

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH RAWAN LONGSOR  
DI DESA PURWOHARJO KECAMATAN SAMIGALUH  
KABUPATEN KULON PROGO**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh :

Hilma Lutfiana

NIM 15306141039

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2019**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul  
**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH RAWAN LONGSOR  
DI DESA PURWOHARJO KECAMATAN SAMIGALUH  
KABUPATEN KULON PROGO**

Disusun oleh:

Hilma Lutfiana  
NIM 15306141039

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh dosen pembimbing untuk  
dilaksanakan Ujian Tugas Akhir Skripsi bagi yang  
bersangkutan.


Yogyakarta, 24 Juni 2019

Menyetujui,


Pembimbing I

Pembimbing II

  
Laila Katriani, M.Si.,  
NIP. 198504152012122001

  
Nugroho Budi Wibowo, M.Si  
NIP. 198402232008011001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi,

  
Drs. Nur Kadarisman, M.Si.,  
NIP. 196402051991011001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

### IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH RAWAN LONGSOR DI DESA PURWOHARJO KECAMATAN SAMIGALUH KABUPATEN KULON PROGO

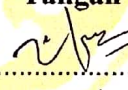
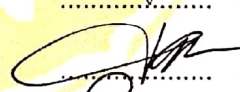
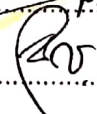
Disusun oleh:

Hilma Lutfiana  
NIM 15306141039

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri  
Yogyakarta

Pada tanggal 28 Juni 2019

#### TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Laila Katriani, M.Si. NIP 198504152012122001	Ketua Penguji		15-07-19
Denny Darmawan, M.Sc. NIP 197912022003121002	Penguji I		9-07-19
Nugroho Budi Wibowo, M.Si NIP 198402232008011001	Penguji II		15-07-19

Yogyakarta, 16 Juli 2019

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Hartono, M.Si  
NIP. 196203291987021002

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hilma Lutfiana

NIM : 15306141039

Program Studi : Fisika

Judul TAS : Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Rawan Longsor di Desa Purwoharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, Juni 2019

Yang menyatakan,



Hilma Lutfiana  
NIP. 15306141039

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains dengan judul “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Rawan Longsor di Desa Purwoharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Hartono, M.Si, selaku Dekan FMIPA UNY yang telah mengesahkan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan izin penelitian.
3. Bapak Nur Kadarisman, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika yang telah memberikan izin penelitian.
4. Ibu Laila Katriani S.Si.,M.Si. dan Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si., selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, arahan, dan bimbingan dengan sabar selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen, Staff, dan Laboran Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Ayah, Ibu, adik, dan keluarga yang memberikan dukungan serta doa yang tidak pernah putus.
7. Ibu pemilik rumah sebagai *basecamp* ketika pengambilan data dan Bapak Sutijo dan Bapak Sukirno selaku Dukuh dusun penelitian.
8. Teman-teman seperjuangan di Fisika E 2015, Geofisika 2015 khususnya Hernisa H P, Ika Suci H dan Ikhsan Nur F yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.

9. Teman-teman Asrama Annisa Ponpes Wahid Hasyim terutama sahabat kamar Yulinda dan Lala yang selalu setia menemani proses pembuatan TAS dari awal hingga selesai.
10. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

Yogyakarta, Juni 2019

Yang menyatakan,



Hilma Lutfiana  
NIP. 15306141039

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH RAWAN LONGSOR  
DI DESA PURWOHARJO KECAMATAN SAMIGALUH  
KABUPATEN KULON PROGO**

Oleh:

Hilma Lutfiana  
NIM 15306141039

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar resistivitas lapisan tanah dan struktur bawah permukaan yang terdapat di daerah rawan longsor. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kedalaman bidang gelincir dan volume muatan yang diperkirakan terbawa longsor pada zona kerentanan longsor. Penelitian dilakukan di Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Pengambilan data dibatasi di Dusun Sendang Mulyo dengan koordinat daerah penelitian  $7^{\circ}41'45,35'' - 7^{\circ}41'46,30''$  LS dan  $110^{\circ}10'28,67'' - 110^{\circ}10'31,87''$  BT.

Pengambilan data menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *dipole-dipole* dengan jarak antar elektroda 10 meter. Pengambilan data dilakukan di lokasi penelitian dengan 2 lintasan sepanjang 150 meter, 2 lintasan sepanjang 120 meter dan 1 lintasan tambahan sepanjang 100 meter. Data yang diperoleh adalah besar beda potensial ( $V$ ) dan besar arus ( $I$ ) yang kemudian diolah dengan *software Microsoft Excel*. Setelah memperoleh besar resistansi ( $R$ ), faktor geometri ( $k$ ) dan resistivitas semu ( $\rho_a$ ) selanjutnya diolah dengan *software Res2DinV* untuk mendapatkan penampang 2D struktur bawah permukaan tiap lintasan. Hasil akhir penampang 2D digabungkan menjadi satu dengan *software Encom 3D Discover* untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah penelitian.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa struktur bawah permukaan Dusun Sendang Mulyo memiliki 4 material yaitu material lempung dengan resistivitas (0,16-160)  $\Omega.m$ , material pasir dengan resistivitas (160-1093)  $\Omega.m$ , material batupasir dengan resistivitas (1093-8000)  $\Omega.m$ , dan material andesit dengan resistivitas (8000-122165)  $\Omega.m$ . Daerah penelitian merupakan daerah rawan longsor dibuktikan dengan daerah tersebut memiliki struktur bawah tanah yang dominan dengan tanah lempung, dengan ketebalan sedimen diperkirakan mencapai 20 m dan didukung faktor geografis yang menunjukkan kemiringan lereng  $>45^{\circ}$ . Pada penelitian ini kedalaman bidang gelincir belum dapat diketahui hingga kedalaman 21,8 m.

Kata kunci: tanah longsor, geolistrik, Sendang Mulyo

**IDENTIFICATION OF SUBSURFACE LITHOLOGY USING  
RESISTIVITY GEOELECTRICAL METHOD OF LANDSLIDE-PRONE  
AREA IN PURWOHARJO VILLAGE SAMIGALUH SUBDISTRICT  
KULON PROGO REGENCY**

By:

Hilma Lutfiana  
NIM 15306141039

**ABSTRACT**

This research aimed to determine the extent of resistivity of soil layers and to identify subsurface structures in landslide area. This research also aimed to determine the depth of the slip area and volume of loads that are expected to be carried out by landslides in the landslide susceptibility zone. The research was located in Purwoharjo Village, Samigaluh District, Kulon Progo Regency. Data acquisition was limited to Sendang Mulyo Hamlet with the coordinates of the research area  $7^{\circ}41'45,35''$  -  $7^{\circ}41'46,30''$  S and  $110^{\circ}10'28,67''$  -  $110^{\circ}10'31,87''$  E.

Data acquisition used the geoelectric resistivity method with a dipole-dipole configuration with a distance of electrodes was 10 meters. Data was collected at the research location with 2 lines in 150-meter, 2 lines in 120-meter and 1 additional lines in 100-meter. The data obtained is the potential difference ( $V$ ) and the current ( $I$ ) which is then processed with Microsoft Excel. After found the resistance ( $R$ ), the geometry factor ( $k$ ) and apparent resistivity ( $\rho_a$ ) then processed using Res2DinV software to get a 2D cross section of the subsurface structure of each line. The 2D cross section results are combined into one with Encom 3D Discover software to determine the subsurface structure of the study area.

The results showed that the subsurface structure of Sendang Mulyo has 4 materials dominated by clay material with resistivity (0,16-160)  $\Omega$ .m, sand material with resistivity (160-1093)  $\Omega$ .m, sandstone material with resistivity (1093- 8000)  $\Omega$ .m, and andesite material with resistivity (8000-122165)  $\Omega$ .m. The research in landslide prone area proved that the area had a dominant underground structure with clay, with sediment thickness estimated at 20 m and supported by geographical factors which showed slope  $> 45^{\circ}$ . In this research has not been known the depth of slip plane until a depth of 21.8 m.

Keywords: landslide, geoelectrical, Sendang Mulyo

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	6
C. Batasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN TEORI.....	9
A. Tanah Longsor.....	9
1. Pengertian Tanah Longsor.....	10
2. Klasifikasi Tanah Longsor .....	11
3. Faktor Penyebab Tanah Longsor.....	17
4. Bagian – Bagian Longsoran .....	21
B. Prinsip Dasar Metode Resistivitas.....	23
1. Resistivitas Semu .....	25
2. Resistivitas Batuan .....	26

C. Sifat Kelistrikan Batuan .....	27
1. Konduksi Secara Elaktronik.....	28
2. Konduksi Seacar Elektrolit.....	39
3. Konduksi Secara Delektrik.....	30
D. Metode Geolistirik Resistivitas .....	30
E. Pemodelan Metode Geolistrik .....	31
F. Potensial Pada Bumi Homogen Isotropis .....	32
G. Potensial Elektroda Arus Tunggal Pada Permukaan Homogen Isotropis ...	33
H. Potensial Listrik oleh Dua Sumber di Permukaan Medium Isotropis .....	33
I. Konfigurasi <i>Dipole-Dipole</i> .....	35
J. Geologi Regional Daerah Penelitian .....	36
1. Geomorfologi Kulon Progo.....	36
2. Stratigrafi Regional Kulon Progo.....	38
K. Kecamatan Samigaluh.....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>43</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	43
B. Instrumen Penelitian .....	43
1. Perangkat Keras .....	43
2. Perangkat Lunak .....	45
C. Teknik Pengambilan Data .....	46
1. Survei.....	46
2. Pengambilan Data.....	48
D. Teknik Analisis Data .....	50
1. Pengolahan Data .....	50
2. Interpretasi Data .....	51
E. Diagram Alir Penelitian .....	52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
A. Hasil Pengukuran Lintasan Pertama.....	56
B. Hasil Pengukuran Lintasan Kedua .....	59
C. Hasil Pengukuran Lintasan Ketiga .....	61
D. Hasil Pengukuran Lintasan Keempat .....	64

E. Hasil Pengukuran Lintasan Kelima .....	66
BAB V PENUTUP .....	75
A. Kesimpulan.....	75
B. Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	77
LAMPIRAN .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Kerentanan Longsor .....	2
Gambar 2. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Kulon Progo .....	4
Gambar 3. Tanah Longsor Akibat Curah Hujan yang Tinggi di Kabupaten Kulon Progo .....	10
Gambar 4. Skema Jenis Pergerakan Tanah Pada Lereng .....	12
Gambar 5. Menentukan Kemiringan Lereng .....	18
Gambar 6. Bagian – Bagian Longsoran .....	23
Gambar 7. Model Medium Resistif Berbentuk Balok .....	24
Gambar 8. Penjalaran Arus dan Beda Potensial Pada Suatu Medium .....	24
Gambar 9. Konsep Resistivitas Semu Pada Medium Berlapis .....	26
Gambar 10. Silinder Konduktor .....	28
Gambar 11. Sumber Arus Tunggal di Permukaan Medium Homogen Isotropis ...	33
Gambar 12. Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial Di Permukaan Tanah Homogen Isotrop Pada Tahanan Jenis $\rho$ .....	34
Gambar 13. Rangkaian Elektroda Konfigurasi <i>Dipole-Dipole</i> .....	36
Gambar 14. Peta Ancaman Bencana Tanah Longsor Kec. Samigaluh .....	41
Gambar 15. Peta Geologi Yogyakarta .....	42
Gambar 16. GPS merek Garmin tipe 78S .....	44
Gambar 17. Satu Set <i>Resistivitymeter</i> .....	44
Gambar 18. Desain Survei Penelitian Metode Geolistrik Resistivitas .....	47
Gambar 19. Bentangan Elektroda Pada 1 Lintasan .....	49
Gambar 20. Diagram Alir Prosedur Pengambilan Data di Lapangan .....	49
Gambar 21. Diagram Alir Penelitian .....	52
Gambar 22. Peta Historis Longsor yang Terjadi pada Tahun 2017 di Daerah Penelitian .....	53
Gambar 23. Hasil Lintasan Setelah dilakukan Pengukuran .....	54
Gambar 24. Hasil Pengolahan Data Sebelum <i>Input</i> Topografi .....	55
Gambar 25. Penampang Resistivitas Lintasan Pertama .....	56
Gambar 26. Penampang Resistivitas Lintasan Pertama .....	57

Gambar 27. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Pertama.....	58
Gambar 28. Sampel Batuan Dominan Pada Lintasan 1 .....	58
Gambar 29. Penampang Resistivitas Lintasan Kedua .....	59
Gambar 30. Penampang Resistivitas Lintasan Kedua .....	60
Gambar 31. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Kedua .....	61
Gambar 32. Sampel Batuan Yang Dominan Di Lintasan Kedua.....	61
Gambar 33. Penampang Resistivitas Lintasan Ketiga .....	62
Gambar 34. Penampang Resistivitas Lintasan Ketiga .....	63
Gambar 35. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Ketiga .....	63
Gambar 36. Penampang Resistivitas Lintasan Keempat.....	64
Gambar 37. Penampang Resistivitas Lintasan Keempat .....	65
Gambar 38. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Keempat .....	66
Gambar 39. Penampang Resistivitas Lintasan Kelima .....	66
Gambar 40. Penampang Resistivitas Lintasan Kelima .....	68
Gambar 41. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Kelima .....	68
Gambar 42. Gabungan Lima Lintasan Dengan <i>Software Encom 3D Discover</i> .....	71
Gambar 43. Lokasi Penelitian Yang Berhubungan Langsung Dengan Lokasi Longsor .....	73
Gambar 44. Material Yang Belum Mengalami Pelapukan .....	74

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Klasifikasi Pergerakan Lereng .....	11
Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng menurut USSM dan USLE .....	18
Tabel 3. Bagian-Bagian Longsoran .....	22
Tabel 4. Nilai Resistivitas Batuan .....	27
Tabel 5. Resistivitas Batuan Daerah Penelitian .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran .....	81
Lampiran 2. Konfigurasi Elektroda .....	93
Lampiran 3. Pengolahan Data Geolistrik .....	95
Lampiran 4. <i>Data Sheet Resistivity Meter</i> .....	101
Lampiran 5. Data <i>Export</i> .....	103
Lampiran 6. Dokumentasi .....	112

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

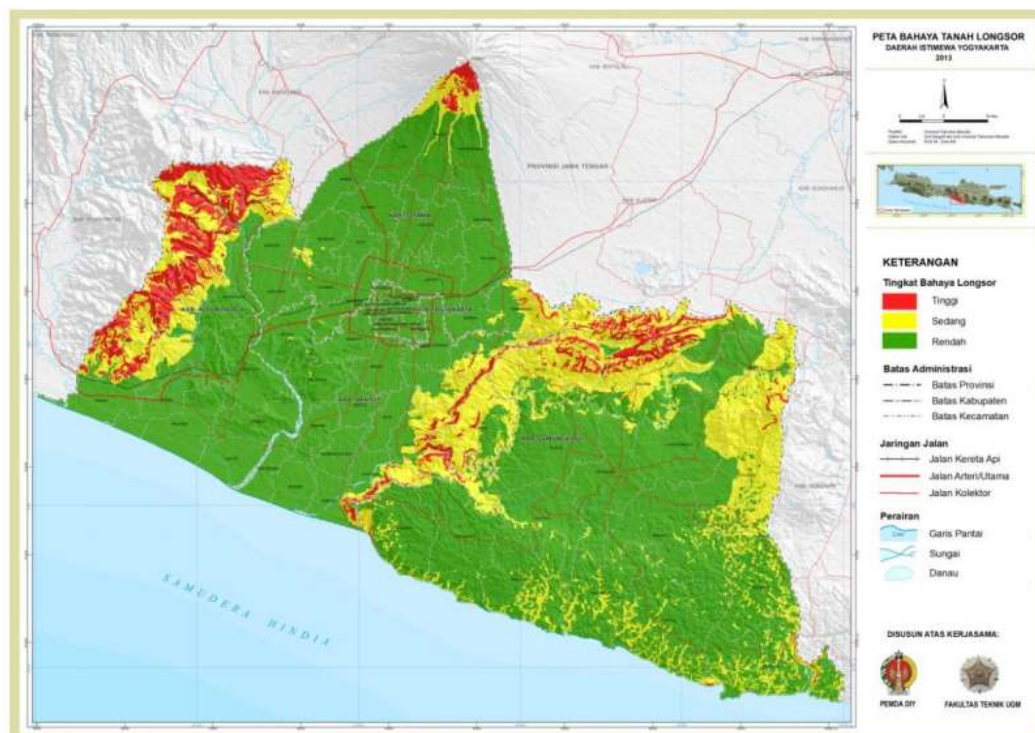
### **A. Latar Belakang Masalah**

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam kekayaan alam, namun Indonesia juga memiliki kekayaan akan bencana alam. Bencana alam menimbulkan resiko terhadap kehidupan manusia, baik kerugian harta benda maupun korban jiwa. Hal ini mendorong masyarakat di sekitar daerah bencana untuk memahami, mencegah dan menanggulangi bencana alam agar terjamin keselamatannya. Salah satu bentuk bencana alam yaitu tanah longsor. Bencana ini mengakibatkan kerusakan pada lahan tempat tinggal, terganggunya jalur lalu lintas, rusaknya lahan pertanian, kerusakan jembatan, saluran irigasi dan prasarana fisik lainnya. Terjadinya bencana tanah longsor dapat disebabkan oleh kondisi alam, perilaku manusia, dan letak geografis Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng besar dunia. Adanya pergerakan lempeng menyebabkan antar lempeng saling bertumbukan. Pada zona tumbukan tersebut terdapat zona penunjaman yang merupakan jalur gempa bumi dan membentuk pegunungan serta perbukitan di busur kepulauan dengan kemiringan terjal sampai sangat terjal.

Indonesia yang berada pada iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi memiliki kerentanan longsor yang cukup besar. Bertambahnya intensitas hujan mengakibatkan kerentanan longsor khususnya di daerah dengan topografi berbukit menjadi meningkat. Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena intensitas curah hujan meningkat dibulan tersebut. Musim kering

yang panjang menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah, akibatnya muncul pori-pori tanah hingga terjadi rekahan tanah pada permukaan. Ketika musim hujan, air akan masuk ke bagian rekahan dan terakumulasi di dasar lereng sehingga menimbulkan gerakan tanah atau longsor pada lereng.

Salah satu wilayah di Indonesia adalah Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah tersebut memiliki potensi tanah longsor bervariasi. Potensi longsor tinggi didominasi oleh daerah Kulon Progo. Hal ini dibuktikan pada peta persebaran longsor seperti pada Gambar 1.

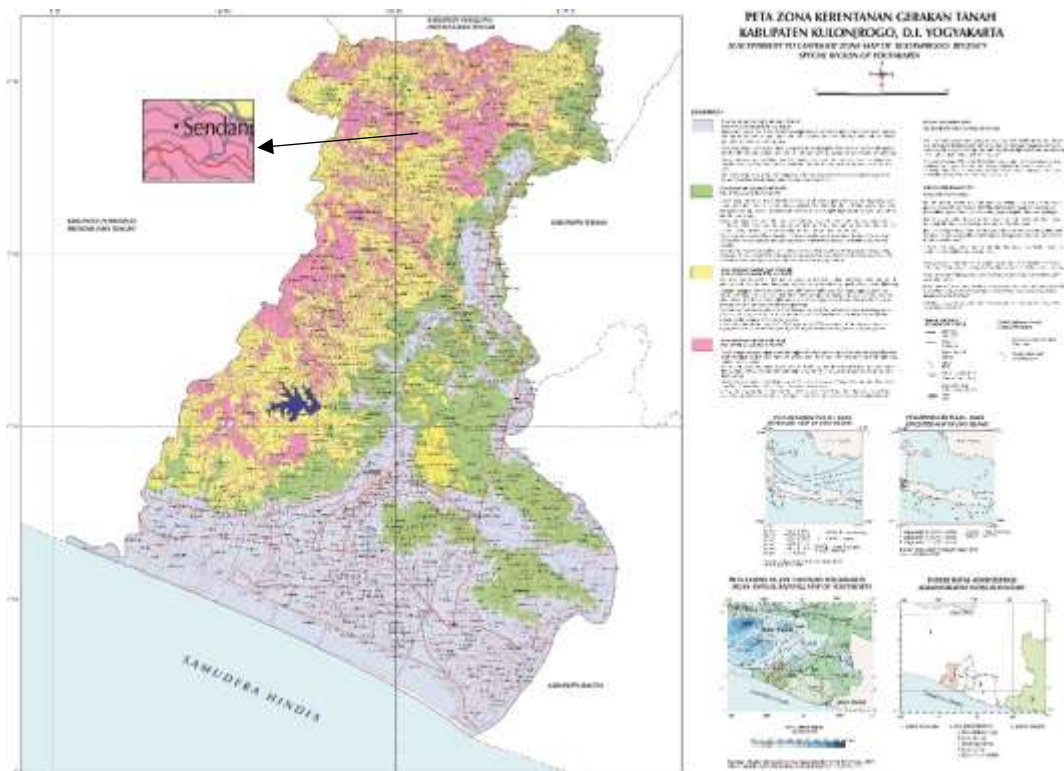


Gambar 1. Peta Kerentanan Longsor DIY (BPBD DIY, 2013)

Sebagian wilayah di Kabupaten Kulon Progo terbentuk oleh proses struktural, sehingga menghasilkan kenampakan perbukitan di sisi barat yang dikenal dengan Perbukitan Menoreh. Kondisi morfologi yang berbukit menjadikan sebagian

wilayah Kulon Progo rawan terhadap bencana longsor. Berdasarkan catatan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kulon Progo terdapat 22 desa dari 6 kecamatan di Kulon Progo yang pernah mengalami longsor. Daerah tersebut di antaranya adalah Desa Ngargosari, Pagerharjo, Gerbosari, Banjaroyo, Sidoharjo, Banjarsari, Banjararum, Purwoharjo, Giripurwo, Hargetirto, Hargowilis, Hargomulyo, Hargorejo, Pengasih, Kedungsari, Karang Sari, Purwosari, dan Kalirejo. Sepanjang tahun 2014 tercatat 385 kejadian tanah longsor, 338 orang meninggal, ratusan rumah rusak dan 13.262 orang harus mengungsi. Bencana tanah longsor terus meningkat sejak tahun 2005 hingga 2014 dan kejadian longsor banyak terjadi pada bulan Januari Februari hingga puncak musim penghujan (Utomo, 2014). Pada tahun 2017, setidaknya tercatat 164 titik longsor di Kulon Progo (BPBD Kulon Progo, 2017).

Berdasarkan penelitian Sugiharyanto, dkk. (2009) diketahui bahwa Samigaluh merupakan kecamatan yang memiliki kerentanan longsor bervariasi. Sebaran daerah yang rentan terhadap tanah longsor kategori rendah meliputi luas 137452,738 m<sup>2</sup>, tingkat potensi kerentanan longsor lahan sedang meliputi luas 1802821,545 m<sup>2</sup>, tingkat potensi kerentanan longsor lahan kategori tinggi meliputi luas mencapai 59528338,83 m<sup>2</sup>, dan tingkat potensi kerentanan longsor lahan sangat tinggi mencakup luas 5972359,72 m<sup>2</sup>. Selain itu, daerah penelitian merupakan zona yang memiliki kerentanan gerakan tanah tinggi (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Kulon Progo (PVMBG, 2019)

Data kerentanan longsor di daerah penelitian tersebut didukung oleh pemetaan cepat (*rapid mapping*) di sebagian Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, dan Girimulyo. Pemetaan tersebut dilakukan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) yang bekerjasama dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Kulon Progo. Pemetaan dilakukan setelah terjadi bencana Siklon Tropis Cempaka pada tanggal 28 – 30 November 2017 di selatan Pulau Jawa. Peristiwa tersebut menyebabkan potensi kejadian longsor di Kabupaten Kulon Progo semakin tinggi. Hasil pemetaan menyatakan di Kecamatan Samigaluh terdapat longsor terpanjang akibat badai tersebut. Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo merupakan lokasi utama di Kecamatan Samigaluh yang memiliki longsor

terpanjang tersebut. Desa Purwoharjo memiliki tingkat kerawanan longsor bervariasi mulai dari rendah hingga sangat tinggi. Jumlah penduduk yang tidak sedikit ditambah dengan kondisi geologi di desa tersebut menyebabkan masyarakat membutuhkan data mitigasi bencana untuk mengetahui pola persebaran longsor pada daerah tersebut.

Penelitian terkait pengetahuan tentang struktur lapisan bawah permukaan sangat diperlukan untuk memberikan perkiraan tentang kerawanan suatu daerah terhadap bencana alam, terutama untuk bencana longsor dan sebagai mitigasi bencana longsor. Geofisika merupakan ilmu yang dapat mempelajari keadaan bawah permukaan bumi berdasarkan sifat-sifat batuan penyusunnya (Sherrif, 2002). Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah geolistrik resistivitas.

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat resistivitas tanah untuk mempelajari keadaan bawah permukaan bumi. 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. Metode geolistrik resistivitas memiliki beberapa kelebihan yaitu bersifat tidak merusak lingkungan, pengoperasian mudah dan cepat, biayanya murah, dan dapat mengidentifikasi kedalaman sampai beberapa meter (Panissod, dkk., 2001) sehingga banyak dipakai dalam survei lingkungan seperti untuk menentukan stabilitas lereng (Hack, 2000),

survei daerah rawan longsor (Prayogo & Wahyono, 2003), dan investigasi pergerakan massa (*mass movement*) (Meric, dkk., 2005).

Belum ada penelitian terkait longsor di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo. Penelitian identifikasi struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas di daerah tersebut dapat memberikan informasi tambahan mengenai daerah potensi longsor di Kecamatan Samigaluh. Penelitian ini akan memberikan manfaat kepada masyarakat Desa Purwoharjo untuk meminimalisir korban bencana, dan memberikan wawasan letak pendirian bangunan yang jauh dari daerah rawan longsor.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Desa Purwoharjo merupakan salah satu desa di Kabupaten Kulon Progo yang rawan bencana tanah longsor.
2. Belum ada penelitian struktur bawah permukaan menggunakan metode geolistrik di Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo untuk menanggulangi bencana tanah longsor.

## **C. Batasan Masalah**

Merujuk pada latar belakang dan identifikasi masalah, maka masalah dapat dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di lereng bukit Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo dengan luas daerah 22000 m<sup>2</sup>.
2. Konfigurasi yang digunakan pada pengukuran ini adalah konfigurasi *dipole-dipole*.
3. Pengambilan data dilakukan sebanyak 4 lintasan, 2 lintasan sepanjang 150 m dan 2 lintasan sepanjang 120 yang saling memotong.

#### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini menitikberatkan pada:

1. Berapa resistivitas lapisan tanah yang terdapat di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo?
2. Bagaimana struktur bawah permukaan daerah rawan longsor di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo?
3. Berapa kedalaman bidang gelincir dan volume muatan yang diperkirakan terbawa longsor di lokasi penelitian?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan besar resistivitas lapisan tanah yang terdapat di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo.
2. Menentukan struktur bawah permukaan zona kerentanan longsor di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo.

3. Menentukan kedalaman bidang gelincir dan volume muatan yang diperkirakan terbawa longsor di lokasi penelitian.

**F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat digunakan sebagai sumber kajian untuk melakukan penelitian lebih lanjut pada daerah rawan longsor di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo.
2. Dapat digunakan sebagai data mitigasi dan informasi tentang potensi bencana tanah longsor di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Tanah Longsor**

Tanah sangat penting dalam kehidupan manusia. Tanah mempunyai beberapa definisi, tanah dapat diartikan sebagai semua bahan lepas yang berada di atas batuan dasar. Tanah merupakan hasil akhir dari proses pelapukan. Penghancuran batuan secara fisika dan kimia merupakan proses pelapukan. Tanah mengandung bahan organik yang bercampur dengan komponen mineral. Ditinjau dari sudut geoteknik, tanah adalah kumpulan dari bagian – bagian padat, tidak terikat satu dengan yang lain. Terdapat secara alami, dapat dipisahkan menjadi partikel yang lebih kecil dan di dalam bentuk massa mengandung banyak rongga. Rongga-rongga di antara bagian-bagian tersebut berisi udara atau air (Bowles, 1991).

Jenis tanah pelapukan yang sering dijumpai di Indonesia adalah hasil letusan gunung api. Tanah ini memiliki komposisi sebagian besar lempung dengan sedikit pasir dan bersifat subur. Tanah pelapukan yang berada di atas batuan kedap air pada perbukitan atau punggung dengan kemiringan sedang hingga terjal berpotensi mengakibatkan tanah longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Jika perbukitan tersebut tidak ada tanaman yang berakar kuat dan dalam, maka kawasan tersebut rawan bencana tanah longsor. Pada kebanyakan peristiwa longsor, keruntuhan lereng selalu terjadi ketika musim penghujan atau ketika terjadi badai yang membawa curah hujan yang sangat tinggi hingga mencapai lebih dari

1000 mm. Pada Gambar 3 ditunjukkan kejadian tanah longsor pada pemukiman akibat curah hujan di Kulon Progo.



Gambar 3. Tanah Longsor Akibat Curah Hujan yang Tinggi di Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta (Muntohar, 2015)

### 1. Pengertian Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng yang berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng (Muntohar, 2015).

Pada prinsipnya, tanah longsor terjadi ketika gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh

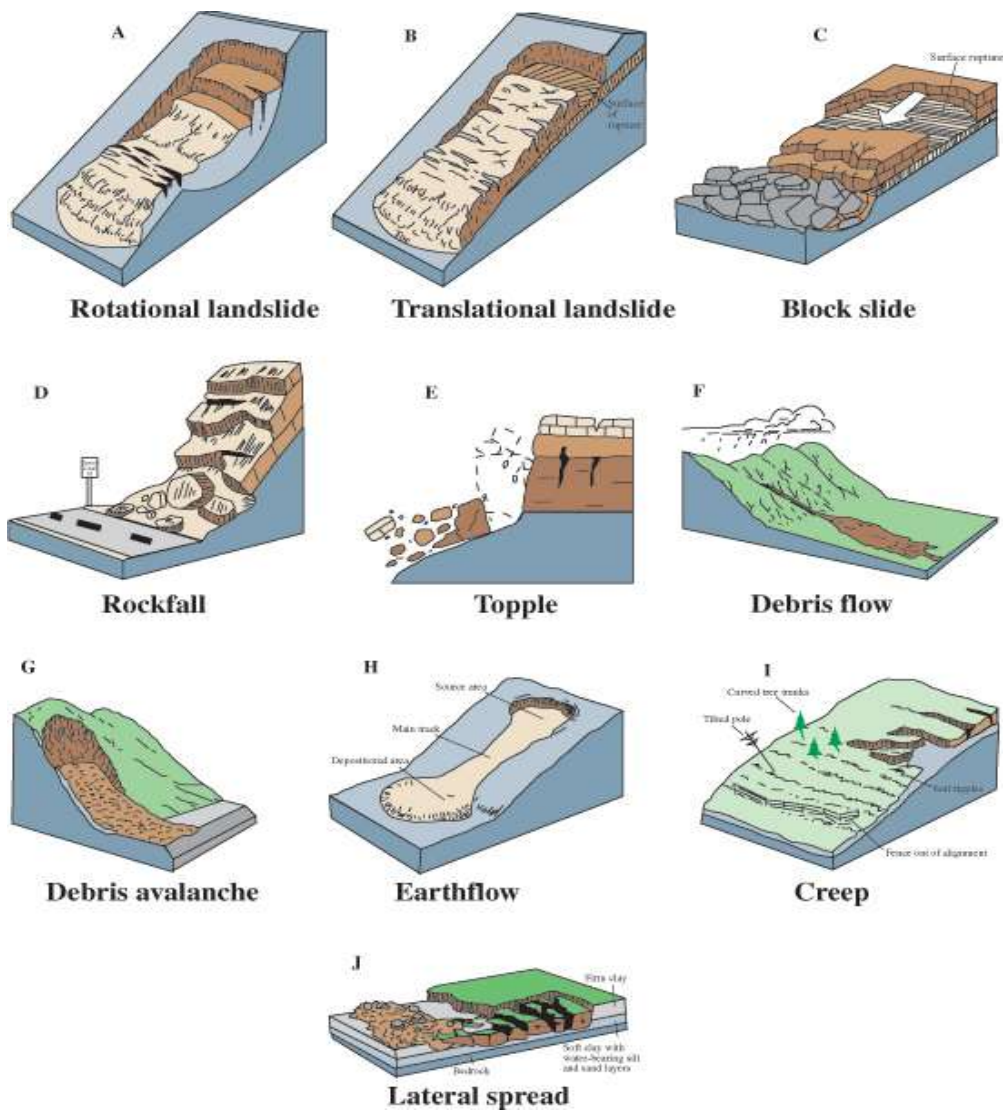
kekuatan batuan dan kepadatan tanah, sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya kemiringan lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di sekitar lereng yang sejajar dengan arah tebing serta munculnya air secara tiba-tiba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

## 2. Klasifikasi Tanah Longsor

Longsor biasanya terjadi pada lahan berbukit, lahan hasil pemotongan lereng untuk jalan atau permukiman, dan juga lahan – lahan galian tambang. Longsor terjadi karena lereng tidak stabil, sehingga material atau batuan di atas lereng bergerak menurun. Berdasarkan mekanisme terjadinya longsor, tanah longsor dapat dibagi menjadi empat jenis, yaitu luncuran (*slide*), runtuhan (*fall*), jatuhan (*topple*), dan aliran (*flow*). Sistem klasifikasi lain yang digunakan adalah dengan memasukkan beberapa variabel tambahan, seperti kecepatan pergerakan (*rate of movement*) dan kandungan air, udara dan es pada material yang mengalami longsor. Klasifikasi pergerakan lereng tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi Pergerakan Lereng (Varnes, 1978)

Jenis Pergerakan	Jenis Material		
	Batuan	Tanah	
		Butir Kasar	Butir Halus
Runtuhan ( <i>falls</i> )	Runtuhan batu	Runtuhan <i>debris</i>	Runtuhan tanah
Jatuhan ( <i>topples</i> )	Jatuhan batu	Jatuhan <i>debris</i>	Jatuhan tanah
Longsoran ( <i>slides</i> )	Longsoran batu	<i>Debris slide</i>	<i>Earth slide</i>
Lateral ( <i>lateral spread</i> )	Batuan menyebar	<i>Debris</i> menyebar	Tanah menyebar
Aliran ( <i>flow</i> )	Aliran batu Rayapan batu	Aliran <i>debris</i> Rayapan tanah	Aliran tanah Rayapan tanah
Komplek ( <i>complex</i> )	Kombinasi dua atau lebih dari jenis pergerakan tanah		



Gambar 4. Skema Jenis Pergerakan Tanah pada Lereng (Highland, 2004)

Secara lebih rinci, Tabel 1 dapat diuraikan dengan penjelasan seperti berikut:

a. Keruntuhan geser atau longsoran (*sliding failures*)

Pergerakan tanah ini terjadi karena perbedaan jenis lapisan tanah yang mana lapisan tanah atau batuan yang stabil berada di atas lapisan yang tidak stabil. Terdapat dua jenis runtuh tanah longsoran yaitu longsoran rotasi dan longsoran translasi. Perbedaan keduanya adalah pada bentuk bidang gelincirnya. Bidang

longsor pada jenis rotasi berbentuk cekung ke atas (Gambar 4A), sedangkan bidang longsor translasi berupa bidang datar dengan sedikit berbentuk cekungan ke atas (Gambar 4B). Pergerakan tanah jenis translasi dapat pula dalam satu kesatuan berupa blok tanah (Gambar 4C).

b. Runtuhan batuan (*fall failures*)

Keruntuhan jenis ini lebih sering terjadi pada lereng batuan dimana batuan bergerak hingga terlepas dari lereng yang terjal seperti pada Gambar 4D. Pergerakan massa batuan dipengaruhi oleh gravitasi, proses pelapukan mekanis, dan rembesan air. Longsor jenis runtuhan batuan ini biasanya terjadi pada agregat batuan yang pelapukannya tidak merata, batuan yang mempunyai banyak kekar (*joint*) atau retakan (*fracture*). Longsor jenis ini juga dapat terjadi pada batas antara dua jenis batuan berbeda atau zona kontak batuan (*bedding planes*).

c. Jatuhan (*toppling failures*)

Jatuhan (*topples*) adalah gerakan material jatuh dan biasanya terjadi pada lereng batuan yang sangat terjal sampai tegak dan mempunyai bidang – bidang relatif vertikal. Gerakan batuan longsor adalah mengguling hingga roboh yang berakibat lepasnya batuan dari permukaan lerengnya (Gambar 4E). Faktor utama yang menyebabkan longsor ini biasanya dikarenakan adanya air yang mengisi retakan sehingga terjadi robohan batuan atau tanah.

d. Longsor Aliran (*Flows failures*)

Aliran (*flow*) adalah longSORan material yang menuruni lereng dengan ukuran yang bervariasi mulai dari fragmen tanah halus sampai bongkah yang bercampur dengan air. Longsor aliran memiliki perbedaan karakteristik, yaitu:

1) Aliran *debris* (*debris flow*)

Gambar 4F memperlihatkan skema aliran *debris* (*debris flow*). Pada tipe ini, material longsoran adalah campuran material-material berupa tanah lepas, batuan, bahan-bahan organik, udara, serta air yang membentuk massa material menjadi lebih cair, yang kemudian bergerak secara cepat menuruni lereng. Aliran *debris* meliputi kandungan lapisan tanah bergradasi baik kurang dari 50 % yang biasanya berasal dari aliran air permukaan (*run-off water*). Aliran air permukaan tersebut menghanyutkan dan membawa tanah lepas atau batuan pada lereng yang curam. Aliran *debris* secara umum juga berbeda dengan tipe tanah longsor lainnya, materialnya berada pada kondisi jenuh air, dan mengandung proporsi lanau dan pasir yang besar. Wilayah sumber aliran *debris* umumnya berbentuk selokan yang curam (*steep gullies*), dan sisa-sisa material aliran *debris* dapat diindikasikan oleh kandungan sebaran *debris* pada mulut selokan. Aliran *Debris* adalah longsoran material dengan ukuran yang bervariasi (dari halus hingga kasar) yang bercampur dengan air. Aliran *Debris* biasanya terjadi pada waktu hujan deras pada lereng curam. Aliran *Debris* merupakan salah satu jenis longsor yang sering terjadi di Indonesia. *Debris* bahan rombakan (*debris avalanche*) adalah jenis aliran *debris* yang bergerak sangat cepat dan dalam massa yang besar. Skema ilustrasi aliran tipe ini ditunjukkan pada Gambar 4G.

2) Aliran tanah (*earthflow*)

Longsoran dengan jenis aliran ini memiliki karakteristik hampir sama dengan aliran *debris*, hanya saja ukuran materialnya relatif halus dan seragam. Aliran tanah biasanya terjadi pada lahan dengan kemiringan lereng yang tidak terlalu curam

sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 4H. Tanah pada lereng berada dalam kondisi cair dan mengalir membentuk sebuah "mangkuk". Longsoran ini selalu terjadi pada material – material yang bergradasi baik atau lempung bebatuan pada lereng yang lunak serta berada pada kondisi jenuh air. Akan tetapi, longsoran jenis ini juga bisa terjadi pada material granular yang kering. Jika aliran tanah mengandung 50% pasir, lanau, partikel lempung, maka material ini dapat bergerak secara cepat. Jenis aliran tanah ini sering disebut dengan aliran lumpur (*mudflow*).

### 3) Rayapan (*creep*)

Rayapan adalah aliran material berupa batuan dan tanah pada lereng, yang bergerak secara sangat perlahan dan dalam waktu yang relatif lama, mantap (*steady*), dan bergerak menurun (tidak seperti longsor yang sifat gerakannya cepat dan dalam waktu yang singkat). Pergerakan material disebabkan oleh cukupnya tegangan geser untuk mengakibatkan terjadinya deformasi tetap (*permanent deformation*), tetapi sangat kecil untuk mengakibatkan terjadinya retakan atau kerusakan geser. Terdapat tiga jenis aliran rayapan yaitu berubah-ubah (*seasonal*), dimana pergerakan material terjadi sampai pada kedalaman tanah yang suhu dan kelembapannya berubah-ubah, menerus (*continuous*), dimana tegangan geser secara terus menerus melebihi kekuatan material, dan bertahap (*progressive*), dimana lereng mencapai titik keretakan seperti pada tipe pergerakan massa material lainnya. Secara visual kenampakan *soil creep* tidak mudah dikenali dalam waktu yang singkat karena kenampakan morfologi permukaannya biasanya relatif tidak terlalu berubah. Ada beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi rayapan, antara lain adanya pohon, tiang listik yang miring, dan

retak-retak pada permukaan tanah seperti gelombang-gelombang tanah atau punggung bukit (Gambar 4I).

e. Longsoran lateral (*lateral-spreading failures*)

Longsoran lateral adalah peristiwa yang unik karena terjadi pada kemiringan yang landai atau pada wilayah yang cenderung datar (Gambar 4J). Karakteristik dominan dari pergerakan materialnya adalah perpanjangan lateral yang diikuti dengan retakan geser dan tarik. Longsoran ini terjadi karena likuifaksi, dimana terjadinya likuifaksi karena kondisi material tanah yang jenuh air, lepas, serta daya lekat sedimennya rendah sehingga menyebabkan kondisi tanah berubah dari padat menjadi cair. Longsoran ini biasanya terjadi karena dipicu oleh pergerakan tanah yang cepat, seperti ketika terjadinya gempa. Ketika material yang saling terikat baik itu batuan dasar ataupun tanah, berubah kondisinya menjadi cair, blok bagian atas akan mengalami kerusakan atau keretakan dan meluas dan kemudian material tersebut berkurang, berubah bentuk, berotasi atau berputar, hancur atau mencair dan kemudian akan mengalir. Longsoran sebaran lateral di wilayah yang landai untuk material bergradasi baik berlangsung secara bertahap. Longsoran terjadi secara tiba-tiba pada sebuah wilayah yang sempit dan menyebar secara cepat. Secara umum, tanda terjadi longsor dimulai dengan adanya runtuh sedikit material. Kombinasi dua atau lebih jenis longsoran di atas disebut sebagai tanah longsor kompleks.

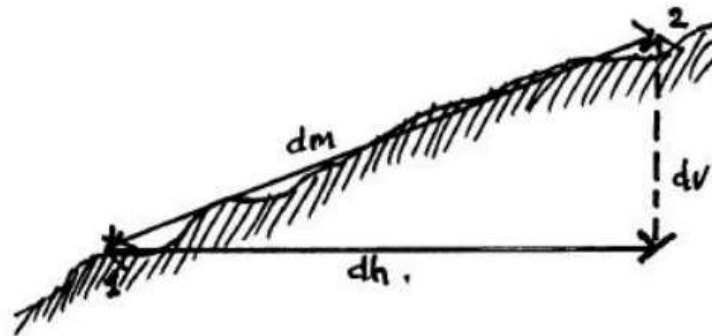
### **3. Faktor Penyebab Tanah Longsor**

Faktor-faktor penyebab longsor lahan meliputi faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif mengontrol terjadinya longsor lahan sedangkan faktor aktif pemicu terjadinya longsor lahan (Thornbury & William, 1969). 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.

#### **a. 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.

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 5.



Gambar 5. Menentukan Kemiringan Lereng (Nawawi, 2001)

Pada Gambar 5,  $dm$  adalah jarak miring,  $dv$  adalah jarak vertikal, dan  $dh$  adalah jarak horizontal. Kemiringan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Kemiringan lereng dalam persen} = \frac{dv}{dh} (100\%) = \tan \alpha (100\%) \quad (1)$$

$$\text{Kemiringan lereng dalam derajat } (\alpha) = \text{Arc Cos } \frac{dh}{dm} \quad (2)$$

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.** Klasifikasi Kemiringan Lereng menurut USSM (*United Stated Soil System Management*) dan USLE (*United Soil Loss Equation*) (Arfiansah, 2015)

Kemiringan		Keterangan
( $^\circ$ )	(%)	
< 1	0 – 2	Datar – hampir datar
1 – 3	3 – 7	Sangat landai
3 – 6	8 – 13	Landai
6 – 9	14 – 20	Agak curam
9 – 25	21 – 55	Curam
25 – 65	56 – 140	Sangat curam
> 65	> 140	Terjal

#### b. 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).

#### c. 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.

#### d. 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.

e. 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.

f. 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 (Kuncoro, 1994).

g. 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.

#### h. 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 (Arsyad, 1989). 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).

#### i. Faktor Iklim

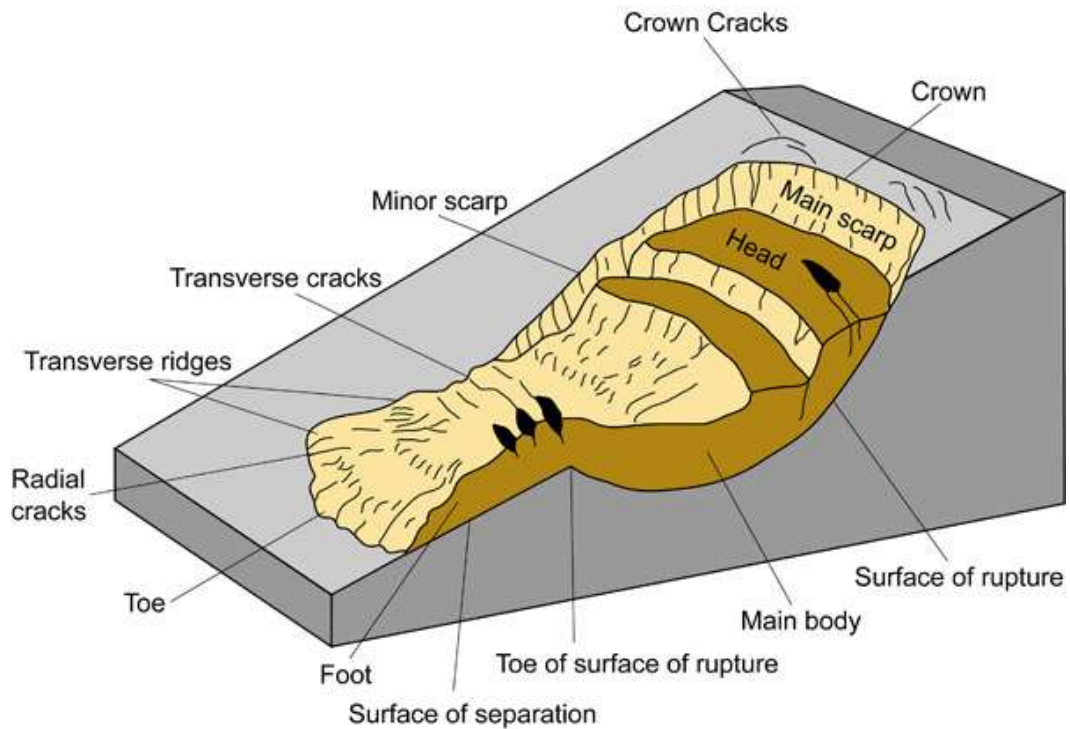
Faktor iklim yang berpengaruh terhadap longsor lahan adalah curah hujan karena kejadian longsor sering terjadi pada musim hujan. Pada musim hujan ketahanan batuan tanah penyusun lereng menurun tajam dan menyebabkan lereng menjadi labil dan terjadi longsor.

### **4. Bagian – Bagian Longsoran**

Longsoran dengan bidang gelincir melengkung banyak terjadi di Indonesia, terutama pada lereng dengan tanah lempung atau lempung pasir. Untuk itu perlu adanya pemahaman istilah teknis tentang bagian-bagian pada geometri suatu longsoran. Pemahaman tentang bagian-bagian geometri longsoran ini diperlukan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan longsoran. Bagian – bagian tersebut dijelaskan pada Tabel 3 dan ditunjukkan oleh Gambar 6.

**Tabel 3.** Bagian-Bagian Longsoran (Varnes,1978 dalam BAPEKOINDA, 1996)

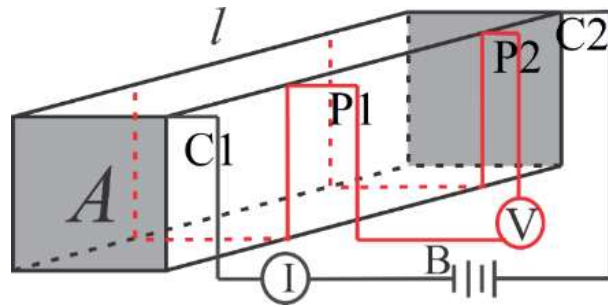
<b>Nama</b>	<b>Definisi</b>
Mahkota longsoran	Daerah yang tidak bergerak dan berdekatan dengan bagian tertinggi dari tebing atau gawir utama longsoran
Tebing atau gawir utama longsoran	Permukaan lereng yang curam pada tanah yang tidak terganggu dan terletak pada bagian atas dari longsoran
Puncak longsoran	Titik tertinggi yang terletak di antara kontak material yang bergerak atau pindah dengan tebing atau gawir utama longsoran
Kepala longsoran	Bagian atas dari longsoran sepanjang kontak antara material yang bergerak atau pindah dan tebing atau gawir utama longsoran
Tebing atau gawir minor	Permukaan yang curam pada material yang bergerak atau pindah yang dihasilkan oleh pergerakan ikutan dari material longsoran
Tubuh utama	Bagian longsoran yang terletak pada material yang bergerak yang merupakan tampalan antara bidang gelincir, tebing utama longsoran dan jari bidang gelincir
Kaki longsoran	Bagian dari longsoran yang bergerak mulai dari jari bidang gelincir dan bertampalan dengan permukaan tanah asli
Ujung longsoran	Titik pada jari kaki longsoran yang letaknya paling jauh dari puncak longsoran
Jari kaki longsoran	Bagian paling bawah longsoran yang biasanya berbentuk lengkung, berasal dari material longsoran yang bergerak dan letaknya paling jauh dari tebing utama
Bidang gelincir	Bidang kedap air yang menjadi landasan Bergeraknya massa tanah
Jari dari bidang gelincir	Tampalan antara bagian bawah dari bidang gelincir longsoran dengan permukaan tanah asli
Permukaan pemisah	Bagian dari permukaan tanah asli yang bertampalan dengan kaki longsoran
Material yang bergerak	Material yang bergerak dari posisi asli yang digerakkan oleh longsoran yang dibentuk oleh massa yang tertekan dan akumulasi massa
Daerah yang tertekan	Daerah dari longsoran yang terdapat di dalam material yang bergerak dan terletak di bawah permukaan tanah asli
Zona akumulasi	Daerah dari longsoran yang terdapat di dalam material yang bergerak dan terletak di atas permukaan tanah asli
Penekanan	Volume yang dibentuk oleh tebing utama longsoran, massa yang tertekan dan permukaan asli
Massa yang tertekan	Volume dari material yang bergerak bertampalan dengan bidang gelincir tetapi berada di bawah permukaan tanah asli
Akumulasi	Volume dari material yang bergerak dan terletak di atas permukaan tanah asli
Sayap	Material yang tidak mengalami pergerakan yang berdekatan dengan sisi samping bidang gelincir
Permukaan tanah yang asli	Permukaan lereng sebelum terjadi longsoran



Gambar 6. Bagian-Bagian Longsoran (Highland, 2004)

## B. Prinsip Dasar Metode Resistivitas

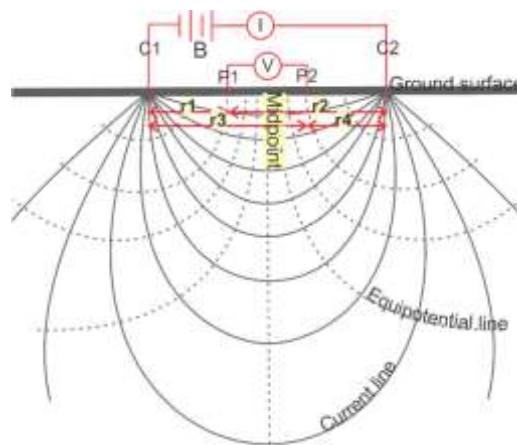
Metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis) merupakan salah satu dari kelompok metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat-sifat aliran listrik pada medium bawah permukaan. Prinsip dasar metode ini adalah dengan menginjeksikan arus sebesar  $I$  melalui dua buah elektroda arus (C1 dan C2) dan mengukur nilai beda potensial  $V$  melalui elektroda potensial (P1 dan P2). Sesuai dengan Hukum Ohm maka besar arus listrik  $I$  yang mengalir melalui sebuah penghantar atau konduktor akan selalu berbanding lurus dengan beda potensial ( $\Delta V$ ) yang diterapkan kepadanya dan berbanding terbalik dengan resistansinya.



Gambar 7. Model Medium Resistif Berbentuk Balok (Suhari, 2015)

Nilai resistivitas ( $\rho$ ) didapat dari persamaan (5) dengan mengasumsikan bentuk resistor adalah balok (Gambar 7) dengan  $l$  merupakan panjang medium, dan  $A$  adalah luas penampangnya, sedangkan  $B$  adalah sumber arus. Nilai  $\frac{A}{l}$  ini bisa disebut sebagai faktor geometri atau dilambangkan sebagai  $k$ .

