

**IDENTIFIKASI SEBARAN PASIR VULKANIK
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS
(Studi Kasus Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan
Singosari, Kabupaten Malang)**

SKRIPSI

**OLEH :
MOCHAMMAD IZZUDIN
NIM. 13640025**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**IDENTIFIKASI SEBARAN PASIR VULKANIK
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS
(Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan
Singosari, Kabupaten Malang)**

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:

**MOCHAMMAD IZZUDIN
NIM. 13640025**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

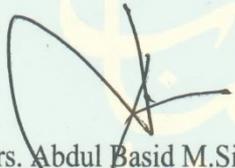
**IDENTIFIKASI SEBARAN PASIR VULKANIK
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS
(Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan
Singosari, Kabupaten Malang)**

SKRIPSI

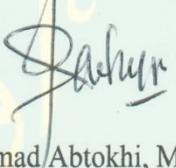
Oleh:
Mohammad Izzudin
NIM. 13640025

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal 17 Juni 2020

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan



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

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI SEBARAN PASIR VULKANIK
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS
(Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari,
Kabupaten Malang)

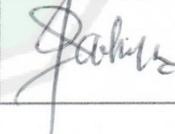
SKRIPSI

Oleh:

Mochammad Izzudin

NIM. 13640025

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)
Pada tanggal 27 Juni 2020

Penguji Utama	: <u>Irjan, M.Si.</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Rusli, M.Si</u> NIDT. 19880715 20180201 1 245	
Sekretaris Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si.</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si.

NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

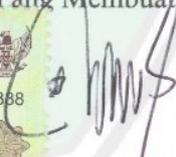
Nama : Mochammad Izzudin
NIM : 13640025
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Identifikasi Sebaran Pasir Vulkanik Menggunakan Metode Resistivitas (Studi Kasus Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang)

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

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 17 Juni 2020
Yang Membuat Pernyataan



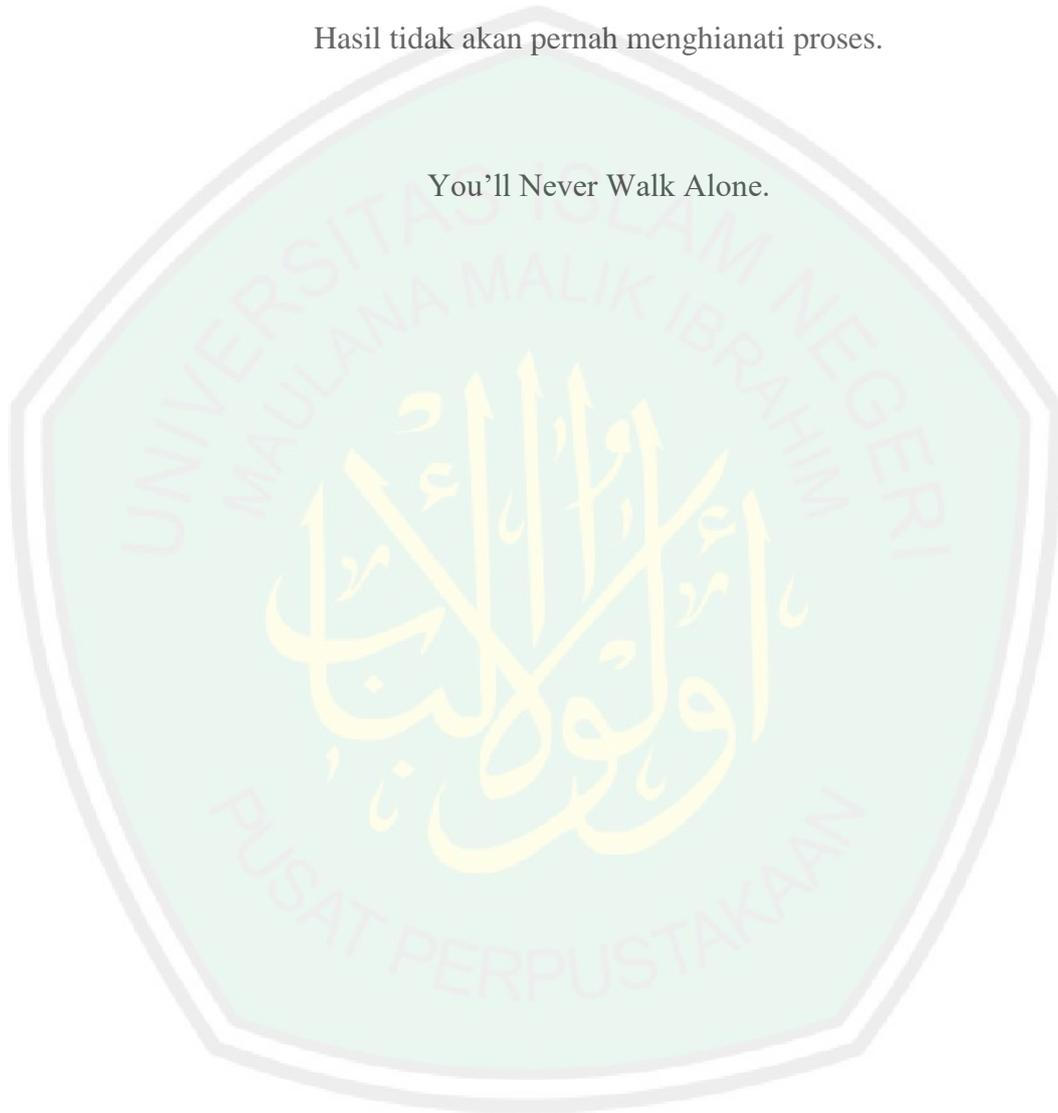

Mochammad Izzudin
13640025

MOTTO

Ridho Allah terletak pada ridho kedua orang tua kita.

Hasil tidak akan pernah mengkhianati proses.

You'll Never Walk Alone.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk :

- *Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Bapak Wahyu Bagio Sudarminto dan Ibu Any Warnendiah.*
- *Ketiga saudara yang sangat saya sayangi; Maulana Thalia Salsabila, Bachtiar Firliansyah, dan Ibnu Dawawin.*
- *Bapak Abdul Basid dan Bapak Irjan yang saya hormati.*
- *Sahabat - sahabati PMII Rayon "Pencerahan Galileo" yang saya banggakan*
- *Seluruh Sahabat dan Guru yang telah memberikan saya pengalaman berharga dan bersedia menjadi rekan diskusi yang sangat baik.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Identifikasi Sebaran Pasir Vulkanik Menggunakan Metode Resistivitas (Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang)”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang pencerahan dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. 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 Skripsi yang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.
5. Bapak, Ibu, Adik dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
6. Sahabat-sahabat PMII Rayon “Pencerahan” Galileo dan PMII Komisariat Sunan Ampel Malang, Sahabat-sahabat HMJ Fisika “Astrolab” Fakultas Sains dan Teknologi, terimakasih atas pengalaman organisasi yang telah

kalian berikan sehingga menciptakan sebuah keluarga baru bagi saya selama menuntut ilmu dan mengemban amanah di kampus tercinta.

7. Segenap keluarga besar HKBM Geofisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini baik dari segi ide, tenaga dan waktu.
8. Serta terimakasih semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, amiiin. Penulis berharap semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

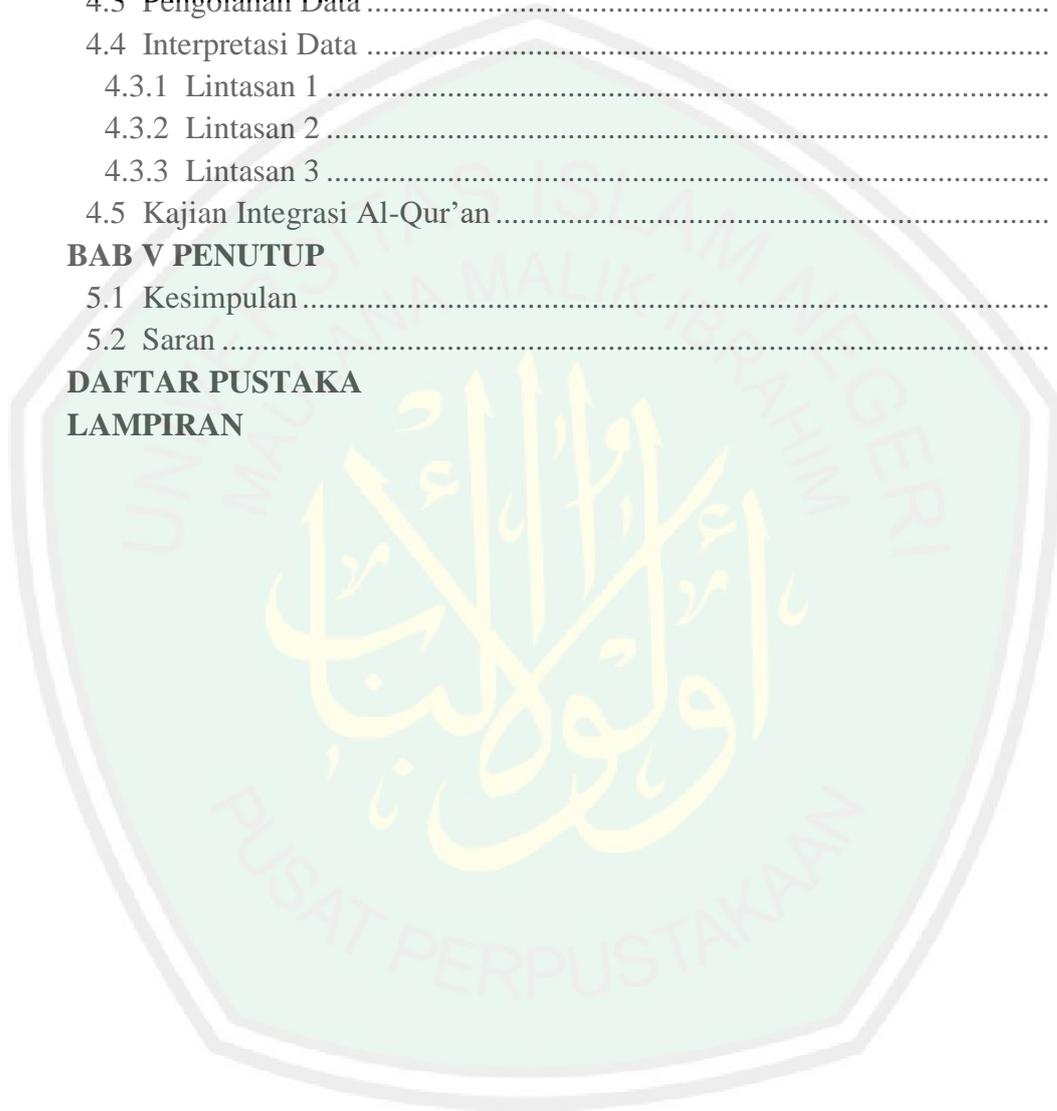
Malang, 10 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pasir Vulkanik	8
2.2 Konsep Metode Geolistrik	10
2.2.1 Metode Geolistrik Resistivitas	11
2.2.2 Sifat Kelistrikan Batuan	12
a. Konduksi Elektronik	14
b. Konduksi Elektrolitik	16
c. Konduksi Dialektrik	17
2.2.3 Konduktivitas Listrik	18
2.2.4 Elektrisitas Dasar	18
2.2.5 Resistivitas Semu	20
2.3 Konfigurasi Wenner	24
2.4 Wenner Alpha (α)	27
2.5 Deskripsi Wilayah Penelitian	28
2.6 Intregasi Al-Qur'an	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Peralatan Penelitian	35
3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	36
3.3.1 Akuisisi Data	36

3.3.2 Pengolahan Data.....	38
3.3.3 Interpretasi Data	39
3.3.4 Analisis Data	39
3.3.5 Diagram Alir Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Akuisisi Data	41
4.2 Hasil Akuisisi Data	44
4.3 Pengolahan Data	44
4.4 Interpretasi Data	45
4.3.1 Lintasan 1	46
4.3.2 Lintasan 2	49
4.3.3 Lintasan 3	52
4.5 Kajian Integrasi Al-Qur'an	58
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Aktivitas Gunungapi	8
Gambar 2.2	Pasir Vulkanik	9
Gambar 2.3	Silinder konduktor	14
Gambar 2.4	Ilustrasi Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Tegangan yang Mengalir untuk Mengukur Resistansi pada Lapisan Bawah Permukaan	19
Gambar 2.5	Konsep resistivitas semu pada medium berlapis	24
Gambar 2.6	Konfigurasi Wenner	25
Gambar 2.7	Geologi Daerah Penelitian	30
Gambar 3.1	Desain Akuisisi Data	34
Gambar 3.2	<i>Resistymeter McOhm Oyo</i>	37
Gambar 3.3	Skema Pengambilan Data <i>Mapping</i>	38
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1	Singkapan Terdekat dengan Lintasan Pertama	47
Gambar 4.2	Model Penampang 2D Lintasan Pertama	47
Gambar 4.3	Interpretasi Lintasan Pertama dengan Nilai Topografi	49
Gambar 4.4	Sebagian Singkapan Terdekat dengan Lintasan Kedua	50
Gambar 4.5	Sebagian Singkapan Terdekat dengan Lintasan Kedua	50
Gambar 4.6	Model Penampang 2D Lintasan Kedua	50
Gambar 4.7	Interpretasi Lintasan Kedua dengan Nilai Topografi	52
Gambar 4.8	Singkapan Terdekat dengan Lintasan Ketiga	53
Gambar 4.9	Model Penampang 2D Lintasan Ketiga	53
Gambar 4.10	Interpretasi Lintasan Ketiga dengan Nilai Topografi	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Batuan Bumi (Telford, et al., 1990).....	13
Tabel 2.2 Hasil Interpretasi Bawah Permukaan Lintasan I.....	48
Tabel 2.3 Hasil Interpretasi Bawah Permukaan Lintasan II	51
Tabel 2.4 Hasil Interpretasi Bawah Permukaan Lintasan III	54



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Data Hasil Penelitian Geolistrik Resistivitas
- Lampiran 2: Gambar Peta Geologi Lembar Malang
- Lampiran 3: Dokumentasi Pengambilan Data Resistivitas
- Lampiran 4: Bukti Konsultasi Skripsi



ABSTRAK

Izzudin, Mochammad. 2020. **Identifikasi Sebaran Pasir Vulkanik Menggunakan Metode Resistivitas (Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Drs. Abdul Basid, M.Si. (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Kata Kunci: Pasir Vulkanik, Metode Geolistrik Resistivitas, Konfigurasi Wenner, Nilai Resistivitas Batuan, Struktur Bawah Permukaan.

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi sebaran pasir vulkanik di Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika aktif yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan yang didasarkan pada nilai resistivitas batuan. Proses akuisisi data dilakukan menggunakan alat geolistrik McOhm Oyo dengan konfigurasi pengambilan data secara Wenner Alpha dengan mengambil data sebanyak tiga lintasan dan masing-masing lintasan berjarak 240 meter, 200 meter, 200 meter. Proses pengolahan data dilakukan dengan inversi 2D menggunakan software Res2Dinv. Interpretasi data dilakukan dengan menganalisis penampang 2D dari hasil inversi 2D dan disesuaikan analisisnya merujuk pada tabel nilai resistivitas batuan serta singkapan yang ada. Hasil interpretasi ketiga lintasan menunjukkan terdapat tiga lapisan dominan, diantaranya tanah, pasir vulkanik, dan batuan beku. Sementara pasir vulkanik di tiga lintasan tersebut diperkirakan mempunyai nilai resistivitas 650 Ωm sampai 3948 Ωm dan berada pada kedalaman ± 5 meter sampai ± 35 meter yang letak kesemuanya relatif berada di lapisan kedua, yakni diantara lapisan tanah dan lapisan batuan beku.

ABSTRACT

Izzudin, Mochammad. 2020. **Identification of Volcanic Sand Distribution Using Resistivity Method. (Case Study: Petungwulung, Toyomarto village, Singosari, Malang)**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (1) Drs. Abdul Basid, M.Si. (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Keywords: Volcanic Sand, Resistivity Geoelectric Method, Wenner Configuration, Rocks Resistivity Value, Subsurface Structure

Research has been conducted to identify the distribution of volcanic sand in Petungwulung Hamlet, Toyomarto Village, Singosari District, Malang Regenc by using the resistivity geo-electric method. The resistivity electricity method is one of the actives geophysical methods used to identify subsurface structures based on the rock resistivity values. The data acquisition process was carried out using a McOhm Oyo geo-electric device with a wenner alpha data retrieval configuration by taking data as many as three passes, and each track is 240 meters, 200 meters, 200 meters. Data processing is carried out by 2D inversion using Res2dinv software. Data interpretation is done by analyzing 2D cross section of the results of 2D inversion and adjusted the analysis to refer to the table of a rock resistivity values and existing outcrops. The results of the interpretation of the three tracks show there are three dominant layers, including soil, volcanic sand and igneous rock. While volcanic sand in three tracks are predicted to have resistivity values of 650 Ωm to 3948 Ωm and are at a depth of ± 5 meters to ± 35 meters, all of which are relatively in the second layer, between the soil layer and igneous rock layer.

تجريد

عز الدين، محمد. 2020. تحديد توزيع الرمل البركاني باستخدام طريقة المقاومة (دراسة الحالة في فتونج ولونج تويومارتو سينجوساري مالانج). رسالة الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) الدكتور عبد البسيط، الماجستير. (2) أحمد أبطاخي، الماجستير

الكلمات المفتاحية: رمل بركاني، طريقة الجيوكهربائي المقاومة، ترتيب وينر، قيمة مقاومة الصخور، بنية تحت السطحية

تم إجراء البحث لتحديد توزيع الرمل البركاني في فتونج ولونج تويومارتو سينجوساري مالانج باستخدام طريقة الجيوكهربائي المقاومة. إن طريقة الجيوكهربائي المقاومة إحدى طرق الجيوفيزياء النشطة المستخدمة لتحديد بنية تحت السطحية على أساس قيمة مقاومة الصخور. تمت عملية الحصول على البيانات باستخدام أداة جيوكهربائية *McOhm Oyo* مع ترتيب أخذ البيانات من قبل وينر ألفا *wenner alpha* بأخذ البيانات ثلاث ممرات ولكل ممر على بعد 240 متر و 200 متر و 200 متر. تمت معالجة البيانات عن طريق انقلاب ثنائي الأبعاد باستخدام برنامج *Res2dinv*. تم تفسير البيانات عن طريق تحليل المقطع العرضي ثنائي الأبعاد من نتائج احتراع ثنائي الأبعاد وتعديل التحليل يشير إلى جدول قيم المقاومة الصخرية والتواء القائم. ظهرت نتائج تفسير المسارات الأربعة أن هناك ثلاث طبقات سائدة، منها التربة والرمل البركاني والصخور النارية. بينما يقدر أن الرمل البركاني على المسارات الثلاثة لها قيم مقاومة تتراوح بين 650 أوهم متر حتى 3948 أوهم متر وتقع على عمق حوالي 5 أمتار إلى ما يقرب من 35 أمتار وكلها في الطبقة الثانية هي بين طبقة التربة وطبقة الصخور النارية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah Negara kesatuan yang berbentuk Republik dan merupakan Negara kepulauan yang memiliki wilayah yang sangat luas serta sumber daya alam yang melimpah. Letak Indonesia secara geografis berada di wilayah Asia Tenggara, melintang di garis katulistiwa antara benua Asia dan benua Australia, yang berada diantara samudera Pasifik dan samudera Hindia. Secara geologis letak Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng, yaitu lempeng Indo-Eurasia, Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasifik. Hal tersebut mengakibatkan tatanan tektonik di Indonesia menjadi sangat kompleks dan menjadikan Indonesia suatu Negara dengan potensi sumber daya alam yang kaya akan tambang mineral galian.

Kabupaten Malang merupakan salah satu kota besar yang sedang melakukan proses pembangunan di berbagai sektor seperti pariwisata, industri, dan gedung-gedung bertingkat sebagai sarana pendidikan, pemerintahan maupun pusat perbelanjaan. Disisi lain, Kabupaten Malang juga memiliki sumber daya alam yang melimpah dan potensi tambang yang cukup besar, salah satu tambang mineral galian berupa pasir (sand) yang terletak di Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Malang, Jawa Timur. Berdasarkan geologi daerah penelitian merupakan formasi Qvaw (Quarter Volcanics Arjuno-Welirang) yang terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Sebagian besar Kecamatan Singosari terbentuk dari batuan vulkanik (lava, andesit, basal, batu apung, obsidian dan tuf), sehingga memungkinkan terdapat banyak potensi bahan mineral galian berupa batu dan pasir vulkanik hasil erupsi Gunung Arjuno-Welirang yang terendapkan. Hal

tersebut diindikasikan dengan keberadaan singkapan pasir vulkanik (tambang Pasir) yang terdapat disekitar wilayah penelitian. Kondisi alam di daerah tersebut belum pernah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi sebaran pasir vulkanik, oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui sebaran pasir vulkanik di daerah tersebut.

Pasir vulkanik merupakan bahan mineral piroklastik berukuran kecil (butiran dan debu) yang berasal dari kerak bumi yang disebarkan oleh gunung berapi saat terjadi letusan. Pasir vulkanik hasil erupsi gunung berapi terbawa oleh hembusan angin dan menyebar mengikuti arah angin, sehingga berjatuh pada wilayah tertentu dengan jarak ratusan kilometer sampai ribuan kilometer dari kawah. Kemudian pasir vulkanik tersebut mengalami proses pengendapan selama kurun waktu geologi, sehingga menjadi lapisan sedimen berupa lapisan pasir (sand).

Pada umumnya, pasir merupakan material alam yang banyak dan mudah didapatkan dipermukaan bumi. Namun tidak menutup kemungkinan pasir juga bisa terdapat dibawah permukaan bumi, karena mengalami pengendapan dan tertutup oleh lapisan sedimen yang berada diatasnya. Pasir memiliki beberapa jenis dan warna yang beragam seperti hitam, abu-abu, merah, coklat dan putih tergantung pada asal pembentukannya.

