

**PENYELIDIKAN BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODA
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER*
DI DESA KAMPUNG MANGGIS KECAMATAN
PADANG PANJANG BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika
Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**LISMALINI
12750/2009**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Lismalini
NIM/ BP : 12750/ 2009
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

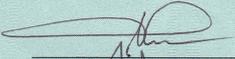
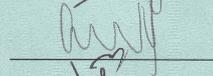
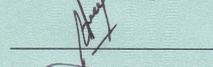
dengan judul

**PENYELIDIKAN BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODA
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER*
DI DESA KAMPUNG MANGGIS KECAMATAN
PADANG PANJANG BARAT**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 01 Agustus 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Drs. Akmam, M.Si	
Sekretaris	: Nofi Yendri Sudiar, S.Si,M.Si	
Anggota	: Drs. H.Asrul, M.A	
Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si	
Anggota	: Drs. Mahrizal, M.Si	

ABSTRAK

LISMALINI : Penyelidikan Bidang Gelincir Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat.

Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat mempunyai topografi yang berlereng, sehingga berpotensi terjadinya longsor. Salah satu penyebab terjadinya longsor adalah adanya bidang gelincir, namun bidang gelincir ini belum diketahui bentuk dan batuan penyusunnya, untuk itu telah dilaksanakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui bentuk bidang gelincir di desa tersebut.

Penelitian dasar bersifat deskriptif ini menggunakan metoda Geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger*. Data Penelitian diambil 4 lintasan menggunakan ARES (*Automatic Resistivitymeter*). Data yang diperoleh diolah menggunakan *software Res2dinv v3.57* dengan inversi *standard constraint least squares* untuk memperoleh penampang model 2D di bawah permukaan bumi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk bidang gelincir yang terdapat di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat berupa bidang lurus dan sejajar dengan muka tanah. Bidang gelincir ini disebut *Translational Slip*. Nilai tahanan jenis bidang gelincir 1 berkisar 142,00-273,00 Ωm di kedalaman 10,30 m dan nilai tahanan jenis bidang gelincir 2 berkisar 121,00–225,00 Ωm di kedalaman 10,80 m. Bidang gelincir ini ditafsirkan terbentuk dari batuan Gamping (*Limestone*).

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Penyelidikan Bidang Gelincir Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat.**

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika. Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih yang tak berhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai pembimbing I dan sebagai Pembimbing Akademis serta sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Nofi yendri sudiar, S.Si, M.Si sebagai pembimbing II.
3. Bapak Drs. H.Asrul, M.A, Bapak Dr. Hamdi, M.Si, dan Bapak Drs. Mahrizal, M.Si selaku Tim Penguji.
4. Ibu Dra.Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

6. Bapak dan Ibu staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
7. Walikota Padang Panjang melalui Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu (KPPT) Kota Padang Panjang yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.
8. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M– DIKTI) yang telah memberikan donasi untuk penelitian ini melalui dana PKM 2013
9. Kedua Orang Tua dan Kakanda penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dengan tidak henti-hentinya.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya Program Studi Fisika 2009 .
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini kemungkinan masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari karena keterbatasan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan agar skripsi ini dapat disempurnakan, akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca, Amiin.

Padang, 29 Juli 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORITIS	
A. Bidang Gelincir	6
B. Sifat Kelistrikan Batuan.....	12
C. Metoda geolistrik Tahanan Jenis.....	16
D. Tahanan Jenis Semu	21
E. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	21
F. <i>Constraint Linear Least Squares Inversion</i>	23
G. Kondisi Geologi Daerah Padang Panjang	25

H. Kerangka Berfikir.....	27
BAB III METODA PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	29
B. Waktu dan Tempat Penelitian	29
C. Parameter Penelitian	30
D. Instrumentasi/Alat dan Bahan.....	31
E. Prinsip Kerja ARES	32
F. Prosedur Penelitian	33
G. Teknik Analisis Data.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	36
B. Analisa Data.....	37
C. Pembahasan.....	50
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Curah Hujan Bulanan Kota Padang Panjang.....	2
2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Batuan Metamorf	13
3. Tahanan Jenis Batuan Sedimen.....	14
4. Nilai Tahanan Jenis Semu Minimum dan Maksimum Tiap Lintasan	36
5. Sebaran Nilai Tahanan Jenis, Kedalaman, Ketebalan dan Jenis Material pada Penampang 2D Lintasan 1	38
6. Sebaran Nilai Tahanan Jenis, Kedalaman, Ketebalan dan Jenis Material pada Penampang 2D Lintasan 2	40
7. Sebaran Nilai Tahanan Jenis, Kedalaman, Ketebalan dan Jenis Material pada Penampang 2D Lintasan 3	42
8. Sebaran Nilai Tahanan Jenis, Kedalaman, Ketebalan dan Jenis Material pada Penampang 2D Lintasan 4	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk Bidang Gelincir	7
2. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen	17
3. Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial di Atas Permukaan Tanah yang Homogen Isotropis dengan Resistivitas	19
4. Susunan Elektroda Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	22
5. Peta Geologi Kota Padang Panjang	25
6. Kerangka Berfikir Penelitian	27
7. Denah Penentuan Lintasan Pengukuran	29
8. ARES (<i>Automatic Resistivitymeter</i>)	32
9. Penampang Model 2D Lintasan 1 dengan Topografi	38
10. Penampang Model 2D Lintasan 2 dengan Topografi	40
11. Penampang Model 2D Lintasan 3 dengan Topografi	42
12. Penampang Model 2D Lintasan 4 dengan Topografi	44
13. Penampang Bidang Gelincir oleh Lintasan 1 dan Lintasan 2 yang di Paralelkan	46
14. Bentuk Bidang Gelincir 1	47
15. Penampang Bidang Gelincir oleh Lintasan 3 dan Lintasan 4 yang di Paralelkan	48
16. Bentuk Bidang Gelincir 2	49
17. Denah Bidang Gelincir	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Data Lintasan 1	57
Data Lintasan 2	58
Data Lintasan 3	59
Data Lintasan 4	60
Surat Izin Penelitian	61

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama kali Pada Halaman
Dpl	Di atas permukaan laut	30
LS	Lintang Selatan	30
BT	Bujur Timur	30
ARES	Automatic Resistivitymeter	31
GPS	Global Positioning System	31
Lambang		
ρ	Tahanan Jenis	12
J	Rapat arus	15
E	Medan listrik	15
σ	Konduktivitas	15
L	Panjang	15
V	Beda Potensial	15
I	Kuat Arus	15
R	Resistansi	15
r	Jarak	15
A	Luas Penampang	15
K	Faktor Geometri	21
ρ_a	Tahanan Jenis Semu	21

BAB PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan topografi alam yang bervariasi dari datar, bergelombang, berbukit-bukit dan bergunung-gunung. Gunung api aktif maupun tidak aktif banyak terdapat di Indonesia, sehingga sebagian besar negara ini merupakan daerah perbukitan dan pergunungan. Indonesia secara umum termasuk beriklim tropis, mempunyai rata-rata curah hujan dan intensitas hujan yang relatif tinggi. Daerah-daerah berlereng dengan curah hujan tinggi berpotensi terjadinya fenomena alam yaitu longsor.

