

APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS UNTUK IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DI DAERAH NGLAJO, KECAMATAN CEPU KABUPATEN BLORA, JAWA TENGAH

FX YUDI TRYONO

Abstrak

Gerakan tanah (landslide) didefinisikan secara sederhana sebagai pergerakan masa batuan, debris atau tanah menuju bagian bawah lereng (Cruden, 1991, dalam Yunara Dasa Triana, dkk, 2010). Di dalam SNI 13-6982.2 tentang pemeriksaan lokasi bencana gerakan tanah, gerakan tanah didefinisikan sebagai perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, bahan timbunan, tanah, atau material campuran yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng. Sedangkan perayapan tanah (Soil Creeping) merupakan suatu proses perpindahan masa batuan atau tanah akibat gaya berat (Varnes, 1978, dalam <http://www.efbumi.net/2016/08/landslide-gerakan-tanah.html>). Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di wilayah Kabupaten Blora khususnya di Kecamatan Cepu. Penggunaan metode geolistrik diharapkan mampu memberikan informasi tentang dimensi bidang lonsor yang ada dilokasi gerakan tanah sehingga mampu memberikan rekomendasi bagi para pemegang kepentingan untuk memitigasi bencana gerakan tanah tersebut.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora Provinsi Jawa Tengah telah mengalami perkembangan yang cukup pesat yaitu ditandai dengan pelaksanaan pembangunan di semua bidang yang sedang berjalan saat ini. Perkembangan ini harus diimbangi dengan penanganan yang lebih spesifik terhadap pengendalian bencana untuk melindungi aset dan hasil pembangunan yang telah dicapai serta memberikan rasa aman dari bahaya. Bencana alam merupakan peristiwa alam yang dapat terjadi setiap saat dimana saja dan kapan saja, yang menimbulkan kerugian material dan imaterial bagi kehidupan masyarakat. Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di

wilayah Kabupaten Blora khususnya di wilayah Kecamatan Cepu.

1.2. Rumusan Masalah

Mengingat dampak yang dapat ditimbulkan oleh bencana tanah longsor tersebut, maka identifikasi daerah kejadian tanah longsor penting untuk dilakukan agar dapat diketahui penyebab utama gerakan tanah, karakteristik serta dimensi dari gerakan tanah tersebut sebagai langkah awal mitigasi kebencanaan gerakan tanah tersebut dan merupakan langkah pertama dalam upaya meminimalkan kerugian yang diakibatkannya. Identifikasi daerah kejadian gerakan tanah juga penting untuk mengetahui hubungan antara lokasi kejadian dengan faktor persebaran geologi (batuan, patahan, lipatan) dan penggunaan lahan di daerah terjadinya gerakan tanah, sehingga dapat diketahui

penggunaan lahan apa yang sesuai pada setiap karakteristik lahan dan geologinya..

Pertanyaan yang ingin dijawab dari penelitian ini antara lain :

- a) Mengapa bangunan tehnik di sekitar Jalan Taman Bahagia di Desa Nglajo sering mengalami kerusakan.
- b) Bagaimana pola penyebaran gerakan tanah tersebut.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

a) Tujuan Penelitian

1. Mengetahui penyebab kerusakan bangunan teknik disekitar Jalan

Taman Bahagia di Desa Nglajo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora.