Melihat fenomena tersebut, menjadi salah satu bukti yang bisa diyakini sebagai kebesaran Allah SWT dan perlu diadakan kajian lebih lanjut yang bertujuan untuk mempelajari dan mengeksplorasi kekayaan alam berupa batuan mineral tersebut.

Sebagaimana firman Allah SWT di dalam Al-Qur'an surat An-An'am ayat 165 :

لَوْ كُمْ دَرَجَاتٍ لَّيَبَّ وَهُوَ الَّذِي جَعَلَكُمْ خَلَائِفَ الْأَرْضِ وَرَفَعَ بَعْضَكُمْ فَوْقَ بَعْضٍ

فِي مَا آتَاكُمْ ۗ إِنَّ رَبَّكَ سَرِيعُ الْعِقَابِ وَإِنَّهُ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ

Artinya : “Dan Dialah yang menjadikan kamu penguasa-penguasa di bumi dan Dia meninggikan sebahagian kamu atas sebahagian (yang lain) beberapa derajat, untuk mengujimu tentang apa yang diberikan-Nya kepadamu. Sesungguhnya Tuhanmu amat cepat siksaan-Nya dan sesungguhnya Dia Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.”.

Ayat di atas memberikan penjelasan bahwasannya manusia yang merupakan khalifah di bumi diposisikan oleh Allah SWT menggantikan umat-umat sebelumnya dalam rangka mengembangkan apa yang ada di bumi. Sebagaimana Allah SWT menciptakan bumi dan segala macam isinya yang didalamnya terkandung aneka ragam kebermanfaatan bagi kaum yang berfikir. Salah satunya adalah gunung yang memiliki berbagai manfaat sebagai karunia, kebaikan, dan anugerah-Nya. Hal tersebut merupakan suatu bentuk ujian yang diberikan kepada umat manusia atas segala nikmat kekayaan alam yang ada di bumi. Allah SWT memberikan nikmat-nikmat tersebut tidak lain adalah untuk menguji tingkat ketaqwaan, rasa syukur atas nikmat, dan kesadaran sebagai ciptaan-Nya yang memiliki akal untuk berfikir.

Salah satu kekayaan alam yang ada di bumi tersebut dibuktikan dengan berbagai macam fenomena atau peristiwa vulkanisme yang mengakibatkan keluarnya material dari dalam gunungapi. Selama aktivitas vulkanisme gunungapi, material yang dikeluarkan berupa pasir vulkanik yang didalamnya terdapat kandungan mineral yang sangat bermanfaat apabila dapat dikelola sebagaimana mestinya. Pada tiap peristiwa vulkanisme yang terjadi akibat aktivitas gunungapi, patutlah hal tersebut kita jadikan sebagai pengingat akan kebesaran Allah SWT dan mensyukurinya sebagai nikmat yang diwujudkan berupa material hasil dari aktivitas tersebut untuk diambil manfaatnya, yang dalam hal ini diperuntukkan sebagai bahan baku bangunan dan industri.

Pada Lokasi Penelitian belum diketahui bagaimana potensi berupa sebaran pasir vulkanik, sehingga diperlukan survey geofisika untuk mengetahui pemetaan potensi dan sebarannya. Metode geofisika yang ideal untuk digunakan dalam eksplorasi mineral pasir vulkanik adalah metode geolistrik resistivitas, hal tersebut didasarkan karena mineral pasir vulkanik yang salah satunya mengandung unsur besi, dimana unsur tersebut merupakan konduktor yang baik. Sehingga, dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas, diharapkan potensi sebaran pasir vulkanik dilokasi penelitian dapat terpetakan dengan baik.

Untuk mengidentifikasi potensi pasir vulkanik diarea penelitian, perlu dilakukan survey geofisika. Survey geofisika merupakan pengukuran besaran fisika di permukaan bumi yang digunakan untuk mengidentifikasi model struktur geologi, batuan, dan fenomena fisika lainnya di bawah permukaan. Metode yang diterapkan pada penelitian metode Geolistrik merupakan suatu metode dalam geofisika yang menggunakan sifat kelistrikan sebagai sarana untuk mengenali kondisi bawah permukaan bumi. Arus listrik dengan sumber tunggal dialirkan ke bawah permukaan bumi maka arah aliran arus listrik tersebut akan menyebar ke segala arah dalam suatu ruang berbentuk setengah bola (Kuswanto,dkk,2018).

Metode geolistrik yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur di bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan adalah metode resistivitas atau tahanan jenis. Metode resistivitas (tahanan jenis) merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Dari beda potensial yang diukur dapat ditentukan variasi resistivitas

masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran. Resistivitas (tahanan jenis) merupakan suatu besaran yang menunjukkan tingkat hambatan terhadap arus listrik dari suatu batuan didalam tanah (Reynolds, 1997). Prinsip kerja dari metode tersebut adalah mempelajari sifat aliran listrik yang ada di dalam bumi dan cara pendeteksian di permukaan bumi. Sebagaimana menurut Gusperikova dan kawan-kawan (2012) yang merujuk Telford (1990), bahwa prinsip kerja metode geolistrik resistivitas adalah mengukur beda potensial yang ditimbulkan pada titik di permukaan bumi dengan dua elektroda potensial dengan menginjeksikan arus pada kedua elektroda, resistivitas dari batuan yang dilewati juga mempengaruhi beda potensial yang terukur.

Pada daerah penelitian secara umum merupakan daerah vulkanik, terlihat dari gunungapi yang terdapat disekitar daerah penelitian, seperti Gunung Arjuna. Hal ini menyebabkan keterdapat pasir di daerah tersebut karena hasil-hasil dari letusan gunungapi yang menghasilkan material berupa pasir dan batuan vulkanik. Sebagai sumber informasi awal, pada daerah lokasi penelitian terdapat singkapan pasir vulkanik. Sementara berdasarkan penelitian Sukarman dan Suprpto (2015) tentang abu vulkanik Gunung Sinabung yang teridentifikasi mengandung unsur Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Fosfor (P), Sulfur (S), Bor (B), Besi (Fe), Tembaga (Cu). Metode ini pernah digunakan oleh Agim Prakarsa Djuhpea dan kawan-kawan (2017) untuk mengidentifikasi sebaran bijih besi di Desa Ogowele, Kabupaten Toli-Toli. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui sebaran keberadaan bijih besi dengan kedalaman tertentu.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan pasir vulkanik sehingga diketahui pola

persebaran di bawah permukaan area penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mengetahui potensi sebaran pasir vulkanik, sehingga dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengidentifikasi pasir vulkanik di bawah permukaan area penelitian berdasarkan nilai resistivitas?
2. Bagaimana pola sebaran pasir vulkanik di bawah permukaan area penelitian?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengidentifikasi pasir vulkanik di bawah permukaan area penelitian berdasarkan nilai resistivitas.
2. Untuk mengetahui pola sebaran pasir vulkanik di bawah permukaan area penelitian.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Meningkatkan pengetahuan tentang teknik dan aplikasi metode geolistrik resistivitas
 - b. Meningkatkan pengetahuan tentang geologi daerah dan sebaran pasir vulkanik di lokasi penelitian.
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait dengan informasi potensi sebaran pasir vulkanik di wilayah penelitian.
2. Bagi Masyarakat dan Pemerintah

- a. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat setempat atau pemangku kepentingan (*Stakeholder*) mengenai potensi sebaran pasir vulkanik di lokasi penelitian.
- b. Menjadi saran atau masukan dalam upaya memaksimalkan potensi sumber daya alam berupa pasir vulkanik yang ada di lokasi penelitian.

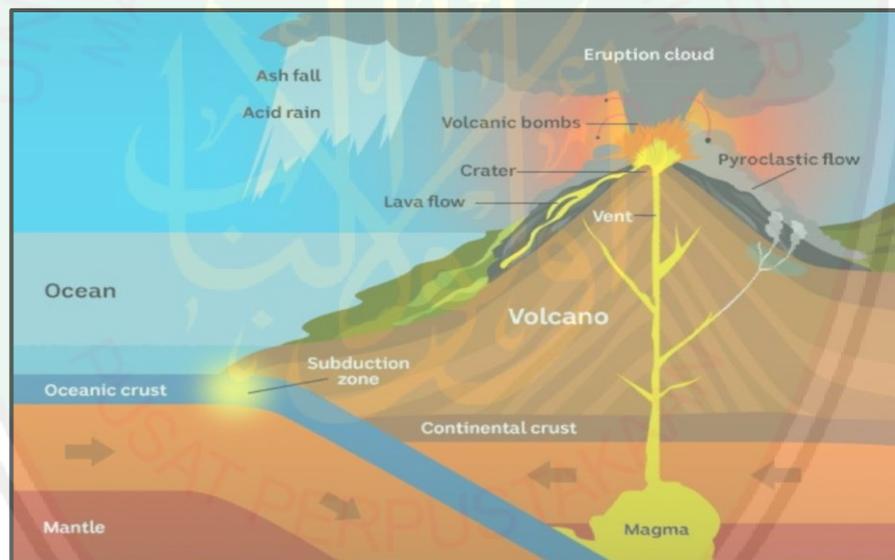
1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Malang. Lokasi tepatnya berada pada 3 lintasan yang meliputi;
 - a. Lintasan 1 pada koordinat $7^{\circ}49'0.90''$ sampai $7^{\circ}49'54.66''$ LS dan $112^{\circ}38'59.40''$ sampai $112^{\circ}39'03.72''$ BT.
 - b. Lintasan 2 pada koordinat $7^{\circ}49'54.42''$ sampai $7^{\circ}49'59.58''$ LS dan $112^{\circ}39'04.80''$ sampai $112^{\circ}39'07.68''$ BT.
 - c. Lintasan 3 pada koordinat $7^{\circ}50'04.44''$ sampai $7^{\circ}50'0.72''$ LS dan $112^{\circ}39'05.52''$ sampai $112^{\circ}39'10.86''$ BT.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Geolistrik Resistivitas konfigurasi wenner alpha.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pasir Vulkanik

Pasir adalah material sedimen hasil pecahan dari batuan-batuan. Pasir sangat banyak dijumpai dipermukaan bumi, khususnya di wilayah Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan wilayah yang memiliki gunungapi yang masih aktif sebanyak 127 atau 30% dari total gunung api yang ada di dunia (Sukarman dan Suparto, 2015). Sehingga dari aktivitas vulkanik gunungapi tersebut menyebabkan banyaknya material vulkanik berupa material gas, material cair, dan material padat yang keluar dari dalam bumi saat terjadi erupsi atau letusan.



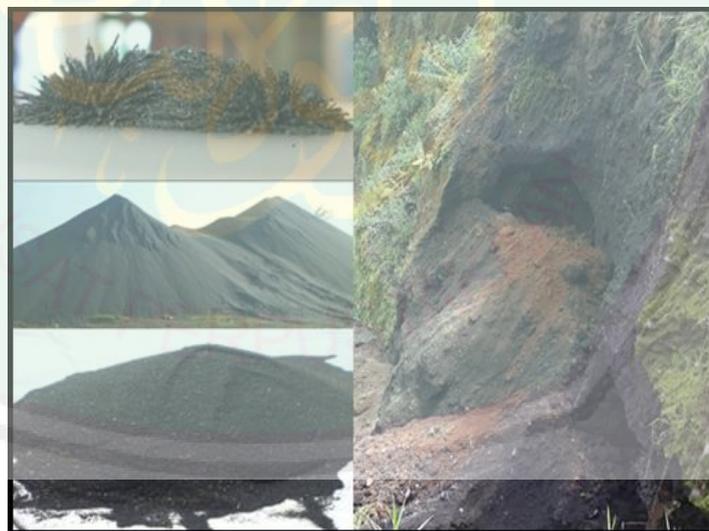
Gambar 2.1 Aktivitas Gunungapi

Material vulkanik yang berupa gas tersebut meliputi gas-gas yang dikeluarkan saat terjadi letusan gunungapi seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen (N). Material yang berupa cair atau fluida dapat berupa lahar dan lava. Material vulkanik berupa

padatan yang meliputi abu atau debu, pasir, kerikil atau kerakal, dan batuan yang biasanya dikenal dengan sebutan jatuhan piroklastik (Kusumastuti, 2012).

Material-material padatan tersebut kerap kali disebarkan keudara saat terjadi erupsi dan letusan kawah yang berukuran halus sampai berukuran boom (batuan besar). Untuk material yang berukuran besar cenderung berjatuhan disekitar kawah hingga radius puluhan kilometer, sedangkan yang berukuran halus dapat berjatuhan hingga radius ratusan mencapai ribuan kilometer yang terbawa aliran air dan hembusan angin (Nandi, 2006).

Pasir vulkanik adalah bahan material vulkanik jatuhan yang disebarkan oleh gunungapi saat terjadi aktivitas vulkanisme berupa erupsi atau letusan. Pasir vulkanik hasil erupsi atau letusan gunungapi memiliki beberapa kandungan berupa Alumunium, Silikon, Kalsium, Besi, Magnesium, Kalium, Sulfur, Natrium, Barium, Tembaga, Timbal, Aurum dan lain-lain (Wahyuni, dkk, 2012).



Gambar 2.2 Pasir Vulkanik

Pasir vulkanik dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, salah satunya adalah untuk pembangunan dan bahan perindustrian logam berat. Sebagai bahan

bangunan, pasir vulkanik digunakan sebagai material pokok dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat, infrastruktur, dan lain-lain. Sementara dalam perindustrian, pasir vulkanik kerap kali dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan material-material logam berat berupa baja, besi, aluminium, dan industri kaca (Hamsi, 2011).

2.2. Konsep Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang pada dasarnya digunakan untuk mengamati gejala-gejala atau gangguan yang terjadi pada saat keadaan normal. Gangguan ini dapat bersifat diam dan dapat bersifat dinamik, yakni gangguan yang dipancarkan ke bawah permukaan bumi. Pada metode ini, arus listrik dialirkan ke bawah permukaan bumi melalui dua buah metode elektroda arus. Harga arus potensial yang telah diketahui akan bisa ditentukan nilai resistivitasnya. Berdasarkan nilai resistivitas struktur lapisan bawah permukaan bumi dapat diketahui jenis material pada lapisan tersebut (Telford, et al., 1990).

Metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Metode geolistrik digunakan mempelajari sifat kelistrikan di dalam bumi dengan cara melakukan pendektisian atau pengukuran di permukaan bumi, dimana pengukurannya meliputi nilai beda potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun diakibatkan oleh penginjeksian arus ke dalam bumi (Kanata, dan Zubaidah, 2008). Dalam pendektisian atau pengukuran tersebut juga memperhatikan struktur bawah permukaan tanah, sifat-sifat listrik batuan, dan formasi batuan di dalam permukaan bumi. Pada umumnya, metode geolistrik memiliki beberapa metode dalam pengaplikasiannya, diantaranya

resistivitas (tahanan jenis), *Induced Polarization* (IP), *Self Potential* (SP), arus *telluric*, elektromagnetik (EM), *magnetotelurik* (MT).

Metode geolistrik dapat dimanfaatkan dalam kegiatan eksplorasi, salah satunya diterapkan untuk mempelajari system geothermal (panas bumi), penentuan litologi lapisan batuan, eksplorasi mineral, posisi reservoir, pola aliran serta sebaran fluida (Adawiyah dkk, 2018). Prinsip kerja metode geolistrik yaitu dengan menginjeksikan arus listrik berupa DC (*Direct Current*) dengan ketegangan tinggi kebawah permukaan melalui dua elektroda arus. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektroda potensial, dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak tertentu dengan ditentukannya variasi nilai masing-masing lapisan di bawah titik ukur. Umumnya, metode ini efektif digunakan untuk eksplorasi dangkal dengan kedalaman maksimal 200 – 300 meter. Jika kedalaman lapisan yang diteliti lebih dari kedalaman tersebut, maka arus yang mengalir akan semakin lemah dan tidak stabil akibat dari perubahan bentangan yang semakin besar (Simpem, 2015).

2.2.1. Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis) adalah salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan tanah yang didasarkan pada nilai resistivitasnya. Resistivitas (tahanan jenis) merupakan suatu besaran yang menunjukkan tingkat hambatan terhadap arus listrik dari suatu batuan didalam tanah (Reynolds, 1997 : dalam Wulandari, 2015). Metode ini bekerja menggunakan suatu konfigurasi elektroda dengan menginjeksikan arus listrik DC (*Direct Current*) ke bawah permukaan tanah

melalui elektroda-elektroda arus dan diukur melalui elektroda potensial. Beda potensial yang didapat bergantung pada nilai resistivitas dari lapisan batuan yang terlewati (Gusperikova, dkk, 2012).

Metode geolistrik resistivitas ini memiliki dua teknik pengukuran, yaitu metode geolistrik resistivitas *mapping* dan *sounding*. Metode geolistrik resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal. Pada metode ini menggunakan jarak spasi elektroda yang tetap untuk seluruh titik *sounding* (titik amat) di permukaan bumi. Sementara metode geolistrik resistivitas *sounding* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mempelajari variasi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan bumi secara vertikal. Pengukuran untuk resistivitas *sounding* dilakukan dengan cara mengubah-ubah jarak elektroda. Perubahan pada jarak elektroda ini dilakukan dari elektroda yang berjarak kecil kemudian membesar sedikit demi sedikit atau gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan yang terdeteksi, semakin besar jarak antar elektroda maka semakin dalam lapisan bawah permukaan yang terdeteksi (Reynolds, 1997 : dalam Wulandari, 2015).

2.2.2. Sifat Kelistrikan Batuan

Batuan merupakan materi yang memiliki sifat kelistrikan. Sifat kelistrikan tersebut merupakan karakteristik dari batuan yang nilainya tergantung dari media penyusun batuan tersebut. Sifat kelistrikan dapat berasal dari alam dan gangguan keseimbangan atau sengaja dimasukkan arus kedalam batuan, sehingga terjadi ketidakseimbangan muatan di dalam batuan tersebut (Dobrin, 1981).

Resistivitas merupakan suatu besaran yang menunjukkan tingkat hambatan terhadap arus listrik menghantar suatu medium didalam tanah. Setiap mineral dan batuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda, hal tersebut disebabkan beberapa faktor seperti kepadatan batuan, umur batuan, jumlah mineral yang dikandung, kandungan elektrolit, permeabilitas, porositas. Adapun macam-macam nilai material bumi dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Batuan Bumi (Telford, et al., 1990):

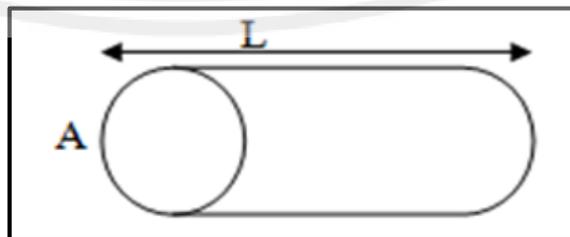
Material	Nilai Resistivitas (Ωm)
Basalt	10-1,3x10 ⁷
Tanah (Soil)	1-10
Tufa	20-200
Andesit	1,7x10 ² – 4,5x10 ²
Kelompok granit	1000-10000
Lava	10 ² -5x10 ⁴
Kuarsa	10 ² x2x10 ⁸
Batu Pasir	200-8000
Tanah lempung	1,5-3
Tanah liat atau lempung	1-100
Lempung lanau	3-15
Silt-lempung	10-200
Batu gamping	50-10 ⁷
Dolomite	3,5x10 ² -5x10 ³
Pasir	1-1000
Konglomerat	2x10 ³ -10 ⁴

Aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dialektrik (Milsom, 2003):

a. Konduksi Elektronik

Konduksi ini terjadi apabila batuan atau material terkandung banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau material oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik elektron bebas. Sifat atau karakteristik material-material yang dilewati elektron bebas ini juga mempengaruhi aliran listrik. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan suatu material untuk menghantarkan arus listrik. Semakin kecil nilai resistivitas suatu material maka semakin mudah material tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pun sebaliknya.

Menurut Lowrie (2007), dalam Adawiyah dkk (2018), Resistivitas mempunyai pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada material melainkan juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Jika ditinjau dari sebuah silinder panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , seperti gambar berikut :



Gambar 2.3 Silinder konduktor (Lowrie, 2007 : dalam Adawiyah dkk, 2018)

maka dapat dirumuskan (Lowrie, 2007 : dalam Adawiyah dkk, 2018):

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

dimana ρ adalah resistivitas (Ω), L adalah Panjang silinder konduktor (m), A adalah luas penampang silinder konduktor (m^2), dan R adalah resistansi (Ω). Sedangkan menurut hukum ohm, resistansi R dirumuskan :

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

dimana R adalah resistansi (ohm), V adalah beda potensial (volt), I adalah kuat arus (ampere). Berdasarkan kedua rumus tersebut didapatkan nilai resistivitas (ρ) berupa (Lowrie, 2007 : dalam Adawiyah dkk, 2018) :

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

Banyak orang sering menggunakan sifat konduktivitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan ohm/m (Lowrie, 2007 (Lowrie, 2007 : dalam Adawiyah dkk, 2018) :

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

dimana J adalah rapat arus (Ampere/m²) dan E adalah medan listrik (Volt/m).

b. Konduksi Elektrolitik

Batuan di bumi sebagian besar 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. Keterdapatannya air dalam batuan berhubungan dengan saturasi air dengan persamaan umum Archie sebagai berikut (Lowrie, 2007) :

$$S_w = \left(\left(\frac{\alpha}{\phi^m} \right) \times \left(\frac{R_w}{R_t} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

Konduktivitas batuan sebanding dengan konduktivitas air tanah yang cukup bervariasi karena bergantung pada konsentrasi jenis mineral dan garam yang terlarut di dalamnya, persamaan Archie untuk resistivitas batuan dinyatakan dengan persamaan (Lowrie, 2007) :

$$\rho = \frac{\alpha}{\phi^m \sigma^n} \rho_w \quad (2.6)$$

dengan S didefinisikan sebagai fraksi antara 0 dan 1, ρ_w adalah resistivitas air tanah. Sedangkan untuk persamaan resistifitas batuan dapat dituliskan dengan persamaan berikut (Lowrie, 2007) :

$$\rho_e = \alpha \Phi^{-m} S^{-n} \rho_w \quad (2.7)$$

dimana ρ_e adalah resistivitas batuan dan Φ adalah porositas, Sedangkan α , m dan n adalah konstanta, dimana nilai m disebut faktor sementasi. Untuk nilai n yang sama, secara umum ditulis dengan nilai $0.5 \leq \alpha \leq 2.5$, $1.3 \leq m \leq 2.5$ dan $n \approx 2$ (Lowrie, 2007).

c. Konduksi Dielektrik

Konduksi secara dielektrik adalah peristiwa konduktivitas yang terjadi pada suatu batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali (Lowrie, 2007). Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi. Peristiwa konduktivitas secara dielektrik ini sangatlah bergantung pada kemampuan dielektik dari batuan (Vebrianto, 2016).