Salah satu daerah di Sumatera Barat yang bertopografi lereng adalah Kota Padang Panjang. Kota Padang Panjang terletak pada dataran tinggi yang bergelombang. Keseluruhan wilayah Sekitar 20,17% merupakan kawasan relatif landai, selebihnya merupakan kawasan miring, curam dan perbukitan (Pusat Survey Geologi dan Bappeda, 2005).

Desa Kampung Manggis termasuk daerah di Kecamatan Padang Panjang Barat. Secara klimatologi daerah ini memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Jumlah curah hujan pertahun mencapai 3.123,7 mm - 4.829,6 mm dengan jumlah intensitas hujan pertahun rata-rata 260,3 mm - 402,5 mm seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah hujan bulanan kota Padang Panjang

Bulan	Curah Hujan (Satuan mm)				
	Tahun				
	2008	2009	2010	2011	2012
Januari	205,7	343,4	537,3	188,9	275,2
Februari	255,8	*	303,8	244,8	511,7
Maret	307	*	421,7	598,1	311,6
April	355,5	326,7	786,7	384	454,6
Mei	200,7	223	161,6	186,3	428,2
Juni	409,7	246,6	634,1	222,6	146
Juli	137,2	110,4	196,4	117,8	211,5
Agustus	239,2	303,1	457,2	121,7	188
September	432,6	408,7	337,9	329,1	266,4
Oktober	356,7	346,2	362,3	354,3	299,2
November	329,4	472,1	302,8	605,2	606,1
Desember	597,5	343,5	327,8	501,9	453,7
Jumlah	3.827	3.123,7	4.829,6	3.854,7	4.152,2
Rata-rata	318	260,3	402,5	321,2	346

(Sumber : BMKG Padang Panjang, 2013).

Keterangan : * (Rusak)

Desa kampung Manggis termasuk daerah yang cukup padat dengan pemukiman penduduk, di desa ini telah terjadi bencana longsor yang menimbulkan banyak kerugian. Salah satu faktor penyebab longsor adalah bidang gelincir. Bidang gelincir ini umumnya terbentuk pada daerah berlereng. Material yang mengalami keruntuhan biasanya akan bergerak di atas bidang gelincir, gerakan material ini diakibatkan oleh terganggunya kestabilan batuan atau tanah penyusun lereng tersebut dan dipicu dengan curah hujan yang tinggi.

Bidang gelincir terbentuk akibat penjejukan air yang terakumulasi dan bergerak lateral di atas permukaan lapisan tanah atau batuan yang sulit tertembus oleh air. Jika air menembus sampai lapisan kedap air, maka permukaan batuan lapisan kedap air akan melapuk, sehingga menjadi licin. Lapisan yang licin inilah yang disebut bidang gelincir. Lapisan yang melapuk

di atas bidang gelincir akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng, sehingga terjadi longsor.

Bentuk bidang gelincir dan jenis batuan penyusun serta kedalamannya di bawah permukaan bumi belum diketahui. Salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis dan pelapisan batuan bawah permukaan seperti bidang gelincir adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Metoda ini bersifat tidak merusak lingkungan dan mampu mendeteksi pelapisan batuan sampai kedalaman 350 meter di bawah permukaan bumi. Metoda geolistrik tahanan jenis menghasilkan citra lapisan batuan berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan tersebut.

Prinsip kerja metoda geolistrik adalah dengan cara mengalirkan arus listrik ke dalam permukaan bumi melalui dua elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan di permukaan bumi, sehingga dapat diketahui nilai tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan bumi. Nilai tahanan jenis ini mengidentifikasikan batuan penyusun lapisan di bawah permukaan bumi tersebut.

Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. Konfigurasi ini memiliki penetrasi arus cukup dalam yaitu $1/5$ dari jarak spasi elektroda arus yang digunakan (GF Instrument, 2011:1). Konfigurasi *Schlumberger* memiliki keunggulan dibandingkan konfigurasi lain, diantaranya konfigurasi *Schlumberger* lebih baik untuk mendapatkan ketelitian vertikal dibandingkan dengan konfigurasi *Dipole-dipole*. Penetrasi kedalaman konfigurasi *Schlumberger* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*.

Berdasarkan hal di atas telah dilaksanakan penelitian dengan judul **Penyelidikan Bidang Gelincir Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat.**

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang bentuk bidang gelincir. Bentuk bidang gelincir digunakan untuk memprediksi kerawanan pergerakan tanah di Desa Kampung manggis kecamatan Padang Panjang Barat.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, dirumusan masalah penelitian yaitu bagaimana bentuk bidang gelincir di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat yang ditinjau berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusunnya.

C. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan dan daerah penelitian, agar penelitian lebih terfokus dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penampang bidang gelincir di buat berdasarkan 2 (dua) sayatan vertikal lintasan yang di paralelkan.
2. Penampang vertikal setiap lintasan diinterpretasikan berdasarkan nilai tahanan jenis batuan.
3. Bidang gelincir yang ditentukan hanya 2 bidang gelincir pada daerah yang diperkirakan rawan longsor.

D. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian diajukan untuk memfokuskan menjawab permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimanakah bentuk bidang gelincir yang terdapat di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang panjang Barat?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian, ditetapkan tujuan penelitian dilaksanakan yaitu untuk mengetahui bentuk bidang gelincir yang terdapat di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi :

1. Acuan Walikota Padang Panjang untuk membuat tata kota
2. Acuan bagi masyarakat (khususnya berada disekitar desa kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat) dalam mengantisipasi resiko bencana longsor.
3. Menambah wawasan penulis tentang penggunaan metoda geolistrik tahanan jenis untuk menduga bidang gelincir.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