Sedangkan pada medium tanah atau bumi, kita tidak bisa mengasumsikan medium sebagai bentuk balok. Pada medium bumi, injeksi arus melalui elektroda akan menyebar segala arah secara radial, sehingga persebaran arus akan berbentuk setengah bola untuk asumsi permukaan tanah yang datar (Gambar 8).



Gambar 8. Penjalaran Arus dan Beda Potensial pada Suatu Medium (modifikasi dari Todd, 1959)

Dengan demikian, nilai  $k$  tidak lagi bernilai sama dengan  $\frac{A}{l}$ . Untuk mengetahui nilai  $k$  ini maka dicari dengan menentukan nilai potensial pada suatu titik, misalnya P1 atau P2. Dengan asumsi bahwa persebaran arus ini membentuk setengah bola, maka beda potensial pada jarak  $dr$  didefinisikan sebagai berikut,

$$dV = IR = I\rho \frac{l}{A} = I\rho \frac{dr}{2\pi r^2} \quad (3)$$

Sedangkan untuk nilai potensial pada suatu titik merupakan integral dari persamaan (3). Maka nilai potensial pada titik P1 yang berjarak  $r_1$  dari C1 dan berjarak  $r_2$  dari C2 adalah,

$$\begin{aligned} V_{P1} &= \int_{r_1}^{r_2} dV \\ &= \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

Dengan cara yang sama, nilai potensial pada P2 adalah,

$$V_{P2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (5)$$

sehingga nilai beda potensial yang terukur melalui P1 dan P2 adalah,

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_{P1} - V_{P2} \\ &= \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

## 1. Resistivitas Semu

Pada metode resistivitas ini diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada elektroda. Pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan  $\rho$  yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama

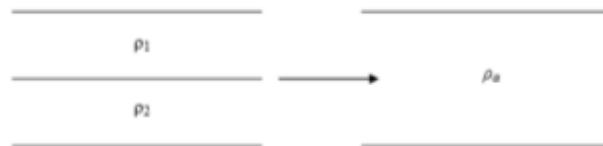
untuk spasi elektroda yang lebar. Resistivitas semu ini dirumuskan dengan persamaan,

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I} \quad (7)$$

dimana  $\rho_a$  adalah resistivitas semu (ohm meter),  $k$  adalah faktor geometri,  $\Delta V$  adalah beda potensial (volt), dan  $I$  adalah kuat arus (ampere).

Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau, seperti Gambar 9, dimana medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapisan dengan resistivitas berbeda ( $\rho_1$  dan  $\rho_2$ ) dianggap medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu  $\rho_a$  dengan konduktansi masing-masing lapisan:

$$\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (8)$$



Gambar 9. Konsep Resistivitas Semu pada Medium Berlapis

## 2. Resistivitas Batuan

Harga tahanan jenis batuan tergantung pada macam-macam materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air, serta kualitas dan suhu. Dengan demikian tidak ada kepastian harga tahanan jenis untuk setiap macam batuan pada akuifer yang terdiri dari material lepas. Nilai resistivitas batuan ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Resistivitas Batuan (Telford, dkk., 1990)

<b>Material</b>	<b>Resistivitas (ohm-meter)</b>
Udara ( <i>air</i> )	0
Pirit ( <i>Pyrite</i> )	0,01 – 100
Kwarsa ( <i>Quartz</i> )	500 – 800000
Kalsit ( <i>Calcite</i> )	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu ( <i>Rock Salt</i> )	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit ( <i>Granite</i> )	200 – 10000
Andesit ( <i>Andesite</i> )	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal ( <i>Basalt</i> )	200 – 100000
Gamping ( <i>Limestones</i> )	500 – 10000
Batu Pasir ( <i>Sandstones</i> )	200 – 8000
Batu Tulis ( <i>Shales</i> )	20 – 2000
Pasir ( <i>Sand</i> )	1 – 1000
Lempung ( <i>Clay</i> )	1 – 100
Air Tanah ( <i>Ground Water</i> )	0,5 – 300
Air Asin ( <i>Sea Water</i> )	0,2
Magnetit ( <i>Magnetite</i> )	0,01 – 1000
Kerikil Kering ( <i>Dry Gravel</i> )	600 – 10000
Aluvium ( <i>Alluvium</i> )	10 – 800
Kerikil ( <i>Gravel</i> )	100 – 600
Pasir Lempungan ( <i>Consolidated Shales</i> )	$20 - 2 \times 10^3$

### C. Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat kelistrikan batuan adalah karakteristik dari batuan bila dialirkan arus listrik ke dalamnya. Batuan di alam ini dapat dianggap sebagai medium listrik seperti pada kawat penghantar listrik, sehingga mempunyai tahanan jenis (resistivitas). Tahanan jenis batuan adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghambat arus listrik.

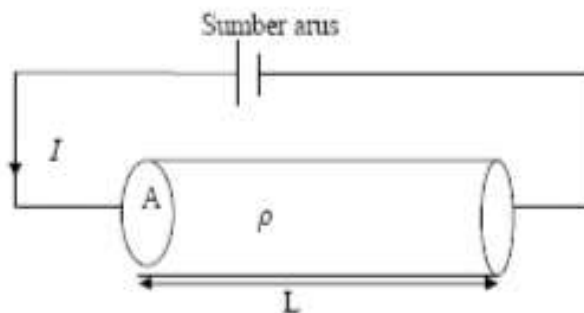
Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik.

## 1. Konduksi Secara Elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghambat arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

Jika ditinjau suatu silinder dengan panjang  $L$  (m), luas penampang  $A$  (m<sup>2</sup>), dan resistivitas  $\rho$  ( $\Omega$ m), seperti diilustrasikan pada Gambar 10, maka  $R$  dapat dirumuskan (Hendrajaya & Idham, 1990):

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (9)$$



Gambar 10. Silinder Konduktor (Nurhidayah, 2013)

Besarnya nilai resistivitas dari silinder konduktor ini dapat ditentukan menggunakan persamaan (3). Secara fisis rumus tersebut dapat diartikan jika panjang silinder konduktor dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang  $A$  berkurang

maka resistansi juga meningkat,  $\rho$  adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam  $\Omega\text{m}$ .

Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi ( $R$ ) dirumuskan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (10)$$

sehingga didapatkan nilai resistivitas  $\rho$ :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (11)$$

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (12)$$

namun lebih sering digunakan sifat konduktivitas  $\sigma$  batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas  $\rho$  dengan satuan mho/m.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (13)$$

dengan  $J$  adalah rapat arus (ampere/m<sup>2</sup>) dan  $E$  adalah medan listrik (volt/m).

## 2. Konduksi Secara Elektrolit

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

### **3. Konduksi Secara Dielektrik**

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas yang 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. Peristiwa ini tergantung pada konduksi dielektrik batuan yang bersangkutan.

#### **D. Metode Geolistrik Resistivitas**

Geolistrik merupakan metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan medan elektromagnet yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi (Kanata, dkk., 2008).

Prinsip metode geolistrik tahanan jenis yaitu arus diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektroda potensial di permukaan bumi. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (Broto dan Afifah, 2008).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas yaitu: Konfigurasi Wenner, Konfigurasi Schlumberger, dan Konfigurasi *dipole-dipole*. Masing-masing konfigurasi elektroda di atas memiliki kelebihan dan

kekurangan. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengukuran harus terlebih dahulu diketahui dengan jelas tujuannya sehingga kita dapat memilih jenis konfigurasi yang cocok dan efisien untuk digunakan.

#### **E. Pemodelan Metode Geolistrik**

Bates dan Jackson (1985) mengartikan litologi menjadi 2, yaitu litologi adalah karakteristik fisik dari batuan, dan litologi adalah deskripsi batuan pada singkapan berdasarkan karakteristiknya, seperti warna, komposisi mineral dan ukuran butir. Setiap batuan memiliki bentuk, kekerasan, kasar dan halus nya permukaan yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan oleh materi penyusun batuan yang berbeda. Untuk mengetahui litologi bawah permukaan, maka dibutuhkan pemodelan berdasarkan metode geolistrik tersebut.

Pemodelan 2D berdasarkan metode geolistrik resistivitas dapat menggunakan *software* Res2DinV. Bukan hanya untuk konfigurasi *dipole-dipole* saja, namun dapat juga digunakan untuk konfigurasi Wenner, *Pole-Pole*, *Pole-Dipole*, dan Wenner-Schlumberger. Perangkat lunak tersebut menggunakan metode *invers* untuk menentukan lapisan batuan pada struktur bawah permukaan. Input yang diterima adalah resistansi ( $R$ ), dan output yang dikeluarkan adalah resistivitas ( $\rho$ ). Nilai tahanan jenis (resistivitas) yang sudah diolah menggunakan *software* Res2DinV diinterpretasikan dengan cara mencocokkan tabel tahanan jenis dengan geologi daerah penelitian sehingga diperoleh struktur bawah permukaan dari zona kerentanan longsor di daerah penelitian.

## F. Potensial Pada Bumi Homogen Isotropis

Lapisan bumi yang dianggap bersifat homogen isotropis merupakan pendekatan yang sederhana dalam penentuan tahanan jenis lapisan-lapisan batuan bumi, sehingga tahanan jenis  $\rho$  dianggap tidak bergantung pada sumbu koordinat dan  $\rho$  merupakan fungsi skalar jarak titik pengamatan. Arus tunggal menyebabkan timbulnya distribusi potensial. Hukum-hukum fisika dasar yang dapat digunakan adalah hukum kekekalan muatan dan Hukum Ohm (Syamsudin, 2007). Arus yang mengalir dalam bumi homogen isotropis didasarkan pada hukum kekekalan muatan yang dituliskan sebagai: (Syamsudin, 2007)

$$\nabla \cdot \vec{j} = -\frac{dq}{dt} \quad (14)$$

dimana,  $\vec{j}$  = rapat arus ( $A/m^2$ ) dan  $q$  = rapat muatan ( $C/m^3$ )

Persamaan (14) disebut juga sebagai persamaan kontinuitas. Bila arus stasioner maka persamaan (14) menjadi:

$$\nabla \cdot \vec{j} = 0 \quad (15)$$

Akibatnya:

$$\nabla \cdot \vec{j} = -\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (16)$$

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (17)$$

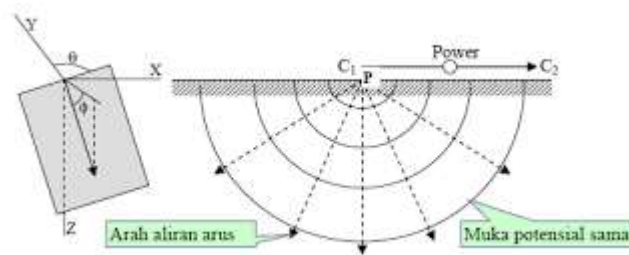
Jika konduktivitas listrik medium ( $\sigma$ ) konstan, maka suku pertama pada bagian kiri persamaan (17) bernilai nol, sehingga didapat persamaan *Laplace*:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (18)$$

### G. Potensial Elektroda Arus Tunggal Pada Permukaan Homogen Isotropis

Pada model bumi yang memiliki bentuk setengah bola homogen isotropis, arus  $I$  yang dialirkan melalui sebuah elektroda pada titik P di permukaan akan tersebar ke semua arah dengan besar yang sama (Gambar 11). Persamaan Laplace yang berhubungan dengan kondisi ini dalam koordinat bola dapat ditulis sebagai:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (19)$$



Gambar 11. Sumber Arus Tunggal di Permukaan Medium Homogen Isotropis (Nabiada, 2016)

Karena arus yang mengalir simetris terhadap arah  $\theta$  dan  $\phi$  pada arus tunggal, maka persamaan (19) menjadi:

$$\frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} = 0 \quad (20)$$

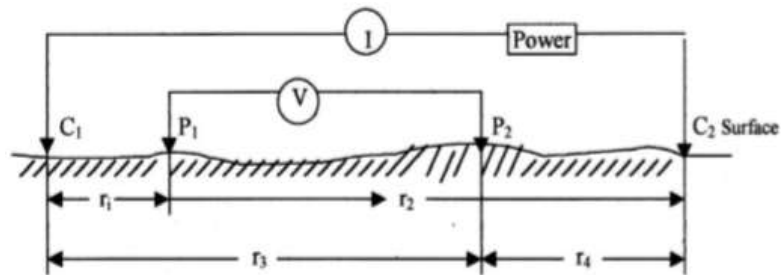
Dengan demikian potensial di setiap titik yang berhubungan dengan sumber arus pada permukaan bumi yang homogen isotropis adalah:

$$V = \frac{1}{r} \frac{\rho}{2\pi} \text{ atau } \rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (21)$$

### H. Potensial Listrik oleh Dua Sumber di Permukaan Medium Isotropis

Metode tahanan jenis pada umumnya menggunakan empat buah elektroda, yaitu dua buah elektroda arus yang disebut *current dipole* C1C2 dan dua buah

elektroda potensial yang disebut *potential dipole* P1P2 (Gambar 12). Arus listrik diinjeksikan melalui kedua elektroda arus sedangkan pengukuran tegangan yang terjadi diukur melalui elektroda potensial. Bila jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu besar, potensial di setiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut.



Gambar 12. Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial di Permukaan Tanah Homogen Isotrop pada Tahanan Jenis  $\rho$  (Soengkono, dkk., 1997)

Potensial pada P<sub>1</sub> yang disebabkan elektroda C<sub>1</sub> yaitu,

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1}, \text{ dimana } A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (22)$$

Sama halnya dengan potensial pada P<sub>2</sub> yang disebabkan elektroda C<sub>2</sub> yaitu,

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2}, \text{ dimana } A_2 = -\frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \quad (23)$$

(saat arus yang masuk pada kedua elektroda adalah sama dan berlawanan arah).

Oleh karenanya, diperoleh:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (24)$$

akhirnya, dengan memasukkan elektroda potensial kedua P<sub>2</sub>, maka dapat dihitung potensial antara P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub>, yang menjadi:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (25)$$

Sedangkan nilai resistivitas dapat dihitung sesuai dengan persamaan (7), yaitu

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I}.$$

$$\text{dengan } k = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}}, \quad (26)$$

$$k = \frac{2\pi}{\left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)} = \frac{2\pi}{\left( \frac{1}{(y-x)} - \frac{1}{(y+x)} - \frac{1}{(y+x)} + \frac{1}{(y-x)} \right)} \quad (27)$$

dimana  $AB/2 = y$  dan  $MN/2 = x$ . Karena  $y \gg x$ , maka  $k = \frac{\pi}{2x} (y^2 - x^2)$ , sehingga diperoleh,

$$k = \pi \left\{ \frac{(AB/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \quad (28)$$

sehingga,

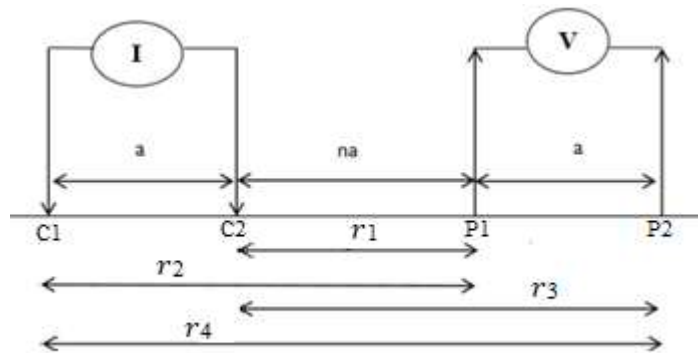
$$\rho = \pi \left\{ \frac{(AB/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \frac{\Delta V}{I} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{AB - MN^2}{MN} \right) \frac{\Delta V}{I} \quad (29)$$

### I. Konfigurasi *Dipole – Dipole*

Dalam metode geolistrik terdapat berbagai jenis konfigurasi elektroda, seperti konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, konfigurasi *Dipole-Dipole*, konfigurasi *Pole-dipole*, konfigurasi *Pole-pole* dan konfigurasi *Square*. Berbagai jenis konfigurasi ini menentukan faktor geometri ( $k$ ) dan konfigurasi inilah yang menentukan hasil untuk interpretasi penentuan nilai resistivitas bawah permukaan.

Konfigurasi *dipole-dipole* yaitu konfigurasi dimana sepasang elektroda antara arus dan potensial terpisah, jarak spasi antar elektroda C1-C2 dan P1-P2 adalah  $a$ , sedangkan untuk jarak C1 dan P1 adalah  $na$ , atau lebih singkat dinyatakan jarak antar *dipole* harus lebih besar. Keunggulan dari konfigurasi ini adalah sangat baik

untuk penetrasi kedalaman dengan kesensitifan tinggi untuk arah horizontal dan sedang untuk arah vertikal. Untuk memperoleh data yang maksimal maka harus lebih banyak elektroda namun hal ini juga menyebabkan sinyal yang ditangkap rendah, sehingga konfigurasi ini sangat baik untuk *survey mapping horizontal*. Susunan elektroda konfigurasi *dipole-dipole* ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Rangkaian Elektroda Konfigurasi *Dipole-Dipole* (Darsono, dkk., 2012)

Pada Gambar 11,  $r_1$  adalah lebar  $C_2P_1$  atau sebesar  $na$ ,  $r_2$  adalah lebar  $C_1P_1$  atau sebesar  $na+a$ ,  $r_3$  adalah lebar  $C_2P_2$  atau sebesar  $na+a$ , dan  $r_4$  adalah lebar  $C_1P_2$  atau sebesar  $na+2a$ . Dari persamaan (26), diperoleh faktor geometri pada konfigurasi *dipole-dipole* adalah:

$$k = \pi an (n + 2)(n + 1) \quad (30)$$

## J. Geologi Regional Daerah Penelitian

### 1. Geomorfologi Kulon Progo

Berdasarkan relief dan genesanya, wilayah kabupaten Kulon Progo dibagi menjadi beberapa satuan geomorfologi, yaitu:

a. Satuan Pegunungan Kulon Progo

Satuan Pegunungan Kulon Progo mempunyai ketinggian berkisar antara 100 – 1200 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan lereng sebesar  $15^{\circ}$  –  $16^{\circ}$ . Satuan Pegunungan Kulon Progo penyebarannya memanjang dari utara ke selatan dan menempati bagian barat wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi Kecamatan Kokap, Girimulyo dan Samigaluh. Daerah Pegunungan Kulon Progo ini sebagian besar digunakan sebagai kebun campuran, permukiman, sawah dan tegalan.

b. Satuan Perbukitan Sentolo

Satuan Perbukitan Sentolo ini mempunyai penyebaran yang sempit dan terpotong oleh Kali Progo yang memisahkan wilayah Kabupaten Kulon Progo dan Kabupaten Bantul. Ketinggiannya berkisar antara 50 – 150 meter di atas permukaan air laut dengan besar kemiringan rata – rata  $15^{\circ}$ . Di wilayah ini, satuan Perbukitan Sentolo meliputi daerah Kecamatan Pengasih dan Sentolo.

c. Satuan Teras Progo

Satuan Teras Progo terletak di sebelah utara satuan Perbukitan Sentolo dan di sebelah timur satuan Pegunungan Kulon Progo, meliputi Kecamatan Nanggulan dan Kali Bawang, terutama di wilayah tepi Kulon Progo.

d. Satuan Dataran Alluvial

Satuan dataran alluvial penyebarannya memanjang dari barat ke timur, daerahnya meliputi Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, Galur dan sebagian Lendah. Daerahnya relatif landai sehingga sebagian besar diperuntukkan untuk pemukiman dan lahan persawahan.

e. Satuan Daratan Pantai

1) Subsatuan Gumuk Pasir

Subsatuan gumuk pasir ini memiliki penyebaran di sepanjang Pantai Selatan Yogyakarta, yaitu Pantai Glagah dan Congot. Sungai yang bermuara di Pantai Selatan ini adalah Kali Serang dan Kali Progo yang membawa material berukuran besar dari hulu. Akibat dari proses pengangkutan dan pengikisan, batuan tersebut menjadi batuan berukuran pasir. Akibat dari gelombang laut dan aktivitas angin, material tersebut diendapkan di dataran pantai dan membentuk gumuk – gumuk pasir.

2) Subsatuan Dataran Alluvial Pantai

Subsatuan dataran alluvial pantai terletak di sebelah utara subsatuan gumuk pasir yang tersusun oleh material berukuran pasir halus yang berasal dari subsatuan gumuk pasir oleh kegiatan angin. Pada subsatuan ini tidak dijumpai gumuk - gumuk pasir sehingga digunakan untuk persawahan dan pemukiman penduduk.

## **2. Stratigrafi Regional Kulon Progo**

Berdasarkan sistem umur yang ditentukan oleh penyusun batuan, stratigrafi regional menurut Wartono, dkk., (1977) daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 formasi, yaitu Formasi Nanggulan, Formasi Andesit Tua, Formasi Jonggrangan dan Formasi Sentolo.

Pegunungan Kulon Progo berdasarkan batuan penyusunnya menurut Van Bemellen (1949) yaitu:

a. Formasi Nanggulan

Formasi ini mempunyai penyusun yang terdiri dari batu pasir, sisipan lignit, napal pasiran dan batu lempungan dengan konkresi limonit, batu gamping dan tuff, kaya akan fosil foraminifera dan moluska dengan ketebalan 300 m. Berdasarkan penelitian tentang umur batuanya didapat umur Formasi Nanggulan sekitar eosen tengah sampai oligosen atas. Formasi ini tersingkap di daerah Kali Puru dan Kali Sogo di bagian timur Kali Progo.

b. Formasi Andesit Tua

Formasi ini mempunyai batuan penyusun berupa breksi andesit, lapili tuff, tuff, breksi lapis, aglomerat, dan aliran lava serta batu pasir vulkanik yang tersingkap di daerah Kulon Progo. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras dengan Formasi Nanggulan dengan ketebalan 660 m. Diperkirakan formasi ini berumur oligosen – miosen.

Formasi ini mempunyai batuan penyusun berupa tufa, napal, breksi, batu lempung dengan sisipan lignit di dalamnya, sedangkan pada bagian atasnya terdiri dari batu gamping kelabu bioherm diselingi dengan napal dan batu gamping berlapis. Ketebalan formasi ini 2540 meter. Letak formasi ini tidak selaras dengan Formasi Andesit Tua. Formasi Jonggrangan ini diperkirakan berumur miosen.

c. Formasi Sentolo

Formasi Sentolo ini mempunyai batuan penyusun berupa batu pasir napalan dan batu gamping, dan pada bagian bawahnya terdiri dari napal tuffan. Ketebalan formasi ini sekitar 950 m. Letak formasi ini tak selaras dengan Formasi Jonggrangan. Formasi Sentolo ini berumur sekitar miosen bawah sampai pleistosen

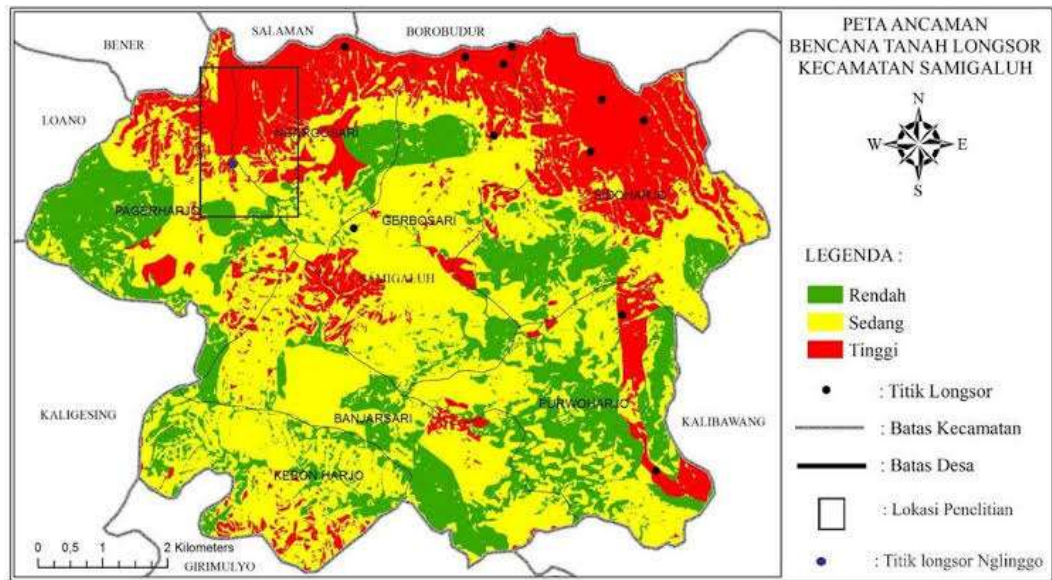
d. Formasi Alluvial dan Gumuk Pasir

Formasi ini berupa endapan secara tidak selaras terhadap lapisan batuan yang umurnya lebih tua. Litologi formasi ini adalah batu pasir vulkanik Merapi yang juga disebut Formasi Yogyakarta. Endapan gumuk pasir terdiri dari pasir – pasir baik yang halus maupun yang kasar, sedangkan endapan alluvialnya terdiri dari batuan sedimen yang berukuran kecil, seperti pasir, kerikil, lanau dan lempung secara berselang – seling.

