

**IDENTIFIKASI SEBARAN BATUAN YANG MENGANDUNG
MINERAL ZEOLIT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER (Studi Kasus Desa Sumberagung,
Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)**

SKRIPSI

Oleh:

MUHIMMATUL AZIZAH SYIFAUZZAHROH

NIM. 14640009



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

**IDENTIFIKASI SEBARAN BATUAN YANG MENGANDUNG
MINERAL ZEOLIT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER (Studi Kasus Desa Sumberagung,
Kecamatan Sumbermanjing Wetan, 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:

**MUHIMMATUL AZIZAH SYIFAUZZAHROH
NIM. 14640009**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI SEBARAN BATUAN YANG MENGANDUNG
MINERAL ZEOLIT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER (Studi Kasus Desa Sumberagung,
Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)

SKRIPSI

Oleh:

Muhammadul Azizah Syifauzzahroh
NIM. 14640009

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji,
Pada Tanggal 07 November 2018

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Umayyatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui
Ketua Jurusan Fisika



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

HALAMAN PENGESAHAN

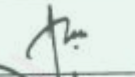
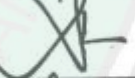
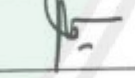
IDENTIFIKASI SEBARAN BATUAN YANG MENGANDUNG
MINERAL ZEOLIT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER (Studi Kasus Desa Sumberagung,
Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)

SKRIPSI

Oleh:

Muhimmatul Azizah Syifauzzahroh
NIM. 14640009

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 21 November 2018

Penguji Utama	: <u>Irian, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Umaivatus Syarifah, M.A</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhimmatul Azizah Syifauzzahroh
 NIM : 14640009
 Jurusan : Fisika
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Judul Penelitian : Identifikasi Sebaran Batuan yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Studi Kasus (Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, 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 kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 11 Januari 2019
 Yang membuat pernyataan



Muhimmatul Azizah Syifauzzahroh
 NIM. 14640009

MOTTO

Tak usah bercita-cita menjadi orang nomor satu!
Tapi, bercita-citalah menjadi orang yang dinomor satukan.

~Munadzirul A.~

Aksi adalah Kunci Dasar untuk Semua kesuksesan

~Pablo Picasso.~



HALAMAN PERSEMBAHAN



"Karya ini kupersembahkan seutuhnya
Untuk Tn dan Ny Jasmad
sebagai orang tua tercinta
Beserta kakak-kakak dan adik yang selalu menyayangiku"

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat dan Nikmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan. Skripsi ini berjudul “Identifikasi Sebaran Batuan yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang)”.

Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil semoga Allah SWT yang Maha Pemurah dan Maha Penyanyang memberikan balasan yang lebih.

Aamiin Ya Robbal ‘Aalamiin.

Wassalamu’alaikum Wr.Wb

Malang, 01 November 2018

Penulis

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

بسم الله الرحمن الرحيم, الحمد لله....

Selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman berharga.
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 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si dan Umaiyyatus Syarifah, M.A, selaku Dosen Pembimbing yang telah sudi meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing jalannya proses pembuatan skripsi.
5. Irjan, M.Si dan Farid Samsu Hananto, M.T, selaku penguji yang telah memberikan saran dan tambahan terbaik dalam pembuatan skripsi.
6. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si, selaku Dosen Wali yang telah memberi pengarahan selama proses perkuliahan.
7. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Seluruh laboran dan *Staff* Administrasi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

9. Orang Tua tercinta Bapak Jasmad dan Mama Zulaihah yang telah memeberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materil sekaligus sumber semangat.
10. Saudara sekandung Sri Ulfah, Muslichun, M. Muslimun, M. Mustain Lu'luil Maknun dan Izzatun Nafi'ah yang selalu memberi dukungan moril maupun materil sekaligus sumber semangat selama penulis hidup dan saat pembuatan skripsi.
11. Seseorang yang berperan sebagai sahabat, kakak, guru, sekaligus *rival* yang terbingkai dalam satu raga yakni Munadzirul Amin.
12. Seluruh Mahasiswa Fisika Angkatan 2014 yang selalu memberikan keceriaan dan motivasi selama berproses di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
13. Seluruh Sahabat Geofisika yang telah membantu banyak dalam proses pembuatan skripsi.
14. Kakak tingkat yang selalu siap membantu dan mengarahkan penulis dalam proses penulisan skripsi yakni Ahmad Fahrul Rijal dan Nusaibah Fatin.
15. Kepada teman bercuap-cuap sekaligus pemompa semangat Ismatul Fuada, Andin Nur F, Kiki Arista, A. Athiyah Anshariyah, dan Sutinah yang selalu siap mendengarkan keluh kesah penulis saat proses pembuatan skripsi.
16. Kepada teman yang selalu siap membantu kapanpun dan dimanapun sekaligus mendampingi disaat sedang genting yakni Anwar Shidiq, Rosyiful Aqli, dan Izdiharudin Maftuh.

17. Adek-adek teman curhat yang siap mendengarkan keluhan kesah penulis saat menjadi mahasiswa geofisika yakni Karisma Dwi W, Ira Jamiatul qolby, dan Lala Anggi.
18. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam proses pembuatan skripsi.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Batuan Sedimen	8
2.2 Zeolit	9
2.2.1 Pembentukan Zeolit	11
2.2.2 Karakteristik Zeolit	11
2.2.3 Sifat-sifat Mineral Zeolit	12
2.2.4 Manfaat Mineral Zeolit	13
2.2.5 Studi Terdahulu tentang Mineral Zeolit	14
2.3 Geologi Daerah Penelitian	14
2.4 Metode Geolistrik	17
2.4.1 Metode Hambatan Jenis	18
2.5 Sifat Listrik Batuan	20
2.5.1 Konduksi Secara Elektronik	20
2.5.2 Konduksi Secara Elektrolitik	22
2.5.3 Konduksi Secara Dielektrik	23
2.6 Aliran Listrik di Dalam Bumi	24
2.6.1 Resistivitas Elektroda Tunggal	25
2.6.2 Resistivitas Elektroda Ganda	26
2.7 Konfigurasi Wenner	28
2.8 Resistivitas Semu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Alat Penelitian	35
3.3 Desain Akuisisi Data	36
3.4 Prosedur Pengambilan Data Geolistrik	37

3.5 Prinsip Kerja Geolistrik	37
3.6 Pengolahan Data Geolistrik.....	38
3.7 Interpretasi Data	38
3.8 Diagram Alir Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Zeolit	40
4.2 Geologi Daerah Penelitian	42
4.3 Akuisisi Data.....	42
4.4 Pengukuran Koordinat Lintasan.....	44
4.5 Metode Geolistrik Resistivitas <i>Mapping</i> Konfigurasi Wenner Alpha	45
4.6 Hasil Akuisisi Data	46
4.7 Model Penampang 2D dari 5 Lintasan.....	46
4.8 Interpretasi Data	47
4.8.1 Lintasan 1.....	47
4.8.2 Lintasan 2.....	49
4.8.3 Lintasan 3.....	52
4.8.4 Lintasan 4.....	54
4.8.5 Lintasan 5.....	56
4.9 Pembahasan.....	58
4.10 Model Penampang 3D dari Masing-masing Lintasan.....	63
4.11 Mineral dalam Perspektif al-Quran.....	66
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Geologi Lembar Turen	16
Gambar 2.2	Distribusi Arus Metode Geolistrik	20
Gambar 2.3	Silinder Konduktor	21
Gambar 2.4	Elektroda Arus Tunggal	25
Gambar 2.5	Elektroda Arus Ganda	26
Gambar 2.6	Konfigurasi Wenner Alpha	28
Gambar 2.7	Resistivitas Semu	31
Gambar 2.8	Medium Dua Lapisan	31
Gambar 2.9	Efek Pada Resistivitas Semu Jika Spasi Elektroda Diperbesar..	33
Gambar 2.10	Kurva Kualitatif Resistivitas Semu dengan Spasi Elektroda untuk Bidang Batas Tunggal. (a) Material dengan Resistivitas yang Lebih Tinggi Berada di Bawah Bidang Batas. (b) Material dengan Resistivitas yang Lebih Tinggi Berada di Atas Bidang Batas	34
Gambar 3.1	Lokasi dan Desain Akuisisi Data Geolistrik	36
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4.1	Sampel batuan	40
Gambar 4.2	(a) Model Peanampang 2D Lintasan Pertama.....	48
Gambar 4.2	(b) Model Penampang 2D Lintasan Pertama dengan Nilai Topografi	48
Gambar 4.3	(a) Model Peanampang 2D Lintasan Kedua	50
Gambar 4.3	(b) Model Penampang 2D Lintasan Kedua dengan Nilai Topografi	50
Gambar 4.4	(a) Model Peanampang 2D Lintasan Ketiga	53
Gambar 4.4	(b) Model Penampang 2D Lintasan Ketiga dengan Nilai Topografi	53
Gambar 4.5	(a) Model Peanampang 2D Lintasan Keempat	55
Gambar 4.5	(b) Model Penampang 2D Lintasan Keempat dengan Nilai Topografi	55
Gambar 4.6	(a) Model Peanampang 2D Lintasan Kelima	56
Gambar 4.6	(b) Model Penampang 2D Lintasan Kelima dengan Nilai Topografi	57
Gambar 4.7	Model Penampang 3D Lintasan 2 dan 3	64
Gambar 4.8	Model Penampang 3D Lintasan 4 dan 5	64

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Laporan Hasil Uji XRF	5
Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Mineral.....	24
Tabel 4.1 Data Hasil Uji XRF.....	42
Tabel 4.2 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 1	49
Tabel 4.3 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 2	51
Tabel 4.4 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 3	54
Tabel 4.5 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 4	55
Tabel 4.6 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 5	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Akuisisi Data Lintasan 1
Lampiran 2 Data Hasil Akuisisi Data Lintasan 2
Lampiran 3 Data Hasil Akuisisi Data Lintasan 3
Lampiran 4 Data Hasil Akuisisi Data Lintasan 4
Lampiran 5 Data Hasil Akuisisi Data Lintasan 5
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian
Lampiran 7 Bukti Konsultasi Skripsi



ABSTRAK

Syifauzzahroh, Muhimmatul Azizah. 2018. **Identifikasi Sebaran Batuan yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)**. Skripsi. Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Umaiatus Syarifah, MA.

Kata Kunci: Mineral Zeolit, Metode Geolistrik, Nilai Resistivitas

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit dan material bawah permukaan daerah penelitian. Selain itu tujuan dari penelitian ini yakni memberikan informasi kepada masyarakat dan *stakeholder* mengenai sebaran mineral zeolit, ketika diolah menjadi barang jadi akan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Metode yang digunakan yakni metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner. Geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode yang digunakan di geofisika untuk pendugaan lapisan bawah permukaan, dengan mengalirkan arus DC ke elektroda AB sehingga di dapatkan nilai tegangan yang di terima oleh elektroda MN. Hasil akuisisi data di lapangan berupa nilai resistivitas material di bawah permukaan kemudian akan diolah menggunakan *Software* Res2dinv dan menghasilkan penampang 2D. Pada pemodelan 2D, material di bawah permukaan mengandung mineral zeolit ditunjukkan dengan citra warna merah hingga ungu tua dan nilai resistivitasnya mulai dari 100 Ωm hingga 665 Ωm . Pendugaan seluruh lintasan mengandung mineral zeolit dengan persebaran dan kedalaman yang bervariasi. Pada lintasan pertama mineral zeolit tersebar ke arah Timur Laut. Lintasan kedua tersebar ke arah timur dan lintasan ketiga mengarah ke Timur Laut. Selanjutnya pendugaan pada lintasan keempat mineral zeolit hanya berada pada satu titik dengan kedalaman 4.5 – 15.7 meter dan pada lintasan kelima mineral zeolit tersebar hampir merata di sepanjang lintasan.

ABSTRACT

Syifauzzahroh, Muhimmatul Azizah. 2018. **Identifiication the Distribution Rock's that Contain Zeolite Minerals Using Geoelectrical Methods with Wenner Configuration (Case Study Sumberagung Village, Sumbermanjing Wetan Sub-district, Malang District)**. Method Thesis. Physics Departement, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Umaiyyatus Syarifah, M.A

Key Words: Zeolite Minerals, Electrical Resistivity, Resistivity

This research aims to determine the spreading of rocks that contain zeolit and materials beneath the surface of the research and to give same new informations to people and stakeholders about zeolites spreading, where if zeolite is processed into commodities would have a high economical cost. This reaserch use resistivity wenner as its method. Resistivity is one of may methods in geophysics to determine the subsurface, by conducting DC current to electrode AB, the voltage will be shown in electrode MN, Acquisition data delivers the resistivity value beneath the surface and will be processed by Res2dinv, the result is 2D section. Materials beneath the surface that contains zeolit will be shown with reddish to dark purple and its resistivity value start from 100 Ωm , to 665 Ωm . Every lines estimatedly contains zeolite mineral various depth. First line, the zeolit mineral spread into north east area. Second line, the zeolit mineral spreads into east area. Third line, the zeolite minerals is only on one point. It is located in the depths of 4.5-15.7 m. the last is the fifth line. In this line, the zeolit mineral almost spreads perfectly along the line.

ملخص البحث

شفاء الزهرة، مهمة العزيرة. ٢٠١٨. تحديد توزيع الصخور المحتوي على المعادن الزيوليت باستخدام طريقة الكهروكيميائية لتكوين وينير (دراسة حالة في قرية سومبرأكونج، سومبرمنجيج ويتان مالانج) البحث الجامعي. قسم فيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. الاشراف:عبد الباسط، الماجستير، وأمية الشريفة، الماجستير

الكلمات المفتاحية: المعادن الزيوليت ، الطريقة الكهروكيميائية ، قيمة المقاومة

يهدف هذا البحث إلى تحديد توزيع الصخور المحتوية على المعادن الزيوليت والمواد تحت السطحية في منطقة الدراسة. بالإضافة، وايضا لتوفير المعلومات للمجتمع وأصحاب المصلحة عن المعادن الزيوليت، عند معالجتها في السلع التامة الصنع التي لها قيمة اقتصادية عالية. الطريقة هي طريقة الكهروكيميائية المقاومة لتكوين وينير. الكهروكيميائية المقاومة هي واحدة من الطرائق في الجيوفيزياء لتقدير الطبقات تحت السطحية، عن طريق تدفق التيارات DC إلى أقطاب AB بحيث يتم الحصول على قيم الجهد الذي يلقته الأقطاب MN. تتم نتائج الاكتساب البيانات في الميدان على شكل قيم مقاومة المواد تحت السطح باستخدام برنامج Res2dinv وإنتاج مقطع عرضي ثنائي الأبعاد (2D). في النمذجة ثنائية الأبعاد ، شار إلى المواد تحت السطحية المحتوية على معادن الزيوليت بواسطة صور أحمار إلى اللون أرجواني عميق وقيم المقاومة تتراوح من ١٠٠ Ω إلى ٦٦٥ Ω م. تحتوي تقديرات جميع المسارات على معادن الزيوليت بتوزيع وعمق متفاوتين. في أول مسار المعادن الزيوليت يوزع نحو الشمالي الشرقي. المسار الثاني ينتشر نحو الشرق والمسار الثالث ينتشر الشمالي الشرقي. علاوة على ذلك ، فإن التقدير للمسار الرابع لمعادن الزيوليت هو في نقطة واحدة فقط بعمق يتراوح بين ٤,٥ - ١٥,٧ متر والمسار الخامس لمعادن الزيوليت ينتشر بالتساوي على طول المسار تقريباً.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luas wilayah Kabupaten Malang mencapai 3.535 km² dengan sumberdaya alam dan potensi tambang begitu besar. Namun, potensi tambang tersebut belum digali secara maksimal. Data Dinas Lingkungan Hidup, Energi, dan Sumberdaya Mineral (LH-ESDM) Pemkab Malang menyebutkan wilayah Malang banyak tambang yang bergolongan C. Tambang golongan ini diantaranya pasir, piropilit, batugamping, bentotit, dan zeolit (Malangkab, 2016).

Menurut sejarah, zeolit telah dikenal lebih dari 200 tahun yang lalu, masyarakat menggunakannya sebagai batu perhiasan (*jewelry*) serta dikoleksi untuk berbagai perhiasan. Zeolit dapat ditemukan di berbagai tempat dan berbagai bentuk, karena zeolit terbentuk hasil dari sedimentasi debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Sebagai produk aktivitas gunung api berupa semburan ke udara kemudian jatuh ke lingkungan pengendapan, selanjutnya bahan-bahan tersebut mengalami perombakan oleh aktivitas air dan terendapkan kembali pada lingkungan pengendapan yang lain. Proses alterasi berlangsung pada lingkungan pengendapan yang baru menyebabkan berubahnya sebagian material vulkanik dari berukuran halus menjadi mineral zeolit.

Zeolit merupakan kelompok mineral non logam yang memiliki beberapa sifat dan multiguna. Pemanfaatan zeolit telah mengalami perkembangan yang sangat signifikan sehingga zeolit dapat digunakan diberbagai macam industri, pertanian,

dan lingkungan. Manfaat zeolit yang dapat menyerap molekul-molekul gas seperti CO_2 , C_2O , H_2S dan gas lainnya sehingga zeolit dapat dimanfaatkan untuk menghilangkan bau-bau yang kurang sedap di lingkungan sekitar.

Pada era globalisasi untuk ini peningkatan produktifitas industri di Indonesia sangat perlu eksplorasi mineral-mineral logam maupun non logam yang nantinya akan diolah oleh masyarakat Indonesia sendiri, sehingga tidak mengandalkan mineral impor. Pengolahan industri hasil tambang mineral zeolit masih sederhana sehingga sebagian besar mineral zeolit di Indonesia hanya dimanfaatkan untuk campuran pangan ikan dan pupuk tanaman. Banyaknya manfaat yang dihasilkan oleh mineral zeolit diberbagai bidang tersebut memicu untuk diadakannya eksplorasi mineral zeolit. Sudah banyak para ilmuwan mengadakan penelitian tentang mineral zeolit dengan diaplikasikan ke berbagai bidang, salah satunya adalah Fatimah Dewi (2006) meneliti tentang pembuatan keramik dengan campuran zeolit alam dengan pembakaran pada suhu dimana struktur zeolit tidak akan rusak membentuk senyawa amorf ($<800^\circ\text{C}$), keramik tersebut dirancang dengan kualitas dan kemampuan sesuai spesifikasi tertentu dan dapat dimanfaatkan pada bangunan yang memiliki kelembaban tinggi agar lantai tetap kering dan tidak licin.