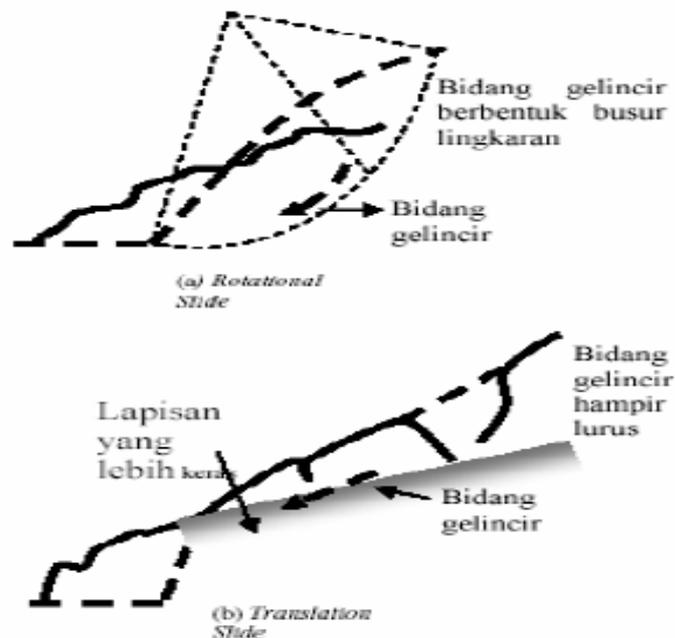
A. Bidang Gelincir

Bidang gelincir merupakan suatu hal yang harus diketahui, karena bidang gelincir merupakan salah satu penyebab terjadinya longsor. Bidang gelincir adalah suatu bidang dimana material suatu longsor bergerak di atasnya (Priyantari dan Wahyono : 2005). Menurut Zakaria (2005 : 9) batas antara massa material yang bergerak dan yang diam disebut bidang gelincir. Jadi bidang gelincir adalah suatu bidang praduga tempat Bergeraknya material yang mengalami longsor. Material yang bergerak di atas bidang gelincir disebut longsor. Gerakan material diakibatkan oleh terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng.

Secara umum bidang gelincir memiliki ciri –ciri yaitu: pertama adanya bidang perlapisan batuan diantaranya bidang kontak antara tanah penutup dengan batuan dasar. Kedua adanya bidang kontak antara batuan yang retak-retak dengan batuan yang kuat. Ketiga adanya bidang kontak antara batuan yang dapat melewati air dengan batuan yang tidak melewati air (kedap air). Terakhir adanya bidang kontak antara tanah yang lembek dengan tanah yang padat (DESDM : 2005). Bidang-bidang ini merupakan bidang lemah dan dapat berfungsi sebagai bidang lincir suatu longsor, seperti bidang kontak antara batuan yang melewati air dengan batuan yang kedap air. Batuan yang menyimpan air mempunyai porositas yang tinggi sehingga bobot batumannya bertambah. Batuan jenis ini apabila

berada di atas batuan yang kedap air, maka batuan ini meluncur sebagai material longsor.

Bidang gelincir terdiri dari dua bentuk, yaitu bidang gelincir translasi (*Translational slip*) dan bidang gelincir rotasi (*Rotational Slip*). Menurut Wesley dalam Priyantari dan Wahyono (2005 : 1) bidang gelincir translasi (*translational Slip*) ialah bentuk bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan muka tanah. Bidang gelincir rotasi (*Rotational Slip*) ialah bentuk bidang gelincir yang mendekati busur lingkaran yang bersifat memutar. Menurut Zakaria (2005 : 7) bidang gelincir rotasi mempunyai bidang melengkung ke atas, dan sering terjadi pada massa tanah yang bergerak dalam satu kesatuan. Bidang gelincir rotasi terjadi pada material yang relatif homogen seperti timbunan buatan (tanggul). Bentuk bidang gelincir tersebut seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk bidang gelincir
(Sumber : Wesley, 1977, dalam Priyantari dan Wahyono : 2005)

Gambar 1 memperlihatkan bentuk bidang gelincir *translational Slip*. Bidang gelincir ini terjadi bilamana terdapat lapisan yang agak keras dan sejajar dengan permukaan lereng. Bidang gelincir *rotasional Slip* ditandai dengan adanya bidang gelincir lengkung dan gerakan rotasi. Pergerakan tanah/batuan pada bidang gelincir ini dapat mengarah ke bawah dan keluar lereng. Bentuk permukaan runtuh material pada bidang gelincir dipengaruhi perbedaan kuat geser lapisan penyusun lereng tersebut.

Kedalaman bidang gelincir yang merupakan batas antara massa yang bergerak dan yang diam dari permukaan tanah sangat penting bagi deskripsi longsoran. Terdapat 4 (empat) kelas kedalaman bidang gelincir seperti yang dikemukakan oleh Fernandez dan Marzuki dalam Zakaria (2005 : 9) yaitu:

- a) Sangat dangkal (<1,5 meter)
- b) Dangkal (1,5 s.d. 5 meter)
- c) Dalam (antara 5 sampai 20 meter)
- d) Sangat dalam (>20 meter)

Kedalaman bidang gelincir merupakan kondisi yang cukup penting diketahui. Kedalaman suatu bidang gelincir berguna untuk mengetahui seberapa besar resiko longsoran yang terjadi. Longsoran aktif selalu bergerak pada bidang gelincir sepanjang waktu atau sepanjang musim, sedangkan longsoran lama dapat kembali aktif sepanjang adanya faktor-faktor pemicu.

Bidang gelincir terbentuk akibat penjenahan air yang terakumulasi dan bergerak lateral di atas permukaan lapisan tanah atau batuan yang sulit tertembus oleh air yang dinamakan lapisan kedap air. Jika air menembus sampai lapisan kedap air, maka permukaan batuan lapisan kedap air akan melapuk, sehingga menjadi licin. Lapisan yang licin inilah yang disebut

bidang gelincir. Lapisan yang melapuk di atas bidang gelincir akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng. Volume air yang masuk berlebihan akan menyebabkan ketidakstabilan tanah atau batuan pada lereng tersebut (Priyono.S :2009). Proses pembentukan bidang gelincir pada kawasan perbukitan adalah berbanding lurus dengan kedalaman lapisan kedap, hal ini disebabkan pada kondisi air yang selalu jenuh di atas lapisan kedap terjadi pembentukan bidang gelincir pada perlapisan awal lapisan kedap tersebut.

Menurut Rahardian dkk (2009 : 63) terbentuknya bidang gelincir pada suatu lereng disebabkan oleh berubahnya kondisi gaya-gaya yang menjadikan tidak setimbang. Penyebab ketidakseimbangan lereng adalah pertama ditimbulkan oleh gaya tambahan dari luar seperti naiknya muka air tanah, gempa, beban lalu lintas dan lain sebagainya. Kedua ditimbulkan oleh perlemahan kekuatan material yang terkandung pada lereng tersebut. Khusus pada lereng deposit serpih, penyebab yang seringkali terjadi karena proses perlemahan kuat gesernya yang berlangsung cepat dibanding material lainnya. Penyebab utama perlemahan diakibatkan kontak dengan air dan udara.

