

**IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN METODE GEOLISTRIK
2D WENNER-ALPHA PADA DAERAH RAWAN LONGSOR DI
KELURAHAN SRENGSEM KECAMATAN PANJANG BANDAR
LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**Siti Robihatul Azizah
1755051003**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN METODE GEOLISTRIK
2D WENNER-ALPHA PADA DAERAH RAWAN LONGSOR DI
KELURAHAN SRENGSEM KECAMATAN PANJANG BANDAR
LAMPUNG**

Oleh

Siti Robihatul Azizah

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN METODE GEOLISTRIK 2D WENNER-ALPHA PADA DAERAH RAWAN LONGSOR DI KELURAHAN SRENGSEM KECAMATAN PANJANG BANDAR LAMPUNG

Oleh
Siti Robihatul Azizah

Penelitian ini mengkaji potensi longsor di Kelurahan Srengsem, Kecamatan Panjang, Bandar Lampung, dengan menggunakan data resistivitas sekunder. Lokasi penelitian terpilih karena sebelumnya mengalami longsor akibat hujan deras, berdampak pada warga sekitar. Metode geolistrik konfigurasi Wenner digunakan untuk mengamati dan menganalisis struktur bawah permukaan. Dari empat lintasan penelitian, hasil pemodelan menunjukkan adanya variasi resistivitas dan kemiringan lereng. Pada lintasan pertama, pemodelan mengidentifikasi struktur bawah permukaan hingga kedalaman 28,7 meter dengan nilai RMS error sebesar 11,1%. Pada lintasan kedua, zona rawan longsor teridentifikasi pada dua titik dengan nilai resistivitas yang rendah. Pemodelan pada lintasan ketiga menunjukkan minimnya zona rawan longsor di lokasi tersebut, sedangkan lintasan keempat mengidentifikasi zona bidang gelincir pada kedalaman 12,4 meter di bawah permukaan. Potensi longsor di daerah penelitian diverifikasi melalui pengamatan lapangan, di mana sebagian lintasan menunjukkan potensi longsor yang signifikan. Identifikasi potensi longsor didukung oleh kondisi topografi dan kemiringan lereng, serta pengamatan tumbuhan yang melengkung. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami potensi longsor di daerah studi dan dapat menjadi dasar untuk pengelolaan risiko bencana di masa depan.

Kata Kunci: Metode geolistrik Wenner-Alpha, longsor, bidang gelincir.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF LANDSLIDE PRONE AREAS USING 2D WENNER-ALPHA GEOPHYSICAL METHOD IN SRENGSEM VILLAGE, PANJANG DISTRICT, BANDAR LAMPUNG

By

Siti Robihatul Azizah

This research examines the potential for landslides in Srengsem Village, Panjang District, Bandar Lampung, using secondary resistivity data. The selected research location has experienced landslides due to heavy rainfall, impacting the surrounding residents. The Wenner configuration of geoelectric method was employed to observe and analyze subsurface structures. Out of the four research transects, modeling results indicate variations in resistivity and slope inclination. In the first transect, modeling identified subsurface structures up to a depth of 28.7 meters with an RMS error value of 11.1%. In the second transect, landslide-prone zones were identified at two points with low resistivity values. Modeling in the third transect showed minimal landslide-prone zones in that location, while the fourth transect identified landslide-prone zones at a depth of 12.4 meters below the surface. The landslide potential in the research area was verified through field observations, where some transects showed significant landslide potential. The identification of landslide potential is supported by topographic conditions, slope inclination, and observations of curved vegetation. Therefore, this research contributes to understanding the landslide potential in the study area and can serve as a basis for disaster risk management in the future.

Keywords: Wenner-Alpha geoelectric method, landslide, slip surface.

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN
METODE GEOLISTRIK 2D WENNER-ALPHA
PADA DAERAH RAWAN LONGSOR DI
KELURAHAN SRENGSEM KECAMATAN
PANJANG BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Siti Robihatul Azizah

Nomor Pokok Mahasiswa : 1755051003

Jurusan

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik



Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

I Gede Boy Darmawan, S.Si., M.Eng.
NIP 19880505 201903 1 019

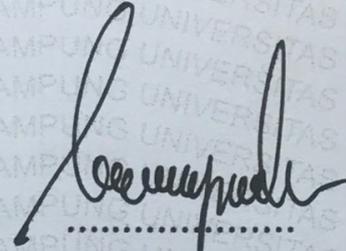
2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

Dr. Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

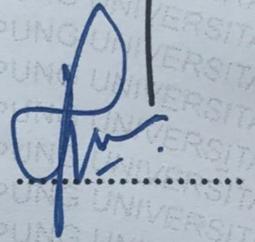
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

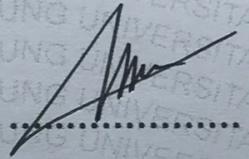
Ketua Penguji : **Dr. Karyanto, S.Si., M.T.**



Anggota Penguji : **I Gede Boy Darmawan, S.Si., M.Eng.**

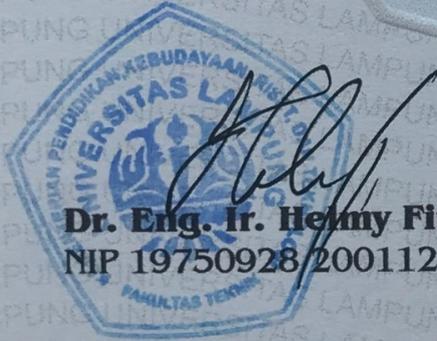


Penguji Utama : **Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.**



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 Maret 2024**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Identifikasi Bidang Gelincir Dengan Metode Geolistrik 2D Wenner-Alpha Pada Daerah Rawan Longsor di Kelurahan Srengsem, Kecamatan Panjang Bandar Lampung” bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan Pemikiran Saya Sendiri, Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana. Adapun kutipan tertentu yang terdalem dalam skripsi ini adalah karya atau pendapat orang lain yang saya kutip ditulis melalui sumbernya sebagaimana seperti yang disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 25 Maret 2024



Siti Robihatul Azizah

1755051003

RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama lengkap Siti Robihatul Azizah, Lahir di Tangerang pada 24 Desember 1999. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dan merupakan putri dari bapak Ohib S.Pd. dan ibu Mailiyah Arief S.Pd.i. Pendidikan yang pernah di tempuh oleh penulis yaitu Taman Kanak-Kanak di TK Gema Illahi dan dilanjutkan ke SD di SDIT Al-Fatih 1 yang berada di Citra Raya Kabupaten Tangerang, Selanjutnya melanjutkan SMP di *Boarding School Darunnajah 2 Cipining Bogor* kemudian pindah ke *Boarding School Ruhul Jadid di Tigaraksa Kabupaten Tangerang*. Penulis berhasil menempuh sekolah menengah atas di SMAN 15 Kabupaten Tangerang dan selesai pada tahun 2017 dan melanjutkan Pendidikan tinggi di Universitas Lampung Jurusan Teknik Geofisika.

Pada tahun 2021 penulis melakukan kerja praktek dengan menganalisis akuifer air menggunakan metode geolistrik 1D dan penulis berniat untuk melanjutkan ketertarikan pada penelitian dengan menggunakan metode geolistrik seperti melakukan penelitian di Kecamatan Panjang Bandar Lampung dengan mengidentifikasi bidang gelincir. Dari hasil penelitian ini penulis dapat menyelesaikan tugas yang diberikan dan diamanatkan oleh dosen dan menjadi sarjana pada tanggal 8 Maret 2024 dengan judul “Identifikasi Bidang Gelincir Dengan Metode Geolistrik 2D Wenner – Alpha pada Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Panjang Bandar Lampung”.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji Syukur kepada Allah SWT. atas kehendak dan Ridha-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

Abi, Umi dan Tete dan Dede

Berkat Doa dan ketulusan cinta dan kasih sayang serta dukungan yang tidak pernah habis untuk saya. Terimakasih atas segala jerih payah yang sudah abi dan umi hingga segala kebutuhan saya terpenuhi, semua yang telah kalian lakukan akan selalu terkenang sampai akhir hayat saya.

Bapak dan Ibu Dosen Terhormat

Sebagai tanda hormat dan terima kasih saya atas segala bentuk dukungan serta motivasi untuk saya juga untuk segala ilmu yang diberikan kepada saya selama ini akan terus terpakai hingga saya tua.

Teknik Geofisika Universitas Lampung Angkatan 2017 dan keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung

Atas segala semangat dan dorongan kalian kepada saya dan dapat membantu saya dalam segala hal kecil yang saya butuhkan. Semoga kesuksesan selalu menyertai kita semua.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas Rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Identifikasi Bidang Gelincir dengan Metode Geolistrik 2D Wenner – Alpha Pada Daerah Rawan Longsor di Kelurahan Srengsem Kecamatan Panjang Bandar Lampung”** sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar S-1 Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung. Terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang turut terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap dengan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan juga bermanfaat untuk menambah ilmu dimasa yang akan datang. Penulis menyadari bahwasanya masih terdapat banyak kekurangan dalam melakukan penyusunan skripsi ini oleh karena itu, kritik dan saran sangat dibutuhkan agar kedepannya penulis dapat memberikan hal yang lebih baik lagi. Demikian pengantar dari penulis atas selesainya skripsi ini.

Bandar Lampung, 25 Maret 2024

Penulis

Siti Robihatul Azizah

SANWACANA

Alhamdulillah puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas Rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Identifikasi Bidang Gelincir dengan Metode Geolistrik 2D Wenner – Alpha di Daerah Rawan Longsor Kelurahan Srengsem Kecamatan Panjang Bandar Lampung”** dengan baik. Penulis menyadari, dengan terselesaikannya skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan dan Kerjasama berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta penulis terutama kedua orang tua penulis Abi Ohib, S.Pd. dan Umi Mailiyah Arief, S.Pd.I beserta adik – adik penulis yaitu Salsabila Nur Tsaniyah dan Ummu Arifah Azzahra yang senantiasa selalu menjadi penyemangat serta pembuat motivasi agar penulis dapat menyelesaikan seluruh proses hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Karyanto, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, sekaligus dosen pembimbing utama skripsi penulis yang senantiasa selalu memberikan motivasi kepada penulis dan memberikan peluang untuk penulis berkembang lebih baik lagi.
3. Bapak I Gede Boy Darmawan, S.Si. M.Eng. selaku pembimbing kedua penulis yang senantiasa sabar menghadapi kesulitan yang dihadapi oleh penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dan juga yang selalu memberikan dorongan motivasi serta semangat selama masa perkuliahan dan penyelesaian tugas penulis.
4. Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si. M.Si. IPU selaku penguji dalam Tugas Akhir penulis yang sudah memberikan banyak ilmu baru kepada penulis,

sehingga penulis mendapatkan banyak wawasan baru dalam materi yang penulis buat di Tugas Akhir ini.

5. Bapak Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si. M.Si. selaku dosen pembimbing akademik penulis dalam menjalankan perkuliahan di Teknik Geofisika Universitas Lampung. Sudah memberikan motivasi besar selama penulis berkuliah disini.
6. Dosen-dosen dan Staff Tata Usaha Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya hormati terima kasih untuk segala bentuk bantuan yang diberikan.
7. Teman – teman seperjuangan penulis Risa, Mozalia, Heni, Vivi, Tajar, Bagus, Madi, Bima yang sudah menemani penulis berjuang Bersama sampai penulis ada pada titik ini.
8. Mustika teman penulis yang bersedia diganggu waktunya untuk memberikan jawaban-jawaban atas segala keresahan yang penulis rasakan saat menjalani pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Saudara penulis Ninda Ulwiyatunnajah dan Mutiara Zakia Hanum yang sudah memberikan penulis semangat dan meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam kesusahan dan kesedihan
10. Keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung Angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan selama ini.
11. Adik – adik tingkat 2019, 2020, 2021 yang sudah menjadi teman penulis yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
12. Serta semua pihak yang terlibat dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini

Bandar Lampung, 25 Maret 2024

Penulis

Siti Robihatul Azizah

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERSETUJUAN	iv
PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
SANWACANA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Penelitian	4
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	5

2.3 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.4 Kemiringan Lereng.....	8
2.5 Tanah Longsor.....	9
2.6 Klasifikasi Tanah Longsor.....	11
2.6 Bagian-Bagian Longsoran.....	12
III. TEORI DASAR.....	15
3.1 Metode Geolistrik	15
3.2 Sifat Listrik Batuan.....	18
3.3 Bidang Gelincir	21
3.4 Porositas dan Permeabilitas Batuan.....	22
3.5 Jenis – Jenis Longsoran.....	23
3.6 Volume Longsoran	23
3.7 Konfigurasi Wenner – Alpha.....	25
3.8 Pemodelan 2 Dimensi Bidang Gelincir.....	28
IV. METODOLOGI PENELITIAN.....	30
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian	30
4.2 Alat dan Bahan.....	30
4.3 <i>Time Schedule</i>	30
4.4 Prosedur Penelitian.....	32
4.5 Diagram Alir.....	37
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
5.1 Data dan Lintasan Pada Lokasi Penelitian	38
5.2 Analisis dan Interpretasi Data.....	39
5.2 Hasil Pengukuran Lintasan Pertama.....	40
5.3 Hasil Pengukuran Lintasan Kedua.....	41
5.4 Hasil Pengukuran Lintasan Ketiga.....	42
5.5 Hasil Pengukuran Lintasan Keempat.....	43