Mineral zeolit hanya terdapat di daerah-daerah tertentu sekitar gunung api atau pengendapan sedimen. Daerah-daerah yang sudah diketahui memiliki sumberdaya mineral zeolit antara lain Jawa Barat, Jawa Timur, dan Lampung. Jenis-jenis mineral zeolit yang dihasilkan setiap daerah tidaklah sama. Mineral zeolit memiliki beberapa macam jenis dan secara fisik berbeda warna. Allah SWT

telah menjelaskan beragam batuan yang diciptakan untuk dimanfaatkan oleh manusia sesuai dengan kebutuhannya.

Melihat fenomena tersebut, perlu diadakan kajian lebih lanjut yang bertujuan untuk mempelajari dan mengeksplorasi kekayaan alam berupa batuan mineral. Sebagaimana firman Allah SWT surat Al-Fathir ayat (35): 27.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيَضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٍ ۚ

“Tidaklah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan langit lalu kami hasilkan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya, dan diantara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan noda pula yang hitam pekat” (QS. Al-Fathir (35):27).

Lafadz جدد yang artinya beraneka warna. Allah SWT telah menciptakan gunung dengan garis-garis warna tertentu sebagaimana yang dapat disaksikan. Warna-warna tersebut paling muda dijumpai pada jenis batuan-batuan yang ada di bumi. Salah satunya adalah batuan sedimen atau metamorf yang terbentuk karena hasil pengendapan bahan yang terangkut oleh aliran air atau angin dan bahan yang diendapkan berupa pasir, debu atau lempung. Proses pengendapan, pengangkutan dan pelapukan ini akan berlangsung ribuan tahun sehingga menghasilkan jenis batuan mineral yang nantinya akan dimanfaatkan oleh makhluk hidup untuk berlangsungnya kehidupan di dunia. Setiap lapisan batuan sedimen memiliki warna dan kandungan material yang bermacam-macam sesuai dengan proses pembentukannya (Katsir, 2015).

Manusia juga diberikan kebebasan untuk melakukan eksplorasi apa saja yang ada di alam ini sebagaimana firman Allah dalam surat al-Luqman (31): 20.

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ
ظَهْرَةً وَبَاطِنَةً ۚ وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ



“Tidaklah kamu perhatikan sesungguhnya Allah SWT telah menundukkan untuk (kepentingan)mu apa yang di langit apa yang di bumi dan menyempurnakan untuk-mu nikmat-Nya lahir dan batin. Dan di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah SWT tanpa ilmu pengetahuan atau petunjuk dan tanpa kitab yang memberi penerangan” QS. al-Luqman (31): 20.

Ayat di atas dapat dipahami bahwa apa yang ada di langit dan di bumi telah ditundukkan untuk manusia, sehingga atas izin dari Allah SWT manusia dapat mengambil manfaat dan ilmu dari apa yang ada di alam untuk kepentingan manusia dan kepentingan alam (Purwanto, 2015).

Kekayaan tersebut salah satunya berupa batuan mineral yang dapat dimanfaatkan diberbagai bidang, namun dalam satu tempat kandungan mineral suatu batuan akan berbeda-beda sesuai proses yang dialami. Perlu adanya pengujian untuk mengetahui kandungan mineral yang ada di dalam batuan tersebut.

Pengujian pada sampel batuan yang mengandung mineral zeolit dapat menggunakan uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), uji tersebut digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel. Pada sampel batuan di lokasi penelitian setelah diuji

menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dapat diketahui bahwa kandungan senyawa yang ada di dalam batuan antara lain.

Tabel 1.1 Laporan Hasil Uji XRF

Unsur	Konsentrasi (%)
Al (Aluminium)	4.7
Si (silikon)	30.7
K (Kalium)	4.33
Ca (Kalsium)	36.7
Ti (Titanium)	0.84
Cr (Chromium)	0.069
Mn (Magnesium)	0.76
Fe (Besi)	20.4
Cu (Tembaga)	0.096
Sr (Strontium)	0.81
Ba (Barium)	0.08
Eu (Europium)	0.2
Re (Rhenium)	0.29

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk eksplorasi mineral zeolit adalah metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk mempelajari sifat resistivitas dari suatu lapisan batuan yang berada di bawah permukaan bumi. Metode ini bekerja menggunakan suatu konfigurasi elektroda dengan menginjeksikan arus listrik DC ke dalam bumi melalui elektroda-elektroda arus dan diukur melalui elektroda-elektroda potensial. Metode ini pernah digunakan oleh Nabeel (2013) untuk menganalisa sebaran fosfat di daerah Saronggi Madura, dilakukan penelitian pendahuluan uji resistivitas sampel batuan fosfat menggunakan *LCRmeter* sebagai data acuan

untuk interpretasi data resistivitas yang diperoleh di lapangan. Penelitian tersebut dapat diketahui sebaran batuan fosfat berada pada geologi endapan sedimen dengan nilai resistivitas batuan antara $96 \Omega\text{m}$ hingga $353 \Omega\text{m}$, kemudian dengan memanfaatkan *Software Res2dinv* dapat dipetakan bahwa batuan fosfat tersebar pada kedalaman 1,5 meter – 15 meter. Widodo (2005) memanfaatkan metode geolistrik Resistivitas untuk eksplorasi sebaran batu bara dan ketebalan lapisan batu bara yang ada dibawah permukaan. Lokasi penelitian berada di Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa sebaran batu bara berada pada geologi endapan sedimen tersier dengan nilai resistivitas pada kisaran $90 \Omega\text{m}$ - $120 \Omega\text{m}$ dan tersebar pada kedalaman 60m - 70m. Putra dkk (2013) juga memanfaatkan metode geolistrik untuk mengidentifikasi sebaran kandungan bijih besi di Kabupaten Bengkayang, dapat diketahui bahwa sebaran bijih besi dapat ditemukan pada geologi lapisan sedimen yang terbentuk dari proses piroklastik gunung api, dari letusan gunung api tersebut terbentuklah suatu aliran andesit dan aliran piroklastik terletak antara formasi sungai Betung dan formasi Banan.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, penelitian ini juga memanfaatkan metode geolistrik dengan harapan geolistrik dapat merespon batuan yang mengandung mengandung mineral zeolit dan dapat dipetakan sebaran mineral zeolit yang ada di bawah permukaan bumi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana litologi bawah permukaan di lokasi penelitian?
2. Bagaimana sebaran mineral zeolit di lokasi penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui litologi bawah permukaan di lokasi penelitian.
2. Mengidentifikasi sebaran mineral zeolit di lokasi penelitian.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini akan dilaksanakan di Desa Sumberagung Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang terletak sekitar singkapan mineral zeolit yakni pada koordinat $8^{\circ}21.077''$ LS - $112^{\circ}40.563''$ BT dan $8^{\circ}21.162''$ LS - $112^{\circ}40.431''$ BT.
2. Penelitian ini akan menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner alpha.
3. Data yang dihasilkan berupa data mentah (File Ms. Excel dan DAT) selanjutnya perlu diolah menggunakan *software* Res2dinv.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Secara Umum
 - a. Memberikan informasi kepada pemangku kepentingan (*steakholder*) mengenai potensi mineral zeolit yang ada di lokasi penelitian.
 - b. Menjadi referensi bagi para akademisi untuk dijadikan acuan pada penelitian selanjutnya
2. Secara Khusus
 - a. Meningkatkan pengetahuan penulis tentang geologi daerah dan potensi mineral zeolit di daerah penelitian.
 - b. Meningkatkan pengetahuan penulis tentang *Software* Res2dinv.

BAB II TINJAAAN PUSTAKA

2.1 Batuan Sedimen

Batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk akibat proses pengendapan. Proses pengendapan batuan sedimen berawal dari adanya pemecahan batuan induk menjadi bagian-bagian yang ukurannya lebih kecil. Pecahan tersebut kemudian diangkut atau dipindahkan ke tempat lain oleh zat pengangkut, baik tenaga air yang mengalir, angin, maupun gletser sampai pada akhirnya diendapkan di suatu tempat. Beberapa contoh jenis batuan sedimen antara lain breksi, konglomerat, batupasir, dan batugamping (kapur) (Utoyo, 2007). Geologi daerah penelitian merupakan daerah yang dominan tersusun oleh batuan karts yang rongga-rongganya diisi oleh mineral sekunder kalsit dan zeolit (Suyanto dkk, 1992). Mineral zeolit alam akan terbentuk apabila batuan sedimen berada pada kedalaman tertentu dengan temperatur diatas 300⁰C serta absennya tekanan differensial. Pada kondisi ini maka mineral-mineral akan berkembang dan batuan seperti tidak mengalami metamorfosa (Noor, 2014).

Allah SWT telah berfirman dalam Al-Quran Surat al-A'raaf (7): 10.

وَلَقَدْ مَكَّنَّاكُمْ فِي الْأَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ ﴿١٠﴾

“Sesungguhnya kami telah menenpatkan kamu sekalian di muka bumi dan kami adakan bagimu di muka bumi (sumber) penghidupan. Amat sedikitlah kamu bersyukur” QS. Surat al-A'raaf (7): 10.

Allah SWT berfirman mengingatkan hamba-Nya bahwa Allah SWT telah menjadikan bumi sebagai tempat tinggal, dan Allah SWT menciptakan gunung-

gunung, sungai-sungai dan tumbuhan. Allah SWT memperbolehkan manusia mengambil segala manfaat yang ada, dan di bumi juga dijadikan sumber penghidupan untuk manusia, tetapi mereka tidak bersyukur (Katsir, 2015).

Allah SWT menjelaskan dalam ayat tersebut bahwa Allah SWT menciptakan gunung-gunung, sungai-sungai, dan tempat tinggal. Di dalamnya ada tumbuh-tumbuhan, hewan-hewan, dan bahan galian yang bernilai ekonomis untuk menunjang kebutuhan makhluk hidup. Bahan galian yang dimaksud dapat berupa berbagai macam wujudnya, bahan galian berasal dari endapan gunung dan sungai yang nantinya akan berubah menjadi mineral. Contoh jenis-jenis mineral yaitu bentotit, pirit zeolit dan masih banyak lagi macam-macam mineral hasil endapan (Dilantati, 2017).

2.2 Zeolit

Zeolit adalah nama kelompok besar mineral yang memiliki kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tatrahidrat $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga di dalamnya terisi oleh ion-ion logam. Logam-logam tersebut biasanya terisi oleh alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaan. Zeolit telah banyak diaplikasikan sebagai absorben, penukar ion, dan sebagai katalis (Chetam dalam Lestari, 2010).

Secara umum mineral zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal yaitu: $\text{M}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot a\text{SiO}_2 \cdot b\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{M}_{c/n} \{(\text{AlO}_2)_c$

$(\text{SiO}_2)_d\} b \text{H}_2\text{O}$ dimana n adalah valensi logam, a dan b adalah molekul silikat dan air, c dan d adalah jumlah molekul tetrahidrat alumina dan silika.

Mineral zeolit ditemukan oleh ahli mineral Swedia, Freiherr Axel Fredrick Cronsted pada tahun 1756 di tambang tembaga Svappari, Lanpark Swedia. (Zamroni dkk, 2002).

Kata zeolit berasal dari bahasa Yunani Zeo (boil) dan lythe (stone) dan didefinisikan oleh J.V Smith tahun 1984 sebagai “A zeolit is an aluminosilicate with a framework structure enclosing cavities occupied by large ions and water molecules, both of which have considerable freedom of movement, permitting ion-exchange and reversible dehydration”. Dengan demikian, zeolit adalah mineral dengan struktur Kristal alumino silikat yang berbentuk rangkap tiga dimensi, mempunyai rongga ion Na, K, Mg, Ca, dan Fe serta molekul air. Semenjak tahun 1984 tersebut, zeolit telah diklasifikasikan sebagai suatu jenis mineral tersendiri yang sebelumnya sering dimasukkan jenis batuan lempung (*clay materials*) atau jenis mineral silikat. Walaupun batuan lempung merupakan mineral alumina silikat tetapi memiliki struktur lapisan layer dan sifat pertukaran ionnya terutama disebabkan gugusan hidroksil dimana ion H dapat digantikan dengan ion lain. Pertukaran ion pada zeolit sendiri disebabkan oleh substitusi “*isomorf*” Al pada tetrahidrat Si dan semua atom Al pada zeolit adalah dalam bentuk tetrahidra bukan dalam bentuk oktahedra seperti batuan lempung (Zamroni dkk, 2002).

2.2.1 Pembentukan Mineral Zeolit

Mineral zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap selama jutaan tahun silam. Zeolit terdapat secara alami di daerah batuan sedimen di sekitar gunung api atau mengendap sebagai batuan sedimen pada bagian tanah jenis basal di daerah sumber panas (*hot spring*). Komposisi kimia zeolit alam ini tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi terjadinya. Hal ini menyebabkan zeolit alam dari suatu lokasi yang sama tetapi berbeda-beda dalam komposisi kimia (Zamroni dkk, 2002).

2.2.2 Karakteristik Zeolit

Secara struktur zeolit adalah mineral berongga dan bersifat polar, rongga biasa diisi oleh air, memiliki ukuran pori tertentu sehingga mempunyai sifat sebagai penyaring molekul, penukar ion, penyerap bau ataupun sebagai katalisator. Sifat dehidrasi berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya, zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke rongga utama dan akan efektif terhadap molekul yang akan diabsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300°C - 400°C maka air tersebut akan keluar sehingga menjadi aktif dan dapat berfungsi sebagai penyerap (Fatimah, 2006).

Mineral zeolit biasanya dijumpai dalam sedimen piroklastik berukuran halus bersusun riolitik. Sifat zeolit sebagai penyerap dan penyaring memiliki kapasitas pertukaran kation (KTK) atau *cation exchange capacity (CEC)* relatif tinggi berkisar antara 80 hingga 200 meq/100 gram. Secara kimia mineral zeolit mempunyai ion alkali dan kandungan kristal. Kation-kation yang ada di dalam kandungan zeolit tidak terikat secara kuat sehingga dapat bertukar dengan mudah. Apabila mineral zeolit dipanaskan sehingga airnya akan menguap dan bekas gugus air dalam zeolit akan membentuk lubang mikro ke segala arah. Struktur pori yang dimiliki oleh mineral zeolit mengakibatkan zeolit berfungsi sebagai penyaring dan penyerap molekul. Struktur dalam zeolit sangat kompleks, sehingga dikenal juga sebagai “multistruktur” (Kartawa dan Kusuma, 2006).

2.2.3 Sifat-Sifat Mineral Zeolit

Sifat-sifat yang dimiliki oleh mineral zeolit sangat beragam sehingga zeolit dapat dimanfaatkan untuk berbagai bidang industri, pertanian, dan sebagainya. Adapun macam-macam sifat zeolit antara lain:

a. Absorben

Struktur mineral zeolit dengan sangkar 3 dimensi menyebabkan zeolit mempunyai sifat absorpsi terhadap gas. Klinoptilolit mempunyai dua saluran ukuran 0.4×0.55 nm (8 ring) dan klinoptilolit ideal menyerap O_2 , CO_2 , SO_2 , He, NH_3 , H_2 , N_2 , CO_2 , Ar, etanol, metanol, klorin dan benzene (Zamroni dkk. 2002). Dalam keadaan normal ruang hampa dalam Kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Bila Kristal zeolit dapat

berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit dapat menyerap gas 30% dari beratnya dalam keadaan kering (Febrianto, 2011).

b. Katalis

Ciri paling khusus dari mineral zeolit adalah dengan adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila zeolit digunakan dalam proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas antara Kristal (Febrianto, 2011). Biasanya zeolit digunakan untuk katalis sebuah logam dan mineral akan mengatur jumlah logam yang dibutuhkan dan akan meningkatkan aktifitas katalis serta daya tahan kerja katalis mineral zeolit tersebut (Xu dan Pang, 2007).

c. Penukar Ion

Kepingan tak terhingga yang dimiliki oleh batuan yang mengandung mineral zeolit dimiliki juga oleh bahan galian tanah seperti *montmorillonit*, dan Kaolin. Semuanya merupakan batuan galian yang dapat ditemukan di alam dengan struktur berlapis dan terikat oleh molekul dan ion. Seperti zeolit yang memiliki sifat penukar ion dan zeolit memiliki berbagai jenis fungsi, contohnya ialah dapat mengikat peralihan ion logam saat diberikan ke mineral zeolit (Cotton dan Geoffrey, 2012).

2.2.4 Manfaat Mineral Zeolit

Zeolit dikenal sebagai mineral multifungsi karena banyak digunakan pada berbagai bidang antara lain yaitu bidang industri, pertanian, perikanan dan sebagainya. Salah satu contoh manfaat yang dihasilkan oleh zeolit ialah untuk

pengeringan makanan, pemurnian udara/oksigen, pengontrol polusi (limbah radioaktif, rumah tangga, penangkap gas SO_2 , imbuhan makanan ternak, penghilang bau, pembebasan nitrogen ammonia dari pabrik, pembebasan ion logam dari air, perikanan/tambak ikan, pembuatan keramik dan industri lainnya (Kartawa dan Kusumah, 2006).