Secara umum, Sifat konduktivitas listrik batuan yang terdapat dibawah permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, salinitas air serta bagaimana cara air terdistribusikan kedalam batuan tersebut. Konduktivitas listrik batuan yang mengandung air sangat ditentukan oleh sifat air, yakni elektrolit. Medan listrik yang ada mengakibatkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negative, sedangkan anion menuju kutub positif. Tentu saja, material ataupun batuan yang terisi air, nilai tahanan jenis listriknya akan

berkurang dengan bertambahnya kandungan air. Begitu juga sebaliknya, nilai tahanan jenis listrik akan bertambah dengan berkurangnya kandungan air (Telford, et al., 1990).

2.2.3. Konduktivitas Listrik

Menurut Agustina (2014), konduktivitas listrik dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kegaraman atau keasinan yang terdapat pada tanah atau batuan. Konduktivitas listrik didefinisikan sebagai fenomena aliran listrik yang berasal dari partikel bermuatan (ion dan koloid) yang membentuk kekuatan medan listrik. Diketahui komponen dalam tanah atau batuan mengandung padatan dan cairan yang terdiri dari senyawa dan unsur yang mengandung ion (kation dan anion) bermuatan positif (+) dan negatif (-), dimana saat terjadi suatu aliran listrik dari positif (+) menuju ke negatif (-) melalui media penghantar (cairan), maka akan muncul daya medan listrik yang berpengaruh terhadap mobilitas ion atau koloid.

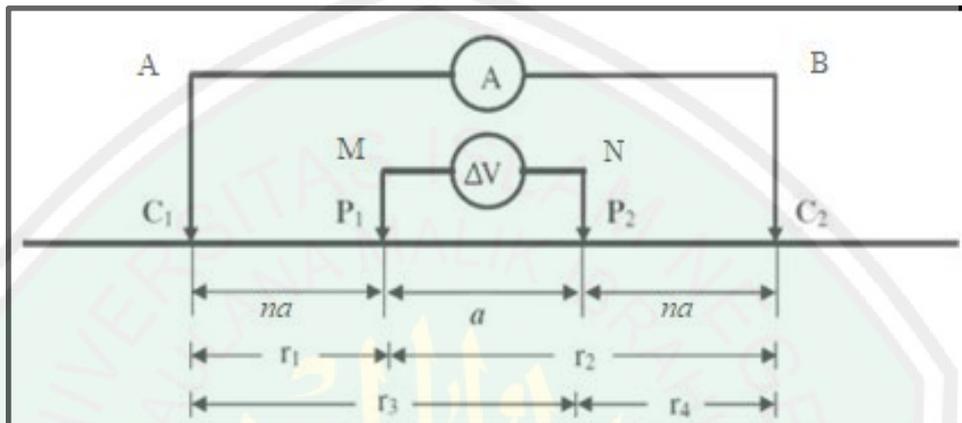
2.2.4. Elektrisitas Dasar

Hukum Ohm pertama kali dijelaskan oleh fisikawan bernama Georgio Simon Ohm yang berasal dari Jerman. Ia memaparkan bahwa arus itu berbanding lurus dengan voltase V dan berbanding terbalik dengan resistansi R , atau (Burger, 1992):

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.8)$$

Karena variasi material geologi dapat dijelaskan dengan nilai resistansi yang berbeda pada arus yang mengalir, maka dapat diamati dengan jelas pengukuran

arus dan tegangan yang dipergunakan untuk mengukur resistansi dan mengukur perbedaan material pada lapisan permukaan. Dapat disimpulkan bahwa resistansi tidak hanya bergantung pada material melainkan juga bergantung pada suatu dimensi (Reynolds, 1997 : dalam Utiya, 2015).



Gambar 2.4 Ilustrasi Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Tegangan yang Mengalir untuk Mengukur Resistansi pada Lapisan Bawah Permukaan (Reynolds, 1997 : dalam Utiya, 2015).

Berdasarkan gambar diatas, dapat diilustrasikan bahwa dua resistor dengan panjang (l) yang berbeda dan *cross-sectional* pada area A . Jika resistor tersebut dibentuk dari material yang sama, maka dapat dilihat dengan jelas bahwa resistor tersebut tidak akan mempunyai nilai resistansi yang sama untuk mengalirkan arus. Seperti yang telah diketahui bahwa arus yang mengalir adalah perpindahan dari partikel pada unit waktu, dan dianalogikan air. Pada sebuah pipa yang terbuka dari salah satu sisi tersebut dipenuhi dengan kerikil. Kerikil menyebabkan suatu hambatan untuk mengalirkan bagian terbuka dari pipa. Apabila meletakkan sesuatu yang sama, akan tetapi bagian yang dipenuhi kerikil bertambah panjang, maka untuk menaikkan aliran dan mengalirkan air adalah dengan mengurangi hambatan rata-ratanya (Burger, 1992).

Konsep ini memberi penjelasan bahwa resistansi dari hambatan pada gambar (2.6) bergantung pada panjang dari area *cross-sectional* dan juga pada penyusun dasar material yang digunakan, dimana hal tersebut merupakan penjelasan dari resistivitas dan ditandai dengan ρ , maka didapatkan (Burger, 1992):

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.9)$$

dimana satuan dari resistivitas adalah Ohm Meter (Ω). Konduktansi merupakan keterbalikan dari resistansi, dan konduktivitas merupakan keterbalikan dari resistivitas.

2.2.5. Resistivitas Semu

Pengukuran menggunakan metode geolistrik resistivitas yang dilakukan dilapangan, didapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a). Dimana nilai resistivitas semu atau *apparent resistivity* adalah resistivitas yang tergantung pada spasi elektroda, dan bukan merupakan medium resistivitas sebenarnya karena bumi terdiri dari medium berlapis. Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda walaupun jarak antar elektroda sama. Nilai resistivitas semu yang didapatkan pada saat melakukan pengukuran dilapangan pada suatu medium yang dianggap homogen di bawah permukaan dipengaruhi oleh konfigurasi elektrodanya (Reynolds, 1997 : dalam Wulandari, 2015). Nilai resistivitas semu diperoleh dari persamaan berikut (Reynolds, 1997 : dalam Aprilian dkk, 2017):

$$\rho = 2\pi \left(\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.10)$$

$$\rho_\alpha = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.11)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left(\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right)} \quad (2.12)$$

dimana K adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur ΔV dan I maka dapat ditentukan harga resistivitasnya (Reynolds, 1997 : dalam Apriawan dkk, 2017).

Adapun dalam menentukan potensial pada titik P_1 dan C_2 dipermukaan dengan anggapan udara memiliki nilai resistivitas tak terhingga, $k_{1,0} = 1$ dan $m = 0$ maka didapatkan (Burger, 1992) :

$$V_{P_1} = \frac{\rho_1 i}{2\pi} \left(\left(\frac{1}{r_1} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + (2nz/r)^2\right)^{1/2}} \right) + \left(\frac{1}{r_2} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + (2nz/r)^2\right)^{1/2}} \right) \right) \quad (2.13)$$

dan,

$$V_{P_2} = \frac{\rho_1 i}{2\pi} \left(\left(\frac{1}{r_3} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + (2nz/r)^2\right)^{1/2}} \right) + \left(\frac{1}{r_4} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + (2nz/r)^2\right)^{1/2}} \right) \right) \quad (2.14)$$

Persamaan (2.14) menyatakan bahwa aliran nilai potensial pada P_1 bergantung pada sumber C_1 dengan spasi a . Dengan analogi yang sama untuk spasi elektroda C_1 ke P_2 adalah $2a$, maka persamaan untuk beda potensialnya adalah (Burger, 1992) :

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{\rho_1 i}{4\pi r} \left(1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{2nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} \right) \quad (2.15)$$

dengan memperhitungkan kontribusi C_2 , maka akan diperoleh persamaan resistivitas semu sebagai berikut (Burger, 1992) :

$$\rho_a = \left(\frac{2\pi a}{i}\right) \left(\frac{\rho_1 i}{2\pi r} \left(1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{2nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} \right) \right) \quad (2.16)$$

dan,

$$\rho_a = \rho_1 \left(1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{2nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left(1 + \left(\frac{nz}{r}\right)^2\right)^{1/2}} \right) \quad (2.17)$$

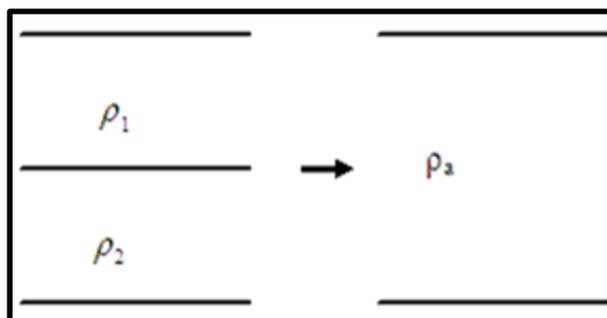
Persamaan diatas merupakan solusi kuantitatif untuk satu bidang batas.

Dengan ρ_a adalah resistivitas semu, ρ_1 adalah lapisan di permukaan, $k_{1,2}^n$ adalah koefisien refleksi, a adalah spasi elektroda dan z adalah kedalaman (Burger, 1992).

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistivitas semu antara lain meliputi (Reynolds, 1997 : dalam Prasetiawati, 2004):

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

Secara umum, pengukuran menggunakan geolistrik resistivitas, dapat diasumsikan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropic, dimana diasumsikan bahwa nilai resistivitas yang terukur merupakan nilai resistivitas sebenarnya dan bergantung pada spasi elektroda. Namun, pada kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda karena memiliki sifat heterogen-anisotropik, sehingga potensial yang terukur bukan merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan saja dan bukan resistivitas sebenarnya melainkan resistivitas semu (ρ_a) (Reynolds, 1997 : dalam Wulandari, 2015).

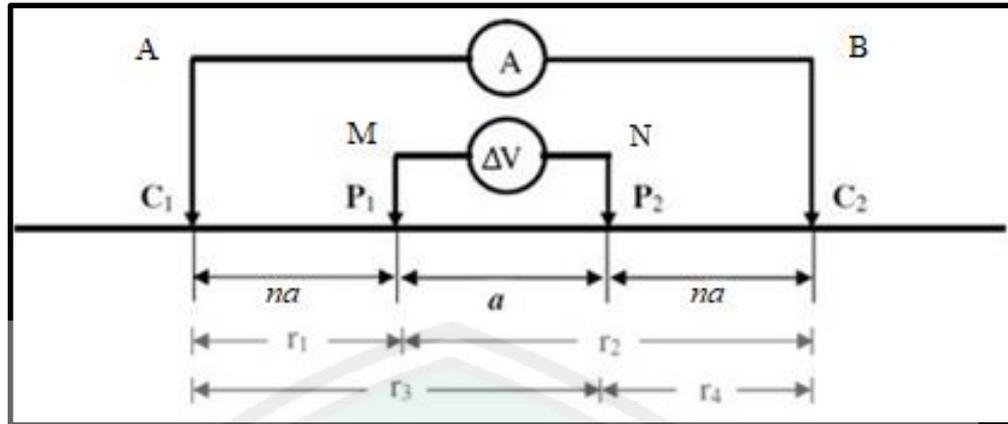


Gambar 2.5 Konsep resistivitas semu pada medium berlapis (Paulus, 2012)

Anggapan medium berlapis ditinjau dari pendugaan bawah permukaan, yang dimisalkan terdiri dari dua lapis dan mempunyai resistivitas berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran medium ini dianggap medium satu lapis homogen yang memiliki satu harga resistivitas yaitu resistivitas semu (ρ_a). Resistivitas semu ini mempresentasikan secara kualitatif distribusi resistivitas di bawah permukaan (Paulus, 2012).

2.3. Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan. Dalam metode geolistrik, konfigurasi wenner cukup populer dipergunakan dalam proses pengambilan data (akuisisi data), baik 1D atau VES (*Vertical Electrical Sounding*) maupun mapping 2D atau ERT (*Electrical Resistivity Tomography*). Nilai resistivitas semu didapatkan dengan faktor geometri (K) yaitu (Milsom, 2003 : dalam Maulana, 2015):



Gambar 2.6 Konfigurasi Wenner (Milsom, 2003 : dalam Maulana, 2015)

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam kegiatan pengukuran menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan susunan jarak spasinya sama panjang, yaitu $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = a$, dimana r adalah jarak antar elektroda. Dalam konfigurasi wenner yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dimana $C_1 P_1 = P_1 P_2 = P_2 C_2 = a$, maka faktor geometri konfigurasi Wenner dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Milsom, 2003 : dalam Maulana, 2015):

$$\begin{aligned}
 K_w &= \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1}\right) - \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2}\right)} \\
 &= \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \\
 &= \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a}\right)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{2\pi}{\frac{2}{a} - \frac{2}{2a}}$$

$$= \frac{2\pi}{\frac{4a - 2a}{2a}} = \frac{2\pi}{\frac{2a}{2a^2}} = \frac{2\pi}{\frac{1}{a}}$$

$$K_w = 2\pi a \quad (2.18)$$

sedangkan resistivitas pada konfigurasi Wenner adalah (Milsom, 2003 : dalam Maulana, 2015):

$$\rho_w = K_w \frac{\Delta V}{I} \quad (2.19)$$

dengan:

ρ_w = resistivitas semu.

K_w = faktor geometri.

a = jarak elektroda.

ΔV = beda potensial.

I = besarnya arus.

Adapun besarnya nilai potensial berbanding terbalik dengan jari-jari bidang ekuipotensial, dimana jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial (a) mempengaruhi besarnya beda potensial yang terukur. Hal ini disebabkan karena semakin besar jarak elektroda, maka jari-jari bidang ekuipotensial akan makin besar, sehingga potensial yang ditimbulkan akan makin kecil. Hal tersebut dinyatakan dalam persamaan (Vebrianto, 2016):

$$V_{P1} = \frac{A_1}{r} \quad (2.20)$$

$$V_{P2} = \frac{A_2}{r} \quad (2.21)$$

Menurut Milsom (2003), Pengambilan data menggunakan metode geolistrik resistivitas, idealnya dilakukan pada permukaan tanah yang memiliki topografi landai, namun pada kenyataan di lapangan topografinya sangat bervariasi. Sehingga, dengan demikian kemiringan permukaan tanah dapat diabaikan apabila kemiringannya kurang dari 15°.

2.4. Wenner Alpha (α)

Konfigurasi wenner Alpha (α) memiliki konfigurasi elektroda potensial yang berada diantara elektroda arus yang tersusun dari C₁-P₁-P₂-C₂. Dimana jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya = a . Faktor geometri konfigurasi ini adalah $K = 2\pi a$. Menurut Loke (1999), konfigurasi wenner Alpha (α) memiliki kelebihan dan kelemahan, diantaranya:

1. Konfigurasi elektroda Wenner Alpha sangat sensitif terhadap perubahan lateral setempat dan dangkal. Hal tersebut terjadi karena anomali geologi diamati oleh elektroda C₁ dan P₁ berkali-kali. Namun demikian untuk jarak C-P yang lebih pendek, daya tembus (penetrasi) lebih besar, sehingga berlaku untuk eksplorasi yang lebih dalam.
2. Karena bidang *equipotensial* untuk benda homogen berupa bola, maka data-data lebih mudah diproses dan dimengerti. Disamping itu nilai error kecil.

3. Karena sensitif terhadap perubahan-perubahan ke arah lateral di permukaan, konfigurasi ini banyak digunakan untuk penyelidikan geotermal.

2.5. Deskripsi Wilayah Penelitian

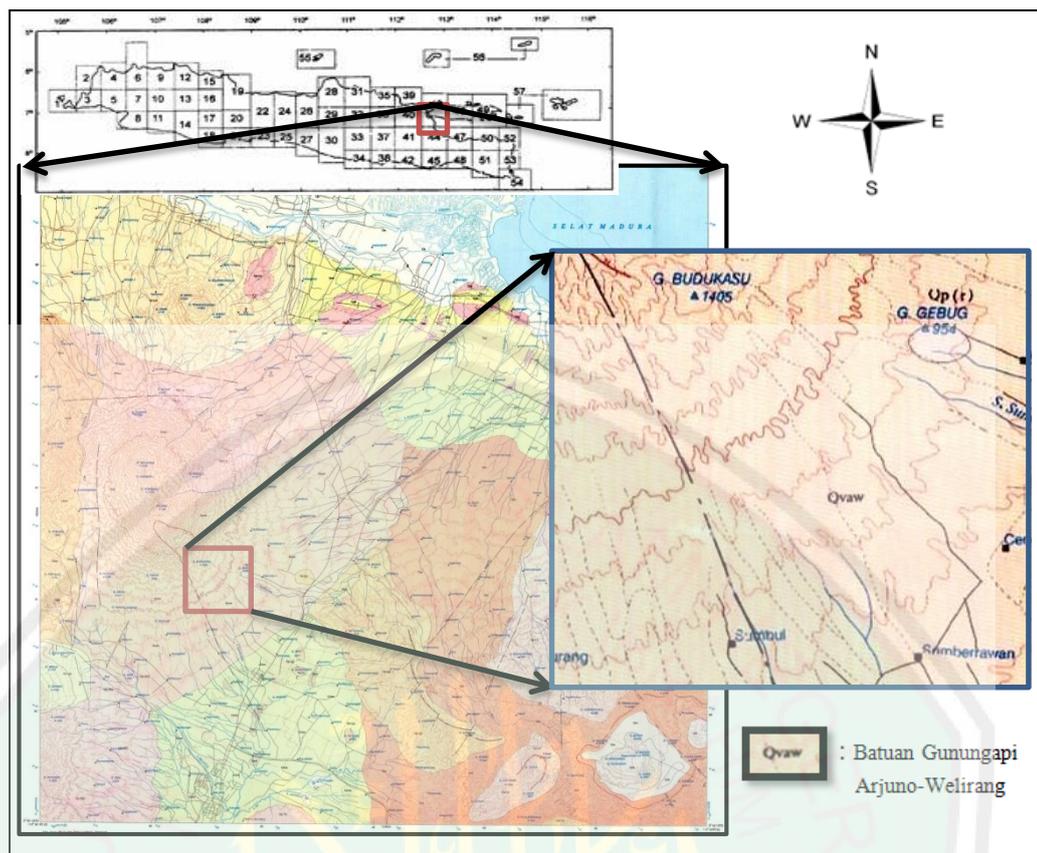
Secara administratif, Kecamatan Singosari termasuk dalam wilayah Kabupaten Malang, yang merupakan kabupaten terluas kedua di wilayah Jawa Timur. Secara geografis, Kabupaten Malang terletak pada koordinat $7^{\circ}44'55,11''$ sampai $8^{\circ}26'35,45''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}17'10,90''$ sampai $112^{\circ}57'00,00''$ Bujur Timur, dengan luas $3,526 \text{ km}^2$. Kabupaten Malang memiliki 33 kecamatan, salah satunya adalah Kecamatan Singosari yang berada di sebelah utara Kabupaten Malang dan terletak pada ketinggian 400 – 700 meter di atas permukaan laut, dengan luas wilayah $\pm 68,23 \text{ km}^2$ (Dinas Kominfo Kabupaten Malang, 2017). Kecamatan Singosari merupakan salah satu pusat sumber daya alam yang ada di Kabupaten Malang, karena termasuk dalam wilayah dataran tinggi yang terletak di bawah kaki Gunung Arjuno (dengan ketinggian $\pm 3,339 \text{ mdpl}$). Dimana dalam hal ini, pada Kecamatan Singosari terdapat tambang pasir vulkanik dan batuan-batuan.

Berdasarkan kondisi Topografi, Kabupaten Malang dapat dibedakan menjadi 3 satuan daerah, yaitu daerah dataran rendah atau daerah lembah (dengan ketinggian antara 0 – 500 mdpl) yang terletak di wilayah pesisir selatan dan di bagian tengah wilayah Kabupaten Malang. Daerah dataran tinggi merupakan daerah perbukitan kapur (dengan ketinggian antara 0 – 650 mdpl) yang terletak di wilayah selatan. Daerah pegunungan merupakan daerah dengan ketinggian di atas 650 meter, dimana pada bagian timur adalah daerah lereng Bromo-Tengger-Semeru dengan ketinggian 500 – 3.600 mdpl yang membujur dari utara ke selatan, dan pada bagian

barat sampai barat laut adalah daerah lereng Gunung Kawi, Gunung Panderman dan Gunung Arjuno dengan ketinggian 500 – 3.300 mdpl (Dinas Kominfo Kabupaten Malang, 2017).

Berdasarkan Geomorfologi, Menurut Nahrowi dkk (1978), lembar geologi Malang terletak pada Lajur Formasi Solo-Gunungapi kuartar yang di apit oleh Lajur Formasi Kendeng di bagian utara dan Lajur Formasi Pegunungan Selatan di bagian selatan. Lajur Formasi Solo-Gunungapi kuartar ini menindih Formasi Jombang dan Formasi Kabuh yang berada dibawahnya. Formasi ini sebagian besar tersusun dari batuan-batuan yang meliputi batuan sedimen, breksi gunungapi, piroklastik, lava, dan batuan beku (Santoso dan Suwarti, 1992).