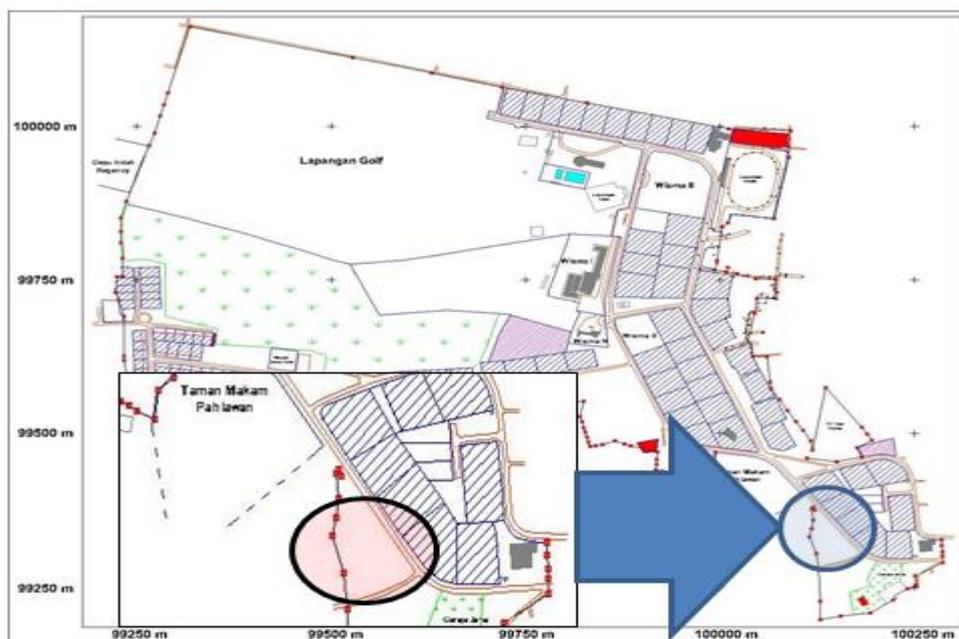
2. Mengetahui jenis dan dimensi gerakan tanah yang ada di lokasi penelitian.

b) Manfaat Penelitian.

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tipe, karakteristik serta dimensi dari gerakan tanah sehingga dapat dilakukan mitigasi bencana secara dini.

1.4. Lokasi Penelitian

Daerah penelitian terletak di sekitar Desa Nglajo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Desa Nglajo, Kecamatan Cepu, Blora.

II. TINJAUAN PUSTAKA

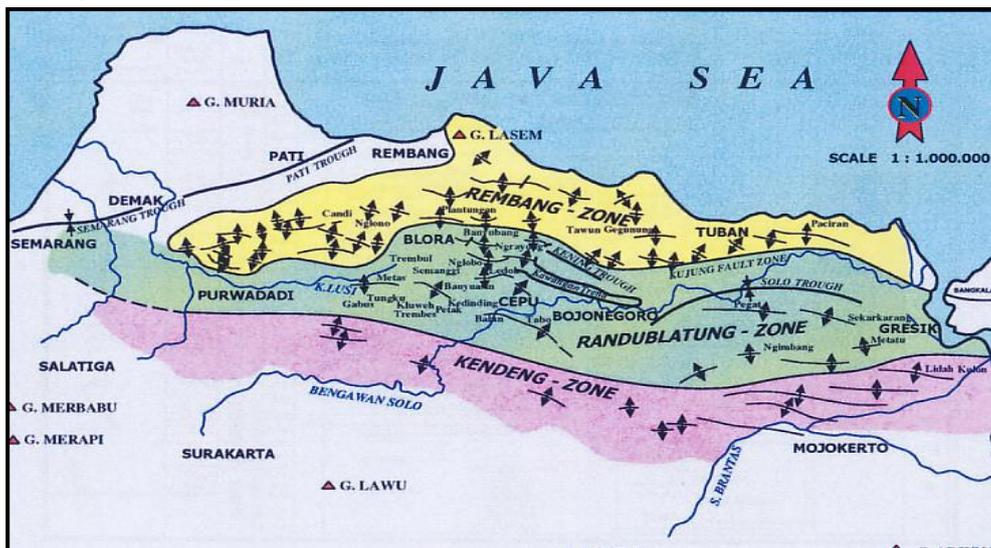
2.1. Tatanan Geologi

a. Fisiografi

Secara fisiografis Cepu, Kabupaten Blora tersusun dari daerah morfologi dataran rendah dan perbukitan dengan ketinggian 20-280 meter dpl. Bagian utara merupakan kawasan perbukitan, dari