#### **K. Kecamatan Samigaluh**

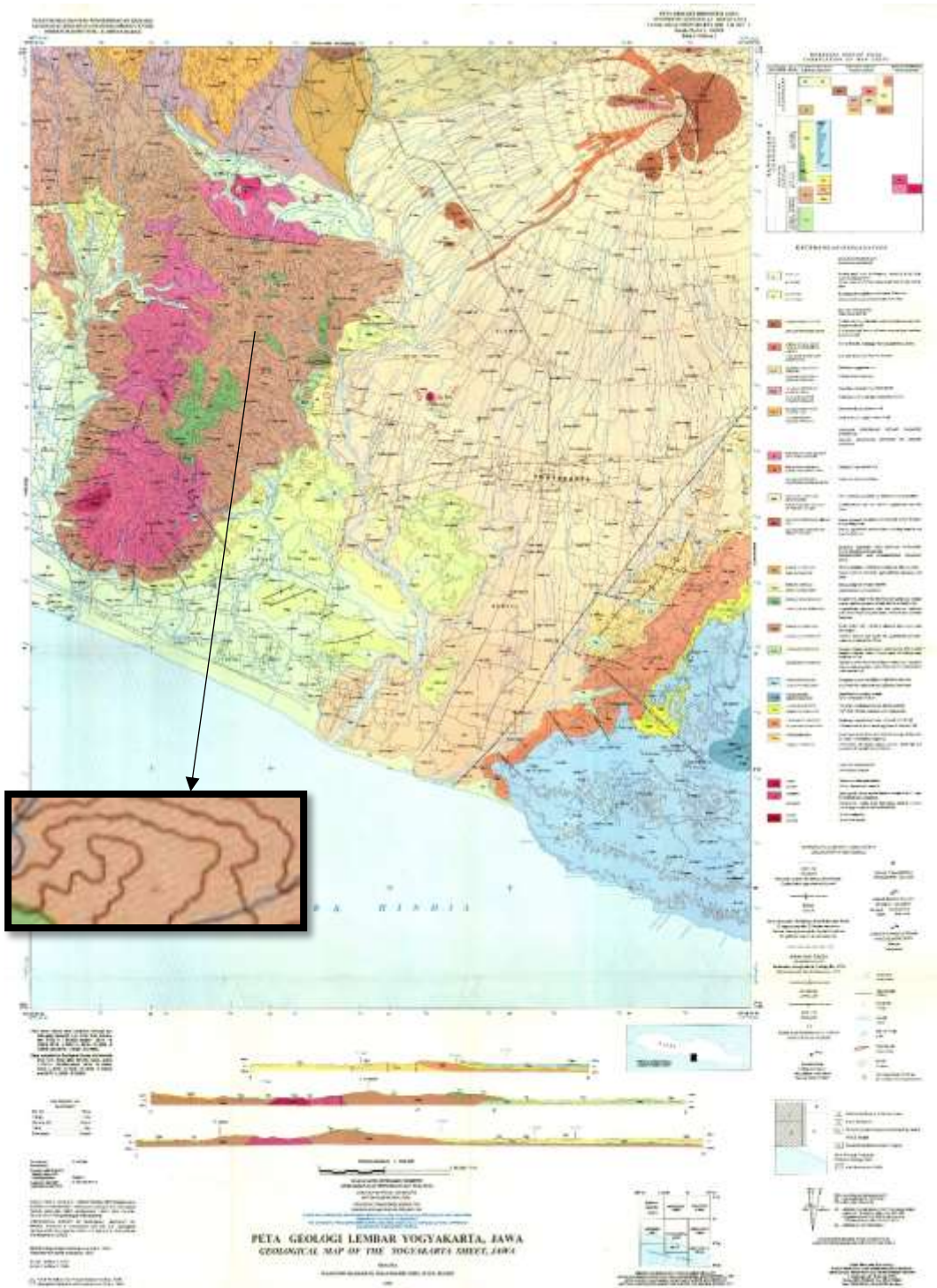
Kecamatan Samigaluh merupakan salah satu kecamatan dari 12 kecamatan yang berada di Kulon Progo, yang terletak di sebelah utara. Luas kecamatan tersebut adalah 6.929,308 Ha, 11,82% dari luas Kabupaten Kulon Progo yang dimanfaatkan sebagai bangunan, pekarangan dan tegalan.

Kecamatan ini dibatasi oleh Kabupaten Magelang di bagian utara, Kabupaten Purworejo di bagian barat, Kecamatan Girimulyo di sebelah selatan dan Kecamatan Kalibawang sebelah timur. Kecamatan Samigaluh memiliki 7 desa, yaitu Desa Kebonharjo, Desa Banjarsari, Desa Purwoharjo, Desa Sidoarjo, Desa Gerbosari, Desa Ngargosari, dan Desa Pagerharjo (BPS Kabupaten Kulon Progo, 2009). Kecamatan tersebut merupakan daerah rawan longsor. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Peta Ancaman Bencana Tanah Longsor Kec. Samigaluh (UNDP-ERA BAPPENAS dan PEMDA Kabupaten Kulon Progo, 2008)

Berdasarkan data BPS (2009), Kecamatan Samigaluh memiliki penyebaran jenis tanah latosol, dan didominasi oleh batuan sedimen. Berdasarkan peta geologi pada Gambar 15, dapat dilihat bahwa Kecamatan Samigaluh didominasi dengan Formasi Kebo Butak (Andesit Tua).



Gambar 15. Peta Geologi Yogyakarta (Wartono, dkk., 1995)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 15 – 16 Oktober 2018. Penelitian dilakukan di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Secara geografis daerah penelitian dibatasi pada  $7^{\circ}41'45,35''$  –  $7^{\circ}41'46,30''$  LS dan  $110^{\circ}10'28,67''$  –  $110^{\circ}10'31,87''$  BT. Secara administratif wilayah penelitian bagian utara dibatasi oleh Desa Sidoarjo, di sebelah timur dibatasi oleh Kecamatan Kalibawang, di sebelah selatan dibatasi oleh Desa Banjararum dan sebelah barat dibatasi oleh Kecamatan Girimulyo. Penelitian dilakukan di Desa Purwoharjo dikarenakan daerah tersebut merupakan daerah rawan longsor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14. Daerah tersebut berada pada Formasi Andesit (Kebo Butak) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.

#### **B. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut merupakan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan:

##### **1. Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. *Global Positioning System* (GPS) merek Garmin tipe 78S untuk mengetahui koordinat dan elevasi titik penelitian (Gambar 16).



Gambar 16. GPS merek Garmin Tipe 78S

- b. Satu set pengidentifikasi resistansi yang terdiri dari (1) *Resistivimeter* merek *Syscal* tipe *Junior 568*, (2) kabel penghubung sebanyak 4 potong, (3) elektroda sebanyak 10 (Gambar 17).



(a)



(b)



(c)

Gambar 17. Satu Set *Resistivimeter* (a) Kabel penghubung (b) Elektroda, dan (c) *Resistivimeter* merek *Syscal* tipe *Junior 568*

- c. Palu untuk menancapkan elektroda.
- d. Kabel penjepit 9 buah.
- e. Kabel *multichannel* untuk mempercepat proses pengambilan data.
- f. *Handtalk* untuk komunikasi antar penjaga elektroda.
- g. Aki sebagai sumber arus *resistivity meter*.
- h. Meteran sepanjang 100 m untuk mengetahui panjang lintasan.
- i. Jam digital untuk mengetahui waktu pengukuran.
- j. Payung sebagai pelindung *resistivitymeter* dari panas matahari.
- k. Peta geologi untuk mengetahui kondisi lapangan.
- l. Lembar kerja untuk mencatat data yang diperoleh, seperti koordinat titik penelitian, waktu pengukuran, nilai medan magnet yang terukur, kondisi cuaca dan kondisi lingkungan.
- m. Laptop untuk mengolah data yang diperoleh.
- n. Kamera untuk mendokumentasikan kegiatan dan singkapan – singkapan yang terlihat di permukaan.

## **2. Perangkat lunak**

Perangkat lunak atau *software* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- 1) *Microsoft Excel* untuk mengolah data yang diperoleh seperti hitungan kontanta geometri untuk konfigurasi *dipole – dipole*.
- 2) *Surfer 13* untuk membuat desain survei, model kontur data penelitian, serta mengkonversi koordinat.
- 3) *Global Mapper 14* untuk membuat desain survei dan sebagai input ke GPS.

- 4) *Res2DinV* untuk mengetahui struktur bawah permukaan dengan membuat kontur topografi 2D dan memperkecil *error*.
- 5) *Encom 3D Discover* untuk pemodelan 3D.
- 6) *Microsoft Word* berfungsi sebagai media dalam penulisan laporan penelitian.
- 7) *Google Earth* berfungsi untuk mengetahui letak dan topografi daerah penelitian.
- 8) *Notepad* sebagai media transformasi data untuk diolah di *Res2DinV*.

### **C. Teknik Pengambilan Data**

#### **1. Survei**

Dalam teknik pengambilan data, terlebih dahulu dilakukan survei penelitian. Survei dilakukan dengan studi literatur dan studi kondisi lapangan. Studi literatur digunakan untuk mengetahui struktur geologi daerah penelitian, baik secara *online* maupun *offline*. Sedangkan studi kondisi lapangan digunakan untuk mengetahui kondisi lapangan, seperti cuaca, luasan daerah yang dapat digunakan untuk penelitian, dan kondisi geografis maupun administratif posisi rumah penduduknya. Pengurusan surat ijin penelitian dilakukan pada saat survei lokasi.

Survei juga dilakukan untuk mengetahui daerah perbukitan yang rawan longsor dan menentukan lintasan pengukuran. Penentuan lintasan pada survei ini berpengaruh pada kedalaman yang ingin diketahui. Pada survei penelitian dilakukan pembentangan meteran guna mengetahui seberapa panjang lintasan yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran. Penentuan lintasan tersebut ditentukan atas pertimbangan (Putra, 2012):

- a. Lintasan pengukuran harus pada tanah dalam keadaan kering atau saat musim kemarau, karena dalam pengukuran diinjeksikan arus dan tegangan ke dalam tanah.
- b. Pengambilan data perlu dilakukan di beberapa tempat yang sejajar untuk membuat tampilan 3D.
- c. Memperkirakan dimana letak potensi longsor dan letak rumah yang berpotensi terkena dampak longsor.
- d. Pengambilan data dilakukan di daerah yang cukup luas dan memungkinkan untuk pengambilan data.



Gambar 18. Desain Survei Penelitian Metode Geolistrik Resistivitas

Lintasan pertama sepanjang 150 m dengan arah timur laut ke barat daya, lintasan kedua sepanjang 150 m dengan arah timur laut ke barat daya, lintasan ketiga sepanjang 120 m dengan arah utara ke selatan, dan lintasan keempat sepanjang 120 m dengan arah utara ke selatan. Desain survei penelitian

digambarkan pada Gambar 18. Setelah desain survei selesai dibuat, dilakukan uji tes pada alat yang akan digunakan di lapangan.

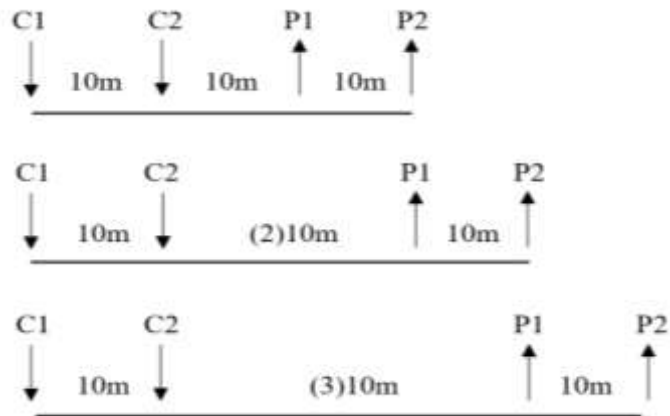
## 2. Pengambilan Data

Konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah konfigurasi *dipole – dipole*. Pada konfigurasi ini semua elektroda berjalan pada setiap spasi yang sudah ditentukan. Untuk kedua elektroda arus diam pada spasi tertentu, hingga elektroda potensial berjalan sampai ke  $n = 8$ . Setelah itu elektroda arus akan berjalan sesuai urutan spasi, begitu seterusnya hingga ujung panjang lintasan yang sudah ditentukan. Semua elektroda terhubung menjadi satu dengan kabel. Kabel penghubung yang digunakan adalah kabel *multichannel* yang berfungsi mempercepat proses pengambilan data. Prosedur pengambilan data di lapangan ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 20.

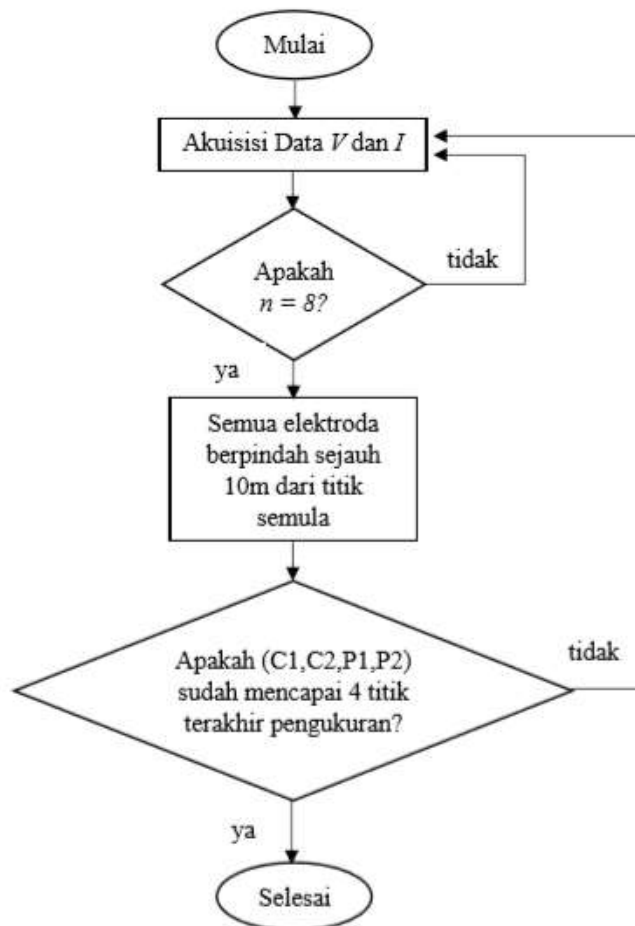
Prosedur pengambilan data di lapangan dimulai dengan menentukan titik pengukuran. Penentuan arah bentangan elektroda didasarkan pada tanda-tanda terjadinya tanah longsor. Digunakan 3 lintasan dengan panjang tiap lintasan 60 meter. Jarak tiap elektroda adalah 10 meter dan perbesaran jarak ( $n$ ) antara elektroda arus (C1) dengan elektroda potensial (P1) diperbesar dari  $n = 1$  hingga  $n = 6$  yang ditunjukkan pada Gambar 19.

Selain mengukur spasi, pada proses pengambilan data dilakukan pengukuran arus listrik ( $I$ ) yang diinjeksikan ke dalam tanah dengan menggunakan aki. Kemudian dilakukan pengukuran beda potensial ( $\Delta V$ ) antara kedua elektroda potensial. Pengukuran dilakukan dengan *resistivity meter (Syscal)*. Nilai  $I$  dan  $\Delta V$

akan muncul pada layar monitor *resistivity meter*. Kemudian mengukur dan mencatat titik koordinat lokasi tiap elektroda dengan menggunakan GPS.



Gambar 19. Bentangan Elektroda Pada 1 Lintasan



Gambar 20. Diagram Alir Prosedur Pengambilan Data di Lapangan

## D. Teknik Analisis Data

### 1. Pengolahan Data

Data yang diperoleh pada proses pengukuran dengan metode geolistrik adalah variabel beda potensial ( $\Delta V$ ). Nilai  $\Delta V$  diperoleh setelah menginjeksikan kuat arus ( $I$ ) dengan jarak spasi ( $a$ ) yang telah ditentukan. Penelitian ini menggunakan spasi 10 meter. Nilai-nilai pada data yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menentukan nilai resistansi ( $R$ ) dan faktor geometri ( $k$ ). Nilai faktor geometri yang digunakan pada konfigurasi *dipole – dipole* adalah  $k = \pi a n (n + 2)(n + 1)$ , dengan nilai  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ , dan 8. Setelah perhitungan pada *software* Microsoft Excel tersebut dilakukan, maka *software* yang sama dapat digunakan untuk menemukan nilai resistivitas semu ( $\rho_a$ ) yang didapatkan dengan persamaan (7).

Setelah melakukan pengolahan data dengan *software Microsoft Excel*, maka untuk menemukan nilai resistivitas yang sebenarnya diperlukan pengolahan data lebih lanjut. Pengolahan data tersebut menggunakan perangkat lunak *Res2DinV*. *Software Res2DinV* ini merupakan program yang dibuat untuk menghitung serta menggambarkan harga resistivitas dari hasil perhitungan di lapangan dalam bentuk 2 dimensi. Beberapa hal yang harus dilakukan dalam tahap ini adalah :

- a) Data berupa nilai beda potensial ( $\Delta V$ ) dan nilai besarnya kuat arus ( $I$ ) yang diinjeksikan diolah menggunakan program *Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai faktor geometri ( $k$ ) dan nilai resistivitas semu ( $\rho_a$ ).
- b) Data resistivitas semu ( $\rho_a$ ) hasil perhitungan, datum point ( $dp$ ), spasi elektroda ( $a$ ) dan faktor pemisah elektroda ( $n$ ) diinput ke program *Notepad* dalam bentuk *file text* atau dengan format *.dat*.

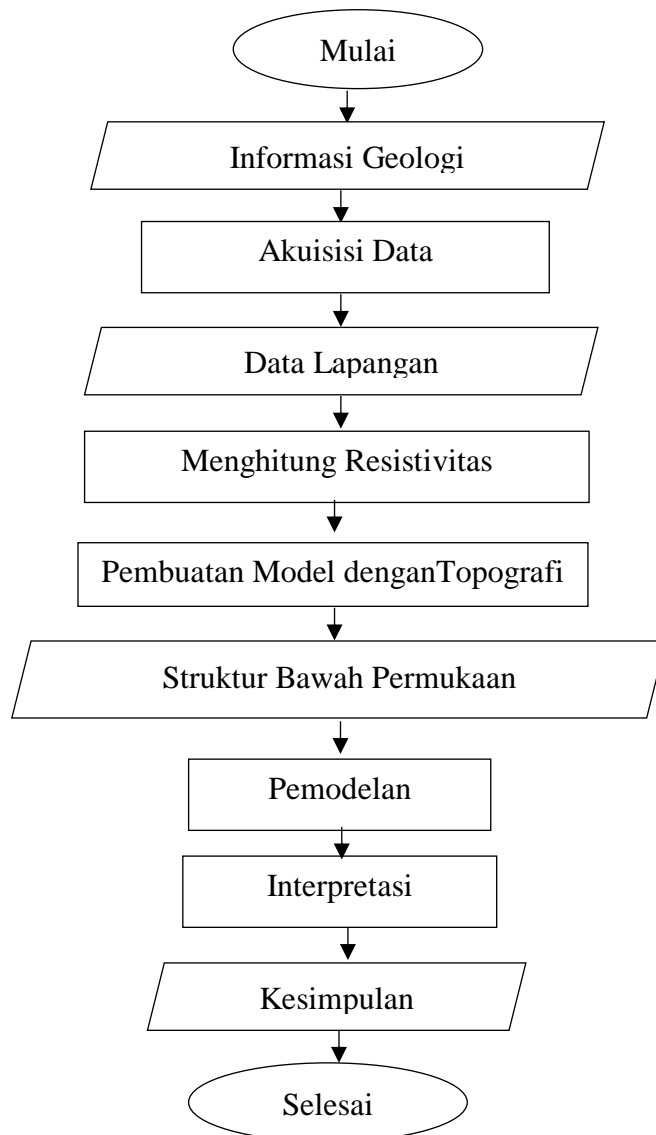
- c) Setelah data lapangan sudah berada dalam bentuk *file text* dan mengikuti format data *Res2DinV*, selanjutnya dilakukan *inversi* untuk menampilkan gambar penampang bawah permukaan daerah survei. Nilai iterasi dapat diubah sesuai keinginan. Iterasi berfungsi untuk mengurangi *error* yang terjadi.

## **2. Interpretasi Data**

Interpretasi data geolistrik dilakukan dengan analisa dan interpretasi *mapping* dua dimensi dan tiga dimensi. Analisa dan interpretasi *mapping* dua dimensi memberikan gambaran sebaran nilai resistivitas dengan bentuk tampilan menyerupai pemetaan. Interpretasi diperoleh setelah dilakukan iterasi model hingga mendekati kondisi lapangan. Sedangkan interpretasi *mapping* tiga dimensi memberikan gambaran struktur bawah permukaan atau ketebalan lapisan material. Informasi yang diperoleh adalah struktur bawah permukaan, kedalaman dan jenis batuan berdasarkan nilai resistivitas setiap lintasan secara horizontal. Pengolahan tiga dimensi menggunakan *software Encom 3D Discover*.

### E. Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 21.



Gambar 21. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di atas bukit di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Daerah tersebut merupakan lokasi yang memiliki jalur longsor terpanjang pasca badai siklon tropis 2017 (Gambar 22). Lokasi tersebut memiliki dampak yang besar bagi pemukiman jika terjadi bencana longsor, karena terletak di atas rumah penduduk dan akses jalan utama penduduk setempat.



Gambar 22. Peta Historis Longsor yang Terjadi pada Tahun 2017 di Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian dilakukan pengukuran sebanyak lima lintasan dengan 2 lintasan sepanjang 150 meter, 2 lintasan sepanjang 120 meter dan 1 lintasan tambahan sepanjang 100 meter. Tiga lintasan dengan panjang 150 meter dari arah timur laut ke barat daya, sedangkan dua lintasan dengan panjang 120 meter dan 100

meter dari arah utara ke selatan (Gambar 23). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*. Posisi elektroda arus (C) dan elektroda potensial (P) secara berurutan C1 C2 P1 P2 dengan spasi antar elektroda 10 meter, sedangkan jarak antar lintasan *random* mengikuti pola lintasan longsor yang telah terbentuk.

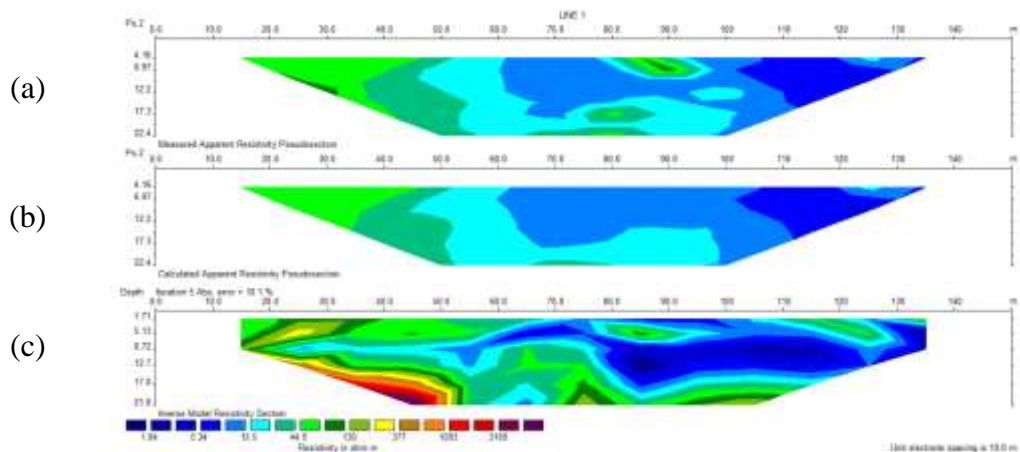


Gambar 23. Hasil Lintasan Setelah dilakukan Pengukuran

Setelah data diolah dengan *software* Res2Dinv maka diperoleh penampang resistivitas bawah permukaan dua dimensi dengan kedalaman mencapai 21,8 meter di bawah permukaan tanah. Dihasilkan 3 kontur pada pengolahan ini seperti pada Gambar 24. Gambar 24a merupakan hasil interpretasi data resistivitas yang diperoleh dari pengambilan data lapangan, Gambar 24b merupakan hasil interpretasi *forward modeling*. Hasil interpretasi *forward modeling* merupakan interpretasi yang menunjukkan kalkulasi untuk dapat memprediksi parameter model. Dapat diartikan pula sebagai proses perhitungan data dari hasil teori yang

akan teramati di permukaan bumi jika parameter model diketahui. Sedangkan Gambar 24c merupakan hasil interpretasi *invers modeling*. Hasil interpretasi ini merupakan pemodelan yang berkebalikan dengan *forward modeling*. Pemodelan jenis ini sering disebut dengan *fitting data* atau pencocokan data karena pada proses di dalamnya dicari parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data pengamatan. Jika respon model dan data pengamatan memiliki kesesuaian yang tinggi, akan dihasilkan model yang optimum.

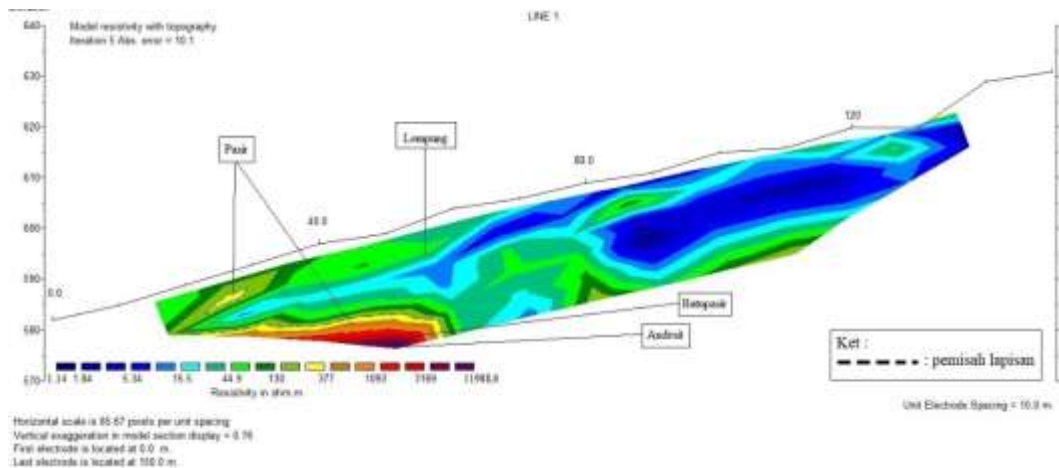
Dilakukan korelasi lintasan menggunakan *software Encom 3D Discover* untuk memperoleh gambaran tiga dimensi bawah permukaan. Data resistivitas yang diperoleh akan dihubungkan dengan data geologi untuk tahap interpretasi, sehingga dapat diprediksi adanya kemungkinan longsor. Validasi hasil penelitian dengan fakta lapangan dilakukan dikarenakan data geolistrik yang diperoleh hanya informasi berdasarkan parameter fisis.



Gambar 24. Hasil Pengolahan Data Sebelum *Input* Topografi, (a) *Apparent Resistivity*, (b) *Forward Modelling*, (c) *True Resistivity*

## A. Hasil Pengukuran Lintasan Pertama

Setelah dilakukan akuisisi data, langkah selanjutnya pengolahan data dan interpretasi. Data lapangan yang diperoleh diolah dengan *software Res2DinV* dan dihasilkan gambar penampang bawah permukaan seperti pada Gambar 25.