5.6 Potensi Longsor Menurut Pemodelan 2D Geolistrik.....	44
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
6.1 Kesimpulan.....	46
6.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian.....	4
Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian Menurut Badan Geologi dengan Modifikasi.....	5
Gambar 3. Bagian – Bagian Longsor.....	14
Gambar 4. Karakteristik Bidang Gelincir.....	21
Gambar 5. Model Penampang 2D Longsor Busur.....	24
Gambar 6. Susunan Elektroda Wenner – Alpha.....	25
Gambar 7. Konfigurasi Wenner – Alpha.....	26
Gambar 8. Konfigurasi Wenner – Beta.....	26
Gambar 9. Konfigurasi Wenner – Gamma.....	27
Gambar 10. Konfigurasi Wenner – Schlumberger.....	27
Gambar 11. Pemodelan Bidang Gelincir 2D <i>Resistivity</i>	28
Gambar 12. Tampilan <i>Reading Data Complete</i>	34
Gambar 13. Tampilan Pada <i>Mesh Refinement</i>	34
Gambar 14. Hasil Penampang Bawah Permukaan.....	35
Gambar 15. Tampilan Ketika Nilai Kontur Resistivitas Sudah Diubah.....	36
Gambar 16. Diagram Alir.....	37
Gambar 17. Peta Lokasi Penelitian Dengan Lintasannya.....	38
Gambar 18. Hasil Pengolahan Data.....	40

Gambar 19. Profil 1 Lintasan Konfigurasi Wenner – Alpha.....	40
Gambar 20. Profil 2 Lintasan Konfigurasi Wenner – Alpha.....	41
Gambar 21. Profil 3 Lintasan Konfigurasi Wenner – Alpha.....	42
Gambar 22. Profil 4 Lintasan Konfigurasi Wenner – Alpha.....	43
Gambar 23. Contoh longsoran kecil di daerah penelitian berupa pasir.....	44
Gambar 24. Kondisi Sekitar Daerah Penelitian.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Pergerakan Lereng.....	12
Tabel 2. Nilai Resistivitas Batuan.....	20
Tabel 3. Porositas dan Permeabilitas Batuan.....	22
Tabel 4. <i>Time Schedule</i> Penelitian.....	31
Tabel 5. Klasifikasi Nilai Resistivitas Lintasan 1	41
Tabel 6. Klasifikasi Nilai Resistivitas Lintasan 2	42
Tabel 7. Klasifikasi Nilai Resistivitas Lintasan 3	43
Tabel 8. Klasifikasi Nilai Resistivitas Lintasan 4	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena tanah longsor dapat terjadi akibat bencana alam seperti gempa bumi, banjir, atau letusan gunung api tapi bisa juga disebabkan oleh faktor manusia seperti deforestasi, penggalian tambang, ataupun pembangunan yang tidak terkendali karena meningkatnya bobot masa tanah akibat air yang meresap ke dalam (ketidakstabilan gravitasi) bidang gelincir dapat berubah menjadi bidang diskontinu untuk suatu kejadian tanah longsor. Indonesia termasuk negara yang rawan terhadap bencana alam seperti tanah longsor, banjir, gunung meletus dan juga gempa bumi ditambah dengan faktor geologi dan geografis wilayah Indonesia yang termasuk ke dalam cincin api di bumi karena itu Indonesia memiliki banyak gunung api dan lempeng tektonik aktif yang menyebabkan sering terjadinya bencana alam (Ramadhani dan Idajati, 2017).

Wilayah Kota Bandar Lampung diidentifikasi sebagai kawasan rawan bencana alam menurut Rencana Tata Ruang Provinsi Lampung tahun 2009-2029. Berdasarkan sejarah terjadinya bencana alam tanah longsor di Kota Bandar Lampung yang tercatat di Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) sebanyak 22 kali dalam periode waktu 2012-2023. Bencana tanah longsor ini terjadi di beberapa titik kecamatan seperti di Kecamatan Teluk Betung, Kecamatan Kemiling, Kecamatan Tanjung Karang, dan Kecamatan Panjang. Pada Kecamatan Panjang dalam rentang waktu 2012-2023 sudah terjadi sebanyak 7 kali. Contoh yang paling baru terjadi pada tanggal 9 Juni 2023 di Jalan Soekarno Hatta RT 05 Kelurahan Karang Maritim (BPNP, 2023).

Metode resistivitas geolistrik telah banyak dipakai secara luas di berbagai bidang, seperti eksplorasi mineral, identifikasi batuan. Penelitian tentang bencana alam seperti potensi longsor melibatkan metode geolistrik yang melibatkan pemasangan dua jenis elektroda, yaitu elektroda arus dan elektroda potensial. Dengan menggunakan metode ini, kita dapat memperoleh nilai resistivitas di bawah permukaan, yang berguna untuk menentukan kedalaman batuan, mendeteksi zona air, dan mengevaluasi kepadatan material di dalamnya (Ahmad dkk., 2022).

Metode geofisika yang digunakan pada penelitian ini adalah metode resistivitas dengan konfigurasi wenner-alpha dan alat yang digunakan yaitu GF Instrumen ARES 3000. Penelitian dilakukan di Kecamatan Panjang Bandar Lampung Provinsi Lampung. dari segi sensitivitas metode ini dapat membantu identifikasi lapisan yang berbeda dalam proses yang ada di bawah permukaan bumi dan metode ini lebih mudah dan cepat dilakukan dan memiliki keunggulan dapat dilakukan di berbagai bentuk tanah permukaan serta memungkinkan pengambilan data dengan jumlah elektroda yang sedikit dan jarak elektroda yang pendek, sehingga dapat meminimalisir waktu dan biaya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi seberapa dalam bidang gelincir dan jenis dari longornya dengan memfokuskan struktur di bawah permukaan dari jenis batumannya. sehingga akan diketahui batuan yang terkandung di dalam lapisan bawah permukaan daerah penelitian. Dengan melakukan pemodelan secara 2D yang digunakan untuk menghitung seberapa besar volume longsor di daerah sekitar penelitian saat terjadinya hujan yang lebat. Sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat dalam upaya mitigasi bencana longsor pada daerah penelitian.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat pemodelan Geolistrik 2D konfigurasi Wenner - Alpha.
2. Mengidentifikasi potensi bidang gelincir berdasarkan model geolistrik 2D.
3. Menganalisis potensi longsor berdasarkan hasil pemodelan geolistrik 2D.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat 4 lintasan geolistrik.
2. Menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Alpha 2D.
3. Identifikasi jenis longsoran bidang gelincir berdasarkan hasil pemodelan geolistrik 2D.

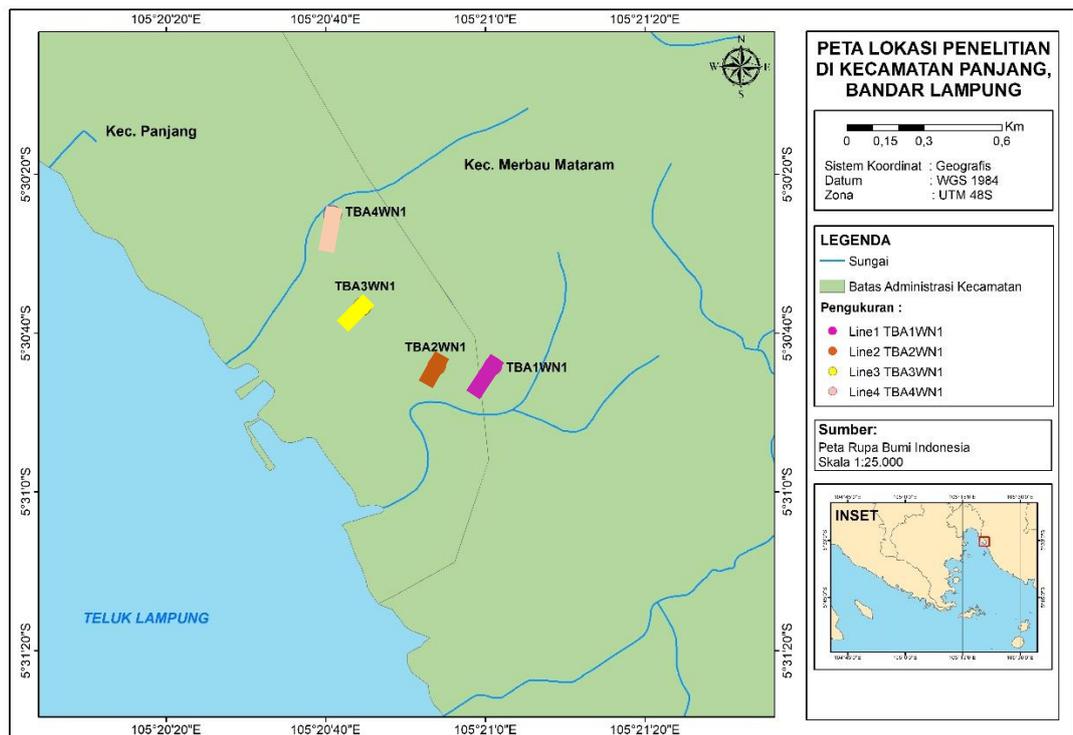
1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran untuk melakukan mitigasi awal dalam penanganan potensi longsor pada daerah penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Penelitian

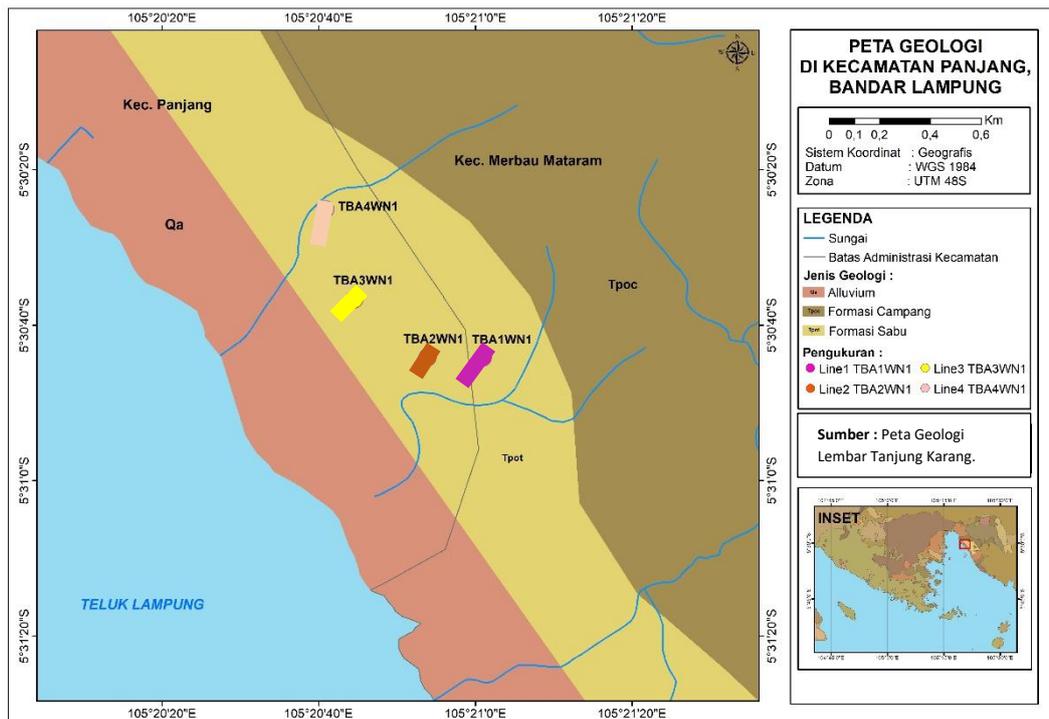
Penelitian dilakukan di Daerah Kecamatan Panjang Bandar Lampung, Provinsi Lampung yang terlihat pada Gambar 1 dengan batas yang secara geografis terletak pada posisi $105^{\circ}20'35''\text{BT}$ dan $105^{\circ}21'5''\text{BT}$ sampai $5^{\circ}30'20''\text{LS}$ dan $5^{\circ}30'55''\text{LS}$.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

Secara Regional, berdasarkan peta Geologi dari Badan Geologi daerah penelitian ini terlihat pada Gambar 2 terdiri dari beberapa formasi (Mulyasari dkk., 2020) diantaranya sebagai berikut:



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian menurut Badan Geologi dengan Modifikasi (Mangga, 1993).