rangkaian Zona Rembang (Pegunungan Kapur Utara). Sedang di bagian selatan juga berupa perbukitan kapur yang merupakan bagian dari Pegunungan Kendeng, yang membentang dari timur Semarang hingga Lamongan. Rangkaian pegunungan ini tersusun atas sedimen laut dalam yang terlipat dan tersesarkan secara intensif membentuk suatu antiklinorium. Kedua pegunungan tersebut terpisahkan oleh suatu depresi

yang disebut sebagai Zona Depresi dalam H. Pringgoprawiro dan Sukido, Randublatung (van Bemmelen, 1949 di 2012).



Gambar 2. Cekungan Jawa Timur Utara (van Bemmelen, 1949 di dalam H. Pringgoprawiro dan Sukido, 2012)

b. Tektonostratigrafi

Pembentukan struktur dan konfigurasi Cekungan Jawa Timur Utara dikontrol oleh kerangka morfotektonik regional berdasarkan perkembangan dan evolusi tektonik dari waktu ke waktu. Evolusi ini menghasilkan tiga arah utama tektonik Paleogen.

Pembentukan tektonik Paleogen tersebut dipengaruhi oleh tiga periode tektonik, yaitu: pemekaran dan pemisahan pada Paleogen hingga Miosen awal (*extensional Rifting Paleogene*); tekanan dan perputaran pada Miosen Tengah hingga Miosen akhir (*compressional wrenching neogene*); dan pembentukan sesar naik dan perlipatan pada Plio-Plistosen (*compressional thrust-folding Plio-Pleistocene*). Proses tersebut kemudian menghasilkan tiga arah struktur dan pola yaitu Pola Sunda berarah utara – selatan (N-S), Pola Jawa berarah barat – timur (W-E) dan Pola Meratus berarah barat daya – timur laut (SW-NE) (Pulonggono dan Martodjojo, 1994; dalam Ediar Usman, 2012)

Periode *Extensional Rifting Paleogene* terjadi setelah tumbukan Kapur hingga Eosen Tengah merupakan periode pembentukan cekungan tipe *half graben system*. Periode ini kemudian dikenal sebagai masa terbentuknya dasar cekungan pra-tercier di Laut Jawa. Periode *Compressionan Wrenching Neogene* merupakan periode yang membentuk *wrench fault* akibat gaya kompres, sehingga pada periode ini terbentuk sesa-sesar turun, sesar mengkiri dan struktur antiklin. Pada periode ini terjadi beberapa “sobekan” (SW-NE) pada batuan dasar sehingga pada Kala Plistosen mendorong magma keluar membentuk Pulau Bawean (Sidarto dkk, 1999; Hutubessy, 2003 dalam Eider Usman, 2012).

Selanjutnya pada periode *compressional Thrust Folding Plio-Pleistocene* merupakan periode tektonik yang membentuk lipatan serta sesar-sesar naik yang berarah barat-timur dan barat daya – timur laut, sementara pembentukan *wrench fault* yang sudah dimulai sejak Neogen berlanjut sampai Plistosen.