Kehadiran air tanah pada lereng akan mempengaruhi kestabilan lereng. Kondisi ini tak lepas dari pengaruh luar, yaitu iklim (diwakili oleh curah hujan) yang dapat meningkatkan kadar air tanah, derajat kejenuhan dan muka air tanah. Kehadiran air tanah akan menurunkan kekuatan fisik dan mekanik tanah. Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan pori yang berarti memperkecil ketahanan geser batuan/tanah pada lereng.

Adapun hal lain yang mempengaruhi ketidakseimbangan lereng pada bidang gelincir menurut Zakaria (2005 : 14) adalah :

1. Derajat kemiringan Lereng

Lereng yang terjal memiliki resiko besar terhadap penurunan batuan ke bawah lereng. Semakin terjal suatu lereng akan semakin besar gaya penggerak massa tanah/batuan penyusun lereng.

Menurut Van Zuidam dalam penataan ruang BAB 1 (2008) mengklasifikasi kemiringan lereng menjadi 7, yaitu :

1. $0^{\circ} - 2^{\circ}$ (0% - 2%) kemiringan lereng datar,
2. $2^{\circ} - 4^{\circ}$ (2% - 7%) kemiringan lereng landai,
3. $4^{\circ} - 8^{\circ}$ (7% - 15%) kemiringan lereng miring,
4. $8^{\circ} - 16^{\circ}$ (15% - 30%) kemiringan lereng agak curam,
5. $16^{\circ} - 35^{\circ}$ (30% - 70%) kemiringan lereng curam,
6. $35^{\circ} - 55^{\circ}$ (70% - 140%) kemiringan lereng sangat curam,
7. $>55^{\circ}$ ($>140\%$) kemiringan lereng terjal.

wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% - 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan kemiringan lereng di atas 15% berpotensi terjadi longsor.

Kemiringan lereng akan memperbesar jumlah aliran permukaan lereng dan meningkatkan kecepatan aliran material, sehingga kekuatan mengangkut material meningkat pula. Kemiringan lereng juga berpengaruh terhadap kelembaban tanah akibat perbedaan tingkat kelulusan air. Tingkat kelulusan air dan pergerakan air tanah akan berpengaruh terhadap pelapukan batuan/tanah.

2. Komposisi batuan

Batuan penyusun lereng berpengaruh terhadap kestabilan lereng, dimana semakin lepas hubungan butir batuan semakin mudah air masuk kepori-pori batuan sehingga lereng bertambah mudah longsor. Batuan endapan gunung api, batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung umumnya kurang stabil. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

3. Curah Hujan

Curah hujan sebagai salah satu komponen iklim, akan mempengaruhi kadar air dan kejenuhan air. Hujan dapat meningkatkan kadar air dalam tanah atau batuan. Kenaikan kadar air tanah akan memperlemah kekuatan fisik dan mekanik tanah (mempengaruhi kondisi internal pada lereng) serta menurunkan faktor keamanan lereng.

4. Tumbuhan

Tumbuhan berfungsi sebagai penyerap air permukaan sehingga tidak masuk secara langsung ke dalam lapisan tanah. Tumbuhan keras yang ditanam di kaki lereng akan memperkuat kestabilan lereng, sebaliknya tumbuhan keras yang ditanam dipuncak lereng justru akan menurunkan faktor keamanan lereng sehingga memperlemah kestabilan lereng.

B. Sifat Kelistrikan Batuan

Kelistrikan batuan merupakan respon yang diberikan oleh batuan apabila arus dialiri kepadanya. Jenis aliran arus listrik di dalam batuan atau mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu konduksi elektronik, konduksi elektrolitik dan konduksi dielektrik.

1. Konduksi elektronik merupakan tipe normal dari aliran arus listrik dalam batuan. Konduksi elektronik terjadi jika batuan mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik mudah mengalir melalui batuan.
2. Konduksi elektrolitik terjadi pada batuan yang bersifat porous dan pori-pori yang berisi larutan elektrolit, dimana arus listrik mengalir akibat dibawa oleh ion-ion larutan elektrolit. Konduksi ini lebih lambat daripada konduksi elektronik.
3. Konduksi dielektrik terjadi pada batuan yang bersifat dielektrik yaitu batuan yang tidak mempunyai elektron bebas, namun adanya pengaruh medan listrik dari luar, maka elektron dalam atom batuan dipaksa berpindah dan berkumpul terpisah dengan intinya sehingga terjadi polarisasi.

Kelistrikan batuan tergantung pada nilai tahanan jenis yang dilambangkan dengan (ρ) dengan satuan Ohmmeter. Nilai tahanan jenis pada batuan atau mineral tidak hanya dipengaruhi oleh minerologi batuan, melainkan juga tergantung kepada porositas, cairan elektrolit serta kandungan air yang terdapat dalam pori batuan (Akman : 2004). Beda potensial yang diberikan kepada batuan akan mengakibatkan adanya aliran arus. Aliran arus

pada pelapisan batuan sangat bergantung kepada cairan elektrolitik dalam pori – pori batuan serta sifat konduktif batuan. Batuan- batuan yang jenuh air mempunyai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan batuan kering. Batuan-batuan yang keras dan kompak mempunyai tahanan jenis tinggi sedangkan batuan-batuan yang lepas dan lunak mempunyai tahanan jenis rendah. Menurut Telford et al (1976:450)

“Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

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

Nilai tahanan jenis batuan beku, sedimen dan metamorf ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Batuan Metamorph

Batuan	Resistivitas (Ωm)
<i>Granite</i>	$3 \times 10^2 - 10^6$
<i>Granite porphyry</i>	$4,5 \times 10^3$ (basah) – $1,3 \times 10^6$ (kering)
<i>Feldspar porphyry</i>	4×10^3 (basah)
<i>Albite</i>	3×10^2 (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Syenite</i>	$10^2 - 10^6$
<i>Diorite</i>	$10^4 - 10^5$
<i>Diorite porphyry</i>	$1,9 \times 10^3$ (basah) – $2,8 \times 10^4$ (kering)
<i>Porphyrite</i>	$10 - 5 \times 10^4$ (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Carbonatized porphyry</i>	$2,5 \times 10^3$ (basah) – 6×10^4 (kering)
<i>Quartz porphyry</i>	$3 \times 10^2 - 3 \times 10^5$
<i>Quartz diorite</i>	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (basah) – $1,8 \times 10^5$ (kering)
<i>Porphyry (various)</i>	60×10^4
<i>Dacite</i>	2×10^4 (basah)
<i>Andesite</i>	$4,5 \times 10^4$ (basah) – $1,7 \times 10^2$ (kering)
<i>Diabase porphyry</i>	10^3 (basah) – $1,7 \times 10^5$ (kering)
<i>Diabase (various)</i>	$20 - 5 \times 10^7$
<i>Lavas</i>	$10^2 - 5 \times 10^4$
<i>Gabbro</i>	$10^3 - 10^6$