Struktur geologi yang terdapat di lembar Malang dipengaruhi oleh tektonika yang diperkirakan berlangsung semenjak akhir Plistosen Awal hingga Holosen. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya sesar, lipatan lemah, kelurusan, kawah, gawir, dan barangko. Sesar terjadi pada batuan gunungapi kuartar, yang terdiri dari sesar geser yang diperkirakan berlangsung pada akhir Plistosen Akhir, terjadi pada batuan gunungapi Tengger dan memotong kawah Tengger sehingga gawir kawah sebelah timur menjadi lebih rendah dibandingkan dengan gawir lainnya. Sedangkan sesar bongkah diperkirakan berlangsung pada akhir Plistosen Tengah, yang terjadi pada batuan gunungapi Gendis dan memotong gawir terjal. Lipatan lemah terjadi pada Formasi Kabuh dan Formasi Jombang (Santoso dan Suwarti, 1992).



Gambar 2.7 Geologi Daerah Penelitian (Santoso dan Suwarti, 1992)

Susunan batuan (Stratigrafi) yang tersingkap di lembar Malang yaitu batuan klastik, epiklastik, piroklastik dan aluvium, yang berumur dari Plistosen Awal hingga Resen. Terdapat dua lajur formasi di lembar stratigrafi Malang, yang pertama Lajur Formasi Kendeng yang tersingkap Formasi Kabuh (*Qpk*), Formasi Jombang (*Qpj*) dan Aluvium (*Qa*). Menurut Koenigswald (1934), Formasi Kabuh (*Qpk*) diperkirakan berumur Plistosen Awal hingga Plistosen Tengah yang terendapkan dalam lingkungan darat dan laut, sehingga ditemukan banyak fosil berupa Cangkang Moluska dan Foram, serta tertindih selaras oleh Formasi Jombang (*Qpj*) yang diperkirakan berumur Plistosen Tengah hingga Plistosen Akhir yang terendapkan pada lingkungan darat dan litoral, yang kemudian tertindih takselaras oleh Lajur Formasi Solo-Gunungapi kuartar (Santoso dan Suwarti, 1992).

Lajur Formasi yang kedua adalah Formasi Solo-Gunungapi kuartar diperkirakan berumur Plistosen Akhir hingga Holosen yang terendapkan pada lingkungan darat, dimana sebagian besar tersingkap batuan epiklastik dan piroklastik yang terbagi atas batuan gunungapi anjasmara tua (*Qpat*), batuan gunungapi kuartar bawah, batuan gunung kuartar tengah, formasi welang (*Qpw*), tuf-malang (*Qvtm*), batuan gunungapi arjuno-welirang (*Qvaw*) dan batuan gunungapi tengger (*Qvt*), batuan gunungapi kuartar atas, tuf-robano (*Qvtr*), batuan gunungapi bromo, pasir gunungapi tengger dan endapan rombakan cemaratiga, serta endapan teras (Santoso dan Suwarti, 1992).

Secara geologi, survei geolistrik resistivitas yang dilakukan di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, berada pada stratigrafi Formasi batuan Gunungapi Arjuno-Welirang (*Qvaw*) yang merupakan batuan epiklastik dan piroklastik hasil erupsi Gunungapi Arjuno-Welirang, yang berumur Plistosen Akhir dan tersusun dari breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat dan lahar, yang sebagian besar berbentuk butiran pasir hingga bom (berupa batu-batu besar).

2.6. Intregasi Al-Qur'an

Keberadaan pasir vulkanik di lokasi penelitian merupakan akibat dari serangkaian aktivitas vulkanik gunungapi Arjuno-Welirang dan terbukti dari singkapan pasir yang terlihat di area tambang pasir. Manfaat dari pasir vulkanik itu sendiri dapat digunakan dalam berbagai hal, seperti dalam bidang pertanian, indsutri, pembangunan insfrastruktur. Maka dari itu, kiranya perlu dilakukan penelitian untuk mengeksplorasi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik di lokasi tersebut. Sebagaimana firman Allah SWT pada surat Al-Muzammil ayat 14 :

يَوْمَ تَرْجُفُ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ وَكَانَتِ الْجِبَالُ كَثِيْبًا مَّهِيلًا

Artinya : “(Ingatlah) pada hari (ketika) bumi dan gunung-gunung berguncang keras, dan menjadilah gunung-gunung itu seperti onggokan pasir yang dicurahkan.”

Pada ayat tersebut digambarkan pada saat hari kiamat akan terjadi guncangan-guncangan yang disebabkan oleh letusan gunungapi, bahwa secara spesifik letusan tersebut akan mengeluarkan pasir-pasir yang berterbangan dan ada disekitar dataran merupakan hasil aktivitas gunungapi. Proses keluarnya pasir tersebut dibarengi dengan keluarnya batu-batuan yang berukuran kecil hingga besar akibat dari material dalam bumi yang termuntahkan pada proses erupsi atau letusan gunungapi. Penelusuran untuk mengidentifikasi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik ini tentu membutuhkan penelitian. Adapun petunjuk untuk melakukan eksplorasi material pasir vulkanik ini telah dijelaskan dalam firman Allah SWT yang termaktub pada surat Ar-Rahman ayat 33 :

يَمْعَشِرَ الْجِنَّ وَالْإِنْسِ إِنْ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَتَّقُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ

Artinya : “Wahai golongan jin dan manusia! Jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya kecuali dengan kekuatan (dari Allah).”

Dari ayat diatas, kita dapat mengambil kesimpulan bahwa manusia sebagai makhluk Allah SWT diberikan kesempatan untuk melakukan upaya-upaya atau eksperimentasi untuk mengambil pengetahuan dan pemahaman dari apa yang ada dilangit dan bumi. Dalam proses mencapai pengetahuan dan pemahaman dari apa yang ada di langit dan bumi dibutuhkan prasyarat berupa ilmu pengetahuan. Sebagaimana manusia sebagai makhluk berakal yang senantiasa diperintahkan untuk berfikir agar dapat mengambil manfaat dari apa yang ada di langit dan bumi.

Ilmu geofisika merupakan salah satu instrumen untuk mencapai pengetahuan dan pemahaman apa yang ada bumi. Dimana bidang ilmu geofisika digunakan untuk mempelajari gejala-gejala apa yang di bumi. Berbagai metode yang terdapat dalam geofisika adalah pendekatan untuk memudahkan manusia dalam menggambarkan, menginterpretasikan, memperkirakan gejala-gejala kebumihan. Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk eksplorasi dan mengidentifikasi struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas material batuan.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang identifikasi sebaran pasir vulkanik yang dilaksanakan pada bulan Maret 2020 berada di dusun Petungwulung desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang di sekitar wilayah tambang pasir vulkanik yang bertujuan untuk mengetahui potensi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik di daerah tersebut. Daerah penelitian yang dimaksud terdapat di sekitar singkapan pasir vulkanik.



Gambar 3.1 Desain Akuisisi Data (*google earth*)

Adapun penelitian ini mengambil 3 lintasan (*line*) yang meliputi :

1. Lintasan 1 membentang sepanjang 240 meter dari barat daya ke timur laut pada koordinat $7^{\circ}49'0.90''$ sampai $7^{\circ}49'54.66''$ LS dan $112^{\circ}38'59.40''$ sampai $112^{\circ}39'03.72''$ BT.

2. Lintasan 2 membentang sepanjang 200 meter dari barat laut ke tenggara pada koordinat $7^{\circ}49'54.42''$ sampai $7^{\circ}49'59.58''$ LS dan $112^{\circ}39'04.80''$ sampai $112^{\circ}39'07.68''$ BT.
3. Lintasan 3 membentang sepanjang 200 meter dari barat daya ke timur dengan koordinat $7^{\circ}50'04.44''$ sampai $7^{\circ}50'0.72''$ LS dan $112^{\circ}39'05.52''$ sampai $112^{\circ}39'10.86''$ BT.

3.2. Peralatan Penelitian

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

- | | | |
|---|----|------|
| 1. Resistivimeter merk McOhm Oyo | 1 | unit |
| 2. Elektroda (stainless) | 4 | unit |
| 3. Kabel Roll 80 m | 4 | unit |
| 4. Capit buaya Electroda | 64 | unit |
| 5. Handy Talky | 6 | unit |
| 6. Accu kering (26 Amper/12 Volt) | | |
| 7. Sarung Tangan. | | |
| 8. Palu | 6 | unit |
| 9. <i>Global Positioning System</i> Garmin N76 (GPS). | | |
| 10. Meteran | | |
| 11. Kamera | | |
| 12. Payung | | |
| 13. Peta Geologi | | |
| 14. Seperangkat Laptop | | |

15. Software (*Microsoft Office* dan *Res2Dinv*)

16. Alat Tulis dan Buku Kerja

3.3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.3.1. Akuisisi Data

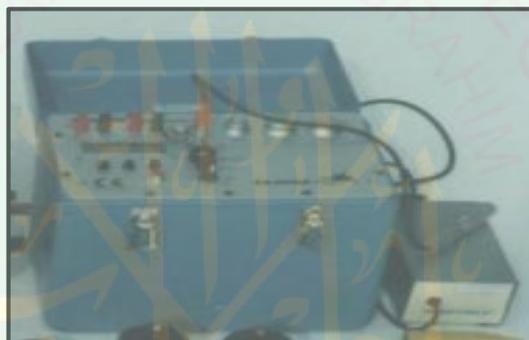
Data Resistivitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang didapatkan dari proses akuisisi data di lapangan (lokasi penelitian). Penelitian ini dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Sebelum melakukan pengambilan data di lapangan terlebih dahulu dilakukan survei lokasi dan mengumpulkan referensi pendukung yang meliputi informasi geologi dan informasi geofisika lainnya, sehingga memudahkan dalam pengambilan data di lapangan. Setelah itu baru dilakukan pengambilan data (*akuisisi data*) yang dilakukan dengan dua tahapan.

Tahap yang pertama yaitu dengan menentukan titik dan lintasan akuisisi data di sekitar area singkapan tambang pasir vulkanik. Penentuan titik dan lintasan akuisisi data ini dilakukan dengan melakukan *tracking* di lapangan untuk mencari koordinat singkapan dan membuat desain akuisisi data melalui software *google earth*. Tahap yang kedua yaitu melakukan pengukuran dilapangan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Kemudian dari proses akuisis data ini akan diperoleh data nilai resistivitas semu yang terdapat di lapangan (lokasi penelitian).

Metode akuisisi data geolistrik resistivitas dilakukan dengan mengukur nilai resistivitas batuan, dengan menggunakan konfigurasi wenner Alpha. Alat yang digunakan adalah geolistrik *resistivitymeter McOhm Oyo*. Penyelidikan yang

digunakan adalah penyelidikan secara *mapping*, dimana pengambilan data dengan cara *mapping* menggunakan konfigurasi wenner Alpha yang dilakukan dengan menyamakan tiap spasi elektroda pada panjang tiap lintasan target (secara konstan). Data yang didapat berupa data primer, antara lain :

1. Jarak antar elektroda (jarak elektroda AB dan MN)
2. Jarak antar titik mapping horizontal
3. Besar arus yang diinjeksikan (I)
4. Beda potensial yang terjadi (ΔV)
5. Nilai resistansi (R)

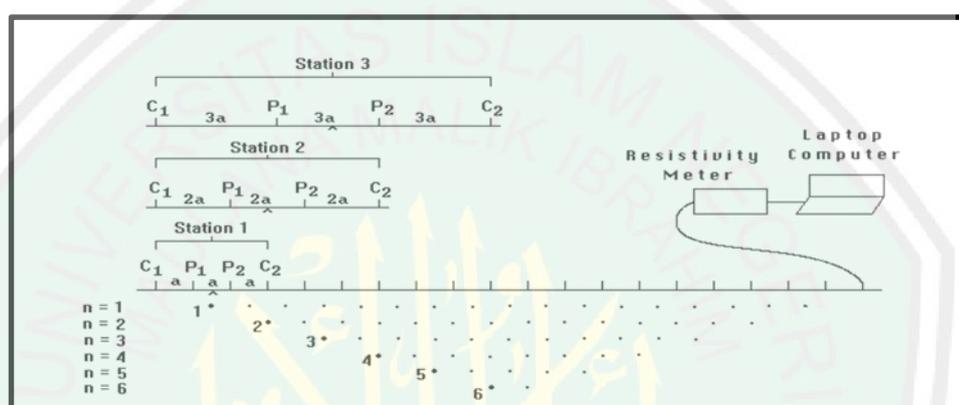


Gambar 3.2 Resistometer McOhm Oyo

Proses pengambilan data *mapping* horizontal di sebar di sekitar singkapan pasir vulkanik. Prosedur *mapping* horizontal untuk konfigurasi Wenner Alpha dengan menggunakan *resistivitymeter McOhm Oyo* adalah sebagai berikut:

1. Membentangkan *resistivity cable* sepanjang lintasan yang akan diukur sesuai dengan *line* yang sudah ditentukan.
2. Menempatkan elektroda-elektroda dengan jarak yang sama.
3. Menyusun rangkaian resistivitas berdasarkan konfigurasi Wenner alpha.
4. Kemudian dicatat posisi koordinat *datum point* serta ketinggian.

5. Mengaktifkan resistometer kemudian diinjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda yang sudah terpasang.
6. Mencatat kuat arus listrik (i), beda potensial (ΔV), dan nilai resistansi (R) yang terukur pada resistimeter.
7. Lalu berpindah ke lintasan berikutnya dan dilakukan sesuai urutan prosedur 1-4. Untuk posisi titik datum tampak pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema pengambilan data *mapping* (Milsom, 2003)

3.3.2. Pengolahan Data

Data geolistrik *mapping* yang diperoleh dari lapangan diolah dengan menggunakan Res2Dinv. Data yang diperoleh dari lapangan kemudian di inversi dengan menggunakan *software* Res2Dinv. Metode inversi dilakukan untuk memunculkan tiga penampang melintang, dimana penampang yang pertama merupakan penampang hasil penampang data yang terukur di lapangan, penampang yang kedua merupakan hasil model data yang di buat oleh *software* Res2Dinv. Prinsip kerja dari metode inversi ini adalah mencocokkan data penampang pertama yang didapat dari akuisis data dengan data penampang kedua yang didapat dari perhitungan menjadi semirip mungkin sehingga nilai *error* yang

dihasilkan semakin kecil. Pencocokan model ini kemudian akan didapatkan model 2D yang merepresentasikan model bawah permukaan.

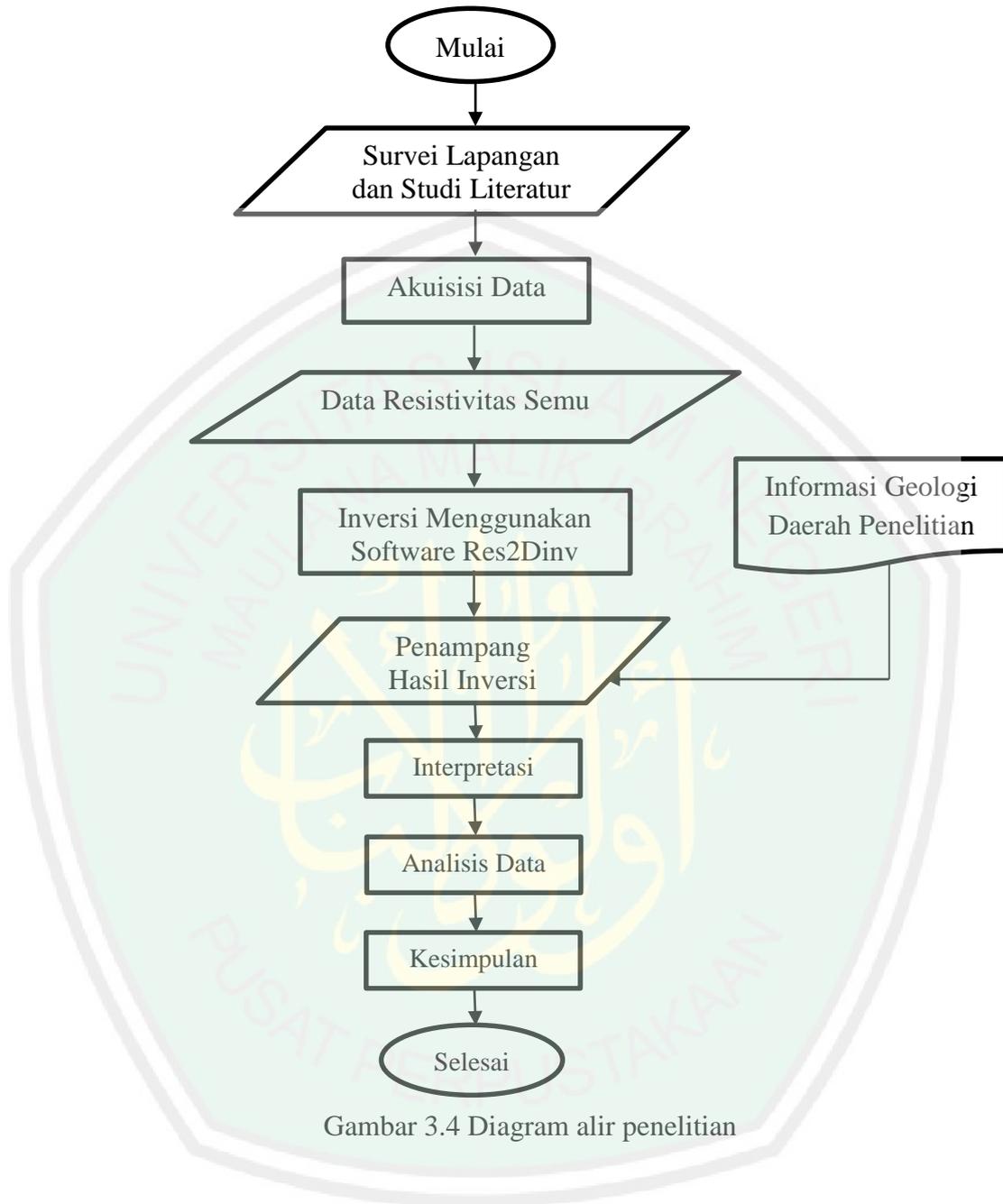
3.3.3. Interpretasi Data

Interpretasi data dilakukan pada penampang model hasil inversi data yang dilakukan dengan *software* Res2Dinv berupa penampang horizontal dan citra warna. Interpretasi yang dilakukan pada penampang tersebut didasarkan pada nilai resistivitas batuan yang dihasilkan dan dibandingkan atau disesuaikan dengan kenampakan singkapan pasir vulkanik terdekat dari lintasan akuisisi data. Perbedaan citra warna menunjukkan perbedaan nilai resistivitas dari setiap batuan. Hal ini dikarenakan setiap batuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda, sehingga dapat mengidentifikasi sebaran pasir vulkanik di bawah permukaan pada daerah penelitian.

3.3.4. Analisis Data

Data yang telah diinterpretasi kemudian dilakukan proses analisa untuk mengetahui pola dan posisi sebaran dari pasir vulkanik dilokasi penelitian. Data yang diperoleh ini kemudian dicocokkan dengan informasi geologi dan informasi keberadaan singkapan pasir vulkanik dilokasi penelitian untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaannya.

3.3.5. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasir vulkanik merupakan material yang berasal dari erupsi gunungapi. Erupsi gunungapi sendiri adalah aktivitas letusan gunungapi yang mengeluarkan material-material berupa gas, cair, dan material padat. Banyaknya material yang dikeluarkan tersebut bergantung pada lemah dan kuatnya tekanan gas yang mendorong material dalam bumi (utamanya magma) untuk keluar. Pasir vulkanik yang merupakan salah satu komponen material vulkanik hasil erupsi gunungapi yang terkategori material padat (Nandi, 2006). Sebaran pasir vulkanik ini berada pada sekitar gunungapi aktif dalam radius yang relatif dekat (terkadang juga jauh) dengan kawah gunungapi dan jumlahnya cukup bervariasi.

Metode geofisika yang digunakan untuk mengidentifikasi sebaran keberadaan pasir vulkanik pada struktur bawah permukaan tanah adalah metode geolistrik resistivitas. Akuisisi data di lapangan yang dilakukan memperoleh data berupa nilai resistivitas semu, kuat arus, dan beda potensial. Data yang diperoleh nantinya akan diolah menggunakan *software* dan menghasilkan penampang 2D yang memperlihatkan distribusi nilai resistivitas batuan di bawah permukaan. Data resistivitas hasil dari pengolahan *software* tersebut kemudian diinterpretasikan dan dianalisis sehingga dapat diketahui sebaran pasir vulkaniknya.

5.1 Akuisisi Data

Pada penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik ini menggunakan metode geolistrik resistivitas. Metode ini menggunakan konfigurasi wenner alpha karena pengaturan posisi elektroda relatif

mudah dan sensitivitas terhadap batuan di bawah permukaan relatif tinggi. Alat yang digunakan untuk akuisisi data adalah Geolistrik *McOhm Oyo*. Selain resistivimeter sebagai alat utama untuk akuisisi, ada juga 32 elektroda yang digunakan sebagai elektroda arus dan potensial, sebuah aki / *power supply* yang digunakan sebagai sumber arus listrik yang diinjeksikan, ada juga 2 buah GPS Garmin yang digunakan untuk mengetahui titik koordinat dan ketinggian pada setiap titik datum, dan 4 gulung kabel dengan panjang masing-masing gulungnya mencapai 200 meter yang digunakan untuk mentransmisikan arus listrik ke setiap elektroda. Pengambilan data dilakukan pada 3 lintasan dengan panjang lintasan 1 adalah 240 meter, panjang lintasan 2 dan 3 adalah 200 meter. Jarak antar elektroda pada lintasan 1 sampai 3 adalah 10 meter. Letak lintasan 1 sampai 3 berada pada barat (lintasan 1), utara (lintasan 2), timur (lintasan 3) singkapan tambang pasir. Akuisisi data ini menggunakan *worksheet* untuk mencatat beberapa nilai yang tercatat pada *resistivimeter*; seperti beda potensial, arus listrik, dan resistansi yang ketiga besaran tersebut dicatat pada satu *worksheet* yang sama. Sementara untuk pencatatan koordinat dan ketinggian titik datum dicatat pada *worksheet* yang berbeda.