- Aluvium (Qa) yang berupa kerakal, kerikil, pasir, lempung dan juga gambut.
- Formasi Lampung (QTI), formasi ini diendapkan di lingkungan terestrial-fluvial air payau. Menindih tak selaras pada batuan-batuan yang lebih tua. Formasi Lampung terdiri dari batuan tuf batu apung, tuf riolitik, tuf padu tufit batu lempung tufan dan batu pasir tufan.
- Formasi Sabu (Tpot), formasi tarahan terdiri dari tuf dan breksi didominasi oleh sisipan rijang dengan ketebalan mencapai 500-1000 meter.
- Formasi Campang (Tpoc) formasi ini terdiri dari bagian bawahnya adalah perselingan batu lempung, batu serpih dan tuf padu sedangkan pada bagian

atasnya terdiri dari breksi aneka bahan dengan sisipan batu pasir dan batu lanau.

- Sekis Way Galih (Pzgs), formasi ini terdiri atas sekis amfibol hijau, amfibolit orthogenesis dioritan.

Berdasarkan peta daerah penelitian, lokasi penelitian berada di Kabupaten Panjang Bandar Lampung. Menurut Simanjuntak (2021), bentukan morfologi perbukitan di Kota Bandar Lampung terutama di Kecamatan Panjang didominasi oleh litologi batuan piroklastik berupa endapan ignimbrite yang terelaskan (*welded ignimbrite*) berupa tuff berwarna coklat cerah dan terdapat lapisan gelas vulkanik yang terjadi saat proses aliran pada batuan piroklastik gelas vulkanik dan juga ditemukan batuan gunung api muda.

2.3 Penelitian Sebelumnya

Mulyasari dkk., (2020) melakukan penelitian metode geolistrik 2D untuk menganalisis bidang gelincir di Jalan Raya Suban, Kecamatan Panjang. Dari hasil penelitian ini didapati bahwa bidang gelincir di identifikasikan berada pada kedalaman 5-15 meter dari bawah permukaan dengan lapisan sedimen tuff dan pasir lempungan. Berdasarkan pemodelan lapisan pada lapisan ini didapati bahwa nilai tahanan jenis pada lapisan ini relatif dangkal maka pada kondisi ini dapat memicu terjadinya longsor akibat dari lapisan yang di dominasi oleh sedimen tuff dan bagian bawah lintasan terdapat saturasi air di kedalaman 5 meter.

Dani dkk., (2020) melakukan penelitian bidang gelincir untuk mitigasi bencana tanah longsor pada Kelurahan Pidada, Kecamatan Panjang. Dari hasil penelitian 2D geolistrik dengan konfigurasi wenner-schlumberger di identifikasi bahwa bidang gelincir dibentuk oleh batuan tufa yang lapuk pada bagian atas dan tufa yang segar pada bagian bawah dengan estimasi bidang gelincir pada kedalaman 5-15 meter. Pada daerah penelitian tersebut memiliki kerentanan terhadap longsor karena dipengaruhi oleh litologi dengan tingkat kekerasan rendah dan berada pada satuan geomorfologi tersayat curam dengan lereng 14-20%. Laju dari aliran air deras terutama pada air hujan akan semakin cepat menghancurkan

litologi disekitarnya karena terdapat lapisan tufa lapuk yang menjadi faktor utama tanah longsor.

Mulyasari dkk., (2021) kembali melakukan penelitian perbandingan metode geolistrik untuk mengidentifikasi litologi dan bidang gelincir di Kelurahan Pidada, Kecamatan Panjang didapati hasil bahwa pada konfigurasi Wenner-Schlumberger memiliki penetrasi pengukuran yang lebih dalam tapi menghasilkan gambaran penampang bawah permukaan beresolusi rendah, sedangkan untuk konfigurasi Wenner-Alpha memiliki penetrasi pengukuran yang tidak terlalu dalam tetapi memiliki gambaran penampang bawah permukaan yang beresolusi tinggi. Dari hasil penelitian ini diidentifikasi litologi dengan 3 rentang nilai resistivitas yaitu pada 1-90 Ωm adalah lapisan sedimen tuff 91-250 Ωm adalah lapisan pasir lempungan dan pada >250 Ωm adalah lapisan breksi. Bidang gelincir yang ada pada penelitian ini diidentifikasi berada pada batas antara litologi sedimen tuff, pasir lempungan dan breksi.

Mulyasari dkk., (2021) juga kembali melakukan penelitian aplikasi metode geolistrik dan analisis *X-Ray diffraction* untuk investigasi longsor di Kelurahan Pidada, Kecamatan Panjang. Dari hasil analisis litologi menggunakan *X-Ray diffraction* diidentifikasi bahwa adanya 3 lapisan litologi di daerah penelitian yaitu sedimen tuff berkisar (1–40 Ωm ; 0,4–4 m), bidang gelincir berkisar (40–120 Ωm ; 2–4 m), dan breksi padu dengan komponen batuan beku berkisar di (> 120 Ωm ; 2–22 m).

Simanjuntak dan Cahyo (2022) melakukan penelitian penentuan litologi dan analisis jenis longsoran berdasarkan seismik refraksi tomografi juga metode geolistrik 2D di Jalan Raya Suban, Kecamatan Panjang. Dari hasil penelitian Survei seismik refraksi ini menggunakan alat seismik DMT Summit II plus ini didapatkan analisis model penampang seismik hasil tomografi Lapisan pertama memiliki kecepatan antara 200 hingga 800 m/s (ditunjukkan dalam warna merah) dan dianggap sebagai lapisan *Weathered layered/topsoil* dengan perkiraan tebal antara 3 hingga 12,5 meter. Lapisan kedua, yang memiliki kecepatan berkisar antara 800 hingga 1800 m/s (berubah dari merah muda

menjadi hijau terang) dengan warna yang berbeda, mengindikasikan kemungkinan konsolidasi atau adanya batuan yang tercampur dengan lapisan batuan pertama. Lapisan kedua ini diidentifikasi sebagai batuan tuff-pasiran dan tuff-lempungan dengan kedalaman perkiraan antara 6 hingga 17 meter. Sedangkan lapisan ketiga, dengan kecepatan (V_p) lebih dari 1800 m/s (berubah dari hijau muda hingga biru terang), dianggap sebagai batuan tuff-pasiran hingga tuff-breksi yang sangat terkonsolidasi, sehingga kecepatannya lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan di atasnya. Bidang gelincir diidentifikasi berada diantara lapisan pertama (*weathered layered*) dan Lapisan kedua, yang terletak pada kedalaman antara 6 hingga 17 meter dari permukaan tanah.

2.4 Kemiringan Lereng

Faktor terjadinya bencana alam longsor dipengaruhi karena terganggunya kestabilan dari lereng akibat dari tekanan kemiringan lereng yang bertambah dari aliran air di bawah permukaan lereng. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Utami dkk., 2022) dengan membuat simulasi longsor menunjukkan bahwa peningkatan kemiringan lereng dari 40 derajat ke 50 derajat pada tekstur lempung berlumpur dengan *sample* serupa dari permukaan tanah bidang gelincir menghasilkan volume longsor 6 kali lebih cepat dan 2 kali lebih besar dibandingkan dengan permukaan tanah datar. Pada lereng yang lebih curam pengaruh dari tekstur tanah dan persentase batuan di permukaan akan lebih kecil dibandingkan dengan waktu terjadinya longsor tetapi menjadi lebih signifikan dengan volume dari longsor.

Pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi disebabkan oleh kecepatan aliran air permukaan. Semakin miring lereng maka air yang mengalir akan lebih cepat. Daya gerus air pada tanah serta kemampuan air untuk menghanyutkan tanah dipengaruhi oleh kecepatan aliran permukaan. selain karena kemiringan lereng, tekstur dari tanah juga sangat berpengaruh untuk terjadinya longsor. Tekstur adalah perbandingan relatif dalam persen antara pasir (*sand*), debu (*silt*), dan lumpur (*clay*). Butir-butir primer tanah tersebut terbagi dalam komponen *clay*, debu, dan pasir yang ukuran diameternya berbeda. Perbedaan

komposisi dari ketiga fraksi tersebut akan menyebabkan kapasitas infiltrasi tanah berbeda (Mujiyo dkk., 2021).

2.5 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah proses perpindahan material berupa tanah, batuan, atau material campuran dan juga air yang bergerak keluar dari lereng. Tanah longsor terjadi akibat dari air dengan jumlah yang besar meresap ke dalam tanah dan menambah massa bobot tanah sehingga menyebabkan tanah bergerak mengikuti lereng (Karmila, 2021).

Biasanya longsor akan muncul dari retakan-retakan yang berada di sekitar lereng serta air dari hujan yang menyebabkan tebing menjadi rapuh dan kerikil batuan mulai berjatuh. Longsoran yang jatuh atau bergerak merupakan longsoran dengan ciri-ciri nilai resistivitas rendah sedangkan bidang gelincir ditandai oleh nilai resistivitas yang tinggi (Muhajirah dkk., 2019).

Longsoran, atau pergerakan massa tanah dan batuan di lereng, dapat dipicu oleh berbagai faktor termasuk karakteristik morfologi, jenis batuan (litologi), struktur geologi, hidrogeologi, dan penggunaan lahan. Adanya kriteria yang menyebabkan terjadinya longsoran melibatkan kemiringan lereng yang signifikan, adanya bidang gelincir di bawah permukaan yang jenuh air, dan kandungan air yang tinggi yang berasal dari hujan yang meresap ke dalam tanah. Kelebihan air di dalam tanah dapat mengganggu stabilitas lereng dengan membuat tanah menjadi licin, yang pada gilirannya menyebabkan pergerakan tanah pelapukan di atasnya yang mengikuti kontur lereng (Mulyasari dkk., 2020).

Batuan yang berada pada bidang gelincir memiliki sifat batuan yang kedap air sehingga bagian bidang gelincir biasanya dilapisi oleh tanah dengan nilai tahanan jenis yang sangat kontras dengan lapisan yang lunak akibatnya ketika terjadi hujan dan air yang masuk ke dalam permukaan menyebabkan lapisan yang keras menjadi sangat licin. Lapisan lunak akan melalui lapisan yang kedap dan menyebabkan terjadinya longsor (Karmila, 2021).

menurut (Susanti dan Miardini, 2019) faktor-faktor yang menyebabkan tanah longsor ada beberapa macam seperti :

- Hujan ancaman terjadinya bencana tanah longsor biasanya lebih besar pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. ketika musim kemarau tanah akan menguap dan membuat retakan-retakan pada permukaan bidang gelincir yang kemudian ketika musim hujan datang air akan masuk melalui retakan-retakan yang ada pada permukaan bidang gelincir dengan intensitas yang tinggi sehingga tanah akan mengembang kembali dan kandungan air dalam tanah akan menjenuh dalam waktu singkat mengakibatkan air akan terakumulasi di bagian dasar lereng dan menimbulkan gerakan lateral.
- Lereng terjal karena lereng yang terjal dapat memperbesar gaya pendorong
- Tanah yang kurang padat dan tebal biasanya adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 meter dan sudut lereng lebih dari 22 derajat. tanah jenis ini ketika terkena air hujan akan menjadi lembek dan membuat sifat dari tanah ini menjadi sangat rentan terjadinya longsor.
- batuan yang kurang kuat menjadi salah satu faktor longsor seperti bantuan gunung api dan batuan sedimen yang berukuran pasir dan juga campuran antara kerikil, pasir dan lempung yang umumnya bersifat cepat mengalami pelapukan.
- jenis tata lahan juga termasuk kedalam faktor terjadi longsor karena longsor biasanya terjadi pada daerah persawahan yang berada pada bukit.
- getaran biasa diakibatkan oleh adanya gempa bumi juga menjadi salah satu faktor terjadinya longsor.
- susut muka air danau atau bendungan mengakibatkan susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk 220 mudah terjadi longsoran dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.
- Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan akan memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah.

- pengikisan banyak terjadi di aliran sungai kearah tebing selain itu pengikisan dapat terjadi di daerah hutan yang di gunduli.
- adanya material timbunan pada tebing biasanya dilakukan untuk mengembangkan dan meluaskan lahan pemukiman. tanah timbunan pada lembah ini biasanya belum terpadatkan secara sempurna seperti tanah yang berada pada daerah bidang gelincir sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah.
- bekas longsoran lama biasanya terjadi pada pengendapan material gunung api di lereng yang relatif terjal atau pada saat dan sesudah patahan kulit bumi.
- adanya bidang yang tidak sinabung yang memiliki ciri seperti bidang tersebut sebagai pelapisan batuan, bidang tersebut sebagai kontak tanah penutup dan batuan dasar, bidang tersebut sebagai kontak penyambung antara batuan yang retak dengan batuan yang kuat bidang tersebut merupakan bidang lemah yang berfungsi sebagai bahan longsoran.
- daerah pembuangan sampah karena daerah yang rendah tempat untuk pembuangan sampah dalam jumlah banyak dapat menyebabkan tanah longsor.

