

**IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN ZONA RAWAN  
LONGSOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
(Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**UMI MASRUOH**  
**NIM. 18640016**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN ZONA RAWAN  
LONGSOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
(Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)**

**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:**

**UMI MASRUOH  
NIM. 18640016**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN ZONA RAWAN  
LONGSOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
(Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)

### SKRIPSI

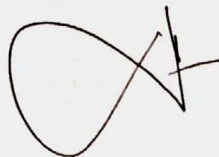
Oleh:

Umi Masruroh  
NIM. 18640016

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Pada Tanggal: 22 Desember 2022

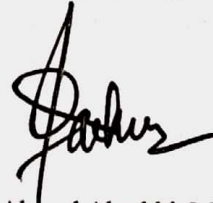
Menyetujui,

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Dr. Inam Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

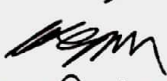

### IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN ZONA RAWAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS (Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)

#### SKRIPSI

Oleh:

Umi Masruroh  
NIM. 18640016

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada Tanggal: 22 Desember 2022

Penguji Utama	: <u>Irjan, M. Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Sekretaris Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi

  
  
Dr. Imran Tazi, M.Si  
NIP.19740730 200312 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umi Masruroh

NIM : 18640016.

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Zona Rawan  
Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas  
(Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil karya saya sendiri, kecuali yang di kutip dalam naskah dan yang disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian terbukti terdapatnya unsur-unsur penjiplakan dalam skripsi ini, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Malang, 12 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Umi Masruroh  
NIM. 18640016

## MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

-QS. Al-Baqarah: 286-

\*\*\*

~Jadilah dirimu dengan versi terbaikmu~

\*\*\*

عَمْرُكَ نَفْسٌ وَاحِدَةٌ ،

فاحرص أن يكون لك لا عليك

Usiamu hanya satu tarikan nafas

Berjuanglah agar ia berguna untukmu

Tidaklah ia merugikanmu

-Syekh Abu Madyan-

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta dan tersayang, Ayah Abdullah dan Ibu Salamah yang tanpa lelah memberikan do'a, motivasi, semangat serta kasih sayang tanpa henti. Semoga Allah senantiasa melindungi beliau dan senantiasa dalam keadaan sehat wal 'afiat. Kakakku tersayang Muhammad Sholahuddin dan Dwi Amilus Sholihah, serta adikku tercinta Nur Syakinnah yang selalu memberi motivasi dan semangat dalam setiap perjalanan penulis.
2. Abi Isroqunnajah dan Ummah Ismatud Diniyah, yang telah menjadi orang tua kedua, yang selalu memberikan do'a, dukungan serta perhatiannya. Terimakasih Abi Ummah.
3. Dosen pembimbing, Bapak Drs. Abdul Basid, M. Si dan Bapak Ahmad Abtokhi, M. Pd, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan ilmunya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
4. Mas M. Fakhrol Asy'ari, yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman PPTQ Nurul Huda yang kebersamaian penulis dalam menimba ilmu di Malang ini dan selalu memberi semangat, dukungan dan do'a.
6. Teman-teman "Great of Physic's'18" yang telah kebersamaian penulis selama 4 tahun dan saling memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu)”. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., para sahabat, dan pengikutnya, yang dengan segala ilmu luar biasa telah membimbing kita menuju kemenangan ini.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih dan harapan jazakumullah al-khair kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan pengarahan dalam penulisan skripsi ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M. Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar telah membimbing dengan teliti, mengoreksi, dan memberikan masukannya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ahmad Abtokhi, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Integrasi Sains dan Islam yang telah memberikan masukan dan saran terhadap permasalahan integrasi dalam skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Fisika, Laboran dan Admin Jurusan Fisika yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengarahannya.
7. Ibu, Bapak dan keluarga tercinta yang selalu mendo'akan, memberikan semangat dan dukungan dalam segala hal.
8. Segenap keluarga besar Fisika'18 UIN Malang yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih, terimakasih banyak atas semangat dan dukungannya yang dapat memotivasi penulis untuk terus melanjutkan penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman Geofisika UIN Malang yang telah membantu dan memberikan semangat selama proses pengerjaan skripsi.
10. Serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlimpah baik di dunia maupun di akhirat kelak, amin. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan semua pihak yang membaca skripsi ini dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 12 Desember 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
ملخص البحث .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Tanah.....	7
2.2 Tekstur Tanah.....	7
2.3 Tanah Longsor.....	8
2.3.1 Definisi Tanah Longsor.....	8
2.3.2 Jenis Tanah Longsor.....	10
2.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Tanah Longsor .....	13
2.4 Bidang Gelincir .....	18
2.5 Geologi Daerah Penelitian.....	19
2.6 Metode Geolistrik.....	21
2.7 Metode Geolistrik Resistivitas .....	22
2.8 Resistivitas Batuan .....	25
2.9 Sifat Kelistrikan Batuan .....	26
2.10 Resistivitas Semu .....	28
2.11 Konfigurasi Elektroda .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
3.2 Alat Penelitian .....	33
3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	34
3.3.1 Desain Akuisisi Data.....	34
3.3.2 Metode Pengambilan Data .....	34
3.3.3 Metode Pengolahan Data .....	35
3.3.4 Metode Interpretasi Data.....	35

3.3.5 Metode Analisis Data .....	36
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	37
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Akuisisi Data .....	39
4.2 Pengolahan Data.....	40
4.3 Interpretasi Data .....	41
4.3.1 Interpretasi Lintasan A-B .....	42
4.3.2 Interpretasi Lintasan C-D .....	44
4.3.3 Interpretasi Lintasan E-F.....	47
4.3.4 Interpretasi Lintasan G-H.....	50
4.4 Model Penampang 3D dari Keempat Lintasan.....	52
4.5 Pembahasan.....	54
4.5.1 Pembahasan Berdasarkan Parameter Fisika .....	54
4.5.2 Pembahasan Berdasarkan Parameter Kimia.....	57
4.6 Integrasi Al-Qur'an .....	61
4.7 Hikmah Hasil Penelitian.....	63
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Longsoran Tipe Rotasi .....	11
Gambar 2. 2 Longsoran Tipe Translasi.....	11
Gambar 2. 3 Longsoran Tipe Pergerakan Blok .....	11
Gambar 2. 4 Longsoran Tipe Runtuhan Batu .....	12
Gambar 2. 5 Longsoran Tipe Rayapan Tanah .....	12
Gambar 2. 6 Aliran Bahan Rombakan .....	13
Gambar 2. 7 Menentukan Kemiringan Lereng .....	14
Gambar 2. 8 Peta geologi Lembar Kediri, Jawa timur .....	21
Gambar 2. 9 Konfigurasi elektroda dipole-dipole.....	30
Gambar 3. 1 Desain Akuisisi Data .....	32
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitan .....	37
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian .....	39
Gambar 4. 2 Pengolahan data 2D.....	41
Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Lintasan A-B.....	42
Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Lintasan C-D.....	45
Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas Lintasan E-F.....	48
Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Lintasan G-H.....	50
Gambar 4. 7 Model Penampang 3D.....	53
Gambar 4. 8 Sampel Uji XRF .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1985) .....	15
Tabel 2. 2 Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1990) .....	25
Tabel 4. 1 Resistivitas Batuan (Telford, 1990 dalam Latif, 2019) .....	42
Tabel 4. 2 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan A-B .....	43
Tabel 4. 3 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan C-D .....	46
Tabel 4. 4 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan E-F .....	49
Tabel 4. 5 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan G-H .....	51
Tabel 4. 6 Hasil Uji XRF dengan Kedalaman 100 cm .....	58
Tabel 4. 7 Hasil Uji XRF pada Kedalaman 10 meter .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengukuran .....	69
Lampiran 2 Langkah-langkah pembuatan penampang 2D .....	101
Lampiran 3 Peta Geologi Lembar Kediri.....	104
Lampiran 4 Dokumentasi Akuisisi Data .....	105
Lampiran 5 Bukti Konsultasi Skripsi.....	107

## ABSTRAK

Masruroh, Umi. 2022. **Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas** (Studi Kasus di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu). Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M. Si. (II) Ahmad Abtokhi, M. Pd.

---

**Kata Kunci:** Zona Rawan Longsor, Geolistrik Resistivitas, Batu

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi litologi bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir pada daerah rawan longsor. Penelitian dilakukan di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas yang merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 4 lintasan dimana setiap lintasan panjangnya 100 meter dengan spasi elektroda 3 meter. Berdasarkan hasil interpretasi dan analisis yang telah dilakukan daerah penelitian mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan yaitu tanah (*soil*) dengan variasi nilai resistivitas 1,07 – 9,41  $\Omega\text{m}$ , Lempung dengan variasi nilai resistivitas 4,21 – 91,7  $\Omega\text{m}$  dan batu pasir dengan variasi nilai resistivitas 244 – 589  $\Omega\text{m}$ . Hasil Analisis penampang resistivitas 2D dari empat lintasan menunjukkan bahwa bidang gelincir daerah penelitian berupa lempung dengan rentang nilai resistivitas 4,21 – 91,7  $\Omega\text{m}$ . Kedalaman bidang gelincir pada setiap lintasan berbeda-beda. Pada lintasan A-B, bidang gelincir terletak pada kedalaman 9,85 – 18,7 meter. Pada lintasan C-D, terletak pada kedalaman 5,17 – 18,7 meter. Pada lintasan E-F, terletak pada kedalaman 5,17 – 13,9 meter. Pada lintasan G-H, terletak pada kedalaman 0,5 – 16,3 meter.

## ABSTRACT

Masruroh, Umi. 2022. **Identification of Subsurface Lithology of Landslide-Prone Zones Using the Resistivity Geoelectrical Method** (Case Study in Payung Area, Songgokerto, Batu). Thesis. Physics major. Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Drs. Abdul Basid, M. Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

---

**Keyword:** Landslide Prone Zone, Geoelectrical Resistivity, Batu

This study aims to identify subsurface lithology and slip plane depth in landslide-prone areas. The research was conducted in the Payung Area, Songgokerto, Batu. The research method used in this study is the resistivity geoelectric method which is one of the geophysical methods used to determine subsurface conditions by studying the nature of electric current in the earth. The research was conducted using 4 tracks where each track was 100 meters long with 3 meters electrode spacing. Based on the results of the interpretation and analysis that has been carried out, the research area has three layers of subsurface rock, namely soil with a variation in resistivity values from 1.07 to 9.41  $\Omega\text{m}$ , clay with a variation in resistivity values from 4.21 to 91.7  $\Omega\text{m}$  and rock. sand with variations in resistivity values of 244 – 589  $\Omega\text{m}$ . The results of the 2D resistivity cross-section analysis of the four tracks show that the slip surface of the study area is clay with a resistivity value range of 4.21 – 91.7  $\Omega\text{m}$ . The depth of the slip plane on each track is different. On track 1, the slip area is located at a depth of 9.85 – 18.7 meters. On track 2, it is located at a depth of 5.17 – 18.7 meters. On track 3, it is located at a depth of 5.17 – 13.9 meters. On track 4, it is located at a depth of 0.5 – 16.3 meters.

## ملخص البحث

مسروروه ، أم. 2022. تحديد علم الصخور تحت السطحي للمناطق المعرضة للاختيارات الأرضية باستخدام طريقة الكهربائية والجغرافية المقاومة (دراسة حالة في منطقة فايوغ ، سونغوكيتو ، باتو). رسالة الجامعي. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) الدكتور عبد البسيط، الماجستير. (2) أحمد أبطوخي، الماجستير.

---

**الكلمات الاشارية:** المنطقة المعرضة للاختيارات الأرضية ، طريقة الكهربائية والجغرافية المقاومة ، باتو

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد علم الصخور تحت السطحي وعمق الانزلاق في المناطق المعرضة للاختيارات الأرضية. هذا البحث في منطقة فايوغ ، سونغوكيتو ، باتو. إن منهج البحث المستخدم في هذه الدراسة هو طريقة الكهربائية والجغرافية المقاومة وهي إحدى الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة لتحديد الظروف تحت السطحية من خلال دراسة طبيعة تدفق الكهرباء في الأرض. هذا البحث باستخدام 4 ممرات حيث يبلغ طول كل مسار 100 متر مع مساحة قطب كهربائي تبلغ 3 متر. بناء على نتائج التفسير والتحليل التي تم إجراؤها ، تحتوي منطقة الدراسة على ثلاث طبقات من الصخور المكونة تحت السطحية ، وهي التربة (التربة) مع اختلاف في قيم المقاومة من 1.07 - 9.41  $\Omega$  م ، والطين مع اختلاف في قيم المقاومة من 4.21 - 91.7  $\Omega$  م والحجر الرملي مع اختلاف في قيم المقاومة من 244 - 589  $\Omega$  م. أظهرت نتائج التحليل المستعرض للمقاومة ثنائية الأبعاد للمسارات الأربعة أن مجال الانزلاق لمنطقة الدراسة كان طينياً مع نطاق قيمة مقاومة 4.21 - 91.7  $\Omega$  م. يختلف عمق مجال الانزلاق في كل مسار. على المسار 1 ، تقع الطائرة المنزلقة على عمق 9.85 - 18.7 متر. على المسار 2 ، يقع على عمق 5.17 - 18.7 متر. على المسار 3 ، يقع على عمق 5.17 - 13.9 متر. على المسار 4 ، يقع على عمق 0.5 - 16.3 متر.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Cincin Api Pasifik melewati beberapa negara, termasuk Indonesia. Selain itu, Indonesia terletak di antara lempeng Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia yang menyatu di garis khatulistiwa. Akibatnya, Indonesia berisiko mengalami bencana geologi.

Proses geologi alami dengan siklus kejadian mulai dari beberapa tahun hingga beberapa ratus bahkan jutaan tahun menyebabkan bencana geologi seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, pergerakan massa tanah dan batuan, atau tanah longsor, dan banjir (Karnawati, 2005). Bencana murni yang timbul akibat proses geologi antara lain gempa bumi, gelombang tsunami, dan letusan gunung berapi, semuanya tidak dapat dihindari. Sedangkan bencana geologi seperti tanah longsor, banjir, dan pergerakan massa tanah merupakan contoh bencana geologi yang dapat dipicu oleh aktivitas manusia maupun oleh kondisi geologi yang rentan.

Dalam ayat Al-Qur'an dijelaskan mengenai penyebab adanya kerusakan alam, terdapat dalam QS Ar- Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: *“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut, disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”* (Ar Rum: 41)

Dalam Tafsir Jalalain disebutkan bahwa kerusakan yang terjadi di darat dan di laut berupa berhentinya hujan dan menepisnya tumbuh-tumbuhan dan banyak negara yang sungai-sungainya mengalami kekeringan disebabkan oleh perbuatan

manusia yang tidak bermoral. Allah SWT menurunkan bencana ini agar mereka merasakan azab atas perbuatannya agar mereka segera bertaubat.

Longsor adalah peristiwa gerakan tanah dan dapat diartikan sebagai perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan alam atau material timbunan yang bergerak menuruni lereng dan keluar dari lereng. Prinsip longsor itu sendiri terjadi ketika gaya penggerak lebih kuat dari pada gaya penahan. Gaya penahan biasanya dipengaruhi oleh kerapatan tanah dan kekuatan batuan, sedangkan gaya penggerak dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban, dan berat jenis tanah batuan. Beberapa faktor penyebab terjadinya longsor adalah hujan, kemiringan lereng yang curam, kepadatan struktur tanah yang rendah, kekuatan penyusun batuan yang rendah, erosi atau pengikisan, jenis penggunaan lahan, pembebanan tambahan, getaran, adanya material yang ditimbun pada tebing, Jejak tanah longsor yang lama, adanya bidang yang tidak sinambung (bidang diskontinuitas), dan adanya penggundulan hutan dan lain sebagainya. Faktor penyebab longsor yang paling berpengaruh adalah bidang gelincir. Bidang gelincir sendiri dapat diartikan sebagai suatu bidang yang menjadi dasar pergerakan massa tanah yang kedap air dan licin, umumnya berupa lapisan-lapisan lempung.

Menurut angka kejadian bencana yang disampaikan oleh BPBD Kota Batu pada tahun 2021, terdapat 152 bencana yang mengguncang Kota Batu, dengan resiko bencana yang didominasi longsor hingga 103 kali. Bencana akibat pergerakan massa tanah sering melanda daerah perbukitan seperti Kecamatan Bumiaji dan Desa Songokerto dan Temas di Kabupaten Batu. Longsor yang sering terjadi di desa Songokerto terletak di Kawasan Payung.

Kawasan Payung, Kecamatan Songokerto, Kecamatan Batu tergolong daerah rawan longsor karena letaknya di daerah perbukitan dengan tanah lapuk di atas batuan kedap air dan memiliki kemiringan yang menunjukkan kemiringan lereng sedang sampai curam yaitu 25-40%. Potensi terjadinya tanah longsor meningkat ketika musim hujan dengan curah hujan yang tinggi. Dengan adanya curah hujan tinggi menyebabkan potensi longsor yang semakin besar dan air hujan yang meresap ke dalam tanah terakumulasi dalam lapisan-lapisan kedap air sehingga menyebabkan pelapukan struktur tanah. Di daerah dengan potensi risiko tanah longsor, dianjurkan adanya pencegahan dan mitigasi tanah longsor untuk mengurangi risiko akan terjadi longsor. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mendeteksi kondisi dan litologi bawah permukaan sehingga bidang gelincir pada lereng dapat diprediksi kedalamannya (Sulaksana & Yasir, 2013).

Perkiraan kerentanan suatu wilayah terhadap bencana alam, khususnya longsor, dan sebagai sarana mitigasi bencana longsor memerlukan penelitian struktur lapisan bawah permukaan. Berdasarkan sifat-sifat batuan penyusun bumi, geofisika dapat mempelajari kondisi bawah permukaan (Sherrif, 2002). Geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan.

Metode geolistrik resistivitas adalah metode geofisika yang dapat digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan bumi dengan memanfaatkan sifat resistivitas tanah. Metode geolistrik resistivitas digunakan karena metode tersebut sangat peka terhadap anomali kelistrikan termasuk air sehingga dapat digunakan untuk menggambarkan adanya lokasi titik jenuh yang dapat menyebabkan longoran. Metode geolistrik resistivitas memiliki beberapa kelebihan diantaranya

yaitu hemat biaya, ramah lingkungan, dan mampu mendeteksi lapisan tanah beberapa meter di bawah permukaan tanah (Darsono, 2016).

Berdasarkan temuan penelitian Sutasoma et al. (2018) dapat digunakan untuk menentukan struktur bawah permukaan dan kedalaman bidang slip pada daerah rawan longsor menggunakan metode geolistrik resistivitas dalam konfigurasi dipol-dipol untuk mitigasi bencana longsor.

Berdasarkan penelitian Sutasoma, dkk (2018) tentang mitigasi bencana longsor, metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi dipol-dipol dapat digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan dan mengetahui kedalaman bidang gelincir suatu daerah rawan longsor. Penelitian yang berkaitan dengan tanah longsor juga telah dilakukan oleh Aditya, dkk (2016) dengan tujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan zona kerentanan longsor di Desa Gerbosari. Hasil pengukuran yang diproses menggunakan *software* Res2dinv menunjukkan penampang 2D, sebaran batuan di daerah penelitian didominasi oleh lempung, lempung pasiran, gamping dan andesit. Penelitian lain oleh Hendri, dkk (2019) di Daerah rawan longsor Desa Bantai bahwa batuan yang menjadi bidang gelincir pada daerah penelitian adalah batu gamping dengan nilai resistivitas antara 945  $\Omega\text{m}$  sampai 3518  $\Omega\text{m}$ . Bidang gelincir tanah longsor di daerah penelitian terdapat pada kedalaman 1-12 meter dengan tipe tanah longsor berupa tipe translasi.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas pada daerah rawan longsor di Kawasan Payung, Batu. Harapan penulis semoga penelitian ini dapat memberikan informasi seberapa besar potensi terjadinya longsor di daerah penelitian dengan mengetahui litologi batuan bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir pada daerah penelitian.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana litologi bawah permukaan pada daerah rawan longsor di Kawasan Payung, Batu berdasarkan metode geolistrik resistivitas?
2. Berapa kedalaman bidang gelincir pada daerah rawan longsor di Kawasan Payung, Batu berdasarkan interpretasi data geolistrik resistivitas?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui litologi bawah permukaan pada daerah rawan longsor di Kawasan Payung, Batu berdasarkan metode geolistrik resistivitas.
2. Mengetahui kedalaman bidang gelincir pada daerah rawan longsor di Kawasan Payung, Batu berdasarkan interpretasi data geolistrik resistivitas.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Menambah pengetahuan terkait prinsip dan langkah-langkah dalam penggunaan alat geolistrik
  - b. Memberi pengetahuan dalam pengolahan data resistivitas menggunakan *Software Res2Dinv* dalam pemodelan 2D
  - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

## 2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai seberapa besar potensi terjadinya tanah longsor dengan mengetahui litologi bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir pada daerah penelitian.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan masalah pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di daerah rawan longsor Kawasan Payung, Songgokerto, Batu
2. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole
3. Penelitian menggunakan 4 lintasan dimana setiap lintasan panjangnya 100 meter dengan spasi elektroda 3 meter.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah**

Tanah adalah suatu benda alam yang terdapat dipermukaan kulit bumi, yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan, dan bahan-bahan organik sebagai hasil pelapukan sisa-sisa tumbuhan dan hewan, yang merupakan medium atau tempat tumbuhnya tanaman dengan sifat-sifat tertentu, yang terjadi akibat dari pengaruh kombinasi faktor-faktor iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan (Yuliprianto, 2010).

Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan.

#### **2.2 Tekstur Tanah**

Batuan dan mineral yang mengalami pelapukan baik secara fisik maupun kimia menghasilkan partikel dengan berbagai macam ukuran, yaitu batu, kerikil, pasir, lempung, dan tanah liat. Yang tergolong material tanah adalah partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari 2 mm, atau lebih kecil dari kerikil. Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif dari berbagai golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi liat, lempung

dan pasir (Ristiananto 2007: 16).

## **2.3 Tanah Longsor**

### **2.3.1 Definisi Tanah Longsor**

Tanah longsor secara umum merupakan berpindahnya material lereng berupa bebatun atau tanah ke bawah atau keluar dari pembentuk lereng. Longsor merupakan gerakan massa tanah di sepanjang bidang longsor. Gerakan massa tanah sendiri merupakan bergerak material jatuh ke bawah mengikuti arah kemiringan lereng. Proses gerakan massa yaitu pindahnya suatu massa tanah dan batuan akibat gaya pendorong dari gaya gravitasi (Noor, 2006). Akibat dari gaya pendorong tersebut maka massa tanah dan batuan dapat terjadi dengan kecepatan yang tinggi ataupun kecepatan yang rendah. Apabila gerakan massa berlebihan, dapat disebut dengan tanah longsor (landslide). Pada prinsipnya tanah longsor terjadi ketika adanya gaya pendorong pada bagian atas lereng yang lebih besar dari gaya penahannya. Dimana gaya penahan dapat dipengaruhi oleh massa bebatun dan kepadatan dari material tanah, sedangkan gaya pendorong dapat berpengaruh dari kemiringan lereng, kandungan air di dalam tanah, serta berat dari tanah batuan. Proses terjadinya longsor ketika air masuk ke dalam lapisan yang mengandung begitu banyak tanah yang dapat menjadikan tanah menjadi jenuh, dimana jika air meresap hingga kedalam lapisan kedap air atau bidang gelincir, maka bidang tersebut menjadi licin yang dapat menggelincirkan tanah yang jenuh jatuh kebawah atau bergerak mengikuti arah kemiringan lereng (Nandi, 2007).

Secara garis besar, dalam Al-Qur'an dijelaskan mengenai tanah longsor dan penyebabnya terdapat dalam QS. Al-Mu'minun (23) ayat 18:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ

Artinya: “Dan Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan pasti Kami berkuasa menghilangkannya” (Q.S Mu'minun (23): 18)

Tafsir Al-Wajiz oleh Syaikh Prof. Dr. Wahbah az-Zuhaili, menjelaskan bahwa Allah menurunkan hujan dari atas awan menurut suatu ukuran yang cukup, sehingga tidak akan sampai menyebabkan kerusakan. Lalu Allah menjadikan air hujan itu menetap/tersimpan di bumi. Sehingga menjadi sumber air dan mengalir sungai. Sebagaimana Allah kuasa menurunkan hujan sesungguhnya Allah juga benar-benar berkuasa untuk menghilangkannya. Sehingga menyebabkan kematian karena kehausan, dan rusaknya tanaman dan makhluk lainnya sebab kekeringan.