2.2.5 Studi Terdahulu tentang Mineral Zeolit

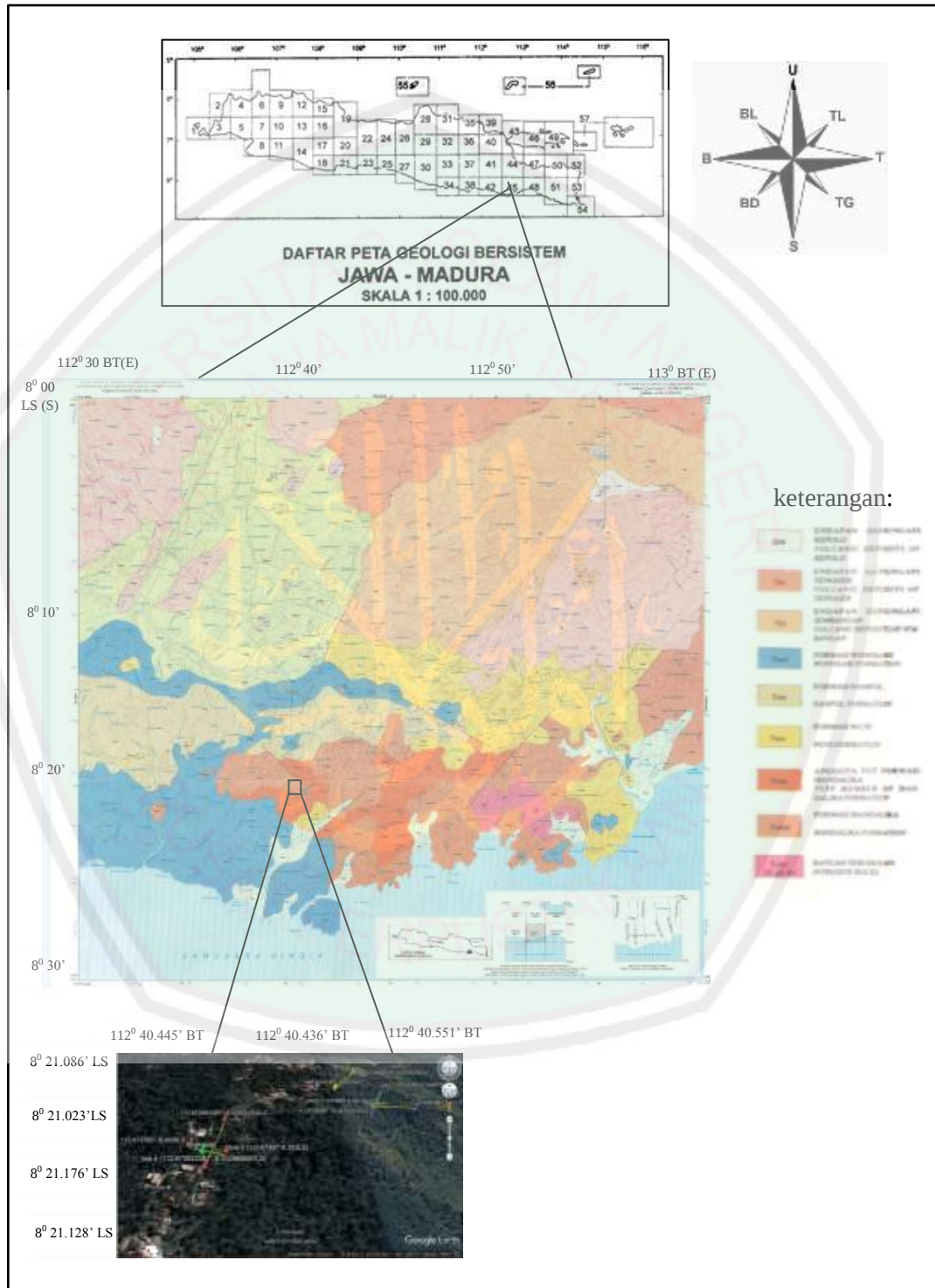
Zeolit merupakan hasil tambang yang memiliki potensi sangat besar untuk dimanfaatkan, karena itu zeolit sendiri memiliki banyak sifat yang dapat digunakan diberbagai bidang. (Fatimah, 2006) dalam penelitiannya membuktikan bahwa mineral zeolit dapat digunakan sebagai material utama pembuatan keramik dengan pembakaran di bawah suhu 1000°C (dengan tujuan fungsi dari zeolit sendiri tidak berubah). Keramik ini digunakan untuk struktur bangunan yang lingkungannya selalu lembab baik *outdoor* maupun *indoor*, dimana diperlukan keramik khusus agar lantai selalu dalam kondisi kering sehingga tidak licin, kotor atau ditumbuhi jamur, begitupun juga zeolit dapat digunakan untuk menyerap ammonia maupun untuk *smelly Shoes*. (Febrianto, 2011) dalam penelitiannya dapat menyatakan bahwa penggunaan mineral zeolit sebagai campuran material semen dengan kadar 10% dapat meningkatkan kuat lentur beton dari 2.83% Mpa menjadi 4.41% Mpa (naik 32.67%) dengan porositas 11.75%. Hal ini menunjukkan bahwa mineral zeolit dapat meningkatkan mutu bangunan beton sehingga mineral zeolit layak digunakan sebagai alternatif bahan tambah untuk beton.

2.3 Geologi Daerah Penelitian

Wilayah Desa Sumberagung Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang merupakan wilayah yang masuk ke dalam peta geologi lembar Turen. Fisiografi regional daerah Malang Selatan masuk ke dalam zona pegunungan selatan. Zona pegunungan selatan terletak pada bagian selatan dan relatif sejajar dengan pantai selatan Pulau Jawa. Pegunungan selatan umumnya merupakan blok yang terangkat dan agak miring ke arah selatan. Pada bagian barat merupakan pegunungan dengan dominan batuan karst (kapur) yang umumnya disebut dengan pegunungan seribu (gunung sewu), sedangkan bagian timur selain tersusun oleh batugamping juga oleh aktifitas vulkanik yang berkomposisi asam-basa (Bammelen, 1949). Pola morfologi Pegunungan Selatan Jawa Timur banyak dikontrol oleh litologi dan struktur geologi sehingga menimbulkan tiga kenampakan morfologi yaitu: Dataran Aluvial, Perbukitan dengan relief landai dan Pegunungan dengan relief tinggi. Dataran Aluvial pada umumnya menempati daerah-daerah depresi yang terjadi oleh adanya graben pada daerah tersebut. Daerah perbukitan dengan relief landai ditempati oleh batupasir dan batugamping. Daerah pegunungan dengan relief tinggi dibentuk oleh batuantufa, breksi, lava dan batuan intrusi (Nahrowi dkk, 1978).

Stratigrafi daerah Sumbermanjing Wetan terdiri dari batuan vulkanik tua, batuan sedimen, batuan gunungapi muda, batuan terobosan dan alluvium yang berumur mulai Oligosen akhir hingga Holosen (Holosen). Endapan sungai tersingkap di sekitar daerah aliran sungai Glidik dan Jokrama. Endapan pantai

bercampur dengan cangkang moluska dan kerang-kerangan tersingkap di sekitar atau sepanjang pantai.



Gambar 2.1 Geologi Lembar Turen

Formasi (Tomm) Formasi mandalika adalah lava andesit, basal, trakit, dasit dan breksi andesit. Lava andesit terdiri dari andesit piroksen, andesit hornlenda, berwarna kehijauan dan porfiri, mengalami ubahan hidrothermal yang dicirikan oleh gejala pengersikan dan pempropilitan, di beberapa tempat berubah menjadi kaolin seperti yang terdiri di G. Lempung. Mineral-mineral pirit banyak dijumpai dan di beberapa tempat terdapat mineral galena, seperti di S. Sumberjambe, S. Penguluran, Kp. Wediawu. Setempat terkekarkan mendarat dan vertikal. Lava basal umumnya terdiri dari basal piroksen berwarna hitam kehijauan, berstruktur amigdaloid yang rongga-rongganya diisi oleh mineral-mineral sekunder kalsit dan zeolit. Penyebarannya terdapat di S. Sumbermanggis dan Sumberejo. Basal yang berstruktur bantal terdapat di pantai selatan di sekitar G. lampung dan G. Pandali (Suyanto dkk, 1992).

2.4 Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi, yang meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus yang dilakukan ke dalam bumi. Ada beberapa macam metode geolistrik, antara lain metode potensial diri, arus tellurik, magnetotelurik, elektromagnetik, IP (*Induced Polarization*), resistivitas (tahanan jenis) dan lain-lain (Arif, 2016).

Pengukuran geolistrik ada dua penyelidikan yakni *sounding* dan *mapping*. *Sounding* adalah penyelidikan perubahan resistivitas bawah permukaan kearah vertikal. Caranya dengan mengubah atau memvariasikan jarak elektroda arus dan

potensial, konfigurasi yang dipakai biasanya adalah konfigurasi Schlumberger. *Mapping* adalah penyelidikan perubahan resistivitas bawah permukaan tanah kearah horizontal (lateral). Caranya dengan jarak elektroda arus dan tegangan tetap, titik ukur dipindah atau digeser secara horizontal. Konfigurasi yang dipakai biasanya wenner dan dipole-dipole (Vebrianto, 2016).

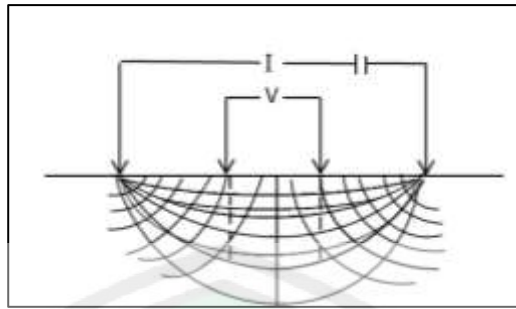
Aliran arus listrik mengalir di dalam tanah melalui batuan-batuan dan sangat dipengaruhi oleh adanya air tanah dan garam yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, metode geolistrik dapat digunakan pada penentuan akuifer, kontaminasi air tanah, penyelidikan mineral, survei arkeologi dan deteksi *hotrocks* pada penyelidikan panas bumi serta penelitian untuk mengetahui perkiraan keberadaan *bedrock* untuk pondasi bangunan (Sampurno dkk, 2015).

2.4.1 Metode Hambatan Jenis

Metode tahanan jenis merupakan salah satu metode geolistrik yang mempelajari sifat-sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Besaran fisis yang dipelajari adalah tahanan jenis batuan akibat adanya medan potensial dan arus yang terjadi di permukaan bumi. Pada dasarnya metode ini didekati dengan menggunakan konsep perambatan arus listrik di dalam medium yang isotropis, dimana arus listrik bergerak ke segala arah dengan nilai sama besar. Sehingga jika terjadi penyimpangan dari kondisi homogen isotropis, maka penyimpangan ini disebut anomali. Nilai tahanan jenis bawah permukaan ini berhubungan dengan sifat fisis batuan (antara lain derajat air, porositas, dan permeabilitas batuan) dan sejarah terbentuknya batuan tersebut (Telford, 1990). Prinsip dari metode ini

adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi menggunakan dua elektroda arus AB. Elektroda-elektroda yang ditancapkan ke dalam tanah harus dipastikan sudah tertancap dengan baik. Konfigurasi yang akan digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Arus yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui elektroda AB dianggap sebagai sumber titik yang ukuran sebenarnya tidak bisa dibandingkan sejauh mana efek yang akan dihasilkan oleh elektroda arus (Shalivahan dan Bhattacharya, 2016).

Geolistrik hambatan jenis memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi batuan bawah permukaan. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi. Perbedaan potensial yang terukur merefleksikan keadaan di bawah permukaan bumi. Informasi batuan bawah permukaan oleh tiga parameter dasar yaitu konduktivitas listrik, permeabilitas magnet, dan permittivitas dielektrik. Pada dasarnya metode ini didekatkan dengan menggunakan konsep perambatan arus listrik di dalam medium homogen isotropis, dimana arus listrik bergerak ke segala arah dengan nilai yang sama besar. Berdasarkan hal tersebut, maka bila terdapat anomali yang membedakan jumlah rapat arus yang mengalir diasumsikan diakibatkan oleh adanya perbedaan anomali tahanan jenis. Anomali tersebut nantinya akan digunakan untuk merekonstruksi keadaan geologi di bawah permukaan (Widodo dkk, 2005).



Gambar 2.2 Distribusi Arus Metode Geolistrik

2.5 Sifat Listrik Batuan

(Milsom, 2003) menyatakan resistivitas adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Sifat konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam serta bagaimana cara air didistribusikan dalam tanah dan macam batuan tersebut. Konduktivitas batuan yang mengandung air sangat ditentukan terutama oleh sifat air, yakni elektrolit (larutan garam yang terkandung dalam air terdiri dari anion dan kation yang bergerak bebas di air). Telford (1990) dalam Nurun (2016) menuliskan bahwa adanya medan listrik eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif, sedangkan anion menuju kutub positif. Tentu saja, batuan berpori ataupun tanah yang terisi air, nilai resistivitas (ρ) listriknya berkurang dengan bertambahnya kandungan air. Begitu pula sebaliknya, nilai resistivitas listriknya akan bertambah dengan berkurangnya air.

2.5.1 Konduksi Secara Elektronik

Konduksi secara elektronik adalah peristiwa konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral yang aliran arus listriknya dialirkan melalui elektron-

elektron bebas yang terdapat pada suatu batuan atau mineral (Kunetz. 1966). Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis). Resistivitas adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik yang bergantung pada besarnya medan listrik dan kerapatan arus listrik. Jika ditinjau dengan sebuah tabung silinder dengan panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , maka diperoleh rumus (Lowrie, 2007):



Gambar 2.3 Silinder Konduktor

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

Dimana ρ adalah resistivitas (Ωm), L adalah panjang silinder konduktor (m), dan A adalah luas penampang silinder konduktor (m^2), dan R adalah resistansi (Ω).

Resistansi berbeda dengan resistivitas. Resistansi adalah kemampuan suatu benda untuk menahan arus listrik yang mengalir dan bersifat merubah energi listrik menjadi energi kalor. Sedangkan resistivitas adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik yang bergantung pada besarnya medan listrik dan kerapatan arus listrik. Resistivitas materi memiliki satuan Ωm dan

dilambangkan dengan ρ . Berdasarkan hukum Ohm resistivitas dirumuskan dengan persamaan (Lowrie, 2007):

$$\rho = R \frac{A}{l} \quad (2.2)$$

Berdasarkan persamaan ke (2.1) dan (2.2) maka resistansi dan resistivitas memiliki hubungan seperti (Lowrie, 2007):

$$\rho = \frac{A V}{l I} \quad (2.3)$$

Dalam hal ini menentukan sifat penghantar, nilai resistivitas dapat di konversi menjadi satuan konduktivitas, yaitu (Lowrie, 2007):

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.4)$$

$$\sigma = \frac{A V}{l I} \quad (2.5)$$

$$\sigma = \frac{J}{E} \quad (2.6)$$

Dengan J adalah rapat arus listrik (ampere/meter²), dan E adalah medan listrik (Volt/meter).

2.5.2 Konduksi Secara Elektrolitik

Konduksi secara elektrolitik adalah peristiwa konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral yang dapat menghantarkan arus listrik karena batuan dapat menyimpan dan meloloskan fluida, terutama air. Sebagian besar batuan adalah konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang tinggi. Namun, di lain hal batuan dapat menjadi seolah-olah konduktor yang baik apabila di dalam batuan terdapat air yang nantinya air tersebut akan terurai menjadi ion-ion yang

dapat menghantarkan arus listrik. Apabila batuan memiliki permeabilitas dan porositas yang baik tetapi tidak terdapat kadar air di dalamnya maka kemungkinan resistivitas tetap tinggi. Jadi intinya adalah keberadaan fluida yang ada di dalam batuan akan mempengaruhi turunnya resistivitas batuan (Lowrie, 2007).

Konduktivitas batuan akan menjadi semakin tinggi jika air yang ada di dalam batuan semakin banyak, berlaku juga kebalikannya apabila air yang ada di dalam batuan semakin rendah maka akan menurunkan nilai konduktivitas batuan. Persamaan Archie dapat dituliskan dengan (Lowrie, 2007):

$$\rho_e = a \phi^{-m} s^{-n} \rho_w \quad (2.7)$$

Dengan ρ_e adalah resistivitas batuan, ρ_w adalah resistivitas air, ϕ adalah porositas, s adalah fraksi pori-pori berisi air, dan a , m , n adalah konstanta.

2.5.3 Konduksi Secara Dielektrik

Konduktivitas secara dielektrik adalah peristiwa konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral yang memiliki elektron bebas sedikit atau tidak memiliki elektron bebas yang dapat memiliki sifat dielektrik terhadap arus listrik. Elektron dalam suatu batuan atau mineral dapat berpindah dan berkumpul terpisah dalam tubuh batuan karena dipengaruhi oleh medan listrik dari luar. Pengaruh medan listrik dari luar inilah yang menyebabkan terjadinya polarisasi. Namun peristiwa konduksi secara dielektrik ini tergantung pada kemampuan dielektrik batuan (Lowrie, 2007).

Kunetz (1996) dalam Vebrianto (2016) menuliskan bahwa porositas dan permeabilitas batuan memiliki pengaruh dalam melanjutkan arus listrik DC

yang diinjeksikan oleh elektroda-elektroda arus pada saat akuisisi data geolistrik di lapangan. Resistivitas batuan dipengaruhi oleh fluida yang terkandung di dalam batuan. Nilai resistivitas dalam pengukuran metode geolistrik biasanya selalu berubah-ubah atau biasa dikenal dengan variasi geolistrik. Nilai resistivitas batuan tergantung dengan jenis batuan yang menjadi jalannya arus listrik DC pada saat injeksi arus listrik di dalam bumi.

Tabel 2.1 Nilai resistivitas mineral (Telford dkk,1976)

Material (Mineral)	Formula	Resistivitas (Ωm)
<i>Bismuthinite</i>	Bi_2S_3	18 – 570
Pirit	FeS_2	2.9×10^{-5} - 1.5
<i>Limonite</i>	$2\text{Fe}_2\text{O}_3$	$10^3 - 10^7$
<i>Magnetite</i>	Fe_3O_4	$5 \times 10^{-5} - 5.7 \times 10^3$
<i>Ilmenite</i>	FeTiO_3	$10^{-3} - 50$
<i>Limestone/</i> Batu Kapur	CaCO_3	$50 - 10^7$
Kuarsa	SiO_2	$10^2 - 2 \times 10^8$
<i>Sandstone</i>		$1 - 6.4 \times 10^8$
Breksi		75-200
Andesit		100-200
<i>Clay/Lempung</i>		1-100
<i>Surface water</i> (sediments)		10 – 100
Tuf Vulkanik		20 – 200
<i>Natural waters</i> (sedimen)		1 – 100
<i>Alluvium</i>		10-800
<i>Basalt</i>		$10 - 1.3 \times 10^7$

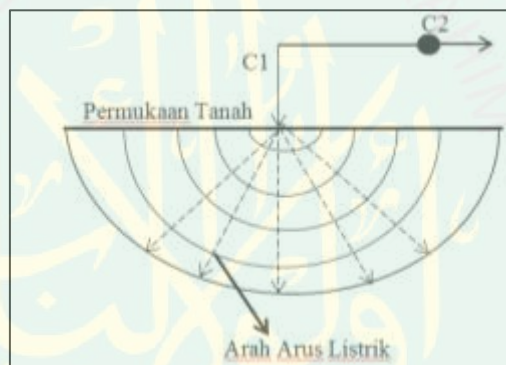
2.6 Aliran Listrik di Dalam Bumi

Saat menginjeksikan arus ke dalam bumi melalui dua elektroda arus AB, kemudian beda potensial yang terukur melalui elektroda M dan N. Dari hasil pengukuran arus dan potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat

diturunkan variasi nilai hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (*sounding Point*) (Burger, 1992).