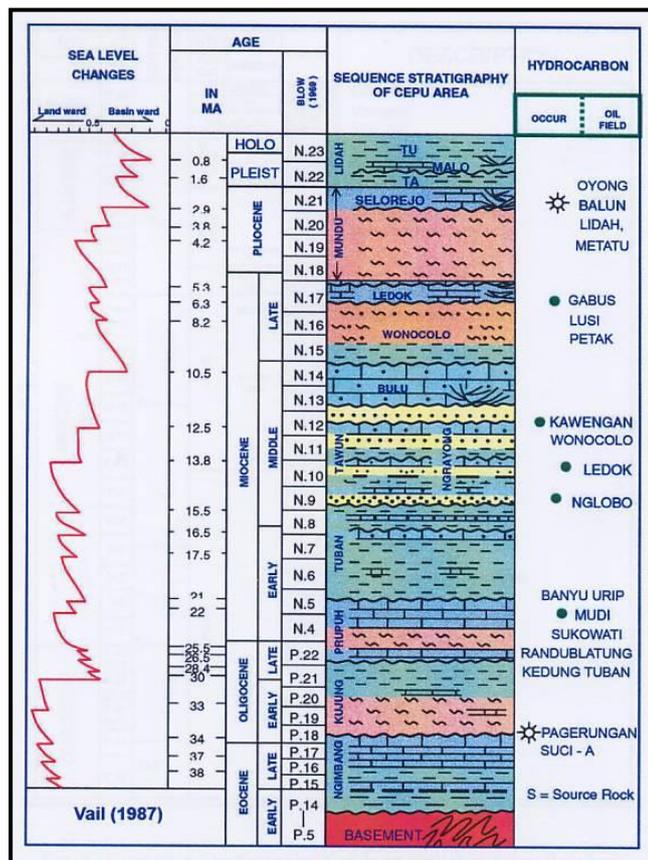
Pemahaman struktur, evolusi dan produk tektonik suatu daerah merupakan dasar utama dalam penetapan dan deliniasi batas-batas cekungan yang selama ini dipublikasikan.

c. Stratigrafi

Litostratigrafi Tersier di Cekungan Jawa Timur bagian Utara secara umum dan rincian stratigrafi Cekungan Jawa Timur bagian Utara dari Zona Rembang yang disusun oleh Harsono Pringgoprawiro (1983) terbagi menjadi 15 (lima belas) satuan yaitu Batuan Pra – Tersier, Formasi Ngimbang, Formasi Kujung, Formasi Prupuh, Formasi Tuban, Formasi

Tawun, Formasi Ngrayong, Formasi Bulu, Formasi Wonocolo, Formasi Ledok, Formasi Mundu, Formasi Selorejo, Formasi Paciran, Formasi Lidah dan Undak Solo.

Berdasarkan hasil pengamatan geologi di daerah survey, daerah ini secara geologi tersusun oleh litologi berupa batulempung yang sangat tebal dengan sifat plastis berwarna kehijauan dengan selingan berupa batugamping yang kaya akan foraminifera plankton. Berdasarkan ciri fisik litologinya dapat disimpulkan bahwa lokasi telitian terletak pada Formasi Lidah. Umur formasi ini dari Pliosen Atas – Pleistosen.



Gambar 3. Stratigrafi Mandala Rembang (modifikasi H. Pringgoprawiro, 1983)

2.2. Tanah Longsor

Gerakan tanah (*landslide*) didefinisikan secara sederhana sebagai pergerakan

masa batuan, *debris* atau tanah menuju bagian bawah lereng (Cruden, 1991, dalam Triana dkk, 2010). Di dalam Standart Nasional Indonesia 13-6982.2 tentang pemeriksaan lokasi bencana

gerakan tanah, gerakan tanah didefinisikan sebagai perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, bahan timbunan, tanah, atau material campuran yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng.

Gerakan tanah dapat terjadi karena beberapa sebab baik faktor alam maupun faktor perbuatan manusia. Gerakan tanah terjadi karena adanya penurunan nilai faktor keamanan lereng. Perubahan nilai faktor keamanan disebabkan oleh perubahan pada kekuatan gaya penahan dan gaya pendorong (Triana, dkk., 2010).