Tafsir dan terjemahan diatas dapat dikaitkan dengan penyebab terjadinya longsor yakni, air itu asalnya didalam bumi dan menetap dilangit. Ada yang namanya *ground water, confined water* (yang disimpannya didalam bumi sekitar 2-3km yang turun dari langit beribu tahun lalu). Hujan adalah rahmat, yang membuat bencana adalah manusia itu sendiri. Dengan melihat fenomena saat musim hujan, yang terjadi adalah banjir dan longsor, saat musim kemarau yang terjadi kekeringan. Allah menurunkan hujan dan akan tersimpan di dalam bumi. Sedangkan, manusia semena-mena membangun bangunan tanpa mempertimbangkan keseimbangan alam. Sehingga, air tidak mempunyai tempat penyimpanan dan akan mengalir ke tempat rendah yang menyebabkan banjir. Dan yang terjadi sekarang, pohon ditebang, ditanam dengan pohon baru yang tidak

kuat menahan air, sehingga ketika hujan, banjir dan akhirnya terjadi longsor. Tanah itu memiliki kemiringan tertentu. Diatasnya ada tanah dan batu. Tapi jika tanahnya tidak ada pegangan (pohon nan mengakar) maka terjadi longsor.

Pada prinsipnya, tanah longsor terjadi ketika gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah, sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya kemiringan lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di sekitar lereng yang sejajar dengan arah tebing serta munculnya air secara tiba-tiba setelah terjadi hujan dan kemudian tebing rapuh atau kerikil mulai berjatuhan (Nandi, 2007).

### **2.3.2 Jenis Tanah Longsor**

Menurut (PVMBG, 2015) Ada 6 jenis tanah longsor yaitu:

#### **1. Longsoran Rotasi**

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung (PVMBG, 2015). Pada longsoran rotasional memiliki karakteristik berupa bidang gelincir yang melengkung sehingga ketika terjadi gerakan tanah akan membentuk rotasi seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.1. Rotasional terjadi pada lapisan yang memiliki kecenderungan material yang sama. Tipe gerakan tanah ini dipengaruhi oleh massa yang ada pada tanah dan panjang lereng (Varnes, 1978).



Gambar 2. 1 Longsor Tipe Rotasi (PVMBG, 2015)

## 2. Longsor Translasi

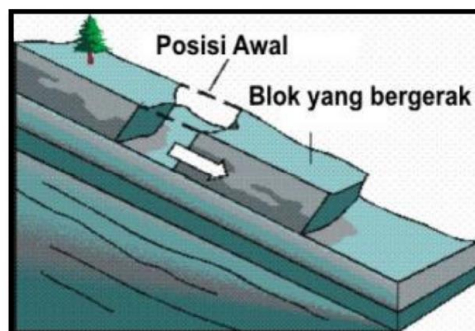
Longsor translasi adalah bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai, seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Longsor Tipe Translasi (PVMBG, 2015)

## 3. Pergerakan Blok

Longsor tipe pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut longsor translasi blok batu seperti yang telah diilustrasikan pada gambar 2. 3



Gambar 2. 3 Longsor Tipe Pergerakan Blok (PVMBG, 2015)

#### 4. Runtuhan Batu

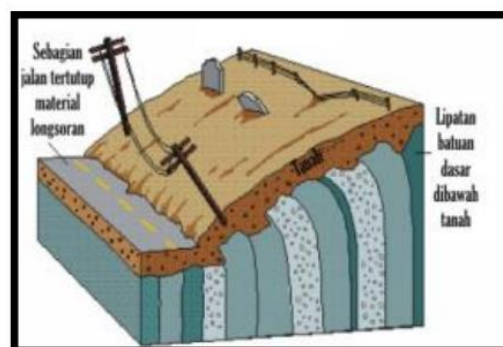
Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng 12 yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Longsor Tipe Runtuhan Batu (PVMBG, 2015)

#### 5. Rayapan Tanah

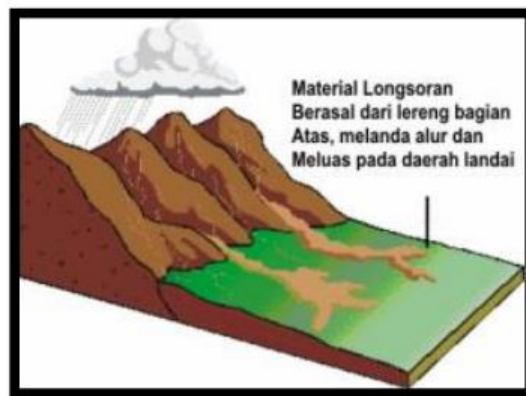
Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.5 Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.



Gambar 2. 5 Longsor Tipe Rayapan Tanah (PVMBG, 2015)

## 6. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.6. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter, seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



Gambar 2. 6 Aliran Bahan Rombakan (PVMBG, 2015)

Menurut (PVMBG, 2015) Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

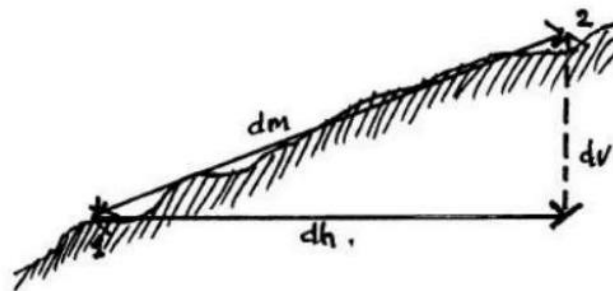
### 2.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Faktor-faktor penyebab longsor lahan meliputi faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif mengontrol terjadinya longsor lahan sedangkan faktor aktif pemicu terjadinya longsor lahan. Faktor pasif meliputi faktor topografi, kondisi geologis atau litologi, kondisi hidrologis, tanah, historis longsor sebelumnya dan keadaan vegetasi. Faktor aktif yang mempengaruhi longsor lahan diantaranya aktivitas manusia dalam penggunaan lahan dan faktor iklim.

## 1. Kemiringan Lereng

Kondisi geomorfologi merupakan parameter-parameter dari pemicu gerakan tanah. Aspek geomorfologi seperti kelerengan berperan aktif dalam mengontrol terjadinya gerakan tanah. Semakin besar kelerengan semakin besar gaya penggerak massa tanah atau batuan penyusun lereng. Namun perlu diperhatikan tidak semua lahan yang miring selalu rentan untuk bergerak. Hal ini sangat tergantung kondisi geologinya, seperti jenis struktur, dan komposisi tanah atau batuan penyusun lereng (BAPEKOINDA, 2002). Klasifikasi kemiringan lereng ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Kemiringan lereng dapat dinyatakan dengan dua satuan, yaitu dengan satuan sudut (derajat) atau satuan persen yang menyatakan perbandingan antara jarak vertikal dan jarak horizontal dikalikan 100 persen. Perubahan kemiringan lereng dapat ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Menentukan Kemiringan Lereng (Nawawi, 2001)

Pada Gambar 2.7,  $dm$  adalah jarak miring,  $dv$  adalah jarak vertikal, dan  $dh$  adalah jarak horizontal. Kemiringan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Kemiringan lereng dalam persen (\%)} = \frac{dv}{dh} (100\%)$$

$$\text{Kemiringan lereng dalam derajat } (\alpha) = \tan^{-1} \left( \frac{dv}{dh} \right)$$

Berdasarkan batasannya, lereng dengan sudut  $45^\circ$  akan sama dengan 100%, karena pada lereng tersebut  $dv$  sama dengan  $dh$  dan ini dapat dijadikan sebagai dasar konversi antara satuan besaran sudut dengan satuan persen (Nawawi, 2001).

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1985)

Kemiringan		Keterangan
( $^\circ$ )	(%)	
0 – 2	0 – 2	Datar
2 – 4	2 – 7	Sangat Landai
4 – 8	7 – 15	Landai
8 – 16	15 – 30	Agak curam
16 – 35	30 – 70	Curam
35 – 55	70 – 140	Sangat Curam
> 55	> 140	Terjal

Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% - 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada saat kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar.

## 2. Kondisi Geologis

Kondisi geologis yang mempengaruhi terjadinya longsor lahan berupa struktur perlapisan batuan, kerapatan kekar, dan tingkat pelapukan batuan. Bidang perlapisan batuan menunjukkan besar kecilnya kemiringan perlapisan batuan terhadap bidang datar. Semakin besar kemiringan perlapisan batuan terhadap kemiringan lereng maka suatu lahan rentan terhadap longsor lahan (Misdiyanto, 1992).

## 3. Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif tiga golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi debu (silt), lempung (clay) dan pasir (sand). Tekstur tanah berperan dalam

menentukan tata air dalam tanah, berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah, serta mempengaruhi kapasitas tanah untuk menahan air, permeabilitas tanah dan berbagai sifat fisik maupun kimia tanah lainnya (Darmawijaya, 1990). Pengaruh tekstur tanah terhadap longsor lahan didasarkan pada konsep bahwa sedikitnya kandungan fraksi pasir, geluh dan lempung berpengaruh terhadap tingkat pelapukan batuan, sebagai bahan induk tanah.

#### 4. Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas menunjukkan kadar air pada batas cair dengan batas plastis atau selisih antara batas cair dan batas plastis. Tanah yang batas cairnya tinggi merupakan tanah yang lemah. Batas plastis adalah kadar air tanah pada batas bawah keadaan plastis. Kadar air ini memberi dasar tentang gaya perekat antara butir-butir tanah di bawah pengaruh air. Bila indeks plastisitas tinggi maka butir tanah banyak mengandung lempung koloidal sehingga rentan terhadap longsor lahan.

#### 5. Kondisi Hidrologis

Kondisi hidrologis yang berpengaruh terhadap gerakan massa batuan atau tanah adalah terdapatnya jalur rembesan. Apabila volume air hujan yang masuk ke dalam tanah atau celah-celah batuan cukup banyak, maka akumulasi tekanan air di dalam tanah dan di celah-celah batuan cukup kuat untuk merenggangkan ikatan antar tanah dan ikatan antar bidang retak pada batuan, sehingga massa tanah dan sebagian batuan yang retak tersebut bergerak.

#### 6. Historis Longsor

Longsor di berbagai tempat secara umum dapat dibagi dua, yaitu longsor

yang terjadi untuk pertama kalinya dan longsor yang terjadi kembali. Gejala longsor yang kedua ini lebih banyak terjadi. Dengan demikian daerah yang pernah mengalami longsor akan lebih rentan terhadap kejadian longsor berikutnya (Arsyad, 1989).

#### 7. Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi adalah tingkat kerapatan tanaman dilihat dari jarak tanaman maupun kerimbunan daun. Menurut Worosuprojo dkk (1992) lahan yang tertutup rapat oleh vegetasi kurang memberikan kesempatan kepada sinar matahari untuk mencapai permukaan tanah, sehingga pelapukan fisik terhambat. Kaitannya dengan terhalangnya air hujan untuk langsung mencapai permukaan adalah terbentuknya siklus hidrologi yang baik sehingga pengaturan air yang mengalir sebagai air tanah, air permukaan dan kelembaban tanahnya terjadi keseimbangan secara alami. Kondisi ini sangat berpengaruh pula terhadap stabilitas lahan. Sebaliknya pada lahan yang vegetasinya jarang kesempatan sinar matahari dan air hujan mencapai permukaan tanah sangat besar sehingga semakin intensifnya proses pelapukan dan mendukung terjadinya longsor lahan.

#### 8. Faktor Manusia

Faktor manusia turut menentukan apakah tanah yang digunakan akan rusak dan tidak produktif atau menjadi baik dan produktif, karena pengelolaan tanah yang tepat. Wujud penggunaan lahan tersebut seperti pembuatan teras, pencangkulan, penanaman, pendirian permukiman dan penebangan kayu pada kemiringan tertentu dengan tidak mengikuti kaidah konservasi tanah dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti longsor lahan (Worosuprojo, dkk.,

1992).

## 9. Faktor Iklim

Faktor iklim yang berpengaruh terhadap longsor lahan adalah curah hujan karena kejadian longsor sering terjadi pada musim hujan. Pada musim hujan ketahanan batuan tanah penyusun lereng menurun tajam dan menyebabkan lereng menjadi labil dan terjadi longsor.

### 2.4 Bidang Gelincir

Bidang gelincir merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya longsor. Bidang gelincir adalah suatu bidang dimana material suatu longsor bergerak di atasnya atau merupakan batas antara massa material yang bergerak dan diam (Zakaria, 2015). Bidang gelincir terbentuk akibat penjumlahan air yang terakumulasi dan bergerak lateral di atas permukaan lapisan tanah atau batuan yang sulit ditembus oleh air yang dinamakan lapisan kedap air. Batuan kedap air ini biasanya memiliki pori-pori relatif kecil dan memiliki nilai tahanan jenis yang tinggi. Jika air menembus sampai lapisan kedap air, maka permukaan batuan lapisan kedap air akan melapuk sehingga menjadi licin inilah yang berperan sebagai bidang gelincir (Sujarwo, 2016).

Bidang gelincir biasanya ditandai dengan kontras resistivitas antar dua lapisan batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas lapisan atasnya jauh lebih rendah dari resistivitas lapisan bawah maka sangat memungkinkan terjadinya longsor (Mimin dkk, 2016). Batuan yang berperan sebagai bidang gelincir memiliki nilai tahanan jenis yang berbeda dengan batuan lainnya. Bidang gelincir di daerah longsor ditandai dengan adanya dua lapisan tanah/batuan yang nilai tahanan

jenisnya sangat kontras. Bidang gelincir biasanya terdiri dari lapisan yang keras dengan lapisan yang lunak. Apabila terjadi hujan, lapisan yang keras (kedap air) akan menjadi licin. Lapisan yang lunak akan bergerak melalui lapisan kedap. Lapisan kedap berperan sebagai bidang gelincir, lapisan lunak berperan sebagai material longsor (Perrone, 2012).

Kedalaman bidang gelincir merupakan batas antara massa yang bergerak dengan massa yang diam dari permukaan tanah sangat penting bagi deskripsi longsor. Terdapat empat kelas kedalaman bidang gelincir, yaitu sangat dangkal (<1,5 m), dangkal (<1,5 - 5 m), dalam (5 – 20 m), dan sangat dalam (>20 m). Kedalaman dan besar sudut kemiringan bidang gelincir penting untuk diketahui. Kedalaman suatu bidang gelincir berguna untuk mengetahui seberapa besar potensi resiko longsor yang terjadi. Semakin dalam bidang gelincir, volume longsor akan semakin besar. Sebaliknya, semakin dangkal bidang gelincir, volume longsor semakin kecil. Sudut kemiringan bidang gelincir yang besar akan mempercepat terjadinya longsor dan sudut kemiringan bidang gelincir yang kecil dapat mengurangi kecepatan longsor (Zakaria, 2015).

## **2.5 Geologi Daerah Penelitian**

Pada daerah penelitian termasuk kedalam Lembar Kediri pada Formasi Qpat (Batuan Gunungapi Anjasmara Tua) dimana terdiri dari batuan Breksi gunungapi, lava, tuf dan retas (Santoso, 1992).

Breksi gunungapi, aneka bahan, kelabu – coklat - kemerahan, lapilli - bom, menyudut-membundar tanggung, terpilah buruk; berkomponen andesit, basal, kaca gunungapi, obsidian, batu apung, mineral mafik, kuarsa, dan pasir gunungapi,

dengan masa dasar tuf pasir, setempat bersisipan aglomerat dan tuf halus (*ash tuff*). Tebalnya antara beberapa puluh centimeter dan puluhan meter (Santoso, 1992).

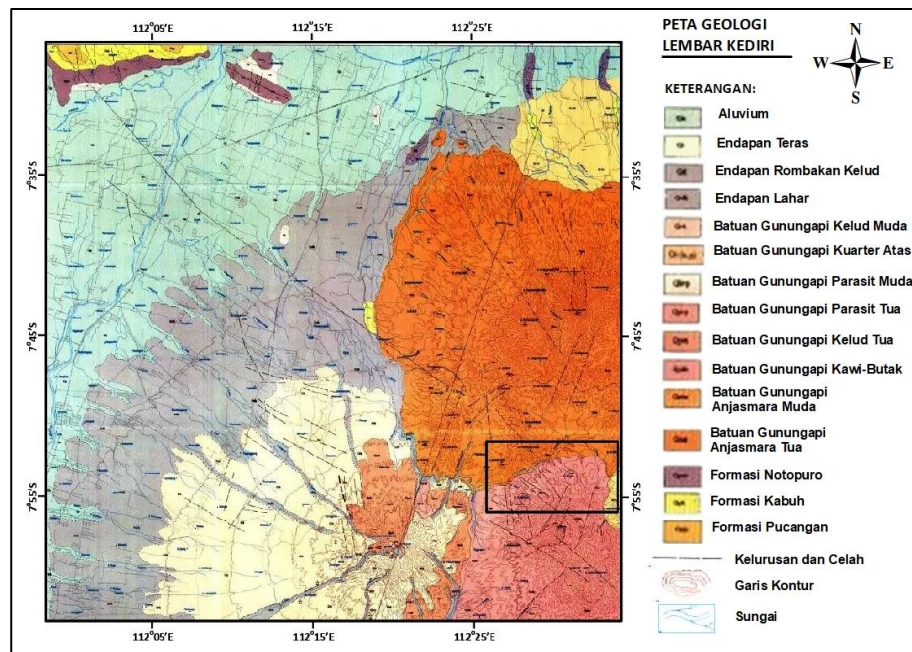
Lava, kelabu – hitam – kehijauan, andesitik – basaltik, porfiri; berkomposisi augit, piroksen, felspar, kaca gunungapi, mineral bijih dan sedikit olivine; merupakan sisipan lidah dalam breksi; tebalnya antara 0,5 dan 3 m (Santoso, 1992).

Tuf, kelabu – kuning, berbutir pasir – lapilli, kompak, sebagai sisipan dalam breksi; berkomponen kuarsa, mineral terang, batu apung dan pecahan batuan; setempat sebagai tufa halus warna putih – kelabu terang; tebalnya puluhan meter (Santoso, 1992).

Retas, andesitik – basaltik, menerobos breksi, lebar antara 30 cm dan 80 cm, rata-rata dengan jurus barat daya – timur – laut; beberapa reta terpecah di pegunungan Luksongo – Selotri, sebelah barat Ngantang. Tebal batuan gunungapi ini diduga dari beberapa ratus meter hingga lebih dari 1.000 m (Santoso, 1992).

Batuan Gunungapi Anjasmara Tua ini dianggap sebagai batuan gunungapi Kuartir Tua di daerah ini dan sebagai alas (*basement*) dari batuan gunungapi yang lebih muda. Umurnya diduga Plistosen Awal – Tengah dan tertindih oleh Batuan Gunungapi Anjasmara Muda, Batuan Gunungapi Panderman, dan Batuan Gunungapi Kawi – Butak (Santoso, 1992).

Sebenarnya terdapat di sekitar Ngantang sampai Pujon dan di pegunungan Selotri – Luksongo, serta di sekitar S. Jarak hingga S. Jurangcelot atau disebelah selatan Mojoagung. Ke arah timur sebarannya menerus pada Lembar Malang (Santoso, 1992).



Gambar 2. 8 Peta geologi Lembar Kediri, Jawa timur (Santoso dan Atmawinata, 1992)

## 2.6 Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan metode geofisika yang digunakan untuk mempelajari sifat dari aliran listrik di bawah permukaan bumi dengan cara mendeteksinya di atas permukaan bumi. Pendeteksian dilakukan dengan beberapa proses yaitu mengukur beda potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alami maupun efek dari penginjeksian arus ke dalam bumi. Secara umum metode geolistrik biasa digunakan untuk kebutuhan eksplorasi seperti resistivitas, arus tellurik, magnetotellurik, potensial diri (SP), elektromagnetik, dan IP (polarisasi terinduksi), (Telford, 1976). Eksplorasi geolistrik tidak hanya memperoleh jenis lapisan batuan, tetapi juga dapat diartikan sebagai potensi air tanah seperti kedalaman akuifer dan distribusinya di bawah permukaan. Selain itu, Pergerakan air tanah juga dapat diselidiki berdasarkan jenis lapisan batuan yang diilustrasikan oleh pengukuran geolistrik (S. Chandra, et al, 2008).

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan melewatkan arus DC (Direct Arus) yang memiliki tegangan tinggi di dalam tanah. Injeksi listrik ini menggunakan 2 (A dan B) elektroda arus yang ditancapkan ke tanah pada jarak tertentu. Aliran dari arus listrik maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang dihubungkan melalui dua elektroda tegangan M dan N yang lebih pendek dari jarak elektroda AB (Broto, 2008). Besarnya resistivitas tersebut diukur dengan melewatkan arus listrik ke dalam bumi dan memperlakukan lapisan batuan sebagai media konduktor. Setiap material atau batuan memiliki perbedaan rentang resistivitas dibandingkan bahan lain (Adhi, 2007).

## **2.7 Metode Geolistrik Resistivitas**

Metode geolistrik resistivitas adalah metode geolistrik dengan tujuan untuk menyelidiki karakteristik resistivitas formasi suatu batuan di bawah permukaan bumi. Metode ini telah berkembang menjadi beberapa metode aktif dan akan digunakan pada kebutuhan eksplorasi dan merupakan dasar dari semua metode geolistrik resistivitas (Yuwanto, 2013). Metode geolistrik resistivitas digunakan untuk menentukan resistivitas distribusi bawah permukaan dengan pengukuran di permukaan tanah. Dari pengukuran ini, resistivitas bawah permukaan dapat diperkirakan (Aliyatarrafiah, 2014).

Metode geolistrik resistivitas akan mendapatkan variasi resistivitas suatu lapisan batuan pada formasi batuan bawah permukaan yang menjadi subjek survei

di bawah titik pengukuran. Metode geolistrik dibagi menjadi dua jenis metode pengukuran: mapping dan sounding. Mapping adalah metode resistivitas geolistrik yang menyelidiki resistivitas bawah permukaan tanah dalam arah horizontal, dan sounding adalah metode resistivitas geolistrik yang menyelidiki resistivitas bawah permukaan tanah dalam arah vertikal. Pada metode geolistrik resistivitas, lapisan batuan yang menjadi sasaran pengukuran yang akan diteliti menggunakan konfigurasi elektroda dan aturan perhitungan konfigurasi elektroda digunakan untuk memperoleh data lapangan baik dalam arah horizontal maupun vertikal (Telford et al., 1990).

Metode geolistrik resistivitas ini secara teoritis dapat digunakan untuk target yang lebih dalam, tetapi lebih cocok untuk studi pada kondisi bawah tanah yang dangkal (maksimal 200 m). Dalam bidang geologi, metode ini banyak digunakan untuk menentukan sifat geoteknik batuan untuk perencanaan pondasi, eksplorasi akuifer, eksplorasi mineral logam, dan eksplorasi panas bumi. Dalam bidang non-geologi, metode geologi banyak digunakan dalam kajian arkeologi dan lingkungan. Berdasarkan konfigurasi elektroda arus dan tegangan, elektroda dapat dibagi menjadi tiga jenis: Vertical Electrical Sounding (VES), Constant Separation Traveling (CST), dan kombinasi keduanya. Dengan semakin tersedianya peralatan komputer yang semakin canggih, tomografi geolistrik belakangan ini banyak dikembangkan di beberapa tempat. Metode ini dapat menggambarkan kondisi bawah permukaan secara tiga dimensi (Hadi, 2009).

Bumi tersusun dari lapisan tanah atas lapisan-lapisan tanah yang nilai resistivitas suatu lapisan tanah atau batuan tertentu berbeda dengan nilai resistivitas lapisan tanah atau batuan lainnya. Resistivitas listrik akuifer merupakan formasi

batuan dengan kisaran nilai resistivitas 1-108  $\Omega\text{m}$  (Yuristina, et al, 2015). Faktor yang mempengaruhi antara lain komposisi litologi, kondisi batuan, dan komposisi mineral yang dikandung dalam kandungan benda cair. Air alam atau mineral mengandung padatan terlarut dari mineral dan garam yang larut ketika air mengalir di bawah atau ke permukaan tanah. Kandungan padatan air mineral meningkat ketika terkontaminasi dengan limbah dari pertambangan dan pertanian (Telford et al., 1990).

Menurut Robinson (1988) terdapat beberapa anggapan dasar yang digunakan dalam metode geolistrik resistivitas, diantaranya yaitu (Halik, 2008):

- a. Bawah permukaan tanah yang terdiri dari beberapa lapisan yang terpisah akibat adanya bidang batas horizontal dan terdapat kontras resistivitas antar bidang batas tersebut.
- b. Setiap lapisan memiliki ketebalan tertentu, kecuali pada lapisan paling bawah yang memiliki ketebalan tidak terbatas
- c. Setiap lapisan dianggap homogen isotropik
- d. Tidak ada sumber arus lain selain arus yang diinjeksikan
- e. Arus listrik searah merupakan arus listrik yang diinjeksikan

Menurut Ilfa (2010), konduktivitas panas suatu batuan merupakan salah satu sifat fisis batuan yang berhubungan dengan aliran panas yang dihasilkan oleh batuan tersebut. Besaran yang menunjukkan jumlah ion terlarut dalam air dapat mengalirkan arus dengan besar 1  $\mu\text{volt}$  pada suatu bidang lapisan metal dengan luas 1 cm. Sifat tersebut dipengaruhi oleh jumlah kandungan yang biasa disebut dengan ion bebas.