2.6.1 Resistivitas Elektroda Tunggal

Elektroda arus tunggal dianggap bumi seolah-olah sebagai bola yang memiliki rongga dan memiliki nilai resistivitas pada setiap bagiannya. Penjalaran arus listrik yang diinjeksikan ke bumi dianggap lurus tanpa ada pembelokan. Pada kondisi ini, bumi memiliki bentuk homogen isotropik dengan resistivitas yang seragam (Telford, 1990).



Gambar 2.4 Elektroda Arus Tunggal

Sumber arus tunggal pada permukaan medium homogen untuk pola seperti gambar 2.4, maka berlaku hukum Ohm yaitu (Burger, 1992):

$$I = - \frac{AdV}{\rho dr} \quad (2.8)$$

Karena luas setengah bola $A = 2\pi r^2$, maka arus I menjadi:

$$I = - \frac{2\pi r^2 dV}{\rho dr} \quad \text{atau} \quad dV = - \frac{\rho dr}{2\pi r^2} \quad (2.9)$$

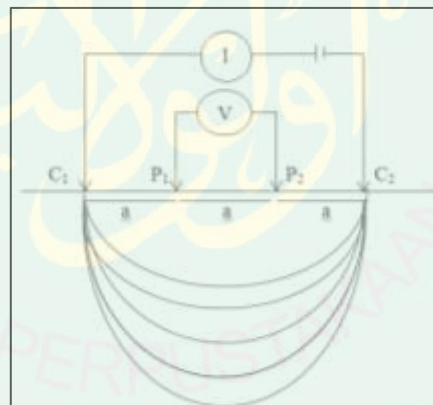
Sehingga potensial disuatu titik sejauh r dari pusat arus adalah:

$$V = \int dV = \int_0^r - \left(\frac{\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r}$$

Luasan setengah bola digunakan dalam perhitungan ini karena untuk bumi yang homogen isotropik berarti tidak ada lapisan selain dari bidang batas antara tanah dan udara. Udara mempunyai konduktivitas nol atau resistivitas tak terhingga, sehingga arus hanya akan mengalir ke dalam bumi (Burger, 1992).

2.6.2 Resistivitas Elektroda Ganda

Kearey (2002) dalam Vebrianto (2016) menyatakan bahwa arah arus listrik pada elektroda ganda memiliki batas jangkauan arus listrik. Batas jangkauan arus listrik tergantung pada jarak antar kedua elektroda arus dengan memperhatikan kerapatan arah arus listrik dalam bumi. Nilai resistivitas semu dipengaruhi oleh arus listrik yang diinjeksikan oleh dua buah elektroda arus ke dalam medium tidak terhingga.



Gambar 2.5 Elektroda Arus Ganda

Nilai resistivitas semu dapat dicari dengan mengetahui nilai potensial yang terukur dan dipengaruhi oleh dua elektroda arus. Elektroda potensial pertama P_1 dipengaruhi oleh elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 , sedangkan elektroda potensial kedua P_2 dipengaruhi elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 , nilai

potensial listrik pada P_1 yang dipengaruhi oleh C_1 merupakan kejadian yang mirip dengan kasus elektroda tunggal, sehingga nilai potensial listrik P_1 , yaitu (Telford, 1990):

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1}, \text{ dimana } A_1 = -\frac{Ip}{2\pi} \quad (2.10)$$

Dengan arah arus listrik C_1 yang berlawanan arah arus listrik C_2 dan memiliki nilai arus listrik yang sama, sehingga potensial listrik pada P_1 dan C_2 , yaitu (Telford, 1990):

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2}, \text{ dimana } A_2 = -\frac{Ip}{2\pi} \quad (2.11)$$

Dengan penjumlahan V_1 dan V_2 pada elektroda pertama P_1 dimisalkan adalah V_R , maka (Telford, 1990):

$$V_R = V_1 + V_2 \quad (2.12)$$

Maka besarnya potensial listrik yang terukur pada elektroda potensial pertama P_1 dapat dituliskan oleh persamaan (Telford, 1990):

$$V_R = V_1 + V_2 = \frac{Ip}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right] \quad (2.13)$$

Dengan V_1 dan V_2 adalah nilai potensial listrik yang diukur pada elektroda pertama, I adalah arus listrik yang diinjeksikan, r_1 dan r_2 adalah jarak antara P_1 dengan C_1 dan C_2 .

Nilai potensial listrik yang terukur oleh elektroda potensial kedua P_2 merupakan penyelesaian kasus yang sama dengan elektroda potensial pertama P_1 . Penurunan rumus mencari nilai potensial listrik pada elektroda P_2 yang

memiliki bentuk yang sama dengan persamaan 2.12 maka potensial listrik pada elektroda potensial kedua P_2 dapat dimisalkan, yaitu (Telford, 1990):

$$V_S = V_3 + V_4 \quad (2.14)$$

Dengan V_S adalah penjumlahan potensial listrik karena pengaruh jarak dari elektroda arus pertama (V_3) dan pengaruh jarak dari elektroda arus kedua (V_4), maka potensial listrik pada elektroda kedua P_2 , yaitu (Telford, 1990):

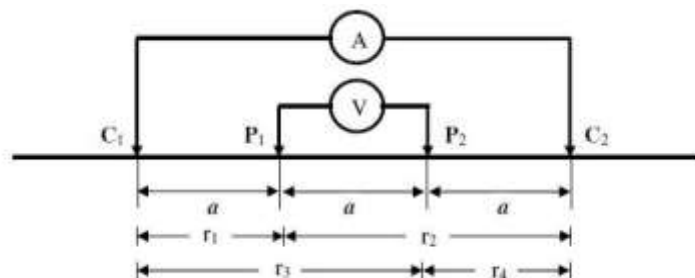
$$V_S = V_3 + V_4 = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.15)$$

Dari persamaan 2.15, maka nilai beda potensial yang terukur pada multimeter di dalam instrumen geolistrik, yaitu (Telford, 1990):

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

2.7 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi wenner dibagi mejadi tiga yaitu konfigurasi wenner alpha, beta dan gamma. konfigurasi wenner alpha sering digunakan oleh pelaku geolistrik dilapangan. Titik ukur dari konfigurasi wenner alpha berada di antara elektroda potensial yang pertama dan elektroda potensial yang kedua. Adapun pengaturan dari wenner Alpha adalah (Telford, 1990):



Gambar 2.6 Konfigurasi Wenner Alpha

Wenner Alpha memiliki konfigurasi elektroda potensial yang berada di antara elektroda arus yang tersusun dari C_1 - P_1 - P_2 - C_2 . Jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya sama dengan a . Faktor geometri konfigurasi ini adalah $K = 2\pi\alpha$ (Loke, 2004). Berbagai macam konfigurasi pada metode geolistrik yang memiliki pengaruh pada perumusan faktor geometri. Faktor geometri tersebut muncul karena akibat pola perpindahan dan tata letak dari elektroda potensial dan elektroda arus. Berdasarkan Gambar 2.6, dapat diperoleh persamaan untuk nilai K , yaitu (Telford, 1990):

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

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

$$K = 2\pi a$$

Keuntungan dan keterbatasan konfigurasi Wenner Alpha adalah (Loke, 2004):

- a. Konfigurasi elektroda Wenner Alpha sangat sensitive terhadap perubahan lateral setempat dan dangkal. Hal tersebut terjadi karena anomali geologi diamati oleh elektroda C_1 dan P_1 berkali-kali, namun demikian untuk jarak C-P yang lebih pendek, daya tembus (penetrasi) lebih besar, sehingga berlaku untuk eksplorasi yang lebih dalam.
- b. Karena bidang ekuipotensial untuk benda homogen berupa bola, maka data-data lebih mudah diproses dan dimengerti. Disamping itu juga nilai *error* kecil.

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

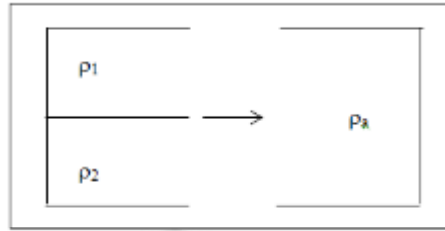
2.8 Resistifitas Semu

Pengukuran metode geolistrik resistivitas pada suatu batuan sesungguhnya didapatkan data resistivitas semu (*apparent resistivity*). Bumi diasumsikan seolah-olah homogen isotropik (Shalivahan dan Bhattacharya, 2016). Oleh karena itu, bumi diasumsikan seolah-olah memiliki satu lapisan batuan saja, sehingga nilai resistivitas yang terukur adalah resistivitas semu dengan nilai resistivitas setiap titik ukurnya, yaitu (Telford, 2016):

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

Dengan nilai ρ_a adalah nilai resistivitas semu, ΔV adalah beda potensial dan I adalah arus listrik.

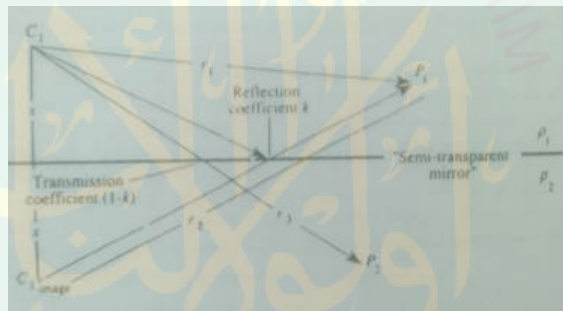
Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda, walaupun jarak antar elektrodanya sama. Maka akan dikenal dengan ρ_a . Untuk medium berlapis, harga resistivitas semu ini akan merupakan fungsi jarak bentangan (jarak antar elektroda arus). Untuk jarak elektroda arus kecil akan memberikan ρ_a yang harganya mendekati ρ batuan sebenarnya di dekat permukaan. Sedangkan jarak bentangan besar, ρ_a yang diperoleh akan mewakili nilai ρ batuan yang lebih dalam lagi (Waluyo, 2001).



Gambar 2.7 Resistivitas Semu

Gambar 2.7 menjelaskan bahwa lapisan ρ_1 dan ρ_2 merupakan lapisan semu dari ρ_a yang bersifat homogen fiktif, atau bisa dikatakan ρ_1 dan ρ_2 mewakili medium berlapis yang ditinjau.

Meninjau medium dengan 2 lapisan:



Gambar 2.8 Medium Dua Lapisan (Burger, 1992)

Potensial di titik P_1

$$V_{P_1} = \frac{\rho_1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{[1+(2nz/r)^2]^{1/2}} \right) + \left(\frac{1}{r_2} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{[1+(2n\pi/r)^2]^{1/2}} \right) \right\} \quad (2.19)$$

Potensial di titik P_2

$$V_{P_2} = \frac{\rho_1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_3} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{[1+(2nz/r)^2]^{1/2}} \right) + \left(\frac{1}{r_4} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{[1+(2n\pi/r)^2]^{1/2}} \right) \right\} \quad (2.20)$$

$$V_{P_1} = V_{P_2}$$

$$k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \quad (2.21)$$

Hubungan antara ρ_a dan ρ_1, ρ_2 pada gambar (2.8) yaitu (Burger, 1992):

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta v}{i} \left\{ \frac{1}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{a}} \right\} \quad (2.22)$$

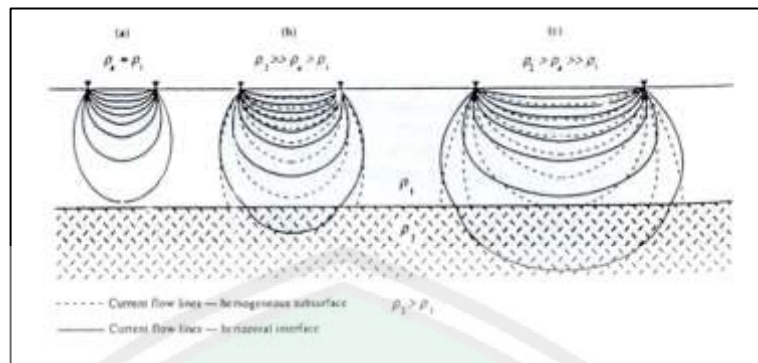
$$\rho_a = \frac{2\pi a}{i} \Delta V$$

$$\rho_a = \frac{2\pi a}{i} \left\{ \frac{\rho_1 i}{2\pi a} \left(1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{k_{1,2}^n}{\left[1 + \left(\frac{2nz}{a} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{1,2}^n}{\left[1 + \left(\frac{nz}{a} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \right) \right) \right\} \quad (2.23)$$

Keterangan:

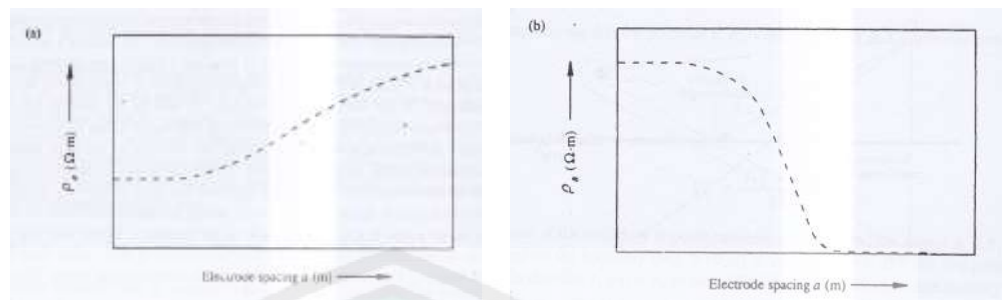
- ρ_a = Resistivitas Semu
- i = Arus (A)
- a = Spasi terkecil
- k = Koefisien Refleksi
- n = Jumlah Datum
- z = Kedalaman
- ΔV = Beda Potensial

Banyak penelitian menggunakan metode resistivitas, spasi elektroda diplo terhadap resistivitas semu. Jika digambarkan pada suatu kurva dengan material di bawah permukaan memiliki resistivitas yang lebih tinggi daripada di atasnya maka bentuk kurva hampir sama dengan gambar 2.10 (a) bentuk kurva sesungguhnya bergantung pada resistivitas, kedalaman dan spasi elektroda yang digunakan saat pengukuran. Jika material di bawah permukaan memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada material di atasnya maka bentuk kurva diasumsikan pada gambar 2.10 (b) (Burger, 1992).



Gambar 2.9 Efek pada Resistivitas Semu jika Spasi Elektroda Diperbesar

Pengembangan pola resistivitas ada dua macam yaitu kualitatif dan kuantitatif. Pengembangan kualitatif dari pola resistivitas adalah dengan melakukan pencocokan kurva (*kurva matching*). Pada konfigurasi wenner, ρ_a sama dengan ρ_1 atau ρ_a mendekati ρ_1 . Jika elektroda bergeser sedikit maka pembacaan akan sama, diasumsikan bahwa ρ_1 adalah homogen. Jika spasi antar elektroda diperbesar maka arus yang diinjeksikan akan menembus medium yang lebih dalam, dan densitas arus akan mempengaruhi nilai ρ_2 . Sehingga resistivitas semua (ρ_a) akan lebih besar dari ρ_1 dan kurang dari ρ_2 . Jika spasi elektroda diperbesar lagi maka ρ_2 lebih besar lagi dari pada ρ_1 . (Burger, 1992).



Gambar 2.10 Kurva Kualitatif Resistivitas Semu dengan Spasi Elektroda untuk Bidang Batas Tunggal. (a) Material dengan Resistivitas yang Lebih Tinggi Berada di Bawah Bidang Batas. (b) Material dengan Resistivitas yang Lebih Tinggi Berada di Atas Bidang Batas (Burger, 1992).