<i>Basalt</i>	$10 - 1,3 \times 10^7$ (kering)
<i>Olivine norite</i>	$10^3 - 6 \times 10^4$ (basah)
<i>Peridotite</i>	3×10^3 (basah) – $6,5 \times 10^3$ (kering)
<i>Hornfels</i>	8×10^3 (basah) – 6×10^7 (kering)
<i>Schists</i>	$20 - 10^4$
<i>Tults</i>	2×10^3 (basah) – 10^5 (kering)
<i>Graphite schists</i>	$10 - 10^2$
<i>Slates (various)</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Gneiss (various)</i>	$6,8 \times 10^4$ (basah) – 3×10^6 (kering)
<i>Marmar</i>	$10^2 - 2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Skarn</i>	$2,5 \times 10^2$ (basah) – $2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Quartzites (various)</i>	$10 - 2 \times 10^8$

(Sumber : Telford et al. 1976:454)

Tabel 3. Tahanan Jenis Batuan Sedimen

Batuan	Resistivitas (Ωm)
<i>Consolidated shales (serpihan gabungan)</i>	$20 - 2 \times 10^3$
<i>Argillites</i>	$10 - 8 \times 10^2$
<i>Konglomerat</i>	$2 \times 10^3 - 10^4$
<i>Batu pasir</i>	$1 - 6,4 \times 10^8$
<i>Batu gamping</i>	$50 - 10^7$
<i>Dolomite</i>	$3,5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
<i>Unconsolidated wet clay (lempung basah tidak gabungan)</i>	20
<i>Marls</i>	3 – 70
<i>Lempung</i>	1 – 100
<i>Alluvium dan pasir</i>	10 – 800
<i>Oil sands</i>	4 – 800

(Sumber: Telford et al. 1976:455)

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 diketahui bahwa batuan beku memiliki nilai tahanan jenis paling tinggi. Batuan metamorf memiliki nilai tahanan jenis yang lebih rendah. Batuan sedimen memiliki nilai tahanan jenis paling rendah diantara batuan-batuan tersebut. Tabel 2 dan Tabel 3 di atas disusun berdasarkan nilai tahanan jenis di laboratorium. Kenyataan dilapangan nilai tahanan jenis batuan mempunyai range tertentu, akibatnya nilai tahanan jenis batuan tersebut ada yang sama dengan nilai tahanan jenis batuan lain seperti

batuan Gamping dengan batuan Andesit. Batuan gamping termasuk kelompok batuan sedimen yang mempunyai nilai tahanan jenis sama dengan batuan Andesit pada batuan beku.

Hubungan antara rapat arus J dengan kuat medan listrik E menurut Hukum Ohm adalah

$$J = \sigma E \dots \dots \dots (1)$$

dimana σ adalah konduktivitas listrik. Jika besar kuat medan listrik $E = \frac{V}{L}$,

maka diperoleh $J = \sigma \frac{V}{L}$ sehingga kuat arus dapat ditulis:

$$I = JA = \sigma \frac{A}{L} V \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan (2) memperlihatkan bahwa saat σ konstan, arus total I sebanding dengan beda potensial V . Perbandingan antara V dengan I pada konduktor disebut resistansi.

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (3)$$

Hubungan hambatan R dengan daya hantar listrik σ pada suatu logam konduktor dinyatakan dengan menggunakan Persamaan (2) dan (3), yaitu:

$$R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{A} \dots \dots \dots (4)$$

Hubungan antara tahanan jenis ρ dengan daya hantar listrik bahan σ dinyatakan pada Persamaan (5).

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \dots \dots \dots (5)$$

sehingga Persamaan (4) dan (5) menjadi:

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots (6)$$

Berdasarkan Persamaan (6) dijelaskan bahwa tahanan jenis dengan kuat arus memiliki hubungan berbanding terbalik.

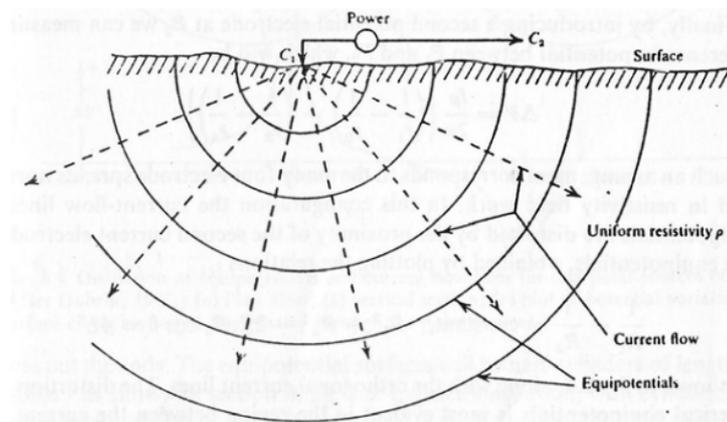
C. Metoda geolistrik Tahanan Jenis

Metoda geolistrik merupakan metoda geofisika yang digunakan untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi di bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Prinsip kerja metoda geolistrik tahanan jenis adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial (Telford et al, 1976). Menurut Santoso (2002 : 111) “beberapa metoda yang termasuk kelompok ini adalah: Tahanan jenis, tahanan jenis *Head On*, Potensial diri, Polarisasi Terimbas, Magnetotelurik, Arus telurik dan Elektromagnetik”

Hasil pengukuran arus listrik dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menunjukkan variasi nilai tahanan jenis lapisan di bawah titik ukur (Ardi dkk, 2009:80). Variasi tahanan jenis lapisan batuan dapat diamati dengan mengubah spasi elektroda sesuai dengan konfigurasi yang digunakan saat pengukuran. Jadi, besaran yang diukur pada metode geolistrik adalah arus listrik dan beda potensial listrik, sedangkan besaran yang dihitung adalah tahanan jenis.