## 2.8 Resistivitas Batuan

Secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu (Telford, 1990 dalam Yuristina, 2015):

1. Konduktor baik:  $1 \times 10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan:  $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator:  $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$

Resistivitas menyatakan sifat khas dari suatu bahan, yaitu derajat kemampuan bahan menghantarkan arus listrik dengan satuan  $\Omega\text{m}$ . Satu  $\Omega\text{m}$  menyatakan besarnya hambatan pada suatu bahan yang memiliki panjang 1 m dan luas penampang  $1 \text{ m}^2$ . Hal ini berarti bahwa untuk bahan tertentu, harga resistivitas juga bernilai tertentu. Akibatnya suatu bahan dengan mineral penyusun sama tetapi perbandingannya berbeda, maka resistivitasnya akan berbeda pula. Nilai resistivitas hanya bergantung pada jenis mineral penyusun dan tidak bergantung pada faktor geometri.

Tabel 2. 2 Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1990)

No	Material	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
<b>Tanah dan air</b>		
1	Air permukaan	80 – 200
2	Air tanah	0.5 – 300
3	Terdapat air tawar	20 – 60
4	Air asin	20 – 200
5	Tanah (soil)	1 – 10
<b>Batuan Beku dan metamorf</b>		
1	Tufa	20 – 200
2	Kelompok andesit	100 – 2000
3	Kelompok granit	1000 – 10000
4	Lava	$10^2 - 5 \times 10^4$
5	Kuarsa	$10^2 \times 2 \times 10^8$
<b>Batuan Sedimen</b>		
1	Batu pasir	200 – 8000
2	Pasir	100 – 600

3	Pasir dan kerikil	100 – 1000
4	Tanah pasiran	2 – 400
5	Lempung	1.5 – 3
6	Tanah liat atau lempung	1 – 100
7	Lempung lanau	3 – 15
8	Silt-lempung	10 – 200
9	Batu gamping	50 - 10 <sup>7</sup>
10	Dolomite	3.5x10 <sup>2</sup> - 5x10 <sup>3</sup>
11	Alluvium dan pasir	10 – 800
12	Konglomerat	2x10 <sup>4</sup> - 10 <sup>4</sup>

## 2.9 Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat kelistrikan batuan adalah sifat khas dari suatu batuan bila dialiri arus listrik di dalamnya, yaitu yang menyatakan derajat kemampuan batuan menghantarkan arus listrik. Batuan di alam ini dianggap sebagai medium listrik seperti kawat penghantar listrik, sehingga mempunyai resistivitas (tahanan jenis). Hal ini berarti bahwa untuk batuan tertentu, harga resistivitas juga bernilai tertentu. Akibatnya suatu batuan dengan mineral penyusun sama tetapi perbandingannya berbeda, maka resistivitasnya akan berbeda pula. Nilai resistivitas hanya bergantung pada jenis mineral penyusun dan tidak bergantung pada faktor geometri (Yuristina, 2015).

Sifat dari resistivitas batuan di alam dibedakan menjadi 3 macam, seperti sebagai berikut:

### 1. Medium Konduktif

Medium yang mudah menghantarkan arus listrik. Nilai resistivitasnya sangat kecil, berkisar 10<sup>-8</sup> sampai 1 Ωm. Contoh: logam, graphite, sulfide.

### 2. Medium Semikonduktif

Medium yang cukup mudah untuk menghantarkan arus listrik. Nilai

resistivitasnya 1 sampai  $10^7 \Omega\text{m}$ . Contoh: batuan porus yang mengandung air.

### 3. Medium Resistif

Medium yang sukar untuk menghantarkan arus listrik. Nilai resistivitasnya sangat tinggi, lebih besar dari  $10^7 \Omega\text{m}$ . Batuan ini terdiri dari mineral silikat, phosphate, karbonat.

Aliran arus listrik di dalam batuan dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik:

#### a. Konduksi secara elektronik

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

#### b. Konduksi secara elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porous dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, di mana konduksi arus listrik di bawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas

batuan porous bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

c. Konduksi secara dielektrik

Konduksi pada batuan bersifat dielektrik terhadap aliran listrik. Artinya batuan tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi.

## 2.10 Resistivitas Semu

Pengukuran menggunakan metode geolistrik resistivitas yang dilakukan dilapangan, didapatkan nilai resistivitas semu ( $\rho a$ ). Dimana, nilai resistivitas semu merupakan resistivitas yang bergantung pada jarak antar elektroda, dan bukan merupakan medium resistivitas sebenarnya karena bumi terdiri dari medium yang berlapis-lapis. Sekalipun jarak antara elektroda sama, resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda. Nilai resistivitas semu yang diperoleh dari pengukuran lapangan pada medium yang dianggap seragam atau homogen di bawah permukaan dipengaruhi oleh konfigurasi elektroda (Reynolds, 1997).

Pengukuran resistivitas dilakukan dengan mengalirkan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda jenis (elektroda potensial dan elektroda arus), dan mengukur perbedaan tegangan yang dihasilkan di dua potensial elektroda. Dalam bentuknya yang paling dasar, meteran resistivitas memiliki sumber arus dan rangkaian

pengukuran tegangan dihubungkan dengan kabel ke minimal empat elektroda. Data dasar yang diperoleh dari survei resistivitas adalah posisi elektroda arus dan potensial, arus ( $I$ ) diinjeksikan ke tanah dan tegangan yang dihasilkan perbedaan potensial ( $\Delta V$ ) antara elektroda potensial (Gambar 1). Pengukuran arus dan tegangan kemudian dikonversi menjadi resistansi semu ( $\rho_a$ ) menggunakan rumus berikut (O. Koefoed, et al, 1979):

$$\rho_a = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (2.1)$$

atau

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.2)$$

Dimana

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \quad (2.3)$$

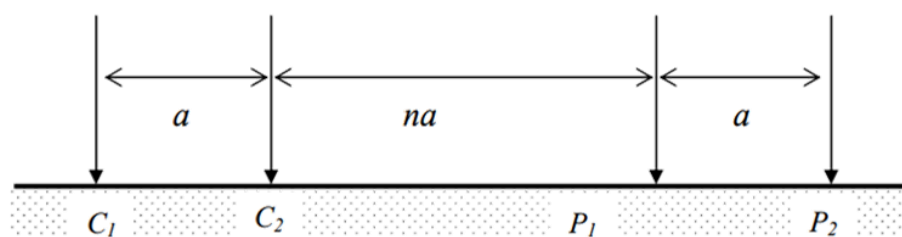
dimana  $k$  adalah faktor geometri yang bergantung pada konfigurasi elektroda arus dan potensial (O. Koefoed, et al. 1979).

## 2.11 Konfigurasi Elektroda

Metode geolistrik yang sering digunakan di Indonesia selama ini hanya terbatas pada Konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Kedua konfigurasi ini digunakan dalam pekerjaan lapangan yang tidak terlalu sulit (cukup datar dan luas), dan penetrasi yang lebih sedikit. Dalam geolistrik metode resistivitas untuk penetrasi yang dalam, kedua konfigurasi ini menjadi sangat lemah, karena membutuhkan elektroda lurus yang panjang, membutuhkan kondisi medan yang

baik (seragam) dan tuntutan perubahan jangka panjang. Untuk mengatasi kekurangan kedua konfigurasi tersebut, pada prinsipnya konfigurasi dipole-dipole dapat digunakan yang memiliki keuntungan eksekutif yang dapat menutup beberapa kekurangan dari konfigurasi wenner dan schlumberger terutama kebutuhan untuk pemasangan kabel dan waktu untuk perubahan jarak yang relatif singkat (Hendrajaya & Arif, 1990).

Metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi dipole-dipole mampu mendapatkan gambaran formasi bawah permukaan dari suatu objek dengan penetrasi yang lebih dalam dibanding dengan metode sounding lainnya misalnya dengan konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Metode ini umumnya digunakan pada pengukuran dikarenakan memiliki efek elektromagnetik yang relatif kecil antara arus dengan rangkaian potensial (Loke, 1990). Menurut Waluyo, dalam konfigurasi dipole-dipole, dua elektroda arus dan potensial dipisahkan oleh jarak  $a$ . Di sisi lain, elektroda arus dan elektroda potensial yang berada di dalam dipisahkan oleh jarak  $na$ . Dimana  $n$  merupakan bilangan bulat.



Gambar 2. 9 Konfigurasi elektroda dipole-dipole (Telford, dkk, 1976)

Gambar di atas menunjukkan bahwa konfigurasi dipole-dipole dari dua elektroda potensial yang terletak di luar elektroda arus  $a$  adalah spasi antar dua elektroda potensial dan  $n$  adalah jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial yang berada di dalam ( $C_2$  dan  $P_2$ ). Dimana  $n = 1,3\dots$  (bilangan bulat). Semakin

besar  $n$ , semakin dalam survei atau penyelidikan. Setiap konfigurasi elektroda memiliki faktor geometri yang berbeda-beda. Faktor geometri konfigurasi dipole-dipole yaitu (Telford, et al, 1976):

$$K = \pi \alpha n(n + 1)(n + 2) \quad (2.4)$$

Resistivitas semu mewakili bobot rata-rata dari suatu resistivitas sebenarnya pada Sebuah volum tanah. Nilai resistivitas semu untuk jenis tanah atau batuan tertentu dapat mencakup rentang yang luas, dan nilainya tergantung pada jarak elektroda (Morais, 2008).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilaksanakan pada 2 April 2022. Lokasi pengambilan data di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu, Jawa Timur.



Gambar 3. 1 Desain Akuisisi Data (Google Earth)

Penelitian ini menggunakan 4 lintasan, diantaranya adalah:

1. Lintasan A-B membentang sepanjang 100 meter dari barat ke timur pada koordinat  $7^{\circ}51'50.65''$  LS sampai  $7^{\circ}47.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'14.58''$  BT sampai  $112^{\circ}29'15.67''$  BT
2. Lintasan C-D membentang sepanjang 100 meter dari selatan ke utara pada koordinat  $7^{\circ}51'50.42''$  LS sampai  $7^{\circ}51'49.6''$  LS dan  $112^{\circ}29'15.23''$  BT sampai  $112^{\circ}29'12.11''$  BT
3. Lintasan E-F membentang sepanjang 100 meter dari barat ke timur pada koordinat  $7^{\circ}51'50.13''$  LS sampai  $7^{\circ}51'46.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'12.57''$  BT sampai  $112^{\circ}29'13.69''$  BT

4. Lintasan G-H membentang sepanjang 100 meter dari selatan ke utara pada koordinat 7°51'48.30" LS sampai 7°51'46.83" LS dan 112°29'15.92" BT sampai 112°29'13.16" BT.

### **3.2 Alat Penelitian**

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Resistivity meter
2. Elektroda arus
3. Elektroda potensial
4. Aki (12 V)
5. Kabel multielektroda
6. Caput buaya Elektroda
7. Meteran
8. Palu
9. Peta geologi penelitian
10. Alat tulis dan buku
11. HT (*Handy Talky*)
12. GPS (*Global Positioning System*)
13. Laptop
14. Software MS. Excel
15. Software Res2dinv
16. Software Sketchup 2022
17. Software Photoshop

### 3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan diantaranya tahap pembuatan desain penelitian, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data, tahap interpretasi data dan tahap menganalisis data yang diperoleh. Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam pelaksanaan penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole.

#### 3.3.1 Desain Akuisisi Data

Dilakukan Akuisisi data menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole. Alat yang digunakan yaitu *Resistivity meter*. Desain akuisisi data seperti pada gambar 3.1 dengan menggunakan 4 lintasan pengukuran dan Panjang setiap lintasan nya yaitu 100 meter.

#### 3.3.2 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan menggunakan alat geolistrik *resistivitymeter* dengan konfigurasi dipole-dipole. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengambilan data di lapangan:

1. Membentangkan meteran sepanjang lintasan pengukuran, pada penelitian ini menggunakan 4 lintasan dimana setiap lintasan sepanjang 100 meter.
2. Memasang elektroda pada titik-titik pengukuran dimana jarak antar elektroda nya yaitu 3 meter.
3. Menyusun rangkaian resistivitas berdasarkan konfigurasi dipole-dipole.
4. Menghubungkan masing-masing elektroda dengan alat *resistivitymeter* menggunakan kabel multielektroda.
5. Mencatat koordinat titik dan ketinggian *datum point* pada masing-masing lintasan.

6. Menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui elektroda-elektroda yang sudah dipasang.
7. Kemudian mencatat hasil pengukuran di lapangan meliputi beda potensial ( $\Delta V$ ), arus listrik ( $I$ ), dan resistansi ( $R$ ) yang terukur pada alat *resistivitymeter*.

### **3.3.3 Metode Pengolahan Data**

Pengolahan data (*Processing data*) dilakukan dengan Software Res2Dinv. Data yang diperoleh dari akuisisi data di lapangan kemudian di inversi dengan menggunakan Software Res2dinv. Menggunakan metode inversi untuk menghasilkan 3 penampang. Penampang yang pertama yaitu hasil model data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dan penampang yang kedua yaitu hasil model data yang diperoleh dari hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv. Penampang ketiga yaitu hasil inversi data.

Prinsip dari pengolahan data menggunakan metode inversi yaitu mencocokkan model data penampang yang pertama dan penampang kedua menjadi semirip mungkin sehingga diperoleh nilai error yang semakin kecil. Dari pencocokan tersebut sehingga diperoleh model 2D yang mempresentasikan model bawah permukaan.

### **3.3.4 Metode Interpretasi Data**

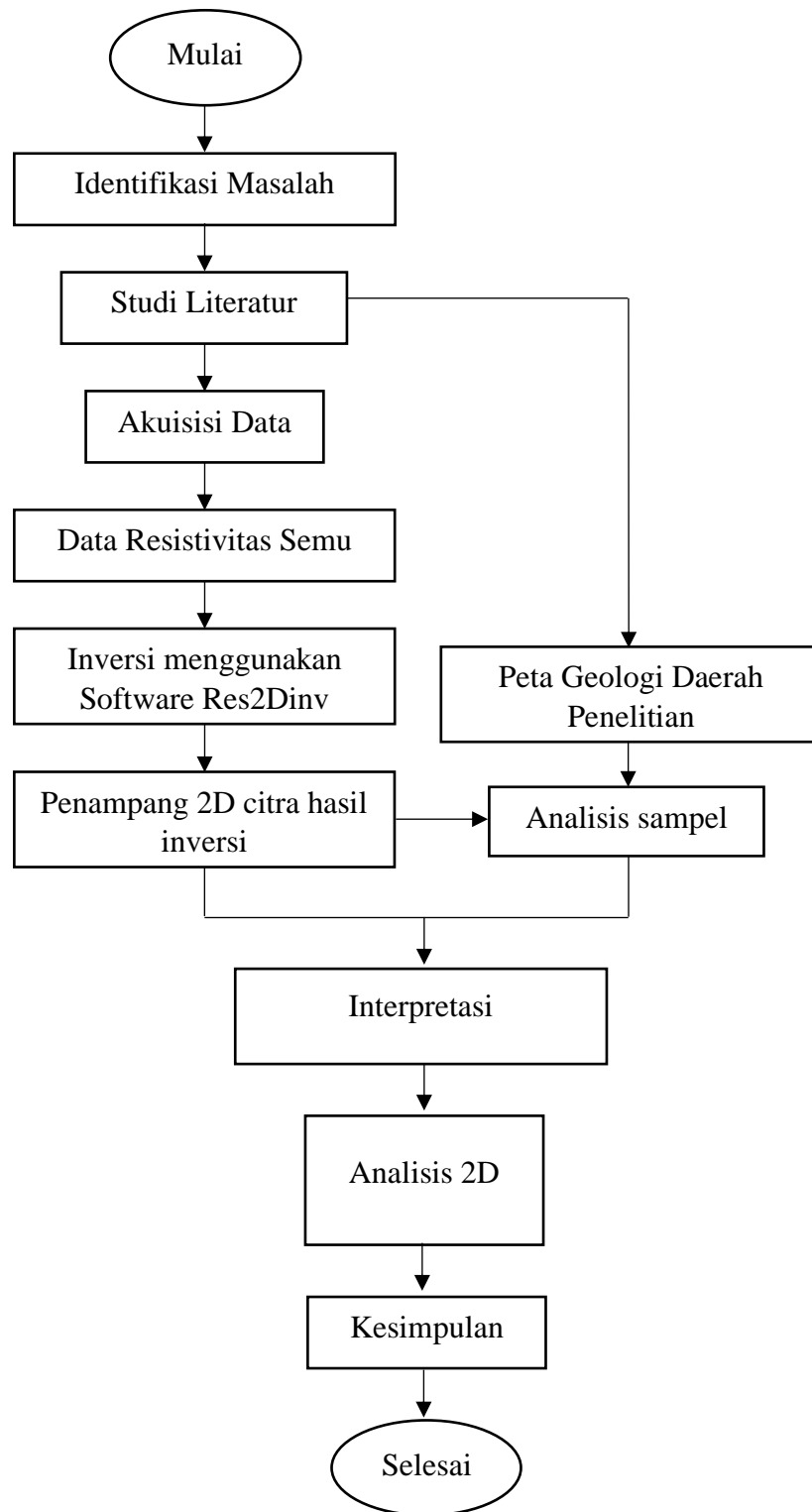
Interpretasi data dilakukan pada penampang model dari hasil inversi data menggunakan software Res2Dinv, sehingga didapatkan hasil berupa penampang horizontal dan citra warna. Interpretasi yang dilakukan pada penampang tersebut berdasarkan nilai resistivitas batuan yang dihasilkan. Perbedaan citra warna menunjukkan bahwa terdapat perbedaan besar nilai resistivitas masing-masing batuan. Dari perbedaan nilai resistivitas batuan tersebut, dapat diidentifikasi

litologi batuan bawah permukaan dan keberadaan bidang gelincir sebagai langkah awal mitigasi daerah rawan longsor.

### **3.3.5 Metode Analisis Data**

Data yang sudah diinterpretasi lalu dianalisis sehingga dapat diketahui litologi batuan bawah permukaan dan keberadaan bidang gelincir pada daerah penelitian. Data yang didapatkan di lapangan akan di sesuaikan atau dibandingkan menggunakan data geologi wilayah penelitian, guna untuk mengetahui litologi bawah permukaannya.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian terletak di Daerah Payung, Songgokerto, Batu, dimana daerah penelitian merupakan daerah rawan longsor karena berada di daerah perbukitan dengan tanah pelapukan yang berada diatas batuan kedap air dengan kemiringan 25-40% sedang hingga terjal yang berpotensi mengakibatkan tanah longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Menurut angka kejadian bencana yang dikemukakan oleh BPBD Kota Batu pada tahun 2021, bencana yang dipicu pergerakan massa tanah ini kerap menimpa daerah dengan kontur perbukitan, salah satunya di Kelurahan Songgokerto yaitu di Daerah Payung.

Metode geofisika yang digunakan untuk mengidentifikasi litologi bawah permukaan pada daerah rawan longsor adalah metode geolistrik resistivitas. Data yang diperoleh dari akuisisi di lapangan diolah menggunakan beberapa *software* sehingga menghasilkan penampang 2D dan 3D yang memperlihatkan distribusi resistivitas batuan di bawah permukaan. Data resistivitas yang diperoleh kemudian diinterpretasi dan dianalisis sehingga dapat diketahui litologi batuan bawah permukaan daerah rawan longsor.

Pada lokasi penelitian, batuan yang tampak dipermukaan merupakan tanah (*soil*) dengan kemiringan permukaan kurang lebih  $35^{\circ}$  menunjukkan kemiringan lereng curam yang menyebabkan potensi terjadi tanah longsor lebih besar daripada permukaan yang lebih landai.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

#### 4.1 Akuisisi Data

Akuisisi data di lapangan dilakukan pada 4 lintasan dimana panjang setiap lintasan sepanjang 100 meter dengan spasi antar elektroda 3 meter. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*. Posisi titik koordinat setiap lintasan adalah sebagai berikut:

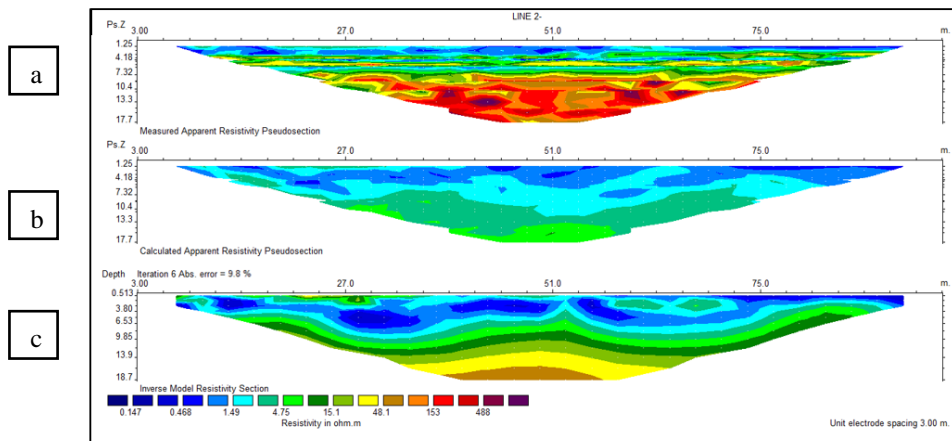
1. Lintasan A-B membentang sepanjang 100 meter dari barat ke timur pada koordinat  $7^{\circ}51'50.65''$  LS sampai  $7^{\circ}47.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'14.58''$  BT sampai  $112^{\circ}29'15.67''$  BT.
2. Lintasan C-D membentang sepanjang 100 meter dari selatan ke utara pada koordinat  $7^{\circ}51'50.42''$  LS sampai  $7^{\circ}51'49.6''$  LS dan  $112^{\circ}29'15.23''$  BT sampai  $112^{\circ}29'12.11''$  BT.
3. Lintasan E-F membentang sepanjang 100 meter dari barat ke timur pada koordinat  $7^{\circ}51'50.13''$  LS sampai  $7^{\circ}51'46.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'12.57''$  BT sampai  $112^{\circ}29'13.69''$  BT.
4. Lintasan G-H membentang sepanjang 100 meter dari selatan ke utara pada koordinat  $7^{\circ}51'48.30''$  LS sampai  $7^{\circ}51'46.83''$  LS dan  $112^{\circ}29'15.92''$  BT sampai  $112^{\circ}29'13.16''$  BT.

## 4.2 Pengolahan Data

Data yang terukur di lapangan berupa beda potensial ( $\Delta V$ ), arus ( $I$ ), dan jarak spasi elektroda ( $a$ ). Dari data tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai faktor geometri ( $k$ ) sehingga diperoleh nilai resistivitas semu ( $\rho_a$ ) dengan persamaan (2.2). di mana  $k$  adalah faktor geometri Konfigurasi dipol-dipol. Nilai faktor geometri ( $k$ ) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.4).

Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan software Res2Dinv untuk mendapatkan nilai resistivitas yang sebenarnya. Dalam pengolahan data menggunakan software Res2Dinv, yang dilakukan pertama adalah membuka program tersebut. Kemudian pilih menu File dan menu file data. Fungsi file data adalah untuk memasukkan data dengan format \*.dat. Data ini sebelumnya dibuat menggunakan perangkat lunak Notepad. Kemudian pilih OK, pilih menu Inversion, lalu pilih least squares inversion. Lalu ada pengaturan iterasi yang bisa di ubah sesuai kebutuhan. Fungsi iterasi untuk mengurangi *error* yang terjadi.

Output yang dihasilkan dari *software* ini adalah model penampang bawah permukaan yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Hasil dari inversi menggunakan *software* Res2dinv adalah tiga model penampang bawah permukaan seperti pada Gambar 4.2. Gambar 4.2 a merupakan perhitungan data lapangan (*measured apparent resistivity pseudosection*), Gambar 4.2b merupakan model yang dibuatkan oleh software Res2dinv (*calculated apparent resistivity pseudosection*), Sedangkan Gambar 4.2c merupakan hasil inversi data (*inverse model resistivity section*).