Akuisisi data lapangan geolistrik akan mendapatkan nilai resistivitas semu, terutama dekat dengan permukaan tanah. Resistivitas semu yang terukur menunjukkan nilai yang berbeda dalam setiap titik ukur. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh keberadaan mineral bumi dan konfigurasi keempat elektroda. Dalam eksplorasi mineral non logam, akuisisi data lapangan geolistrik menggunakan teknik pengambilan data secara menyamping dengan konfigurasi wenner dan pole-dipole. Terdapat satu metode untuk mendapatkan nilai resistivitas yang sebenarnya dari resistivitas yang sudah terkumpul, yaitu dengan cara pemodelan resistivitas dengan pengolahan data dari metode inversi. Metode inversi tersebut dapat menampilkan suatu variasi resistivitas yang sebenarnya pada suatu grafik dalam suatu *software* geolistrik (Vebrianto, 2016).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Tanggal 08-09 September 2018. Tempat penelitian terletak di Desa Sumberagung Kecamatan Sumbermanjing wetan Kabupaten Malang. Letak penelitian berada pada sekitar singkapan mineral zeolit yakni pada koordinat $8^{\circ}21.077''$ LS - $112^{\circ}40.563''$ BT dan $8^{\circ}21.162''$ LS - $112^{\circ}40.431''$ BT. Pengolahan data bertempat di Laboratorium Geofisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat Penelitian

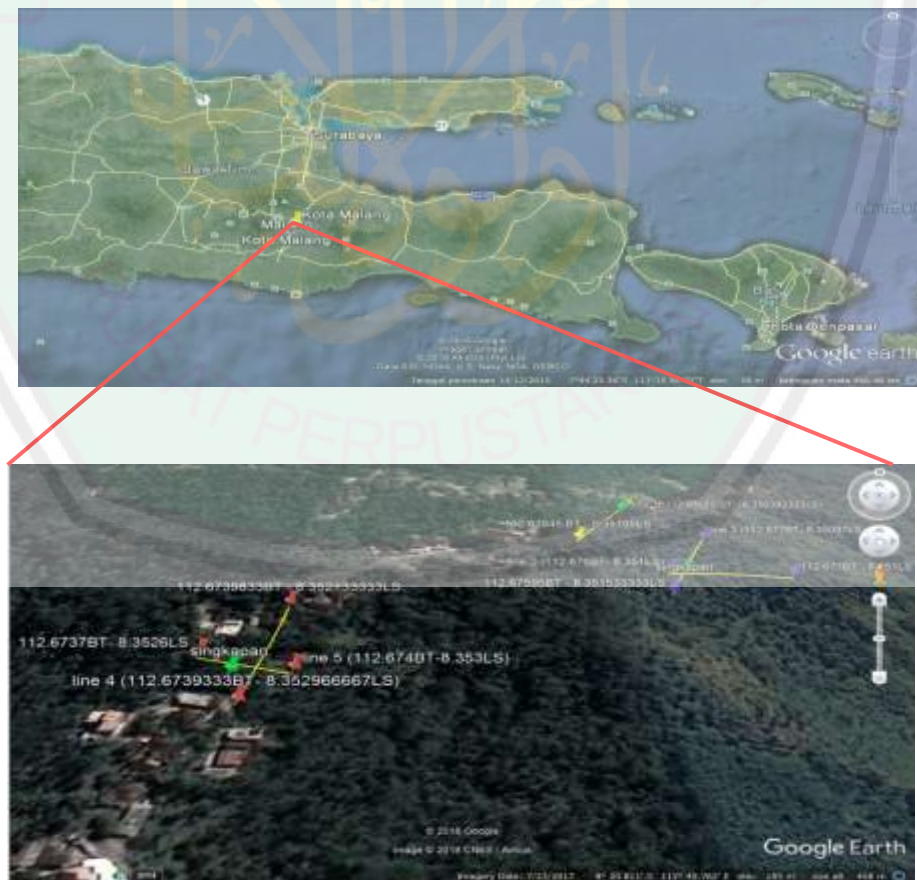
Peralatan yang digunakan saat pengambilan dan pengolahan data di lapangan yaitu:

- a. Elektroda
- b. Kabel Rol *Multichanel*
- c. *Resistivitymeter*
- d. Capit Buaya
- e. Kabel Rol Arus dan Potensial
- f. GPS (*Global Positioning System*)
- g. Palu
- h. Aki
- i. Alat Tulis
- j. Peta Geologi

- k. Meteran
- l. Seperangkat Komputer
- m. *Software* Ms. Exel, Word, Voxler 4, dan Res2dinv

3.3 Desain Akuisisi Data

Akuisisi data geolistrik di lapangan terdiri dari lima lintasan. Lintasan pertama membentang disebelah Timur dari lintasan lainnya, lintasan kedua dan ketiga saling berpotongan pada jarak 9 meter dari elektroda pertama pada lintasan kedua. Lintasan keempat dan kelima juga saling berpotongan pada jarak 31.9 meter dari elektroda pertama lintasan keempat. Adapun desain akuisisinya sebagai berikut :



Gambar 3.1 Lokasi dan desain akuisisi data geolistrik

Keterangan — : Lintasan
 Konfigurasi : Wenner Alpha
 Jumlah Lintasan : 5 Lintasan

3.4 Prosedur Pengambilan Data Geolistrik

Prosedur pengambilan data geolistrik pada penelitian ini yaitu pertama melakukan survei lapangan dan mengumpulkan referensi pendukung dalam penelitian berupa geologi lingkungan daerah penelitian, topografi maupun metode yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan pembuatan lintasan untuk pengambilan data geolistrik dengan mencatat setiap koordinat lintasan yang akan digunakan. Kemudian jika sudah siap, dilakukan pengambilan data dengan alat *resistivity* meter konfigurasi wenner alpha, untuk pengaturan spasi elektroda pada penelitian ini berjarak sepanjang 3 meter dan data yang diperoleh saat akuisisi data menggunakan geolistrik *multichannel* berupa arus (I), beda potensial (V) dan perhitungan resistivitas semu (ρ_a).

3.5 Prinsip Kerja Geolistrik

Prinsip kerja Geolistrik adalah dengan mengalirkan nilai arus listrik ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus yaitu AB, distribusi arus yang diinjeksikan ke dalam bumi menyerupai setengah bola dan material dibawah permukaan dianggap homogen, kemudian distribusi potensial yang dihasilkan oleh injeksi arus akan diukur oleh elektroda MN. Potensial elektroda M dipengaruhi oleh elektroda arus A dan B, dan elektroda N juga demikian dipengaruhi oleh elektroda arus A dan B. Dari nilai potensial yang di tangkap

oleh alat geolistrik multichannel maka akan menghitung nilai ρ_a dengan otomatis. Data-data yang diperoleh tersebut akan tercatat dan berupa file Exel dan DAT.

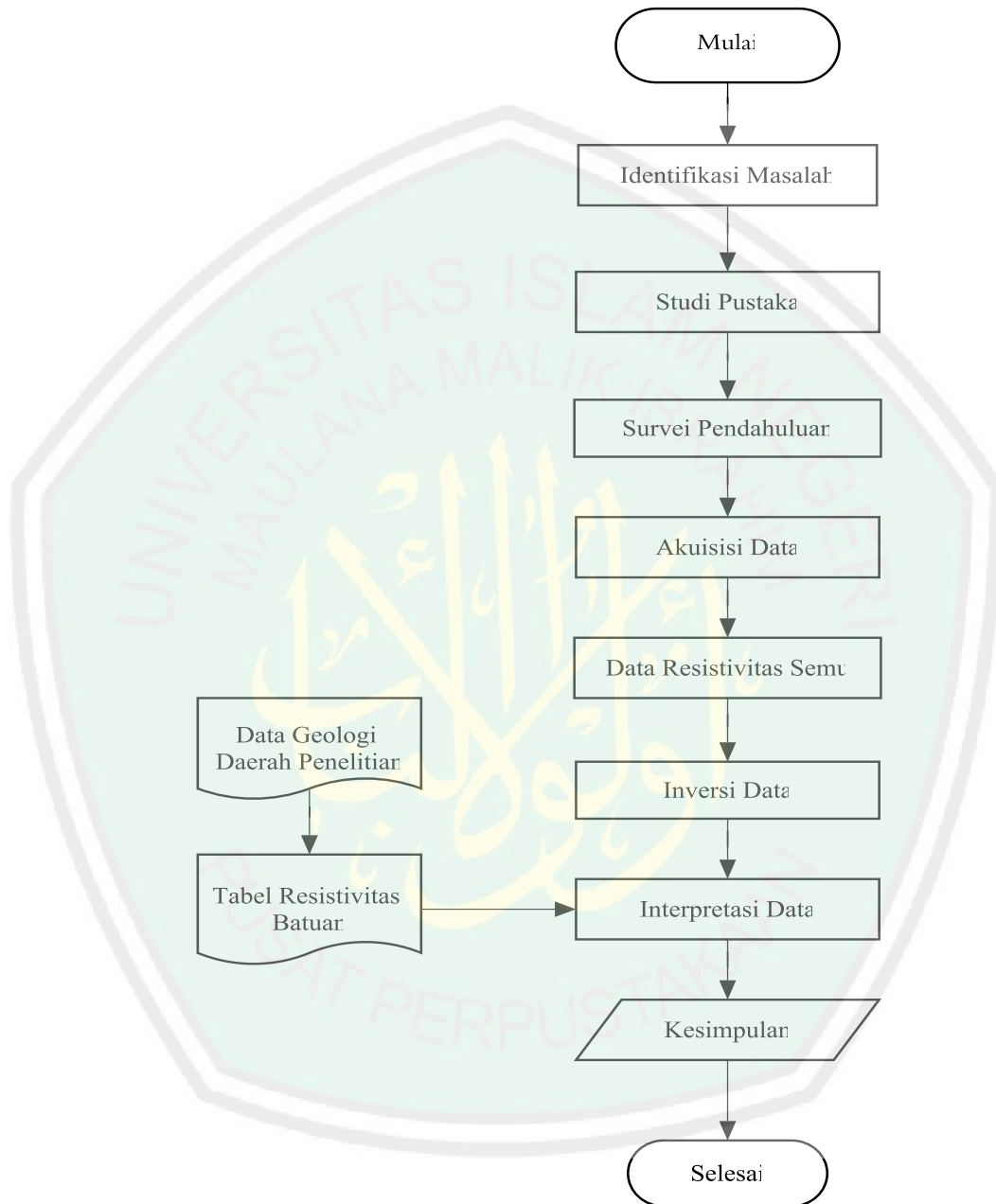
3.6 Pengolahan Data Geolistrik

Data geolistrik *mapping* dan data topografi setiap elektroda yang telah diperoleh dari lapangan akan diolah menggunakan *Software* Res2Dinv untuk mendapatkan data struktur bawah permukaan dalam bentuk kontur citra warna dengan penampang yang disesuaikan dengan data topografi yang ada di lapangan sehingga memberikan data 2 Dimensi sebaran nilai resistivitas pada titik-titik pengukuran yang telah menjadi target.

3.7 Interpretasi Data

Analisa dan interpretasi data geolistrik yang dihasilkan saat penelitian dilakukan dengan analisa interpretasi *mapping* dua dimensi. Analisa dan interpretasi dua dimensi *mapping* akan memberikan gambaran citra warna sebaran nilai resistivitas dengan bentuk menyerupai pemetaan, dan informasi yang diperoleh adalah nilai resistivitas secara merata material yang ada di bawah permukaan pada lintasan penelitian, dengan mengacu pada tabel resistivitas dan peta geologi sehingga dapat diinterpretasi material penyusun bawah permukaan daerah penelitian.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Zeolit

Batuan mineral zeolit merupakan batuan yang terdapat secara alami di daerah batuan sedimen karena aktivitas gunungapi melalui interaksi batuan vulkanik, abu serta air tanah alkali. Komposisi yang terkandung di dalam batuan yang mengandung mineral zeolit sangat beragam sesuai dengan kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti pengaruh suhu, tekanan, uap air dan komposisi tanah (Zamroni dan Las, 2002).

Sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit di daerah penelitian cukup luas, dan hingga saat ini masyarakat belum mengetahui hal itu. Potensi mineral zeolit menyebar hingga sungai-sungai dan tebing-tebing disekitar area penelitian. Singkapan yang terdapat di daerah penelitian hanya sedikit contoh kekayaan batuan mineral zeolit, padahal di bawah permukaan masih memiliki potensi batuan mineral zeolit yang melimpah. Karena kurangnya informasi sumberdaya mineral zeolit, masyarakat hanya memanfaatkan batuan gamping untuk di tambang dan diolah.



Gambar 4.1 Sampel batuan

Kandungan batuan mineral zeolit yang ada di daerah penelitian sudah di buktikan melalui uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), uji tersebut bertujuan untuk menganalisis komposisi kimia yang ada di dalam batuan, sehingga dapat di lihat unsur-unsur yang terdapat di dalam batuan. Melalui uji tersebut peneliti dapat membuktikan sampel batuan mineral zeolit yang berasal dari daerah penelitian mengandung mineral zeolit dengan kadar konsentrasi sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Uji XRF

Unsur	Konsentrasi (%)
Al (Aluminium)	4.7
Si (silikon)	30.7
K (Kalium)	4.33
Ca (Kalsium)	36.7
Ti (Titanium)	0.84
Cr (Chromium)	0.069
Mn (Magnesium)	0.76
Fe (Besi)	20.4
Cu (Tembaga)	0.096
Sr (Strontium)	0.81
Ba (Barium)	0.08
Eu (Europium)	0.2
Re (Rhenium)	0.29

4.2 Geologi Daerah Penelitian

Geologi daerah Sumbermanjing Wetan masuk ke dalam formasi mandalika dan formasi wuni, dimana material batuananya berupa tuf vulkanik, andesit, breksi, aluvium, lempung, kuarsa dan batupasir. Pada formasi mandalika memiliki sifat fisik berwarna kehijauan dan porfiri yang mengalami ubahan hidrotermal. Pada formasi mandalika rongga batuan diisi oleh mineral pirit dan zeolit. Hal ini mengakibatkan sampel batuan yang di ujikan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorence*) juga memiliki warna fisik berwarna hijau keabu-abuan.

4.3 Akuisisi Data

Alat yang digunakan untuk pengambilan data adalah geolistrik *multichannel*, dengan menggunakan metode resistivitas konfigurasi Wenner Alpha yang bertujuan untuk menginterpretasi litologi bawah permukaan dan mengetahui potensi sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit. Alat lain untuk mendukung saat akuisisi data diantaranya: kabel roll, meteran, palu, elektroda, accu, payung, GPS, (*Global Positioning System*), dan alat tulis. *Resistivitymeter* berfungsi sebagai alat pencatat beda potensial dan sebagai sumber arus sehingga dihasilkan data nilai rho *apparent* secara otomatis. Elektroda dan kabel roll berfungsi sebagai penghantar arus dan potensial saat alat dioperasikan, aki / *power suplay* digunakan sebagai sumber arus yang diinjeksikan ke bumi, kemudian palu digunakan untuk memukul elektroda agar elektroda dapat tertancap ke permukaan tanah dengan sempurna, payung sebagai pelindung alat dari guyuran hujan dan panasnya matahari, GPS (*Global Positioning system*) berfungsi sebagai pengukur koordinat dan ketinggian lokasi. Alat tulis seperti kertas dan pulpen untuk

mencatat ketinggian dan titik koordinat setiap elektroda dan yang terakhir adalah meteran sebagai pengukur panjang spasi elektroda setiap bentangan lintasan.

Posisi elektroda arus (C) dan elektroda potensial (P) secara berurutan C_1 - P_1 - P_2 - C_2 dengan spasi antar elektroda sebesar 3 meter, dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas ini akan diperoleh hasil penampang 2D yang menunjukkan distribusi resistivitas batuan yang berada di bawah permukaan, sehingga hasil yang diperoleh dari akuisisi data dapat menggambarkan daerah penelitian berdasarkan sifat resistivitas batuan yang ada di bawah permukaan.

Prinsip dari metode resistivitas sendiri adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi menggunakan dua elektroda arus AB. Elektroda-elektroda yang ditancapkan ke dalam tanah harus dipastikan sudah tertancap dengan baik. Melalui elektroda arus AB akan menghasilkan beda potensial di bawah permukaan yang akan di terima oleh elektroda MN sehingga data nilai resistivitas semu setiap material di bawah permukaan dapat terbaca oleh alat *resistivitymeter*. Konfigurasi yang akan digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Arus yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui elektroda AB yang dianggap sebagai sumber titik yang ukuran sebenarnya tidak bisa dibandingkan sejauh mana efek yang akan dihasilkan oleh elektroda arus (Shalivahan dan Bhattacharya, 2016). Potensial yang terukur oleh alat merupakan resistivitas semu karena pada dasarnya bumi tersusun atas lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda untuk satu lapisan. Nilai resistivitas semu dapat diperoleh dari perhitungan data lapangan dengan mengetahui nilai resistansi (R). Nilai resistansi yang terukur merupakan nilai resistansi untuk seluruh lapisan, karena di bawah

permukaan bumi terdapat beberapa lapisan dengan material penyusun yang berbeda-beda dengan nilai konduktivitas yang bervariasi, semakin tinggi nilai konduktivitas maka semakin rendah nilai resistivitas bahan, begitulah sebaliknya semakin rendah nilai konduktivitas maka semakin tinggi nilai resistivitas yang artinya akan dengan mudah menghantarkan arus listrik di bawah permukaan.

4.4 Pengukuran Koordinat Lintasan

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil 5 lintasan, adapun titik koordinat setiap lintasan yaitu:

1. Lintasan pertama berada pada sebelah kiri singkapan dengan posisi koordinat $08^{\circ}21.023' \text{ LS} - 112^{\circ}40.551' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ}21.063' \text{ LS} - 112^{\circ}40.527' \text{ BT}$.
2. Lintasan kedua dan ketiga saling berpotongan, lintasan kedua berada pada koordinat $08^{\circ}21.086' \text{ LS} - 112^{\circ}40.540' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ}21.072' \text{ LS} - 112^{\circ}40.586' \text{ BT}$.
3. Lintasan ketiga berada posisi koordinat $08^{\circ}21.052' \text{ LS} - 112^{\circ}40.576' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ}21.096' \text{ LS} - 112^{\circ}40.555' \text{ BT}$.
4. Lintasan keempat dan kelima juga saling berpotongan dengan posisi lintasan keempat berada pada koordinat $08^{\circ}21.178' \text{ LS} - 112^{\circ}40.436' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ}21.128' \text{ LS} - 112^{\circ}40.439' \text{ BT}$.
5. Lintasan kelima berada di atas singkapan, dengan titik koordinat $08^{\circ}21.160' \text{ LS} - 112^{\circ}40.445' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ}21.156' \text{ LS} - 112^{\circ}40.421' \text{ BT}$.

4.5 Metode Geolistrik Resistivitas *Mapping* Konfigurasi Wenner Alpha

Pengambilan data yang dilakukan terdiri dari 5 lintasan, diantaranya yaitu:

1. Lintasan ke-1: Panjang lintasan 93 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 32 buah elektroda. Titik pengukuran yang dihasilkan sebanyak 155 data dan sudah dikemas dalam bentuk file format excel dan DAT.
2. Lintasan ke-2: Panjang lintasan juga 93 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 32 buah elektroda. Titik pengukuran yang dihasilkan sebanyak 155 data dan sudah dikemas dalam bentuk file format excel dan DAT.
3. Lintasan ke-3: Panjang lintasan 93 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 32 buah elektroda. Titik pengukuran yang dihasilkan sebanyak 155 data yang sudah dikemas pada file format excel dan DAT.
4. Lintasan ke-4: Panjang lintasan 93 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 32 buah elektroda. Titik pengukuran yang dihasilkan sebanyak 155 data yang sudah dikemas pada file format excel dan DAT.
5. Lintasan ke-5: Panjang lintasan 45 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 16 buah elektroda. Titik pengukuran yang dihasilkan sebanyak 35 data yang sudah dikemas pada file format excel dan DAT.

4.6 Hasil Akuisisi Data

Proses pengolahan data yang dihasilkan dari akuisisi data di lapangan berupa data resistivitas batuan yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui pola sebaran batuan mineral zeolit dan untuk mengidentifikasi litologi bawah permukaan daerah penelitian tepatnya di Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing wetan, Kabupaten Malang.