Kejadian tanah longsor sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi yang berhubungan dengan sifat keteknikan tanah dan batuan penyusun serta kondisi lereng. Pematangan lereng yang dilakukan tanpa memperhitungkan nilai kestabilan lereng akan semakin memicu terjadinya tanah longsor. Faktor lain yang erat kaitannya dengan proses kejadian tanah longsor adalah kondisi keairan bawah permukaan yang akan mempengaruhi kekuatan geser material penyusun akibat adanya tekanan air pori (*pore water pressure*) yang terjadi pada saat pengisian rongga pada material atau batuan oleh air. Triana dkk. 2010, menjelaskan bahwa kondisi keairan merupakan faktor yang penting dalam kestabilan lereng yang dipengaruhinya melalui lima cara:

- 1) Penurunan kekuatan geser (*reduces strength*);
- 2) Perubahan komposisi mineral melalui alterasi secara kimia;
- 3) Perubahan densitas bulk;
- 4) Meningkatnya tekanan pori; dan
- 5) Pengerosian

Meskipun longsor pada umumnya terjadi di daerah pegunungan, longsor dapat juga terjadi di daerah-daerah berelief

rendah. Di daerah ini, longsor terjadi karena faktor cut and fill, sebagai contoh; penggalian jalan dan bangunan, tebing sungai, runtuhnya tumpukan galian tambang (terutama tambang batubara), dan berbagai kegagalan lereng lainnya terkait dengan pertambangan khususnya tambang terbuka.

Varnes, 1978, membagi tanah longsor berdasarkan kecepatan gerakannya, yaitu:

1) Longsor Translasi

Gerakan yang disebabkan oleh keruntuhan melalui satu atau beberapa bidang yang dapat diamati ataupun diduga. Slides dibagi lagi menjadi dua jenis. Disebut luncuran (*slide*) bila dipengaruhi gerak translasional dan susunan materialnya yang banyak berubah.. Bila longsor gelinciran dengan susunan materialnya tidak banyak berubah dan umumnya dipengaruhi gerak rotasional, maka disebut nendatan (*slump*), Termasuk longsor gelinciran adalah: luncuran bongkah tanah maupun bahan rombakan, dan nendatan tanah.

2) Longsoran Rotasi

Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung

3) Gerak Horizontal/bentangan lateral (*lateral spread*)

Gerak horisontal / bentangan lateral (*lateral spread*), merupakan jenis longsor yang dipengaruhi oleh pergerakan bentangan material batuan secara horisontal. Biasanya berasosiasi dengan jungkiran, jatuhnya batuan, nendatan dan luncuran lumpur sehingga biasa dimasukkan dalam kategori *complex landslide* - longsor

majemuk. Prosesnya berupa rayapan bongkah-bongkah di atas batuan.

4) Jatuhan (Fall)

Jatuhan atau massa batuan bergerak melalui udara, termasuk gerak jatuh bebas, meloncat dan penggelindingan bongkah batu dan bahan rombakan tanpa banyak bersinggungan satu dengan yang lain. Termasuk jenis gerakan ini adalah runtuh batu, bahan rombakan maupun tanah.

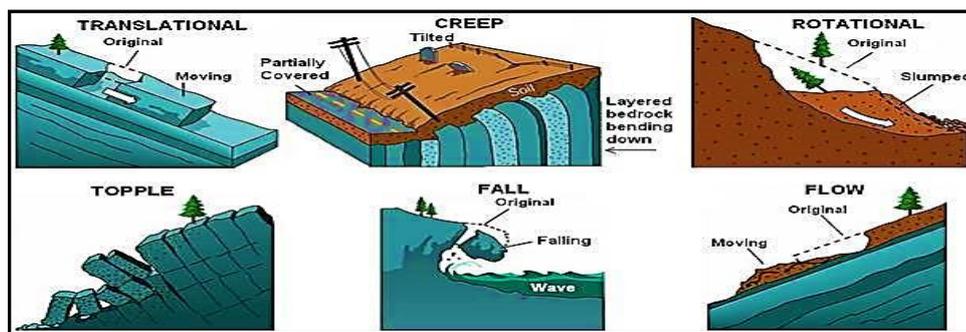
5) Rayapan Tanah (Creep)

Gerakan yang dapat dibedakan dalam hal kecepatan gerakannya yang secara alami biasanya lambat. Untuk membedakan longsor dan rayapan, maka kecepatan gerakan tanah perlu diketahui (Tabel 2).