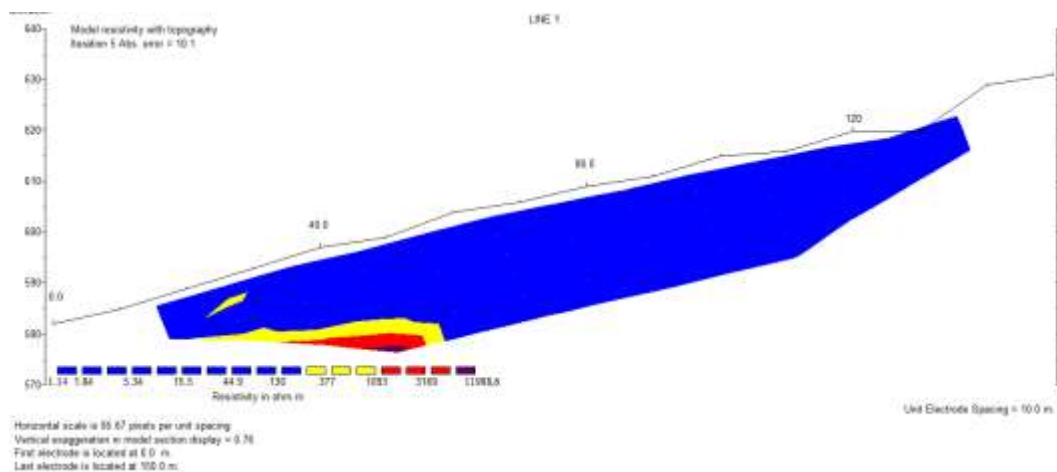


Gambar 25. Penampang Resistivitas Lintasan Pertama

Lintasan pertama sepanjang 150 m dengan arah timur laut ke barat daya dengan posisi  $7^{\circ}41'44,78''$  LS  $110^{\circ}10'33,11''$  BT hingga  $7^{\circ}41'46,58''$  LS  $110^{\circ}10'28,84''$  BT. Dengan jarak spasi antar elektroda sebesar 10 meter diperoleh data sebanyak 76 *datum point*. Kedalaman struktur bawah permukaan yang diperoleh adalah 21,8 meter. Hasil interpretasi diperoleh dengan diubahnya iterasi beberapa kali hingga didapat interpretasi yang mendekati kondisi lapangan sesungguhnya. Pada lintasan 1 ini dilakukan hingga iterasi ke 5 dengan nilai rms 10,1. Dari hasil interpretasi tersebut kemudian dilakukan *export data* ke *software Microsoft Excel* sehingga diperoleh *range* resistivitas 1,14  $\Omega.m$  hingga 11988,6  $\Omega.m$ . *Export data* dilakukan untuk mengetahui nilai resistivitas minimum dan

maksimum yang tidak tercantum pada gambar hasil penampang 2D. Nilai *export* ini adalah nilai resistivitas pada model 2D sebelum dilakukan penyamaan warna untuk setiap material. Variasi nilai resistivitas pada penampang 2D tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 4 sehingga dapat diketahui material yang terdapat pada lintasan 1 yaitu lempung, pasir, batupasir dan sedikit muncul batuan keras yang diduga berupa batuan andesit.

Pemodelan pada Gambar 25 dapat diinterpretasikan lebih lanjut untuk mempermudah pembacaan material bawah permukaan seperti pada Gambar 26. Pada lintasan ini terdapat 4 jenis lapisan material, yaitu material lempung, pasir, batu pasir dan andesit. Lintasan ini didominasi oleh material lempung yang ditunjukkan oleh Gambar 26. Hal ini didukung dengan kondisi pada lokasi (Gambar 27).



Gambar 26. Penampang Resistivitas Lintasan Pertama

Lapisan lempung (warna biru) memiliki resistivitas 1,14  $\Omega$ .m – 130  $\Omega$ .m. Sedikit nampak lapisan pasir (warna kuning) pada jarak 45 meter dari titik awal dan kedalaman 2 meter serta kedalaman 7 meter dengan resistivitas 160 – 1093  $\Omega$ .m.

Di kedalaman 17 hingga 18 meter, ditemukan lapisan batupasir (warna merah) dengan resistivitas 1093 – 1923,5  $\Omega$ .m. Pada kedalaman 20 hingga 21 meter ditemukan *bedrocks* dengan dugaan material andesit (warna ungu) yang memiliki resistivitas 11988,6  $\Omega$ .m. Sampel lapangan pada jarak 40 meter dari titik awal dan kedalaman 30 cm berupa batuan lempung (Gambar 28).



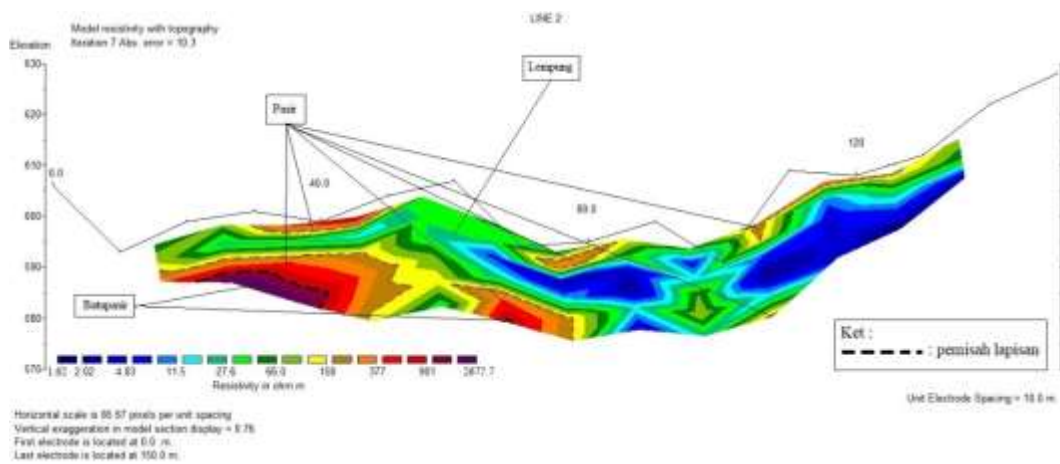
Gambar 27. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Pertama



Gambar 28. Sampel Batuan Dominan Pada Lintasan 1

## B. Hasil Pengukuran Lintasan Kedua

Setelah dilakukan pengolahan pada lintasan pertama, hal yang sama dilakukan pada lintasan kedua. Data lapangan yang diperoleh diolah dengan *software Res2DinV* kemudian diinterpretasi. Hasil olahan dengan *software Res2DinV* ditunjukkan pada Gambar 29.

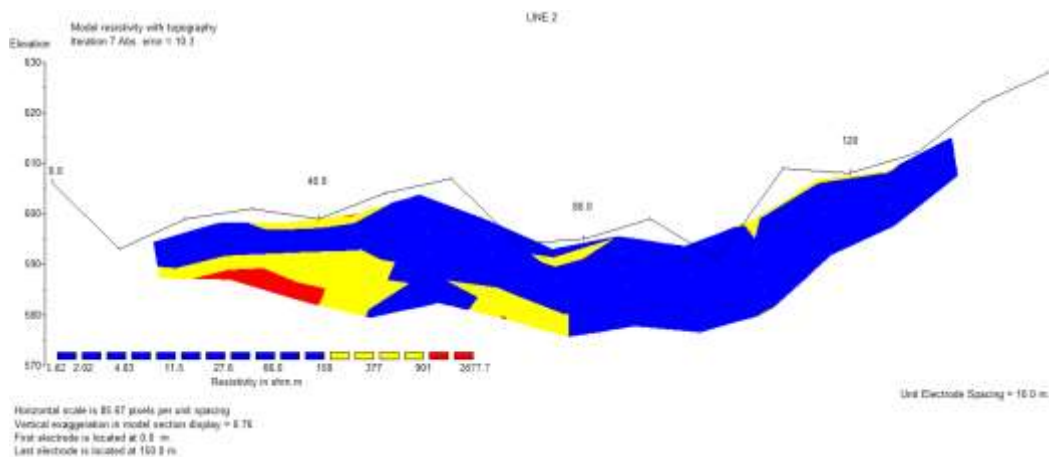


Gambar 29. Penampang Resistivitas Lintasan Kedua

Lintasan kedua berada pada posisi  $7^{\circ}41'43,79''$  LS  $110^{\circ}10'31,55''$  BT hingga  $7^{\circ}41'47,16''$  LS  $110^{\circ}10'28,09''$  BT. Panjang lintasan adalah 150 m dengan arah timur laut ke barat daya sedangkan jarak spasi antar elektroda sebesar 10 meter. Banyak data yang diperoleh sebanyak 76 *datum point*. Target kedalaman yang diperoleh adalah 21,8 meter di bawah permukaan tanah. Hasil interpretasi tersebut kemudian diexport menjadi data dengan format *\*xls*, maka diperoleh *range* resistivitas 1,62  $\Omega$ .m hingga 2677,7  $\Omega$ .m. Sebelum dilakukan *export data*, hasil interpretasi harus dikonfirmasi dengan kondisi lapangan. Hasil interpretasi yang sesuai dapat diatur dengan diubahnya nilai iterasi. Pada lintasan kedua ini diperoleh hasil interpretasi yang mendekati kondisi lapangan dengan 7 iterasi dan memiliki

rms 10,3. Variasi nilai resistivitas pada penampang 2D dari interpretasi tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 4 sehingga dapat diketahui material yang terdapat pada lintasan kedua yaitu lempung, pasir, dan sedikit batupasir.

Pemodelan pada Gambar 29 dapat diinterpretasikan lebih lanjut untuk mempermudah pembacaan material bawah permukaan seperti pada Gambar 30. Pada lintasan ini terdapat 3 jenis lapisan, yaitu material lempung, pasir dan batu pasir. Lintasan kedua didominasi oleh material lempung (Gambar 30) dan didukung kondisi lapangan yang ditunjukkan Gambar 31.



Gambar 30. Penampang Resistivitas Lintasan Kedua

Lapisan lempung (warna biru) memiliki resistivitas 1,62  $\Omega.m$  – 158  $\Omega.m$ . Pada permukaan ditemukan beberapa titik yang memiliki material dominan pasir (warna kuning), dengan resistivitas 160 – 901  $\Omega.m$ . Material pasir ini ditemukan pula di kedalaman 10 hingga 20 meter. Di kedalaman tertentu, sekitar 15 meter terdapat material batupasir (warna merah) yang memiliki resistivitas 1093  $\Omega.m$  hingga 2677,7  $\Omega.m$ . Sampel lapangan pada jarak 40 meter dari titik awal dan kedalaman 30 cm berupa batuan lempung (Gambar 32).



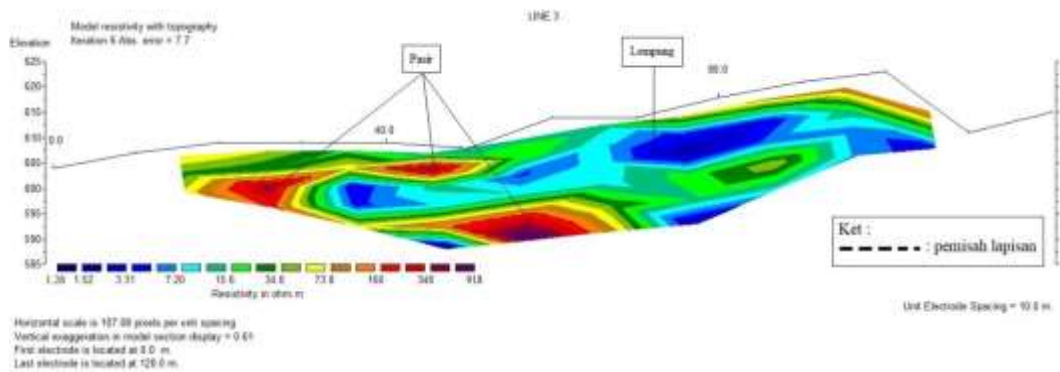
Gambar 31. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Kedua



Gambar 32. Sampel Batuan Yang Dominan Di Lintasan Kedua

### **C. Hasil Pengukuran Lintasan Ketiga**

Setelah dilakukan pengolahan data pada lintasan sebelumnya, dilakukan pengolahan data untuk lintasan ketiga dengan *software* yang sama, yaitu *Res2DinV*. Hasil gambar penampang bawah permukaan ditunjukkan pada Gambar 33.

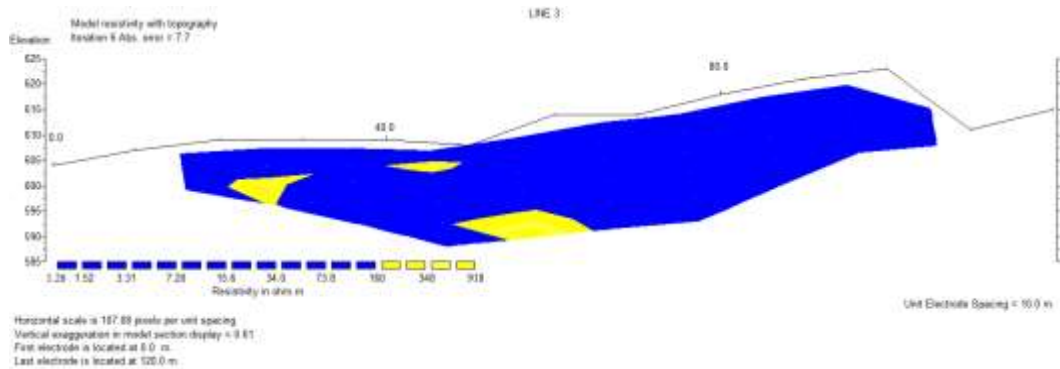


Gambar 33. Penampang Resistivitas Lintasan Ketiga

Lintasan ketiga memiliki panjang 120 m dengan arah utara selatan. Jarak spasi antar elektroda sebesar 10 meter. Target kedalaman yang diperoleh adalah 21,8 meter di bawah permukaan tanah. Pada lintasan ini diperoleh data lebih sedikit dari dua lintasan sebelumnya, yaitu sebanyak 52 *datum point*. Iterasi model diperlukan untuk mendapatkan hasil interpretasi yang mendekati kondisi lapangan. Pada penelitian ini dilakukan iterasi sebanyak 6 kali dengan rms 7,7. Setelah diperoleh interpretasi penampang 2D, kemudian hasil interpretasi tersebut diexport ke *software Microsoft Excel* sehingga diperoleh resistivitas 1,26  $\Omega$ .m hingga 918  $\Omega$ .m. Variasi nilai resistivitas pada penampang 2D tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 4, sehingga dapat diketahui material yang terdapat pada posisi 7°41'44,12" LS 110°10'30,53" BT hingga 7°41'47,61" LS 110°10'30,93" BT tersebut adalah lempung dan pasir.

Pemodelan pada Gambar 33 dapat diinterpretasikan lebih lanjut untuk mempermudah pembacaan material bawah permukaan seperti pada Gambar 34. Berdasarkan hasil interpretasi, lintasan 3 didominasi oleh material lempung

(Gambar 34). Hal tersebut dikuatkan dengan kondisi lapangan (Gambar 35). Selain lempung, lintasan ini memiliki material berupa pasir.



Gambar 34. Penampang Resistivitas Lintasan Ketiga

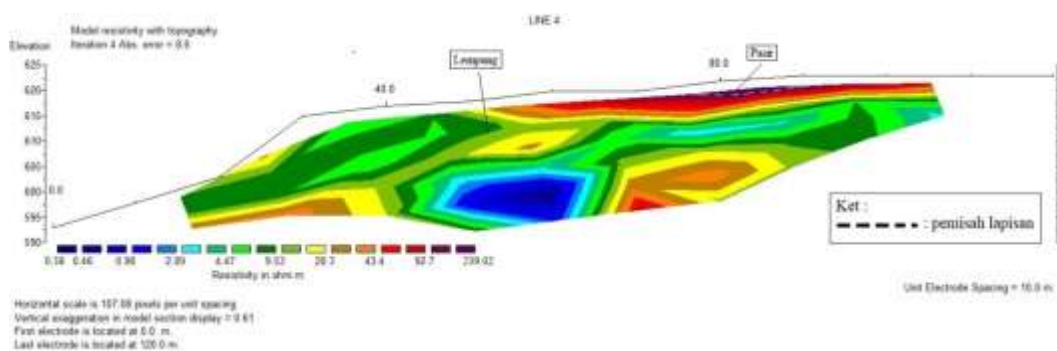
Lapisan lempung (warna biru) memiliki resistivitas 1,26  $\Omega$ .m – 160  $\Omega$ .m. Terdapat sedikit lapisan pasir (warna kuning) di beberapa kedalaman, di antaranya pada jarak 25 meter dari titik awal lintasan di kedalaman 5 meter, jarak 25 meter di kedalaman 10 meter, dan jarak 55 meter di kedalaman 15-20 meter. Lapisan pasir ini memiliki resistivitas 160  $\Omega$ .m hingga 918  $\Omega$ .m.



Gambar 35. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Ketiga

#### D. Hasil Pengukuran Lintasan Keempat

Setelah dilakukan pengolahan data untuk ketiga lintasan sebelumnya, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk lintasan keempat. Data lapangan yang diperoleh dari proses akuisisi data diolah dengan perangkat lunak yang sama dengan ketiga lintasan sebelumnya, yakni *software Res2DinV*. Gambar penampang bawah permukaan 2D ditunjukkan pada Gambar 36.

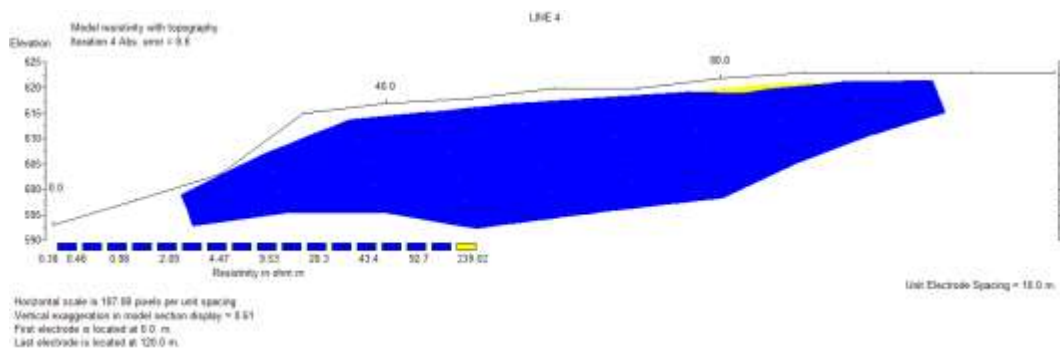


Gambar 36. Penampang Resistivitas Lintasan Keempat

Lintasan keempat memiliki panjang 120 m dengan arah utara selatan, dengan posisi  $7^{\circ}41'44,65''$  LS  $110^{\circ}10'28,93''$  BT hingga  $7^{\circ}41'48,17''$  LS  $110^{\circ}10'29,93''$  BT dengan jarak spasi antar elektroda sebesar 10 meter. Jumlah data yang diperoleh sama dengan lintasan ketiga, yaitu sebanyak 52 *datum point*. Banyak iterasi yang digunakan pada lintasan ini adalah 4 dengan rms 8,6. Semakin sedikit iterasi menunjukkan tidak jauh berbedanya dengan data lapangan, namun tetap harus disesuaikan dengan kondisi lapangan. Hasil interpretasi yang mendekati kondisi lapangan tersebut kemudian diexport ke *software Microsoft Excel* dan diperoleh range resistivitas 0,38  $\Omega$ .m hingga 239,02  $\Omega$ .m. Variasi nilai resistivitas pada penampang 2D tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 4, sehingga dapat

diketahui material dengan kedalaman 21,8 meter di bawah permukaan tanah ini adalah lempung dan pasir.

Pemodelan pada Gambar 36 dapat diinterpretasikan lebih lanjut untuk mempermudah pembacaan material bawah permukaan seperti pada Gambar 37. Tidak jauh berbeda dengan lintasan sebelumnya, lintasan ini hanya memiliki 2 variasi material, yaitu lempung dan sedikit pasir. Lintasan keempat ini didominasi oleh material lempung (Gambar 37) dan dikuatkan dengan kondisi lapangan yang ditunjukkan Gambar 38.



Gambar 37. Penampang Resistivitas Lintasan Keempat

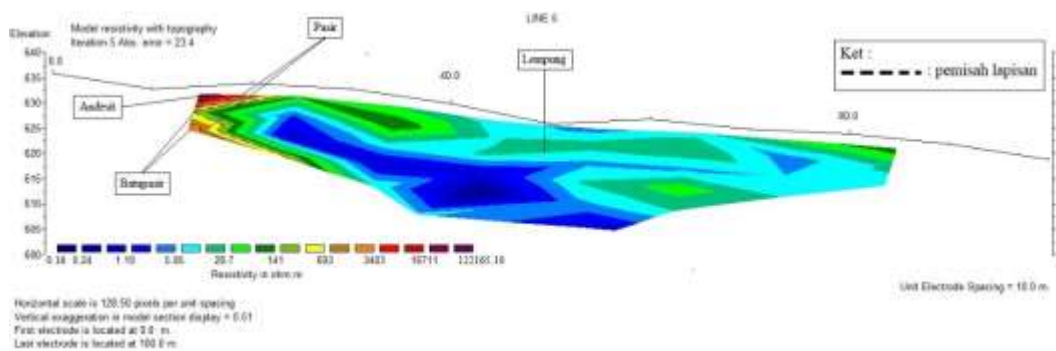
Lapisan lempung (warna biru) memiliki resistivitas sangat kecil yaitu 0,38  $\Omega.m$  – 160  $\Omega.m$ , sedangkan nilai resistivitas 160  $\Omega.m$  – 239,02  $\Omega.m$  adalah lapisan dengan material pasir (warna kuning) pada sebagian permukaan. Pada lintasan ini diambil sampel pada jarak 80 meter dari titik awal pemasangan elektroda dan kedalaman 20 cm. Diperoleh batuan lempung yang berwarna lebih gelap karena terdapat campuran pasir.



Gambar 38. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Keempat

### E. Hasil Pengukuran Lintasan Kelima

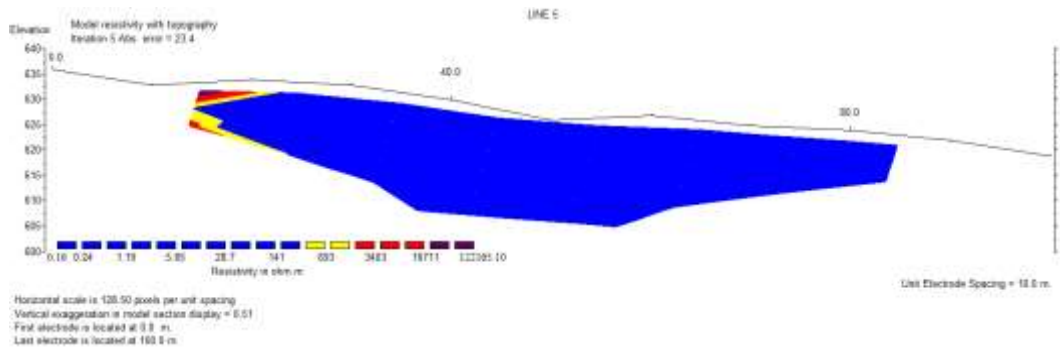
Pengolahan data pada lintasan terakhir dilakukan masih dengan perangkat lunak yang sama dengan lintasan-lintasan sebelumnya. Data lapangan yang telah diperoleh pada proses akuisisi data diolah sehingga didapatkan penampang 2D. Hasil pengolahan ditunjukkan pada Gambar 39.



Gambar 39. Penampang Resistivitas Lintasan Kelima

Lintasan sepanjang 100 m dibentangkan dari timur laut ke barat daya dengan posisi  $7^{\circ}41'46,55''$  LS  $110^{\circ}10'28,24''$  BT hingga  $7^{\circ}41'46,55''$  LS  $110^{\circ}10'31,40''$  BT. Jarak spasi antar elektroda sebesar 10 meter. Data yang diperoleh lebih sedikit dari data keempat lintasan sebelumnya, yaitu sebanyak 36 *datum point*. Target kedalaman yang diperoleh pada lintasan ini sama dengan keempat lintasan sebelumnya yaitu 21,8 meter di bawah permukaan tanah. Pada lintasan kelima ini dilakukan iterasi sebanyak 5 kali dan dihasilkan rms cukup besar yaitu 23,4. Iterasi dapat dilakukan lebih banyak, sehingga diperoleh rms yang lebih kecil, namun hal tersebut tidak menghasilkan interpretasi yang mendekati kondisi lapangan. Setelah didapatkan penampang 2D, kemudian hasil interpretasi tersebut diexport ke software Microsoft Excel. Hasil dari proses export data adalah range resistivitas 0,16  $\Omega$ .m hingga 122165,10  $\Omega$ .m. Variasi nilai resistivitas pada penampang 2D lintasan kelima tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 4. Dapat diketahui material yang terdapat pada lintasan kelima yaitu lempung, pasir, batupasir dan muncul sedikit batuan keras yang diduga berupa batuan andesit.

Pemodelan pada Gambar 39 dapat diinterpretasikan lebih lanjut untuk mempermudah pembacaan material bawah permukaan seperti pada Gambar 40. Dapat dilihat pada Gambar 40 bahwa lintasan ini didominasi oleh material lempung. Dominasi lempung pada lintasan kelima ditunjukkan juga oleh Gambar 41. Selain material lempung, lintasan ini memiliki 3 variasi material yang lain seperti pasir, batupasir, dan sedikit andesit.







Gambar 40. Penampang Resistivitas Lintasan Kelima

Lapisan lempung (warna biru) memiliki resistivitas  $0,16 \Omega.m - 141 \Omega.m$  dan sedikit material pasir (warna kuning) pada kedalaman 5-10 meter yang memiliki resistivitas  $160 \Omega.m$  hingga  $404 \Omega.m$ . Pada kedalaman 2 meter dapat ditemukan batupasir (warna merah) dengan resistivitas  $3532 \Omega.m$ . Terdapat batuan keras pula pada ujung awal lintasan berupa material andesit (warna ungu) dengan kedalaman 1 meter dengan resistivitas tinggi hingga  $122165,10 \Omega.m$ . Pada jarak ke 25 dari titik pertama dan kedalaman 30 cm diperoleh sampel berupa material lempung.