Akuisisi data telah dilakukan di daerah penelitian dan memperoleh data dari lima lintasan sebanyak 655 titik ukur. Adapun rincian titik ukur dari masing-masing lintasan adalah lintasan pertama hingga ke empat diperoleh sebanyak 155 titik ukur dan lintasan kelima diperoleh sebanyak 35 titik ukur resistivitas. Pada lintasan pertama hingga keempat memiliki spasi elektroda sepanjang 3 meter dan pengulangan sebanyak 10 kali ($n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$). Spasi elektroda pada lintasan kelima sepanjang 3 meter dan pengulangan sebanyak 5 kali ($n=1, 2, 3, 4, 5$).

4.7 Model Penampang 2D dari 5 lintasan

Lima data lintasan yang diperoleh di lapangan berupa file DAT dan excel. Adapun komponen-komponen yang terukur berupa I (arus), V (potensial), resistivitas semu (ρ_a), dan formasi letak seluruh elektroda. Selanjutnya untuk mengolah data tersebut dengan menggunakan *software* Res2dinv berupa penampang 2 dimensi yang dihasilkan dari inversi data nilai resistivitas. *Software* Res2dinv memiliki nilai error dalam bentuk persen. Nilai eror tersebut bisa dihasilkan karena adanya kesalahan pembacaan nilai resistivitas dari alat saat

dilakukannya akuisisi data di lapangan dan kesalahan pengaturan di dalam *software* Res2dinv.

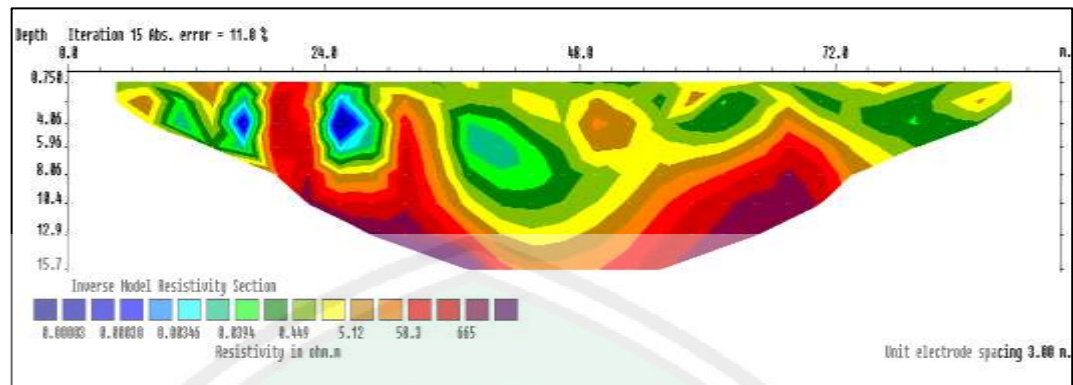
4.8 Interpretasi Data

Interpretasi data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menentukan litologi bawah permukaan bumi pada seluruh lintasan akuisisi data, sehingga dapat diketahui jenis material penyusun bawah permukaan daerah penelitian. Dilihat dari citra warna yang dihasilkan oleh *Software* maka akan disesuaikan dengan nilai resistivitas atau tahanan jenis pada tabel resistivitas dan data pendukung seperti peta geologi (lembar Turen).

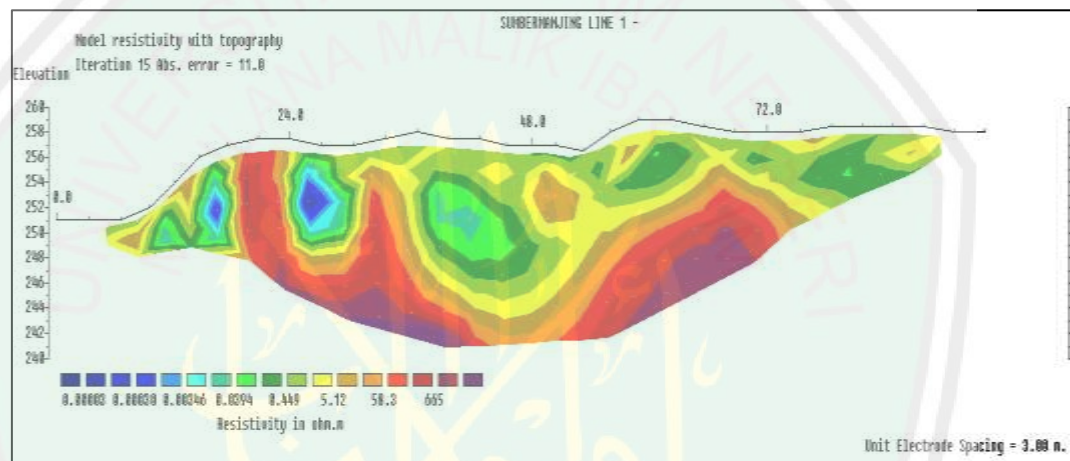
Resistivitas yang dihasilkan oleh *software* Res2dinv diwakili oleh citra warna mulai dari warna biru hingga warna ungu, berbagai warna-warna tersebut memiliki nilai resistivitas tertentu sesuai dengan keadaan bawah permukaan akuisisi.

4.8.1 Lintasan 1

Lintasan pertama berada pada koordinat $08^{\circ}21.023' \text{ LS} - 112^{\circ}40.551' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ} 21.063' \text{ LS} - 112^{\circ}40.527' \text{ BT}$. Pada lintasan pertama memiliki berbagai macam jenis batuan sedimen, dapat dilihat dari penampang citra warna yang diolah dengan *software* Res2dinv sehingga adanya pendugaan sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit yang ditunjukkan dari warna merah hingga warna ungu dengan rentang warna sekitar $100 \Omega\text{m}$ hingga $665 \Omega\text{m}$.



Gambar 4.2 (a) Model penampang 2D lintasan pertama



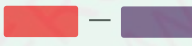
Gambar 4.2 (b) Model penampang 2D lintasan pertama dengan nilai topografi

Gambar 4.2 (a) merupakan gambar penampang hasil inversi tanpa menggunakan data topografi, sehingga penampang yang dihasilkan memberikan informasi nilai resistivitas dan kedalaman. Gambar 4.2 (b) merupakan gambar penampang hasil inversi dengan menambahkan nilai topografi setiap elektroda, sehingga informasi yang didapatkan adalah nilai resistivitas dan topografi citra warna.

Gambar penampang 4.2 memiliki kedalaman sebaran yang terdeteksi mulai dari 0.75 meter hingga kedalaman 15.7 meter dengan pola sebaran tidak

menentu. Nilai *RMS* eror yang di hasilkan sebesar 11.0% dengan iterasi 15 kali, sehingga interpretasi citra warna 2D bawah permukaan:

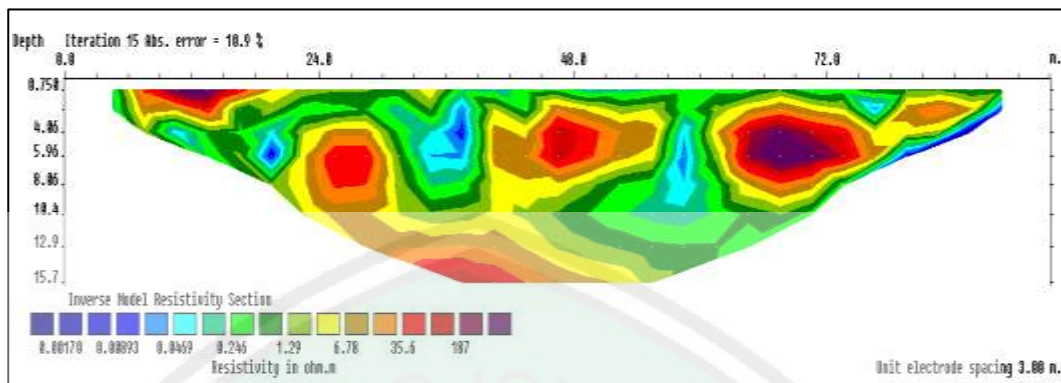
Tabel 4.2 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 1

No	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Material
1.		0.00003 – 5.12	Pirit, lempung
2.		5.13 – 58.3	Lempung, tuf, gamping, mineral zeolit
3.		59 - >665	Lempung, gamping, basal breksi, tuf mineral zeolit

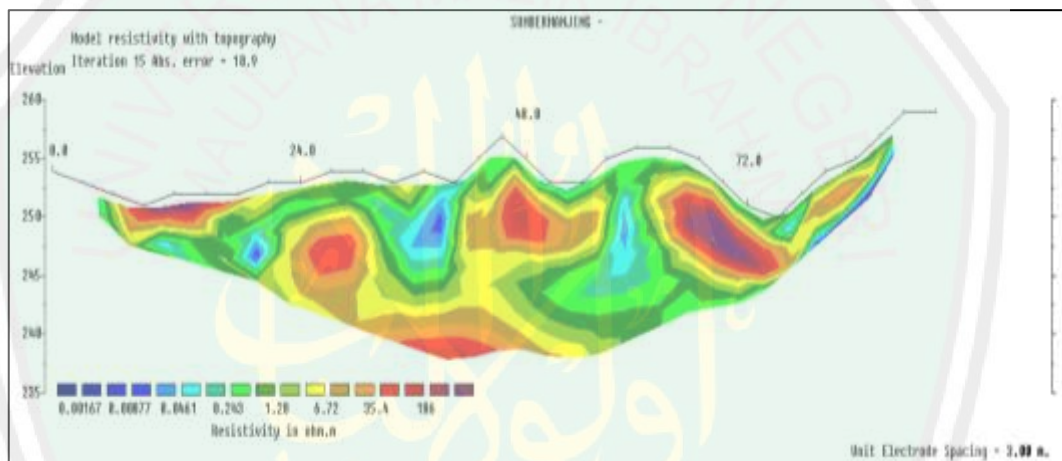
Lintasan pertama membentang dari arah barat daya ke arah timur laut dengan sebaran zeolit mengarah ke Timur laut pada kedalaman mulai dari 3 meter hingga 15.7 meter. Pendugaan kondisi tanah yang ada di lapangan merupakan tanah jenis lempung yang terdapat pada permukaan hingga kedalaman 15.7 meter, sedangkan batuan yang mengandung mineral zeolit berada pada kedalaman 1 meter hingga 15.7 meter dengan persebarannya merata ke arah Timur laut.

4.8.2 Lintasan 2

Lintasan kedua berada pada koordinat $08^{\circ} 21.086' \text{ LS} - 112^{\circ} 40.540' \text{ BT}$ hingga $08^{\circ} 21.072' \text{ LS} - 112^{\circ} 40.586' \text{ BT}$. Lintasan kedua juga memiliki berbagai macam jenis batuan sedimen, dapat dilihat dari penampang citra warna yang diolah dengan *software* Res2dinv sehingga adanya pendugaan sebaran batuan penyusun bawah permukaan.



Gambar 4.3 (a) Model Penampang 2D Lintasan kedua

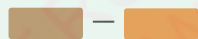
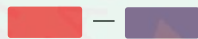


Gambar 4.3 (b) Penampang 2D lintasan kedua dengan nilai topografi

Gambar 4.3 (a) merupakan gambar penampang 2D citra warna hasil inversi tanpa menggunakan data topografi, sehingga penampang yang dihasilkan memberikan informasi nilai resistivitas dan kedalaman. Gambar 4.3 (b) merupakan gambar penampang hasil inversi dengan menambahkan nilai topografi setiap elektroda. Lintasan kedua terdapat singkapan zeolit di atas permukaan yang digambarkan pada citra warna ungu, berada mulai dari elektroda 3 berjarak 6 meter dari elektoda pertama. Singkapan zeolit digambarkan dengan citra warna merah hingga warna ungu tua. Lintasan kedua

memiliki nilai *RMS* eror mencapai 10.9% dan iterasi sebanyak 15. Kedalaman yang dihasilkan pada lintasan kedua sama dengan lintasan pertama yaitu mulai dari kedalaman 0.75 meter hingga 15.7 meter dengan 10 kali perulangan ($n=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$). Interpretasi citra warna 2D bawah permukaan:

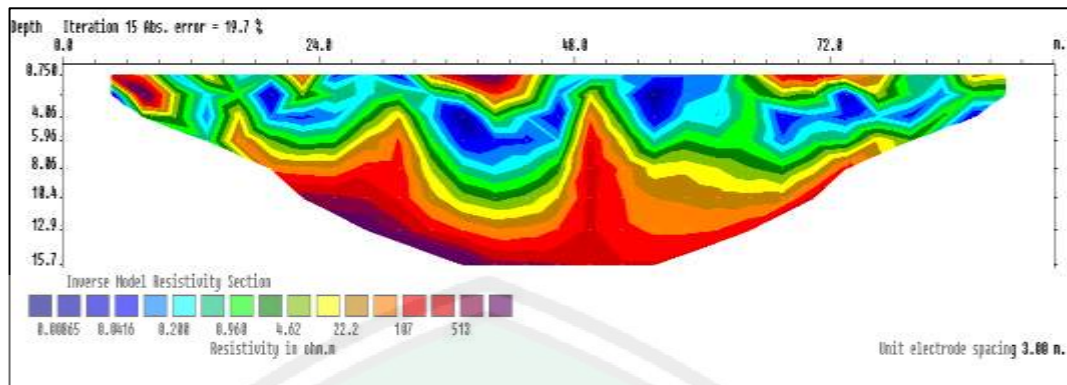
Tabel 4.3 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 2

No	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Material
1.		0.00170 – 6.72	Pirit, lempung, batupasir
2.		6.8 – 35.4	Batupasir, tuf, lempung, mineral zeolit
3.		36 - >186	Breksi, basal, gamping, mineral zeolit

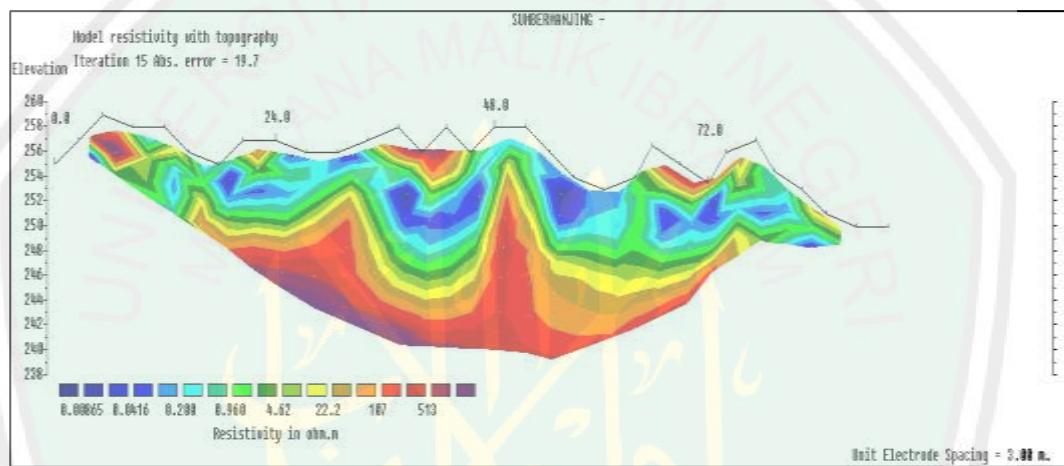
Pada lintasan kedua terdapat singkapan batuan zeolit di permukaan yang diduga diwakili oleh citra warna merah hingga ungu, berada pada elektroda keempat berjarak 12 meter dari elektroda pertama, sehingga singkapan tersebut dapat dijadikan acuan untuk interpretasi batuan yang mengandung mineral zeolit. Selanjutnya citra warna merah hingga ungu terdapat dilapisan ke 3 diduga berupa batuan kuarsa yang mengandung mineral zeolit dengan nilai resistivitas mulai dari 100 Ωm hingga 300 Ωm . Lintasan kedua membentang dari arah barat ke timur dan memiliki sebaran hamper merata. Diduga mineral zeolit yang terdapat di permukaan terdeteksi hingga pada kedalaman hingga 3.5 meter, kemudian mineral zeolit juga terdapat pada kedalaman 3.5 meter hingga 15.7 meter dengan persebarannya berada di beberapa titik.

4.8.3 Lintasan 3

Lintasan ketiga berada pada koordinat $08^{\circ}21.178'$ LS – $112^{\circ}40.436'$ BT hingga $08^{\circ}21.128'$ LS – $112^{\circ}40.439'$ BT. Lintasan ketiga memiliki berbagai macam jenis batuan sedimen, tidak jauh berbeda dengan material bawah permukaan pada lintasan pertama dan kedua. Dilihat dari penampang citra warna yang diolah menggunakan *software* Res2dinv maka diduga sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit ditunjukkan dengan rentang resistivitas sekitar $10\ \Omega\text{m}$ hingga $513\ \Omega\text{m}$. Namun jika mengacu pada singkapan lintasan kedua maka mineral zeolit berada pada rentang warna merah hingga ungu. Lintasan ketiga memiliki kedalaman 15.7 meter di bawah permukaan. Posisi elektroda yang paling rendah yaitu berada di topografi 230 mpdl dan yang paling tinggi yaitu 242 mpdl, hal ini kemungkinan besar menyebabkan pada lintasan ini memiliki nilai *RMS* eror mencapai 19.7% dengan 15 iterasi. Singkapan mineral zeolit dapat diketahui antara elektroda kedua dan ketiga dengan jarak sekitar 4 meter dari elektroda pertama dan berada pada ketinggian 258 mpdl, singkapan mineral zeolit pula dapat di temukan pula pada elektroda ke 12 berjarak 33 meter dari elektroda pertama. Singkapan mineral zeolit yang digambarkan dengan citra warna merah hingga ungu dapat digunakan sebagai acuan saat interpretasi citra warna 2D pada lintasan-lintasan berikutnya.