Rayapan (*creep*) dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: (1). rayapan musiman yang dipengaruhi iklim, (2). rayapan bersinambungan yang dipengaruhi kuat geser dari material, dan (3). rayapan melaju yang berhubungan dengan keruntuhan lereng atau perpindahan massa lainnya (Hansen, 1984).

6) Longsor Majemuk (complex landslide)

Gabungan dari dua atau tiga jenis gerakan di atas. Pada umumnya longsor majemuk terjadi di alam, tetapi biasanya ada salah satu jenis gerakan yang menonjol atau lebih dominan.



Gambar 4. Jenis-Jenis Longsor (Sumber : Geoscience Australia Web-Site)

Sudarsono & Pangular, 1986., mencoba membuat tabel berdasarkan dari tipe dan jenis longsor berdasarkan klasifikasi yang disusun oleh vernes, 1978.

Tabel 1. Klaisifikasi Longsoran (*Landslide*)

Jenis gerakan (type of movement)		Jenis Material (type of material)			
		Batuan dasar (bedrock)	Tanah keteknikan (engineering soils)		
			Bebas, butir kasar (freedom, coarse)	Berbutir halus (predominantly fine)	
Jatuhan (falls)		Jatuhan batu (rock fall)	Jatuhan bahan rombakan (debris fall)	Jatuhan tanah (earth fall)	
Jungkiran (topple)		Jungkiran batu (rock topple)	Jungkiran bahan rombakan (debris topple)	Jungkiran tanah (earth topple)	
Celinciran (slides)	Rotasi	Satuan sedikit (few units)	Nendatan batu (rock slump)	Nendatan bahan rombakan (debris slump)	Nendatan tanah (earth slump)
	Translasi	Satuan banyak (many units)	Luncuran bongkah batu (rock block slide)	Luncuran bongkah bahan rombakan (debris block slide)	Luncuran bongkah tanah (earth block slide)
Luncuran batu (rock slide)			Luncuran bahan rombakan (debris slide)	Luncuran tanah (earth slide)	
Gerak horisontal / bentang lateral (lateral spreads)		Bentang lateral batu (rock spread)	Bentang lateral bahan rombakan (debris spread)	Bentang lateral tanah (earth spread)	
Aliran (flow)		Aliran batu / rayapan dalam (rock flow / deep creep)	Aliran bahan rombakan (debris flow)	Aliran tanah (earth flow)	
Majemuk (complex)			Rayapan tanah (soil creep)		
		Gabungan dua atau lebih gerakan (combination two or more movement)			

2.3. Konsep Metode Geolistrik Tahanan Jenis

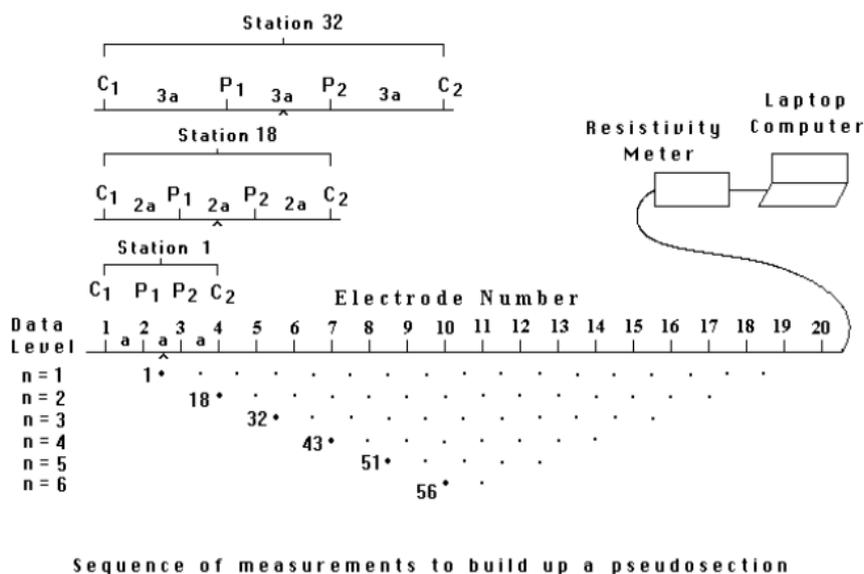
Metoda geolistrik tahanan jenis didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak bergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Dengan demikian tahanan jenis yang terukur bukan merupakan harga tahanan jenis untuk satu lapisan saja terutama untuk spasi elektroda yang besar. Anggap medium berlapis yang ditinjau misalnya terdiri dari 2 lapisan dan mempunyai tahanan jenis ρ_1 dan ρ_2 . Dalam pengukuran, medium ini dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang memiliki satu nilai tahanan jenis yaitu tahanan jenis semu ρ_a .