2.6 Klasifikasi Tanah Longsor

Longsor seringkali terjadi di daerah yang memiliki elevasi yang bervariasi, termasuk tanah yang telah digunduli untuk keperluan jalan atau perumahan, serta lahan bekas tambang. Kejadian longsor disebabkan oleh ketidakstabilan lereng, yang mengakibatkan pergeseran material atau batuan di atasnya. Terdapat empat jenis utama tanah longsor berdasarkan mekanismenya, yakni luncuran (*slide*), runtuh (*fall*), jatuhnya (*topple*), dan aliran (*flow*). Selain itu, terdapat sistem klasifikasi lain yang mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang terlihat pada Tabel 1 seperti kecepatan pergerakan dan komposisi material yang terlibat dalam longsoran, seperti air, udara, dan es (Lutfiana, 2019).

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

Jenis Pergerakan	Jenis Material		
	Batuan	Tanah	
		Butiran Kasar	Butiran 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>Slide</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	Aliran <i>debris</i>	Aliran tanah
	Rayapan batu	Rayapan tanah	Rayapan tanah
Komplek (<i>complex</i>)	Kombinasi dua atau lebih jenis pergerakan tanah		

2.7 Bagian-bagian Longsoran

Tanah longsor memiliki spesifikasi seperti yang terlihat pada Gambar 3 berikut penjelasannya :

- a. mahkota longsoran / *crown*
mahkota longsoran ini adalah bagian yang tidak bergerak dan berdekatan dengan bagian tertinggi dari tebing atau gawir longsoran.
- b. tebing atau gawir utama longsoran / *main scarp*
permukaan lereng yang curam pada tanah dan terletak pada bagian atas longsoran. Permukaan ini biasanya tidak terganggu.
- c. Puncak longsoran / *surface of rupture*
puncak longsoran ini adalah titik tertinggi yang berada di antara kontak material yang bergerak ataupun berpindah dengan tebing utama longsoran.
- d. Kepala longsoran / *Head*

bagian ini adalah bagian atas dari longsoran yang bergerak ataupun berpindah di sepanjang kontak antara material.

e. Tebing atau gawir minor / *Minor scarp*

bagian ini adalah permukaan yang curam pada material yang bergerak atau pindah yang dibentuk karena adanya pergerakan ikutan dari material longsoran

f. Tubuh utama / *Main body*

Bagian ini adalah bagian longsoran yang terletak pada material yang bergerak, yang berfungsi sebagai tumpuan antara jari bidang gelincir, tebing utama longsoran, dan bidang gelincir itu sendiri.

g. Kaki longsoran / *Toe of surface of rupture*

Bagian ini adalah area paling bawah longsoran, yang biasanya berbentuk lengkung, terletak paling jauh dari tebing utama dan berasal dari material longsoran yang bergerak.

h. Ujung longsoran / *Foot*

Bagian ini ada pada titik di jari kaki longsoran yang letaknya paling jauh dari puncak longsoran.

i. Jari kaki longsoran / *Toe*

Bagian ini adalah bagian paling bawah longsoran yang biasanya berbentuk lengkung yang berasal dari tebing longsoran dan terletak paling jauh dari tebing utama.

j. Bidang gelincir

Ini adalah bidang kedap air yang menjadi landasan Bergeraknya massa tanah.

k. Jari dari bidang gelincir

Bagian ini adalah tumpuan antara bagian bawah dari bidang gelincir longsoran dengan permukaan tanah asli.

l. Permukaan pemisah

Bagian ini adalah bagian tanah asli yang bertumpuan dengan tanah longsoran.

m. Material yang bergerak

Material yang bergerak dalam bidang gelincir ini dimaksudkan dengan material yang bergerak dari posisi aslinya yang digerakan oleh massa yang tertekan dan akumulasi massa.

n. Daerah yang tertekan

Daerah dari longsoran yang terdapat di dalam material yang bergerak yang terletak di bawah permukaan tanah asli.

o. Zona akumulasi

Zona akumulasi ini adalah zona dari longsoran yang terdapat didalam material yang bergerak dan terletak diatas permukaan tanah.

p. Penekanan

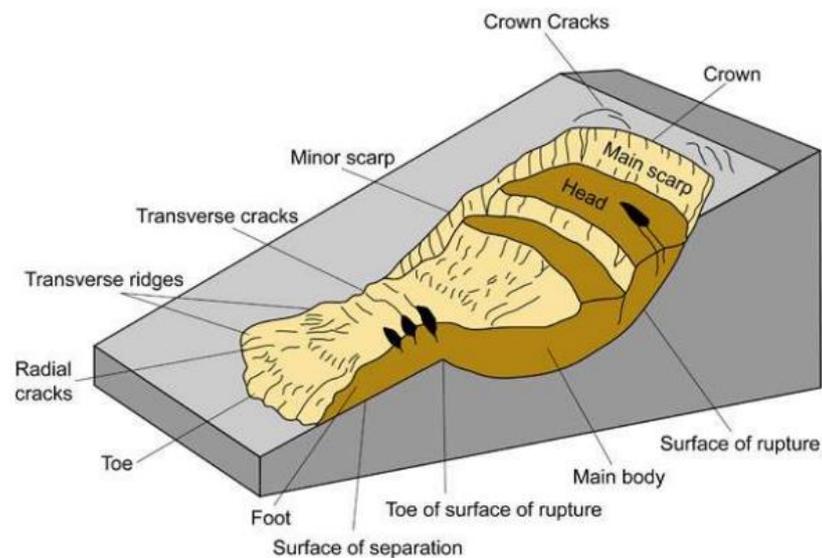
Penekanan ini adalah volume yang dibentuk oleh tebing utama longsoran, massa yang tertekan dan permukaan asli.

q. Massa yang tertekan

Ini adalah volume dari material yang bergerak dengan bertampalan oleh bidang gelincir tetapi berada di bawah permukaan tanah.

r. Permukaan tanah asli

Ini adalah permukaan lereng sebelum terjadi longsoran



Gambar 3. Bagian-bagian Longsoran (Lutfiana, 2019).

III. TEORI DASAR

3.1 Metode Geolistrik

Perubahan dalam sifat fisik tanah bisa terdeteksi melalui pergerakan tanah. Meskipun pergerakan itu sendiri terjadi di dalam lapisan geologi yang seragam, itu mengubah ciri-ciri fisik dari lapisan tanah tersebut. Teknik survei geofisika dapat diterapkan dalam situasi pergerakan tanah untuk mengestimasi sejauh mana pergeseran lateral terjadi, kedalaman permukaan yang terkena dampak pergerakan, dan bahkan untuk menemukan zona yang jenuh dengan air (Nugroho dan Afiatna, 2021).

Dalam metode geolistrik tahanan jenis, dalam asumsi bahwa Bumi adalah medium yang seragam dan isotropis, ketika arus listrik mengalir ke dalamnya, arus akan menyebar ke segala arah dan membentuk bidang ekuipotensial setengah bola. Tahanan jenis yang diukur pada dasarnya adalah tahanan jenis sebenarnya dan tidak terpengaruh oleh konfigurasi elektroda. Tetapi pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga pengukuran tahanan jenis yang kita amati dipengaruhi oleh kontribusi dari lapisan-lapisan ini. Oleh karena itu, nilai resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan tunggal, sehingga resistivitas yang terukur sebenarnya adalah resistivitas semu (Reynolds, 2005).

Secara geolistrik untuk menentukan struktur dari geser atau bidang gelincir dapat diketahui dengan nilai dari tahanan batuan jenis itu adalah 200-100 Ωm . karakteristik bidang gelincir dibagi menjadi dua jenis yaitu *rotation slip*

(bidang gelincir rotasi) dan *translation slip* (bidang gelincir rata atau sejajar dengan Permukaan lereng). Jenis bidang gelincir ini menentukan jenis longsor yang akan terjadi dikemudian hari. Bidang gelincir *rotation slip* adalah bidang gelincir yang tempat bergerak materialnya yaitu longsor rotasi sedangkan bidang gelincir *translation slip* adalah bidang gelincir yang tempat bergerak yaitu material longsor translasi dan pergerakan blok (Akmam dkk., 2015).

Penampang dari hasil pengolahan data survei geolistrik resistivitas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tajam dalam resistivitas antara dua jenis batuan yang berdekatan dalam penampang struktur di bawah permukaan. Jika lapisan atas memiliki resistivitas yang jauh lebih rendah daripada lapisan bawahnya, kemungkinan besar terdapat risiko longsoran, terutama ketika lapisan tersebut mudah tererosi dan dapat mengalir. Faktor lain yang dapat mendukung terjadinya longsoran adalah kemiringan yang cukup curam dan tingkat curah hujan yang tinggi di wilayah tersebut. Curah hujan yang tinggi menyebabkan penyerapan air ke dalam tanah yang berakibat pada peningkatan berat tanah. Jika air ini meresap hingga mencapai lapisan tanah yang tidak tembus air yang berfungsi sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan lapisan tanah yang tererosi di atasnya akan bergerak mengikuti kemiringan lereng dan mengalir keluar dari lereng (Nugroho dan Afiatna, 2021).

Pengukuran geolistrik dilaksanakan untuk merinci struktur lapisan bawah permukaan tanah, sehingga kita dapat mengidentifikasi serta menggambarkan pergerakan massa tanah, tingkat longsoran lateral, dan zona bidang gelincir yang mungkin ada dalam daerah longsoran. Metode geolistrik juga sangat berguna dalam mendeteksi zona retakan dan pelapukan, terutama dalam konteks rekayasa dan survei tanah. Batuan sedimen, yang umumnya memiliki porositas lebih tinggi dan kandungan air yang lebih tinggi, cenderung memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan beku dan metamorf. Nilai resistivitas sangat dipengaruhi oleh porositas batuan dan kadar airnya (Nugroho dan Afiatna, 2021).

Data yang diperoleh di lapangan adalah nilai resistivitas di bawah permukaan, dan informasi ini digunakan untuk melakukan perhitungan inversi. Hasil dari

perhitungan inversi mencerminkan variasi resistivitas dalam sistem lapisan tanah yang mencerminkan struktur geologi di bawah permukaan. Merujuk pada nilai resistivitas yang terkait dengan struktur lapisan bawah permukaan Bumi, sehingga mengidentifikasi jenis material yang ada dalam lapisan tersebut. Metode geolistrik resistivitas melibatkan penggunaan sumber arus buatan yang ditancapkan ke dalam tanah melalui elektroda yang ditempatkan pada ujung-ujungnya. Metode geolistrik resistivitas menghasilkan variasi nilai resistivitas yang berubah (distribusi resistivitas) baik secara horizontal maupun vertikal. Metode geolistrik resistivitas paling efektif digunakan untuk eksplorasi yang dangkal (Minarto dkk., 2017).

Tujuan dari metode geolistrik adalah untuk mengevaluasi distribusi resistivitas di bawah permukaan. Prinsip yang mendasari metode geolistrik resistivitas mengacu pada hukum fisika, yaitu hukum Ohm, yang melibatkan aliran arus melalui elektroda yang ditujukan ke dalam bumi. Konsep kerja metode ini melibatkan penyuntikan arus (AB) melalui elektroda ke dalam tanah, di mana elektroda potensial kemudian mengukur perbedaan potensial yang disebabkan oleh arus yang mengalir di bawah permukaan bumi. Kemudian, resistivitas semu dari batuan dihitung menggunakan prinsip hukum Ohm (Wahyudi dkk., 2021).

Persamaan hukum Ohm digunakan untuk menggambarkan aliran arus kontinu dalam medium tersebut di tunjukkan pada persamaan di bawah ini:

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

Dari inversi tersebut maka didapatkan rumus untuk persamaan resistivitas semu sebagai berikut :

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

Dan untuk mencari faktor geometri (K) yang berupa besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap elektroda arus menggunakan persamaan :

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \quad (3)$$

Dimana ρ adalah resistivitas Ω , yang memiliki berbagai macam konfigurasi elektroda. Adanya berbagai konfigurasi-konfigurasi elektroda tersebut menyebabkan pengaruh terhadap besar resistivitas, hal ini dikarenakan tiap-tiap konfigurasi memiliki faktor K yang berbeda berdasarkan susunan dari elektrodanya (Minarto, 2017).

Berdasarkan teknik pengukuran geolistrik, terdapat dua metode pengukuran yang dikenal, yaitu metode pemetaan (*Mapping*) resistivitas geolistrik dan metode pengukuran geolistrik secara sondir (*Sounding*). Metode pemetaan resistivitas geolistrik adalah metode resistivitas yang digunakan untuk mengkaji variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal. Dalam metode ini, jarak spasi elektroda tetap digunakan untuk semua titik sondir (titik pengukuran) di permukaan bumi. Sementara itu, metode pengukuran geolistrik secara sondir bertujuan untuk mengkaji variasi resistivitas batuan di bawah permukaan secara vertikal. Dalam metode ini, pengukuran pada suatu titik sondir dilakukan dengan memvariasikan jarak elektroda. Perubahan jarak elektroda dimulai dari jarak yang kecil dan secara bertahap diperbesar (Ratsanjani dan Sehad, 2021).