Gambar 41. Titik Awal Pengukuran Pada Lintasan Kelima

**Tabel 5.** Resistivitas Batuan Daerah Penelitian

<b>Material</b>	<b>Resistivitas (<math>\Omega.m</math>)</b>	<b>Warna</b>
Lempung	0,16 – 160	
Pasir	160 – 1093	
<i>Sand Stones</i>	1093 – 8000	
Andesit	8000 – 122165	

Berdasarkan analisis kelima lintasan diperoleh variasi nilai resistivitas yang dirangkum pada Tabel 5. Nilai resistivitas yang digunakan untuk interpretasi adalah hasil pemodelan dengan batas awal dan batas akhir adalah nilai yang diperoleh dari hasil *export*. Secara fisis resistivitas batuan adalah hambatan dari batuan terhadap aliran listrik. Resistivitas batuan dipengaruhi oleh porositas, kadar air dan mineral. Material lempung memiliki tekstur lebih lembut dari pasir, bersifat licin dan dapat melekat. Partikel penyusunnya lebih rapat dari pasir, sehingga air susah menembus lapisan material ini. Sedangkan partikel penyusun pasir lebih renggang dari lempung, sehingga resistivitasnya lebih tinggi dari lempung, karena lebih mudah ditembus air daripada batu pasir. Batu pasir atau biasanya berupa kerikil memiliki resistivitas lebih tinggi dari pasir namun lebih kecil dari batuan andesit karena memiliki porositas yang lebih kecil dari pasir. Material batuan andesit memiliki resistivitas paling tinggi karena sangat susah ditembus oleh air (porositasnya kecil).

Nilai resistivitas semu yang diperoleh pada penelitian ini adalah representasi dari resistivitas medium homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang diteliti. Nilai resistansi ( $R$ ) yang terukur bervariasi. Hal ini dikarenakan potensial yang terukur dipengaruhi oleh variasi batuan di dalam bumi. Lapisan-lapisan di bumi tersusun atas berbagai macam jenis batuan yang memiliki nilai konduktivitas yang berbeda-beda, dimana nilai konduktivitas berbanding terbalik dengan

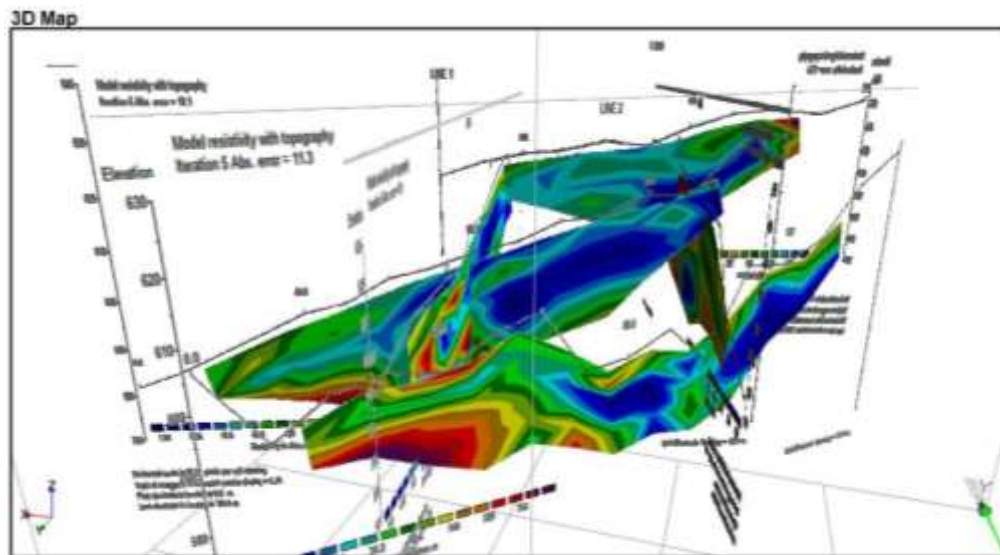
resistivitas. Semakin kecil nilai konduktivitas maka semakin besar nilai resistivitas, sehingga ketika resistivitasnya besar akan sulit menghantarkan listrik.

Berdasarkan struktur geologinya Desa Purwoharjo memiliki Formasi Kebo Butak. Formasi ini secara umum terdiri dari konglomerat, batupasir, dan lempung (Wartono, 1995). Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki struktur bawah permukaan berupa lempung, pasir, batu pasir dan batuan andesit, sehingga struktur permukaan yang ditemukan sesuai dengan struktur geologinya.

Berdasarkan interpretasi pengolahan data resistivitas semu dengan metode geolistrik didapatkan hasil bahwa daerah tersebut mempunyai litologi yang didominasi oleh material lempung. Selain itu di beberapa titik terdapat material pasir kerikil dan batuan andesit yang tersingkap pada bagian bawah bukit. Hasil dari interpretasi tersebut masih memiliki ambiguitas karena memiliki beragam model yang dapat dihasilkan. Hal tersebut disebabkan adanya parameter faktor geometri, rapat massa dan kedalaman yang tidak pasti. Namun dalam penelitian ini didukung dengan penelitian Prameswari (2019) tentang litologi bawah permukaan dengan metode mikroseismik. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa litologi bawah permukaan Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo didominasi oleh material lempung.

Asumsi dari penelitian ini adalah bahwa daerah tersebut memiliki potensi longsor yang cukup tinggi, tidak hanya disebabkan oleh kondisi geologi namun juga faktor geografis berupa kemiringan lereng dan vegetasi yang tumbuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan sedimen pada permukaan cukup tebal pada

semua lintasan yang mengelilingi bekas longsor tahun 2017. Apabila terjadi longsor, maka banyak penduduk yang terkena dampaknya. Jenis longsor yang dimungkinkan adalah jenis *sliding failures*.



Gambar 42. Gabungan Lima Lintasan Dengan *Software Encom 3D Discover*

Berdasarkan hasil gabungan lintasan (Gambar 42) diketahui bahwa hingga kedalaman 21,8 tidak ditemukan lapisan batuan yang dapat menjadi bidang gelincir. Berdasarkan pada hasil gabungan lintasan tersebut dapat diidentifikasi material berupa lempung dengan ikatan antar partikel yang lemah dan memiliki resistivitas  $<160 \Omega.m$ , maka daerah tersebut merupakan zona lemah. Zona inilah yang dapat digunakan sebagai acuan kerawanan longsor suatu daerah. Namun jika melihat kondisi lapangan dan didukung oleh penelitian Prameswari (2019) dapat diprediksi terdapat bidang gelincir karena ditemukan beberapa batuan pasir di sepanjang ujung titik awal penelitian lintasan pertama.

Pengukuran yang dilakukan hanya dapat digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan hingga kedalaman 21,8 meter, sedangkan diduga bidang

gelincirnya berupa bidang yang landai dan terletak pada kedalaman lebih dari 21,8 meter, sehingga bidang gelincir belum dapat teridentifikasi pada penelitian yang telah dilakukan. Sehubungan dengan tidak ditemukannya bidang gelincir, maka tidak dapat ditentukan pula perkiraan volume muatan apabila terjadi longsor.

Berdasarkan interpretasi lintasan pertama yang berhubungan langsung dengan bidang gelincir longsor tahun 2017, ditemukan keberadaan material yang telah terlongsorkan. Didukung pernyataan pada analisis model bahwa bidang gelincir daerah penelitian memiliki kedalaman lebih dari 21,8 meter, maka dapat dinyatakan material sejenis yang menjadi material terlongsorkan pada longsor sebelumnya merupakan potensi material yang akan terlongsorkan pula. Sedangkan beberapa batuan andesit yang belum melapuk nampak pada jejak longsor yang sudah terjadi, sehingga diduga bidang gelincirnya berupa material andesit.



Gambar 43. Lokasi Penelitian Yang Berhubungan Langsung Dengan Lokasi Longsor

Pada lokasi penelitian diketahui bahwa ketebalan material dapat mencapai lebih dari 20 meter. Gambar 43 adalah lokasi penelitian yang berhubungan dengan historis longsor tahun 2017. Pada Gambar 43 dapat diamati dua *layer* (lapisan) sedimen yang cukup dalam. Kedua layer memiliki material yang sama, yaitu tanah lempung namun memiliki resistivitas yang berbeda. Tebalnya sedimen serta beberapa batuan yang belum mengalami pelapukan (Gambar 44) memungkinkan

adanya longsor ketika musim hujan. Tanah yang sudah mengalami pelapukan akan menyebabkan longsor dengan *rockfall*.



Gambar 44. Material Yang Belum Mengalami Pelapukan

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan analisa pada bab IV dimana data telah dikumpulkan dari lapangan dan memperoleh pemodelan dengan simulasi *software* komputer maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai resistivitas di daerah penelitian bervariasi. Besar resistivitas dikelompokkan berdasarkan material yang terdapat di lokasi tersebut, yaitu (0,16 – 160)  $\Omega$ .m untuk material lempung, (160 – 1093)  $\Omega$ .m untuk material pasir, (1093 – 8000)  $\Omega$ .m untuk material batupasir atau *sandstones*, dan (8000 – 122165)  $\Omega$ .m untuk material andesit.
2. Daerah penelitian merupakan daerah rawan longsor. Hal tersebut diungkapkan melalui fakta historis longsor pada tahun sebelumnya. Selain itu daerah tersebut memiliki struktur bawah tanah yang dominan dengan tanah lempung, dengan ketebalan sedimen diperkirakan mencapai 20 m dan didukung faktor geografis yang menunjukkan kemiringan lereng  $>45^\circ$  serta adanya rekahan tanah di atas bukit ketika musim kemarau.
3. Kedalaman bidang gelincir belum dapat diketahui hingga kedalaman 21,8 m. Diprediksi bidang gelincir merupakan bidang yang landai dan tidak mengikuti pola terbentuknya bukit. Sehubungan dengan tidak ditemukannya bidang gelincir, maka tidak dapat ditentukan pula perkiraan volume muatan apabila terjadi longsor.

## **B. Saran**

Dari hasil kesimpulan yang diperoleh, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan survei dengan menggunakan metode lain untuk melengkapi hasil yang diperoleh.
2. Cakupan pengukuran lebih diperlebar dan perlu penelitian lebih lanjut hingga menemukan bidang gelincir di Dusun Sendang Mulyo, Desa Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arfiansah, I. (2015). Analisis Daerah Rawan Longsor Menggunakan Data Mikroseismik di Desa Kalibening, Majatengah dan Sidakangen, Kecamatan Kalibening, Kabupaten Banjarnegara. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- 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.
- Bates, R.L. & Jackson, J.A. (1980). *Glossary of Geology, second edition, American Geological Institute*. Falls Church. Virginia.
- BIG. (2017). *Pemetaan Cepat Kejadian Longsor Kulonprogo*. Diunduh pada tanggal 27 November 2018 dari <http://www.big.go.id/pemetaan-cepat-kejadian-longsor-kulonprogo-2/>.
- Bowles, J.E. (1989). *Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta : Erlangga.
- BPBD DIY. (2013). *Peta Bahaya Tanah Longsor DIY*. Diunduh pada tanggal 15 Februari 2015 dari <http://bpbd.jogjaprovo.go.id/wp-content/uploads/2013/12/Peta-Bahaya-Longsor-DIY-revisi-kecil.jpg>.
- BPBD Kulon Progo. (2017). *Tabel Kejadian Longsor Tahun 2008-2017*. Kulon Progo: BPBD Kulonprogo.
- BPS Kabupaten Kulon Progo. (2009). *Kecamatan Samigaluh dalam Angka: 2009*. Kulon Progo: BPS Kabupaten Kulon Progo
- Broto, S. dan Afifah, R.S. (2008). *Pengolahan Data Geolistrik dengan Metode Schlumberger*. *Teknik*, 29(2): 120-128.
- Darmawijaya, M.I. (1990). *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: UGM
- Darsono, Nurlaksito, B., & Legowo, B. (2012). 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 (2012) vol. 2 no. 1. Halaman 58*.

- Hack R. (2000). *Geophysics for slope stability. Surveys in Geophysics*. 21:432-448.
- Hendrajaya, L., & Idham, A. (1990). *Geolistrik Tahanan Jenis, Monografi: Metoda Eksplorasi*. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi, ITB.
- Highland, L. (2004). *Landslide type and processes*. Fact-Sheet No. 2004-3072. U.S. Geology Survey.
- Kanata, B., Zubaidah, T., Utama, W., Warnana, D.D., & Arumdati, N. (2008). *Sifat Kelistrikan Batuan*. Surakarta: Jurusan Fisika Universitas sebelas Maret.
- Meric, O., Garambois, S., Jongmans, D., Wathelet, M., Chatelain, J.L., & Vengeon, J.M. (2005). *Application of Geophysical Methods for The Investigation of The Large Gravitational Mass Movement of Séchilienne*. France: Can Geotech. 42:1105– 1115.
- Misdiyanto. (1992). Studi Kerentanan Gerak Masa di Kecamatan Pucuk Kabupaten Gunung Kidul DIY. *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Muntohar, A.S. (2015). *Tanah Longsor Analisis-Prediksi-Mitigasi*. Yogyakarta: Teknik Sipil UMY.
- Nabiada, M.W.L.R. (2016). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Jalur Sesar Opak Di Dusun Paten Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nandi. (2007). *Longsor*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi UPI.
- Nawawi, G. (2001). *Modul Program Keahlian Mengukur Jarak dan Sudut*. Modul. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta.
- Nurhidayah, (2013). Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Pencemaran Limbah Pabrik Di Sekitar Sungai Di Daerah Genuk. *Skripsi*. Semarang: Prodi Fisika. UNNES.
- Panissod, C., Dabas, M., Hesse, A., Jolivet, A., Tabbagh, J., & Tabbagh, A. (1998). *Recent Development in Shallow Depth Electrical and Electrostatic Prospecting Using Mobile Arrays. Geophysics*. 65:1542-1550.
- Prameswari, H.H. (2019). Analisis Litologi Bawah Permukaan menggunakan Pengukuran Mikrotremor di Desa Purwoharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Prayogo, S. & Utama, W. (2003). Survei Resistivitas 3 Dimensi untuk Menentukan Distribusi Tahanan Jenis Tanah Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor di Desa Lumbang Rejo, Prigen, Jawa Timur. Jakarta: The Proc Joint Convention HAGI-IAGI.
- PVMBG. (2019). *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Kulon Progo*. Diunduh pada tanggal 21 Juni 2019 dari <http://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/157/category/16>.
- Sheriff, R.E. (2002). *Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics*. Society of Exploration Geophysicist. USA: Tulsa Oklahoma.
- Soengkono, S. (1997). *Geothermal Exploration for Earth Scientist*. New Zealand: University of Auckland.
- Sugiharyanto, Nursa'ban, M., & Khotimah, N. (2009). Studi Kerentanan Longsor Lahan di Kecamatan Samigaluh dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam. *Hasil Penelitian Strategis Nasional Batch 1*. Yogyakarta: FISE UNY.
- Suhari. (2015). *Metode Geolistrik Resistivitas*. Yogyakarta: Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Sutasoma, M., Susilo, A., Suryo, E.A., Fitriah, F., & Bahtiar. (2018). Preliminary Study Of Landslide In Sri Mulyo, Malang, Indonesia Using Resistivity Method And Drilling Core Data. *International Journal of GEOMATE*, Aug., 2018 Vol.15, Issue 48, pp.161-168.
- Syamsudin, (2007). *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Bumi Dangkal Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis 2D (Studi Kasus Potensi Tanah Longsor Di Panawangan, Ciamis)*. Tesis. Bandung : ITB Central Library.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., & Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics. Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Thornbury & William, D. (1969). *Principles of Geomorphology*. Amerika Serikat. Departement of Geology Indiana University.
- Todd, D.K. (1959). *Groundwater Hydrology*. New York: Associate Professor of Civil Engineering California University.
- UNDP-ERA BAPPENAS & PEMDA Kabupaten Kulon Progo. (2008). *Peta Ancaman Bencana Tanah Longsor Kecamatan Samigaluh*. Kulon Progo.

- Utomo, Y.W. (2014). *Tanah Longsor Bencana Paling Mematikan Tahun 2014*. Diakses pada tanggal 15 Desember 2018 dari <https://sains.kompas.com/read/2014/12/15/18035151/Tanah.Longsor.Bencana.Paling.Mematikan.Tahun.2014?page=all>.
- Van Bemmelen, R.W. (1949). *The Geology of Indonesia, volume 1*. Netherlands: A.Haque.
- 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.
- Wartono, R., Sukandarrumidi, & Rosidi. (1977). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Bandung: Direktorat Geologi.
- 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.

## Lampiran 1

### Data Hasil Pengukuran

Lokasi : Dsn. Sendang Mulyo, Ds. Purwoharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo  
 Hari : Senin  
 Tanggal : 15 Oktober 2018  
 Waktu mulai : 07.00 WIB  
 Nama Lintasan : Lintasan 1  
 Panjang : 150 m  
 Cuaca : Cerah  
 Koordinat :

Koordinat	Awal	Akhir
<b>X (LS)</b>	7°41'44,78"	7°41'46,58"
<b>Y (BT)</b>	110°10'33,11"	110°10'28,84"

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
1	1	0	10	20	30	362.98	139.652	0.384737	188.4	72.48454
	2	0	10	30	40	361.38	35.887	0.099305	753.6	74.83658
	3	0	10	40	50	360.66	15.378	0.042638	1884	80.33093
	4	0	10	50	60	354.22	8.836	0.024945	3768	93.99257
	5	0	10	60	70	354.42	2.799	0.007897	6594	52.07552
	6	0	10	70	80	348.86	1.583	0.004538	10550.4	47.87388
	7	0	10	80	90	347.19	0.916	0.002638	15825.6	41.75307
	8	0	10	90	100	345.92	0.496	0.001434	22608	32.41665
2	1	10	20	30	40	210.87	71.216	0.337725	188.4	63.62733
	2	10	20	40	50	206.73	12.913	0.062463	753.6	47.0722
	3	10	20	50	60	207.61	5.393	0.025977	1884	48.9399
	4	10	20	60	70	206.98	1.736	0.008387	3768	31.60329
	5	10	20	70	80	199.43	1.035	0.00519	6594	34.22148
	6	10	20	80	90	200.61	0.587	0.002926	10550.4	30.87127
	7	10	20	90	100	193.15	0.291	0.001507	15825.6	23.84287
	8	10	20	100	110	188.29	0.194	0.00103	22608	23.2936
3	1	20	30	40	50	207.82	56.076	0.26983	188.4	50.83591
	2	20	30	50	60	188.75	11.787	0.062448	753.6	47.06057
	3	20	30	60	70	187.17	2.761	0.014751	1884	27.79144
	4	20	30	70	80	185.78	1.326	0.007137	3768	26.894
	5	20	30	80	90	181.78	0.72	0.003961	6594	26.11772
	6	20	30	90	100	172.02	0.3	0.001744	10550.4	18.39972

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	7	20	30	100	110	171.08	0.234	0.001368	15825.6	21.64596
	8	20	30	110	120	171.03	0.236	0.00138	22608	31.19621
4	1	30	40	50	60	220.02	60.511	0.275025	188.4	51.81471
	2	30	40	60	70	189.6	5.085	0.02682	753.6	20.21127
	3	30	40	70	80	192.09	2.041	0.010625	1884	20.01793
	4	30	40	80	90	193.02	0.83	0.0043	3768	16.20267
	5	30	40	90	100	187.46	0.463	0.00247	6594	16.28626
	6	30	40	100	110	183.44	0.215	0.001172	10550.4	12.36555
	7	30	40	110	120	153.5	0.2	0.001303	15825.6	20.61967
	8	30	40	120	130	147.04	0.377	0.002564	22608	57.96529
5	1	40	50	60	70	347.63	36.628	0.105365	188.4	19.85075
	2	40	50	70	80	347.05	7.167	0.020651	753.6	15.56275
	3	40	50	80	90	347.15	2.394	0.006896	1884	12.99235
	4	40	50	90	100	347.61	1.011	0.002908	3768	10.95897
	5	40	50	100	110	347.29	0.663	0.001909	6594	12.58839
	6	40	50	110	120	349.25	1.798	0.005148	10550.4	54.3153
	7	40	50	120	130	348.58	0.443	0.001271	15825.6	20.11229
	8	40	50	130	140	348.81	0.305	0.000874	22608	19.76847
6	1	50	60	70	80	346.27	24.622	0.071106	188.4	13.39644
	2	50	60	80	90	345.01	6.514	0.018881	753.6	14.22843
	3	50	60	90	100	346.11	2.556	0.007385	1884	13.91322
	4	50	60	100	110	345.63	1.08	0.003125	3768	11.77398
	5	50	60	110	120	346.66	1.011	0.002916	6594	19.23076
	6	50	60	120	130	346.52	0.72	0.002078	10550.4	21.92164
	7	50	60	130	140	346.73	0.467	0.001347	15825.6	21.31502
	8	50	60	140	150	346.83	0.216	0.000623	22608	14.07989
7	1	60	70	80	90	356.13	18.449	0.051804	188.4	9.759896
	2	60	70	90	100	356.44	5.455	0.015304	753.6	11.53318
	3	60	70	100	110	356.77	1.783	0.004998	1884	9.415511
	4	60	70	110	120	357.39	1.268	0.003548	3768	13.36866
	5	60	70	120	130	365.43	0.815	0.00223	6594	14.70626
	6	60	70	130	140	356.63	0.563	0.001579	10550.4	16.65557
	7	60	70	140	150	356.81	0.272	0.000762	15825.6	12.06402
8	1	70	80	90	100	279.36	113.094	0.404832	188.4	76.27044
	2	70	80	100	110	279.39	37.994	0.135989	753.6	102.4814
	3	70	80	110	120	279.34	1.641	0.005875	1884	11.06767
	4	70	80	120	130	280.72	1.502	0.005351	3768	20.16079
	5	70	80	130	140	280.69	0.525	0.00187	6594	12.33336

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>K</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	6	70	80	140	150	281.24	0.315	0.00112	10550.4	11.81687
9	1	80	90	100	110	306.73	17.014	0.055469	188.4	10.45036
	2	80	90	110	120	306.48	3.834	0.01251	753.6	9.427377
	3	80	90	120	130	306.16	1.502	0.004906	1884	9.242775
	4	80	90	130	140	305.8	0.734	0.0024	3768	9.044186
	5	80	90	140	150	305.99	0.331	0.001082	6594	7.132959
10	1	90	100	110	120	284.09	14.825	0.052184	188.4	9.831497
	2	90	100	120	130	285.56	2.761	0.009669	753.6	7.286348
	3	90	100	130	140	285.94	1.016	0.003553	1884	6.694216
	4	90	100	140	150	287.37	0.467	0.001625	3768	6.123311
11	1	100	110	120	130	299.27	8.173	0.02731	188.4	5.145164
	2	100	110	130	140	300.17	2.127	0.007086	753.6	5.339998
	3	100	110	140	150	299.55	0.758	0.00253	1884	4.767391
12	1	110	120	130	140	257.77	25.425	0.098634	188.4	18.58273
	2	110	120	140	150	258.12	3.152	0.012211	753.6	9.202492
13	1	120	130	140	150	235.41	9.785	0.041566	188.4	7.830993

- C1 = elektroda arus 1 (m)  
 C2 = elektroda arus 2 (m)  
 P1 = elektroda potensial 1 (m)  
 P2 = elektroda potensial 2 (m)  
*I* = arus (A)  
*V* = tegangan (volt)  
*k* = faktor geometri  
*n* = faktor pengali  
 $\rho_a$  = resistivitas semu (ohm.m)  
*R* = resistansi (ohm)

Lokasi : Dsn. Sendang Mulyo, Ds. Purwoharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo  
 Hari : Senin  
 Tanggal : 15 Oktober 2018  
 Waktu mulai : 13.00 WIB  
 Nama lintasan : Lintasan 2  
 Panjang : 150 m  
 Cuaca : Cerah  
 Koordinat :

Koordinat	Awal	Akhir
X (LS)	7°41'43,79"	7°41'47,16"
Y (BT)	110°10'31,55"	110°10'28,09"

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
1	1	0	10	20	30	266.1	86.63	0.325554	188.4	61.33443
	2	0	10	30	40	265.49	57.948	0.218268	753.6	164.4868
	3	0	10	40	50	266.08	14.834	0.05575	1884	105.0333
	4	0	10	50	60	265.69	3.824	0.014393	3768	54.23174
	5	0	10	60	70	265.36	1.33	0.005012	6594	33.04952
	6	0	10	70	80	264.51	1.02	0.003856	10550.4	40.68431
	7	0	10	80	90	264.43	0.477	0.001804	15825.6	28.54748
	8	0	10	90	100	264.47	0.267	0.00101	22608	22.82427
2	1	10	20	30	40	331.42	125.962	0.380068	188.4	71.60473
	2	10	20	40	50	331.28	56.09	0.169313	753.6	127.5943
	3	10	20	50	60	332.46	12.317	0.037048	1884	69.79856
	4	10	20	60	70	333.05	3.948	0.011854	3768	44.66616
	5	10	20	70	80	333.15	2.556	0.007672	6594	50.59062
	6	10	20	80	90	333.36	1.249	0.003747	10550.4	39.52919
	7	10	20	90	100	334.4	0.62	0.001854	15825.6	29.34172
	8	10	20	100	110	334.32	0.558	0.001669	22608	37.7341
3	1	20	30	40	50	409.65	119.133	0.290817	188.4	54.78984
	2	20	30	50	60	409.63	64.876	0.158377	753.6	119.353
	3	20	30	60	70	410.53	5.937	0.014462	1884	27.24602
	4	20	30	70	80	412.03	3.61	0.008761	3768	33.01332
	5	20	30	80	90	409.31	1.736	0.004241	6594	27.96703
	6	20	30	90	100	409.38	0.815	0.001991	10550.4	21.0039
	7	20	30	100	110	409.7	0.715	0.001745	15825.6	27.61851
	8	20	30	110	120	410.18	0.458	0.001117	22608	25.24371
4	1	30	40	50	60	436.07	62.642	0.143651	188.4	27.0639
	2	30	40	60	70	434.57	13.514	0.031097	753.6	23.43501