Sehingga kita peroleh harga resistivitas semunya (*apperent resistivity*) sebagai berikut :

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

dimana : ρ_a adalah tahanan listrik semu dalam Ohm, ΔV adalah beda potensial dalam Volts, I adalah besar arus listrik dalam Ampere dan K adalah faktor geometri dalam meter yang tergantung pada konfigurasi elektroda.

Untuk penelitian ini digunakan metode geolistrik pencitraan atau *Electrical Resistivity Tomography* (ERT). Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Wenner dimana empat elektroda yang digunakan berjarak sama (wenner alpha), Survey ERT ini menggunakan banyak pengukuran pada suatu lintasan yang sudah ditentukan dengan jarak setiap elektrodanya sama. Survey 2D ERT dapat memberikan hasil yang baik sehingga mampu melengkapi informasi yang diambil dari metode geofisika lainnya.



Sequence of measurements to build up a pseudosection

Gambar 5. Metode geolistrik ERT dengan menggunakan konfigurasi Wenner (Sumber : Loke, 1999)

Berdasarkan buku panduan peralatan geolistrik multichannel yang digunakan untuk survey diperoleh table perbandingan penggunaan konfigurasi

elektroda terhadap hasil pengukuran yang akan di hasilkan. Berdasarkan table tersebut digunakan metode konfigurasi Wenner.

Tabel 2. Perbandingan Konfigurasi; Keunggulan dan Kelemahan

Kriteria	Wenner	Schlumberger	Dipole-Dipole
Resolusi Vertikal			
Penetrasi Kedalaman			
Kepatutan terhadap VES			
Sensitivitas terhadap ketidakhomogenan secara lateral			

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, dengan metode yang digunakan adalah "Diskriptif Analitik", dimana untuk mendapatkan kesimpulan penulis harus melakukan interpretasi terhadap hasil



Gambar 6. Peralatan Geolistrik Multichannel Supersting R8/IP dengan 56 elektroda

Sedangkan sumber data yang digunakan :

a. Data Sekunder :

- Data wilayah meliputi peta rupa bumi dan peta geologi daerah telitian.
- Peneliti terdahulu

b. Data Primer, meliputi :

- Survey geologi

pengolahan data geolistrik didasarkan dari data geologi hasil survey.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