3.2 Sifat Listrik Batuan

Dalam batuan, terdapat tiga jenis aliran arus listrik yang dapat terjadi. Pertama adalah konduksi elektronik, di mana arus listrik mengalir melalui batuan karena adanya banyak elektron bebas yang memungkinkan mereka untuk mengalirkan arus listrik ke dalam batuan tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh karakteristik unik dari setiap batuan yang dilewatinya. Kemudian, ada konduksi elektrolitik, yang terjadi ketika batuan memiliki porositas dan mengandung pori-pori yang diisi oleh larutan elektrolit. Dalam kasus ini, arus listrik disebabkan oleh ion-ion yang terdapat dalam larutan elektrolit. Susunan pori-pori dan volume batuan memengaruhi kemampuan batuan untuk menghantarkan arus listrik. Terakhir adalah konduksi dielektrik, yang terjadi pada batuan atau mineral yang memiliki sifat dielektrik atau hanya memiliki sedikit atau bahkan tidak memiliki elektron bebas sama sekali. Dalam

kasus ini, aliran listrik terjadi melalui sifat dielektrik batuan atau mineral tersebut. (Nugroho dan Afiatna, 2021).

Resistivitas memiliki makna yang berbeda dibandingkan dengan resistansi (hambatan). Resistansi tidak hanya dipengaruhi oleh jenis bahan, tetapi juga oleh geometri atau bentuk dari bahan tersebut. Di sisi lain, resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Salah satu karakteristik yang dimiliki oleh batuan adalah resistivitas, yang merupakan sifat khusus dari bahan tersebut yang mencerminkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik (Lanto, 2013).

Konduksi secara elektronik dapat dijelaskan dengan silinder yang panjang (L) dan penampang (A) lalu didapatkan resistensi (R) dengan persamaan :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (4)$$

Resistensi didapatkan didasari oleh hukum ohm dengan rumus :

$$R = \frac{V}{I} \quad (5)$$

Dan kemudian didapatkan rumus perhitungan resistivitas (ρ) berdasarkan kedua rumus tersebut :

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (6)$$

Dan kemudian didapatkan cara perhitungan konduktivitas batuan, dimana kebalikan dari resistivitas dengan satuan Ω/m .

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{E}\right) = \frac{J}{E} \quad (7)$$

Dengan keterangan ρ adalah resistivitas (Ωm), L adalah panjang silinder konduktor (m), A adalah luas penampang silinder konduktor (m^2), dan R sendiri adalah resistensi (Ω), I adalah kuat arus (ampere), J adalah rapat arus (ampere/ m^2), E adalah medan listrik (volt/m) (Nugroho dan Afiatna, 2021).

Menurut Telford dkk., (1990), “Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

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

Menurut terford dkk., (1990) diperoleh nilai resistivitas batuan seperti pada Tabel 2.

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

<i>Rock Type</i>	<i>Resistivity Range (Ωm)</i>
<i>Sandstones</i>	$1 - 6,4 \times 10^8$
Kerakal dan kerikil	50 – 100
<i>Tuffs</i>	2×10^3 (<i>wet</i>) – 10^5 (<i>dry</i>)
Breksi	126 – 220
Lempung berpasir	30 – 100
<i>Limestones</i>	$50 - 10^7$
<i>clays</i>	1 – 100
Lempung	3 – 30
Gambut	61 – 70
<i>Sand</i>	$10^2 - 5 \times 10^3$
Serpih	$20 - 2 \times 10^3$

Resistansi tanah sering diukur dengan cara mengalirkan arus ke dalam tanah melalui elektroda. Metode penginjeksian arus menggunakan dua elektroda arus, dan tegangan diukur dengan menggerakkan elektroda potensial. Teori medan listrik mengindikasikan bahwa saat kita memasukkan dua elektroda dengan polaritas yang berlawanan ke dalam tanah, ini akan menciptakan garis-garis yang disebut sebagai bidang ekuipotensial atau garis kerja ekuipotensial. Garis-garis ini muncul sebagai hasil dari dua sumber yang ada di permukaan bumi, dan akibatnya, setiap titik dalam satu garis memiliki potensial yang sama (Lanto, 2013).

Resistivitas adalah sifat khas suatu bahan yang menghambat aliran arus melalui bahan tersebut. Setiap bahan memiliki nilai resistivitas yang unik. Nilai resistivitas batuan di bawah permukaan dipengaruhi oleh kandungan cairan dan mineral logam yang terdistribusi di dalam batuan tersebut. Dengan memeriksa nilai resistivitas material, dalam hal ini batuan, kita dapat mengidentifikasi jenis batuan yang membentuk setiap lapisan di bawah permukaan (Sastrawan dkk., 2020).

3.3 Bidang Gelincir

Informasi tentang bidang gelincir dapat diambil dari perbedaan nilai resistivitas antara dua lapisan batuan yang berdekatan satu sama lain. Batuan yang berfungsi sebagai bidang gelincir memiliki sifat tahanan jenis yang berbeda dari batuan lainnya. Pada daerah longsor, terdapat dua lapisan tanah atau batuan yang memiliki perbedaan tahanan jenis yang sangat mencolok. Biasanya, bidang gelincir terdiri dari dua lapisan, satu yang keras dan satu yang lunak. Saat terjadi hujan, lapisan keras yang air akan menjadi licin, sementara lapisan lunak akan mengalir melalui lapisan yang kedap air tersebut. Lapisan kedap air ini berfungsi sebagai bidang gelincir, sedangkan lapisan lunak berperan sebagai materi yang akan mengalami longsor. Material longsor dapat dikenali dari nilai resistivitas yang rendah, dan area longsor dapat dikenali dari material yang memiliki resistivitas yang tinggi (Akmam dkk., 2015).

Dalam konteks geolistrik, struktur geser atau bidang gelincir dalam batuan gunung api dapat diidentifikasi dengan mengamati bahwa batuan ini memiliki tahanan jenis sekitar 200-100 Ωm (Akmam dkk., 2015).



Gambar 4. Karakteristik Bidang Gelincir (Akmam dkk., 2015).

Secara umum, bidang gelincir memiliki beberapa karakteristik. Gambar 4, Ini melibatkan bidang antara lapisan batuan, yang terletak di antara lapisan tanah

penutup dan batuan dasar, serta bidang yang menghubungkan batuan yang retak dengan batuan yang kuat. Selain itu, bidang ini juga merupakan batas antara batuan yang permeabel dan yang impermeabel, serta memisahkan tanah yang lunak dari tanah yang padat. Ciri-ciri ini mengindikasikan bahwa longsor sering terjadi ketika air meresap melalui retakan dalam batuan dan akhirnya mencapai batuan yang tidak menyerap air. Air juga bisa mengakibatkan peningkatan berat batuan yang retak-retak, menyebabkannya bergeser di atas batuan yang tidak menyerap air, yang pada akhirnya menjadi materi longsor. Penambahan kadar air juga bisa meningkatkan tekanan di dalam pori-pori batuan dan melemahkan lereng, yang merupakan faktor penyebab lain dari longsor. Kadar air yang lebih tinggi di lereng dapat mengakibatkan peningkatan tekanan pori dan penambahan massa dalam material longsor

3.4 Porositas dan Permeabilitas batuan

Bidang gelincir adalah area yang memiliki sifat menahan air yang tinggi (permeabilitas rendah) dan memiliki struktur padat yang memungkinkan tanah yang mengalami pelapukan untuk bergerak di atasnya (Akdam dkk., 2015).

Tabel 3. Porositas dan Permeabilitas Batuan (Akdam dkk., 2015).

Nama Bahan	Porositas %	Permeabilitas
Lempung	45	0,0005
Pasir	35	50
Kerikil	25	5000
Kerikil dan Pasir	20	500
Batu Pasir	15	5
Batu	5	0,05
Kapur/Serpih	1	0,0005

Longsor sering terjadi pada lereng-lereng yang memiliki lapisan batuan yang tidak dapat dilewati oleh air. Biasanya, batuan ini memiliki pori-pori yang kecil dan memiliki nilai tahanan jenis yang tinggi (Akmam dkk., 2015). Tabel 3 memberikan estimasi rata-rata porositas dan permeabilitas material tersebut.

3.5 Jenis-Jenis Longsoran

Menurut Sari dkk., (2022) longsor dibagi menjadi beberapa jenis seperti :

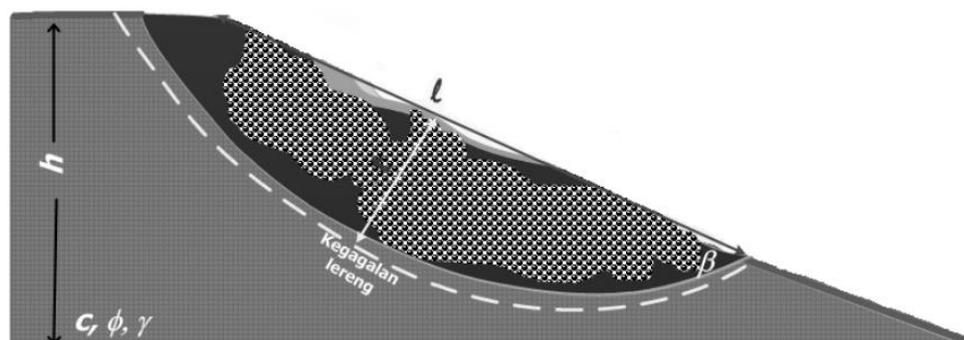
- longsor translasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir yang bergelombang landai.
- longsor rotasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir yang berbentuk cekung.
- longsor translasi blok batu atau pergerakan blok yaitu perpindahan batuan pada bidang gelincir yang berbentuk rata. biasanya dicontohkan dengan pergerakan gunung es.
- runtuh batu yaitu runtuh yang terjadi akibat dari sejumlah besar batuan yang bergerak kebawah dengan cara jatuh bebas. biasanya dapat di contohkan dengan lereng curam yang patah jatuh ke laut.
- rayapan tanah yaitu pergerakan tanah longsor dengan kecepatan yang lambat dan memiliki jenis tanah dengan butiran kasar dan halus. jenis longsor seperti ini hamper tidak dapat di deteksi tapi dalam beberapa waktu kedepan bisa menyebabkan bangunan, tiang telepon ataupun pohon akan miring kebawah.
- aliran bahan rombakan yaitu jenis tanah longsor yang terjadi akibat dari massa tanah yang bergerak di dorong oleh intensitas air dalam jumlah besar. kecepatan aliran air ini di pengaruhi oleh kemiringan lereng, volume tekanan air dan juga jenis material bidang gelincir yang melapisinya. gerakan longsor ini dapat terjadi dari lembah dan bisa mencapai ratusan meter dan menelan banyak korban jiwa.

3.6 Volume Longsoran

Volume longsor adalah jumlah massa batuan atau tanah yang berpindah dan menumpuk menjadi tumpukan sebagai hasil dari pelepasan tegangan yang berusaha mencapai keseimbangan baru akibat gangguan yang diakibatkan oleh

proses penggalian atau faktor eksternal lainnya. Volume longsor dapat menjadi indikator untuk mengukur sejauh mana dampak yang mungkin terjadi akibat kejadian longsor, dan dapat digunakan untuk menilai tingkat risiko longsor pada lereng tambang. Ini membantu dalam menentukan zona dan level terendah pada daerah yang memiliki potensi risiko longsor yang tinggi (Karim dkk., 2019).

Menentukan volume longsor adalah tugas yang kompleks karena membutuhkan data mengenai karakteristik geometri dari permukaan dan struktur bawah permukaan pada bidang gelincir longsor. Ini hanya dapat dicapai dengan menerapkan hubungan matematis empiris yang sederhana untuk menghubungkan volume longsor individu dengan pengukuran geometris pada daerah potensial longsor lereng, terutama dalam kasus longsor. Penelitian untuk memprediksi volume longsor dalam insiden longsor dan potensi longsor di area studi juga berperan dalam meningkatkan pemahaman mengenai perilaku mekanika tanah pada longsor alami dan perhitungan potensi atau risiko longsor susulan. Untuk tujuan ini, digunakan model teknis dua dimensi (2-D) yang sangat sederhana untuk memantau stabilitas lereng homogen yang memiliki berbagai kemiringan dan sifat mekanik tanah yang berbeda Gambar 5 (Souisa dkk., 2016). Model ini menggambarkan bidang kegagalan lereng yang diasumsikan berbentuk melingkar.

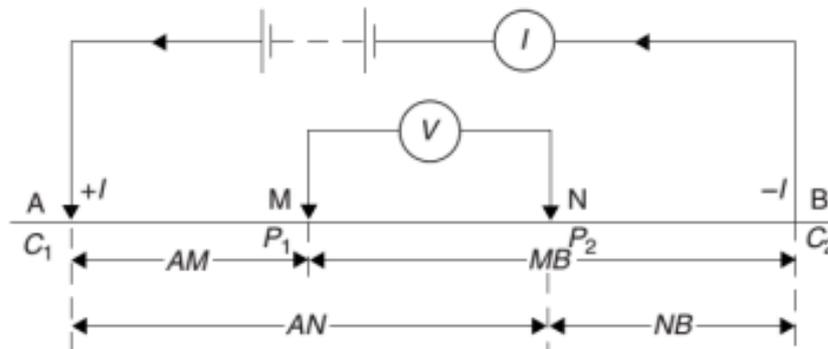


Gambar 5. Model Penampang 2D Longsor Busur (Souisa dkk., 2016).