Gambar 4. 2 Pengolahan data 2D (a) *measured apparent resistivity pseudosection* (b) *calculated apparent resistivity pseudosection* (c) *inverse model resistivity section*

Prinsip inversi adalah menyesuaikan kurva data dengan kurva model. Model yang diperoleh dengan inversi selalu memiliki nilai *Root Mean Squared (RMS) Error*. Semakin mirip kurva data dengan kurva model, maka nilai *RMS error* yang terdapat pada *inverse model resistivity* semakin kecil. Semakin kecil nilai *RMS error* maka model penampang bawah permukaan semakin baik untuk kondisi bawah permukaan yang sebenarnya.

### 4.3 Interpretasi Data

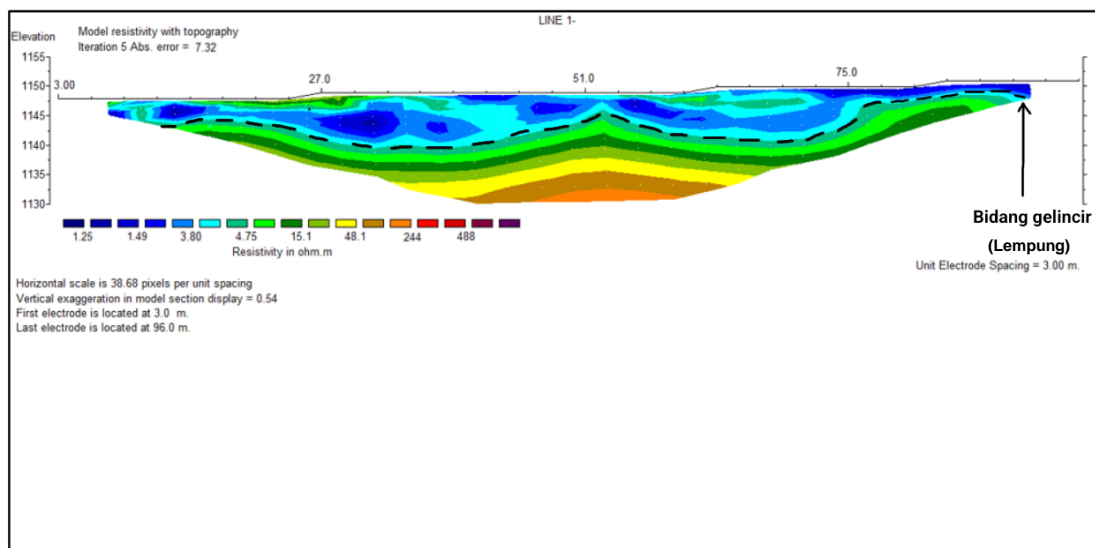
Interpretasi data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi litologi batuan bawah permukaan dan keberadaan bidang gelincir pada seluruh lintasan akuisisi data, sehingga macam-macam lapisan bawah permukaan pada daerah penelitian dapat diketahui. Dilihat dari citra warna yang dihasilkan oleh *Software* maka akan disesuaikan dengan tabel resistivitas batuan sebagai data acuan interpretasi litologi batuan dibawah permukaan serta data pendukung lainnya.

Tabel 4. 1 Resistivitas Batuan (Telford, 1990 dalam Latif, 2019)

No	Jenis Batuan	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
1	Tanah (soil)	1 – 10
2	Lempung	1 – 100
3	Batu Pasir	200 – 8000

### 4.3.1 Interpretasi Lintasan A-B

Hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasikan berdasarkan distribusi resistivitas pada data. Dalam pengolahan data geolistrik, nilai *error* diharapkan kurang dari 10%, karena semakin kecil nilai *error*-nya maka model penampang yang dihasilkan akan semakin mendekati litologi bawah permukaan yang sesungguhnya. Proses inversi pada lintasan A-B didapatkan *error* 7,32 % dengan proses iterasi 5 kali. Kedalaman model hasil inversi data adalah 18,7 meter dari topografi dan panjang model 100 meter.



Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Lintasan A-B

Lintasan A-B membentang sepanjang 100 meter dari arah barat ke timur dan berada di daerah perbukitan dengan tanah pelapukan yang berada diatas

batuan kedap air dengan kemiringan  $2,3^{\circ}$ . Menurut Van Zuidam (1985) pada tabel klasifikasi kemiringan lereng (tabel 2.1) menunjukkan kemiringan lereng sangat landai. Dengan jarak spasi antar elektroda 3 meter diperoleh data sebanyak 321 *datum point*. Kedalaman litologi bawah permukaan yang diperoleh adalah 18,7 meter. Topografi titik awal pengukuran terletak pada 1148 meter di atas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}51'50.65''$  LS dan  $112^{\circ}29'14.58''$  BT sedangkan titik ujung terletak pada topografi 1152 meter di atas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}47.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'15.67''$  BT.

Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan berdasarkan model 2D yang dihasilkan *software* Res2dinv adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan A-B

No	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Batuan
1	1,25 – 3,8	Tanah (soil)
2	4,75 – 48,1	Lempung
3	244 – 488	Batu Pasir

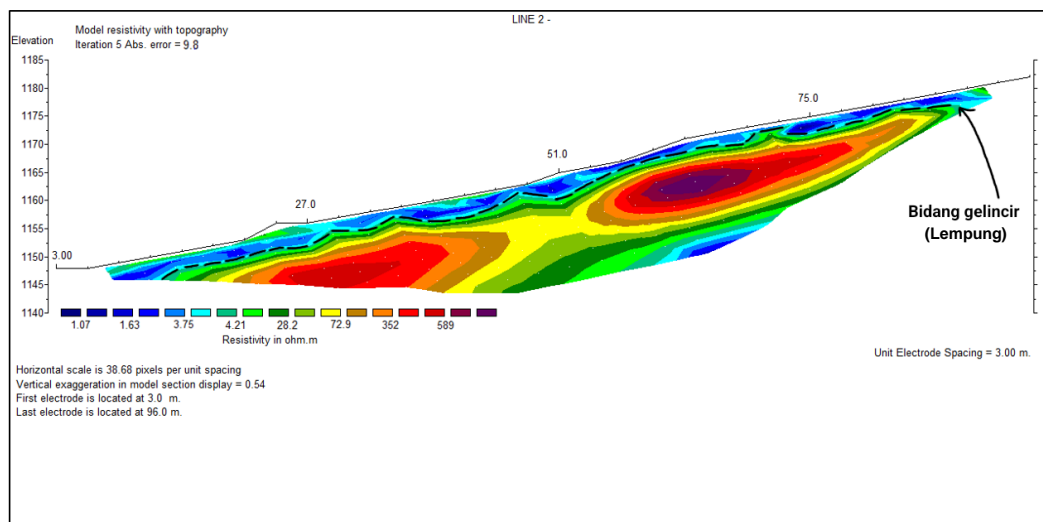
Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* res2dinv pada gambar 4.3, lintasan A-B mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan dengan nilai resistivitas berkisar antara 1,25 - 488  $\Omega\text{m}$ . Lapisan pertama, mempunyai nilai resistivitas 1,25 – 3,8  $\Omega\text{m}$  (warna biru tua hingga biru muda), berada pada kedalaman 0,5 hingga 9,85 meter yang diinterpretasikan sebagai tanah (*soil*) dengan ketebalan 9,35 meter. Lapisan kedua, mempunyai nilai resistivitas 4,75 – 48,1  $\Omega\text{m}$  (warna hijau hingga coklat), berada pada kedalaman 9,85 hingga 18,7 meter yang diinterpretasikan sebagai lempung dengan ketebalan 8,85 meter. Lapisan ketiga, mempunyai nilai resistivitas 244 -

488  $\Omega\text{m}$  (warna orange hingga ungu), berada pada kedalaman 16,3 hingga 18,7 meter yang diinterpretasikan sebagai batu pasir dengan ketebalan 2,4 meter. Interpretasi ini merujuk dari tabel resistivitas Batuan Telford, 1990 dalam Latif, 2019 (Tabel 4.1).

Penampang gambar 4.3, menampakkan adanya perlapisan bidang gelincir pada kedalaman 9,85 hingga 18,7 meter dari permukaan, pada lintasan ini ditandai oleh garis berwarna hitam dengan nilai resistivitas 4,75 – 48,1  $\Omega\text{m}$  berupa lempung. Akibat adanya bidang gelincir oleh perlapisan lempung, Apabila air yang meresap ke dalam tanah mencapai lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan tanah ini menjadi licin. Lempung merupakan tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air maka massa tanah yang berada diatas lempung akan bertambah, sehingga tanah permukaan yang jenuh akan jatuh menuruni lereng dan terjadilah tanah longsor.

#### **4.3.2 Interpretasi Lintasan C-D**

Hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasikan berdasarkan distribusi resistivitas pada data. Dalam pengolahan data geolistrik, nilai *error* diharapkan kurang dari 10%, karena semakin kecil nilai *error*nya maka model penampang yang dihasilkan akan semakin mendekati litologi bawah permukaan yang sesungguhnya. dihasilkan gambar penampang bawah permukaan. Proses inversi pada lintasan C-D didapatkan *error* 9,8 % dengan proses iterasi 5 kali. Kedalaman model hasil inversi data adalah 18,7 meter dari topografi dan panjang model 100 meter. Dibawah ini merupakan hasil inversi data pada lintasan C-D dengan *software* Res2dinv.



Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Lintasan C-D

Lintasan C-D membentang sepanjang 100 meter dari arah selatan ke arah utara dan berada di daerah perbukitan dengan tanah pelapukan yang berada diatas batuan kedap air dengan kemiringan  $18,8^{\circ}$ . Menurut Van Zuidam (1985) pada tabel klasifikasi kemiringan lereng (tabel 2.1) menunjukkan kemiringan lereng curam. Dengan jarak spasi antar elektroda 3 meter diperoleh data sebanyak 321 *datum point*. Kedalaman litologi bawah permukaan yang diperoleh adalah 18,7 meter. Topografi titik awal pengukuran terletak pada topografi 1148 meter diatas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}51'50.42''$  LS dan  $112^{\circ}29'15.23''$  BT sedangkan titik ujung terletak pada topografi 1182 meter diatas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}51'49.6''$  LS dan  $112^{\circ}29'12.11''$  BT.

Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan berdasarkan model 2D yang dihasilkan *software* Res2dinv adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan C-D

No	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Batuan
1	1,07 – 3,75	Tanah (soil)
2	4,21 – 72,9	Lempung
3	352 – 589	Batu Pasir

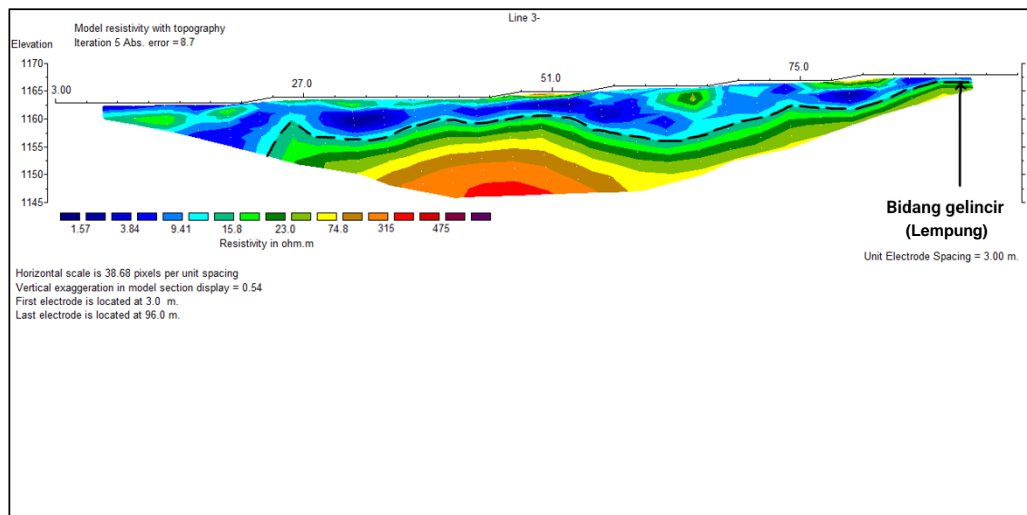
Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* res2dinv pada gambar 4.4, lintasan C-D mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan dengan nilai resistivitas berkisar antara 1,07 - 589  $\Omega\text{m}$ . Lapisan pertama, mempunyai nilai resistivitas 1,07 – 3,75  $\Omega\text{m}$  (warna biru tua hingga biru muda), berada pada kedalaman 16,3 hingga 18,7 meter dan terdapat pada kedalaman 0,5 hingga 5,17 meter yang diinterpretasikan sebagai tanah (*soil*) dengan ketebalan 2,4 hingga 4,67 meter. Lapisan kedua, mempunyai nilai resistivitas 4,21 – 72,9  $\Omega\text{m}$  (warna hijau hingga coklat), berada pada kedalaman 5,17 hingga 18,7 meter yang diinterpretasikan sebagai lempung dengan ketebalan 13,53 meter. Lapisan ketiga, mempunyai nilai resistivitas 352 - 589  $\Omega\text{m}$  (warna orange hingga ungu), berada pada kedalaman 5,17 hingga 13,9 meter dan terdapat pada kedalaman 5,17 hingga 11,88 yang diinterpretasikan sebagai batu pasir dengan ketebalan 6,73 hingga 8,73 meter. Interpretasi ini merujuk dari tabel resistivitas Batuan Telford, 1990 dalam Latif, 2019 (Tabel 4.1).

Hasil Analisis dari lintasan ini, terdapat bidang gelincir yang cenderung searah dengan kemiringan lereng. Sehingga, apabila terjadi peningkatan curah hujan tinggi, daerah ini dapat terjadi longsor. Kondisi lintasan satu ini berada pada kemiringan 18,8°, menunjukkan kemiringan lereng curam. Interpretasi ini

berdasarkan tabel kemiringan lereng oleh Van Zuidam (1985). Lempung yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan ini ditandai oleh garis berwarna hitam dengan nilai resistivitas sebesar  $4,21 - 72,9 \Omega\text{m}$  pada kedalaman 5,17 hingga 18,7 meter. Apabila air yang meresap ke dalam tanah mencapai lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan tanah ini menjadi licin. Lempung merupakan tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air maka massa tanah yang berada di atas lempung akan bertambah dan dengan kondisi geografis yang curam akan memudahkan terjadinya longsor.

#### **4.3.3 Interpretasi Lintasan E-F**

Hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasikan berdasarkan distribusi resistivitas pada data. Dalam pengolahan data geolistrik, nilai *error* diharapkan kurang dari 10%, karena semakin kecil nilai *error*nya maka model penampang yang dihasilkan akan semakin mendekati litologi bawah permukaan yang sesungguhnya. dihasilkan gambar penampang bawah permukaan. Proses inversi pada lintasan E-F didapatkan *error* 8,7 % dengan proses iterasi 5 kali. Kedalaman model hasil inversi data adalah 18,7 meter dari topografi dan panjang model 100 meter. Dibawah ini merupakan hasil inversi data pada lintasan E-F dengan *software* Res2dinv.



Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas Lintasan E-F

Lintasan E-F membentang sepanjang 100 meter dari arah barat ke arah timur dan berada di daerah perbukitan dengan tanah pelapukan yang berada diatas batuan kedap air dengan kemiringan  $4^{\circ}$ . Menurut Van Zuidam (1985) pada tabel klasifikasi kemiringan lereng (tabel 2.1) menunjukkan kemiringan lereng landai. Dengan jarak spasi antar elektroda 3 meter diperoleh data sebanyak 321 *datum point*. Kedalaman litologi bawah permukaan yang diperoleh adalah 18,7 meter. Topografi titik awal pengukuran terletak pada topografi 1163 meter diatas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}51'50.13''$  LS dan  $112^{\circ}29'12.57''$  BT sedangkan titik ujung terletak pada topografi 1168 meter diatas permukaan laut dengan koordinat  $7^{\circ}51'46.63''$  LS dan  $112^{\circ}29'13.69''$  BT.

Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan berdasarkan model 2D yang dihasilkan *software* Res2dinv adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan E-F

No	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Batuan
1	1,57 – 9,41	Tanah (soil)
2	15,8 – 74,8	Lempung
3	315 – 475	Batu Pasir

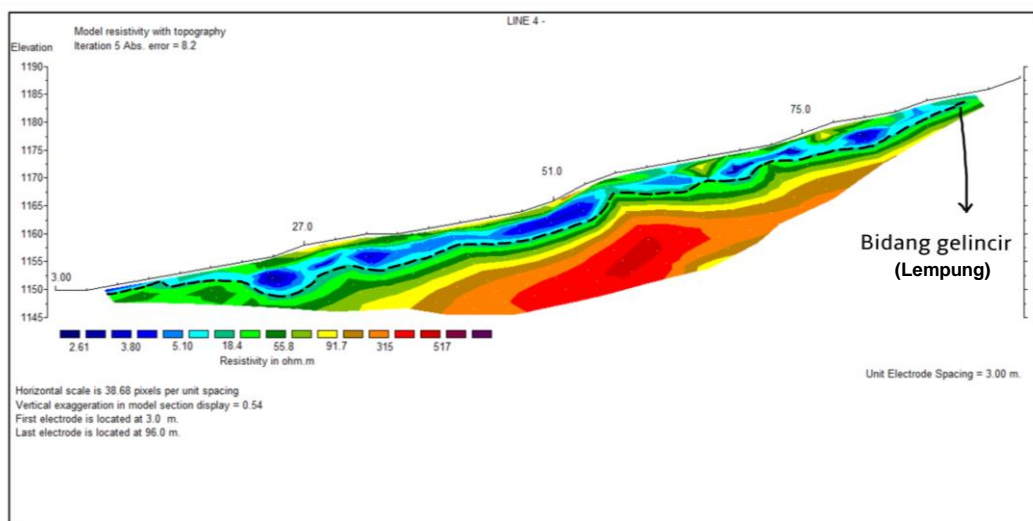
Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* res2dinv pada gambar 4.5, lintasan E-F mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan dengan nilai resistivitas berkisar antara 1,57 – 475  $\Omega\text{m}$ . Lapisan pertama, mempunyai nilai resistivitas 1,57 – 9,41  $\Omega\text{m}$  (warna biru tua hingga biru muda), berada pada kedalaman 0,5 hingga 9,85 meter yang diinterpretasikan sebagai tanah (*soil*) dengan ketebalan 9,35 meter. Lapisan kedua, mempunyai nilai resistivitas 15,8 – 74,8  $\Omega\text{m}$  (warna hijau hingga coklat), berada pada kedalaman 5,17 hingga 13,9 meter yang diinterpretasikan sebagai lempung dengan ketebalan 8,73 meter. Lapisan ketiga, mempunyai nilai resistivitas 315 - 475  $\Omega\text{m}$  (warna orange hingga ungu), berada pada kedalaman 13,9 hingga 18,7 meter yang diinterpretasikan sebagai batu pasir dengan ketebalan 4,8 meter.

Penampang gambar 4.5, menampakkan adanya perlapisan bidang gelincir pada kedalaman 5,17 hingga 13,9 meter dari permukaan, pada lintasan ini ditandai oleh garis berwarna hitam dengan nilai resistivitas 15,8 – 74,8  $\Omega\text{m}$  berupa lempung. Akibat adanya bidang gelincir oleh perlapisan lempung, Apabila air yang meresap ke dalam tanah mencapai lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan tanah ini menjadi licin. Lempung merupakan tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air

maka massa tanah yang berada diatas lempung akan bertambah, sehingga tanah permukaan yang jenuh akan jatuh menuruni lereng dan terjadilah tanah longsor.

#### 4.3.4 Interpretasi Lintasan G-H

Hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software* Res2dinv akan diinterpretasikan berdasarkan distribusi resistivitas pada data. Dalam pengolahan data geolistrik, nilai *error* diharapkan kurang dari 10%, karena semakin kecil nilai *error*nya maka model penampang yang dihasilkan akan semakin mendekati litologi bawah permukaan yang sesungguhnya. dihasilkan gambar penampang bawah permukaan. Proses inversi pada lintasan G-H didapatkan *error* 8,2 % dengan proses iterasi 5 kali. Kedalaman model hasil inversi data adalah 18,7 meter dari topografi dan panjang model 100 meter. Dibawah ini merupakan hasil inversi data pada lintasan E-F dengan *software* Res2dinv.



Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Lintasan G-H

Lintasan G-H membentang sepanjang 100 meter dari selatan ke arah utara dan berada di daerah perbukitan dengan tanah pelapukan yang berada diatas batuan kedad air dengan kemiringan 20,8°. Menurut Van Zuidam (1985) pada tabel klasifikasi kemiringan lereng (tabel 2.1) menunjukkan kemiringan lereng

curam. Dengan jarak spasi antar elektroda 3 meter diperoleh data sebanyak 321 *datum point*. Kedalaman litologi bawah permukaan yang diperoleh adalah 18,7 meter. Titik awal pengukuran terletak pada topografi 1150 meter di atas permukaan laut dengan koordinat 7°51'48.30" LS dan 112°29'15.92" BT sedangkan titik ujung terletak pada topografi 1188 meter di atas permukaan laut dengan koordinat 7°51'46.83" LS dan 112°29'13.16" BT.

Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan berdasarkan model 2D yang dihasilkan *software* Res2dinv adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Hasil Interpretasi Litologi Bawah Permukaan Pada Lintasan G-H

No	Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Batuan
1	2,61 – 5,10	Tanah (soil)
2	18,4 – 91,7	Lempung
3	315 – 517	Batu Pasir

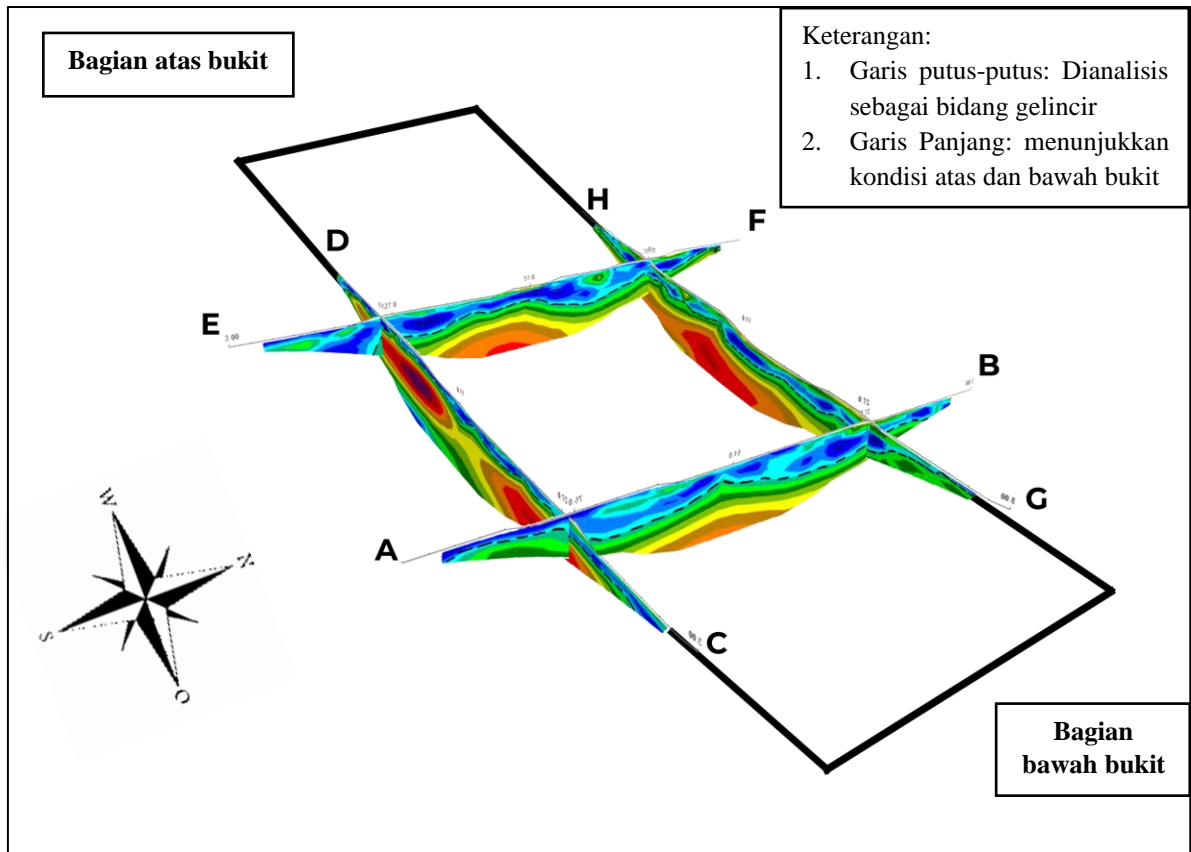
Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* res2dinv pada gambar 4.6, lintasan G-H mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan dengan nilai resistivitas berkisar antara 2,61 – 517  $\Omega\text{m}$ . Lapisan pertama, mempunyai nilai resistivitas 2,61 – 5,1  $\Omega\text{m}$  (warna biru tua hingga biru muda), berada pada kedalaman 0,5 hingga 5,17 meter yang diinterpretasikan sebagai tanah (*soil*) dengan ketebalan 4,67 meter. Lapisan kedua, mempunyai nilai resistivitas 18,4 – 91,7  $\Omega\text{m}$  (warna hijau hingga coklat), berada pada kedalaman 0,5 hingga 16,3 meter yang diinterpretasikan sebagai lempung dengan ketebalan 15,8 meter. Lapisan ketiga, mempunyai nilai resistivitas 315 - 517  $\Omega\text{m}$  (warna orange hingga ungu), berada pada kedalaman 8,2 hingga 18,7 meter yang

diinterpretasikan sebagai batu pasir dengan ketebalan 10,5 meter.