Prinsip kerja dari metode resistivitas ini adalah saat arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi menggunakan dua elektroda arus A (C_1) dan B (C_2). Kesemua elektroda harus tertancap dengan baik untuk memastikan arus listrik yang diinjek ke bawah permukaan. Arus yang diinjeksikan melalui elektroda arus AB akan menghasilkan beda potensial di bawah permukaan yang kemudian akan diterima oleh elektroda M (P_1) dan N (P_2) sehingga nilai resistivitas semu setiap material di bawah permukaan akan terbaca oleh alat *resistivimeter*. Pada konfigurasi wenner alpha,

posisi elektroda arus (C) dan elektroda potensial secara urut C₁-P₁-P₂-C₂. Setelah kesemua elektroda ditancapkan pada posisinya masing-masing, arus diinjeksikan dengan *range* variasi nilai *I* sesuai kebutuhan penetrasi arus pada lapisan batuan melalui elektroda AB yang dianggap sebagai sumber titik. Nilai resistivitas semu dapat diperoleh dari perhitungan data lapangan dengan mengetahui nilai resistansi (R). Sementara nilai resistansi yang terukur merupakan nilai resistansi untuk seluruh lapisan, karena di bawah permukaan bumi terdapat beberapa lapisan batuan dengan material penyusun yang berbeda-beda dengan nilai konduktivitas yang relatif bervariasi. Semakin tinggi nilai konduktivitas, maka semakin rendah nilai resistivitas suatu material, begitulah sebaliknya.

Titik datum pada setiap lintasan diukur menggunakan GPS Garmin untuk mendapatkan data topografi berupa bujur timur, lintang selatan, dan ketinggian pada tiap titik datum. Berikut ini adalah titik koordinat setiap lintasan yang diukur:

1. Lintasan 1 membentang sepanjang 240 meter dari barat daya ke timur laut pada koordinat 7°49'0.90" sampai 7°49'54.66" LS dan 112°38'59.40" sampai 112°39'03.72" BT.
2. Lintasan 2 membentang sepanjang 200 meter dari barat laut ke tenggara pada koordinat 7°49'54.42" sampai 7°49'59.58" LS dan 112°39'04.80" sampai 112°39'07.68" BT.
3. Lintasan 3 membentang sepanjang 200 meter dari barat daya ke timur dengan koordinat 7°50'04.44" sampai 7°50'0.72" LS dan 112°39'05.52" sampai 112°39'10.86" BT.

5.2 Hasil Akuisisi Data

Akuisi data yang dilakukan di lapangan memperoleh dua macam data, yaitu berupa data resistansi (R), arus listrik (I), beda potensial (ΔV) yang terbaca pada *resistivitymeter* dan data topografi (titik koordinat dan elevasi) masing-masing elektroda yang didapat dari pembacaan di GPS Garmin. Proses pengolahan data yang dihasilkan dari akuisisi data di lapangan berupa data resistivitas semu batuan, selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan pasir vulkanik pada daerah penelitian yang berada pada sekitar singkapan tambang pasir di Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.

Seluruh proses akuisisi data dilapangan memperoleh data sebanyak 218 data. Rincian data yang didapat dari lintasan 1 sebanyak 92 data dengan delapan kali pengulangan ($n=8$), lintasan 2 sebanyak 63 data dengan enam kali pengulangan ($n=6$), lintasan 3 sebanyak 63 data dengan enam kali pengulangan ($n=6$).

5.3 Pengolahan Data

Data yang diinput pada *software* Res2dinv didapat dari perolehan saat akuisisi data dilapangan yang ditulis di *worksheet* kemudian didigitasikan di Ms. Excel. Pada data yang sudah digitasikan tersebut kemudian dipilih nilai resistansi (R), titik datum, dan spasi elektrodanya untuk dipindah ke *notepad* dan disimpan dengan format *.dat*.

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *software* Res2Dinv. Keluaran yang dihasilkan dari *software* ini adalah model penampang bawah permukaan yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Hasil inversi Res2dinv akan didapat tiga model penampang bawah permukaan; perhitungan data

lapangan (*measured apparent resistivity pseudosection*), model yang dibuatkan oleh software (*calculated apparent resistivity pseudosection*), dan hasil inversi data (*inverse model resistivity section*). Prinsip dari inversi adalah penyesuaian kurva pada data dengan kurva pada model. Model yang diperoleh melalui proses inversi akan selalu memiliki nilai *Root Mean Squared (RMS) Error*. Semakin mirip kurva data dengan kurva model, maka nilai *RMS error* yang terdapat pada *inverse model resistivity* semakin kecil. Apabila semakin kecil nilai *RMS error* maka model penampang bawah permukaan semakin sesuai dengan kondisi bawah permukaan sebenarnya. Apabila nilai *RMS error* pada hasil inversi masih dirasa besar, maka akan dilakukan pengurangan *error* tersebut. *RMS error* ini menunjukkan tingkat perbedaan dari pengukuran nilai resistivitas material terhadap nilai resistivitas material yang sebenarnya. Iterasi dapat dilakukan beberapa kali untuk menurunkan nilai *error*. Iterasi merupakan proses perhitungan ulang dari data yang dimasukkan dalam fungsi matematis yang sama secara berulang-ulang untuk memperoleh hasil yang diinginkan (Loke, 1999). Cara lain untuk memperkecil nilai *error* adalah dengan menghilangkan titik datum yang posisinya tidak ideal dengan titik datum yang lain. Cara untuk menghilangkan titik datum yang nilainya tidak ideal pada software Res2dinv adalah dengan mencari pilihan menu *exterminate bad datum points* setelah memilih *edit* pada *toolbar* Res2dinv.

5.4 Interpretasi Data

Interpretasi data yang dilakukan ini untuk mengidentifikasi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik pada seluruh lintasan akuisisi data, sehingga dapat diketahui macam-macam lapisan bawah permukaan daerah penelitian. Apabila dilihat dari

variasi warna pada penampang hasil inversi oleh *software* Res2dinv kemudian disesuaikan dengan nilai resistivitas pasir vulkanik pada tabel resistivitas dan singkapan pasir vulkanik serta data pendukung berupa peta geologi lembar Malang.

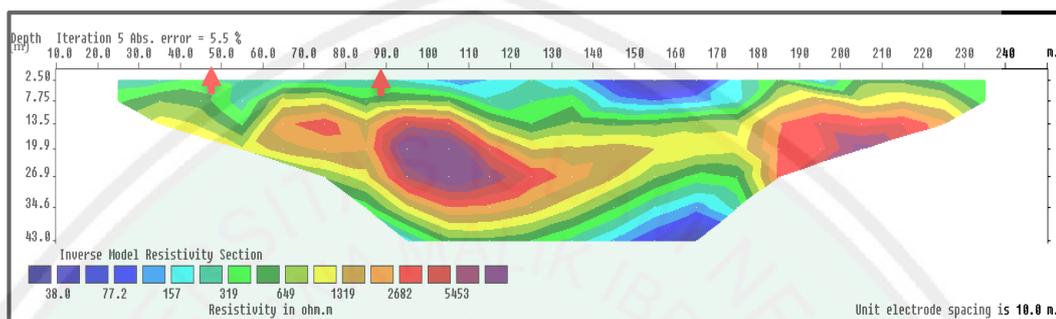
Penampang 2 dimensi yang didapat dari hasil pengolahan *software* Res2dinv diwakili oleh variasi warna. Warna-warna dari penampang 2D tersebut merepresentasikan besaran nilai resistivitas tertentu yang digunakan untuk pendugaan struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas material dan lembar peta geologi area penelitian.

4.4.1. Lintasan 1

Lintasan pertama berada pada koordinat $7^{\circ}49'0.90''$ sampai $7^{\circ}49'54.66''$ LS dan $112^{\circ}38'59.40''$ sampai $112^{\circ}39'03.72''$ BT. Pada lintasan pertama dengan panjang kabel 240 meter dan ditancapkan 25 elektroda dengan spasi antar elektrofa (a) 10 meter. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasi berdasarkan variasi nilai resistivitas material batuan di bawah permukaan. Pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2dinv ini didapatkan penampang hasil inversi yang memberikan gambaran struktur bawah permukaan tanah. Pendugaan struktur bawah permukaan tersebut akan menyesuaikan macam-macam warna pada penampang 2D berdasarkan nilai resistivitas dan lembar geologi pada area lintasan penelitian. Keseluruhan data yang didapat dari proses akuisisi data adalah sebanyak 92 data. Sementara ragam nilai resistivitas yang didapat dari hasil inversi berada dikisaran $38 \Omega\text{m}$ hingga $5453 \Omega\text{m}$.



Gambar 4.1 Singkapan Terdekat Dengan Line Pertama (Berjarak 10 Meter)



Gambar 4.2 Model Penampang 2D Lintasan Pertama

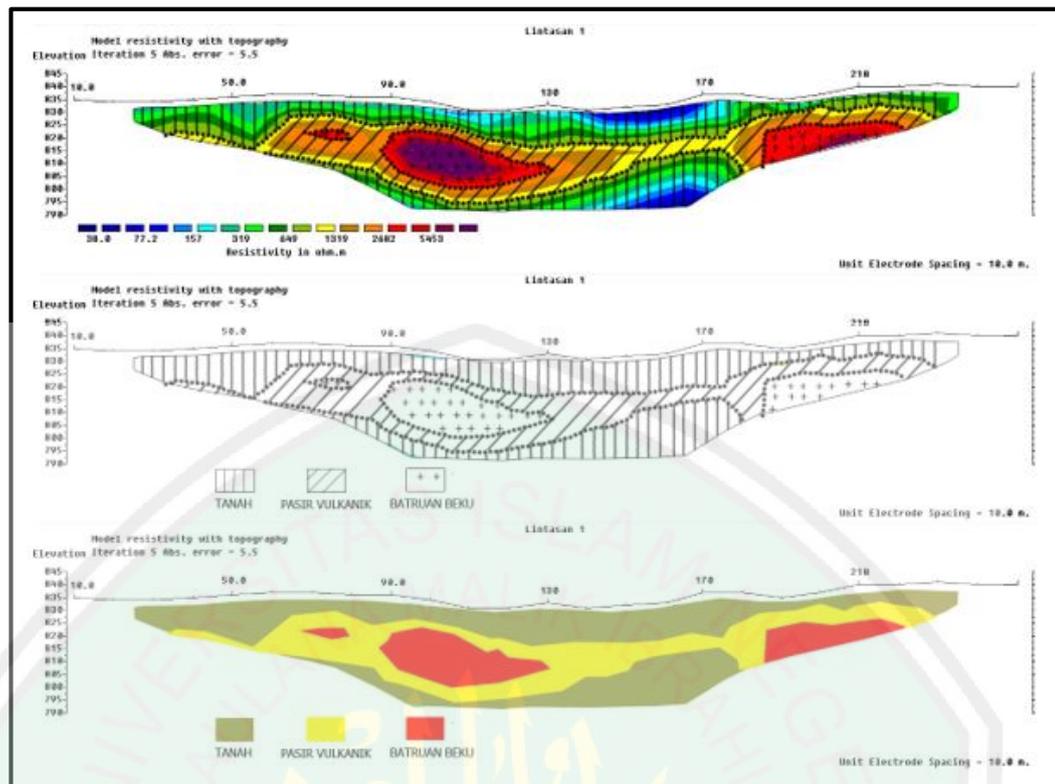
Gambar 4.1 adalah gambar singkapan yang berjarak ± 10 meter dari lintasan pertama. Gambar tersebut memperlihatkan, bahwa singkapan didominasi dengan lapisan tanah di atas dan lapisan pasir vulkanik di bawahnya. Gambar 4.2 merupakan gambar penampang hasil inversi 2D, sehingga informasi yang didapat adalah nilai resistivitas material atau batuan di lintasan pertama. Sedangkan tanda panah berwarna merah pada kedua gambar tersebut menunjukkan letak singkapan berdasarkan kesejajaran dengan lintasan pertama. Artinya singkapan yang terdokumentasikan berada pada titik ke 48 meter sampai 89 meter di lintasan pertama.

Gambar penampang 4.2 memiliki kedalaman sebaran yang terdeteksi mulai dari 2,5 meter hingga kedalaman 43 meter dengan pola sebaran yang tidak menentu. Nilai *RMS error* dari proses pengolahan data sebesar 5,5% dengan iterasi sebanyak 5 kali. Interpretasi penampang 2D bawah permukaan berdasarkan citra warna sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Interpretasi Bawah Permukaan Lintasan 1

No	Skala Warna	Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Material
1.	 - 	38 - 649	Tanah
2.	 - 	650 - 2682	Pasir vulkanik
3.	 - 	2683 - >5453	Batuan Beku (Andesit dan basalt)

Lintasan pertama membentang dari arah barat daya ke arah timur laut dengan panjang lintasan sejauh 240 meter. Berdasarkan gambar 4.2 dan tabel 4.1 tersebut, dapat dilihat struktur bawah permukaan lintasan pertama setidaknya terdapat tiga lapisan. Lapisan paling atas dengan nilai resistivitas 38 Ωm – 649 Ωm pada kedalaman \pm 0 – 43 meter diinterpretasikan sebagai lapisan tanah. Keberadaan pasir vulkanik secara akumulatif pada lintasan pertama relatif dominan. Persebaran dibawah permukaan dengan nilai resistivitas 650 Ωm – 2682 Ωm terdapat pada kedalaman \pm 10 - 35 meter dan ketebalan pasir vulkanik pada keberadaan tersebut cukup bervariasi. Pasir vulkanik di lintasan ini diduga berasosiasi dengan batu pasir dan breksi andesit. Lapisan yang terdeteksi sebagai material batuan beku berupa batuan andesit dan basalt dengan nilai resistivitas 2683 Ωm – 5453 Ωm terdapat pada kedalaman \pm 14,5 – 33 meter.



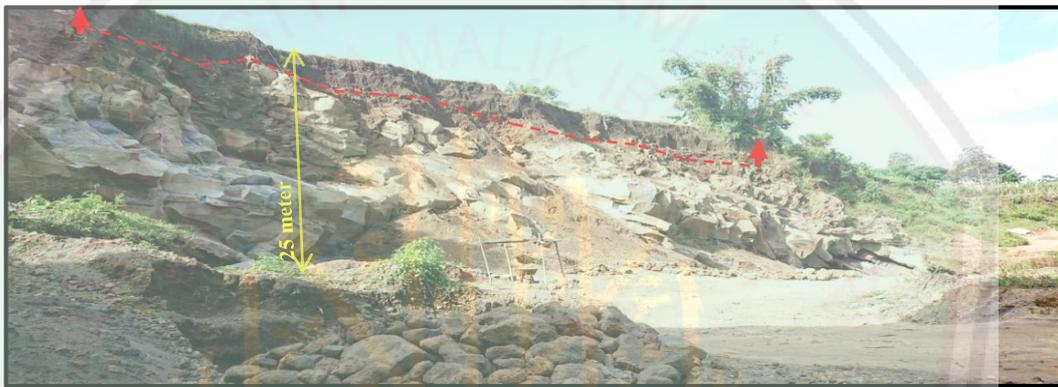
Gambar 4.3 Interpretasi Lintasan Pertama dengan Nilai Topografi; (a) Penampang Hasil Inversi 2D Berarsir Berdasarkan Klasifikasi Lapisan, (b) Model Geologi Lapisan, (c) Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan.

4.4.2. Lintasan 2

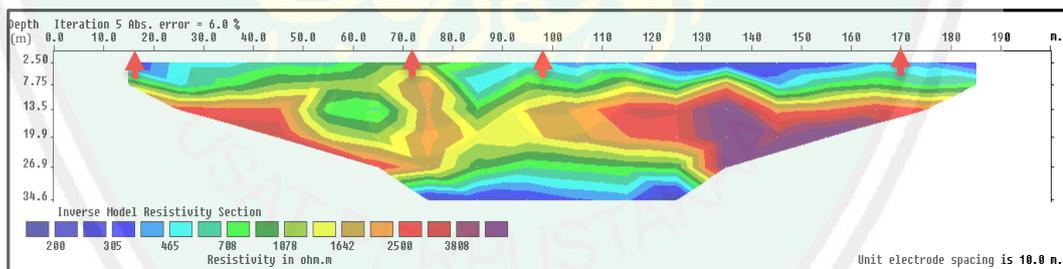
Lintasan kedua berada pada koordinat $7^{\circ}49'54.42''$ sampai $7^{\circ}49'59.58''$ LS dan $112^{\circ}39'04.80''$ sampai $112^{\circ}39'07.68''$ BT. Pada lintasan kedua dengan panjang kabel 200 meter dan ditancapkan 21 elektroda dengan spasi antar elektroda (a) 10 meter. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasi berdasarkan variasi nilai resistivitas material batuan di bawah permukaan. Pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2dinv ini didapatkan penampang hasil inversi yang memberikan gambaran struktur bawah permukaan tanah. Keseluruhan data yang didapat dari proses akuisisi data adalah sebanyak 63 data. Sementara ragam nilai resistivitas yang didapat dari hasil inversi berada dikisaran $200 \Omega\text{m}$ hingga $3808 \Omega\text{m}$.



Gambar 4.4 Sebagian Singkapan Terdekat dengan Lintasan Kedua (Berjarak 115 Meter)



Gambar 4.5 Sebagian Singkapan Terdekat dengan Lintasan Kedua (Berjarak 105 Meter)



Gambar 4.6 Model Penampang 2D Lintasan Kedua

Gambar 4.4 dan gambar 4.5 adalah gambar singkapan yang berjarak ± 105 meter sampai ± 115 meter dari lintasan kedua. Kedua gambar tersebut memperlihatkan, bahwa singkapan tersebut didominasi oleh material tanah, pasir vulkanik, dan batuan beku. Gambar 4.6 merupakan gambar penampang hasil inversi 2D, sehingga informasi yang didapat adalah nilai resistivitas material atau

batuan di lintasan kedua. Sedangkan tanda panah berwarna merah pada ketiga gambar tersebut menunjukkan letak singkapan berdasarkan kesejajaran dengan lintasan kedua. Artinya singkapan yang terdokumentasikan berada pada titik ke 16 meter sampai 72 meter (gambar 4.4) dan 98 meter sampai 170 meter (gambar 4.5) di lintasan kedua.

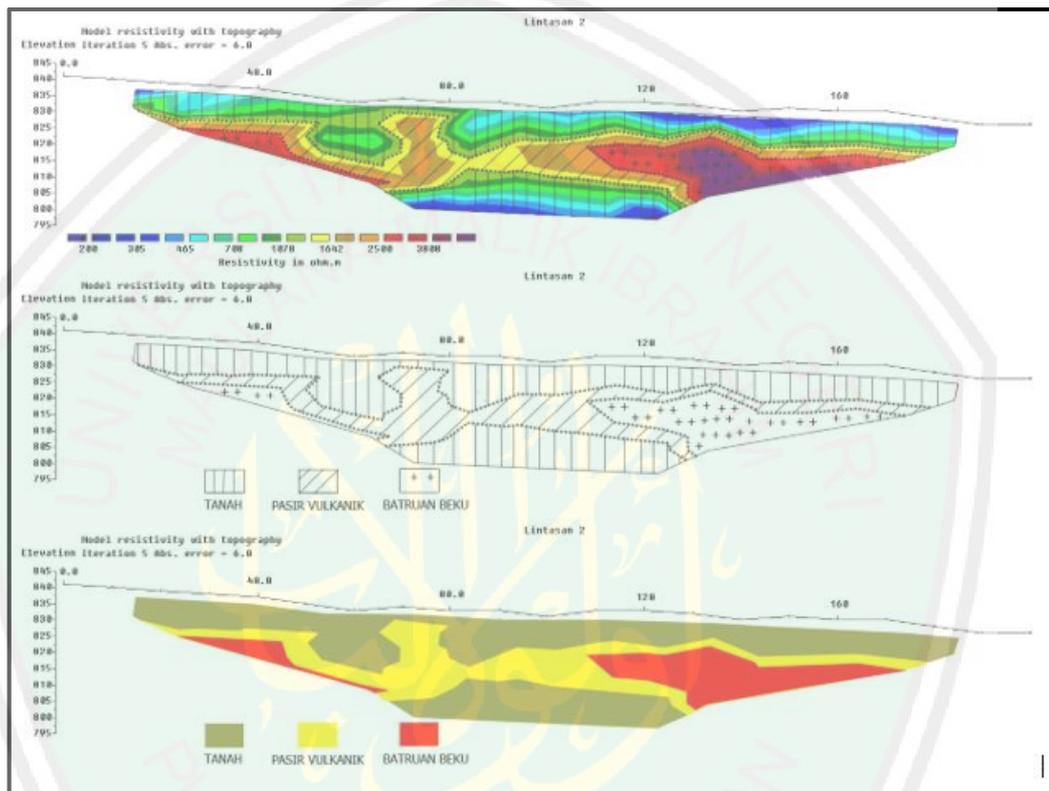
Gambar penampang 4.6 memiliki kedalaman sebaran yang terdeteksi mulai dari 2,5 meter hingga kedalaman 34,6 meter dengan pola sebaran yang tidak menentu. Nilai RMS *error* dari proses pengolahan data sebesar 6% dengan iterasi sebanyak 5 kali. Interpretasi penampang 2D bawah permukaan berdasarkan citra warna sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Interpretasi Bawah permukaan Lintasan 2

No	Skala Warna	Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Material
1.		200 – 1078	Tanah
2.		1079 – 2500	Pasir vulkanik
3.		2501 - >3808	Batuan beku (andesit dan basalt)

Lintasan kedua membentang dari arah barat laut ke arah tenggara dengan panjang lintasan sejauh 200 meter. Berdasarkan gambar 4.6 dan tabel 4.2 tersebut, dapat dilihat struktur bawah permukaan lintasan kedua setidaknya terdapat tiga macam kecenderungan struktur bawah permukaan. Lapisan dengan nilai resistivitas 200 Ωm – 1078 Ωm pada kedalaman ± 0 – 10 meter dan $\pm 27,5$ – 34,6 meter diinterpretasikan sebagai tanah. Keberadaan pasir vulkanik secara akumulatif pada lintasan kedua relatif dominan. Persebaran dibawah permukaan

dengan nilai resistivitas $1079 \Omega\text{m} - 2500 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman $\pm 5 - 30$ meter. Pasir vulkanik pada lintasan ini bercampur atau berasosiasi dengan batuan pasir, batuan lempung, dan breksi andesit. Lapisan yang terdeteksi sebagai material batuan beku berupa batuan basalt dengan nilai resistivitas $2501 \Omega\text{m} - 3808 \Omega\text{m}$ terdapat pada kedalaman $\pm 15 - 38,5$ meter.