3.7 Konfigurasi Wenner

Metode konfigurasi geolistrik Wenner melibatkan penyusunan elektroda dengan jarak yang sama. Dalam Konfigurasi Wenner, terdapat empat elektroda (A, M, N, dan B) yang ditempatkan secara bersebelahan. Elektroda A dan M, yang berdekatan, memiliki jarak yang disebut sebagai 'a'. Variasi elektroda Wenner melibatkan penggunaan keempat elektroda yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu A, M, N, dan B. Dalam tipe ini, jarak antar elektroda diperluas tanpa perlu memindahkan titik tengah konfigurasi. Selain itu, nilai resistivitas Wenner adalah $\frac{1}{3}$.

Metode konfigurasi Wenner mengumpulkan data secara horizontal, yang memungkinkan analisis yang lebih akurat terhadap lapisan bawah permukaan Gambar 6. Penggunaan metode geolistrik konfigurasi Wenner memenuhi persyaratan penelitian untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya bidang gelincir di dalam lapisan bawah permukaan tanah (Zakaria dan Maisarah, 2019).



Gambar 6. Susunan Elektroda Wenner (Reynolds, 2011 dalam Setiawan dkk., 2023).

Konfigurasi Wenner-Alpha berlaku ketika jarak antara setiap elektroda sama, yang disimbolkan sebagai "a". Dalam hal ini, AM, MN, dan NB semuanya memiliki panjang yang sama, yaitu "a" (Setiawan dkk., 2023).

Beda potensial yang akan terjadi pada MN karena injeksi arus pada AB dituliskan dengan rumus:

$$\Delta V = V_M - V_N \quad (8)$$

$$\Delta V = \frac{\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad (9)$$

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \quad (10)$$

Oleh karena itu, persamaan (8) dapat disederhanakan sebagai berikut:

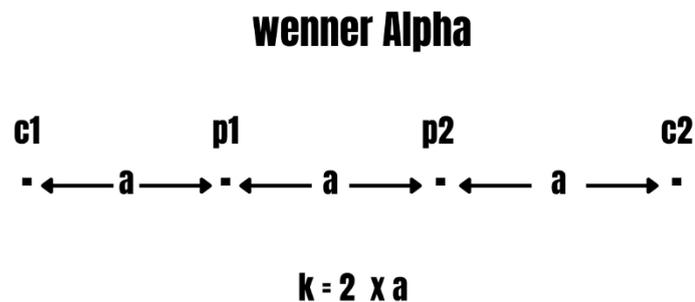
$$K = 2\pi a \quad (11)$$

Sehingga nilai tahanan jenis semu (*Apparent Resistivity*):

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta v}{I} \quad (12)$$

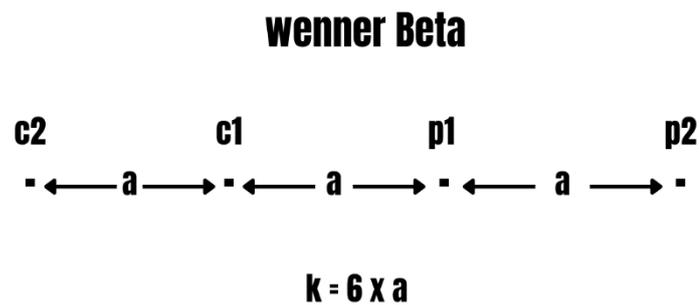
Konfigurasi Wenner memiliki 4 macam yaitu:

Konfigurasi Wenner-Alpha Gambar 7 memiliki sifat sensitif terhadap perubahan yang terjadi secara horizontal dan pada kedalaman yang dangkal. Hasil resolusi dari konfigurasi ini mempunyai tingkat ketajaman yang baik, namun kurang responsif terhadap perubahan yang terjadi dalam arah horizontal. Oleh karena itu, konfigurasi ini sangat efektif untuk keperluan pemetaan dalam dimensi vertikal (Pambudi dkk., 2022).



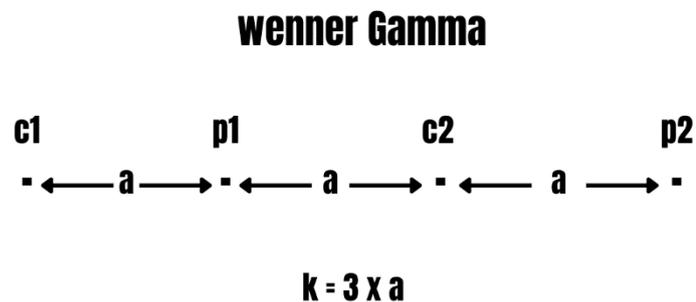
Gambar 7. Konfigurasi Wenner – Alpha.

Wenner beta mempunyai susunan elektroda C2-C1-P2-P1 dengan jarak antar elektroda yang disebut sebagai "a", dan struktur elektroda Wenner beta ini mirip dengan metode dipole-dipole Gambar 8. Perbedaannya terletak pada ketiadaan faktor rasio (n). Faktor geometri untuk Wenner beta dihitung sebagai $k=6*\phi*a$. Salah satu keunggulan Wenner beta adalah responsivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan horizontal jika dibandingkan dengan Wenner alpha (Suardi dkk., 2019).



Gambar 8. Konfigurasi Wenner – Beta.

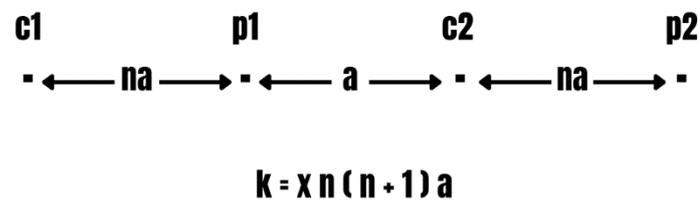
Susunan elektroda dalam Wenner gamma adalah C1-P1-C2-P2 dengan jarak antar elektroda yang disebut sebagai "a". Faktor geometri dari konfigurasi ini dihitung sebagai $k = 3 \cdot \pi \cdot a$. Sayangnya, konfigurasi ini kurang populer karena kurang memberikan hasil yang memuaskan baik dalam perubahan vertikal maupun horizontal Gambar 9 (Suardi dkk., 2019).



Gambar 9. Konfigurasi Wenner – Gamma.

Wenner Schlumberger adalah metode yang menggabungkan konfigurasi Wenner dan Schlumberger Gambar 10. Schlumberger adalah konfigurasi elektroda yang sering digunakan dalam metode geolistrik untuk penentuan kedalaman. Susunan elektroda dalam metode ini adalah C1 – P1 – P2 – C2. Jarak antara elektroda C1-P1 dan P2-C2 adalah "na", sementara jarak antara P1-P2 adalah "a". Faktor geometri untuk konfigurasi ini dihitung sebagai $k = \pi \cdot n(n+1) \cdot a$ (Suardi dkk., 2019).

wenner Schlumberger



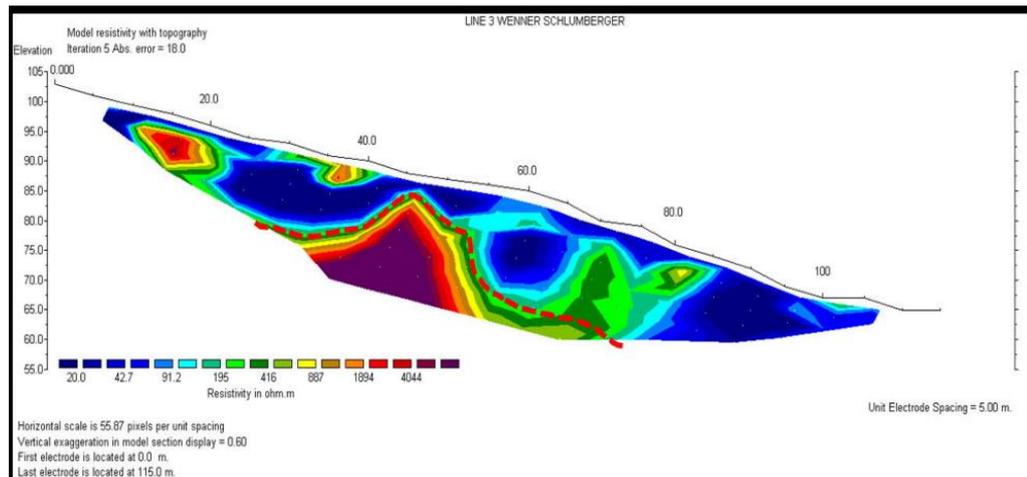
Gambar 10. Konfigurasi Wenner – Schlumberger.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Burger pada tahun 2006, keunggulan dari konfigurasi Wenner terletak pada kelebaran spasi elektroda potensial yang besar, sehingga tidak memerlukan peralatan yang sangat sensitif. Namun, kelemahan dari konfigurasi Wenner adalah bahwa semua elektroda perlu dipindahkan setiap kali membaca data resistivitas. Hal ini diperlukan untuk mencapai tingkat sensitivitas yang lebih tinggi, khususnya dalam mendeteksi variasi lokal dan perubahan lateral yang dekat dengan permukaan (Agussalim, 2015).

3.8 Pemodelan 2 Dimensi Bidang Gelincir

Konduktivitas listrik batuan di dekat permukaan bumi dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor seperti kandungan fluida, tingkat kemagnetan, dan kepadatan batuan. Konduktivitas listrik batuan yang mengandung cairan, khususnya dipengaruhi oleh sifat-sifat air, terutama sebagai elektrolit. Air mengandung larutan garam yang terdiri dari ion anion dan kation yang dapat bergerak bebas dalam air (Syifauzzahroh, 2018).

Prinsipnya, kehadiran medan listrik eksternal mengakibatkan pergerakan kation dalam larutan elektrolit ke arah kutub negatif, sementara anion bergerak ke kutub positif. Jika kita mempertimbangkan batuan yang memiliki pori-pori dan mengandung air, resistivitas listriknya akan menurun seiring dengan peningkatan kandungan air (Ming dkk., 2020).



Gambar 11. Pemodelan Bidang Gelincir 2D *Resistivity* (Mulyasari dkk., 2020).

Hasil survei mencerminkan distribusi resistivitas material di bawah permukaan bumi, yang sering disebut sebagai "*resistivity pseudosection*" atau "*inverse model resistivity section*". Model yang diperoleh melalui proses inversi selalu memiliki suatu nilai *Residual Error* atau *Root Mean Squared Error* (RMSE) Gambar 11. Proses inversi melibatkan iterasi berulang kali untuk mengurangi nilai error yang ada. Iterasi adalah pengulangan perhitungan yang menggunakan data yang sama dalam fungsi matematis yang serupa untuk mencapai hasil yang diinginkan. Nilai RMSE digunakan untuk mengukur tingkat perbedaan antara nilai resistivitas yang diukur dengan nilai resistivitas yang sebenarnya dalam material bawah permukaan. Semakin besar nilai RMSE, semakin halus model yang dihasilkan melalui proses inversi. Besar kecilnya nilai RMSE dipengaruhi oleh karakteristik dan struktur geologi di bawah permukaan, seperti adanya gua atau keberadaan banyak akar pohon di sekitarnya (Loke, 2004).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun kegiatan penelitian ini akan dilaksanakan pada:

Waktu : 30 September 2023 – 30 Desember 2023

Tempat : Laboratorium Teknik Geofisika Unila

4.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data geolistrik resistivitas
2. Data kordinat daerah penelitian
3. Peta Geologi
4. *Software Res2Dinv*
5. *Software Google Earth*
6. *Software ArcGis*
7. *Software Microsoft Excel v.2013*
8. *Software Microsoft Word v.2013*

4.3 Time Schedule

Adapun *time schedule* yang akan digunakan pada kegiatan penelitian ini adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 4. Time Schedule Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Minggu Ke-)																			
		Agust		September				Oktober				November				Desember				Jan	
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
1	Studi Literatur																				
2	Pengumpulan Data																				
3	Pengolahan dan Interpretasi Data																				
4	Seminar Proposal																				
5	Penyusunan Skripsi																				
6	Bimbingan Skripsi																				
7	Seminar Hasil Penelitian																				
8	Revisi dan Bimbingan Hasil Penelitian																				
9	Sidang Komprehensif																				

4.4 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur bertujuan untuk mendapatkan pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar geologi dan geofisika yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Ini melibatkan analisis jurnal penelitian sebelumnya serta pemahaman konsep dasar struktur geologi wilayah penelitian berdasarkan peta geologi regional.

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan informasi tentang struktur geologi di area penelitian, baik melalui sumber online maupun offline. Sementara itu, penelitian lapangan dilakukan untuk memahami kondisi lapangan, termasuk cuaca, luas area yang tersedia untuk penelitian, serta aspek geografis dan administratif dari lokasi rumah penduduk. Proses mengurus izin penelitian dilakukan seiring dengan survei lokasi.