Hasil Analisis dari lintasan ini, terdapat bidang gelincir yang cenderung searah dengan kemiringan lereng. Sehingga, apabila terjadi peningkatan curah hujan tinggi, daerah ini dapat terjadi longsor. Kondisi lintasan satu ini berada pada kemiringan  $20,8^\circ$ , menunjukkan kemiringan lereng curam. Interpretasi ini berdasarkan tabel kemiringan lereng oleh Van Zuidam (1985). Lempung yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan ini ditandai oleh garis berwarna hitam dengan nilai resistivitas sebesar  $18,4 - 91,7 \Omega\text{m}$  pada kedalaman 0,5 hingga 16,3 meter. Apabila air yang meresap ke dalam tanah mencapai lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan tanah ini menjadi licin. Lempung merupakan tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air maka massa tanah yang berada diatas lempung akan bertambah dan dengan kondisi geografis yang curam akan memudahkan terjadinya longsor.

#### **4.4 Model Penampang 3D dari Keempat Lintasan**

Hasil 3D diperlihatkan pada gambar 4. 7 yang diolah menggunakan software Sketchup 2022 dan Adobe Photoshop. Dari hasil penampang 3D ini, akan semakin mudah untuk membaca data dapat mengetahui gambaran keseluruhan daerah penelitian dengan lebih jelas.



Gambar 4. 7 Model Penampang 3D

Garis hitam putus-putus pada gambar 4.7 menunjukkan bidang gelincir yang memicu terjadinya longsor. Material bidang gelincir pada daerah penelitian berupa material lempung dengan rentang nilai resistivitas 4,21 – 91,7  $\Omega\text{m}$ . Berdasarkan gambar 4.7, Pada penampang lintasan A-B memiliki morfologi bidang gelincir yang sama dengan lintasan E-F, yang mana ditunjukkan dengan morfologi melengkung sehingga lintasan A-B dan 3 dapat dikatakan selaras. Pada lintasan C-D dan 4, terdapat bidang gelincir yang cenderung searah dengan kemiringan lereng dimana pada lintasan C-D memiliki kemiringan lereng 18,8° dan pada lintasan G-H memiliki kemiringan lereng 20,8° yang menunjukkan kemiringan lereng curam berdasarkan tabel klasifikasi kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1985).

Berdasarkan hasil gabungan keempat lintasan (Gambar 4.7) diketahui bahwa kedalaman bidang gelincir pada setiap lintasan berbeda-beda. Pada lintasan A-B, bidang gelincir terletak pada kedalaman 9,85 – 18,7 meter. Pada lintasan C-D, terletak pada kedalaman 5,17 – 18,7 meter. Pada lintasan E-F, terletak pada kedalaman 5,17 – 13,9 meter. Pada lintasan G-H, terletak pada kedalaman 0,5 – 16,3 meter. Kedalaman bidang gelincir pada setiap lintasan termasuk dalam golongan bidang gelincir dalam. Semakin dalam bidang gelincir, tingkat bahaya longsor akan semakin besar. Sebaliknya, semakin dangkal bidang gelincir, maka tingkat bahaya longsor semakin kecil (Zakaria, 2011).

## **4.5 Pembahasan**

### **4.5.1 Pembahasan Berdasarkan Parameter Fisika**

Berdasarkan interpretasi pada hasil pengolahan data diperoleh bahwa litologi lapisan bawah permukaan lintasan A-B hingga lintasan G-H terdapat tiga lapisan yang secara berturut-turut yaitu lapisan tanah (*soil*), lempung, batu pasir.

Berdasarkan proses terjadinya longsor, maka dapat diketahui bahwa material lempung pada daerah penelitian dapat berfungsi sebagai tempat Bergeraknya material longsor atau bidang gelincir. Material lempung meskipun memiliki porositas tinggi tetapi ruang antar butirnya tidak berhubungan (jarak antar butir sangat sempit) sehingga tidak bisa menyimpan air, oleh karena itu lempung memiliki nilai permeabilitas kecil, sehingga air tidak bisa melewatinya dan lempung memiliki susunan mineral butiran yang halus dan kompak. Apabila air yang meresap ke dalam tanah (*soil*) mencapai lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan lempung menjadi licin. Lempung merupakan

tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air pada lapisan tersebut maka massa tanah yang berada diatas lempung akan bertambah yang mengakibatkan berkurangnya gaya kuat geser dan dengan kondisi geografis yang curam akan memudahkan terjadinya longsor.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai bidang gelincir pada daerah Payung Batu. Penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan Konfigurasi wenner oleh Halimah Rahman, dkk (2014). Pada penelitian tersebut diperoleh empat lapisan batuan bawah permukaan yang terdiri dari lempung, tuf pasir, batu pasir dan breksi konglomerat. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa resistivitas bidang gelincir berada pada kisaran 27,8  $\Omega\text{m}$  yang diduga berupa lapisan tuff pasir. Hasil penelitian ini, berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana bidang gelincir berada pada material lempung. Hal ini karena lokasi lintasan pengukuran pada penelitian ini dan penelitian sebelumnya berbeda. Lokasi penelitian sebelumnya terletak di daerah Payung II Batu sedangkan pada penelitian ini terletak di daerah Payung III Batu meskipun wilayah penelitiannya sama yaitu pada Kawasan Payung Batu.

Berdasarkan penggambaran ilustrasi dan teori pembahasan bidang gelincir, setiap lintasan berpotensi sebagai daerah tanah longsor, namun memiliki volume longsor yang berbeda-beda berdasarkan kategori kedalaman bidang gelincir. Dengan mengidentifikasi kedalaman bidang gelincir, peneliti dapat mengetahui lapisan-lapisan bawah permukaan bumi yang mengalami pergerakan massa akibat pergeseran pada batas lapisan bidang gelincir yang diam sehingga dapat menyebabkan tanah longsor.

Kota Batu yang merupakan jalur pegunungan menyebabkan pada beberapa wilayahnya berbentuk lereng dan bukit dengan kemiringan lereng landai hingga terjal. Hal ini menyebabkan Kota Batu memiliki potensi bencana tanah longsor yang dapat menimbulkan korban jiwa kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan. Kawasan payung memiliki kondisi tanah berbukit dan berlereng yang cukup terjal ditambah dengan curah hujan yang cukup tinggi serta alih fungsi lahan menjadi lahan pertanian dan tempat wisata mengakibatkan daerah tersebut rawan terjadi tanah longsor. Oleh karena itu perlu adanya identifikasi bawah permukaan untuk melihat material yang terkandung untuk menanggulangi bencana tanah longsor. Identifikasi tersebut secara spesifik untuk mencari bidang gelincir dari suatu lereng.

Berdasarkan hasil penelitian, daerah penelitian merupakan daerah yang rawan terjadinya longsor karena memiliki kondisi tanah yang berbukit ditambah dengan kemiringan lereng yang curam. Hasil penelitian menunjukkan setiap lintasan terdapat batuan yang menjadi tempat Bergeraknya material longsor atau bidang gelincir yang berupa material lempung. Sehingga saat musim hujan dengan curah hujan tinggi, tingkat resiko terjadi longsor semakin meningkat karena material lempung merupakan material yang kedap air, apabila terguyur hujan secara terus menerus menyebabkan lapisan tanah yang berada di atasnya jenuh dan kondisi tanah di bahu jalan semakin lama semakin terkikis oleh air hujan. Akibatnya, material yang menjadi bidang gelincir licin, hal ini memicu terjadinya longsor. Material yang kemungkinan menjadi material longsor berupa tanah dan pohon dengan kondisi akar kayu yang lapuk atau pohon besar yang rawan tumbang karena dapat membebani kuat geser tanah saat tanah dalam

kondisi jenuh. Faktor lain yang menyebabkan terjadi longsor pada daerah penelitian adalah getaran kendaraan yang melalui ruas jalan.

Rekomendasi bagi masyarakat yang melintas di Kawasan Payung, Batu untuk lebih berhati-hati dengan mengurangi kecepatan kendaraan khususnya saat musim hujan dengan curah hujan tinggi. Rekomendasi bagi masyarakat yang berdagang di Kawasan Payung, Batu untuk tidak berdagang sementara saat musim hujan, karena resiko terjadi bencana saat musim hujan semakin meningkat. Rekomendasi bagi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu untuk memasang alat Early Warning System (EWS) peringatan dini begitu ada tanah yang bergerak alarm akan berbunyi sehingga dapat mengurangi resiko korban jiwa, memotong pohon rawan tumbang yang berada di atas tebing, melakukan penambahan kerapatan vegetasi dengan pohon yang kuat menahan longsor, dan melarang kendaraan dengan berat di atas 14 ton untuk melewati Kawasan Payung karena hal ini dapat menyebabkan getaran.

#### **4.5.2 Pembahasan Berdasarkan Parameter Kimia**

XRF adalah teknik analisis non-destruktif untuk mengidentifikasi dan menentukan konsentrasi unsur dalam padatan, bubuk, dan cair. Secara umum spectrometer XRF dapat mengukur Panjang gelombang masing-masing komponen material berdasarkan emisi fluoresensi yang dipancarkan ketika sampel terkena sinar-X (Sofyan, 2010). Pengujian sampel tanah dapat menggunakan uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), uji tersebut digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel. Terdapat bermacam-macam jenis unsur yang terkandung dalam tanah pada daerah penelitian di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu.

Dilakukan pengujian sebanyak 2 sampel, sampel pertama diambil pada kedalaman 100 cm dari permukaan dan sampel kedua diambil pada kedalaman 10 meter. Berikut merupakan sampel dari penelitian:



Gambar 4. 8 Sampel Uji XRF  
(a) Kedalaman 100 cm (b) Kedalaman 10 meter

Kandungan unsur mineral pada sampel tanah yang ada di daerah penelitian sudah dibuktikan melalui uji XRF (*X-Ray Fluorescenes*), uji tersebut bertujuan untuk menganalisis komposisi kimia yang terdapat pada sampel tanah. Melalui uji tersebut peneliti dapat membuktikan unsur mineral sampel tanah yang berasal dari daerah penelitian mengandung bermacam-macam unsur.

Tabel 4. 6 Hasil Uji XRF dengan Kedalaman 100 cm

Unsur	Konsentrasi (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Alumunium oksida)	12
SiO <sub>2</sub> (Silikon dioksida)	32,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Difosfor pentoksida)	1,3
K <sub>2</sub> O (Kalium oksida)	0,8
CaO (Kalsium oksida)	4,7
TiO <sub>2</sub> (Titanium dioksida)	2,13
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Vanadium Pentaoksida)	0,11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Dikromium pentaoksida)	0,09
MnO (Mangan (IV) oksida)	0,82

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Hematit)	43,7
CuO (Tembaga (II) oksida)	0,18
ZnO (Seng oksida)	0,08
SrO (Stronsium oksida)	0,54
BaO (Barium hidroksida)	0,09
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Europium oksida)	0,62
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Rhenium oksida)	0,2

Tabel 4.6 merupakan sampel hasil uji laboratorium pada kedalaman 100 cm dari permukaan. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa besarnya kadar unsur dari beberapa jenis unsur yang didapatkan berbeda-beda. Berdasarkan hasil Analisis XRF, unsur elemen utama yang memiliki jumlah kandungan paling tinggi adalah Hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan persentase 43,7 %, Silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) dengan persentase 32,4 % dan Alumunium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan persentase 12%. Besarnya unsur Fe yang terdapat pada lokasi penelitian dapat dipengaruhi oleh pelapukan batuan-batuan disekitarnya. Batuan yang dimaksud adalah batuan sedimen yang mana batuan sedimen merupakan batuan yang mengandung lebih banyak zat besi. (Alam, 2011). Hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) memiliki warna merah bata. Intensitas warna ini pada batuan yang lapuk, dapat digunakan untuk mengetahui sudah berapa lama pelapukan berlangsung. Sehingga dapat diidentifikasi pada kedalaman 100 cm, pada daerah penelitian terdapat material berupa tanah (soil), dimana tanah (soil) merupakan tanah yang diperoleh dari hasil pelapukan baik oleh proses fisik atau mekanik maupun oleh proses kimia. Berdasarkan hasil uji XRF, kandungan Silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) dan Alumunium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) pada tanah cukup tinggi dengan persentase secara berturut-turut 32,4 % dan 12%, hal ini menunjukkan bahwa tanah (soil) bercampur dengan lempung. Dilihat dari tekstur tanah dan kandungannya.

Tabel 4. 7 Hasil Uji XRF pada Kedalaman 10 meter

<b>Unsur</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Alumunium oksida)	36,1
SiO <sub>2</sub> (Silikon dioksida)	49,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Difosfor pentoksida)	0,47
K <sub>2</sub> O (Kalium oksida)	4
TiO <sub>2</sub> (Titanium dioksida)	1,1
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Vanadium Pentaoksida)	0,04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Dikromium pentaoksida)	0,044
MnO (Mangan (IV) oksida)	0,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Hematit)	0,97
CuO (Tembaga (II) oksida)	0,091
ZnO (Seng oksida)	0,03
BaO (Barium hidroksida)	0,4
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Europium oksida)	0,31
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Rhenium oksida)	0,2

Tabel 4.7 merupakan sampel hasil uji laboratorium pada kedalaman 10 meter. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa besarnya kadar unsur dari beberapa jenis unsur yang didapatkan berbeda-beda. Berdasarkan hasil Analisis XRF, unsur elemen utama yang memiliki jumlah kandungan paling tinggi adalah Silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) dengan persentase 49,6 %, Alumunium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan persentase 36,1%. Kaolin tersusun dari Alumina (Alumunium oksida) dan silika (Silikon dioksida) yang berasal dari pelapukan mineral *feldspar* atau pelapukan baru granit. Hasil analisis kandungan mineral kaolin terdiri dari komponen utama Silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) 48.70%, Alumunium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 36.73%, air (H<sub>2</sub>O) 13.96%, dan oksida- oksida logam dalam jumlah kecil (Alkan et al., 2005). Berdasarkan tabel 4.7, dapat disimpulkan bahwa kaolin dengan rumus kimia Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O didominasi oleh Alumunium oksida dengan rumus kimia Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rata-rata persentase 36% dan Silikon dioksida dengan rumus kimia SiO<sub>2</sub> dengan rata-rata persentase 49,6%. Kaolin merupakan

komposisi mineral yang terkandung di dalam material lempung. Sehingga dapat diidentifikasi pada kedalaman 100 cm dari permukaan, pada daerah penelitian terdapat material berupa lempung.

#### 4.6 Integrasi Al-Qur'an

Manusia telah diperingatkan oleh Allah SWT dan Rasul-Nya agar tidak melakukan pengerusakan di muka bumi, akan tetapi manusia tetap mengingkari dengan melakukan pengerusakan. Sebagaimana dalam firman Allah dalam QS al-A'raf/7: 56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ  
الْمُحْسِنِينَ

Artinya: *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”*. (Al-A'raf (7): 56).

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa setelah (Allah) memperbaiki bumi, janganlah kalian membuat kerusakan. Allah melarang tindakan apa pun yang merusak bumi atau membahayakan kelestariannya setelah diperbaiki. Karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadilah pengerusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah (Katsir Ibnu, 2006).

Bencana tanah longsor merupakan fenomena alam yang diakibatkan oleh proses alam dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam eksploitasi alam. Proses alami sangat tergantung pada kondisi lereng, curah hujan, jenis tanah dan batuan. Aktivitas manusia yang terkait dengan perilaku yang mengeksploitasi alam untuk kesejahteraan manusia cenderung merusak lingkungan, seperti dengan intensitas yang tinggi dan tidak terkendali, serta dapat berakibat serius bagi

manusia. Hal ini mengisyaratkan dalam Al-Qur'an bahwa segala kerusakan yang terjadi di muka bumi ini disebabkan oleh perbuatan dan aktivitas manusia. Dalam konteks ini, firman Allah QS Ar-Rum (41) yang dijelaskan pada Bab 1.

Dari penjelasan ayat tersebut jelas bahwa ada dua landasan pandangan Islam tentang kerusakan lingkungan. Pertama, Islam mengakui adanya degradasi lingkungan, baik di darat maupun di laut, dan kualitas lingkungan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan terus menurun. Kedua, Islam memandang manusia sebagai penyebab utama kerusakan sekaligus pencegah terjadinya kerusakan tersebut. Untuk itu, ajaran Islam dengan tegas melarang manusia untuk merusak bumi, sekaligus secara tegas menganjurkan mereka untuk memakmurkannya. Sayangnya, ayat ini tidak mendapat banyak perhatian publik. Dalam kebanyakan kasus, meskipun masyarakat telah menyaksikan dengan jelas bencana tersebut, mereka tidak sepenuhnya menyadari dampak kerusakan lingkungan. Misalnya, longsor tahunan yang melanda sebagian wilayah Indonesia adalah akibat dari kerusakan lingkungan.

Dalam Ayat lain dijelaskan yang terdapat dalam QS. Al-Qashash ayat 77, Allah berfirman:

وَأَبْتَعْ فِيمَا ءَاتَكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنْسَ نَصِيْبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۖ وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۖ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۖ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Artinya: “Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan” (Al-Qashash (20): 70).

Berdasarkan tafsir Al-Muyassar (Kementrian Agama Saudi Arabia) dijelaskan Dan carilah pahala negeri akhirat pada apa yang Allah berikan kepadamu berupa harta benda, dengan mengamalkan ketaatan kepada Allah melalui harta itu di dunia ini. Dan janganlah kamu lupakan bagianmu dari dunia dengan jalan bersenang-senang di dunia ini dengan hal-hal yang halal, tanpa berlebihan. Dan berbuat baiklah kepada orang-orang dengan memberikan sedekah, sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dengan (memberikan) harta yang banyak. Dan janganlah kamu mencari apa yang diharamkan oleh Allah berupa tindakan berbuat kerusakan di muka bumi dan penganiayaan terhadap kaummu. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan dan Dia akan membalas mereka atas amal perbuatan buruk mereka.

#### **4.7 Hikmah Hasil Penelitian**

Untuk mengatasi masalah tanah longsor, dapat dilakukan pendekatan pengembangan wilayah dengan upaya mitigasi yang tepat. Pembangunan lingkungan yang berkelanjutan dan kembali kepada petunjuk Allah SWT dan Rasul-Nya dalam pengelolaan lingkungan. Islam menekankan bahwa setiap manusia memiliki kewajiban untuk berperilaku baik terhadap alam dan makhluk hidup lainnya. Komitmen ini dapat diartikan sebagai melestarikan dan memelihara lingkungan yang dapat menopang kehidupan bagi semua makhluk hidup. Sebagaimana Rasulullah SAW, Bersabda:

حَدَّثَنَا ابْنُ أَبِي عُمَرَ حَدَّثَنَا سُفْيَانُ عَنْ عَمْرِو بْنِ دِينَارٍ عَنْ أَبِي قَابُوسَ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الرَّاحِمُونَ يَرْحَمُهُمُ الرَّحْمَنُ اِرْحَمُوا مَنْ فِي الْأَرْضِ يَرْحَمَكُمُ

مَنْ فِي السَّمَاءِ الرَّحْمُ شُجْنَةٌ مِنَ الرَّحْمَنِ فَمَنْ وَصَلَهَا وَصَلَهُ اللَّهُ وَمَنْ قَطَعَهَا قَطَعَهُ اللَّهُ قَالَ أَبُو عِيسَى  
هَذَا حَدِيثٌ حَسَنٌ صَحِيحٌ

Artinya: "Telah menceritakan kepada kami Ibnu Abu Umar, telah menceritakan kepada kami Sufyan dari Amr bin Dinar dari Abu Qabus dari Abdullah bin Amr ia berkata; Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Orang-orang yang mengasihi akan dikasihi oleh Ar Rahman, berkasih sayanglah kepada siapapun yang ada di bumi, niscaya Yang ada di langit akan mengasihi kalian. Lafazh Ar Rahim (rahim atau kasih sayang) itu diambil dari lafazh Ar Rahman, maka barang siapa yang menyambung tali silaturrahmi niscaya Allah akan menyambungNya (dengan rahmat-Nya) dan barang siapa yang memutus tali silaturrahmi maka Allah akan memutusNya (dari rahmat-Nya)." Berkata Abu 'Isa: Ini merupakan hadits hasan shahih.

Islam mengajarkan kita untuk memperhatikan terhadap kelangsungan hidup manusia dari ketergantungan pada lingkungan alam. Meskipun Islam sama sekali tidak melarang pemanfaatan lingkungan untuk kesejahteraan manusia, namun Islam mengakui bahwa pemanfaatan yang berlebihan tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan membahayakan makhluk hidup lainnya, termasuk manusia itu sendiri. Islam menyarankan untuk melakukan pemanfaatan yang berkelanjutan yang pada akhirnya akan mampu memberikan kesejahteraan yang merata dan berkelanjutan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kawasan Payung, Songgokerto, Batu dengan Metode geolistrik resistivitas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Daerah penelitian mempunyai tiga lapisan batuan penyusun bawah permukaan yaitu tanah (*soil*) dengan variasi nilai resistivitas 1,07 – 9,41  $\Omega\text{m}$ , Lempung dengan variasi nilai resistivitas 4,21 – 91,7  $\Omega\text{m}$  dan batu pasir dengan variasi nilai resistivitas 244 – 589  $\Omega\text{m}$ .
2. Material bidang gelincir pada daerah penelitian berupa material lempung dengan rentang nilai resistivitas 4,21 – 91,7  $\Omega\text{m}$ . Kedalaman bidang gelincir yang diperoleh pada setiap lintasan berbeda-beda. Pada lintasan A-B, bidang gelincir terletak pada kedalaman 9,85 – 18,7 meter. Pada lintasan C-D, terletak pada kedalaman 5,17 – 18,7 meter. Pada lintasan E-F, terletak pada kedalaman 5,17 – 13,9 meter. Pada lintasan G-H, terletak pada kedalaman 0,5 – 16,3 meter.

#### **5.2 Saran**

Penelitian tentang tanah longsor sebaiknya dilakukan kembali menggunakan metode geolistrik dengan penambahan kedalaman. Hal ini dikarenakan bentuk bidang gelincir yang didapatkan pada daerah penelitian tidak sepenuhnya terlihat pada penelitian. Untuk memperkecil kemungkinan terjadinya tanah longsor yang dapat menutupi jalan, perlu dibangun dinding penahan tanah di sepanjang jalan sesuai dengan kedalaman bidang gelincir. Wilayah penelitian merupakan jalan penghubung utama antara Malang dan Kediri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, P. M., A. H. Muhtadi., P. Achmari., Z.I. Sina., I.J. Aziz., & P.F. Subekti. 2007. *Modul Praktikum Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*. Bandung: FMIPA Institut Teknologi Bandung.
- Aliyatarrafiah, A. Setyawan, and S. Widada. 2014. Identification of The Slip Field with The Resistivity Method of Dipole-Dipole Configuration in The Bambangreng Ngaliyan Semarang. *Youngster Physics Journal Vol (3)*. Hal. 291–298.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- BAPEKOINDA. 2002. Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah di Propinsi DIY. *Laporan Akhir Penelitian*. Yogyakarta: Bapekoinda dan Teknik Geologi UGM
- Broto, S., & R.S. Afifah. 2008. Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger. *Jurnal Teknik*, 29(2): 120-128.
- Darsono dkk. 2016. Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Indonesian Journal of Applied Physics 2(1)*: 58.
- Dokuchaev. 1870. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Halik, Gusfan dan Jojok Widodo S. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. *Media Teknik Sipil*, Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Hendrajaya, L., & I. Arif. 1990. *Modul Praktikum Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Bandung.
- Hendri, Irfana, D.F., & Zulfian. 2019. Identifikasi Bidang Gelincir dan Tipe Tanah Longsor di Daerah Rawan Longsor Desa Bantai Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal PRISMA FISIKA*, 7(3).
- Ilfa, A., 2010. *Studi Korelasi Antara Suhu dan Aliran Fluida terhadap Aktifitas Panas Bumi di Daerah Manifestasi Gedongsongo, Gunung Ungaran Kabupaten Semarang*. Jawa Tengah: Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah Mada.

