das, B. M. 2002. *Principles of Geotechnical Engineering edisikelima*. USA: Brooks/Cole
- Dobrin, dan Savit. 1988. *Introduction to geophysical prospecting 4th edotion*. New York: United States of America.
- Effendi. M. 2016. *Jember Memiliki 8 Potensi Kekayaan Alam*. Jember : Radio Republik Indonesia. [serial on line]. http://www.rri.co.id/jember/post/berita/265942/daerah/jember_memiliki_8_potensi_kekayaan_alam.html [18 Mei 2017].
- James, Hutton. 2012. *Klasifikasi Batuan Serta Proses Terbentuknya*. Jakarta: PT Soeroengan.
- Joko. 2017. *1000 Gumuk Jember, Kini nanti Tinggal Cerita*. Jember : Warta Hijau [serial on line]. <http://wartahijau.com/read/1000-gumuk-jember-kini-nanti-tinggal-cerita> [18 Mei 2017].
- Fariha, H. 2013. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas 2 Dimensi (2D) Untuk Mendeteksi Struktur Bawah Permukaan Pada Daerah Gumuk Di Kabupaten Jember*. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember.
- Fauzah, N.A. 2016. *Pemetaan Sebaran Besi di Daerah Glagah Kecamatan Temon Kabupaten Kulon Progo Menggunakan Metode Geolistrik Sounding*. *Skripsi*. Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga.
- Hakim, M., Syamsuddin., dan Makhrani., 2015 *Identifikasi Sebaran Mineral Mangan di Bawah Permukaan Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Makassar : FMIPA UNHAS.
- Humas – Pemerintah Kabupaten Jember. 2016. *Geografis dan Topografi* . Jember : Pemerintah Kabupaten Jember. [serial on line]. <https://jemberkab.go.id/selayang-pandang/geografis-dan-topografi/> [18 Mei 2017].

- Hamidi, S., dan Sunarman.1999. *Laporan Pengumpulan Data dan Informasi Gunung Raung*. Bandung : Arsip Direktorat Vulkanologi.
- Karyanto. 2004. Cross Diagonal Survey Geolistrik Tahanan Jenis 3D untuk Menentukan Pola Penyebaran Batuan Basal di Daerah Pakuan Aji Lampung Timur. *Jurnal Sains Teknik.*, Vol. 10, No. 3.
- Kavidha, R., and Elangovan, K., 2013. Delineation of Groundwater Prospective Zones by Electrical Resistivity Method in Erode District, Tamilnadu, India. *Journal of Environment*. Vol. 02, Issue 01, PP. 14-18
- Keller, G.V., 1977. *Electrical Method Geophysical Prospecting*. Pergamon Press.
- Kepel. 2000. *Program Konservasi Ekosistem Gumuk*. [serial on line]. <http://kepel.itgo.com/gumuk/index.htm> [18 April 2017].
- Lillie. J. R. 1999. *Whole Earth Geophysic*. Prentice – Hall: United States of America.
- Loke, M.H. 1999. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies*. Malaysia. Penang.
- Mahmudi, K., E. J Mustopa, , dan L. Hendrajaya, 2015. *Fisika Gunung Api: Gunung Raung*. Bandung.
- Massinai, M. M. A. 2013. *Geologi Dinamik*. Bandung : Geologi Institut Teknologi Bandung.
- Murseto. 2009. *Sistem Pakar Identifikasi Nama dan Jenis Batu*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Informatika STMIK Amikom Yogyakarta.
- Pamujihan. 2015. *Daftar Gunung di Jawa Timur*: [serial online] <http://www.kompasiana.com/jihan.pamuji/daftar-gunung-di-jawa-timur>. [18 Mei 2017]
- Purwasatriya, E. B. 2013. Studi Potensi Sumberdaya Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Di Daerah Kokap, Kabupaten Kulonprogo. *Jurnal Dinamika Rekayasa*. Vol. 9 No. 2. ISSN 1858-3075.
- Rahmi, P. A. 2005. Citra Bawah Permukaan: Pengaruh Jenis dan Kedalaman Obyek Terhadap Distribusi Resistivitas. *Skripsi*. Jember: Jurusan Fisika MIPA Universitas Jember.
- Reynolds, M. J. 1997. *An Introduction to Applied And Environmental Geophysics*. Newyork: John Willey and Sons Inc.

Lampiran 2 . Kondisi Di Lokasi Penelitian



Gambar 2.1 Daerah pertambangan di Gumuk Trianggulasi



Gambar 2.2 Daerah sekitar pertambangan di Gumuk Trianggulasi

Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan



Gambar 3.1 kegiatan pengambilan data lapang di Timur Laut kaki gumuk



Gambar 3.2 kegiatan pengambilan data lapang di Timur kaki gumuk