Secara umum pendekatan sederhana dalam pembahasan gejala kelistrikan di dalam bumi adalah menganggap bumi sebagai medium

homogen isotropis. Berdasarkan asumsi ini, apabila di dalam bumi terdapat sebuah sumber titik arus, maka arus listrik akan mengalir kesegala arah, sehingga membentuk ruang ekuipotensial bola. Apabila sumber titik arus terdapat dipermukaan bumi, karena udara memiliki tahanan jenis yang sangat besar, sehingga arus tidak mengalir ke udara. Jadi, untuk sumber arus dipermukaan bumi, arus mengalir secara radial dengan membentuk ruang ekuipotensial setengah bola, seperti terlihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Titik sumber arus pada permukaan dari medium homogen (Sumber: Telford et al. 1976 : 635)

Jika medium homogen isotropis dengan luas A dilalui arus listrik I maka kerapatan arus J dapat dihitung menggunakan Persamaan (2). Jika Persamaan (5) disubstitusikan pada Persamaan (1), maka diperoleh hubungan kerapatan arus J dengan tahanan jenis ρ yaitu:

$$J = \frac{E}{\rho} \dots \dots \dots (7)$$

Medan listrik E merupakan gradien potensial yaitu perubahan potensial terhadap jarak titik tinjau kesumber arus yang dinyatakan oleh Persamaan (8).

$$E = -\nabla V = -\frac{dV}{dr} \dots\dots\dots(8)$$

medan listrik E pada Persamaan (7) disubstitusikan ke Persamaan (8) akan menunjukkan hubungan antara gradien potensial dengan tahanan jenis ρ dan kerapatan arus J pada Persamaan (9).

$$\frac{dV}{dr} = -\rho J \dots\dots\dots(9)$$

Jika kerapatan arus J pada Persamaan (2) disubstitusikan ke Persamaan (9) akan menghasilkan hubungan antara gradien potensial dengan luas permukaan A dan arus listrik I .

$$\frac{dV}{dr} = -\rho \frac{I}{A} \dots\dots\dots(10)$$

dimana A adalah luas permukaan. Khusus untuk aliran arus dalam bumi, dimana luas permukaan distribusi arus membentuk permukaan setengah bola dengan luas permukaan adalah $2\pi r^2$. Jadi, beda potensial dV yang terjadi pada elemen jarak dr oleh sumber arus I adalah:

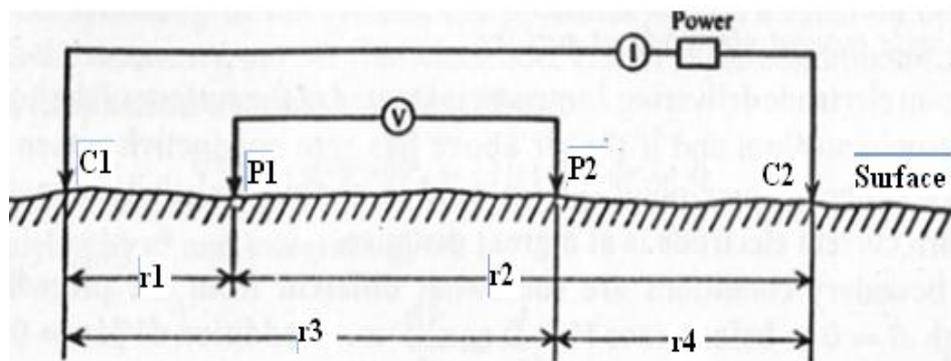
$$dV = -\rho \frac{I}{2\pi r^2} dr \dots\dots\dots(11)$$

Harga potensial pada titik yang berjarak R dari sumber dapat dihitung dengan mengintegrasikan persamaan (11), sehingga diperoleh:

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \dots\dots\dots(12)$$

Pengukuran metode geolistrik tahanan jenis dalam praktek di lapangan bertujuan untuk membandingkan potensial di suatu titik tertentu, sehingga diperlukan dua buah elektroda arus di permukaan yang berfungsi untuk memberikan dan merespon arus, baik dari sumber medium atau sebaliknya.

Beda potensial dipermukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut, seperti pada Gambar 3. Besar potensial dalam praktek sebenarnya pada suatu titik tidak dapat ditentukan, sumber arus listrik harus dua kutub yaitu kutub positif dan negatif. Harga potensial yang diukur adalah harga perbedaan potensial antara dua titik penempatan elektroda potensialnya.



Gambar 3. Dua eklektroda arus dan dua elektroda potensial di atas permukaan tanah yang homogen isotropis dengan resistivitas (Sumber: Telford et al. 1976 : 636)

Gambar 3 memperlihatkan bahwa r_1 adalah jarak antara P_1 dengan C_1 , r_2 adalah jarak antara P_1 dengan C_2 , r_3 adalah jarak antara P_2 dengan C_1 dan r_4 adalah jarak antara P_2 dengan C_2 . Berdasarkan pengertian persamaan (12) dapat dijelaskan bahwa potensial yang disebabkan oleh C_1 pada P_1 adalah

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} = \frac{I\rho}{2\pi r_1} \dots\dots\dots(13)$$

dimana $A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi}$

Sama halnya potensial yang disebabkan oleh C_2 pada P_1 adalah

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} = -\frac{I\rho}{2\pi r_2} \dots\dots\dots(14)$$

dimana $A_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = -A_1$

kemudian diperoleh:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots(15)$$

Terakhir, dengan mengetahui potensial yang disebabkan oleh kedua elektroda C_1 dan C_2 pada P_2 , dapat di tulis perbedaan potensial antara P_1 dan P_2 , yaitu:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \dots\dots\dots(16)$$

dapat juga ditulis

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi G} = \frac{I\rho}{K} \dots\dots\dots(17)$$

atau

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(18)$$

dimana

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \dots\dots\dots(19)$$

dimana $2\pi G = K$ adalah faktor geometri dari susunan elektroda, yang nilainya berubah sesuai dengan perubahan jarak spasi antara elektroda-elektroda. Artinya, K bergantung pada susunan atau konfigurasi yang digunakan.

D. Tahanan Jenis Semu

Bumi sebagai objek penelitian umumnya berlapis dengan tahanan jenis berbeda-beda, potensial yang diukur dipengaruhi oleh kondisi ini. Menurut Akmam (2004:596) secara umum resistivitas bumi tidak homogen, berarti bahwa yang terhitung dengan persamaan (18) di atas adalah resistivitas semu (*apparent resistivity*, ρ_a). Resistivitas semu atau tahanan jenis semu tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium. Hal ini disebabkan karena pada kenyataannya bumi merupakan medium tidak homogen yang terdiri dari banyak lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi potensial listrik yang terukur.