Pemetaan dilakukan untuk mengidentifikasi wilayah perbukitan yang memiliki risiko longsor dan untuk menetapkan jalur pengukuran. Penentuan jalur ini memiliki dampak pada kedalaman yang ingin diukur. Pada survei penelitian, pembaruan peta dilakukan untuk menentukan panjang jalur pengukuran yang akan digunakan. Pemilihan jalur ini dipertimbangkan dengan cermat.

2. Pengolahan data Resistivitas

Hasil pengukuran dari konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu konfigurasi Wenner – Alpha didapati bahwa Informasi yang diperoleh dari proses pengukuran menggunakan metode geolistrik terkait dengan variabel beda potensial (ΔV). Nilai ΔV dihasilkan setelah menyuntikkan arus kuat (I) pada jarak spasi (a) yang telah ditetapkan, dengan penelitian ini menggunakan spasi sebesar 5 meter. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung nilai resistansi (R) dan faktor geometri (k). Setelah perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, perangkat lunak yang sama dapat digunakan untuk menemukan nilai resistivitas semu (ρ_a).

3. Pengolahan data geolistrik 2D

Tampilan 2D yang dihasilkan dalam *Software Res2Dinv* terbagi menjadi tiga bagian berdasarkan kedalaman semu. Bagian pertama adalah kontur resistivitas yang menggambarkan nilai tahanan jenis semu dari seluruh hasil pengukuran. Bagian kedua menampilkan kontur tahanan jenis semu yang dihitung (*calculated apparent resistivity*), sementara bagian ketiga adalah representasi model inversi *resistivity section* yang menggambarkan kontur sebaran nilai tahanan jenis sebenarnya setelah melalui proses pemodelan inversi, menggambarkan nilai tahanan jenis vertikal di sepanjang jalur akuisisi data.

Langkah-langkah yang perlu diambil pada tahap ini adalah:

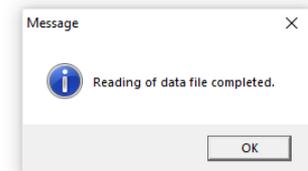
- a) Data yang terdiri dari nilai beda potensial (ΔV) dan nilai arus yang diinjeksikan (I) diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai faktor geometri (k) dan nilai resistivitas semu (ρ_a).
- b) Data hasil perhitungan, termasuk resistivitas semu (ρ_a), datum point (dp), spasi elektroda (a), dan faktor pemisah elektroda (n), dimasukkan ke dalam program *Notepad* dalam bentuk file teks atau dengan format *.dat*.
- c) Setelah data lapangan diubah menjadi file teks dan sesuai dengan format data *Res2DinV*, langkah selanjutnya adalah melakukan inversi untuk menghasilkan gambar penampang bawah permukaan di wilayah survei.

Dilakukan sekitar 6 kali proses iterasi sampai menghasilkan error diangka kurang lebih 20% jika iterasi lebih dari nilai yang diinginkan maka dilakukan Kembali proses inversi modelling atau dengan menghilangkan *bad datum point*. Dalam proses 2D ini tidak melakukan penghilangan *bad datum point* tapi melakukan beberapa tahapan yaitu :

- 1) Buka data *dat* pada *file – read data file* – pilih data pengukuran Ketika tampilan sudah terbuka maka akan ada *notification* berupa *reading of data file complete* – klik ok.

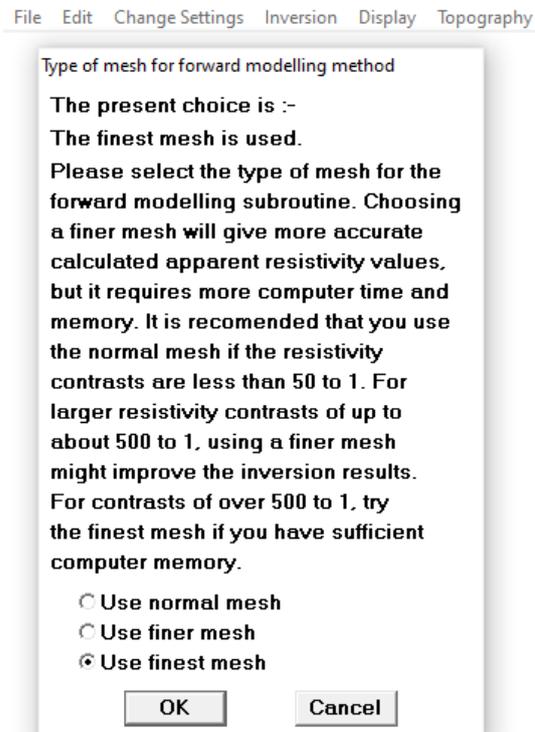
Tampilan ketika *reading data complete* terlihat pada Gambar 12.

```
TBA, Profile #1
Electrode spacing is 5.000.
Wenner array
Total number of datum points is 225.
Position of first electrode in array is given.
225 15.000 60.000 99.7
Minimum electrode location is 5.0.
Minimum electrode spacing is 5.0.
Topographic data present.
The number of topographical datum points is 39.
Total number of data levels is 12.
Total number of electrodes is 39.
First electrode is located at 5.000.
Last electrode is located at 195.0.
```



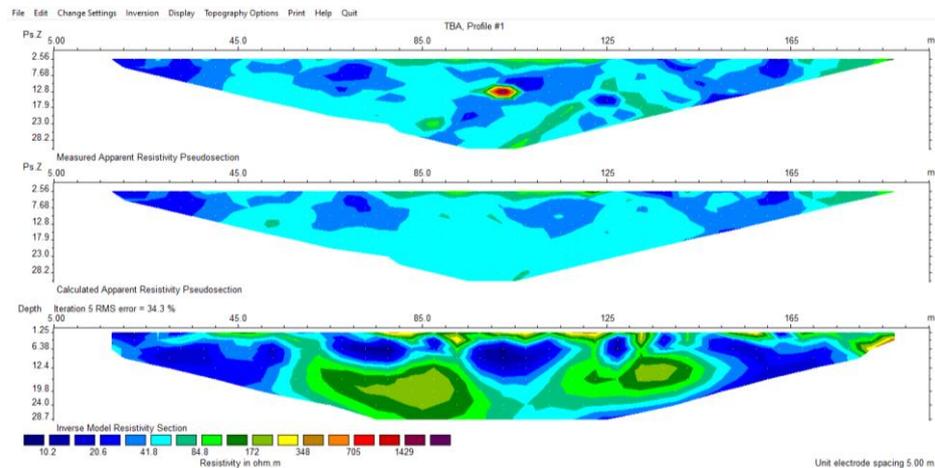
Gambar 12. Tampilan *reading data complete*.

- 2) Kemudian pada bagian *change setting* klik *finite mesh grid size*. Kemudian pilih 4 *nodes*.
- 3) Masih pada bagian *change setting* klik *use finite element method* kemudian pilih *finite-element* lalu ok kemudian pada *mesh refinement* pilih *use finest mesh* Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan pada *mesh refinement*.

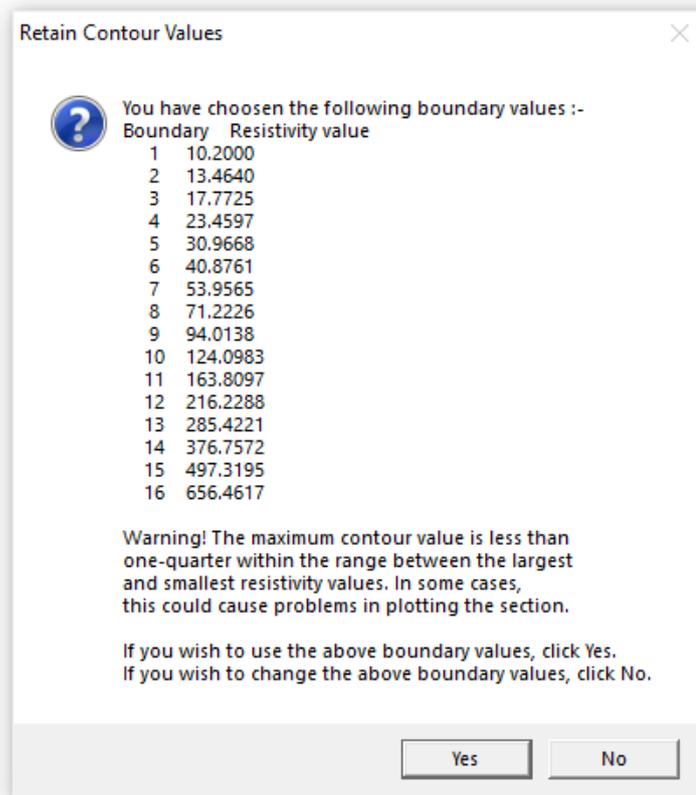
- 4) Selanjutnya adalah melakukan inversi dengan melakukan klik *inversion* lalu kemudian klik *use combined inversion method – yes – ok*. Pada bagian ini yaitu penggabungan antara metode inversi versi Marquardt dan Occam.
- 5) Masih pada bagian *inversion* klik *include smoothing of model resistivity* – klik *yes – ok*. Kemudian *least square inversion* dan simpan data dat hasil inversi kedalam folder selanjutnya akan muncul hasil dari inversi Gambar 14.



Gambar 14. Hasil penampang bawah permukaan.

dari Gambar 14 ini masih perlu dilakukan iterasi karena terlihat error masih sangat tinggi dan juga nilai resistivitas yang tinggi sehingga perlu dilakukan beberapa iterasi kembali sampai mencapai tujuan error kurang lebih 20%

- 6) Selanjutnya pada menu display klik *show inversion result* – lalu pada menu display section klik *include topography in model display – ok* – pilih *user defined logarithmic contour interval* – tuliskan *minimum contour value* dan *user defined contour increase vector*. Maka akan terlihat hasil dari nilai kontur resistivitas yang sudah berubah Gambar 15 dan disamakan dengan lintasan penelitian lainnya.



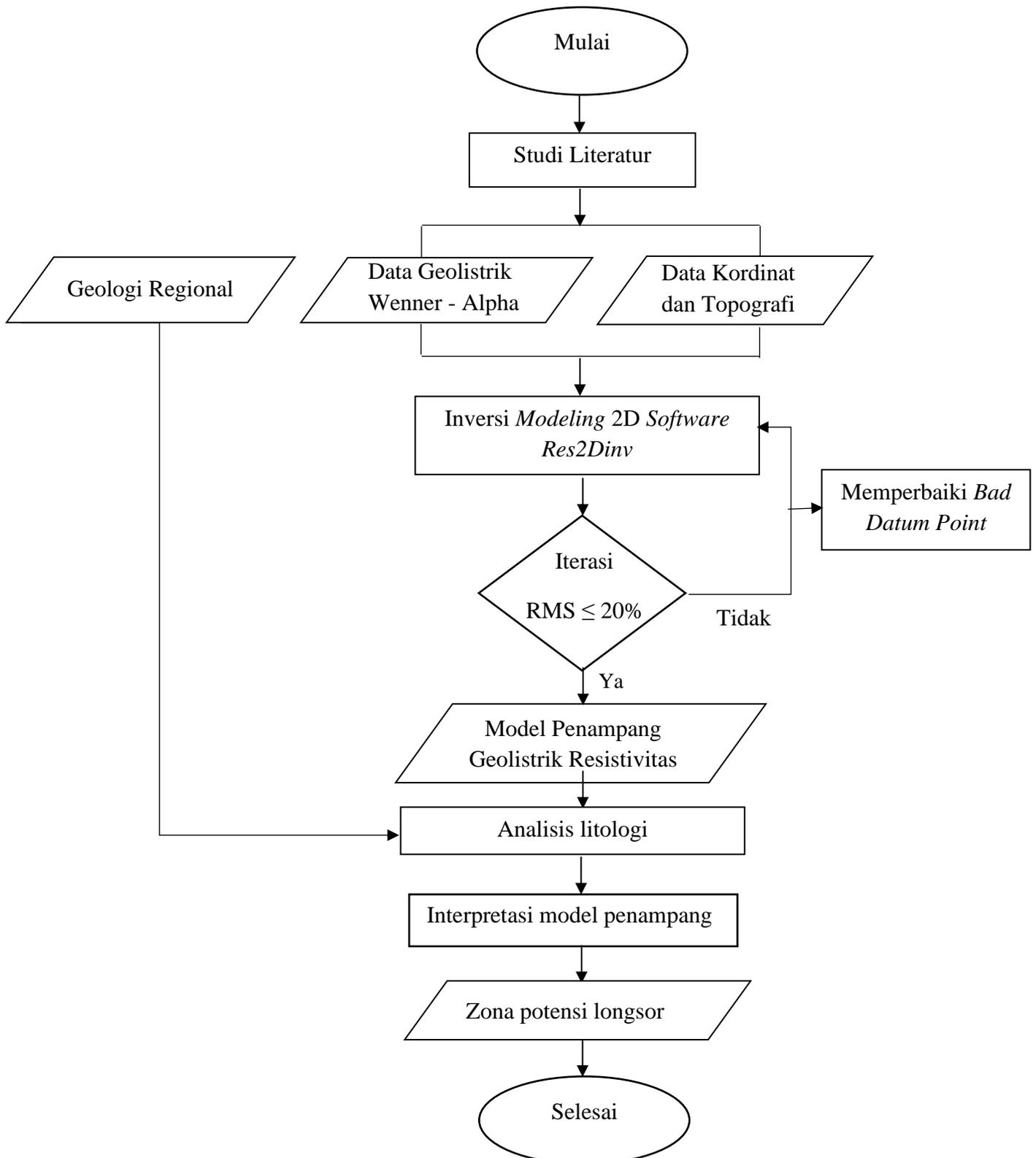
Gambar 15. Tampilan Ketika nilai kontur resistivitas sudah diubah.