- Loke, M.H. 1990. *RES2MOD, Rapid 2D Resistivity Forward Modeling Using Finite Difference and Finite-Element Methods*. Malaysian: Penang.
- Mimin. 2016. Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Pada Survey Gerakan Tanah Di Banjawa, NTT. *Buletin Vulkanologi dan Bencana Geologi Vol 6 (2)*. Diakses, April 2022.
- Misdiyanto. 1992. Studi Kerentanan Gerak Masa di Kecamatan Pucuk Kabupaten Gunung Kidul DIY. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Morais, Fernando. 2008. Study of Flow in Vadose Zone from Electrical Resistivity Surveys. *Journal of Sociedade Brasileira de Geofisica Vol (26)*: 115-122.
- Nandi. 2007. Longsor. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi UPI.
- Nawawi, G. 2001. *Modul Program Keahlian Mengukur Jarak dan Sudut. Modul. Departemen Pendidikan Nasional*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan
- O. Koefoed, et al. 1979. *Geosounding principles*. Elsevier Science & Technology.
- Perrone, A., Sabatino, P., and Vincenzo, L. 2012. Electrical Resistivity Tomographies For Landslide Monitoring: a Review. *Berichte Geology*. ISSN 1017-8880.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). 2015. *Buklet Gerakan Tanah*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi Sumber Daya Mineral.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Johnmeyer Wiley and Sons Ltd. Baffins, Chichester, West Sussex PO19 IUD. England.
- Ristiano, D. 2007. Penentuan Resistivitas Tanah Pada Zona Labil Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Desa Bambankerep, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah). *Skripsi*. Semarang: Unnes (tidak dipublikasikan).
- Robinson & Coruh. 1998. *Basic Exploration Geophysic*. John Willey and Son, Inc. Canada.
- S. Chandra, et al. 2008. Estimation of hard rock aquifers hydraulic conductivity from geoelectrical measurements: a theoretical development with field application. *Journal of Hydrology Vol 3 (357)* Hal.218-227.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.
- Subekti, Imam. 2016. *Geologi Umum. Cet. I*. Yogyakarta: Teknosain

- Sujarwo, Anton. 2016. Identifikasi Lapisan Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole di Desa Pendoworejo Kecamatan Girimulya Kabupaten Kulon Progo. *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Sulaksana, N., & Yasir, I. Z. 2013. Survey Geofisika Metode Resistivitas 2-D untuk Mitigasi Bencana Longsor di Lintasan Kereta Api Purwakarta - Padalarang. *Bulletin of Scientific Contribution*, 11(3), hal.153–167.
- Telford, W. W. Geldard, L.P., dan Sherrif, R. E., and Keys, D. A. 1976. *Applied Geophysics 2<sup>nd</sup> edition*. New York: Cambridge University Press.
- Telford, W. W. Geldard, L.P., dan Sherrif, R. E., and Keys, D. A. 1990. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Worosuprojo, S. 1992. Pemetaan Tipe Gerakan Massa dan Pemintakatan Bahaya Longsor lahan di Kecamatan Kandangan Kabupaten Temanggung Provinsi Jawa Tengah. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Van Zuidam. R.A. 1988. Aerial Photo interpretation in Terrain Analysis and Geomorphic Mapping. International Institute for Aerospace Survey and earth science, ITC, Smith Publisher The Hague.
- Varnes, D.J. 1978. Slope Movement Types and Processes. *Special Report 176; Landslides; Analysis and Control*, Eds: R.L. Schuster dan R.J. Krizek, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C. hlm. 11-33.
- Yuristina, Annisa Patria. 2015. Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schulmberger di Desa Tanggungarjo Kabupaten Grobongan. *Unnes Physic 4*, No. 1, h. 75-82.
- Zakaria, Z. 2015. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran.

# LAMPIRAN

**LAMPIRAN 1**  
**DATA HASIL PENGUKURAN**

**LINTASAN A-B**

No	A	B	M	N	I (mA)	V (mV)	$\Omega$ (m)
1	1	2	4	3	2096	83	2.24
2	2	3	5	4	2344	51	1.24
3	3	4	6	5	1979	74	2.11
4	4	5	7	6	2005	47	1.33
5	5	6	8	7	2259	75	1.87
6	6	7	9	8	2214	65	1.66
7	7	8	10	9	1953	83	2.39
8	8	9	11	10	2292	79	1.95
9	9	10	12	11	2214	63	1.6
10	10	11	13	12	2012	62	1.73
11	11	12	14	13	2018	43	1.2
12	12	13	15	14	2122	60	1.61
13	13	14	16	15	1888	36	1.09
14	14	15	17	16	2370	68	1.61
15	15	16	18	17	2135	48	1.27
16	16	17	19	18	2135	34	0.91
17	17	18	20	19	2174	52	1.34
18	18	19	21	20	2266	45	1.13
19	19	20	22	21	1979	41	1.16
20	20	21	23	22	2253	45	1.13
21	21	22	24	23	2344	57	1.38
22	22	23	25	24	1979	53	1.5
23	23	24	26	25	2500	40	0.9
24	24	25	27	26	2500	28	0.64
25	25	26	28	27	2116	52	1.39
26	26	27	29	28	1940	34	0.98
27	27	28	30	29	1654	25	0.85
28	28	29	31	30	2344	46	1.1
29	29	30	32	31	2135	55	1.46
30	1	2	5	4	2292	45	1.1
31	2	3	6	5	2500	12	1.09
32	3	4	7	6	2161	13	1.38
33	4	5	8	7	2005	10	1.17
34	5	6	9	8	2214	18	1.85
35	6	7	10	9	2187	18	1.83
36	7	8	11	10	1940	26	3.08
37	8	9	12	011	2500	14	1.25

38	9	10	13	12	1888	25	2.99
39	10	11	14	13	2031	17	1.87
40	11	12	15	14	2109	13	1.35
41	12	13	16	15	2083	3	0.36
42	13	14	17	16	2135	11	1.18
43	14	15	18	17	1966	19	2.16
44	15	16	19	18	2383	9	0.89
45	16	17	20	19	2448	9	0.84
46	17	18	21	20	2057	19	2.07
47	18	19	22	21	2214	13	1.33
48	19	20	23	22	2331	18	1.77
49	20	21	24	23	2135	17	1.75
50	21	22	25	24	1992	27	3.05
51	22	23	26	25	2057	12	1.31
52	23	24	27	26	2272	9	0.88
53	24	25	28	27	2135	5	0.5
54	25	26	29	28	1875	22	2.63
55	26	27	30	29	2174	10	1.04
56	27	28	31	30	2083	29	3.1
57	28	29	32	31	2187	10	1.05
58	1	2	6	5	1927	17	1.95
59	2	3	7	6	2448	5	1.05
60	3	4	8	7	2292	8	1.96
61	4	5	9	8	2297	6	1.43
62	5	6	10	9	1927	6	1.82
63	6	7	11	10	2090	5	1.38
64	7	8	12	11	1966	9	2.68
65	8	9	13	12	2396	27	6.27
66	9	10	14	13	2331	6	1.52
67	10	11	15	14	2168	7	1.74
68	11	12	16	15	2324	26	6.24
69	12	13	17	16	2279	38	9.46
70	13	14	18	17	1966	95	27.32
71	14	15	19	18	1960	5	1.53
72	15	16	20	19	2396	27	6.43
73	16	17	21	20	1654	5	1.87
74	17	18	22	21	2109	32	8.46
75	18	19	23	22	2109	20	5.27
76	19	20	24	23	1927	31	9.13
77	20	21	25	24	2083	7	1.95
78	21	22	26	25	1888	8	2.47

79	22	23	27	26	2187	4	1.05
80	23	24	28	27	1901	26	7.87
81	24	25	29	28	2344	3	0.82
82	25	26	30	29	1940	5	1.41
83	26	27	31	30	1953	42	12.14
84	27	28	32	31	2070	40	10.8
85	1	2	7	6	2096	25	6.79
86	2	3	8	7	2500	24	10.9
87	3	4	9	8	1901	8	4.78
88	4	5	10	9	1823	7	4.28
89	5	6	11	10	1589	15	10.75
90	6	7	12	11	2044	9	4.96
91	7	8	13	12	2087	36	19.46
92	8	9	14	13	1907	63	37.16
93	9	10	15	14	2135	59	31.36
94	10	11	16	15	2500	7	3.38
95	11	12	17	16	1810	42	26.54
96	12	13	18	17	2116	46	24.74
97	13	14	19	18	2396	7	3.1
98	14	15	20	19	1979	7	3.87
99	15	16	21	20	1810	49	30.43
100	16	17	22	21	2096	8	4.4
101	17	18	23	22	2044	11	6.3
102	18	19	24	23	2344	20	9.6
103	19	20	25	24	2240	6	3.05
104	20	21	26	25	2266	9	4.26
105	21	22	27	26	2005	9	5.27
106	22	23	28	27	2331	6	2.74
107	23	24	29	28	1921	11	6.22
108	24	25	30	29	2116	4	1.92
109	25	26	31	30	2142	26	13.82
110	26	27	32	31	2128	6	3.14
111	1	2	8	7	2174	19	9.64
112	2	3	9	8	2083	4	3.77
113	3	4	10	9	1836	15	16.31
114	4	5	11	10	2240	27	23.56
115	5	6	12	11	1914	25	25.74
116	6	7	13	12	1901	6	6.32
117	7	8	14	13	1940	16	16.7
118	8	9	15	14	2135	26	23.97
119	9	10	16	15	2227	8	7.27

120	10	11	17	16	1271	23	35.51
121	11	12	18	17	607	0	1.49
122	12	13	19	18	693	2	4.7
123	13	14	20	19	737	2	4.53
124	14	15	21	20	2372	4	2.98
125	15	16	22	21	727	9	25.35
126	16	17	23	22	718	8	22.16
127	17	18	24	23	705	10	27.34
128	18	19	25	24	681	2	6.64
129	19	20	26	25	671	9	27.03
130	20	21	27	26	615	2	7.21
131	21	22	28	27	620	3	10.04
132	22	23	29	28	677	4	10.94
133	23	24	30	29	610	4	13.39
134	24	25	31	30	672	2	6.09
135	25	26	32	31	707	2	5.86
136	1	2	9	8	2238	7	6.22
137	2	3	10	9	2083	6	9.51
138	3	4	11	10	611	1	5.73
139	4	5	12	11	616	1	6.45
140	5	6	13	12	638	1	4.33
141	6	7	14	13	610	3	14.18
142	7	8	15	14	611	1	5.13
143	8	9	16	15	2096	8	12.64
144	9	10	17	16	632	1	6.47
145	10	11	18	17	605	3	15.41
146	11	12	19	18	581	3	16.37
147	12	13	20	19	610	8	40.44
148	13	14	21	20	2422	3	3.28
149	14	15	22	21	661	3	13.98
150	15	16	23	22	759	9	35.64
151	16	17	24	23	1121	3	8.39
152	17	18	25	24	734	5	22.18
153	18	19	26	25	642	4	17.86
154	19	20	27	26	611	2	9.33
155	20	21	28	27	706	4	17.18
156	21	22	29	28	620	3	13.44
157	22	23	30	29	613	2	9
158	23	24	31	30	748	4	15.06
159	24	25	32	31	637	2	10.31
160	1	3	9	7	709	1	6.71

161	2	4	10	8	634	25	18.17
162	3	5	11	9	766	28	16.64
163	4	6	12	10	607	28	20.74
164	5	7	13	11	622	43	31.16
165	6	8	14	12	670	40	27.26
166	7	9	15	13	564	25	20.06
167	8	10	16	14	434	262	273.57
168	9	11	17	15	666	63	42.75
169	10	12	18	16	456	54	53.77
170	11	13	19	17	2028	163	36.42
171	12	14	20	18	1155	209	81.94
172	13	15	21	19	631	19	13.43
173	14	16	22	20	576	55	42.86
174	15	17	23	21	485	37	34.19
175	16	18	24	22	774	9	5.29
176	17	19	25	23	441	30	30.32
177	18	20	26	24	615	15	11.16
178	19	21	27	25	595	49	37.47
179	20	22	28	26	625	74	53.82
180	21	23	29	27	761	79	46.95
181	22	24	30	28	613	35	25.46
182	23	25	31	29	608	272	202.01
183	24	26	32	30	641	67	47.32
184	1	3	11	9	590	41	31.56
185	2	4	12	10	608	5	8.45
186	3	5	13	11	644	6	11.09
187	4	6	14	12	634	4	7.49
188	5	7	15	13	638	12	21.92
189	6	8	16	14	632	4	7.79
190	7	9	17	15	751	8	11.46
191	8	10	18	16	631	5	9.8
192	9	11	19	17	633	4	6.77
193	10	12	20	18	606	3	5.79
194	11	13	21	19	629	5	8.59
195	12	14	22	20	610	10	19.28
196	13	15	23	21	474	11	25.25
197	14	16	24	22	654	14	23.92
198	15	17	25	23	644	15	26.27
199	16	18	26	24	634	6	10.7
200	17	19	27	25	748	69	103.5
201	18	20	28	26	641	12	20.44

202	19	21	29	27	642	9	16.15
203	20	22	30	28	574	5	9.75
204	21	23	31	29	707	17	27.93
205	22	24	32	30	573	12	24.32
206	1	3	13	11	590	27	52.27
207	2	4	14	12	634	7	25.61
208	3	5	15	13	614	6	22.86
209	4	6	16	14	768	2	6.7
210	5	7	17	15	620	13	47.23
211	6	8	18	16	691	46	151.14
212	7	9	19	17	513	7	29.39
213	8	10	20	18	1969	5	5.76
214	9	11	21	19	2058	3	3.83
215	10	12	22	20	1939	7	8.4
216	11	13	23	21	1871	6	7.7
217	12	14	24	22	1760	7	8.7
218	13	15	25	23	2072	11	11.46
219	14	16	26	24	1994	8	9.61
220	15	17	27	25	2190	6	6.62
221	16	18	28	26	2155	8	8.58
222	17	19	29	27	1983	6	7.24
223	18	20	30	28	2033	5	5.93
224	19	21	31	29	2190	8	8.2
225	20	22	32	30	2422	9	8.54
226	1	3	15	13	2125	18	18.92
227	2	4	16	14	2349	3	4.69
228	3	5	17	15	2427	8	12.34
229	4	6	18	16	2084	11	19.96
230	5	7	19	17	1934	21	43.47
231	6	8	20	18	2347	35	59.06
232	7	9	21	19	1855	6	13.71
233	8	10	22	20	1977	10	19.44
234	9	11	23	21	666	11	67.46
235	10	12	24	22	658	3	17.65
236	11	13	25	23	603	7	45.09
237	12	14	26	24	610	0	2.82
238	13	15	27	25	680	10	60.88
239	14	16	28	26	654	5	31.19
240	15	17	29	27	746	3	17.84
241	16	18	30	28	673	3	19.14
242	17	19	31	29	461	0	3.78

243	18	20	32	30	641	3	17.35
244	1	3	17	15	684	2	11.92
245	2	4	18	16	608	1	14.57
246	3	5	19	17	730	1	10.55
247	4	6	20	18	686	2	19.09
248	5	7	21	19	672	1	12
249	6	8	22	20	2161	6	18.09
250	7	9	23	21	2109	4	12.38
251	8	10	24	22	2038	27	84.45
252	9	11	25	23	2266	18	49.46
253	10	12	26	24	2318	21	57.84
254	11	13	27	25	2174	13	38.17
255	12	14	28	26	2344	15	39.87
256	13	15	29	27	2500	36	90.98
257	14	16	30	28	2018	7	20.8
258	15	17	31	29	2161	12	35.82
259	16	18	32	30	774	14	116.83
260	1	4	16	13	696	3	46.93
261	2	5	17	14	2057	263	216.67
262	3	6	18	15	595	22	61.85
263	4	7	19	16	613	41	114.15
264	5	8	20	17	730	86	199.96
265	6	9	21	18	666	11	28.71
266	7	10	22	19	770	8	17.73
267	8	11	23	20	606	5	14.12
268	9	12	24	21	772	5	11.49
269	10	13	25	22	697	7	15.9
270	11	14	26	23	667	3	8.08
271	12	15	27	24	2096	14	11.62
272	13	16	28	25	638	2	5.85
273	14	17	29	26	607	4	11.47
274	15	18	30	27	603	4	12.47
275	16	19	31	28	641	6	16.82
276	17	20	32	29	2005	106	89.42
277	1	4	19	16	1995	2	1.78
278	2	5	20	17	2186	4	5.58
279	3	6	21	18	1942	33	57.81
280	4	7	22	19	2031	10	17.33
281	5	8	23	20	2025	12	19.82
282	6	9	24	21	1856	16	29.83
283	7	10	25	22	2033	6	10.11

284	8	11	26	23	1750	13	24.38
285	9	12	27	24	2138	30	47.52
286	10	13	28	25	2092	10	16.23
287	11	14	29	26	2331	2	2.94
288	12	15	30	27	2500	4	6.06
289	13	16	31	28	1368	7	16.83
290	14	17	32	29	2187	4	5.61
291	1	4	22	19	1758	5	9.45
292	2	5	23	20	1992	6	17.47
293	3	6	24	21	2005	5	14.59
294	4	7	25	22	2096	52	146.34
295	5	8	26	23	1888	4	13.6
296	6	9	27	24	2331	2	6.19
297	7	10	28	25	2422	2	4.63
298	8	11	29	26	2083	3	9.1
299	9	12	30	27	2018	3	8.57
300	10	13	31	28	1862	10	32.35
301	11	14	32	29	2292	3	8.14
302	1	4	25	22	780	54	409.87
303	2	5	26	23	610	1	22.88
304	3	6	27	24	573	1	15.33
305	4	7	28	25	678	1	19.79
306	5	8	29	26	756	2	20.04
307	6	9	30	27	640	1	16.76
308	7	10	31	28	1680	3	19.63
309	8	11	32	29	638	3	50.66
310	1	5	25	21	660	8	160.03
311	2	6	26	22	736	9	55.01
312	3	7	27	23	1849	31	74.68
313	4	8	28	24	1797	29	72.75
314	5	9	29	25	1901	49	115.43
315	6	10	30	26	2018	19	43.42
316	7	11	31	27	610	83	618.06
317	8	12	32	28	582	18	137.93
318	1	5	29	25	2057	16	35.17
319	2	6	30	26	2161	7	23.98
320	3	7	31	27	2383	6	20.55
321	4	8	32	28	580	4	54.87

**LINTASAN C-D**

<b>No</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>I (mA)</b>	<b>V (mV)</b>	<b><math>\Omega</math> (m)</b>
1	1	2	4	3	1979	25	0.7
2	2	3	5	4	1947	168	4.89
3	3	4	6	5	2266	34	0.86
4	4	5	7	6	2174	25	0.64
5	5	6	8	7	2363	160	3.83
6	6	7	9	8	1849	97	2.98
7	7	8	10	9	2370	187	4.45
8	8	9	11	10	2292	158	3.89
9	9	10	12	11	1979	97	2.77
10	10	11	13	12	2370	66	1.57
11	11	12	14	13	2135	110	2.92
12	12	13	15	14	1914	73	2.16
13	13	14	16	15	2168	30	0.78
14	14	15	17	16	1680	21	0.72
15	15	16	18	17	1836	37	1.13
16	16	17	19	18	1797	42	1.31
17	17	18	20	19	2005	13	0.37
18	18	19	21	20	2187	76	1.96
19	19	20	22	21	1732	107	3.5
20	20	21	23	22	1901	39	1.15
21	21	22	24	23	2266	40	0.99
22	22	23	25	24	1992	34	0.96
23	23	24	26	25	2214	14	0.37
24	24	25	27	26	2240	18	0.46
25	25	26	28	27	1758	10	0.33
26	26	27	29	28	1784	13	0.41
27	27	28	30	29	2422	22	0.51
28	28	29	31	30	2214	20	0.52
29	29	30	32	31	2174	16	0.42
30	1	2	5	4	2187	6	0.65
31	2	3	6	5	1888	9	1.04
32	3	4	7	6	1836	12	1.51
33	4	5	8	7	2174	7	0.73
34	5	6	9	8	1862	10	1.25
35	6	7	10	9	2018	13	1.46
36	7	8	11	10	2187	12	1.24
37	8	9	12	11	2240	10	0.99
38	9	10	13	12	1973	15	1.73
39	10	11	14	13	2376	6	0.58

40	11	12	15	14	2500	11	0.95
41	12	13	16	15	2240	7	0.74
42	13	14	17	16	2005	14	1.54
43	14	15	18	17	2168	9	0.98
44	15	16	19	18	2396	5	0.5
45	16	17	20	19	2500	11	1
46	17	18	21	20	2331	13	1.22
47	18	19	22	21	2214	12	1.24
48	19	20	23	22	2135	22	2.36
49	20	21	24	23	1901	16	1.88
50	21	22	25	24	2070	10	1.05
51	22	23	26	25	2070	11	1.18
52	23	24	27	26	1940	25	2.86
53	24	25	28	27	2135	19	2.01
54	25	26	29	28	1771	10	1.3
55	26	27	30	29	2083	12	1.26
56	27	28	31	30	1833	10	1.23
57	28	29	32	31	2214	17	1.76
58	1	2	6	5	2109	3	0.88
59	2	3	7	6	2057	11	3.06
60	3	4	8	7	2214	2	0.55
61	4	5	9	8	2129	3	0.8
62	5	6	10	9	2448	10	2.34
63	6	7	11	10	2500	3	0.77
64	7	8	12	11	2422	5	1.1
65	8	9	13	12	2135	3	0.92
66	9	10	14	13	1986	5	1.47
67	10	11	15	14	2187	6	1.65
68	11	12	16	15	2240	9	2.25
69	12	13	17	16	1914	3	0.91
70	13	14	18	17	2448	6	1.27
71	14	15	19	18	2344	4	0.85
72	15	16	20	19	2214	25	6.31
73	16	17	21	20	1888	4	1.27
74	17	18	22	21	1927	38	11.15
75	18	19	23	22	2266	34	8.41
76	19	20	24	23	2214	29	7.34
77	20	21	25	24	2370	51	12.05
78	21	22	26	25	2116	70	18.64
79	22	23	27	26	2109	57	15.31
80	23	24	28	27	834	92	62.41

81	24	25	29	28	594	19	18.15
82	25	26	30	29	641	11	9.97
83	26	27	31	30	563	47	47.1
84	27	28	32	31	620	42	38.05
85	1	2	7	6	631	33	59.62
86	2	3	8	7	1718	23	15.17
87	3	4	9	8	2044	66	36.54
88	4	5	10	9	2298	32	15.66
89	5	6	11	10	2133	51	27.17
90	6	7	12	11	2093	66	35.5
91	7	8	13	12	2013	13	7.53
92	8	9	14	13	1975	65	37.19
93	9	10	15	14	1895	22	12.98
94	10	11	16	15	2047	6	3.05
95	11	12	17	16	2293	57	28.08
96	12	13	18	17	1848	6	3.74
97	13	14	19	18	2148	41	21.59
98	14	15	20	19	1993	22	12.73
99	15	16	21	20	2303	4	1.81
100	16	17	22	21	2235	7	3.41
101	17	18	23	22	1597	3	2.07
102	18	19	24	23	2451	4	1.63
103	19	20	25	24	2005	2	1.04
104	20	21	26	25	2136	2	1.3
105	21	22	27	26	2142	49	25.63
106	22	23	28	27	2132	5	2.64
107	23	24	29	28	2104	4	1.99
108	24	25	30	29	1667	37	25.27
109	25	26	31	30	2233	2	0.95
110	26	27	32	31	2116	2	1.19
111	1	2	8	7	1977	3	3.12
112	2	3	9	8	1640	4	4.79
113	3	4	10	9	2291	42	36.42
114	4	5	11	10	1917	13	13.24
115	5	6	12	11	1939	5	4.86
116	6	7	13	12	2136	2	1.86
117	7	8	14	13	1986	1	1.02
118	8	9	15	14	2183	1	0.99
119	9	10	16	15	1843	2	1.67
120	10	11	17	16	1734	3	3.76
121	11	12	18	17	2123	7	6.25