Jadi, persamaan (18) dapat ditulis menjadi:

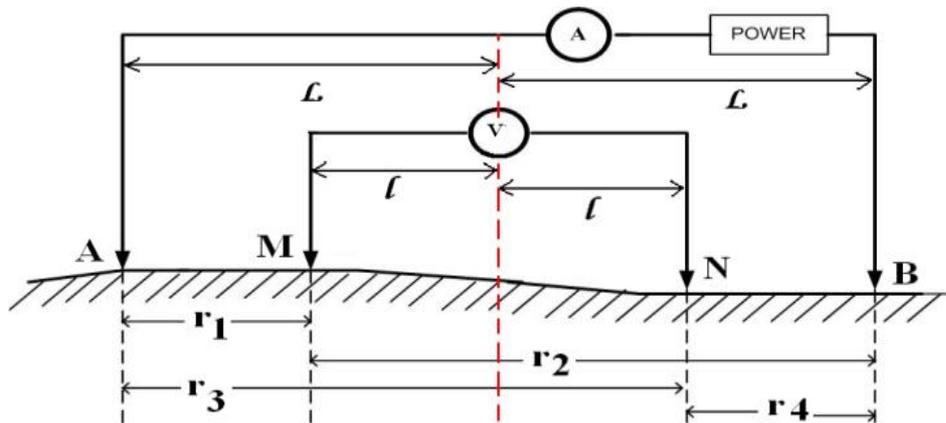
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots \dots \dots (20)$$

Berdasarkan persamaan (20) dapat disimpulkan bahwa jarak spasi elektroda mempengaruhi tahanan jenis semu.

E. Konfigurasi *Schlumberger*

Konfigurasi *Schlumberger* merupakan salah satu konfigurasi dalam eksplorasi geolistrik. Konfigurasi *Schlumberger* banyak digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan permukaan dengan biaya survey yang relatif murah. Konfigurasi *Schlumberger* mempunyai keunggulan dalam kemampuan untuk mendeteksi adanya *non homogenitas* lapisan batuan dibawah permukaan dan kemampuan penetrasi arus yang lebih dalam.

Konfigurasi *Schlumberger* menggunakan empat buah elektroda, yang terbagi menjadi dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Elektroda disusun dalam satu garis lurus, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan elektroda konfigurasi *schlumberger* (Sumber: Reynolds, 1997)

Jarak masing-masing elektroda pada Gambar (4) di atas dapat dikonversikan menjadi :

$$r_1 = (L-l)$$

$$r_2 = (L+l)$$

$$r_3 = (L+l)$$

$$r_4 = (L-l)$$

dengan:

$$L = AB/2 \text{ dan } l = MN/2$$

jarak masing-masing elektroda yang telah dikonversu disubsitusikan ke persamaan (16) sehingga diperoleh harga K konfigurasi schulumberger, sebagai berikut (Telford: 1976: 536).

$$K = \frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l} \dots\dots\dots(21)$$

Berdasarkan harga K yang diperoleh pada persamaan (21) dapat dirumuskan harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) untuk konfigurasi *Schlumberger* yaitu:

$$\rho_a = \frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l} \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(22)$$

dimana:

- ρ_a adalah tahanan jenis semu (Ωm)
- L adalah jarak $AB/2$ atau jarak elektroda arus (m)
- l adalah jarak $NM/2$ atau jarak elektroda potensial (m)
- ΔV adalah beda potensial (mV)
- I adalah kuat arus (mA)

Penetrasi arus yang dimiliki oleh konfigurasi *schlumberger* bergantung pada jarak elektroda arus yang digunakan, semakin besar jarak elektroda arus yang digunakan semakin dalam penetrasi arus yang bisa dihitung.

F. Constraint Linear Least Squares Inversion

Proses inversi merupakan proses pengolahan data lapangan yang melibatkan tehnik penyelesaian Matematika dan Statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis bawah permukaan bumi. Proses ini disebut meng-*constraint*. *Constraint* terhadap suatu data dirumuskan sebagai berikut (Supriyanto :2007).

$$Dm = h \dots\dots\dots(23)$$

dimana D adalah matrik dengan seluruh elemen selain diagonal bernilai nol yang beroperasi pada parameter model m sedemikian rupa sehingga hasilnya sama dengan informasi awal h . Pemakaian persamaan (23) berarti pembobotan inversi dengan persamaan linear atau *linear equality constraints*. Formulasi matematikannya adalah sebagai persamaan (24).

$$\Phi = (d - Gm)^T(d - Gm) + \beta^2(Dm - h)^T(Dm - h) \dots(24)$$

untuk mendapatkan error minimum maka turunan Φ terhadap parameter model m adalah dengan menghitung differensial Φ terhadap parameter model m atau $\frac{d\Phi}{dm} = 0$, sehingga diperoleh:

$$2G^T Gm - 2G^T d + 2\beta^2 D^T h = 0 \dots\dots\dots(25)$$

Persamaan matematisnya adalah:

$$(G^T g + \beta^2 D^T D)m = G^T d + \beta^2 D^T h$$

jika D adalah matrik identitas, maka

$$(G^T G + \beta^2 I)m = (G^T d + \beta^2 h)$$

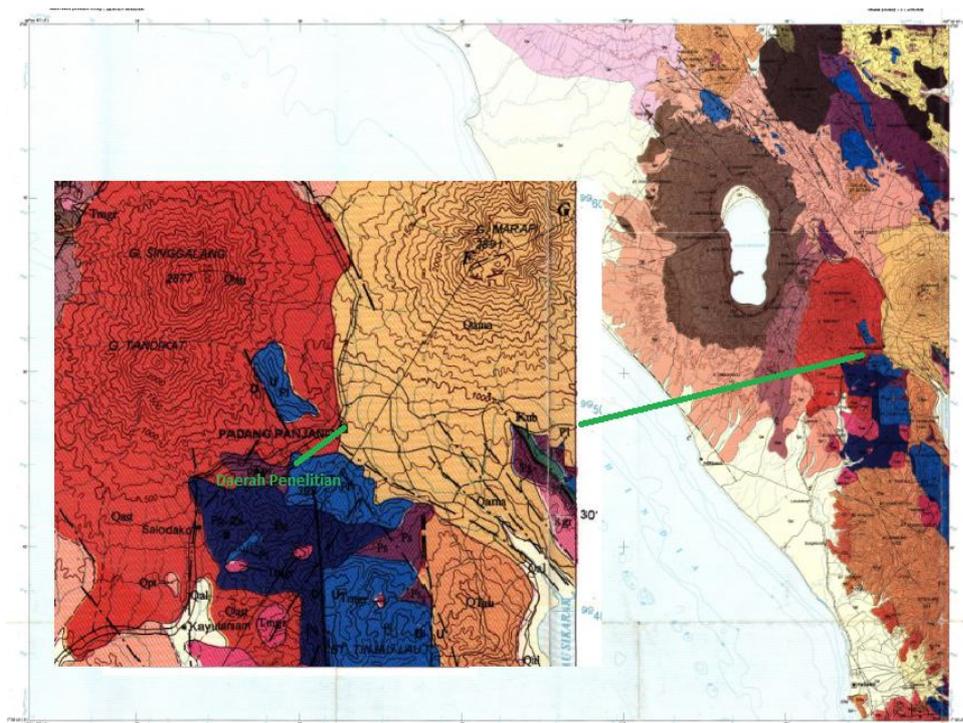
solusi *constraint* didapat sebagai persamaan (26):

$$\hat{m}_c = (G^T G + \beta^2 I)^{-1}(G^T d + \beta^2 h) \dots\dots\dots(26)$$

Formula ini dinamakan *constraint linear inversion* atau disebut juga *the biased linear estimation technique*. Keuntungannya adalah formula ini dapat membantu menghasilkan satu solusi yang unik dari sejumlah solusi

yang mungkin pada masalah *overdetermined* dimana didalamnya terdapat ketidakpastian sebagai akibat dari kesalahan pengukuran (*observational errors*). Parameter β ditentukan secara *trial and error*, namun biasanya bernilai lebih kecil atau sama dengan 1 (satu). β disebut faktor pengali *undetermined* atau faktor pengali *Lagrange*. Berdasarkan uraian di atas metoda ini disebut *Lagrange multiplier method* (metoda pengali *Lagrange*). (Supriyanto: 2007)