4. Interpretasi

Interpretasi data dilakukan dengan cara membandingkan dan mencocokkan variasi nilai tahanan jenis material batuan hasil inversi pengolahan data 2D dan menganalisis potensi longsor yang akan terjadi menurut hasil inversi dengan topografi dengan melakukan analisa litologi menurut data dari peta geologi dasar daerah penelitian kemudian setelah perkiraan identifikasi litologi sudah diketahui selanjutnya melakukan interpretasi model penampang dengan acuan dari data identifikasi litologi yang sudah didapatkan. Proses terakhir adalah menentukan zona potensi longsor dengan membuat detail gambaran bidang gelincir pada proses yang sudah dilakukan dan di identifikasikan di *software* Res2DinV menjadi lebih jelas.

4.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut pada Gambar 16:



Gambar 16. Diagram Alir

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini berdasarkan hasil pembahasan dan analisis dimana data telah dibuat dari hasil penelitian di lapangan lalu dilakukan pemodelan dengan simulasi *software* komputer maka didapatkan kesimpulan :

1. Berdasarkan pemodelan geolistrik 2D penampang yang menunjukkan jenis bidang gelincir berada pada nilai resistivitas yang bervariasi tergantung kepada lintasan yang ada yaitu 4 lintasan yang berbeda. Terdapat beberapa nilai resistivitas dari 4 lintasan penelitian ini adalah pada rentangan 1 – 16 Ωm teridentifikasi sebagai lapisan air, 17 – 180 Ωm teridentifikasi sebagai lapisan pasir lempungan, 200 - 400 Ωm teridentifikasi sebagai lapisan batu pasir, dan dinilai penampang resistivitas lebih dari 400 diidentifikasi sebagai lapisan breksi.
2. Pengukuran lintasan pertama menunjukkan estimasi kemiringan lereng sekitar 30 derajat dengan kedalaman struktur bawah permukaan mencapai 28,7 meter. Pada lintasan kedua menunjukkan zona rawan longsor pada dua titik tertentu, yang ditandai dengan nilai resistivitas yang rendah di lapisan fluida. Analisis ini didukung oleh estimasi kemiringan lereng sekitar 55 derajat. Sedangkan Lintasan ketiga memiliki tingkat zona rawan yang minim atau tidak ada, terutama karena lokasinya berada di lereng di samping sungai. Estimasi kemiringan pada lintasan ketiga adalah sekitar 55 derajat dan lintasan keempat

mengindikasikan zona bidang gelincir di kedalaman sekitar 12,4 meter di bawah permukaan, dengan estimasi kemiringan lereng sekitar 40 derajat.

3. Daerah potensi longsor pada lintasan pertama diidentifikasi berada di nilai rentang resistivitas $17\Omega\text{m}$ - $178\Omega\text{m}$, pada lintasan kedua berada di rentang nilai resistivitas $17\Omega\text{m}$ - $180\Omega\text{m}$, pada lintasan penelitian ketiga tidak ditemukan zona potensi longsor karena pada daerah tersebut tidak teridentifikasi jenis batuan yang akan menjadi bidang gelincir yaitu batuan yang memiliki nilai resistivitas rendah dikarenakan daerah lintasan ketiga berada di lereng pinggir Sungai, dan daerah potensi longsor pada lintasan keempat diidentifikasi berada pada nilai rentang resistivitas $15,6\Omega\text{m}$ – $79,9\Omega\text{m}$ yang ditandai dengan identifikasi batuan yang berada pada lapisan itu adalah lempung berpasir.

6.2 Saran

Dari kesimpulan yang didapatkan dengan merujuk hasil pembahasan dan analisis penelitian ini maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan melakukan survei dengan menggunakan metode lain agar dapat menjadi pelengkap acuan pada titik daerah rawan longsor tersebut dan Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mendalami aspek-aspek spesifik, seperti karakteristik geologi, perilaku air tanah, atau faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi potensi longsor. Informasi tambahan ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan mendetail terkait risiko longsor di daerah tersebut.
2. Perlu dilakukan pengelolaan lereng yang tepat, terutama di daerah yang memiliki kemiringan lereng signifikan. Hal ini dapat mencakup pengendalian erosi, penanaman vegetasi, pembuatan tanggul, pembuatan rongga atau rekayasa lereng untuk mengurangi risiko longsor dan membuat penahan dari lereng yang memiliki kemiringan signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim. 2015. Aplikasi Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menafsirkan Penyebaran Batuan Situs Purbakala Candi Gambar Wetan Kabupaten Blitar. *Thesis*. Jurusan fisika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ahmad, M.S.S., Sahara, dan Wahyuni, A. 2022. Identifikasi Potensi Longsor Dengan Metode Geolistrik di Desa Onang Utara Kecamatan Tubo Sendana Kabupaten Majene. *Jurnal Teknosains*. 16(2): 179 – 190.
- Akmam, Dona, I.R., dan Sudiar, N.Y. 2015. Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan. *Pillar Of Physics*. (5): 01-08.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNP). 2023. Data Bencana Longsor yang Terjadi di Kota Bandar Lampung. Diakses pada Tanggal 8 Agustus 2023. <https://dibi.bnpb.go.id/>
- Dani, I., Erfani, S., Yogi, I.B.S., dan Syah, A. 2020. Identifikasi Bidang Gelincir dan Edukasi Upaya Mitigasi Bencana Longsor di Kelurahan Pidada, Bandar Lampung. *Prosiding. Senapati Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Teknologi dan Inovasi*. 246 – 250.
- Karim, R., Azizi, M. A., Marwanza, I., dan Ghifari, M. K. 2019. Prediksi Volume Longsor Tambang Terbuka Nikel Menggunakan Metode Keseimbangan Batas 3 Dimensi. *Indonesian Mining Professionals Journal*. 1(1): 43-48
- Karmila. 2021. Identifikasi Bidang Gelincir Longsor Daerah Cempa, Kabupaten Wajo Menggunakan Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner–Schlumberger. *Skripsi*. Departemen Geofisika. Universitas Hasanuddin.

- Lanto, M.S. 2013. Analisis Sifat Konduktifitas Listrik Pada Beberapa Jenis Material dengan Metode Potensial Jatuh. *Jurnal Tenosains*. 7(1) : 66 – 77.
- Loke, M.H. 2004. *2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham University. England.
- Lutfiana, H. 2019. Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Rawan Longsor di Desa Purwoharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo. *Skripsi*. Prodi Fisika. UNY.
- Mangga, S.A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. 1993. Peta Geologi Lembar Tanjung Karang, skala 1:250.000. Puslitbang Geologi. Bandung.
- Minarto, E. Febriana, R.K.N. dan Troyono, F.X.Y. 2017. Identifikasi Sebaran Air Bawah Tanah (*Groundwater*) dengan Metode *Vertical Electrical Sounding* Konfigurasi *Schlumberger* di Wilayah Cepu, Blora Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 6(2): 29-33.
- Ming, F., Li, D.Q., dan Chen, L. 2020. Electrical Resistivity of Freezing Clay: Experimental Study and Theoretical Model. *Journal Of Geophysical Research: Earth Surface*. 125(2), e2019JF005267.
- Muhajirah, Muchtaranda, I.H., dan Sulistyowati, T. 2022. Pengaruh Hujan Terhadap Stabilitas Lereng Dengan Retakan Pada Tanah Kohesif (Studi Kasus : Tanah Longsor di Desa Guntur Macan Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat). *Jurnal Spektrum Sipil*. 9(2): 97 – 110.
- Mujiyo, Larasati, W., Widijanto, H., dan Herawati, A. 2021. Pengaruh Kemiringan Lereng Terhadap Kerusakan Tanah di Giritontro, Wonogiri. *Journal on Agriculture Science*. 11 (2): 115 – 128.
- Mulyasari, R., Darmawan, I. B. G., Effendi, D. S., Saputro, S. P., Hesti, Hidayatika, A., dan Haerudin, N. 2020. Aplikasi Metode Resistivitas Untuk Analisis Bidang Gelincir dan Studi Karakteristik Longsoran di Jalan Raya Suban, Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 6(1): 66 – 76.
- Mulyasari, R., Darmawan, I. B., dan Haerudin, N. 2021. Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi dan

Bidang Gelincir di Kelurahan Pidada Bandar Lampung. *Journal Online of Physics*. 6(2): 16-23.

Mulyasari, R., Suharno, Haerudin, N., Hesti., Hidayatika, A., Yogi, I. B. S., dan Saputro, S. P. 2021. Aplikasi Metode Geolistrik dan Analisis *X-Ray diffraction* (XRD) Untuk Investigasi Longsor di Pidada Kecamatan Panjang Bandar Lampung. *Journal Eksplorium Bultin Pusat Pengembangan Bahan Galian Nuklir*. 42(1): 131 – 140.

Nugroho, M. W., dan Afiatna, F. A. N. F. 2021. *Pendekatan Metode Geolistrik Dalam Perencanaan Pondasi*. Samudra Biru. Yogyakarta.

Pambudi, R. R., Nurul, M., Prihadita, W. P., dan Mulyasari, R. 2022. Analisis Kelongsoran Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger dan Wenner-Alpha di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geoelebes*. 6(2): 108 – 116.

Ratsanjani, H., dan Sehad. 2021. Eksplorasi sumber air tanah bawah perbukitan kapur (karst) menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di desa Darmakradenan kecamatan Ajibarang kabupaten Banyumas. *Jurnal Teras Fisika*. 4(1): 194-202.

Ramadhani, N.I., dan Idajati, H. 2017. Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi Kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu Kabupaten Karang Anyar Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*. 6(1): 87 – 90.

Reynolds, J. M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. JhonWiley & Sons. USA.

Reynold, J.MF. 2011. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Willey Blackwell. Inggris.

Sari, T. W., Nurwidyaningrum, D., Sudardja, H., dan Suzan, B. I. 2022. Analisis Jenis Longsoran Pada Daerah Wisata Belerang Tajam, Banten. *Prosiding. Jurnal Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*. e-ISSN: 2715-5668.

- Sastrawan, F. D, Arisalwadi, M., dan Rahmania. 2020. Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Data Resistivitas 2 Dimensi. *Jurnal Sains Terapan*. 6(2). 99 – 105.
- Setiawan, D., Antosia, R. M., dan Nugraha, P. 2023. Identifikasi Pesebaran Batuan Andesit Sebagai Bahan Utama Agregat Menggunakan Metode Geolistrik Profiling Konfigurasi Wenner-Alpha. *Jurnal Geosaintek*. 9(2): 62-69.
- Simanjuntak, N.B.P., dan Cahyo, B.T. 2022. Penentuan Litologi dan Analisis Longsoran Berdasarkan Seismik Refraksi Tomografi Serta Metode Geolistrik 2-Dimensi di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*. 3(2): 1 – 9.
- Simanjuntak, R.N. 2021. Geologi Daerah Srengsem Kota Bandar Lampung dan Sekitarnya. *Skripsi*. Teknik Geologi. ITERA.
- Souisa, M., Hendrajaya, L., dan Handayani, G. 2016. Presdiksi Volume Longsoran Berdasarkan Inversi Resistivitas (Studi Kasus di Amahasu dan Erie Ambon). *Prosiding. Seminar Nasional Fisika*. e-ISSN: 2476-9398.
- Suardi, I., Ariyanto, P., Nafi, K., Ariwibowo, S., dan Ali, M. 2019. Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Dusun Sijeruk, Kabupaten Banjar Negara). *Prosiding. Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*. e-ISSN: 2548-8325.
- Susanti, P. D., dan Miardini A. 2019. Identifikasi Karakteristik dan Faktor Pengaruh pada Berbagai Tipe Longsor. *Agritech*. 39 (2): 97 – 107.
- Syiffauzzahroh, M. A. 2018. Identifikasi Batuan yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner. *Skripsi*. Jurusan Fisika. UIN Malang.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- Utami, S., Rinovian, T.S., dan Christanti, A. 2022. Hubungan Kemiringan Lereng dan Persentase Batuan Permukaan Terhadap Longsor Berdasarkan Hasil Simulasi. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya*. 9 (2): 339 – 346

Wahyudi, A., Azwar, A., dan Muhandi. 2021. Penggunaan Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Daerah Gunung Tujuh Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Fisika Unand*. 10 (1): 62 – 69.

Zakaria, M. F. dan Maisarah, S. M. 2019. Identifikasi Bidang Gelincir Pada Daerah Rawan Longsor Desa Srimartani, Yogyakarta. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 5(3): 214-222.