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>K</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	3	30	40	70	80	436.28	7.062	0.016187	1884	30.49603
	4	30	40	80	90	436.12	2.875	0.006592	3768	24.83949
	5	30	40	90	100	435.06	1.469	0.003377	6594	22.26494
	6	30	40	100	110	435.22	1.183	0.002718	10550.4	28.67773
	7	30	40	110	120	435.57	0.658	0.001511	15825.6	23.90717
	8	30	40	120	130	435.33	0.587	0.001348	22608	30.48468
5	1	40	50	60	70	395.48	48.528	0.122707	188.4	23.11792
	2	40	50	70	80	396.23	14.694	0.037085	753.6	27.9469
	3	40	50	80	90	395.96	5.617	0.014186	1884	26.726
	4	40	50	90	100	395.65	2.108	0.005328	3768	20.07568
	5	40	50	100	110	395.52	1.864	0.004713	6594	31.07609
	6	40	50	110	120	395.73	1.073	0.002711	10550.4	28.60683
	7	40	50	120	130	395.76	0.553	0.001397	15825.6	22.11329
	8	40	50	130	140	395.94	0.401	0.001013	22608	22.89692
6	1	50	60	70	80	462.15	33.963	0.073489	188.4	13.84535
	2	50	60	80	90	463.85	7.048	0.015195	753.6	11.45063
	3	50	60	90	100	461.63	2.069	0.004482	1884	8.443983
	4	50	60	100	110	462.08	1.688	0.003653	3768	13.76468
	5	50	60	110	120	462.05	0.925	0.002002	6594	13.20084
	6	50	60	120	130	460.96	0.442	0.000959	10550.4	10.11645
	7	50	60	130	140	461.02	0.315	0.000683	15825.6	10.81312
	8	50	60	140	150	460.4	0.155	0.000337	22608	7.611295
7	1	60	70	80	90	386.95	34.08	0.088073	188.4	16.59303
	2	60	70	90	100	386.19	2.384	0.006173	753.6	4.652069
	3	60	70	100	110	387.14	1.559	0.004027	1884	7.586806
	4	60	70	110	120	387.98	0.668	0.001722	3768	6.48751
	5	60	70	120	130	387.94	0.367	0.000946	6594	6.238073
	6	60	70	130	140	388.65	0.191	0.000491	10550.4	5.184939
	7	60	70	140	150	389.17	0.179	0.00046	15825.6	7.279036
8	1	70	80	90	100	253.21	8.888	0.035101	188.4	6.613085
	2	70	80	100	110	252.42	2.518	0.009975	753.6	7.51749
	3	70	80	110	120	252.97	0.734	0.002902	1884	5.466482
	4	70	80	120	130	253.81	0.389	0.001533	3768	5.774997
	5	70	80	130	140	254.39	0.162	0.000637	6594	4.199174
	6	70	80	140	150	254.52	0.162	0.000636	10550.4	6.715248
9	1	80	90	100	110	164.27	7.216	0.043928	188.4	8.275975
	2	80	90	110	120	164.27	7.215	0.043922	753.6	33.09931
	3	80	90	120	130	163.41	0.782	0.004786	1884	9.015899

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	4	80	90	130	140	162.31	0.205	0.001263	3768	4.759041
	5	80	90	140	150	155.09	0.389	0.002508	6594	16.53921
10	1	90	100	110	120	183.14	7.052	0.038506	188.4	7.254542
	2	90	100	120	130	180.41	1.159	0.006424	753.6	4.841319
	3	90	100	130	140	178.98	0.52	0.002905	1884	5.473684
	4	90	100	140	150	177.59	0.381	0.002145	3768	8.083834
11	1	100	110	120	130	392.66	13.27	0.033795	188.4	6.367005
	2	100	110	130	140	391.98	3.076	0.007847	753.6	5.913755
	3	100	110	140	150	392.23	1.292	0.003294	1884	6.205869
12	1	110	120	130	140	303.24	12.708	0.041907	188.4	7.895354
	2	110	120	140	150	302.77	2.279	0.007527	753.6	5.672472
13	1	120	130	140	150	272.35	19.307	0.07089	188.4	13.35575

- C1 = elektroda arus 1 (m)  
 C2 = elektroda arus 2 (m)  
 P1 = elektroda potensial 1 (m)  
 P2 = elektroda potensial 2 (m)  
*I* = arus (A)  
*V* = tegangan (volt)  
*k* = faktor geometri  
 n = faktor pengali  
 $\rho_a$  = resistivitas semu (ohm.m)  
*R* = resistansi (ohm)

Lokasi : Dsn. Sendang Mulyo, Ds. Purwoharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo  
 Hari : Senin  
 Tanggal : 15 Oktober 2018  
 Waktu mulai : 15.30 WIB  
 Nama lintasan : Lintasan 3  
 Panjang : 120 m  
 Cuaca : Cerah  
 Koordinat :

Koordinat	Awal	Akhir
X (LS)	7°41'44,12"	7°41'47,61"
Y (BT)	110°10'30,53"	110°10'30,93"

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
1	1	0	10	20	30	278.11	68.269	0.245475	188.4	46.24745
	2	0	10	30	40	277.01	16.899	0.061005	753.6	45.97338
	3	0	10	40	50	276	4.73	0.017138	1884	32.28739
	4	0	10	50	60	276.09	1.621	0.005871	3768	22.12296
	5	0	10	60	70	275.57	0.997	0.003618	6594	23.8568
	6	0	10	70	80	276.11	0.42	0.001521	10550.4	16.04856
	7	0	10	80	90	276.02	0.327	0.001185	15825.6	18.74854
	8	0	10	90	100	276.83	0.124	0.000448	22608	10.12676
2	1	10	20	30	40	386.26	76.499	0.198051	188.4	37.31272
	2	10	20	40	50	383.46	16.165	0.042156	753.6	31.76849
	3	10	20	50	60	383.24	4.811	0.012553	1884	23.65078
	4	10	20	60	70	379.51	2.561	0.006748	3768	25.42712
	5	10	20	70	80	382.59	1.154	0.003016	6594	19.88938
	6	10	20	80	90	383.01	0.653	0.001705	10550.4	17.98755
	7	10	20	90	100	383.12	0.436	0.001138	15825.6	18.00992
	8	10	20	100	110	383.9	0.257	0.000669	22608	15.13482
3	1	20	30	40	50	449.93	62.208	0.138262	188.4	26.04847
	2	20	30	50	60	449.89	12.96	0.028807	753.6	21.70899
	3	20	30	60	70	450.53	5.598	0.012425	1884	23.40939
	4	20	30	70	80	450.96	1.879	0.004167	3768	15.7
	5	20	30	80	90	451.17	1.488	0.003298	6594	21.74762
	6	20	30	90	100	452.06	0.796	0.001761	10550.4	18.57744
	7	20	30	100	110	451.69	0.229	0.000507	15825.6	8.02334
	8	20	30	110	120	446.76	0.226	0.000506	22608	11.43658
4	1	30	40	50	60	546.21	57.736	0.105703	188.4	19.91443
	2	30	40	60	70	547.41	13.962	0.025506	753.6	19.22099

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	3	30	40	70	80	548.67	5.307	0.009672	1884	18.22295
	4	30	40	80	90	548.62	1.307	0.002382	3768	8.976661
	5	30	40	90	100	549.53	1.297	0.00236	6594	15.56315
	6	30	40	100	110	547.92	0.699	0.001276	10550.4	13.4595
	7	30	40	110	120	547.89	0.372	0.000679	15825.6	10.74508
5	1	40	50	60	70	535.87	36.244	0.067636	188.4	12.74259
	2	40	50	70	80	533.86	7.978	0.014944	753.6	11.26179
	3	40	50	80	90	532.74	2.747	0.005156	1884	9.714585
	4	40	50	90	100	533.93	1.788	0.003349	3768	12.6181
	5	40	50	100	110	534.21	0.916	0.001715	6594	11.30661
	6	40	50	110	120	531.91	0.66	0.001241	10550.4	13.09106
6	1	50	60	70	80	457.25	19.345	0.042307	188.4	7.97069
	2	50	60	80	90	457.18	3.691	0.008073	753.6	6.084119
	3	50	60	90	100	458.19	1.955	0.004267	1884	8.03863
	4	50	60	100	110	458.87	0.944	0.002057	3768	7.751633
	5	50	60	110	120	462.47	0.522	0.001129	6594	7.442792
7	1	60	70	80	90	381.88	12.207	0.031966	188.4	6.022308
	2	60	70	90	100	382.08	3.495	0.009147	753.6	6.893405
	3	60	70	100	110	384.22	2.139	0.005567	1884	10.48846
	4	60	70	110	120	384.98	0.613	0.001592	3768	5.999751
8	1	70	80	90	100	319.67	15.278	0.047793	188.4	9.004208
	2	70	80	100	110	320.35	2.818	0.008797	753.6	6.629139
	3	70	80	110	120	320.94	1.047	0.003262	1884	6.146158
9	1	80	90	100	110	158.89	11.385	0.071653	188.4	13.49949
	2	80	90	110	120	159.25	1.497	0.0094	753.6	7.084077
10	1	90	100	110	120	149.82	8.574	0.057229	188.4	10.78188

- C1 = elektroda arus 1 (m)  
C2 = elektroda arus 2 (m)  
P1 = elektroda potensial 1 (m)  
P2 = elektroda potensial 2 (m)  
*I* = arus (A)  
*V* = tegangan (volt)  
*k* = faktor geometri  
n = faktor pengali  
 $\rho_a$  = resistivitas semu (ohm.m)  
*R* = resistansi (ohm)

Lokasi : Dsn. Sendang Mulyo, Ds. Purwoharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo  
 Hari : Selasa  
 Tanggal : 16 Oktober 2018  
 Waktu mulai : 07.00 WIB  
 Nama lintasan : Lintasan 4  
 Panjang : 120 m  
 Cuaca : Cerah  
 Koordinat :

Koordinat	Awal	Akhir
X (LS)	7°41'44,65"	7°41'48,17"
Y (BT)	110°10'28,93"	110°10'29,93"

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
1	1	0	10	20	30	435.81	21.629	0.049629	188.4	9.350184
	2	0	10	30	40	433.78	4.258	0.009816	753.6	7.397365
	3	0	10	40	50	433.21	1.941	0.004481	1884	8.441273
	4	0	10	50	60	432.66	1.268	0.002931	3768	11.04291
	5	0	10	60	70	432.12	0.548	0.001268	6594	8.362288
	6	0	10	70	80	431.78	0.362	0.000838	10550.4	8.845349
	7	0	10	80	90	432.21	0.343	0.000794	15825.6	12.55913
	8	0	10	90	100	431.35	0.191	0.000443	22608	10.01073
2	1	10	20	30	40	441.69	11.086	0.025099	188.4	4.728661
	2	10	20	40	50	440.11	3.114	0.007076	753.6	5.3321
	3	10	20	50	60	439.99	2.975	0.006762	1884	12.7387
	4	10	20	60	70	440.2	1.431	0.003251	3768	12.249
	5	10	20	70	80	440.17	0.567	0.001288	6594	8.493986
	6	10	20	80	90	439.91	0.322	0.000732	10550.4	7.722554
	7	10	20	90	100	440.67	0.198	0.000449	15825.6	7.110692
	8	10	20	100	110	441.2	0.124	0.000281	22608	6.354016
3	1	20	30	40	50	485.92	17.858	0.036751	188.4	6.923871
	2	20	30	50	60	486.25	7.858	0.01616	753.6	12.17849
	3	20	30	60	70	486.47	2.813	0.005782	1884	10.89418
	4	20	30	70	80	486.69	0.868	0.001783	3768	6.720138
	5	20	30	80	90	486.31	0.436	0.000897	6594	5.911834
	6	20	30	90	100	486.71	0.257	0.000528	10550.4	5.570982
	7	20	30	100	110	486.55	0.191	0.000393	15825.6	6.212495
	8	20	30	110	120	486.7	0.134	0.000275	22608	6.224516
4	1	30	40	50	60	327.49	13.757	0.042007	188.4	7.914192
	2	30	40	60	70	325.44	3.109	0.009553	753.6	7.199307

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
	3	30	40	70	80	327.25	0.682	0.002084	1884	3.926319
	4	30	40	80	90	327.91	0.286	0.000872	3768	3.286414
	5	30	40	90	100	331.28	0.134	0.000404	6594	2.667218
	6	30	40	100	110	331.2	0.095	0.000287	10550.4	3.026232
	7	30	40	110	120	326.52	0.093	0.000285	15825.6	4.507475
5	1	40	50	60	70	332.17	15.287	0.046022	188.4	8.670472
	2	40	50	70	80	330.6	2.208	0.006679	753.6	5.033118
	3	40	50	80	90	326.34	0.634	0.001943	1884	3.660158
	4	40	50	90	100	327.46	0.248	0.000757	3768	2.853674
	5	40	50	100	110	325.61	0.2	0.000614	6594	4.050244
	6	40	50	110	120	325.52	0.052	0.00016	10550.4	1.685367
6	1	50	60	70	80	336.21	31.724	0.094358	188.4	17.77699
	2	50	60	80	90	338.31	3.91	0.011557	753.6	8.709692
	3	50	60	90	100	341.09	1.431	0.004195	1884	7.904084
	4	50	60	100	110	341.78	0.682	0.001995	3768	7.518802
	5	50	60	110	120	342.52	0.51	0.001489	6594	9.81823
7	1	60	70	80	90	365.28	67.291	0.184218	188.4	34.70659
	2	60	70	90	100	364.02	4.544	0.012483	753.6	9.407061
	3	60	70	100	110	363.29	1.593	0.004385	1884	8.261202
	4	60	70	110	120	364.64	0.963	0.002641	3768	9.951141
8	1	70	80	90	100	455.54	62.728	0.1377	188.4	25.94274
	2	70	80	100	110	455.02	4.836	0.010628	753.6	8.009339
	3	70	80	110	120	452.82	2.139	0.004724	1884	8.89951
9	1	80	90	100	110	389.64	34.881	0.089521	188.4	16.86577
	2	80	90	110	120	389.7	4.282	0.010988	753.6	8.280511
10	1	90	100	110	120	333.21	19.35	0.058071	188.4	10.94067

- C1 = elektroda arus 1 (m)  
C2 = elektroda arus 2 (m)  
P1 = elektroda potensial 1 (m)  
P2 = elektroda potensial 2 (m)  
*I* = arus (A)  
*V* = tegangan (volt)  
*k* = faktor geometri  
n = faktor pengali  
 $\rho_a$  = resistivitas semu (ohm.m)  
*R* = resistansi (ohm)

Lokasi : Dsn. Sendang Mulyo, Ds. Purwoharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo  
 Hari : Selasa  
 Tanggal : 16 Oktober 2018  
 Waktu mulai : 09.00 WIB  
 Nama lintasan : Lintasan 5  
 Panjang : 100 m  
 Cuaca : Cerah  
 Koordinat :

Koordinat	Awal	Akhir
X (LS)	7°41'46,55"	7°41'46,55"
Y (BT)	110°10'28,24"	110°10'31,40"

No	n	C1	C2	P1	P2	I	V	$\rho_a$	k	R
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
1	1	0	10	20	30	513.2	30.646	0.059716	188.4	11.2504
	2	0	10	30	40	512.43	5.574	0.010878	753.6	8.197347
	3	0	10	40	50	512.84	1.569	0.003059	1884	5.763973
	4	0	10	50	60	512.85	0.715	0.001394	3768	5.253232
	5	0	10	60	70	513.09	0.496	0.000967	6594	6.374367
	6	0	10	70	80	513.34	0.305	0.000594	10550.4	6.2685
	7	0	10	80	90	513.21	0.238	0.000464	15825.6	7.339087
	8	0	10	90	100	513.89	0.15	0.000292	22608	6.599078
2	1	10	20	30	40	479.85	74.535	0.15533	188.4	29.26413
	2	10	20	40	50	479.77	5.512	0.011489	753.6	8.657989
	3	10	20	50	60	481.18	1.168	0.002427	1884	4.573158
	4	10	20	60	70	482.72	1.105	0.002289	3768	8.625373
	5	10	20	70	80	483.52	0.582	0.001204	6594	7.93702
	6	10	20	80	90	481.95	0.391	0.000811	10550.4	8.559407
	7	10	20	90	100	481.65	0.267	0.000554	15825.6	8.772833
3	1	20	30	40	50	429.72	37.208	0.086587	188.4	16.31292
	2	20	30	50	60	427.47	3.247	0.007596	753.6	5.724236
	3	20	30	60	70	426.56	1.578	0.003699	1884	6.969599
	4	20	30	70	80	426.58	0.753	0.001765	3768	6.651282
	5	20	30	80	90	426.48	0.453	0.001062	6594	7.004038
	6	20	30	90	100	426.33	0.021	4.93E-05	10550.4	0.519688
4	1	30	40	50	60	383.39	28.644	0.074712	188.4	14.07582
	2	30	40	60	70	382.8	4.444	0.011609	753.6	8.74869
	3	30	40	70	80	382.87	1.674	0.004372	1884	8.237302
	4	30	40	80	90	383.86	0.851	0.002217	3768	8.353483
	5	30	40	90	100	382.6	0.503	0.001315	6594	8.669059

No	n	C1	C2	P1	P2	<i>I</i>	<i>V</i>	$\rho_a$	<i>k</i>	<i>R</i>
						(mA)	(mV)	(ohm.m)	(m)	(ohm)
5	1	40	50	60	70	401.68	72.851	0.181366	188.4	34.16931
	2	40	50	70	80	400.88	5.24	0.013071	753.6	9.850489
	3	40	50	80	90	399.71	2.06	0.005154	1884	9.709639
	4	40	50	90	100	400.71	0.978	0.002441	3768	9.196436
6	1	50	60	70	80	339.28	19.078	0.056231	188.4	10.59389
	2	50	60	80	90	340.05	4.375	0.012866	753.6	9.695633
	3	50	60	90	100	341.33	1.683	0.004931	1884	9.289462
7	1	60	70	80	90	346.73	20.371	0.058752	188.4	11.06883
	2	60	70	90	100	345.37	4.563	0.013212	753.6	9.956501
8	1	70	80	90	100	432.92	42.973	0.099263	188.4	18.70118

- C1 = elektroda arus 1 (m)  
 C2 = elektroda arus 2 (m)  
 P1 = elektroda potensial 1 (m)  
 P2 = elektroda potensial 2 (m)  
*I* = arus (A)  
*V* = tegangan (volt)  
*k* = faktor geometri  
 n = faktor pengali  
 $\rho_a$  = resistivitas semu (ohm.m)  
*R* = resistansi (ohm)

## Lampiran 2

### Konfigurasi Elektroda

Setiap konfigurasi pada metode geolistrik memiliki nilai  $k$  berbeda-beda. Untuk metode geolistrik pada penelitian ini adalah dengan konfigurasi *dipole-dipole*. Nilai  $k$  diperoleh dengan persamaan (23), yaitu:

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

Berdasarkan Gambar 13, maka dapat diperoleh:

$$r_1 = C_2 P_1 = na$$

$$r_2 = C_1 P_1 = na + a$$

$$r_3 = C_2 P_2 = na + a$$

$$r_4 = C_1 P_2 = na + 2a$$

maka, persamaan 23 dapat diubah menjadi:

$$k = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} \right) - \left( \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+2a} \right) \right\}}$$

$$k = 2\pi \left\{ \left( \frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} \right) - \left( \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+2a} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi \left\{ \left( \frac{(na+a) - (na)}{na(na+a)} \right) - \left( \frac{(na+2a) - (na+a)}{(na+a)(na+2a)} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi \left\{ \left( \frac{a}{(na)^2 + na^2} \right) - \left( \frac{a}{(na)^2 + 3na^2 + 2a^2} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi \left\{ \left( \frac{a}{a^2(n^2+n)} \right) - \left( \frac{a}{a^2(n^2+3n+2)} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi \left\{ \frac{1}{a} \left( \frac{1}{n^2+n} \right) - \left( \frac{1}{n^2+3n+2} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi a \left\{ \left( \frac{1}{n^2 + n} \right) - \left( \frac{1}{n^2 + 3n + 2} \right) \right\}^{-1}$$

$$k = 2\pi a \left( \frac{(n^2 + 3n + 2) - (n^2 + n)}{n^4 + 4n^3 + 5n^2 + 2n} \right)^{-1}$$

$$k = 2\pi a \left( \frac{2n + 2}{n^4 + 4n^3 + 5n^2 + 2n} \right)^{-1}$$

$$k = 2\pi a \left( \left( \frac{2}{n} \right) \frac{n + 1}{n^3 + 4n^2 + 5n + 2} \right)^{-1}$$

$$k = \pi a n \left( \frac{n + 1}{(n^2 + 3n + 2)(n + 1)} \right)^{-1}$$

$$k = \pi a n (n^2 + 3n + 2)$$

$$k = \pi a n (n + 2)(n + 1)$$

### Lampiran 3

#### Pengolahan Data Geolistrik

Pengolahan data geolistrik dengan menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data resistivitas dalam *software* Ms. Excel, kemudian mengolah data diawali menghitung nilai  $R$  dengan cara membagikan nilai  $V$  dengan  $I$ . Lalu menghitung nilai  $k$  (faktor geometri) dengan persamaan

$$k = \pi a n (n + 2)(n + 1)$$

Selanjutnya menghitung nilai tahanan jenis  $\rho$  dengan mengalikan nilai  $R$  dan  $k$ .

2. Setelah data sudah disusun rapi, maka menyusun format baru dalam *new sheet* untuk siap dipindahkan ke *notepad* dengan format *\*dat*. Pemindahan ke *software notepad* dilakukan karena *software Res2DinV* hanya dapat membaca format *\*dat*. Susunan penulisan yang ditulis pada *notepad* adalah sebagai berikut:

- Line 1 = nama survei; contoh : Line 1
- Line 2 = spasi elektroda (a); contoh : 10
- Line 3 = jenis susunan konfigurasi yang digunakan ((Wenner=1, *pole-pole*=2, *dipole-dipole*=3, *pole-dipole*=6, schlumberger=7); contoh : 3
- Line 4 = jumlah total data pengukuran; contoh : 76
- Line 5 = lokasi data untuk data pengukuran; contoh : 1
- Line 6 = kode untuk menggunakan data resistivitas; 0
- Line 7 = memasukkan data pengukuran dan perhitungan yaitu jarak elektroda arus (s) [jarak antara titik pusat dengan elektroda arus], jarak

antara dua elektroda potensial (C1 dan C2), lintasan pengukuran (n1, n2, n3, n4) dan nilai resistivitas semu yang diperoleh dari perhitungan (ditulis berurutan) begitu pula untuk data berikutnya. Tampilan data *software notepad* ditunjukkan pada Gambar L1.

Line	Station	Electrode	Resistivity
0			
0			
25	10	1	72.48453579
20	10	2	34.23657978
25	10	3	88.33852663
30	10	4	93.56056999
35	10	5	32.85552857
40	10	6	47.87388488
45	10	7	41.75367253
50	10	8	32.41665125
25	10	1	61.62732679
30	10	2	47.87228632
35	10	3	48.97880922
40	10	4	33.68328534
45	10	5	34.22148122
50	10	6	38.87126664
55	10	7	23.84286617
60	10	8	23.2936881
35	10	1	58.8355988
40	10	2	47.86857325
45	10	3	17.79164984
50	10	4	26.89490565
55	10	5	28.11772472
60	10	6	18.38972896
65	10	7	21.64595745
70	10	8	31.19621119
45	10	1	31.83478957
50	10	2	28.21126582
55	10	3	28.8179201
60	10	4	26.2826733
65	10	5	18.2862588
70	10	6	12.36554732

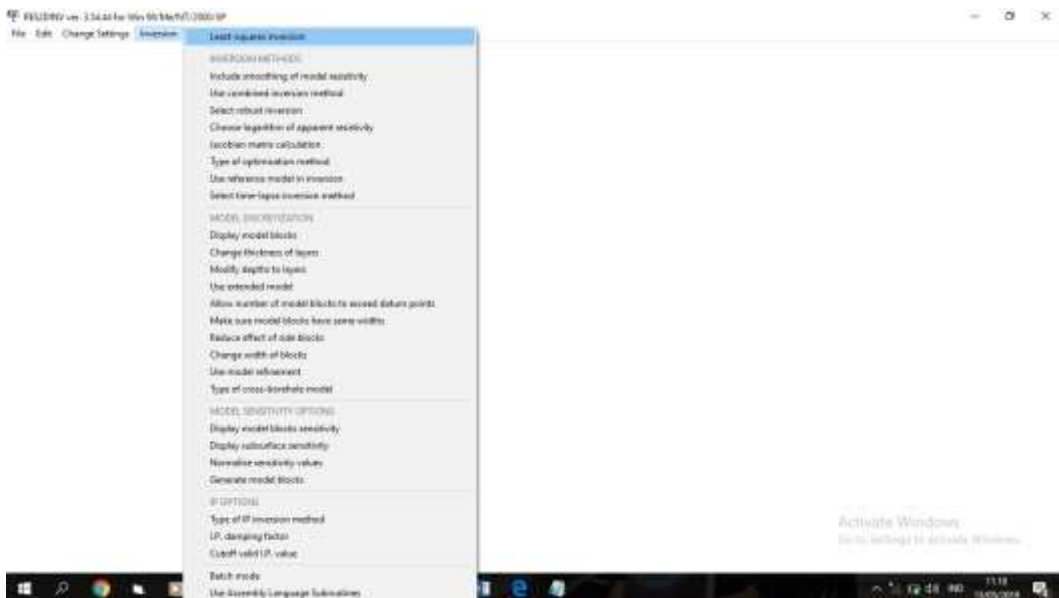
Gambar L1. Tampilan data pada *software notepad*

- Setelah Line data resistivitas, maka line selanjutnya berisikan data topografi berupa letak *datum point* dan elevasi.
  - 4 Line terakhir diisi 0 sebagai penutup data
3. Menjalankan *software Res2DinV* sebagai berikut:
- Melakukan proses *read data file* untuk membaca data dalam format *\*dat*. Pilih *File>>Read Data File* dan klik, kemudian ketika ada pertanyaan klik ok, ditunjukkan seperti pada Gambar L2.



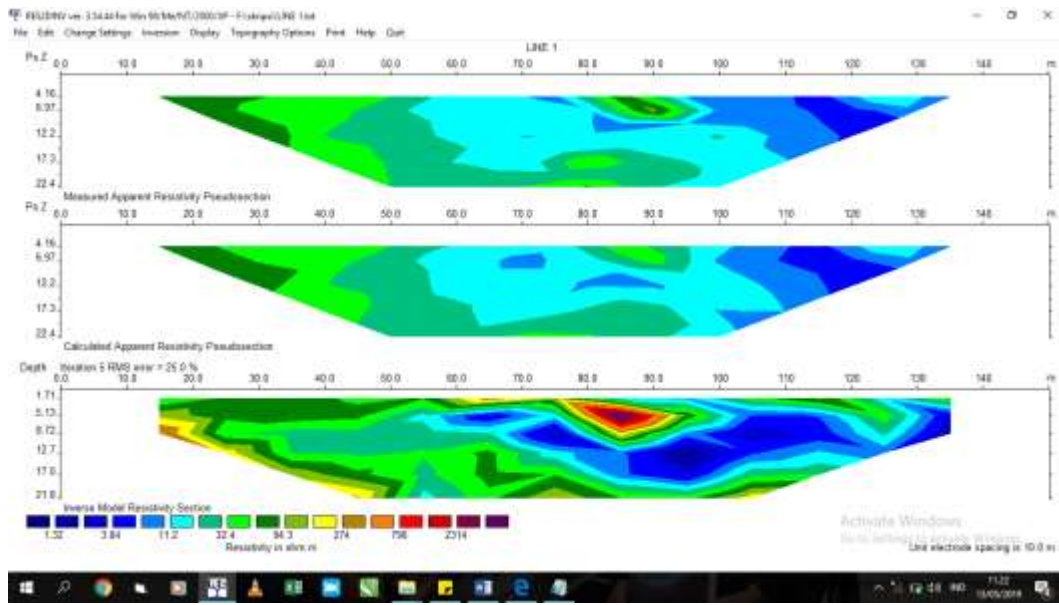
Gambar L2. Proses *Read Data*

- Kemudian akan muncul jendela “*input 2D resistivity data file*”, pada kolom “*file name*” masukkan *file* (line 1.txt). Setelah itu klik “*Open*”. Pastikan muncul tampilan “*Reading of data file completed*”.
- Selanjutnya adalah melakukan inversi. Dengan memilih *Inversion*>>>*least squares inversion*. Ditunjukkan seperti pada Gambar L3.