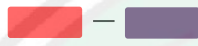
Gambar 4.4 (a) Model penampang 2D lintasan ketiga



Gambar 4.4 (b) Model penampang 2D lintasan ketiga dengan data topografi

Gambar 4.4 (a) merupakan gambar penampang hasil inversi tanpa menggunakan data topografi, sehingga penampang yang dihasilkan memberikan informasi nilai resistivitas dan kedalaman. Gambar 4.4 (b) merupakan gambar penampang hasil inversi dengan menambahkan nilai topografi setiap elektroda, maka informasi yang di dapatkan adalah nilai resistivitas dan topografi citra warna lintasan ketiga. Adapun interpretasi bawah permukaan yang dihasilkan oleh *software* Res2dinv adalah:

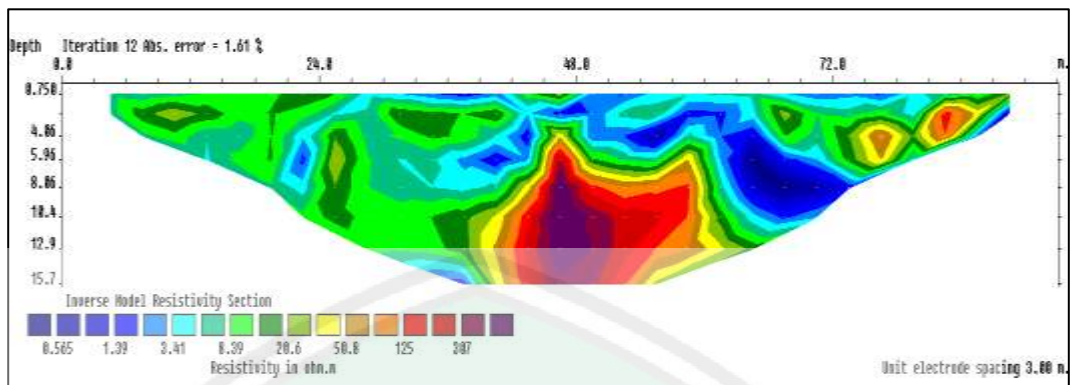
Tabel 4.4 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 3

No	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Material
1.		0.00865 – 22.2	Pirit, lempung
2.		23 – 107	Tuf, breksi, gamping, mineral zeolit
3.		108 - >513	Gamping, breksi, tuf, mineral zeolit

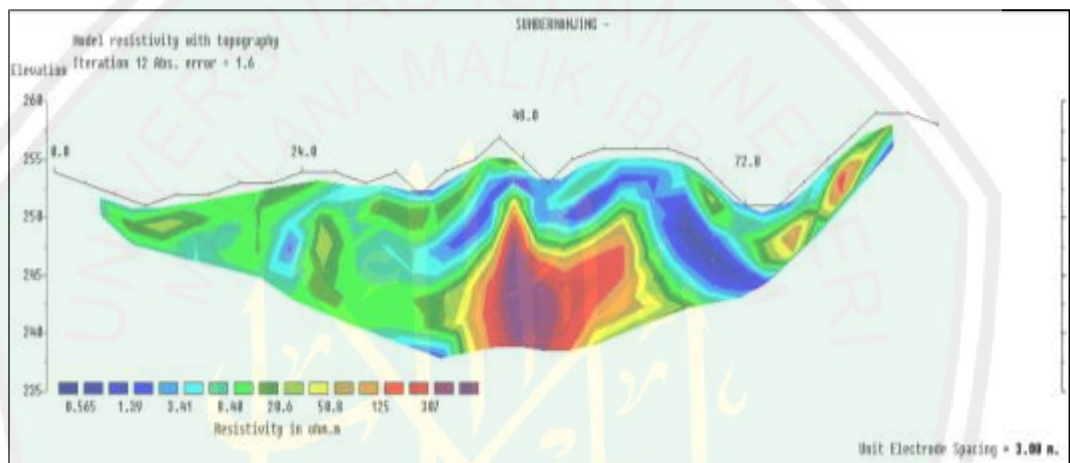
Lapisan material batuan yang mengandung mineral zeolit diduga berada pada titik singkapan hingga pada kedalaman 3.5 meter dan seberannya berada di titik-titik tertentu hingga pada kedalaman 15.7 meter, selain mineral zeolit terdapat pula mineral pirit pada kedalaman 0.75 meter hingga 8 meter di bawah permukaan lintasan akuisisi data dengan diasumsikan berupa citra warna biru.

4.8.4 Lintasan 4

Lintasan keempat berada pada koordinat $08^{\circ}21.178'$ LS – $112^{\circ}40.436'$ BT hingga $08^{\circ}21.128'$ LS – $112^{\circ}40.439'$ BT. Lintasan keempat memiliki berbagai macam batuan penyusun bawah permukaan daerah penelitian, dapat dilihat dari penampang citra warna yang diolah menggunakan *software* Res2dinv. Pengambilan data pada lintasan keempat berada pada satu lokasi dengan lintasan kelima. Lintasan keempat memotong dengan lintasan kelima, lintasan keempat membujur ke arah utara dan selatan. Dari akuisisi data tersebut didapatkan kedalaman data yaitu 15.7 meter di bawah permukaan, dengan *RMS* error sebesar 1.6% dan iterasi sebanyak 12 kali



Gambar 4.5 (a) Model penampang 2D lintasan ke empat

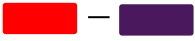


Gambar 4.5 (b) Model penampang 2D lintasan keempat dengan nilai topografi

Gambar 4.5 (a) merupakan gambar penampang hasil inversi tanpa menggunakan data topografi. Gambar 4.5 (b) merupakan gambar penampang hasil inversi dengan menambahkan nilai topografi setiap elektroda, sehingga informasi yang di dapatkan adalah nilai resistivitas dan topografi citra warna. Interpretasi lapisan dari penampang 2D adalah:

Tabel 4.5 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 4

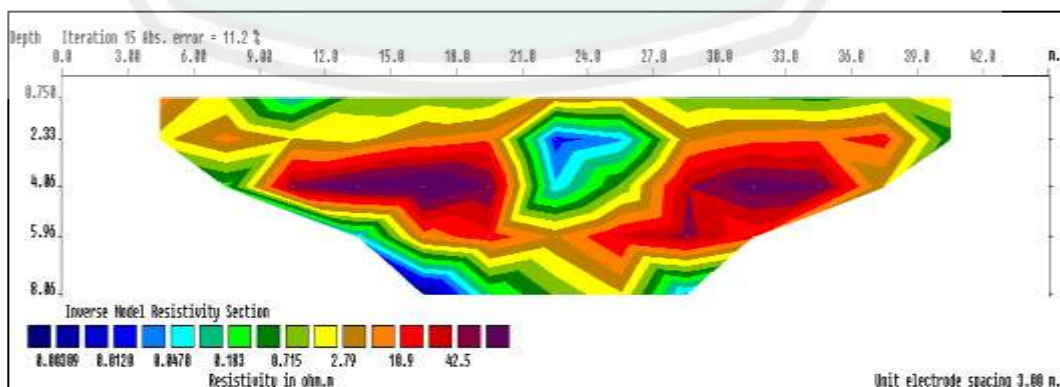
No	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Material
1.		0.565 – 20	Pirit, lempung
2.		21 – 125	Lempung, breksi, gamping, mineral zeolit

3.		126 - >307	Gamping, basal, breksi, mineral zeolit
----	---	------------	---

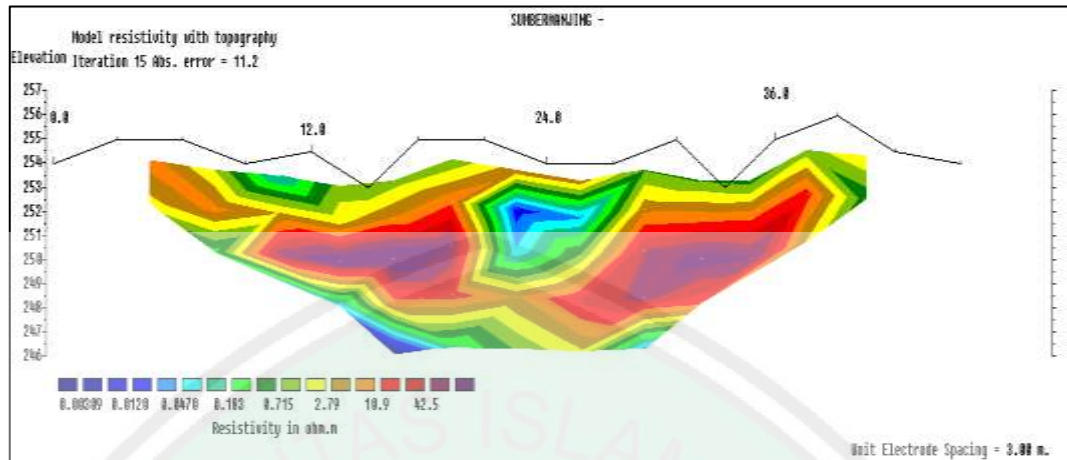
Mineral zeolit tersebut diidentifikasi pada kedalaman 4 meter hingga 15.7 meter dan nilai topografi mulai dari 255 mpdl. Pada lintasan keempat mineral zeolit hanya terdapat pada satu titik yang diduga ketika saat di perpanjang lintasannya maka akan terdeteksi batuan yang mengandung mineral zeolit pada kedalaman selanjutnya.

4.8.5 Lintasan 5

Lintasan kelima berada pada koordinat $08^{\circ}21.160'$ LS – $112^{\circ}40.445'$ BT hingga $08^{\circ}21.156'$ LS – $112^{\circ}40.421'$ BT. Lintasan ini berpotongan dengan lintasan keempat dan membentang dari arah barat ke arah timur dengan titik temu berada di titik 30 meter. Kedalaman yang dihasilkan saat akuisisi data dapat terdeteksi melalui penampang model 2D yaitu 8.06 meter dengan nilai *RMS* error sebesar 11.2%. Lintasan kelima memiliki 35 data resistivitas dan terjadi lima kali perulangan ($n=1,2,3,4,5$).



Gambar 4.6 (a) Model Penampang 2D Lintasan kelima

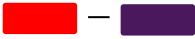


Gambar 4.6 (b) Model penampang 2D lintasan kelima dengan data topografi

Gambar 4.6 (a) merupakan gambar penampang hasil inversi tanpa menggunakan data topografi, sehingga penampang yang dihasilkan memberikan informasi nilai resistivitas dan kedalaman. Gambar 4.6 (b) merupakan gambar penampang hasil inversi dengan menambahkan nilai topografi setiap elektroda, sehingga informasi yang di dapatkan adalah nilai resistivitas dan topografi citra warna. Didapatkan model penampang dengan berbagai macam citra warna yang mewakili lapisan material bawah permukaan. Lintasan kelima ini sedikit berbeda dari lintasan yang lain karena panjang lintasan hanya 45 meter, dikarenakan kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk pengambilan data lebih panjang lagi. Dari penampang 2D dapat di interpretasikan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Interpretasi Litologi Lintasan 5

No	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Material
1.	 — 	0.00309 – 2.79	Pirit, lempung
2.	 — 	2.8 – 20	Lempung, tuf, mineral

			zeolit
3.		25.1 - > 42.5	Gamping, basal, gamping mineral zeolit

Pendugaan pada lintasan kelima batuan yang mengandung mineral zeolit berada pada kedalaman 3 meter hingga 6 meter di bawah permukaan akuisisi data. Persebaran mineral zeolit pada lintasan ini hampir merata diseluruh lintasan. Pada lintasan ini didominasi oleh material lempung dan gamping.

4.9 Pembahasan

Hasil dari kelima lintasan pada akuisisi data di lapangan kemudian akan diolah menggunakan *Software* Res2dinv. Setiap lintasan saat diolah menggunakan *Software* Res2dinv akan diperoleh 3 penampang kontur citra warna. Gambar pertama merupakan gambar yang menunjukkan hasil model dari akuisisi data di lapangan, gambar yang kedua merupakan hasil dari model *Software* yang diperoleh dari hasil perhitungan untuk mendekati model penampang yang pertama dan gambar yang ketiga merupakan hasil inversi dari gambar pertama dan kedua. Semakin mirip gambar pertama dan kedua maka nilai eror yang dihasilkan oleh penampang citra warna ketiga akan semakin kecil, sehingga data yang diperoleh akan mendekati material bawah permukaan sebenarnya.

Malang merupakan daerah yang dikelilingi oleh pegunungan selatan, sehingga proses pembentukan batuan dan mineral di daerah ini berasal dari aktivitas gunung api, karena sesungguhnya pembentukan batuan dan mineral di muka bumi ini berawal dari dapur magma yang berada di mantel bumi. Tekanan

magma akibat suhu tinggi mendorong magma mencapai permukaan melalui retakan-retakan lempeng. Saat mencapai ketinggian tertentu, magma mengalami penurunan suhu yang signifikan, sehingga dari penurunan suhu tersebut membuat magma akan membeku sementara bagian lainnya akan terus naik hingga mencapai permukaan bumi. Bagian magma yang membeku di bawah permukaan bumi disebut batuan beku intrusif, sedangkan magma yang berhasil menerobos ke permukaan bumi dan membeku disebut batuan beku ekstrusif. Batuan beku yang tersingkap hingga ke permukaan akan mengalami beberapa faktor contohnya yaitu pelapukan sehingga akan mengalami penghancuran batuan beku, selanjutnya batuan yang telah hancur tersebut akan berpindah tempat akibat adanya pengaruh tenaga eksogen berupa gaya berat, air, angin, dan gletser sebagai media transportasi. Adanya tenaga eksogen dapat mengikis batuan sehingga akan diendapkan dalam suatu tempat atau cekungan, hasil endapan akibat transportasi atau dekomposisi ini dinamakan batuan sedimen. Faktor transportasi dan dekomposisi akan mengalami perubahan secara kimia dengan senyawa-senyawa tertentu. Batuan sedimen memiliki beberapa macam jenis diantaranya yaitu tuf, batupasir, lempung, dan gamping dengan kandungan mineral yang berbeda-beda. Secara garis besar mineral logam maupun non logam terbentuk didalam tubuh batuan dengan komposisi yang berbeda-beda, sesuai dengan proses pembentukan batuan tersebut. Pada penelitian ini obyek mineral yang akan diinterpretasi merupakan batuan yang mengandung mineral zeolit. Zeolit merupakan batuan non logam yang berasosiasi dengan batuan sedimen. Senyawa utama pembentuk zeolit adalah silika dan aluminium.

Beberapa parameter yang dapat dibahas mengenai mineral zeolit diantaranya adalah:

a. Pembahasan Berdasarkan Parameter Fisika

Koordinat yang ditampilkan oleh GPS (*Global Positioning System*) menandakan bahwa daerah akuisisi data masuk dalam formasi vulkanik mandalika (Tomm) sehingga batuan penyusun dari formasi tersebut berupa laval basal, andesit, breksi yang rongga-rongga di dalamnya akan ditempati oleh mineral sekunder yakni mineral kalsit dan zeolit, hal tersebut dikuatkan oleh (Suyanto dkk, 1992) dalam bukunya berjudul “Geologi Lembar Turen, Jawa”. Selain hal itu penelitian sebelumnya pernah dilakukan di sebelah Desa Sumberagung tepatnya di Desa Wonorejo oleh (Utami dkk, 2015) menyatakan bahwa batuan yang mengandung mineral zeolit di lapangan memiliki sifat fisik berwarna hijau dan kandungan mineral zeolit setiap batuan sangat bervariasi sesuai dengan proses pembentukan batuan tersebut. Sebaran mineral zeolit yang terdapat di lapangan akan diinterpretasikan melalui penampang *2D Software Res2dinv*.

Zeolit alam yang terbentuk secara alami di bumi memiliki beberapa sifat diantaranya adalah absorben, katalis, dan penukar ion. Dari sifat-sifat tersebut zeolit alam dapat dimanfaatkan di berbagai bidang pengembangan ilmu maupun industri, salah satu contohnya adalah (Lestari, 2010) meneliti tentang modifikasi karakterisasi zeolit alam di berbagai Negara, bahan yang diteliti mengenai beberapa macam zeolit dari daerah Malang, Turki dan Slovenia, dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa mineral zeolit daerah Malang bersifat baik dibandingkan dari daerah Turki dan Slovenia, karena didalamnya mengandung

mordenit dan klinoptilit sehingga zeolit tersebut ketika diaktivasi dengan perlakuan asam dan substitusi isomorfis mampu memperbaiki karakter zeolit alam antara lain dalam peningkatan keasaman, kristalinitas, luas permukaan spesifikasi dan rasio Al/Si serta hilangnya pengotor-pengotor.

Potensi batuan yang mengandung mineral zeolit pada setiap lintasan penelitian ini sangat bervariasi. Lintasan pertama batuan yang mengandung mineral zeolit dapat dijumpai pada kedalaman 1 meter hingga 15.7 meter dengan ketebalan yang berbeda-beda. Sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit ini dapat terbaca pada lintasan pertama, mineral zeolit dapat ditemukan mulai dari elektroda ke 7 yakni 18 meter hingga ke 72 meter dari elektroda pertama dan berada pada topografi 256 mpdl. Lintasan kedua terdapat singkapan mineral zeolit pada elektroda ke empat yaitu berjarak 9 meter dari elektroda pertama, dan pendugaan mineral zeolit pada lintasan kedua ini dapat ditemukan hingga elektroda ke 26 berada pada topografi 250 mpdl yang berjarak 78 meter dari elektroda. Pendugaan pada lintasan ketiga juga memiliki singkapan mineral zeolit yang berada pada elektroda 13 berada pada jarak 26 meter dari elektroda pertama dengan nilai topografi 258 mpdl, pada lintasan ketiga pendugaan sebaran mineral zeolit hampir merata keseluruhan lintasan mulai dari elektroda ke 2 hingga elektroda ke 27. Lintasan keempat persebarannya berada pada seluruh lintasan, mulai kedalaman 0.75 – 15.7 meter dengan nilai topografi 235 hingga 250 mpdl. dan pada lintasan kelima pendugaan batuan yang mengandung mineral zeolit hampir merata dapat dilihat dari kontur citra warna mulai jarak 9 meter dari elektroda pertama hingga jarak 37 meter, dan berada pada kedalaman mulai dari 2.33 meter

hingga 5.96 meter di bawah permukaan. Material dari setiap lintasan tidak jauh berbeda karena lokasi penelitian merupakan daerah geologi pada formasi mandalika (Tomm).