122	12	13	19	18	1523	3	4.36
123	13	14	20	19	568	4	13.78
124	14	15	21	20	615	7	22.96
125	15	16	22	21	592	5	16.32
126	16	17	23	22	633	1	2.72
127	17	18	24	23	590	1	3.76
128	18	19	25	24	924	7	15.59
129	19	20	26	25	665	9	25.91
130	20	21	27	26	608	3	10.43
131	21	22	28	27	677	31	91.94
132	22	23	29	28	633	11	35.11
133	23	24	30	29	461	16	66.59
134	24	25	31	30	614	2	6.99
135	25	26	32	31	562	4	13.02
136	1	2	9	8	687	6	27.57
137	2	3	10	9	639	8	37.29
138	3	4	11	10	577	5	29.94
139	4	5	12	11	445	6	45.49
140	5	6	13	12	606	8	41.22
141	6	7	14	13	599	35	184.62
142	7	8	15	14	651	6	27.27
143	8	9	16	15	602	6	33.87
144	9	10	17	16	627	8	38.77
145	10	11	18	17	645	4	17.49
146	11	12	19	18	621	2	8
147	12	13	20	19	619	8	38.42
148	13	14	21	20	614	9	45.98
149	14	15	22	21	703	10	47.12
150	15	16	23	22	618	8	42.39
151	16	17	24	23	642	8	40.58
152	17	18	25	24	606	4	20.82
153	18	19	26	25	593	11	59.04
154	19	20	27	26	410	7	53.18
155	20	21	28	27	630	6	30.48
156	21	22	29	28	677	2	7.77
157	22	23	30	29	628	23	113.71
158	23	24	31	30	587	4	19.86
159	24	25	32	31	646	2	10.87
160	1	3	9	7	730	92	28.55
161	2	4	10	8	604	8	2.83
162	3	5	11	9	2160	10	1.09

163	4	6	12	10	1849	7	0.87
164	5	7	13	11	2302	5	0.47
165	6	8	14	12	1950	25	2.87
166	7	9	15	13	1780	14	1.72
167	8	10	16	14	1946	8	0.94
168	9	11	17	15	2279	7	0.71
169	10	12	18	16	1799	9	1.08
170	11	13	19	17	1992	19	2.17
171	12	14	20	18	2097	4	0.48
172	13	15	21	19	1887	1	0.11
173	14	16	22	20	2134	4	0.43
174	15	17	23	21	2198	11	1.18
175	16	18	24	22	2157	8	0.86
176	17	19	25	23	1864	11	1.37
177	18	20	26	24	2052	3	0.3
178	19	21	27	25	1778	7	0.85
179	20	22	28	26	1883	10	1.18
180	21	23	29	27	2109	10	1.07
181	22	24	30	28	2460	9	0.83
182	23	25	31	29	2099	10	1.09
183	24	26	32	30	1872	9	1.12
184	1	3	11	9	1873	5	1.6
185	2	4	12	10	2142	6	1.47
186	3	5	13	11	2243	3	0.83
187	4	6	14	12	1533	4	1.3
188	5	7	15	13	2176	7	1.75
189	6	8	16	14	1999	6	1.61
190	7	9	17	15	2131	4	1.08
191	8	10	18	16	1503	5	1.88
192	9	11	19	17	1893	3	0.77
193	10	12	20	18	2008	5	1.44
194	11	13	21	19	1835	5	1.68
195	12	14	22	20	1915	5	1.38
196	13	15	23	21	2128	6	1.65
197	14	16	24	22	1965	6	1.77
198	15	17	25	23	1846	2	0.76
199	16	18	26	24	1858	5	1.58
200	17	19	27	25	1969	18	5.23
201	18	20	28	26	2228	5	1.37
202	19	21	29	27	2165	11	2.91
203	20	22	30	28	2012	5	1.51

204	21	23	31	29	1255	11	4.98
205	22	24	32	30	629	6	5.29
206	1	3	13	11	630	3	5.46
207	2	4	14	12	675	61	102.55
208	3	5	15	13	580	7	14.38
209	4	6	16	14	578	19	37.75
210	5	7	17	15	575	11	21.31
211	6	8	18	16	633	6	10.91
212	7	9	19	17	601	7	13.2
213	8	10	20	18	685	37	60.57
214	9	11	21	19	573	7	13.2
215	10	12	22	20	583	7	13.71
216	11	13	23	21	639	24	43.2
217	12	14	24	22	596	10	18.44
218	13	15	25	23	534	7	15.17
219	14	16	26	24	593	7	13.43
220	15	17	27	25	500	20	45.33
221	16	18	28	26	1016	12	13.18
222	17	19	29	27	937	14	16.28
223	18	20	30	28	566	23	45.49
224	19	21	31	29	647	12	21.35
225	20	22	32	30	634	23	40.8
226	1	3	15	13	833	26	62.56
227	2	4	16	14	630	11	33.07
228	3	5	17	15	658	12	35.88
229	4	6	18	16	604	42	136.62
230	5	7	19	17	677	14	41.05
231	6	8	20	18	628	4	12.12
232	7	9	21	19	1094	11	20.51
233	8	10	22	20	918	40	85.87
234	9	11	23	21	755	22	58.32
235	10	12	24	22	534	13	47.49
236	11	13	25	23	579	15	50.41
237	12	14	26	24	840	21	48.35
238	13	15	27	25	613	5	17.4
239	14	16	28	26	613	560	1807.18
240	15	17	29	27	482	11	43.71
241	16	18	30	28	2343	6	4.89
242	17	19	31	29	596	4	14.81
243	18	20	32	30	1981	281	281.1
244	1	3	17	15	1951	4	5.78

245	2	4	18	16	1585	8	15.89
246	3	5	19	17	638	62	307.21
247	4	6	20	18	656	27	131.5
248	5	7	21	19	655	72	345.65
249	6	8	22	20	578	26	140.93
250	7	9	23	21	601	78	408.85
251	8	10	24	22	685	21	98.34
252	9	11	25	23	573	20	107.74
253	10	12	26	24	643	22	106.45
254	11	13	27	25	639	85	419.92
255	12	14	28	26	570	8	44.47
256	13	15	29	27	659	18	84.65
257	14	16	30	28	2141	19	27.78
258	15	17	31	29	1925	20	33.47
259	16	18	32	30	650	30	145.37
260	1	4	16	13	1821	38	11.81
261	2	5	17	14	2089	966	261.31
262	3	6	18	15	1731	806	263.02
263	4	7	19	16	2095	58	15.72
264	5	8	20	17	588	42	40.28
265	6	9	21	18	706	22	17.6
266	7	10	22	19	2009	769	216.22
267	8	11	23	20	1893	567	169.2
268	9	12	24	21	2247	623	156.66
269	10	13	25	22	1824	487	151.04
270	11	14	26	23	1945	825	239.91
271	12	15	27	24	1824	535	165.95
272	13	16	28	25	2172	660	171.64
273	14	17	29	26	2237	112	28.38
274	15	18	30	27	1847	416	127.25
275	16	19	31	28	2010	415	116.63
276	17	20	32	29	2176	323	83.86
277	1	4	19	16	576	9	16.8
278	2	5	20	17	713	26	41.51
279	3	6	21	18	580	5	8.86
280	4	7	22	19	625	435	785.89
281	5	8	23	20	1924	68	40.03
282	6	9	24	21	1994	46	26.27
283	7	10	25	22	595	123	233.67
284	8	11	26	23	595	115	218.63
285	9	12	27	24	600	23	42.79

286	10	13	28	25	694	26	42.18
287	11	14	29	26	617	555	1016.18
288	12	15	30	27	592	36	68.97
289	13	16	31	28	662	763	1302.81
290	14	17	32	29	656	47	80.55
291	1	4	22	19	602	69	227.71
292	2	5	23	20	613	102	327.72
293	3	6	24	21	638	92	286.61
294	4	7	25	22	650	683	2077.66
295	5	8	26	23	562	35	122.88
296	6	9	27	24	688	95	271.87
297	7	10	28	25	1979	79	78.9
298	8	11	29	26	624	38	121.04
299	9	12	30	27	574	60	205.29
300	10	13	31	28	616	120	385.74
301	11	14	32	29	666	35	104.43
302	1	4	25	22	604	103	538.87
303	2	5	26	23	713	32	141.79
304	3	6	27	24	711	24	107.54
305	4	7	28	25	625	104	526.09
306	5	8	29	26	604	31	160.98
307	6	9	30	27	610	93	483.14
308	7	10	31	28	624	50	251.81
309	8	11	32	29	648	103	503.02
310	1	5	25	21	635	128	228.82
311	2	6	26	22	638	123	218.1
312	3	7	27	23	575	83	163.93
313	4	8	28	24	665	54	90.97
314	5	9	29	25	636	111	196.57
315	6	10	30	26	602	31	57.81
316	7	11	31	27	622	76	138.52
317	8	12	32	28	573	53	104.39
318	1	5	29	25	661	123	366.84
319	2	6	30	26	2116	36	33.82
320	3	7	31	27	2305	76	65.6
321	4	8	32	28	1810	48	51.95

**LINTASAN E-F**

<b>No</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>I (Ma)</b>	<b>V (Mv)</b>	<b><math>\Omega</math> (m)</b>
1	1	2	4	3	2165	31	0.80
2	2	3	5	4	2231	33	0.84
3	3	4	6	5	1876	20	0.60
4	4	5	7	6	2043	44	1.22
5	5	6	8	7	2123	71	1.88
6	6	7	9	8	2211	88	2.25
7	7	8	10	9	1765	72	2.31
8	8	9	11	10	1987	101	2.88
9	9	10	12	11	2001	120	3.39
10	10	11	13	12	2098	89	2.41
11	11	12	14	13	2311	101	2.48
12	12	13	15	14	2220	60	1.53
13	13	14	16	15	1765	72	2.31
14	14	15	17	16	2890	101	1.98
15	15	16	18	17	2334	60	1.45
16	16	17	19	18	2123	31	0.82
17	17	18	20	19	2756	59	1.20
18	18	19	21	20	2144	60	1.58
19	19	20	22	21	1996	57	1.62
20	20	21	23	22	2165	87	2.26
21	21	22	24	23	2276	72	1.79
22	22	23	25	24	2003	59	1.66
23	23	24	26	25	2409	55	1.28
24	24	25	27	26	2433	60	1.39
25	25	26	28	27	1998	64	1.81
26	26	27	29	28	1890	41	1.24
27	27	28	30	29	1654	43	1.46
28	28	29	31	30	2444	33	0.77
29	29	30	32	31	2156	73	1.92
30	1	2	5	4	2340	18	1.78
31	2	3	6	5	2435	14	1.31
32	3	4	7	6	2298	17	1.71
33	4	5	8	7	2001	17	1.96
34	5	6	9	8	2134	12	1.26
35	6	7	10	9	2276	11	1.08
36	7	8	11	10	2190	35	3.58
37	8	9	12	11	2500	16	1.47
38	9	10	13	12	1999	25	2.82
39	10	11	14	13	2123	12	1.27

40	11	12	15	14	2201	14	1.45
41	12	13	16	15	2016	4	0.49
42	13	14	17	16	2209	20	2.00
43	14	15	18	17	1880	3	0.39
44	15	16	19	18	2560	9	0.77
45	16	17	20	19	2341	2	0.21
46	17	18	21	20	2011	14	1.58
47	18	19	22	21	2256	17	1.74
48	19	20	23	22	2122	21	2.19
49	20	21	24	23	2330	15	1.47
50	21	22	25	24	1993	30	3.44
51	22	23	26	25	2001	25	2.82
52	23	24	27	26	2299	13	1.28
53	24	25	28	27	2167	3	0.34
54	25	26	29	28	2121	2	0.23
55	26	27	30	29	2309	35	3.39
56	27	28	31	30	2100	34	3.62
57	28	29	32	31	2133	12	1.26
58	1	2	6	5	1998	7	2.05
59	2	3	7	6	2341	7	1.75
60	3	4	8	7	2297	6	1.53
61	4	5	9	8	2209	5	1.32
62	5	6	10	9	1996	9	2.63
63	6	7	11	10	2087	7	1.96
64	7	8	12	11	1956	2	0.60
65	8	9	13	12	2456	33	7.61
66	9	10	14	13	2213	5	1.32
67	10	11	15	14	2176	5	1.34
68	11	12	16	15	2390	9	2.20
69	12	13	17	16	2310	44	10.87
70	13	14	18	17	1997	90	25.44
71	14	15	19	18	1956	6	1.79
72	15	16	20	19	2267	34	8.50
73	16	17	21	20	2345	2	0.50
74	17	18	22	21	2131	34	9.04
75	18	19	23	22	2109	22	5.82
76	19	20	24	23	1927	30	8.79
77	20	21	25	24	2543	23	5.05
78	21	22	26	25	1888	9	2.78
79	22	23	27	26	2187	2	0.53
80	23	24	28	27	1901	33	9.83

81	24	25	29	28	2344	2	0.50
82	25	26	30	29	1940	7	2.11
83	26	27	31	30	1953	6	1.79
84	27	28	32	31	2070	34	9.31
85	1	2	7	6	2096	31	16.45
86	2	3	8	7	2500	33	14.71
87	3	4	9	8	1901	33	19.35
88	4	5	10	9	1823	3	1.89
89	5	6	11	10	1589	23	16.64
90	6	7	12	11	2044	22	12.37
91	7	8	13	12	2087	33	17.63
92	8	9	14	13	1907	53	31.34
93	9	10	15	14	2135	33	17.22
94	10	11	16	15	2131	3	1.62
95	11	12	17	16	2109	22	11.99
96	12	13	18	17	1927	33	19.08
97	13	14	19	18	2543	3	1.36
98	14	15	20	19	1888	4	2.43
99	15	16	21	20	2187	55	28.37
100	16	17	22	21	2096	5	2.74
101	17	18	23	22	2044	16	8.99
102	18	19	24	23	2344	29	14.22
103	19	20	25	24	2156	2	1.07
104	20	21	26	25	2112	8	4.35
105	21	22	27	26	1993	7	4.04
106	22	23	28	27	2016	46	25.65
107	23	24	29	28	1992	21	12.12
108	24	25	30	29	2109	2	1.09
109	25	26	31	30	2152	12	6.41
110	26	27	32	31	2135	6	3.08
111	1	2	8	7	2122	10	1.04
112	2	3	9	8	2019	10	1.09
113	3	4	10	9	1888	8	0.91
114	4	5	11	10	2240	5	0.55
115	5	6	12	11	1914	3	0.38
116	6	7	13	12	1901	2	0.26
117	7	8	14	13	1940	18	2.15
118	8	9	15	14	2135	10	1.03
119	9	10	16	15	2278	7	0.65
120	10	11	17	16	1321	3	0.56
121	11	12	18	17	708	4	1.38

122	12	13	19	18	712	6	1.86
123	13	14	20	19	721	15	4.68
124	14	15	21	20	2432	4	0.40
125	15	16	22	21	717	5	1.66
126	16	17	23	22	711	15	4.64
127	17	18	24	23	798	3	0.92
128	18	19	25	24	761	10	2.90
129	19	20	26	25	666	4	1.47
130	20	21	27	26	611	3	1.20
131	21	22	28	27	762	2	0.64
132	22	23	29	28	777	8	2.21
133	23	24	30	29	765	9	2.56
134	24	25	31	30	677	9	2.89
135	25	26	32	31	709	7	19.72
136	1	2	9	8	2176	7	6.42
137	2	3	10	9	2211	12	10.67
138	3	4	11	10	654	3	9.55
139	4	5	12	11	715	4	10.98
140	5	6	13	12	623	6	20.08
141	6	7	14	13	610	5	16.79
142	7	8	15	14	611	4	12.51
143	8	9	16	15	2190	194	175.08
144	9	10	17	16	615	9	29.22
145	10	11	18	17	667	11	32.93
146	11	12	19	18	556	12	43.10
147	12	13	20	19	666	19	56.97
148	13	14	21	20	2111	11	10.41
149	14	15	22	21	617	7	22.66
150	15	16	23	22	690	9	26.05
151	16	17	24	23	1114	2	3.59
152	17	18	25	24	716	1	2.79
153	18	19	26	25	642	6	18.67
154	19	20	27	26	611	6	19.62
155	20	21	28	27	706	11	31.10
156	21	22	29	28	667	9	27.29
157	22	23	30	29	678	5	14.73
158	23	24	31	30	778	49	123.62
159	24	25	32	31	621	10	30.68
160	1	3	9	7	718	15	67.05
161	2	4	10	8	660	5	25.42
162	3	5	11	9	722	28	120.78

163	4	6	12	10	607	19	99.68
164	5	7	13	11	622	31	158.81
165	6	8	14	12	670	10	45.12
166	7	9	15	13	563	6	33.96
167	8	10	16	14	434	9	66.05
168	9	11	17	15	666	11	51.20
169	10	12	18	16	456	12	83.67
170	11	13	19	17	2109	6	9.54
171	12	14	20	18	1167	7	19.93
172	13	15	21	19	667	6	30.14
173	14	16	22	20	598	4	20.50
174	15	17	23	21	461	16	112.41
175	16	18	24	22	718	38	168.64
176	17	19	25	23	441	9	61.56
177	18	20	26	24	678	9	41.59
178	19	21	27	25	511	31	192.37
179	20	22	28	26	678	10	46.76
180	21	23	29	27	789	19	76.67
181	22	24	30	28	615	11	56.95
182	23	25	31	29	608	19	99.54
183	24	26	32	30	641	9	44.74
184	1	3	11	9	590	17	15.83
185	2	4	12	10	608	11	10.57
186	3	5	13	11	644	7	5.81
187	4	6	14	12	561	4	4.40
188	5	7	15	13	652	13	11.07
189	6	8	16	14	659	5	3.91
190	7	9	17	15	776	8	5.73
191	8	10	18	16	611	6	5.23
192	9	11	19	17	678	4	3.19
193	10	12	20	18	654	3	2.86
194	11	13	21	19	651	6	5.38
195	12	14	22	20	612	11	10.50
196	13	15	23	21	567	9	9.27
197	14	16	24	22	654	20	16.97
198	15	17	25	23	644	22	19.05
199	16	18	26	24	634	2	1.84
200	17	19	27	25	748	73	55.41
201	18	20	28	26	645	20	17.20
202	19	21	29	27	643	7	6.36
203	20	22	30	28	675	2	1.73

204	21	23	31	29	781	18	13.05
205	22	24	32	30	456	11	13.71
206	1	3	13	11	557	14	14.31
207	2	4	14	12	698	8	6.14
208	3	5	15	13	672	6	5.32
209	4	6	16	14	789	2	1.68
210	5	7	17	15	652	14	11.75
211	6	8	18	16	690	48	39.06
212	7	9	19	17	511	7	15.74
213	8	10	20	18	2001	9	5.17
214	9	11	21	19	2098	7	3.83
215	10	12	22	20	1672	3	2.06
216	11	13	23	21	1892	6	3.64
217	12	14	24	22	1902	7	4.23
218	13	15	25	23	2617	12	5.27
219	14	16	26	24	1993	9	5.19
220	15	17	27	25	2100	6	3.28
221	16	18	28	26	2211	8	4.27
222	17	19	29	27	1922	6	3.77
223	18	20	30	28	2001	12	6.89
224	19	21	31	29	2109	2	1.09
225	20	22	32	30	2112	7	3.81
226	1	3	15	13	2663	9	3.88
227	2	4	16	14	2363	8	1.98
228	3	5	17	15	2281	10	2.56
229	4	6	18	16	2110	5	1.38
230	5	7	19	17	1992	2	0.59
231	6	8	20	18	1902	8	2.46
232	7	9	21	19	2811	9	1.87
233	8	10	22	20	1992	23	6.45
234	9	11	23	21	767	20	14.47
235	10	12	24	22	664	2	1.76
236	11	13	25	23	609	7	6.71
237	12	14	26	24	649	6	5.14
238	13	15	27	25	599	7	6.68
239	14	16	28	26	657	15	13.25
240	15	17	29	27	746	4	3.01
241	16	18	30	28	673	6	5.29
242	17	19	31	29	461	13	15.42
243	18	20	32	30	641	11	34.28
244	1	3	17	15	684	21	61.35

245	2	4	18	16	608	7	23.01
246	3	5	19	17	730	15	41.04
247	4	6	20	18	686	4	11.64
248	5	7	21	19	672	2	5.94
249	6	8	22	20	2112	3	2.84
250	7	9	23	21	2109	8	7.58
251	8	10	24	22	2209	7	6.33
252	9	11	25	23	2112	9	8.51
253	10	12	26	24	2892	7	4.83
254	11	13	27	25	2192	3	2.73
255	12	14	28	26	2209	2	1.81
256	13	15	29	27	2005	2	1.99
257	14	16	30	28	2019	3	2.97
258	15	17	31	29	2117	7	6.60
259	16	18	32	30	721	12	33.24
260	1	4	16	13	667	8	22.34
261	2	5	17	14	2101	6	8.47
262	3	6	18	15	591	4	23.45
263	4	7	19	16	628	7	36.50
264	5	8	20	17	721	19	81.28
265	6	9	21	18	612	24	122.13
266	7	10	22	19	721	22	97.15
267	8	11	23	20	660	8	38.59
268	9	12	24	21	712	33	147.57
269	10	13	25	22	622	9	46.07
270	11	14	26	23	691	19	87.55
271	12	15	27	24	2102	4	6.06
272	13	16	28	25	622	29	148.45
273	14	17	29	26	671	12	56.94
274	15	18	30	27	611	6	31.27
275	16	19	31	28	678	9	42.26
276	17	20	32	29	2005	10	15.88
277	1	4	19	16	782	12	17.64
278	2	5	20	17	2411	12	5.72
279	3	6	21	18	1992	46	25.96
280	4	7	22	19	2033	11	6.10
281	5	8	23	20	2001	6	3.45
282	6	9	24	21	1862	13	8.02
283	7	10	25	22	2132	12	6.47
284	8	11	26	23	1672	10	6.87
285	9	12	27	24	2190	36	18.37

286	10	13	28	25	2321	19	9.41
287	11	14	29	26	2212	3	1.56
288	12	15	30	27	2109	6	3.27
289	13	16	31	28	1167	7	6.89
290	14	17	32	29	2178	5	2.64
291	1	4	22	19	1890	5	5.28
292	2	5	23	20	1993	4	4.01
293	3	6	24	21	2005	8	7.97
294	4	7	25	22	2096	9	8.57
295	5	8	26	23	1888	7	7.40
296	6	9	27	24	2331	11	9.43
297	7	10	28	25	2422	12	9.90
298	8	11	29	26	2083	16	15.34
299	9	12	30	27	2018	5	4.95
300	10	13	31	28	1862	3	3.22
301	11	14	32	29	2292	9	7.84
302	1	4	25	22	780	8	11.79
303	2	5	26	23	610	2	3.77
304	3	6	27	24	762	7	10.56
305	4	7	28	25	665	4	6.91
306	5	8	29	26	771	8	11.92
307	6	9	30	27	609	3	5.66
308	7	10	31	28	1680	205	138.21
309	8	11	32	29	638	238	421.28
310	1	5	25	21	660	56	270.12
311	2	6	26	22	736	4	17.30
312	3	7	27	23	1892	7	11.78
313	4	8	28	24	1981	7	11.25
314	5	9	29	25	1990	9	14.40
315	6	10	30	26	2008	3	4.76
316	7	11	31	27	611	3	15.63
317	8	12	32	28	567	4	22.46
318	1	5	29	25	2109	4	3.79
319	2	6	30	26	2111	6	5.94
320	3	7	31	27	2330	7	6.00
321	4	8	32	28	786	4	10.23

**LINTASAN G-H**

<b>No</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>I (mA)</b>	<b>V (mV)</b>	<b><math>\Omega</math> (m)</b>
1	1	2	4	3	1576	31	1.1
2	2	3	5	4	1697	179	5.95
3	3	4	6	5	1030	29	1.61
4	4	5	7	6	1293	31	1.34
5	5	6	8	7	1835	149	4.6
6	6	7	9	8	1973	104	2.98
7	7	8	10	9	1473	116	4.45
8	8	9	11	10	1259	87	3.89
9	9	10	12	11	1224	60	2.77
10	10	11	13	12	1584	44	1.57
11	11	12	14	13	1110	57	2.92
12	12	13	15	14	384	15	2.16
13	13	14	16	15	2512	35	0.78
14	14	15	17	16	2512	32	0.72
15	15	16	18	17	800	16	1.13
16	16	17	19	18	1438	33	1.31
17	17	18	20	19	2444	16	0.37
18	18	19	21	20	2861	99	1.96
19	19	20	22	21	2154	133	3.5
20	20	21	23	22	2518	51	1.15
21	21	22	24	23	837	15	0.99
22	22	23	25	24	2526	43	0.96
23	23	24	26	25	2913	19	0.37
24	24	25	27	26	1802	15	0.46
25	25	26	28	27	2740	16	0.33
26	26	27	29	28	2389	17	0.41
27	27	28	30	29	2808	25	0.51
28	28	29	31	30	2609	24	0.52
29	29	30	32	31	2691	20	0.42
30	1	2	5	4	2261	26	0.65
31	2	3	6	5	1884	9	1.04
32	3	4	7	6	1460	10	1.51
33	4	5	8	7	2349	8	0.73
34	5	6	9	8	2743	15	1.25
35	6	7	10	9	671	4	1.46
36	7	8	11	10	2370	13	1.24
37	8	9	12	11	2227	10	0.99
38	9	10	13	12	2407	18	1.73
39	10	11	14	13	2534	7	0.58