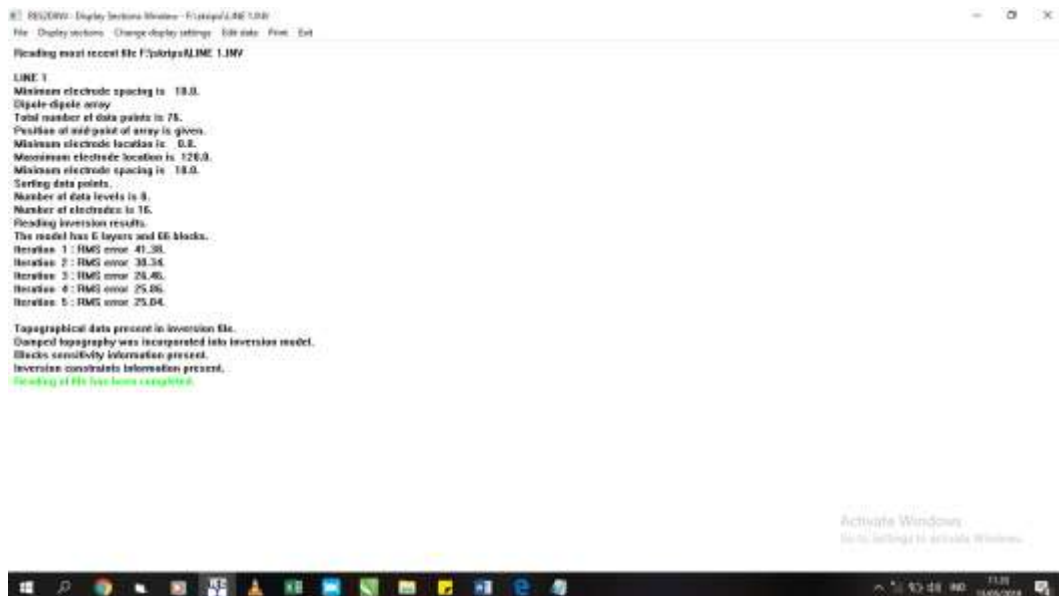
Gambar L3. Proses Inversi

- Kemudian akan muncul jendela “*File name for inversion results*” (line 1.inv), kemudian “*save*” sehingga muncul penampang *Pseudosection 2D*. Ditunjukkan seperti Gambar L4.



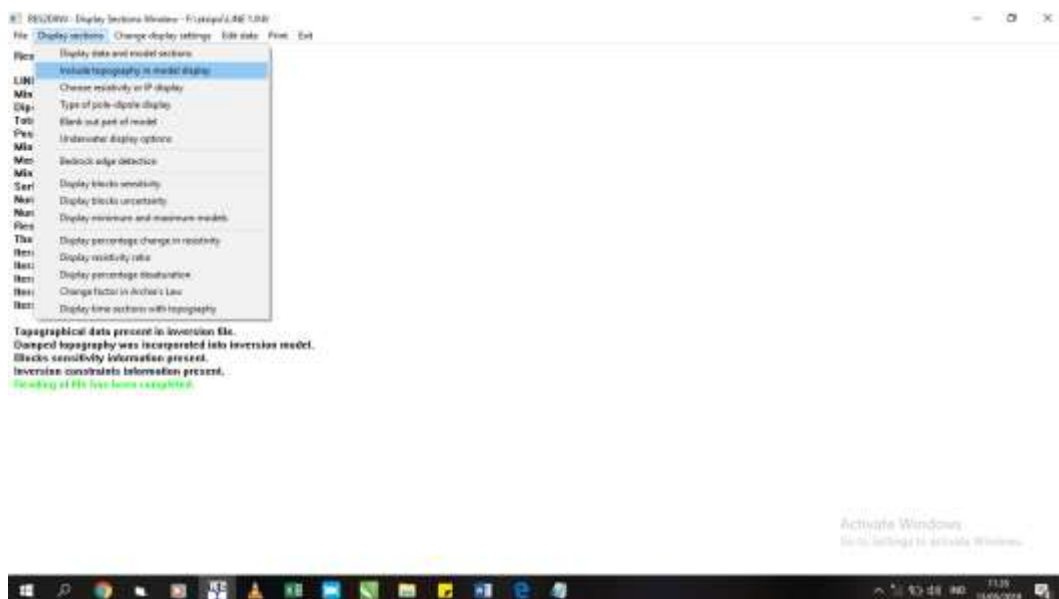
Gambar L4. Penampang 2D *Res2DinV*

- Jika model yang diperoleh sudah memuaskan kemudian menyimpannya dalam *file* gambar (\*.bmp). *Print >>> save screen as bmp file*. Dalam penelitian ini tidak menggunakan *edit bad datum points*.
- Kemudian akan muncul jendela “*output bmp file*”, pada kolom “*file name*” ketik nama *file* gambar yang diinginkan kemudian tekan “*save*”. Kemudian klik “*ok*”.
- Untuk membuat interpretasi menggunakan topografi, dimulai dengan klik *menu “Display”*, kemudian pilih “*show inversion result*”. Tampilan akan muncul seperti Gambar L5.



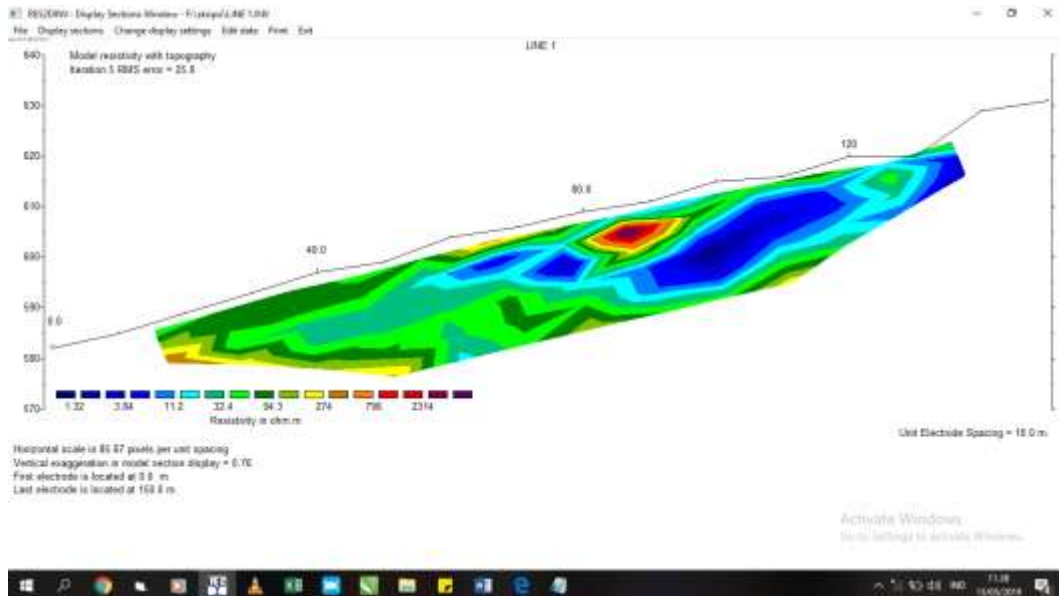
Gambar L5. Display Section Window

- Pilih menu “Display section”, kemudian pilih “include topography in model display” seperti pada Gambar L6. Lalu pilih iterasinya. Dalam penelitian ini menggunakan iterasi bervariasi.



Gambar L6. Proses include topography

- Kemudian akan muncul tampilan seperti Gambar L7.



Gambar L7. Hasil interpretasi menggunakan topografi

- Jika ingin menyimpan gambar maka menggunakan *menu* “Print”, kemudian pilih “save”.
4. Langkah terakhir adalah menginterpretasi hasil *display* penampang 2D yang telah didapat kemudian membuat analisis dan pembahasan.

## Lampiran 4

### *Data Sheet Resistivity Meter*

# IRIS INSTRUMENTS

## SYSCAL Junior



### RESISTIVITY METER FOR ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

- ◆ Compact, easy to use
- ◆ Measurement of electrical resistivity & chargeability (IP)
- ◆ 2 simultaneous reception channels
- ◆ Outputs : 400 V – 100 W – 1.25 A

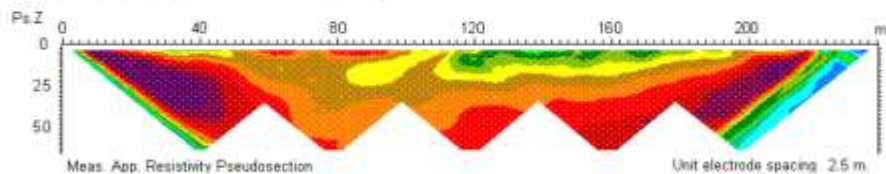
#### OUTSTANDING FEATURES

- Microprocessor controlled measurement of electrical resistivity and chargeability
- LCD display with 4 lines of 20 characters
- Display of voltage, intensity, SP, standard deviation
- Computation of resistivity for most electrode arrays; Schlumberger, Wenner, Gradient, Dipole-Dipole, Pole-Dipole, Pole-Pole...
- Internal memory for more than 44 800 readings, and data transfer to PC through USB or serial link
- Capability to drive automatic multi-electrode switching system (Switch Plus and Switch Pro)

#### APPLICATIONS

Resistivity sounding and profiling for:

- Pollution monitoring and mapping
- Salinity control
- Shallow groundwater exploration
- Depth-to-rock determination
- Weathered bedrock localization
- Depth and thickness of aquifers



#### IRIS Instruments

1 avenue Buffon, B.P. 16007, 45060 Orléans Cedex 2, France

Phone: +33 (0) 2 38 63 81 00 - Fax: +33 (0) 2 38 63 81 82 - E-mail: [sales@iris-instruments.com](mailto:sales@iris-instruments.com) - Web site: [www.iris-instruments.com](http://www.iris-instruments.com)

## SYSCAL Junior

### RESISTIVITY SURVEYING

- **Aim:** imaging the underground geological structures through surface electrical measurements
- **Principle:** transmitting a current I through two electrodes and measuring a voltage V with two other electrodes
- **Apparent resistivity:**  $\rho = K \cdot V/I$ , K depending on the chosen electrode array and the electrode separation
- **Electrical sounding:** determining the depths and thickness of layers through the variations of the electrical resistivity with depth
- **Electrical profiling:** delineating anomalous areas through the lateral variations of the resistivity
- **Applications:** environmental studies, groundwater investigation, civil engineering, archaeology...

### EASE OF USE

Taking a reading with the SYSCAL Junior is very easy:

- Strike **SPACING** to input spacing AB/2 et MN/2
- Press **START** :  
V et I are displayed while measurement is going on
- Press **RESULT** to read apparent resistivity and chargeability values
- Press **MEMORY** for data storage

### ACCURACY

- Noise monitoring before injection
- SP compensation including linear drift
- Digital stacking for noise reduction
- Standard deviation computation

### RELIABILITY

- Weather proof.
- Wide operational temperature range from -20°C to +70°C
- Shock resistant fiber-glass case

### ACCESSORY : MULTI-ELECTRODE SYSTEM

The SYSCAL Junior can be connected to an external switching box (Switch Plus or Switch Pro (up to 192 nodes driving)) for multi-electrode imaging

### DATA INTERPRETATION SOFTWARE

- IX1D or WINSEV (PC), for electrical sounding interpretation (horizontally layered earth hypothesis)
- TOMOLab, RES2DINV or X2IPL, for pseudo-section inversion to true resistivity 2D section
- ERTLlab or RES3DINV (PC), for resistivity inversion of 3D surveys.

### OUTPUT CURRENT SPECIFICATIONS

- Intensity up to 1250 mA
- Voltage up to 400V (800V peak to peak).
- Power up to 100 W
- Selectable cycle time of 0.25, 0.5, 1, 2, 4 or 8s and Current measurement precision: 0.5% typical

### INPUT VOLTAGE SPECIFICATIONS

- 2 simultaneous reception channels
- Measuring process: automatic ranging and calibration
- Input impedance : 100 M $\Omega$
- Input voltage protection up to 1000V, range from -15 V to +15 V
- Rejection filters for 50 Hz and 60 Hz
- Voltage measurement precision: 0.5% typical
- Noise reduction: continuous stacking selectable from 1 to 255 stacks.
- SP compensation through linear drift correction
- Resistivity accuracy: 0.5% typical
- Induced polarization (chargeability) measurement over 20 predefined windows
- Chargeability accuracy: 1% of measured value for input voltage higher than 10 mV

### GENERAL SPECIFICATIONS

- Dimensions : 31 x 21 x 21 cm
- Weight: 10 kg
- Operating temperature : -20 to +70 °C
- Data flash memory : more than 44 800 readings
- USB and serial link RS-232 for data download
- Possibility of data storage on external SD card: 7 000 000 readings (option)
- Power supply: internal rechargeable 12V, 7 Ah battery or external 12V car battery
- Autonomy with internal battery: more than 6000 readings at 20 mA output current and 10 k $\Omega$  electrode resistance with 10 seconds injection time for each reading
- Emergency push button for security



## Lampiran 5

### Data Export Res2DinV

#### Data export lintasan 1

/Name of survey line is LINE 1

/Number of blocks is 66

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks, and

/The resistivity and conductivity of each block is given below.

/	X	Depth	Resistivity	Conductivity
	15.00	-1.71	44.95	0.0222
	25.00	-1.71	101.18	0.009883
	35.00	-1.71	106.63	0.009378
	45.00	-1.71	52.26	0.0191
	55.00	-1.71	33.56	0.0298
	65.00	-1.71	35.71	0.0280
	75.00	-1.71	12.68	0.0789
	85.00	-1.71	7.05	0.1419
	95.00	-1.71	6.83	0.1464
	105.00	-1.71	17.15	0.0583
	115.00	-1.71	47.73	0.0210
	125.00	-1.71	13.08	0.0765
	135.00	-1.71	69.06	0.0145
	15.00	-5.13	48.25	0.0207
	25.00	-5.13	297.93	0.003356
	35.00	-5.13	60.05	0.0167
	45.00	-5.13	80.23	0.0125
	55.00	-5.13	50.76	0.0197
	65.00	-5.13	4.97	0.2012
	75.00	-5.13	8.46	0.1181
	85.00	-5.13	100.76	0.009925
	95.00	-5.13	20.88	0.0479
	105.00	-5.13	10.16	0.0984
	115.00	-5.13	11.45	0.0873
	125.00	-5.13	50.92	0.0196
	135.00	-5.13	1.78	0.5612
	15.00	-8.72	142.07	0.007039
	25.00	-8.72	12.77	0.0783
	35.00	-8.72	20.42	0.0490
	45.00	-8.72	17.18	0.0582
	55.00	-8.72	10.65	0.0939

65.00	-8.72	47.32	0.0211
75.00	-8.72	24.92	0.0401
85.00	-8.72	3.41	0.2931
95.00	-8.72	3.72	0.2686
105.00	-8.72	2.42	0.4134
115.00	-8.72	2.61	0.3828
125.00	-8.72	12.83	0.0779
135.00	-8.72	4.11	0.2432
25.00	-12.66	673.02	0.001486
35.00	-12.66	63.53	0.0157
45.00	-12.66	54.13	0.0185
55.00	-12.66	13.66	0.0732
65.00	-12.66	51.18	0.0195
75.00	-12.66	48.89	0.0205
85.00	-12.66	1.41	0.7082
95.00	-12.66	6.04	0.1656
105.00	-12.66	6.95	0.1438
115.00	-12.66	4.68	0.2137
125.00	-12.66	9.19	0.1088
35.00	-17.01	1923.50	0.000520
45.00	-17.01	637.88	0.001568
55.00	-17.01	39.47	0.0253
65.00	-17.01	24.32	0.0411
75.00	-17.01	91.12	0.0110
85.00	-17.01	7.29	0.1372
95.00	-17.01	26.65	0.0375
105.00	-17.01	32.66	0.0306
115.00	-17.01	24.72	0.0405
45.00	-21.78	11988.60	0.00008341
55.00	-21.78	35.95	0.0278
65.00	-21.78	11.91	0.0840
75.00	-21.78	197.20	0.005071
85.00	-21.78	39.46	0.0253
95.00	-21.78	121.31	0.008243
105.00	-21.78	223.25	0.004479

## Data export lintasan 2

/Name of survey line is LINE 2

/Number of blocks is 66

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks, and

/The resistivity and conductivity of each block is given below.

/	X	Depth	Resistivity	Conductivity
	15.00	-1.71	49.01	0.0204
	25.00	-1.71	72.90	0.0137
	35.00	-1.71	440.01	0.002273
	45.00	-1.71	999.40	0.001001
	55.00	-1.71	36.52	0.0274
	65.00	-1.71	44.59	0.0224
	75.00	-1.71	42.11	0.0237
	85.00	-1.71	143.21	0.006983
	95.00	-1.71	42.21	0.0237
	105.00	-1.71	234.06	0.004272
	115.00	-1.71	277.30	0.003606
	125.00	-1.71	182.82	0.005470
	135.00	-1.71	84.57	0.0118
	15.00	-5.13	92.87	0.0108
	25.00	-5.13	21.27	0.0470
	35.00	-5.13	24.20	0.0413
	45.00	-5.13	12.22	0.0818
	55.00	-5.13	29.13	0.0343
	65.00	-5.13	28.63	0.0349
	75.00	-5.13	380.53	0.002628
	85.00	-5.13	48.58	0.0206
	95.00	-5.13	5.01	0.1997
	105.00	-5.13	164.11	0.006093
	115.00	-5.13	9.02	0.1109
	125.00	-5.13	30.73	0.0325
	135.00	-5.13	46.39	0.0216
	15.00	-8.72	312.20	0.003203
	25.00	-8.72	247.41	0.004042
	35.00	-8.72	343.39	0.002912
	45.00	-8.72	166.58	0.006003
	55.00	-8.72	25.16	0.0397
	65.00	-8.72	5.77	0.1733
	75.00	-8.72	2.30	0.4355
	85.00	-8.72	2.90	0.3442
	95.00	-8.72	16.02	0.0624
	105.00	-8.72	7.22	0.1384

115.00	-8.72	4.63	0.2159
125.00	-8.72	6.90	0.1449
135.00	-8.72	2.79	0.3579
25.00	-12.66	2677.70	0.000373
35.00	-12.66	764.16	0.001309
45.00	-12.66	317.02	0.003154
55.00	-12.66	73.48	0.0136
65.00	-12.66	18.83	0.0531
75.00	-12.66	13.34	0.0750
85.00	-12.66	1.91	0.5230
95.00	-12.66	68.32	0.0146
105.00	-12.66	1.68	0.5942
115.00	-12.66	4.40	0.2272
125.00	-12.66	1.62	0.6155
35.00	-17.01	1773.20	0.000564
45.00	-17.01	227.86	0.004389
55.00	-17.01	125.36	0.007977
65.00	-17.01	357.05	0.002801
75.00	-17.01	185.66	0.005386
85.00	-17.01	16.43	0.0609
95.00	-17.01	95.08	0.0105
105.00	-17.01	11.85	0.0844
115.00	-17.01	3.97	0.2517
45.00	-21.78	127.33	0.007854
55.00	-21.78	30.13	0.0332
65.00	-21.78	990.11	0.001010
75.00	-21.78	160.40	0.006234
85.00	-21.78	3.58	0.2793
95.00	-21.78	21.14	0.0473
105.00	-21.78	203.54	0.004913

### Data export lintasan 3

/Name of survey line is LINE 3

/Number of blocks is 48

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks, and

/The resistivity and conductivity of each block is given below.

/	X	Depth	Resistivity	Conductivity
	15.00	-1.71	72.39	0.0138
	25.00	-1.71	51.61	0.0194
	35.00	-1.71	20.78	0.0481
	45.00	-1.71	10.78	0.0928
	55.00	-1.71	14.21	0.0704
	65.00	-1.71	13.08	0.0765
	75.00	-1.71	50.43	0.0198
	85.00	-1.71	80.28	0.0125
	95.00	-1.71	111.14	0.008998
	105.00	-1.71	146.87	0.006809
	15.00	-5.13	28.37	0.0352
	25.00	-5.13	23.54	0.0425
	35.00	-5.13	66.94	0.0149
	45.00	-5.13	472.63	0.002116
	55.00	-5.13	21.76	0.0460
	65.00	-5.13	8.50	0.1176
	75.00	-5.13	3.70	0.2701
	85.00	-5.13	3.37	0.2965
	95.00	-5.13	14.28	0.0700
	105.00	-5.13	24.00	0.0417
	15.00	-8.72	57.37	0.0174
	25.00	-8.72	436.91	0.002289
	35.00	-8.72	3.35	0.2984
	45.00	-8.72	12.41	0.0806
	55.00	-8.72	4.43	0.2256
	65.00	-8.72	8.67	0.1153
	75.00	-8.72	1.78	0.5631
	85.00	-8.72	5.56	0.1799
	95.00	-8.72	5.76	0.1737
	105.00	-8.72	3.74	0.2676
	25.00	-12.66	179.44	0.005573
	35.00	-12.66	4.06	0.2462
	45.00	-12.66	7.50	0.1334
	55.00	-12.66	10.30	0.0971
	65.00	-12.66	9.05	0.1105
	75.00	-12.66	19.10	0.0524

85.00	-12.66	44.63	0.0224
95.00	-12.66	6.03	0.1657
35.00	-17.01	61.65	0.0162
45.00	-17.01	128.35	0.007791
55.00	-17.01	225.61	0.004432
65.00	-17.01	33.79	0.0296
75.00	-17.01	14.78	0.0677
85.00	-17.01	9.37	0.1067
45.00	-21.78	1.26	0.7962
55.00	-21.78	918.28	0.001089
65.00	-21.78	79.59	0.0126
75.00	-21.78	2.04	0.4894

#### Data export lintasan 4

/Name of survey line is LINE 4

/Number of blocks is 48

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks, and

/The resistivity and conductivity of each block is given below.

/	X	Depth	Resistivity	Conductivity
	15.00	-1.71	8.49	0.1178
	25.00	-1.71	21.91	0.0456
	35.00	-1.71	4.58	0.2185
	45.00	-1.71	6.64	0.1506
	55.00	-1.71	36.79	0.0272
	65.00	-1.71	93.09	0.0107
	75.00	-1.71	127.52	0.007842
	85.00	-1.71	239.02	0.004184
	95.00	-1.71	119.65	0.008358
	105.00	-1.71	60.69	0.0165
	15.00	-5.13	7.68	0.1302
	25.00	-5.13	8.22	0.1216
	35.00	-5.13	8.52	0.1174
	45.00	-5.13	6.15	0.1625
	55.00	-5.13	10.90	0.0917
	65.00	-5.13	10.72	0.0933
	75.00	-5.13	35.85	0.0279
	85.00	-5.13	17.58	0.0569
	95.00	-5.13	6.49	0.1540
	105.00	-5.13	7.80	0.1282
	15.00	-8.72	29.75	0.0336
	25.00	-8.72	6.82	0.1467
	35.00	-8.72	4.78	0.2093
	45.00	-8.72	11.90	0.0840
	55.00	-8.72	23.01	0.0435
	65.00	-8.72	4.74	0.2111
	75.00	-8.72	2.28	0.4388
	85.00	-8.72	2.74	0.3644
	95.00	-8.72	7.75	0.1290
	105.00	-8.72	2.54	0.3938
	25.00	-12.66	39.17	0.0255
	35.00	-12.66	14.01	0.0714
	45.00	-12.66	2.62	0.3821
	55.00	-12.66	2.83	0.3530
	65.00	-12.66	10.26	0.0975
	75.00	-12.66	14.50	0.0690

85.00	-12.66	9.31	0.1074
95.00	-12.66	7.40	0.1352
35.00	-17.01	14.73	0.0679
45.00	-17.01	0.94	1.06
55.00	-17.01	0.38	2.63
65.00	-17.01	24.74	0.0404
75.00	-17.01	38.58	0.0259
85.00	-17.01	12.20	0.0820
45.00	-21.78	8.70	0.1150
55.00	-21.78	1.15	0.8711
65.00	-21.78	76.57	0.0131
75.00	-21.78	12.54	0.0797

## Data export lintasan 5

/Name of survey line is LINE 5

/Number of blocks is 36

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks, and

/The resistivity and conductivity of each block is given below.

/	X	Depth	Resistivity	Conductivity
	15.00	-1.71	122165.10	0.00000819
	25.00	-1.71	66.27	0.0151
	35.00	-1.71	29.00	0.0345
	45.00	-1.71	7.88	0.1269
	55.00	-1.71	4.19	0.2387
	65.00	-1.71	10.02	0.0998
	75.00	-1.71	40.67	0.0246
	85.00	-1.71	116.42	0.008590
	15.00	-5.13	236.61	0.004226
	25.00	-5.13	2.25	0.4444
	35.00	-5.13	125.36	0.007977
	45.00	-5.13	12.23	0.0818
	55.00	-5.13	19.55	0.0512
	65.00	-5.13	26.74	0.0374
	75.00	-5.13	3.79	0.2641
	85.00	-5.13	15.60	0.0641
	15.00	-8.72	3532.00	0.000283
	25.00	-8.72	0.65	1.55
	35.00	-8.72	10.11	0.0989
	45.00	-8.72	13.51	0.0740
	55.00	-8.72	4.80	0.2082
	65.00	-8.72	4.95	0.2022
	75.00	-8.72	6.02	0.1662
	85.00	-8.72	9.17	0.1091
	25.00	-12.66	404.06	0.002475
	35.00	-12.66	0.64	1.55
	45.00	-12.66	0.78	1.28
	55.00	-12.66	14.37	0.0696
	65.00	-12.66	44.71	0.0224
	75.00	-12.66	12.81	0.0781
	35.00	-17.01	12.05	0.0830
	45.00	-17.01	0.16	6.13
	55.00	-17.01	4.33	0.2308
	65.00	-17.01	13.04	0.0767
	40.00	-21.78	6.95	0.1439
	60.00	-21.78	0.83	1.20

## Lampiran 6

### Dokumentasi