Gambar 4.7 Interpretasi Lintasan Kedua dengan Nilai Topografi; (a) Penampang Hasil Inversi 2D Berarsir Berdasarkan Klasifikasi Lapisan, (b) Model Geologi Lapisan, (c) Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan.

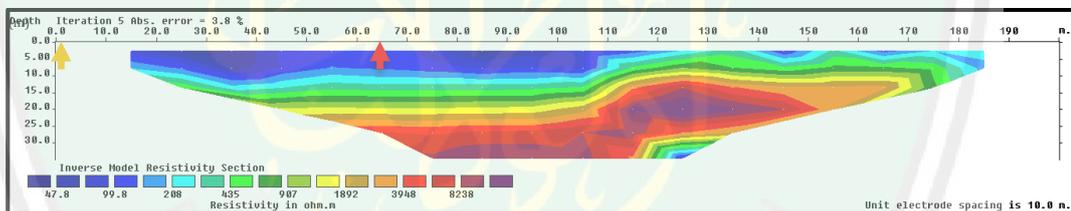
4.4.3. Lintasan 3

Lintasan ketiga berada pada koordinat $7^{\circ}50'04.44''$ sampai $7^{\circ}50'0.72''$ LS dan $112^{\circ}39'05.52''$ sampai $112^{\circ}39'10.86''$ BT. Pada lintasan kedua dengan panjang kabel 200 meter dan ditancapkan 21 elektroda dengan spasi antar elektroda (a) 10 meter. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasi berdasarkan variasi nilai resistivitas material batuan

di bawah permukaan. Pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2din ini didapatkan penampang hasil inversi yang memberikan gambaran struktur bawah permukaan tanah. Keseluruhan data yang didapat dari proses akuisisi data adalah sebanyak 63 data. Sementara ragam nilai resistivitas yang didapat dari hasil inversi berada dikisaran 47,8 Ωm hingga 8238 Ωm .



Gambar 4.8 Singkapan Terdekat Dengan Lintasan Ketiga (Berjarak 20 Meter)



Gambar 4.9 Model Penampang 2D Lintasan Ketiga

Gambar 4.8 adalah gambar singkapan yang berjarak ± 20 meter dari lintasan ketiga. Gambar tersebut memperlihatkan, bahwa singkapan didominasi dengan tanah, pasir vulkanik, dan batuan beku. Gambar 4.9 merupakan gambar penampang hasil inversi 2D, sehingga informasi yang didapat adalah nilai resistivitas material atau batuan di lintasan ketiga. Sedangkan tanda panah berwarna merah dan oranye pada kedua gambar tersebut menunjukkan letak singkapan berdasarkan kesejajaran dengan lintasan ketiga. Artinya singkapan

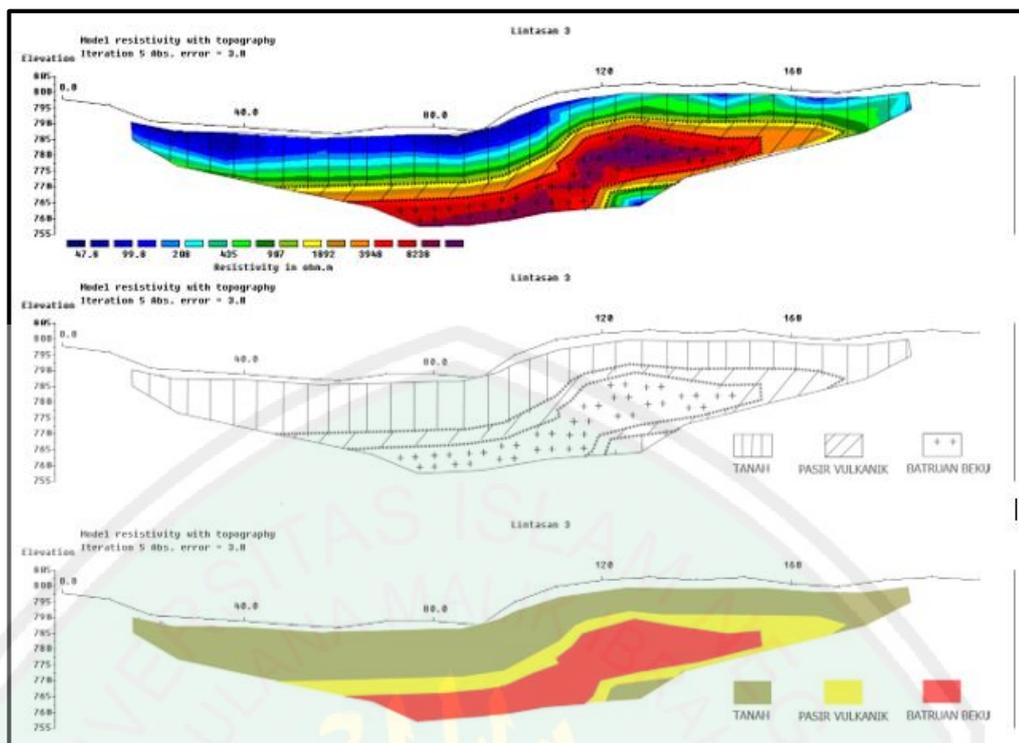
yang terdokumentasikan berada pada titik ke 2 meter sampai 65 meter di lintasan ketiga.

Gambar penampang 4.9 memiliki kedalaman sebaran yang terdeteksi mulai dari 2,5 meter hingga kedalaman 34,6 meter dengan pola sebaran yang tidak menentu. Nilai RMS *error* dari proses pengolahan data sebesar 3,8% dengan iterasi sebanyak 5 kali. Interpretasi penampang 2D bawah permukaan berdasarkan citra warna sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Interpretasi Bawah permukaan Lintasan 3

No	Skala Warna	Nilai Resistivitas (Ω m)	Jenis Material
1.	 - 	47,8 – 907	Tanah
2.	 - 	908 – 3948	Pasir vulkanik
3.	 - 	3949 - >8238	Batuan beku (andesit dan basalt)

Lintasan ketiga membentang dari arah barat daya ke arah timur laut dengan panjang lintasan sejauh 200 meter. Berdasarkan gambar 4.9 dan tabel 4.3 tersebut, dapat dilihat struktur bawah permukaan lintasan ketiga setidaknya terdapat tiga macam kecenderungan struktur bawah permukaannya. Lapisan dengan nilai resistivitas 47,8 Ω m – 907 Ω m pada kedalaman \pm 0 – 23,5 meter diinterpretasikan sebagai tanah. Persebaran pasir vulkanik dibawah permukaan dengan nilai resistvitas 908 Ω m – 3948 Ω m terdapat pada kedalaman \pm 15 – 33 meter. Pasir vulkanik pada lintasan ini bercampur atau berasosiasi dengan batuan pasir dan tufan. Lapisan yang terdeteksi sebagai material batuan beku berupa basalt dengan nilai resistivitas 3949 Ω m – 8238 Ω m terdapat pada kedalaman \pm 15 – 34,6 meter.



Gambar 4.10 Interpretasi Lintasan Ketiga dengan Nilai Topografi; (a) Penampang Hasil Inversi 2D Berarsir Berdasarkan Klasifikasi Lapisan, (b) Model Geologi Lapisan, (c) Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan.

Secara akumulatif dari lintasan satu sampai lintasan ketiga didapat interpretasi yang didasarkan pada tiga jenis klasifikasi lapisan bawah permukaan berdasarkan penampang hasil inversi 2D; yakni lapisan yang material batuanya didominasi oleh tanah penutup yang terletak dibagian paling atas, lapisan yang material batuanya terdapat pasir vulkanik yang relatif berada di bagian bawah dari lapisan tanah penutup, dan lapisan yang material batuanya didominasi oleh material batuan beku berupa andesit dan basalt yang relatif berada di bagian bawah dari lapisan tanah dan pasir vulkanik. Hal tersebut sesuai dengan adanya bukti dilapangan berupa singkapan pasir dari bekas aktivitas galian pertambangan. Batuan-batuan tersebut terdapat pada formasi batuan Gunungapi Arjuno-Welirang (*Q_{vaw}*) yang memiliki ketebalan bervariasi.

Satuan formasi geologi area penelitian yang terletak pada formasi batuan Gunungapi Arjuno-Welirang (*Qvaw*) yang terdiri dari breksi gunungapi, breksi tufan, tuf, lava, dan lahar. Formasi batuan Gunungapi Arjuno-Welirang merupakan batuan gunungapi kuartar muda yang terbentuk pada pleistosen akhir sampai holosen dan satuan ini terbentuk dari hasil erupsi Gunungapi Arjuno-Welirang. Aktivitas vulkanik berupa letusan Gunungapi Arjuno-Welirang pertama kali terjadi sekitar 5 juta tahun yang lalu. Gunungapi Arjuno-Welirang memiliki ketinggian ± 3339 mdpl dan terkategori sebagai jenis gunungapi *Stratovolcano*, sementara letusan terakhirnya terjadi pada tahun 1952.

Terbentuknya tiga lapisan pada semua lintasan tersebut awalnya dari hasil erupsi gunungapi Arjuno-Welirang yang kemudian material-material letusan tertransportasi oleh aliran air dan hembusan angin, sehingga material vulkanik tersebut tersebar ke segala penjuru arah. Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, potensi keberadaan dan sebaran pasir vulkanik di lokasi penelitian diperkirakan relatif merata. Sesuai tiga lintasan yang berada diatas singkapan area tambang (barat laut, timur laut, tenggara), pola sebaran pasir vulkanik yang masif ada pada area lintasan pertama dan area lintasan kedua. Hal tersebut didasarkan pada ketebalan masing-masing lapisan pasir vulkanik di setiap lintasan penelitian. Secara spesifik, keberadaan pasir vulkanik relatif massif pada area sekitar lintasan pertama dan kedua. Hal tersebut diduga karena terdapat material batuan beku kompak dengan kedalaman yang relatif dangkal pada sisi tenggara lintasan kedua. Artinya erupsi atau letusan Gunungapi Arjuno-Welirang yang mengeluarkan material pasir vulkanik dan lava terbawa secara bersamaan menuju kearah yang lebih rendah, dalam temuan ini ke arah tenggara yang pada akhirnya aliran lava

yang berada didepan material pasir vulkanik karena pengaruh massa materialnya membeku dan terletak di tenggara lapisan pasir vulkanik yang massif tersebut. Batuan beku hasil dari pembekuan lava tersebut menyebabkan tertahannya material pasir vulkanik karena rendahnya porositas dari batuan beku, sehingga material pasir vulkanik yang terus-menerus mengalami akumulasi cenderung menyebar atau mencari celah jalan lain; yakni keatas batuan beku yang pada akhirnya menjadi lapisan pasir vulkanik diatas lapisan batuan beku, ke arah timur laut dan barat laut yang pada akhirnya menyebabkan adanya konsentrasi material pasir vulkanik di daerah yang bersandingan dengan daerah penelitian.

Pasir vulkanik yang ada di lokasi area penelitian ini merupakan mineral piroklastik hasil erupsi Gunungapi Arjuno-Welirang. Erupsi gunungapi yang mengeluarkan material piroklastik secara dominan berpengaruh terhadap pembentukan pasir vulkanik ini. Material piroklastik yang mengalami proses sedimentasi ini nantinya yang membentuk pasir vulkanik. Adapun kandungan pasir vulkanik berupa mineral besi (Fe) dan magnesium (Mg) ini dikarenakan material pasir vulkanik mengalami proses remineralisasi dalam kurun waktu yang cukup lama, sehingga mineral besi tersebut terkonsolidasikan secara alami. Sebagaimana hasil penelitian Kementerian ESDM (2014), bahwa pasir vulkanik memiliki kandungan magnesium (Mg) dan mineral besi (Fe). Berdasarkan geologi daerah setempat, terdapat lapisan batuan beku hasil dari aliran lava yang telah mengalami proses pembekuan alami dan pengendapan berupa batuan andesit dan batuan basalt yang letaknya berada di bawah lapisan pasir vulkanik.

5.5 Kajian Integrasi Al-Qur'an

Segala sesuatu yang ada di alam semesta ini senantiasa bertasbih kepada Allah SWT. Tak terkecuali bumi dan gunung yang juga senantiasa bertasbih sebagai ciptaan-Nya. Ini merupakan suatu bentuk kepatuhan dari makhluk kepada Sang Khaliq. Bentuk kepatuhan tersebut ditandai dengan adanya aktivitas pergerakan massif secara perlahan dan berkala sesuai dengan hukum Allah yang telah digariskan menjadi hukum alam. Gunung-gunung dan lapisan-lapisan batuan yang ada di dalam bumi berada pada lempeng benua maupun samudra yang bergerak cukup dinamis. Sebagaimana dijelaskan dalam firman Allah SWT surat An-Naml ayat 88 :

نَأْتِفُ الَّذِي اللَّه صُدْعَ َّ السَّحَابِ مَرَّ تَمُرٌ وَهِيَ جَامِدَةٌ تَحْسَبُهَا الْجِبَالُ وَتَرَى
تَفْعَلُونَ بِمَا خَبِيرٌ إِنَّهُ َّ شَيْءٍ كُلَّ

Artinya : “Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka Dia tetap ditempatnya, padahal Ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”.

Ayat tersebut menjelaskan, bahwa pergerakan lempeng bumi yang terjadi telah menimbulkan perubahan pada posisi benda-benda yang ada di atasnya, tak terkecuali gunung. Pergerakan gunung ini bisa dilalui begitu cepat, sedang, hingga cukup lambat tanpa pernah disadari oleh manusia. Dari aktivitas tersebut akan dapat memicu pola aktivitas tektonik maupun aktivitas vulkanik.

Terjadi aktivitas tektonik akan menyebabkan perubahan pada kerak bumi, sehingga berakibat pada terbentuknya lipatan, patahan, dan retakan yang dapat menjadi jebakan bagi endapan-endapan mineral, air, dan energi berupa fosil maupun yang lainnya. Kesemua material yang terjebak dalam jebakan alam yang ada

tentu dapat menjadi suatu hal yang bermanfaat bagi manusia. Sedangkan aktivitas vulkanik yang kerap kali ditandai dengan aktivitas gunungapi akan menyebabkan material-material yang terkandung didalam bumi keluar dengan adanya dorongan dari gas dan magma yang keluar melalui kawah atau zona-zona lemah dari suatu permukaan. Material yang keluar dari aktivitas vulkanik tersebut seringkali dijumpai berupa gas, cair, dan padatan yang tentu kesemuanya dapat menjadi suatu musibah dan manfaat bagi umat manusia. Kebermanfaatan dari hasil aktivitas vulkanik maupun tektonik ini dijelaskan dalam firman Allah SWT surat Luqman ayat 20 :

كُم عَلَيِّ وَأَسَدِّعَ الْأَرْضَ فِي وَمَا السَّمَاوَاتِ فِي مَا لَكُمْ سَخَّرَ اللَّهُ أَنْ تَرَوْا أَلَمْ
هُدًى وَلَا عِلْمٍ بِغَيْرِ اللَّهِ فِي يُجَادِلُ مَنْ النَّاسِ وَمَنْ ۖ وَبِاطْنَةً ظَاهِرَةً نِعَمَهُ
مُنِيرٍ كِتَابٍ وَلَا

Artinya : *“Tidakkah kamu memperhatikan bahwa Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk (kepentingan)mu dan menyempurnakan nikmat-Nya untukmu lahir dan batin. Tetapi di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan.”*

Ayat tersebut menjelaskan suatu kenikmatan yang telah disajikan oleh Allah SWT kepada umat manusia dari segala sirkulasi alam yang ada. gunung-gunung yang mengakibatkan terjadinya aktivitas vulkanik tersebut juga dirasakan sebagai suatu kenikmatan apabila umat manusia mensyukurinya dan berpikir dari fenomena alam yang telah terjadi. Proses erupsi gunungapi sebagai pertanda aktivitas vulkanik yang terjadi tersebut dijelaskan oleh Allah SWT dalam surat Al-Hadid ayat 25 sebagai suatu fenomena alam yang menghasilkan material-material bermanfaat bagi umat manusia :

لِنَّاسٍ لِّيَقُومَ وَالْمِيزَانَ الْكِتَابَ مَعَهُمْ وَأَنْزَلْنَا بِالْبَيِّنَاتِ رُسُلَنَا أَنْزَلْنَا لَقَدْ
 مَنْ هَالَا وَلِيَعْلَمَ لِلنَّاسِ وَمَنَافِعُ شَدِيدٌ بِأَسْ فِيهِ الْحَدِيدَ وَأَنْزَلْنَا بِالْقِسْطِ
 عَزِيزٌ قَوِيٌّ اللَّهُ إِنَّ َ بِالْغَيْبِ وَرُسُلُهُ يَنْصُرُهُ

Artinya : *“Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan, hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa.”*

Melalui ayat diatas, sejatinya Allah SWT telah menciptakan segala material dan unsur mineral yang dihasilkan dari segala proses alamiah merupakan sesuatu yang mestinya dapat diambil manfaatnya bagi hamba-Nya yang mau berpikir. Material yang dihasilkan dari aktivitas vulkanik gunungapi tentu mengandung berbagai macam unsur mineral didalamnya, termasuk besi. Sebagaimana yang disampaikan oleh Yusuf (2011), bahwa kata “menurunkan” dapat diartikan sebagai penciptaan dan pengadaan unsur besi, yang pada dasarnya besi dihasilkan oleh bumi dari benda-benda langit yang berjatuhan ke bumi dan dihasilkan dari material berupa cairan maupun padatan dari proses letusan gunungapi.

Setelah proses penelitian untuk mengidentifikasi sebaran material vulkanik, tentu akan dilakukan eksplorasi agar material pasir vulkanik dapat lebih bermanfaat bagi umat manusia. Namun, apabila eksplorasi dilakukan secara berlebihan tanpa mempertimbangkan keseimbangan alam, maka tentu nanti akan menimbulkan bencana alam dikemudian hari. Karena sejatinya pada kesemua material maupun unsur yang dapat didapatkan oleh umat manusia harus dimanfaatkan untuk

kebaikan agar mendapat keselamatan dan keberkahan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Hadid ayat 22 :

أَنْ قَبْلَ مِنْ كِتَابٍ فِي إِيَّا أَنْفُسِكُمْ فِي وَلَا الْأَرْضِ فِي مُصِيبَةٍ مِنْ أَصَابَ مَا
يَسِيرُ اللَّهُ عَلَى ذَلِكَ إِنَّ نَبْرَاهَا

Artinya : *“Setiap bencana yang menimpa di bumi dan yang menimpa dirimu sendiri, semuanya telah tertulis dalam Kitab (Lauh Mahfuzh) sebelum Kami mewujudkannya. Sungguh, yang demikian itu mudah bagi Allah.”*

Ayat diatas merupakan suatu peringatan bagi umat manusia, bahwa Allah SWT menurunkan suatu bencana atau musibah yang berasal dari alam tatkala umat manusia terus menyombongkan dirinya atas pengetahuan dan kekuatan yang ia gunakan untuk melakukan tindakan-tindakan tercela dari sesuatu hal yang seharusnya bisa dijadikan suatu kebaikan dan kebermanfaatn bagi sesama.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kajian Integrasi Al-Qur'an

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data, analisis data, dan interpretasi data geolistrik resistivitas maka diperoleh :

1. Pasir vulkanik di area penelitian berdasarkan ketiga lintasan pengukuran diduga memiliki nilai resistivitas 650 Ω m sampai 3948 Ω m dengan rata-rata kedalaman 5 meter sampai 35 meter di bawah permukaan. Material lapisan pasir vulkanik di daerah penelitian diduga berasosiasi dengan batuan pasir, lempung, breksi andesit, dan tuf.
2. Keberadaan pasir vulkanik secara massif terdapat di area lintasan pertama dan kedua. Hal tersebut diduga karena transportasi persebaran pasir vulkanik di lintasan pertama dengan koordinat 7°49'0.90" sampai 7°49'54.66" LS dan 112°38'59.40" sampai 112°39'03.72" BT dan lintasan kedua dengan koordinat 7°49'54.42" sampai 7°49'59.58" LS dan 112°39'04.80" sampai 112°39'07.68" BT tertahan oleh aliran lava yang mengarah ke tenggara yang pada akhirnya termineralisasi menjadi batuan beku. Sehingga tertahannya laju pasir vulkanik oleh aliran lava dari hasil letusan atau erupsi Gunungapi Arjuno-Welirang menyebabkan persebaran pasir vulkanik menerobos ke arah timur laut dan barat daya.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan cakupan luasan yang masif, guna memastikan keberadaan secara detail dan akurasi potensi sebaran keberadaan pasir vulkanik yang ada. Sehingga mineral pasir vulkanik

dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber daya alam dengan mempertimbangkan peta geologi daerah penelitian (lembar geologi Malang).



DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, Robiatul. Supriyanto. Andrianu I.N., dan Fajar A. 2018. *Identifikasi Keberadaan Bunker Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Alpha Dan Dipole-Dipole*. *Jurnal Geosains*. Vol. 1 (02). Kutai : Laboratorium Geofisika, Program Studi Fisika, FMIPA Universitas Mulawarman, dan PT. Koetai Makmur, Kaltim.
- Agustina. C. 2014. *pH Eh dan EC Indikator Uji Kesuburan Tanah*.(Jurnal Online). <http://C.Agustina-Notes.html>. Diakses pada tanggal 02 Desember 2019.
- Al-Qur'an dan Terjemah. 2009. Departemen Agama RI. Bandung; Jabal.
- Apriliawan, A.F., Chairul R.K., Alfian R., dan Warsa. 2017. *Application Of DC Resistivity Groundwater Exploration In Kidang Pananjung*, Wesy Java. *Journal Proceeding, 10th National Earth Seminar*. Bandung : ITB Bandung.
- Burger, H. Robert. 1992. *Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface*. America: Prentice Hall.
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Malang. 2017. *Statistik Pembangunan Daerah Kabupaten Malang Edisi 2017*. Malang.
- Dobrin, M. B. 1981. *Introduction to Geophysical Prospecting*. New York: Me Graw-Hill.
- Gasperikova, Erika, Susan S. Hubbard, David B. Watson, Gregory S. Baker, John E. Peterson, Micheal B. Kowalsky, Meagan Smith, and Scott Brooks. 2012. *Long-term Electrical Resistivity Monitoring of Recharge-induced Contaminant Plume Behavior*. United States: *Journal of Contaminant Hydrology* (142-143): 33-49.
- Hamsi, Alfian. 2011. *Analisa pengaruh ukuran butir dan tingkat kelembaban pasir terhadap performansi belt conveyor pada pabrik pembuatan tiang beton*. *Jurnal Dinamis*. Vol. II, No. 8. ISSN 0216-7492.
- Kanata, B., & Zubaidah, T. 2008. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Schlumberger untuk Survey Pipa Bawah Permukaan*. Mataram: *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol 7, No. 2: 84-91.
- Koenigswald, G.H.R.van. 1934. *Zur Stratigraphie Des Javanischen Pleistocen. De Ingenieur In Ned. Indie. Sect. IV, De Mijnb. En Geol., De Kijningenieur*.

- Kusumastuti, E. 2012. *Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Merapi Sebagai Geopolimer (Suatu Polimer Anorganik Aluminosilikat)*. Semarang: Jurnal MIPA. Vol. 35, No. 1: 66-76.
- Kuswanto, A., Garinas, W., Zikri, S. 2018. *Proses Pengambilan Data dan Pemanfaatan Geolistrik Metoda 4-D untuk Pemetaan Geologi Bawah Permukaan*. Banten : Jurnal M.I.P.I. Vol.12, No 1, April 2018 - (47-56).
- Loke, M. H. 1999. *Tutorial 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Penang: Geotomo Software.
- Lowrie, William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. USA: Cambridge University Press, p293-320.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics, 3rd Edition*. England: John Willey & Sons Ltd.
- Maulana, Try F.P. 2015. *Pengolahan Data Manual Metode Geolistrik Dengan Menggunakan Konfigurasi Wenner Alpha*. *Jurnal Ilmiah Sains*. Yogyakarta : UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Nahrowi, T., Y. Suratman, S. Namida & S. Hidayat. 1978. *Geologi Pegunungan Selatan, Jawa Timur*. Prosiding PIT-IX Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Nandi. 2006. *Vulkanisme, Geologi Lingkungan*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Paulus. 2012. *Pemodelan 3D Cavity Daerah "X" dengan menggunakan Metode Resistivity Konfigurasi Dipole-Dipole*. *Skripsi*. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Prasetiawati, Lukei, 2004. *Aplikasi Metode Resistivitas dalam Eksplorasi Endapan Laterit Nikel serta Studi Perbedaan Ketebalan Endapannya berdasarkan Morfologi Lapangan*. *Skripsi*. Jakarta : Program Sarjana Sains FMIPA, Universitas Indonesia.
- Reynolds, Jhon M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. USA: JhonWiley & Sons, p 156-160.
- Santoso, S., dan T. Suwarti. 1992. *Geologi Lembar Malang, Jawa*. Indonesia : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Simpem, I Nengah. 2015. *Metoda Geolistrik*. Bali: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Sukarman dan Suprpto. 2015. *Sebaran dan Karakteristik Material Vulkanik Hasil Erupsi Gunung Sinabung di Sumatera Utara*. Bogor: Jurnal Tanah dan Iklim. Vol. 39, No. 1: 9-18.

Telford, W. M, L. P Geldart dan R. E Sheriff. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.

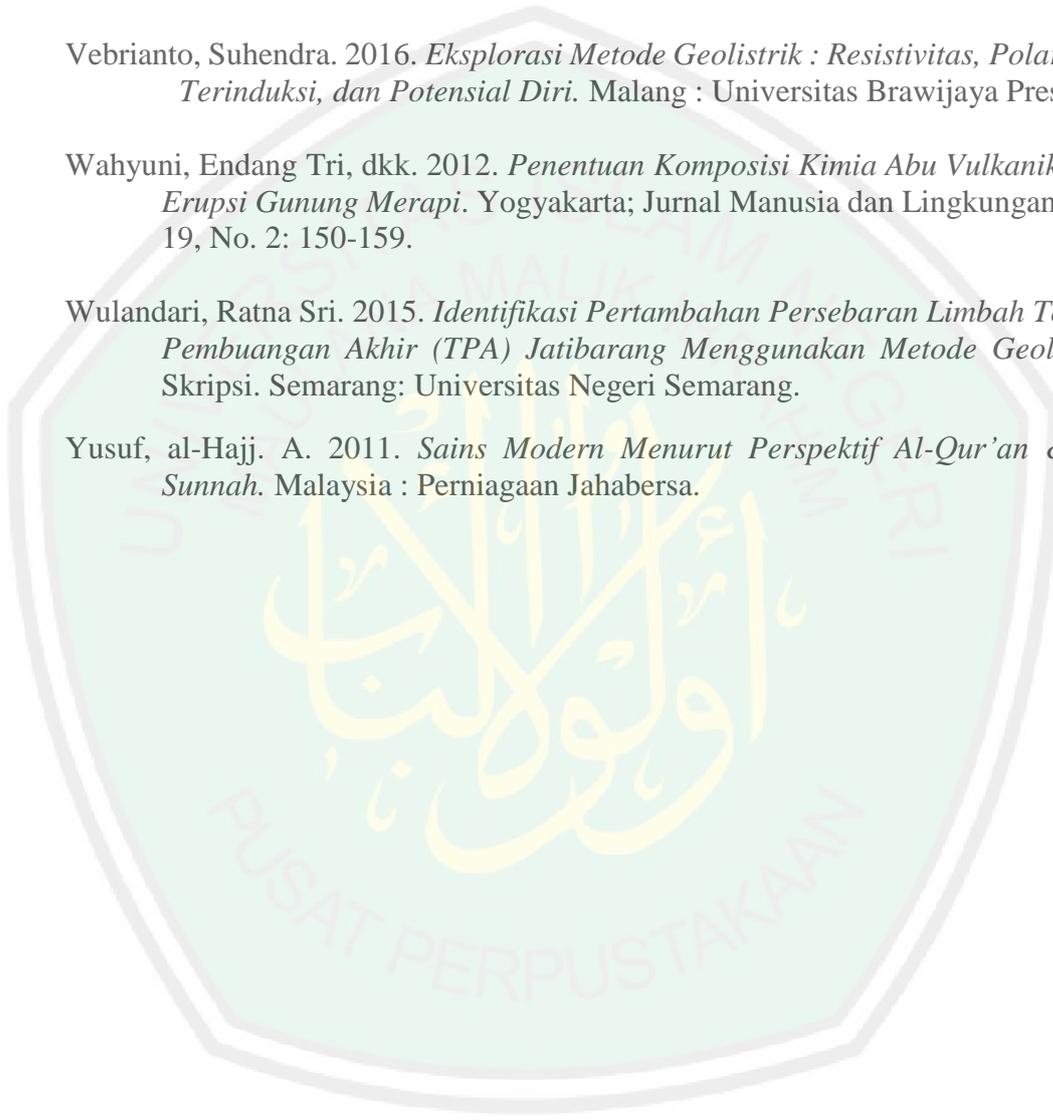
Utiya, Jefriyanto. As'ari. and Seni HJ. T. 2015. *Geoelectric Resistivity Method With Wenner-Schlumberger And Dipole-Dipole Configurations For Identification Manado Fault In Manado At Paaldua Districts*. Scientific Journal. Vol. 15 (02). Manado : Physics Departement. FMIPA UNSRAT Manado.

Vebrianto, Suhendra. 2016. *Eksplorasi Metode Geolistrik : Resistivitas, Polarisasi, Terinduksi, dan Potensial Diri*. Malang : Universitas Brawijaya Press.

Wahyuni, Endang Tri, dkk. 2012. *Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik Dari Erupsi Gunung Merapi*. Yogyakarta; Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol. 19, No. 2: 150-159.

Wulandari, Ratna Sri. 2015. *Identifikasi Pertambahan Persebaran Limbah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang Menggunakan Metode Geolistrik*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Yusuf, al-Hajj. A. 2011. *Sains Modern Menurut Perspektif Al-Qur'an & As-Sunnah*. Malaysia : Perniagaan Jahabersa.





LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data Hasil Penelitian Geolistrik Resistivitas

a. Lintasan 1

n	No Data	Elektroda				a	R					I (mA)	ΔV (mV)	Datum	K	Rho (Ωm)
		C1	P1	P2	C2		I	II	III	IV	Ta-rata					
1	1	0	10	20	30	10	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	20	135.96	15	62.8	380.568
	2	10	20	30	40	10	5.896	6.068	6.046	6.011	6.005	20	123.716	25	62.8	377.1297
	3	20	30	40	50	10	6.857	6.856	6.855	6.855	6.856	20	141.094	35	62.8	430.5411
	4	30	40	50	60	10	5.708	5.708	5.711	5.709	5.709	20	117.499	45	62.8	358.5252
	5	40	50	60	70	10	6.434	6.523	6.521	6.5	6.495	20	133.79	55	62.8	407.8546
	6	50	60	70	80	10	6.569	6.634	6.634	6.617	6.614	20	136.202	65	62.8	415.3278
	7	60	70	80	90	10	6.052	6.056	6.053	6.053	6.054	20	124.591	75	62.8	380.1598
	8	70	80	90	100	10	5.786	5.785	5.786	5.785	5.786	20	119.075	85	62.8	363.3294
	9	80	90	100	110	10	4.894	4.893	4.892	4.893	4.893	20	100.709	95	62.8	307.2804
	10	90	100	110	120	10	4.967	4.967	4.971	4.967	4.968	20	102.239	105	62.8	311.9904
	11	100	110	120	130	10	4.465	4.461	4.466	4.462	4.464	20	91.852	115	62.8	280.3078
	12	110	120	130	140	10	3.995	3.991	3.995	3.993	3.994	20	82.194	125	62.8	250.7918
	13	120	130	140	150	10	2.501	2.5	2.502	2.5	2.501	20	51.468	135	62.8	157.0471
	14	130	140	150	160	10	1.632	1.631	1.63	1.631	1.631	20	33.571	145	62.8	102.4268
	15	140	150	160	170	10	1.914	1.914	1.915	1.914	1.914	20	39.401	155	62.8	120.2149
	16	150	160	170	180	10	3.411	3.41	3.409	3.41	3.41	20	70.189	165	62.8	214.148

	17	160	170	180	190	10	10.638	10.626	10.627	10.627	10.63	20	212.54	175	62.8	667.5326
	18	170	180	190	200	10	5.444	5.442	5.443	5.442	5.443	20	112.02	185	62.8	341.8047
	19	180	190	200	210	10	12.275	12.278	12.277	12.276	12.277	20	252.697	195	62.8	770.9642
	20	190	200	210	220	10	9.575	9.574	9.574	9.574	9.574	20	197.07	205	62.8	601.2629
	21	200	210	220	230	10	8.638	8.639	8.63	8.638	8.636	20	177.796	215	62.8	542.3565
	22	210	220	230	240	10	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	20	173.978	225	62.8	530.7856
2	23	0	20	40	60	20	4.423	4.468	4.463	4.456	4.453	20	91.739	30	125.6	559.234
2	24	10	30	50	70	20	4.476	4.529	4.529	4.515	4.512	20	92.94	40	125.6	566.7386
2	25	20	40	60	80	20	4.618	4.612	4.618	4.615	4.616	20	94.998	50	125.6	579.7382
2	26	30	50	70	90	20	5.05	5.053	5.055	5.052	5.053	20	103.999	60	125.6	634.594
2	27	40	60	80	100	20	5.068	5.069	5.071	5.069	5.069	20	104.345	70	125.6	636.6978
2	28	50	70	90	110	20	4.362	4.361	4.36	4.361	4.361	20	89.775	80	125.6	547.7416
2	29	60	80	100	120	20	3.852	3.851	3.854	3.852	3.852	20	79.29	90	125.6	483.8426
2	30	70	90	110	130	20	3.52	3.522	3.521	3.521	3.521	20	72.48	100	125.6	442.2376
2	31	80	100	120	140	20	3.704	3.706	3.699	3.703	3.703	20	76.221	110	125.6	465.0968
2	32	90	110	130	150	20	3.806	3.802	3.806	3.805	3.805	20	78.329	120	125.6	477.8766
2	33	100	120	140	160	20	3.081	3.082	3.082	3.081	3.082	20	63.434	130	125.6	387.0364
2	34	110	130	150	170	20	1.914	1.913	1.912	1.912	1.913	20	39.371	140	125.6	240.2414
2	35	120	140	160	180	20	1.459	1.467	1.462	1.463	1.463	20	30.128	150	125.6	183.7214
2	36	130	150	170	190	20	2.683	2.689	2.678	2.684	2.684	20	55.251	160	125.6	337.0476
2	37	140	160	180	200	20	6.211	6.21	6.21	6.211	6.211	20	127.859	170	125.6	780.0388
2	38	150	170	190	210	20	5.437	5.438	5.44	5.438	5.438	20	111.937	180	125.6	683.0442
2	39	160	180	200	220	20	5.064	5.066	5.068	5.065	5.066	20	104.268	190	125.6	636.2582

2	40	170	190	210	230	20	6.136	6.137	6.136	6.136	6.136	20	126.304	200	125.6	770.713
2	41	180	200	220	240	20	7.954	7.953	7.954	7.954	7.954	20	163.728	210	125.6	998.991
3	42	0	30	60	90	30	3.132	3.222	3.218	3.219	3.198	20	66.266	45	188.4	602.4561
3	43	10	40	70	100	30	2.535	2.536	2.536	2.535	2.536	20	52.19	55	188.4	477.6882
3	44	20	50	80	110	30	2.433	2.437	2.435	2.434	2.435	20	50.113	65	188.4	458.7069
3	45	30	60	90	120	30	3.277	3.16	3.135	3.305	3.219	20	68.049	75	188.4	606.5067
3	46	40	70	100	130	30	2.752	2.753	2.753	2.752	2.753	20	56.663	85	188.4	518.571
3	47	50	80	110	140	30	2.561	2.566	2.539	2.555	2.555	20	52.595	95	188.4	481.4091
3	48	60	90	120	150	30	2.916	2.911	2.914	2.913	2.914	20	59.972	105	188.4	548.9034
3	49	70	100	130	160	30	3.486	3.524	3.523	3.514	3.512	20	72.336	115	188.4	661.6137
3	50	80	110	140	170	30	3.231	3.232	3.233	3.232	3.232	20	66.532	125	188.4	608.9088
3	51	90	120	150	180	30	2.237	2.243	2.238	2.239	2.239	20	46.096	135	188.4	421.8747
3	52	100	130	160	190	30	1.489	1.503	1.501	1.499	1.498	20	30.871	145	188.4	282.2232
3	53	110	140	170	200	30	1.749	1.751	1.753	1.751	1.751	20	36.047	155	188.4	329.8884
3	54	120	150	180	210	30	3.382	3.833	3.833	3.832	3.72	20	78.891	165	188.4	700.848
3	55	130	160	190	220	30	4.164	4.164	4.163	4.163	4.164	20	85.708	175	188.4	784.4034
3	56	140	170	200	230	30	4.828	4.881	4.885	4.868	4.866	20	100.205	185	188.4	916.6602
3	57	150	180	210	240	30	4.808	4.858	4.859	4.846	4.843	20	99.768	195	188.4	912.3741
4	58	0	40	80	120	40	2.321	2.321	2.322	2.321	2.321	20	47.489	60	251.2	583.098
4	59	10	50	90	130	40	2.21	2.21	2.212	2.21	2.211	20	45.501	70	251.2	555.2776
4	60	20	60	100	140	40	2.163	2.162	2.162	2.162	2.162	20	44.511	80	251.2	543.1572
4	61	30	70	110	150	40	2.141	2.141	2.141	2.14	2.141	20	44.059	90	251.2	537.7564
4	62	40	80	120	160	40	2.352	2.354	2.352	2.352	2.353	20	48.418	100	251.2	590.948

4	63	50	90	130	170	40	2.569	2.566	2.563	2.564	2.566	20	52.772	110	251.2	644.4536
4	64	60	100	140	180	40	2.415	2.415	2.419	2.416	2.416	20	49.727	120	251.2	606.962
4	65	70	110	150	190	40	2.209	2.207	2.207	2.207	2.208	20	45.432	130	251.2	554.524
4	66	80	120	160	200	40	1.748	1.727	1.746	1.746	1.742	20	35.948	140	251.2	437.5276
4	67	90	130	170	210	40	1.448	1.449	1.448	1.448	1.448	20	29.802	150	251.2	363.8004
4	68	100	140	180	220	40	2.361	2.63	2.63	2.63	2.563	20	54.147	160	251.2	643.7628
4	69	110	150	190	230	40	2.79	2.789	2.789	2.789	2.789	20	57.417	170	251.2	700.6596
4	70	120	160	200	240	40	4.068	4.066	4.069	4.066	4.067	20	83.699	180	251.2	1021.693
5	71	0	50	100	150	50	1.645	1.647	1.647	1.915	1.714	20	39.415	75	314	538.039
5	72	10	60	110	160	50	1.865	1.864	1.865	1.817	1.853	20	38.384	85	314	581.7243
5	73	20	70	120	170	50	1.921	1.933	1.917	1.927	1.925	20	39.646	95	314	604.293
5	74	30	80	130	180	50	1.812	1.818	1.819	1.816	1.816	20	37.375	105	314	570.3025
5	75	40	90	140	190	50	1.759	1.759	1.762	1.759	1.76	20	36.214	115	314	552.5615
5	76	50	100	150	200	50	1.55	1.562	1.564	1.559	1.559	20	32.104	125	314	489.4475
5	77	60	110	160	210	50	1.454	1.456	1.453	1.454	1.454	20	29.295	135	314	456.6345
5	78	70	120	170	220	50	1.479	1.108	1.487	1.387	1.365	20	28.548	145	314	428.6885
5	79	80	130	180	230	50	2.043	2.042	2.043	2.042	2.043	20	42.04	155	314	641.345
5	80	90	140	190	240	50	2.279	2.277	2.272	2.274	2.276	20	46.813	165	314	714.507
6	81	0	60	120	180	60	1.411	1.408	1.409	1.407	1.409	20	28.973	90	376.8	530.817
6	82	10	70	130	190	60	1.496	1.502	1.494	1.495	1.497	20	30.777	100	376.8	563.9754
6	83	20	80	140	200	60	1.314	1.321	1.321	1.315	1.318	20	27.071	110	376.8	496.5282
6	84	30	90	150	210	60	1.32	1.32	1.321	1.321	1.321	20	26.42	120	376.8	497.5644
6	85	40	100	160	220	60	1.09	1.103	1.105	1.101	1.1	20	22.674	130	376.8	414.3858

6	86	50	110	170	230	60	1.137	1.141	1.145	1.141	1.141	20	23.49	140	376.8	429.9288
6	87	60	120	180	240	60	9.632	7.728	7.755	7.676	8.198	2	15.79	150	376.8	3088.912
7	88	0	70	140	210	70	0.987	0.986	0.987	0.987	0.987	20	20.304	105	439.6	433.7753
7	89	10	80	150	220	70	0.877	0.902	0.902	0.895	0.894	20	18.433	115	439.6	393.0024
7	90	20	90	160	230	70	5.417	5.417	5.417	5.417	5.417	20	25.89	125	439.6	2381.313
7	91	30	100	170	240	70	12.073	12.302	5.701	9.211	9.822	2	19.574	135	439.6	4317.641
8	92	0	80	160	240	80	0.695	0.695	0.695	0.694	0.695	20	14.299	120	502.4	349.0424

b. Lintasan 2

n	No Data	Elektroda				a	R					I (mA)	ΔV (mV)	Datum	K	Rho (Ωm)
		C1	P1	P2	C2		I	II	III	IV	Ta-rata					
1	1	0	10	20	30	10	8.079	8.097	8.088	8.097	8.09	20	166.653	15	62.8	508.0677
	2	10	20	30	40	10	11.293	11.475	11.387	11.438	11.398	20	235.518	25	62.8	715.8101
	3	20	30	40	50	10				10.278	10.278	20	214.65	35	62.8	645.4584
	4	30	40	50	60	10	14.21	14.219	14.193	14.216	14.21	20	242.602	45	62.8	892.3566
	5	40	50	60	70	10	14.104	14.103	14.094	14.101	14.101	20	29.006	55	62.8	885.5114
	6	50	60	70	80	10				19.55	19.55	2	31.995	65	62.8	1227.74
	7	60	70	80	90	10	15.521	15.524	15.542	15.521	15.527	2	31.372	75	62.8	975.0956
	8	70	80	90	100	10	12.524	12.558	12.554	12.555	12.548	2	25.208	85	62.8	787.9987
	9	80	90	100	110	10				11.506	11.506	2	23.668	95	62.8	722.5768
	10	90	100	110	120	10	10.067	10.012	10.068	10.07	10.054	2	20.715	105	62.8	631.4069