40	11	12	15	14	2836	12	0.95
41	12	13	16	15	2317	8	0.74
42	13	14	17	16	1431	10	1.54
43	14	15	18	17	1500	7	0.98
44	15	16	19	18	1959	4	0.5
45	16	17	20	19	1714	8	1
46	17	18	21	20	2409	13	1.22
47	18	19	22	21	2370	13	1.24
48	19	20	23	22	2387	25	2.36
49	20	21	24	23	2996	25	1.88
50	21	22	25	24	2267	11	1.05
51	22	23	26	25	2283	12	1.18
52	23	24	27	26	2826	36	2.86
53	24	25	28	27	2071	18	2.01
54	25	26	29	28	1955	11	1.3
55	26	27	30	29	2471	14	1.26
56	27	28	31	30	2389	13	1.23
57	28	29	32	31	2366	18	1.76
58	1	2	6	5	2655	10	0.88
59	2	3	7	6	2036	11	3.06
60	3	4	8	7	2361	2	0.55
61	4	5	9	8	2146	3	0.8
62	5	6	10	9	2523	10	2.34
63	6	7	11	10	2275	3	0.77
64	7	8	12	11	2124	4	1.1
65	8	9	13	12	2539	4	0.92
66	9	10	14	13	2384	6	1.47
67	10	11	15	14	2199	6	1.65
68	11	12	16	15	1298	5	2.25
69	12	13	17	16	2567	4	0.91
70	13	14	18	17	1380	3	1.27
71	14	15	19	18	2748	4	0.85
72	15	16	20	19	1666	19	6.31
73	16	17	21	20	2759	6	1.27
74	17	18	22	21	1205	24	11.15
75	18	19	23	22	1806	27	8.41
76	19	20	24	23	2286	30	7.34
77	20	21	25	24	2474	53	12.05
78	21	22	26	25	1065	35	18.64
79	22	23	27	26	2480	67	15.31
80	23	24	28	27	215	24	62.41

81	24	25	29	28	644	21	18.15
82	25	26	30	29	1347	24	9.97
83	26	27	31	30	322	27	47.1
84	27	28	32	31	638	43	38.05
85	1	2	7	6	640	68	59.62
86	2	3	8	7	1894	25	15.17
87	3	4	9	8	2265	73	36.54
88	4	5	10	9	2217	31	15.66
89	5	6	11	10	2369	57	27.17
90	6	7	12	11	1935	61	35.5
91	7	8	13	12	2900	19	7.53
92	8	9	14	13	1912	63	37.19
93	9	10	15	14	1768	20	12.98
94	10	11	16	15	1773	5	3.05
95	11	12	17	16	2456	61	28.08
96	12	13	18	17	2458	8	3.74
97	13	14	19	18	2182	42	21.59
98	14	15	20	19	1986	22	12.73
99	15	16	21	20	1905	3	1.81
100	16	17	22	21	2274	7	3.41
101	17	18	23	22	2776	5	2.07
102	18	19	24	23	2480	4	1.63
103	19	20	25	24	2210	2	1.04
104	20	21	26	25	1988	2	1.3
105	21	22	27	26	2915	66	25.63
106	22	23	28	27	2177	5	2.64
107	23	24	29	28	2310	4	1.99
108	24	25	30	29	2456	55	25.27
109	25	26	31	30	2419	2	0.95
110	26	27	32	31	2269	2	1.19
111	1	2	8	7	746	19	28.55
112	2	3	9	8	2077	3	2.83
113	3	4	10	9	2696	1	1.09
114	4	5	11	10	2534	1	0.87
115	5	6	12	11	2606	1	0.47
116	6	7	13	12	597	1	2.87
117	7	8	14	13	712	1	1.72
118	8	9	15	14	1042	0	0.94
119	9	10	16	15	1035	0	0.71
120	10	11	17	16	2041	1	1.08
121	11	12	18	17	825	1	2.17

122	12	13	19	18	5103	1	0.48
123	13	14	20	19	2227	0	0.11
124	14	15	21	20	2449	0	0.3
125	15	16	22	21	2305	1	0.85
126	16	17	23	22	2906	2	1.18
127	17	18	24	23	2747	1	1.07
128	18	19	25	24	2656	1	0.83
129	19	20	26	25	2696	1	1.09
130	20	21	27	26	2405	1	1.12
131	21	22	28	27	2560	4	3.12
132	22	23	29	28	2502	6	4.79
133	23	24	30	29	658	12	36.42
134	24	25	31	30	754	5	13.24
135	25	26	32	31	1520	4	4.86
136	1	2	9	8	2147	2	1.86
137	2	3	10	9	1958	1	1.02
138	3	4	11	10	2017	1	0.99
139	4	5	12	11	2392	1	1.67
140	5	6	13	12	2125	3	3.76
141	6	7	14	13	2876	6	6.25
142	7	8	15	14	2569	4	4.36
143	8	9	16	15	955	4	13.78
144	9	10	17	16	609	4	22.96
145	10	11	18	17	979	5	16.32
146	11	12	19	18	2937	3	2.72
147	12	13	20	19	2656	3	3.76
148	13	14	21	20	2946	15	15.59
149	14	15	22	21	2621	21	25.91
150	15	16	23	22	2681	9	10.43
151	16	17	24	23	565	16	91.94
152	17	18	25	24	853	9	35.11
153	18	19	26	25	1020	21	66.59
154	19	20	27	26	2286	5	6.99
155	20	21	28	27	936	4	13.02
156	21	22	29	28	693	6	27.57
157	22	23	30	29	1025	12	37.29
158	23	24	31	30	638	6	29.94
159	24	25	32	31	770	11	45.49
160	1	3	9	7	2858	37	41.22
161	2	4	10	8	949	775	184.62
162	3	5	11	9	2919	352	27.27

163	4	6	12	10	1786	268	33.87
164	5	7	13	11	2299	394	38.77
165	6	8	14	12	2239	173	17.49
166	7	9	15	13	2786	99	8
167	8	10	16	14	994	169	38.42
168	9	11	17	15	245	50	45.98
169	10	12	18	16	338	70	47.12
170	11	13	19	17	718	135	42.39
171	12	14	20	18	174	31	40.58
172	13	15	21	19	1835	169	20.82
173	14	16	22	20	647	169	59.04
174	15	17	23	21	718	169	53.18
175	16	18	24	22	406	55	30.48
176	17	19	25	23	2198	76	7.77
177	18	20	26	24	56	28	113.71
178	19	21	27	25	641	56	19.86
179	20	22	28	26	1465	70	10.87
180	21	23	29	27	1460	10	1.6
181	22	24	30	28	1192	8	1.47
182	23	25	31	29	2815	10	0.83
183	24	26	32	30	2696	16	1.3
184	1	3	11	9	2670	21	1.75
185	2	4	12	10	2902	8	1.61
186	3	5	13	11	2704	5	1.08
187	4	6	14	12	2175	7	1.88
188	5	7	15	13	2275	3	0.77
189	6	8	16	14	2434	6	1.44
190	7	9	17	15	2086	6	1.68
191	8	10	18	16	2539	6	1.38
192	9	11	19	17	2832	8	1.65
193	10	12	20	18	2970	9	1.77
194	11	13	21	19	2305	3	0.76
195	12	14	22	20	2588	7	1.58
196	13	15	23	21	2903	27	5.23
197	14	16	24	22	2984	7	1.37
198	15	17	25	23	2810	14	2.91
199	16	18	26	24	2707	7	1.51
200	17	19	27	25	2932	26	4.98
201	18	20	28	26	2981	28	5.29
202	19	21	29	27	2736	26	5.46
203	20	22	30	28	728	132	102.55

204	21	23	31	29	381	10	14.38
205	22	24	32	30	1157	77	37.75
206	1	3	13	11	3020	114	21.31
207	2	4	14	12	3224	31	10.91
208	3	5	15	13	609	7	13.2
209	4	6	16	14	1233	66	60.57
210	5	7	17	15	2960	35	13.2
211	6	8	18	16	671	8	13.71
212	7	9	19	17	93	4	43.2
213	8	10	20	18	1134	18	18.44
214	9	11	21	19	253	3	15.17
215	10	12	22	20	310	4	13.43
216	11	13	23	21	309	12	45.33
217	12	14	24	22	2441	28	13.18
218	13	15	25	23	424	6	16.28
219	14	16	26	24	404	16	45.49
220	15	17	27	25	323	6	21.35
221	16	18	28	26	817	29	40.8
222	17	19	29	27	940	10	11.81
223	18	20	30	28	2186	505	261.31
224	19	21	31	29	637	148	263.02
225	20	22	32	30	2489	35	15.72
226	1	3	15	13	565	20	40.28
227	2	4	16	14	2290	20	17.6
228	3	5	17	15	535	58	216.22
229	4	6	18	16	2340	200	169.2
230	5	7	19	17	160	13	156.66
231	6	8	20	18	259	20	151.04
232	7	9	21	19	110	13	239.91
233	8	10	22	20	66	5	165.95
234	9	11	23	21	1014	88	171.64
235	10	12	24	22	2531	36	28.38
236	11	13	25	23	909	58	127.25
237	12	14	26	24	336	20	116.63
238	13	15	27	25	390	17	83.86
239	14	16	28	26	8910	282	62.56
240	15	17	29	27	272	5	33.07
241	16	18	30	28	1614	29	35.88
242	17	19	31	29	395	27	136.62
243	18	20	32	30	535	11	41.05
244	1	3	17	15	298	2	12.12

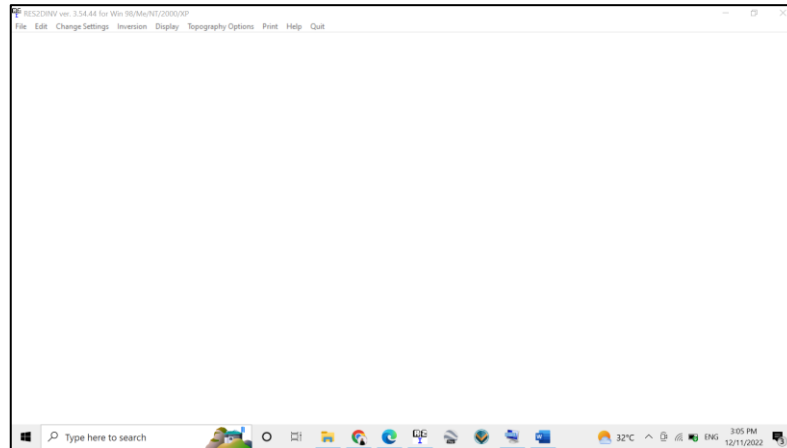
245	2	4	18	16	388	3	20.51
246	3	5	19	17	716	19	85.87
247	4	6	20	18	466	9	58.32
248	5	7	21	19	1497	22	47.49
249	6	8	22	20	713	11	50.41
250	7	9	23	21	785	12	48.35
251	8	10	24	22	2640	15	17.4
252	9	11	25	23	96	55	1807.18
253	10	12	26	24	493	7	43.71
254	11	13	27	25	2859	4	4.89
255	12	14	28	26	2562	12	14.81
256	13	15	29	27	135	12	281.1
257	14	16	30	28	2754	5	5.78
258	15	17	31	29	2011	10	15.89
259	16	18	32	30	808	78	307.21
260	1	4	16	13	1186	49	131.5
261	2	5	17	14	2920	1786	345.65
262	3	6	18	15	1333	332	140.93
263	4	7	19	16	678	490	408.85
264	5	8	20	17	2072	361	98.34
265	6	9	21	18	2010	383	107.74
266	7	10	22	19	688	130	106.45
267	8	11	23	20	1441	1070	419.92
268	9	12	24	21	2076	163	44.47
269	10	13	25	22	2106	315	84.65
270	11	14	26	23	2178	107	27.78
271	12	15	27	24	1617	96	33.47
272	13	16	28	25	1906	490	145.37
273	14	17	29	26	2631	78	16.8
274	15	18	30	27	2713	199	41.51
275	16	19	31	28	2983	47	8.86
276	17	20	32	29	342	476	785.89
277	1	4	19	16	804	57	40.03
278	2	5	20	17	306	7	26.27
279	3	6	21	18	634	131	233.67
280	4	7	22	19	1798	348	218.63
281	5	8	23	20	2095	79	42.79
282	6	9	24	21	436	16	42.18
283	7	10	25	22	139	125	1016.18
284	8	11	26	23	667	41	68.97
285	9	12	27	24	479	552	1302.81

286	10	13	28	25	157	11	80.55
287	11	14	29	26	1763	355	227.71
288	12	15	30	27	597	173	327.72
289	13	16	31	28	1772	449	286.61
290	14	17	32	29	225	413	2077.66
291	1	4	22	19	406	44	122.88
292	2	5	23	20	248	34	271.87
293	3	6	24	21	779	31	78.9
294	4	7	25	22	2029	124	121.04
295	5	8	26	23	1080	112	205.29
296	6	9	27	24	233	45	385.74
297	7	10	28	25	495	26	104.43
298	8	11	29	26	608	70	228.82
299	9	12	30	27	105	12	218.1
300	10	13	31	28	287	24	163.93
301	11	14	32	29	202	9	90.97
302	1	4	25	22	2017	200	196.57
303	2	5	26	23	557	10	57.81
304	3	6	27	24	1369	60	138.52
305	4	7	28	25	209	7	104.39
306	5	8	29	26	130	22	538.87
307	6	9	30	27	741	33	141.79
308	7	10	31	28	2280	77	107.54
309	8	11	32	29	472	78	526.09
310	1	5	25	21	1088	55	160.98
311	2	6	26	22	244	104	483.14
312	3	7	27	23	430	96	251.81
313	4	8	28	24	342	152	503.02
314	5	9	29	25	359	117	366.84
315	6	10	30	26	2657	80	33.82
316	7	11	31	27	2040	118	65.6
317	8	12	32	28	2153	99	51.95
318	1	5	29	25	1890	57	33.82
319	2	6	30	26	2775	47	33.82
320	3	7	31	27	2375	79	65.6
321	4	8	32	28	2922	77	51.95

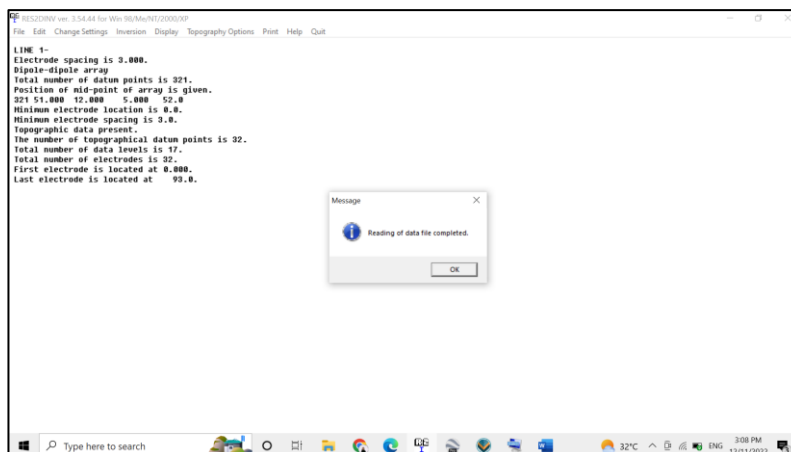
## LAMPIRAN 2

Membuat model bawah permukaan 2D menggunakan software Res2dinv:

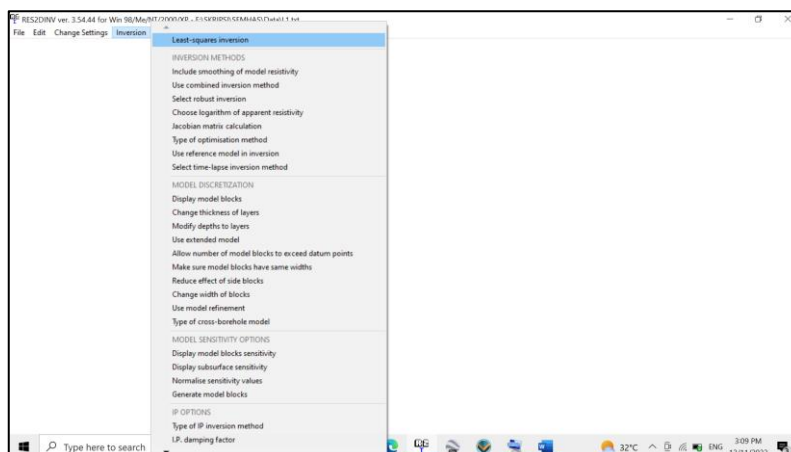
1. Buka *software res2dinv*, maka akan muncul:

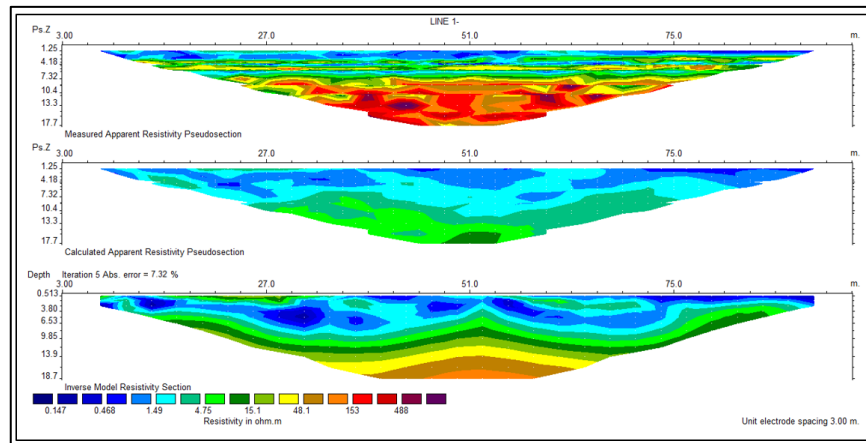


2. Klik menu file, kemudian klik read data file, masukkan data yang telah disimpan dalam *notepad*, pilih lintasan yang akan di modelkan, klik open, maka akan muncul:

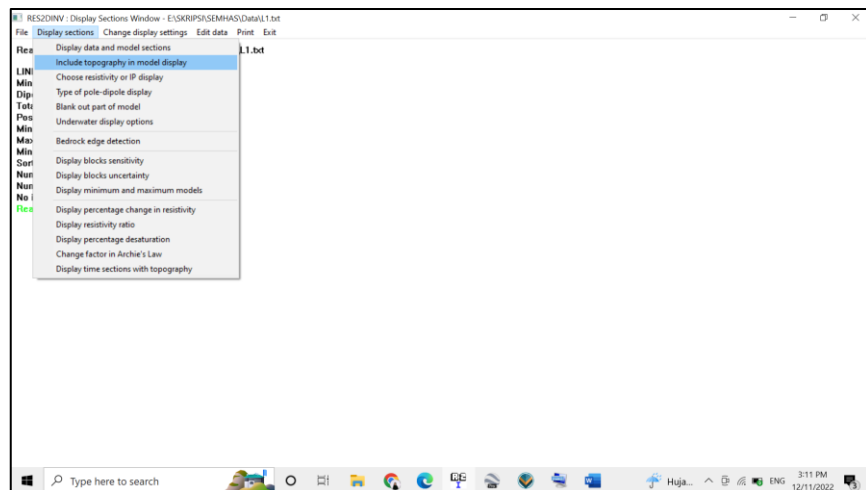


3. Setelah itu klik menu inversion dan pilih *last square inversion*, maka akan muncul pemodelan 2D

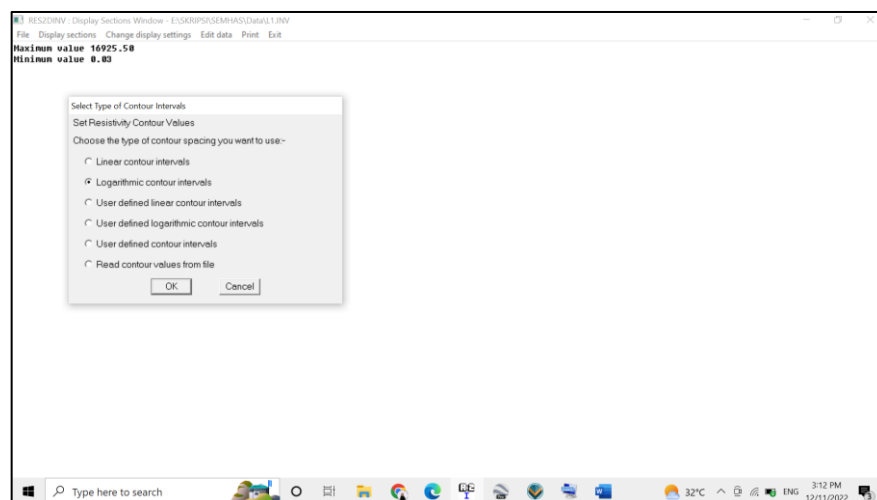




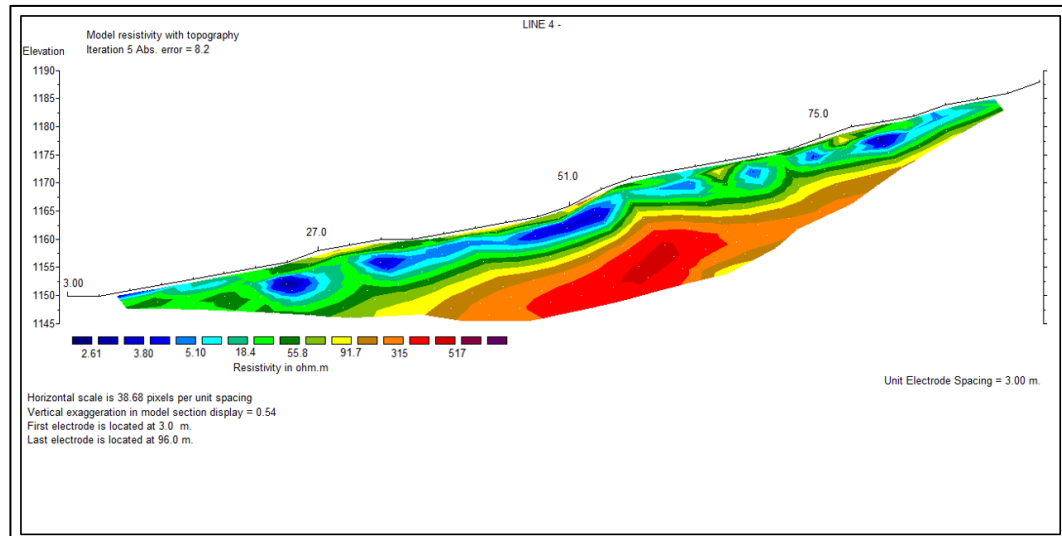
4. Klik menu display untuk mengkorelasi model 2D dan klik menu include topography in model display untuk memperoleh hasil penampang 2D dengan topografinya.



5. Klik read contour values from file, maka akan muncul:



## 6. Hasil akhir model penampang 2D sebagai berikut:





## LAMPIRAN 4

### Dokumentasi Pengambilan Data Resistivitas





## LAMPIRAN 5

### Bukti Konsultasi Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**JURUSAN FISIKA**

Jl. Gajayana No.50 Malang 65144 Telp. /Fax. (0341) 558933  
Website: <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail: [Fis@uin-malang.ac.id](mailto:Fis@uin-malang.ac.id)

#### BUKTI KONSULTASU SKRIPSI

**Nama** : Umi Masruroh  
**NIM** : 18640016  
**Fakultas/ Program Studi** : Sains dan Teknologi/ Fisika  
**Judul Skripsi** : Identifikasi Litologi Batuan Bawah Permukaan Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus di Kawasan Payung, Batu, Songgokerto)  
**Pembimbing I** : Drs. Abdul Basid, M. Si  
**Pembimbing II** : Ahmad Abtokhi, M. Pdvv

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	11 Februari 2022	Konsultasi Bab I	
2	25 Februari 2022	Konsultasi Bab II dan III	
3	06 Maret 2022	Konsultasi Bab I, II dan III	
4	07 Maret 2022	Konsultasi Bab I, II, III dan Acc	
5	28 September 2022	Konsultasi Data Hasil	
6	10 November 2022	Konsultasi pembahasan Bab IV	
7	16 November 2022	Konsultasi Bab IV dan Acc	
8	16 November 2022	Konsultasi Integrasi Bab IV	
9	09 Desember 2022	Konsultasi Bab V dan Acc	

Malang, 12 Desember 2022  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan,

(Dr. Imam Tazi, M.Si)

NIP. 19740730 200312 1 002