G. Kondisi Geologi Daerah Padang Panjang



Gambar 5. Peta Geologi Kota Padang Panjang (Kastowo et al.,1996)

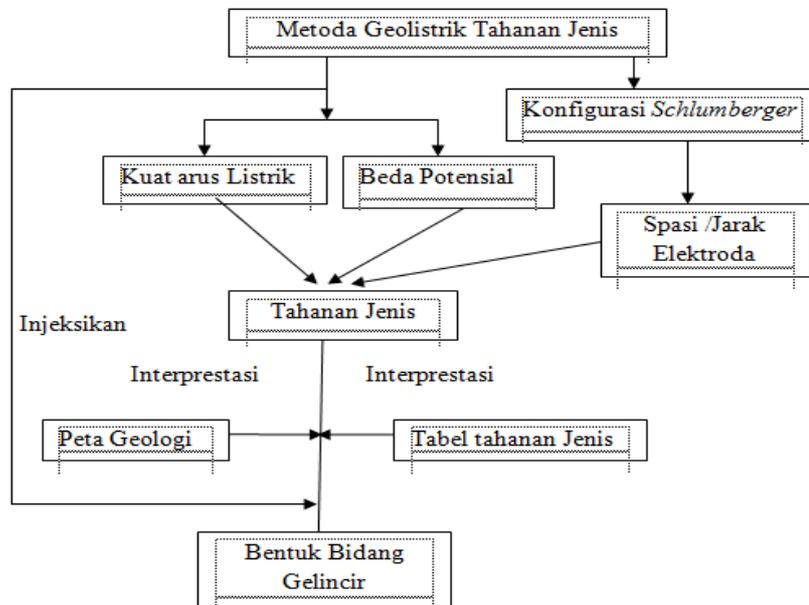
Batuan yang menyusun kota Padang Panjang adalah jenis batuan gunung api berupa batuan andesit (Q_{ast}) dan (Q_{ama}) yang terdapat disebelah utara kota Padang panjang. Batuan jenis ini memiliki sifat fisik yang keras

dan kompak. Batuan Gamping (P_1) yaitu batu gamping pejal, warna putih kelabu dan kemerahan, mengandung sisipan batu sabak, filit, serpih dan kuarsit (P_q) yang dijumpai dibagian barat dan selatan Kota Padang Panjang. Batuan malihan perem (P_s) yang terdiri dari filit, batu sabak. Batuan filit bewarna kelabu kebiruan sampai biru tua dan batuan sabak warna kelabu kebiruan sampai biru muda dan coklat. Batuan Malihan Perem terdapat di bagian barat kota Padang Panjang. Aliran yang tak teruraikan diantaranya lahar, konglomerat dan endapan-endapan koluvium dapat dijumpai di daerah Tiga Suku, Batu Banyak, Rao-Rao, Pitalah dan Gunung Rajo. Jenis batuan yang dapat dijumpai menempati hampir seluruh Kota Padang Panjang yaitu batu Pasir (*sandstone*) yang mengandung *Lapili tuff* dan batu apung yang sifat fisiknya tidak terlalu padu dan memiliki kemampuan dalam menyimpan air.

Kota Padang Panjang dilalui oleh sesar Sumatera dan sesar Bukit Jarat. Sesar Sumatera ini terletak di sebelah Timur hingga Tenggara Kota Padang Panjang yang melintang dari arah Barat Laut-Tenggara di kaki Gunung Merapi, melalui Desa Koto Baru, Paninjauan, Batang Gadis dan Batipuh. Sesar Bukit Jarat dapat dijumpai melalui Kota Padang Panjang dengan arah Barat Laut-Tenggara mulai dari Bukit Sidukung, Bukit Padang Setumpuk, Bukit Surungan, Koto Panjang, Batu Tagak serta Gunung Rajo.

H. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir dalam penelitian ini dapat terlihat pada gambar



Gambar 6. Kerangka Berfikir Penelitian

Gambar 6 terlihat bahwa metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Prinsip kerja metoda ini adalah dengan cara mengalirkan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui elektroda arus dan potensial yang terjadi diukur dengan dua elektroda potensial. Susunan elektroda tersebut harus sesuai dengan konfigurasi yang digunakan, untuk penelitian ini menggunakan konfigurasi *Schlumberger*.

Saat arus listrik dialirkan ke bawah permukaan bumi, beda potensial akan terukur di permukaan bumi. Parameter yang diukur pada metoda ini adalah kuat arus, beda potensial dan jarak spasi elektroda. Parameter-parameter yang terukur ini kemudian diolah dan dianalisa menggunakan *software Res2dinv*.

Data tahanan jenis diinterpretasikan dengan cara membandingkan dengan tabel tahanan jenis dan geologi daerah penelitian sehingga diperoleh suatu kesimpulan yaitu dapat diketahui bentuk bidang gelincir berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun di bawah permukaan bumi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bentuk bidang gelincir yang terdapat di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat adalah bidang gelincir *Translation Slip*. Bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan permukaan tanah. Nilai tahanan jenis bidang gelincir 1 berkisar 142,00-273,00 Ω m di kedalaman 10,30 m dan nilai tahanan jenis bidang gelincir 2 berkisar 121,00–225,00 Ω m di kedalaman 10,8 m. Bidang gelincir ini ditafsirkan terbentuk dari batu Gamping (*Limestone*).

B. Saran

1. Hasil penelitian ini dapat direkomendasikan kepada Walikota Padang Panjang sebagai acuan tata kota dan Acuan warga sekitar Desa Kampung manggis Kecamatan Padang Panjang Barat untukantisipasi menghindari terjadinya gerakan tanah.
2. Dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metoda yang lain di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat supaya dapat perbandingan tentang bentuk bidang gelincir tersebut.