	11	100	110	120	130	10				10.397	10.397	2	21.388	115	62.8	652.9316
	12	110	120	130	140	10				6.79	6.79	2	13.969	125	62.8	426.412
	13	120	130	140	150	10				8.196	8.196	2	16.861	135	62.8	514.7088
	14	130	140	150	160	10				7.985	7.985	2	16.425	145	62.8	501.458
	15	140	150	160	170	10				7.863	7.863	2	16.05	155	62.8	493.7964
	16	150	160	170	180	10				9.927	9.927	2	19.123	165	62.8	623.4156
	17	160	170	180	190	10				9.052	9.052	2	18.619	175	62.8	568.4656
	18	170	180	190	200	10				8.198	8.198	2	18.344	185	62.8	514.8344
2	19	0	20	40	60	20	8.021	8.027	8.02	8.023	8.023	20	161.56	30	125.6	1007.657
	20	10	30	50	70	20				7.963	7.963	20	158.762	40	125.6	1000.153
	21	20	40	60	80	20				7.326	7.326	20	145.087	50	125.6	920.1456
	22	30	50	70	90	20				8.419	8.419	20	168.395	60	125.6	1057.426
	23	40	60	80	100	20	8.342	8.477	8.261	8.653	8.433	20	172.379	70	125.6	1059.216
	24	50	70	90	110	20	7.703	7.735	7.308	7.669	7.604	20	152.075	80	125.6	955.031
	25	60	80	100	120	20	6.947	6.829	6.831	6.906	6.878	20	139.188	90	125.6	863.9082
	26	70	90	110	130	20				7.524	7.524	20	148.982	100	125.6	945.0144
	27	80	100	120	140	20				7.488	7.488	20	150.726	110	125.6	940.4928
	28	90	110	130	150	20				7.651	7.651	20	152.872	120	125.6	960.9656
	29	100	120	140	160	20				8.145	8.145	20	163.986	130	125.6	1023.012
	30	110	130	150	170	20				6.892	6.892	20	135.491	140	125.6	865.6352
	31	120	140	160	180	20				7.574	7.574	20	151.884	150	125.6	951.2944
	32	130	150	170	190	20				7.613	7.613	20	153.207	160	125.6	956.1928
	33	140	160	180	200	20				7.261	7.261	20	146.096	170	125.6	911.9816

3	34	0	30	60	90	30	5.178	5.163	5.182	5.173	5.174	20	106.47	45	188.4	974.7816
	35	10	40	70	100	30				6.581	6.581	20	135.444	55	188.4	1239.86
	36	20	50	80	110	30				6.512	6.512	20	134.043	65	188.4	1226.861
	37	30	60	90	120	30	5.5	5.499	5.498	5.498	5.499	20	113.18	75	188.4	1035.965
	38	40	70	100	130	30	7.567	7.567	7.567	7.567	7.567	20	155.744	85	188.4	1425.623
	39	50	80	110	140	30				5.2	5.2	20	107.022	95	188.4	979.68
	40	60	90	120	150	30				4.657	4.657	20	95.446	105	188.4	877.3788
	41	70	100	130	160	30				4.315	4.315	20	88.802	115	188.4	812.946
	42	80	110	140	170	30				5.434	5.434	20	111.851	125	188.4	1023.766
	43	90	120	150	180	30				4.5	4.5	20	92.682	135	188.4	847.8565
	44	100	130	160	190	30				7.759	7.759	20	159.7	145	188.4	1461.796
45	110	140	170	200	30				5.034	5.034	20	104.637	155	188.4	948.4056	
4	46	0	40	80	120	40	4.613	4.612	4.615	4.613	4.613	20	94.952	60	251.2	1158.848
	47	10	50	90	130	40	4.872	4.87	4.66	4.764	4.792	20	98.054	70	251.2	1203.625
	48	20	60	100	140	40	4.513	4.512	4.513	4.512	4.513	20	92.878	80	251.2	1133.54
	49	30	70	110	150	40				4.544	4.544	20	93.537	90	251.2	1141.453
	50	40	80	120	160	40				6.062	6.062	20	124.763	100	251.2	1522.774
	51	50	90	130	170	40	5.304	5.259	5.281	5.273	5.279	20	108.528	110	251.2	1326.148
	52	60	100	140	180	40				3.849	3.849	20	79.213	120	251.2	966.8688
	53	70	110	150	190	40				3.92	3.92	20	80.672	130	251.2	984.704
	54	80	120	160	200	40				3.583	3.583	20	73.74	140	251.2	900.0496
5	55	0	50	100	150	50	3.778	3.694	3.792	3.777	3.76	20	77.736	75	314	1180.719
	56	10	60	110	160	50				3.764	3.764	20	77.745	85	314	1181.896

	57	20	70	120	170	50					3.743	3.743	20	77.046	95	314	1175.302
	58	30	80	130	180	50	3.069	3.062	3.059	3.064	3.064	20	63.079	105	314	961.939	
	59	40	90	140	190	50	3.061	3.06	3.058	3.057	3.059	20	62.922	115	314	960.526	
	60	50	100	150	200	50	2.841	2.85	2.843	2.844	2.845	20	58.541	125	314	893.173	
6	61	0	60	120	180	60	2.819	2.818	2.812	2.816	2.816	20	57.972	90	376.8	1061.163	
	62	10	70	130	190	60	2.849	2.837	2.846	2.846	2.845	20	58.896	100	376.8	1071.808	
	63	20	80	140	200	60	2.55	2.54	2.541	2.542	2.543	20	52.321	110	376.8	958.2966	

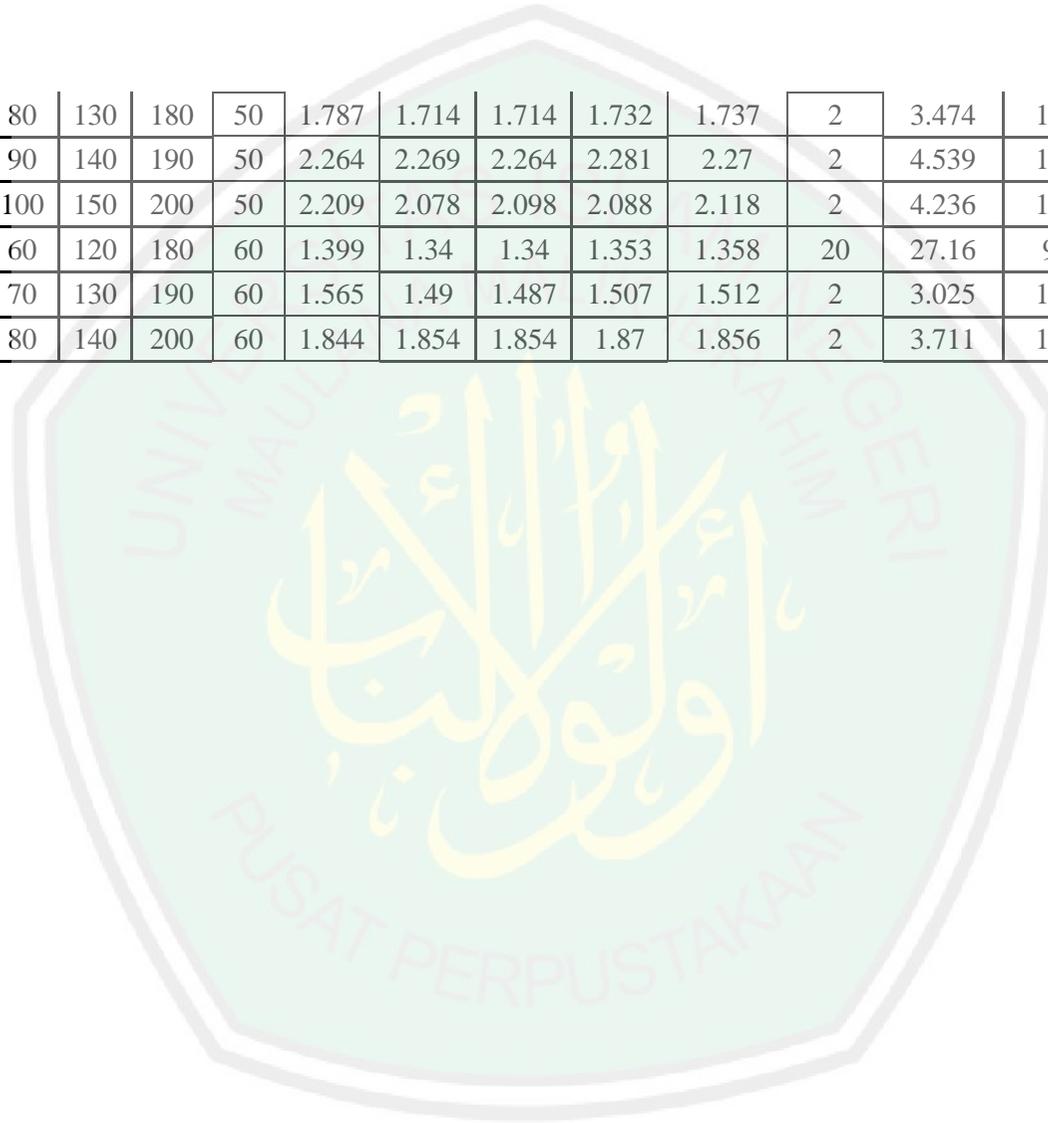
c. Lintasan 3

n	No Data	Elektroda				a	R					I (mA)	ΔV (mV)	Datum	K	Rho (Ωm)
		C1	P1	P2	C2		I	II	III	IV	Ta-rata					
1	1	0	10	20	30	10	2.305	2.306	2.303	2.303	2.304	2	4.609	15	62.8	144.707
	2	10	20	30	40	10	1.67	1.653	1.616	1.652	1.648	2	3.296	25	62.8	103.479
	3	20	30	40	50	10	1.429	1.43	1.428	1.429	1.429	2	2.858	35	62.8	89.741
	4	30	40	50	60	10	2.207	2.111	2.111	2.135	2.141	2	4.282	45	62.8	134.455
	5	40	50	60	70	10	2.347	2.24	2.24	2.266	2.273	2	4.547	55	62.8	142.76
	6	50	60	70	80	10	2.54	2.538	2.534	2.56	2.543	2	5.086	65	62.8	159.7
	7	60	70	80	90	10	2.002	1.951	1.954	1.971	1.97	2	3.939	75	62.8	123.685
	8	70	80	90	100	10	1.69	1.687	1.688	1.687	1.688	2	3.376	85	62.8	106.006
	9	80	90	100	110	10	2.425	2.435	2.455	2.458	2.443	2	4.887	95	62.8	153.436
	10	90	100	110	120	10	2.672	2.675	2.675	2.599	2.655	2	5.311	105	62.8	166.75
	11	100	110	120	130	10	3.678	3.623	3.623	3.658	3.646	2	7.291	115	62.8	228.937

	12	110	120	130	140	10	4.237	4.237	4.237	4.237	4.237	2	8.474	125	62.8	266.084
	13	120	130	140	150	10	7.128	7.138	7.192	7.193	7.163	2	14.326	135	62.8	449.821
	14	130	140	150	160	10	2.326	2.323	2.321	2.348	2.33	2	4.659	145	62.8	146.293
	15	140	150	160	170	10	7.58	7.579	7.535	7.535	7.557	2	15.115	155	62.8	474.595
	16	150	160	170	180	10	3.635	3.645	3.635	3.625	3.635	2	7.27	165	62.8	228.278
	17	160	170	180	190	10	5.951	5.95	5.95	5.95	5.95	2	11.901	175	62.8	373.676
	18	170	180	190	200	10	4.105	4.103	4.134	4.171	4.128	2	8.257	185	62.8	259.254
2	19	0	20	40	60	20	1.366	1.342	1.315	1.333	1.339	2	2.678	30	125.6	168.178
	20	10	30	50	70	20	1.487	1.429	1.425	1.442	1.446	2	2.892	40	125.6	181.586
	21	20	40	60	80	20	2.053	2.051	2.066	2.058	2.057	2	4.114	50	125.6	258.359
	22	30	50	70	90	20	2.404	2.404	2.404	2.43	2.411	2	4.821	60	125.6	302.759
	23	40	60	80	100	20	1.292	1.228	1.23	1.23	1.245	2	2.49	70	125.6	156.372
	24	50	70	90	110	20	1.009	1.018	1.001	1.012	1.01	2	2.02	80	125.6	126.856
	25	60	80	100	120	20	1.989	1.964	1.97	1.976	1.975	2	3.95	90	125.6	248.029
	26	70	90	110	130	20	2.38	2.388	2.383	2.395	2.387	2	4.773	100	125.6	299.744
	27	80	100	120	140	20	2.198	2.195	2.189	2.182	2.191	2	4.382	110	125.6	275.19
	28	90	110	130	150	20	3.812	3.809	3.807	3.809	3.809	20	76.185	120	125.6	478.442
	29	100	120	140	160	20	4.694	4.693	4.683	4.674	4.686	20	93.72	130	125.6	588.562
	30	110	130	150	170	20	3.982	3.981	3.977	3.907	3.962	2	7.924	140	125.6	497.596
	31	120	140	160	180	20	3.886	3.908	3.907	3.937	3.91	20	78.19	150	125.6	491.033
	32	130	150	170	190	20	4.493	4.497	4.497	4.445	4.483	20	89.66	160	125.6	563.065
	33	140	160	180	200	20	3.893	3.892	3.895	3.896	3.894	2	7.788	170	125.6	489.086
3	34	0	30	60	90	30	1.769	1.77	1.772	1.776	1.772	20	35.435	45	188.4	333.798

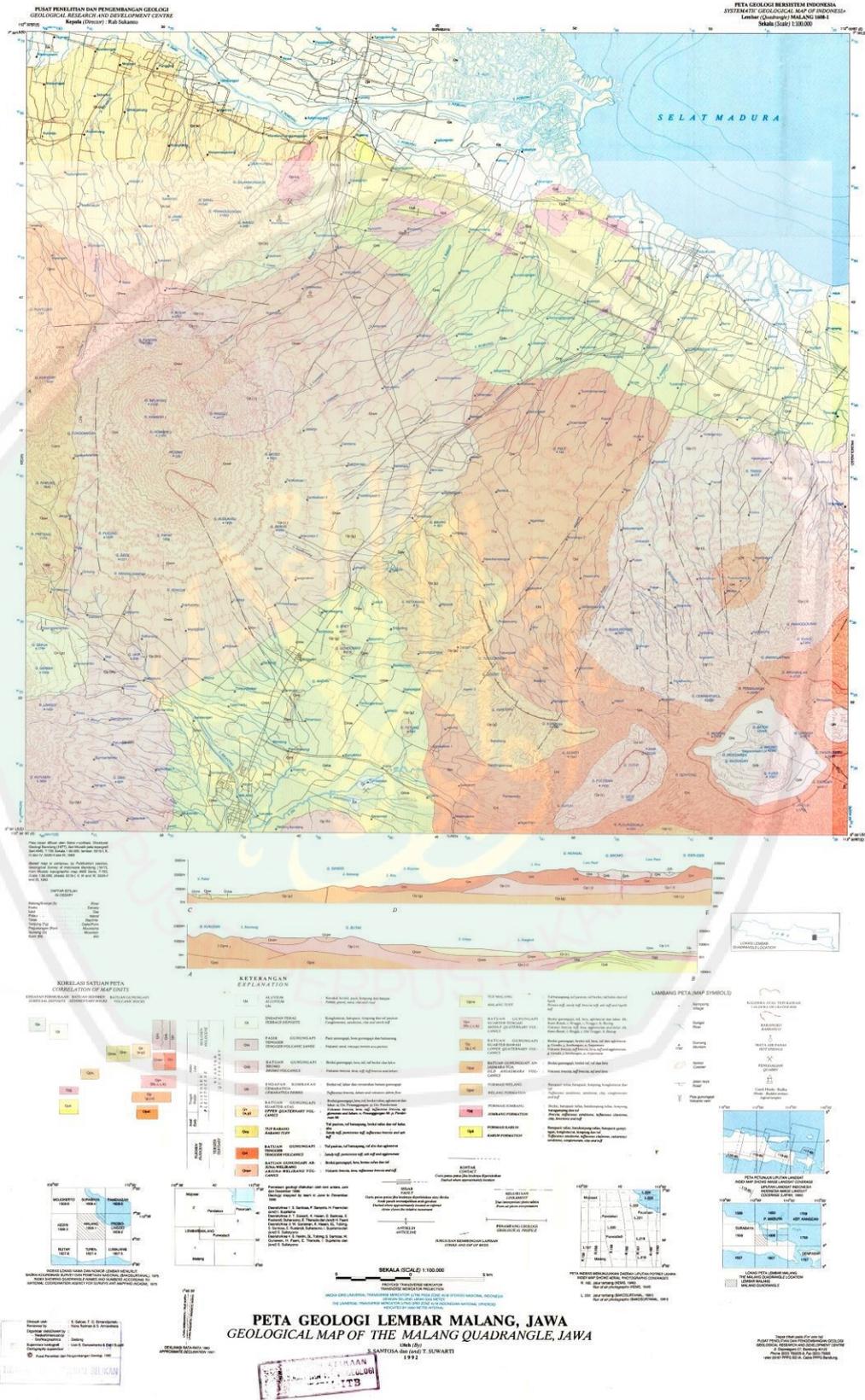
	35	10	40	70	100	30	2.404	2.397	2.346	2.375	2.381	20	47.61	55	188.4	448.486
	36	20	50	80	110	30	2.511	2.525	2.518	2.553	2.527	20	50.535	65	188.4	476.04
	37	30	60	90	120	30	2.261	2.277	2.276	2.279	2.273	20	45.465	75	188.4	428.28
	38	40	70	100	130	30	1.867	1.865	1.862	1.861	1.864	2	3.728	85	188.4	351.131
	39	50	80	110	140	30	1.579	1.533	1.531	1.551	1.549	2	3.097	95	188.4	291.737
	40	60	90	120	150	30	2.155	2.157	2.178	2.181	2.168	20	43.355	105	188.4	408.404
	41	70	100	130	160	30	2.625	2.627	2.623	2.645	2.63	20	52.6	115	188.4	495.492
	42	80	110	140	170	30	4.004	3.91	3.912	3.942	3.942	20	78.84	125	188.4	742.673
	43	90	120	150	180	30	4.585	4.59	4.479	4.516	4.543	2	9.085	135	188.4	855.807
	44	100	130	160	190	30	4.081	3.914	3.913	3.954	3.966	20	79.31	145	188.4	747.1
	45	110	140	170	200	30	2.675	2.675	2.679	2.68	2.677	2	5.355	155	188.4	504.394
4	46	0	40	80	120	40	2.432	2.434	2.433	2.433	2.433	2	4.866	60	251.2	611.17
	47	10	50	90	130	40	2.102	2.146	2.145	2.159	2.138	2	4.276	70	251.2	537.066
	48	20	60	100	140	40	1.767	1.718	1.719	1.731	1.734	20	34.675	80	251.2	435.518
	49	30	70	110	150	40	1.669	1.669	1.669	1.668	1.669	20	33.375	90	251.2	419.19
	50	40	80	120	160	40	1.599	1.561	1.569	1.569	1.575	2	3.149	100	251.2	395.514
	51	50	90	130	170	40	2.104	2.106	2.106	2.13	2.112	2	4.223	110	251.2	530.409
	52	60	100	140	180	40	2.998	2.873	2.873	2.804	2.887	2	5.774	120	251.2	725.214
	53	70	110	150	190	40	3.044	3.038	3.048	3.041	3.043	2	6.086	130	251.2	764.339
	54	80	120	160	200	40	3.384	3.373	3.378	3.403	3.385	20	67.69	140	251.2	850.186
5	55	0	50	100	150	50	1.687	1.642	1.672	1.664	1.666	2	3.333	75	314	523.203
	56	10	60	110	160	50	1.56	1.559	1.559	1.559	1.559	20	31.185	85	314	489.605
	57	20	70	120	170	50	1.555	1.492	1.491	1.507	1.511	2	3.023	95	314	474.533

	58	30	80	130	180	50	1.787	1.714	1.714	1.732	1.737	2	3.474	105	314	545.34
	59	40	90	140	190	50	2.264	2.269	2.264	2.281	2.27	2	4.539	115	314	712.623
	60	50	100	150	200	50	2.209	2.078	2.098	2.088	2.118	2	4.236	125	314	665.107
6	61	0	60	120	180	60	1.399	1.34	1.34	1.353	1.358	20	27.16	90	376.8	511.694
	62	10	70	130	190	60	1.565	1.49	1.487	1.507	1.512	2	3.025	100	376.8	569.816
	63	20	80	140	200	60	1.844	1.854	1.854	1.87	1.856	2	3.711	110	376.8	699.152



LAMPIRAN 2

Gambar Peta Geologi Lembar Malang



LAMPIRAN 3

Dokumentasi Pengambilan Data Resistivitas



Sebagian Singkapan 1 dan 2



Singkapan 2



Lokasi Tambang Pasir Vulkanik



Dokumentasi Pengambilan Data

LAMPIRAN 4

Bukti Konsultasi



**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 : Mochammad Izzudin
 NIM : 13640025
 Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Fisika
 Judul Skripsi : Identifikasi Sebaran Pasir Vulkanik Menggunakan Metode Resistivitas (Studi Kasus: Dusun Petungwulung, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang)
 Pembimbing I : Drs. Abdul Basid, M.Si
 Pembimbing II : Ahmad Abtokhi, M. Pd

NO.	TANGGAL	MATERI	TANDA TANGAN
1	15 Januari 2020	Konsultasi Bab I	
2	24 Januari 2020	Konsultasi Bab II dan III	
3	8 Februari 2020	Konsultasi Bab I, II, III, dan Acc	
4	26 Maret 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5	7 April 2020	Konsultasi Pembahasan Bab IV	
6	10 Juni 2020	Konsultasi Bab IV dan V	
7	12 Juni 2020	Konsultasi kajian agama dan acc	
8	12 Juni 2020	Konsultasi semua Bab, Abstrak dan Acc	

Malang, 11 Juni 2020
 Mengetahui,
 Ketua Jurusan Fisika

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