Pada lintasan pertama hingga keempat didapatkan kedalaman pada setiap lintasan mencapai 15.7 meter di bawah permukaan, sedangkan pada lintasan kelima didapatkan kedalaman 8.6 meter dibawah permukaan. Error yang didapatkan saat pengolahan data seluruhnya di bawah 19%, hanya saja pada lintasan ketiga didapatkan error mencapai 19.7% hal tersebut besar kemungkinan dikarenakan letak ketinggian setiap elektroda memiliki selisih yang tinggi dan kondisi lapangan yang basah karena faktor cuaca (hujan).

b. Pembahasan Berdasarkan Parameter Kimia

Nilai resistivitas yang didapatkan saat pengolahan data merupakan nilai resistivitas yang mewakili material bawah permukaan. Nilai resistivitas batuan yang mengandung mineral zeolit pada penelitian ini mengacu pada nilai resistivitas kuarsa, karena sampel batuan pada singkapan perpotongan antara lintasan ke 2 dan 3 yang telah diuji menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) menyatakan bahwa senyawa Si pada sampel tersebut sangat besar mencapai 30% dari total senyawa penyusun sampel batuan, sehingga hal tersebut dapat dijadikan acuan resistivitas saat interpretasi data. Pendugaan keberadaan batuan yang mengandung mineral zeolit dapat dilihat pada citra warna yang mewakili nilai resistivitas mulai dari 10 Ωm (lihat tabel 2.1). Selain kuarsa, hasil dari uji XRF (*X-Ray Fluorescence*) menjelaskan bahwa senyawa penyusun sampel batuan berupa Aluminium, Kalsium, Chromium, Magnesium, Besi, Tembaga, Strontium,

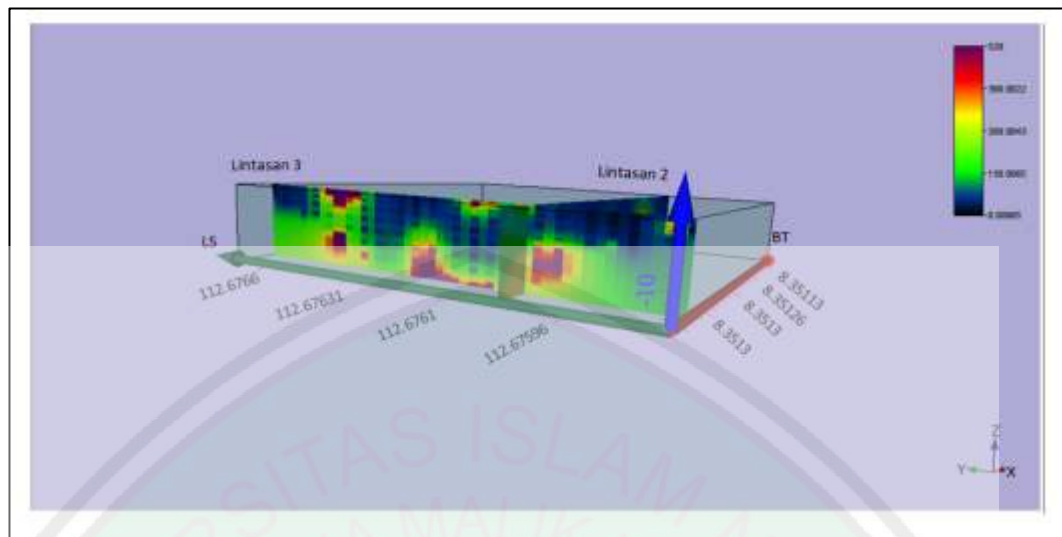
Barium, Europium, dan Rhenium dengan masing-masing prosentase (lihat tabel 4.1).

Mineral zeolit memiliki banyak manfaat yang dapat digunakan diberbagai bidang diantaranya yaitu:

1. Industri: pengisi *filter* pada industri kertas, semen, beton, kayu lapis, besi baja, dan adsorben dalam industri tekstil dan bahan baku pembuatan keramik.
2. Perikanan: membersihkan air kolam ikan yang mempunyai system resirkulasi dan dapat mengurangi kadar nitrogen dalam kolam ikan.
3. Pertanian: penetral keasaman tanah, sumber mineral pendukung pada pupuk dan masih banyak lagi manfaat yang dapat diberikan oleh mineral zeolit.

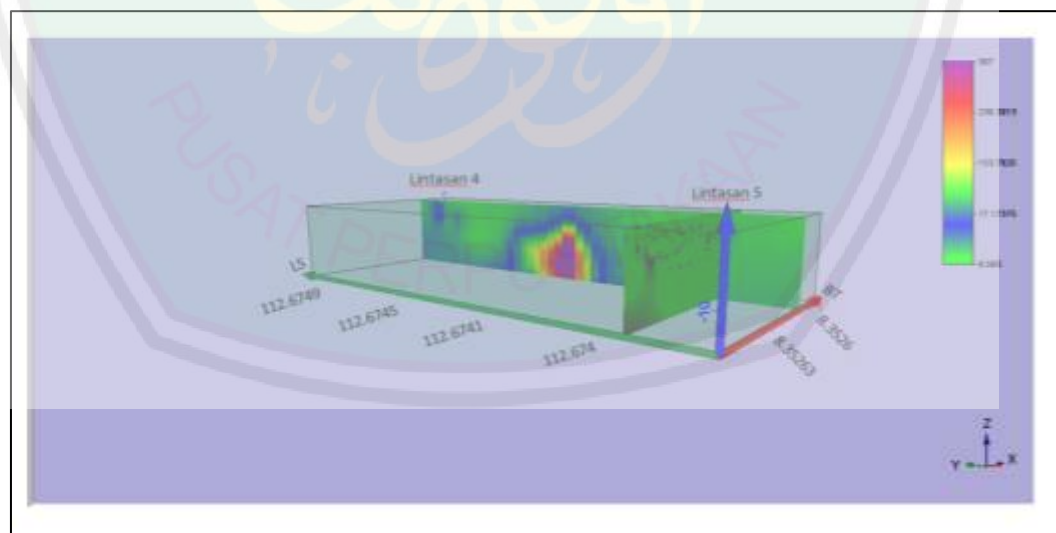
4.10 Model Penampang 3D dari Masing-masing Lintasan

Gambar 4.7 dan 4.8 diolah menggunakan *Software* Voxler 4 dengan sumbu X merupakan koordinat LS (Lintang Selatan) daerah penelitian, sumbu Y merupakan koordinat BT (Bujur Timur) daerah penelitian, dan sumbu Z merupakan kedalaman dari akuisisi data resistivitas di lapangan. Lintasan kedua dan ketiga saling berpotongan dengan panjang lintasan masing-masing sepanjang 93 meter. Jarak lintasan pertama dan kedua sekitar 80 meter sehingga bentuk 3D pada lintasan akuisisi data dapat terlihat sebagai berikut:



Gambar 4.7 Model tampang 3D Lintasan 2 dan 3

Lintasan keempat dan kelima juga saling berpotongan dengan panjang lintasan keempat sepanjang 93 meter dan lintasan kelima lebih pendek yaitu sepanjang 45 meter dikarenakan faktor keadaan lapangan yang tidak memungkinkan. Jarak antara lintasan ketiga dan keempat sepanjang 250 meter.



Gambar 4.8 Model penampang 3D lintasan 4 dan 5

Pendugaan dari sebaran mineral zeolit lintasan pertama terdapat hampir di seluruh bawah permukaan lintasan akuisisi data mulai dari elektroda ke 7 yakni 18

meter dari elektroda pertama hingga 72 meter dari elektroda pertama dengan elektroda ke 23 berada pada topografi 256 mpdl. Lintasan kedua terdapat singkapan mineral zeolit pada elektroda ke empat yaitu berjarak 9 meter dari elektroda pertama, dan pendugaan mineral zeolit pada lintasan kedua dapat ditemukan hingga elektroda ke 26 berada pada topografi 250 mpdl yang berjarak 78 meter dari elektroda. Pendugaan pada lintasan ketiga juga memiliki singkapan mineral zeolit yang berada pada elektroda 13 berada pada jarak 26 meter dari elektroda pertama dengan nilai topografi 258 mpdl, pada lintasan ketiga pendugaan sebaran mineral zeolit hampir merata keseluruhan lintasan mulai dari elektroda ke 2 hingga elektroda ke 27 yang berada pada nilai topografi 256 mpdl. Lintasan keempat persebarannya hanya berada pada satu titik dengan kedalaman 4.5 – 15.7 meter dengan nilai topografi 250 mpdl berada pada 42 meter dari elektroda pertama, dan pada lintasan kelima pendugaan kandungan mineral zeolit hampir merata dapat dilihat dari kontur citra warna mulai jarak 0 meter dari elektroda pertama hingga jarak 39 meter, dan berada pada kedalaman mulai dari 0.75 meter hingga 5.96 meter di bawah permukaan. Mineral zeolit berasosiasi dengan berbagai batuan penyusun sepanjang lintasan sesuai dengan material yang ada di lapangan. Zeolit tidak bisa berdiri sendiri karena zeolit merupakan sebuah mineral yang otomatis akan berasosiasi dengan senyawa yang lain, dan akan terkandung di dalam komposisi batuan. Informasi yang telah didapatkan setelah melakukan pengolahan data dan interpretasi data, maka di duga bahwa potensi batuan yang mengandung mineral zeolit banyak tersebar di sekitar daerah akuisisi data dengan kedalaman dan persebaran yang belum terdeteksi secara maksimal,

sehingga dibutuhkan akuisisi data lanjutan untuk mendapatkan informasi sebaran batuan yang mengandung mineral zeolit agar data yang dihasilkan dapat lebih luas dan akurat.

4.11 Mineral dalam Perspektif al-Quran

Hasil dari penelitian ini berupa pendugaan sebaran dan kedalaman mineral zeolit. Tampak singkapan dan material lainnya sebagai penyusun bawah permukaan pada daerah penelitian yang dapat dijadikan sebagai acuan saat interpretasi data. Selain batu yang mengandung mineral zeolit terdapat pula lempung, batuantuf, andesit, alluvium, breksi, batupasir, pirit dan gamping sebagai material bawah permukaan. Batuan-batuan tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk diolah kembali sehingga memiliki nilai daya ekonomis yang tinggi. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu yang ada di dunia ini untuk kepentingan makhluk hidup. Seperti pada firman Allah SWT pada surat al-Baqoroh (1):29.

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

“Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.”

Lafadz (فِي الْأَرْضِ) yang dimaksudkan adalah di bumi Allah SWT menciptakan bumi seisinya dan langit seisinya lalu menyerahkan kepada manusia, karena manusia adalah makhluk termulia diantara seluruh makhluk lainnya. Bumi diciptakan untuk manusia dan disediakan segala sesuatu baik hujan, matahari,

benda mati, hewan, dan sumberdaya alam seperti bahan galian mineral diciptakan untuk kepentingan manusia, sehingga manusia dapat memanfaatkan sumberdaya yang tersedia secara bijaksana agar tercapainya hidup makmur dan sejahtera. Salah satu contoh bahan galian mineral adalah batuan yang mengandung mineral zeolit ketika diolah menjadi bahan jadi akan menambah nilai ekonomis barang tersebut. Mineral zeolit merupakan salah satu bahan galian yang kebanyakan masyarakat hanya sekedar menambang dan langsung dijual, padahal ketika diolah terlebih dahulu akan menghasilkan barang jadi yang lebih tinggi nilai jualnya. Contoh manfaat dari mineral zeolit adalah sebagai campuran pakan ikan, bahan dasar keramik dan bahan campuran pembuatan semen. Dari data interpretasi pada daerah akuisisi data tidak hanya di temukan batuan mineral zeolit namun masih banyak material yang dapat di manfaatkan seperti gamping untuk material pembuatan rumah, selanjutnya batuan pasir ketika mengalami ubahan akan menjadi butiran pasir sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan interpretasi yang telah dijelaskan di bab IV maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Litologi bawah permukaan dari setiap lintasan akuisisi data tidak jauh berbeda. Berdasarkan geologi Lembar Turen maka diduga material penyusun bawah permukaan di setiap lintasan yaitu berupa pirit, batupasir, gamping, tuf, alluvium, basal, andesit, breksi, lempung kuarsa dan mineral zeolit.
2. Pada daerah penelitian dapat ditemukan batuan yang mengandung mineral zeolit berada pada kedalaman mulai dari 0.75 meter di bawah permukaan.

5.2 Saran

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Saat melakukan akuisisi data geolistrik resistivitas harus dipastikan terlebih dahulu lapangan tidak dalam keadaan hujan, karena akan mempengaruhi resistivitas lapisan material bawah permukaan yang sebenarnya.
2. Sasaran yang ada di lapangan diperlebar sehingga didapatkan informasi material bawah permukaan dan kedalaman pada sisi lainnya.
3. Dilakukan eksplorasi geofisika dengan metode yang lainnya untuk dijadikan data pembandingan dari data akuisisi geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Bammelen, Van. 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I-A. Gov. Printed Office, The Hague, 732 p.
- Burger, H Robert. 1992. *Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. United States of America: Prentice Hall P T R.
- Chetam, D.1992. *Solid State Compound*. Inggris: Oxford University Press.
- Cotton dan Geoffrey. 2012. *Kimia Tak Organik Lanjutan*. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia: Skudai Johor Darul Ta'dzim.
- Dilantati, W. 2017. *Studi Sebaran Mineral Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger di Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru*. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Fatimah, Dewi. 2006. *Pembuatan Zeolit Alam sebagai Keramik Batu pada Suhu Bakar di Bawah 1000°C*. Bandung: Jurnal Zeolit Indonesia Vol. 5, No. 2, ISSN:1411-6723.
- Febrianto, Ika. 2011. *Tinjauan Kuat Lenturan dan Porositas Beton dengan Zeolit Sebagai Bahan Tambah Dibanding Zeolit Sebagai Pengganti Semen pada Campuran Beton*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hunt, R. E. 1984. *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. New York: McGraw Hill.
- Ibnu Katsir Online. 2015. <http://www.ibnukatsironline.com/2015.html>.
- Kartawa dan Kusumah. 2006. *Potensi Zeolit di Daerah Sangkaropi –Mendila, Tana Toraja, Sulawesi Selatan*. JSDG. Tana Toraja: Vol. XVI. No.6.
- Kearey, P. Brooks dan Hill. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration*. London: Blackwell Science Ltd.
- Kunetz, G. 1996. *Principless of Direct Current Resistivity Prospecting*. Berlin-Nikolasee: Gebruder Borntraeger. Ltd.
- Lestari, Dewi. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*. Yogyakarta: ISBN: 978-xxx-xxxxx-x-x.
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial 2-D and 3-D electrical Imaging Surveys*. Penang: Geotomo Software.

- Lowrie, William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. USA: Cambridge University Press, p293-320.
- Malangkab. 2016. http://www.malangkab.go.id/site/read/detail/79/selayang_pandang.html.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics*, 3rd Edition. England: John Willey & Sons.
- Mushaf Aisyah. 2010. *Al-quran dan Terjemahan untuk Wanita*. Bandung: Roudlotul Jannah.
- Nabeel, F., Warnana, D., Bahri, A. & Bahri. 2013. *Analisa Sebaran Fosfat dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger: Studi Kasus Saronggi, Madura*. Surabaya: Jurnal Sains dan Seni Pomits, Vol. 2. No. 1.
- Nahrowi, T.Y., Suratman S. Namida & S. Hidayat. 1978. *Geologi Pegunungan Selatan, Jawa Timur*, PIT IX. Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Noor, Djauhari. 2014. *Pengantar Geologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nurun, Nursyadzatul. 2016. *Analisis Data Geolistrik Resistivitas untuk Pemodelan Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur Bangkalan*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Purwanto, Agus. 2015. *Ayat-Ayat Semesta: Sisi Al-Quran Yang Terlupakan*. Bandung: PT Mizan Pustaka.
- Putra, Yoga. Sumartono & Arman. 2013. Identifikasi Sebaran Kandungan Bijih Besi di Kabupaten Bengkayang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. Pontianak: Prisma Fisika, Vol. 1, No. 1, ISSN: 2337-8204.
- Sampurno dan Hidayat. 2015. *Identifikasi Lokasi Bedrock Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner sebagai Bahan Acuan Perancangan Pondasi Pengembangan Gedung di Daerah Sampil Kalimantan Tengah*. Pontianak: Prisma Fisika. Vol. III, No. 02, ISSN: 2337-8204.
- Shalivahan dan Bhattacharya. 2016. *Geoelectrical Methods: Theory and Applications*. New Delhi: McGraw Hill Education (India) Private Limited.
- Suyanto. Kusnama. Radisantono. Chaniago & Bahrudin, R. 1992. *Geologi Lembar Turen Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Keys, D.A. 1976. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.

- Utami, Widya., Sujito. Nugroho. 2015. *Identifikasi Mineral Zeolit di Desa Wonorejo Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Utoyo, Bambang. 2007. *Geografi: Membuka Cakrawala Dunia*. Bandung: PT Setia Purna Inves.
- Vebrianto, Suhendra. 2016. *Eksplorasi Metode geolistrik Resistivitas, Polarisasi Terinduksi, dan Potensial Diri*. Malang: UB Press.
- Waluyo. 2001. *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: UGM Press.
- Widodo dan Yulianto. 2005. *Identifikasi Penyebaran dan Ketebalan Batubara menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas*. Kutai Kartanegara: Berkala Fisika Vol. 11, No. 2. ISSN: 1410-9662.
- Xu dan Pang. 2007. *Chemistry of Zeolites And Related Porous Materials: Synthesis And Structure*. Singapore: Markono Print Media Pte Ltd.
- Zamroni dan Thamzil. 2002. *Penggunaan Zeolit dalam Bidang Industri dan Lingkungan*. Jurnal zeolit Indonesia. Serpong: Vol. 1. No.1.



LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

[illegible]

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

[illegible]

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

[illegible]

Lampiran 5. Data Hasil Akuisisi Lintasan 5

[illegible]

Lampiran 6. Foto saat Akuisisi Data di Lapangan



Geolistrik Team



Resistivimeter



Proses Akuisisi Data



**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 : Muhimmatul Azizah Syifauzzahroh
NIM : 14640009
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Identifikasi Sebaran Batuan yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)
Pembimbing I : Drs. Abdul Basid, M.Si
Pembimbing II : Umayyatus Syarifah, M.A

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	26 Februari 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	04 Mei 2018	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
3	18 Juli 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	
4	01 Oktober 2018	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5	12 November 2018	Konsultasi Bab IV	
6	14 November 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II, & IV	
7	19 November 2018	Konsultasi Bab V	
8	10 Desember 2018	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	
9	10 Desember 2018	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 02 Januari 2019
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,


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