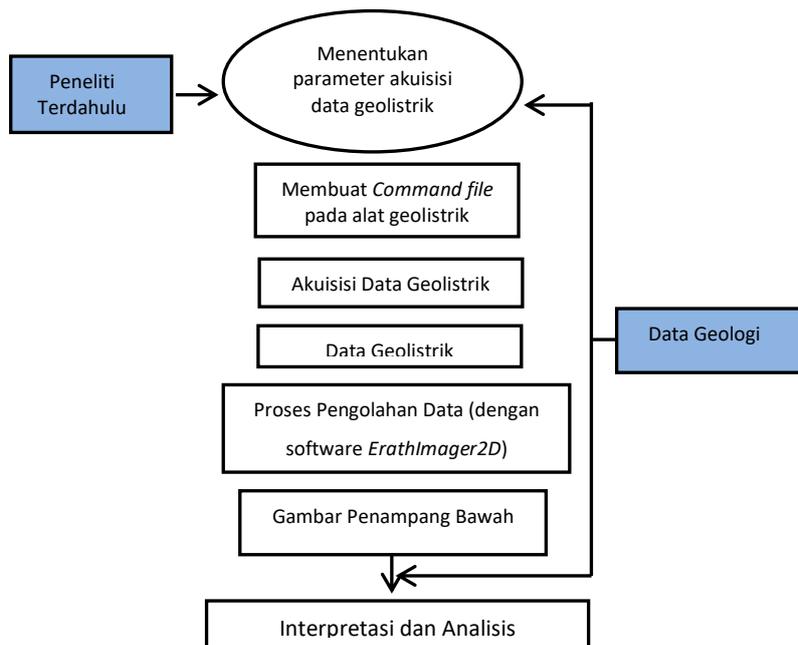
Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah observasi data geologi dan akuisisi data geolistrik di lapangan menggunakan peralatan geolistrik *multi channel* SuperSting R8/IP.

- Akuisisi data geolistrik
- Processing data geolistrik
- Interpretasi.

3.3 Pengolahan dan Analisa Data

Data hasil survey geologi digunakan untuk menentukan parameter pengukuran geolistrik yang meliputi lintasan survey geolistrik dan resolusi yang diinginkan.

Data geolistrik hasil pengukuran dilapangan selanjutnya akan diproses menggunakan software geolistrik, hasilnya berupa penampang lintasan geolistrik. Dari penampang lintasan geolistrik selanjutnya akan dilakukan interpretasi dan analisis oleh penulis dengan tidak mengabaikan kondisi geologi hasil survey.



Gambar 7. Skema Diagram Alir Metode Penelitian

IV. PEMBAHASAN

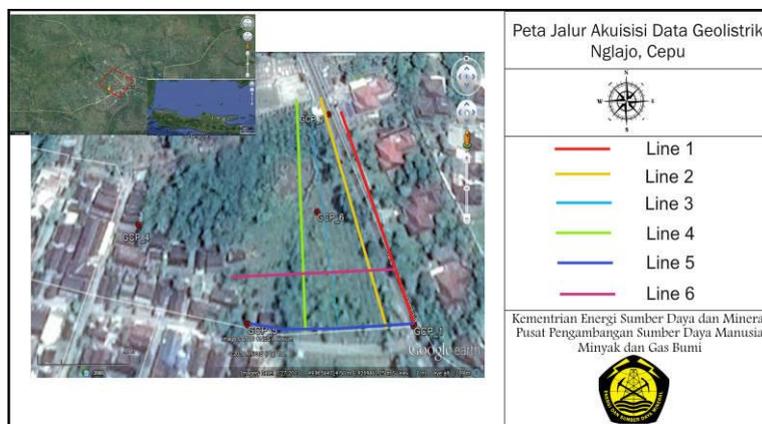
4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah kompleks perumahan migas di Desa Nglajo Kecamatan Cepu, Blora. Daerah penelitian merupakan lahan kosong disebelah selatan Taman Makam Pahlawan Nglajo yang masih berupa aset tidak bergerak milik PPSDM Migas.

Setelah dilakukan tinjauan lapangan dan mendapatkan gambaran awal tentang kondisi gerakan tanah, maka dibuat 6

lintasan jalur pengukuran geolistrik dengan 2 lintasan searah kemiringan lereng dan 4 lintasan memotong lereng dengan menggunakan konfigurasi wenner. Konfigurasi wenner dipilih dengan mempertimbangkan kondisi medan telitian yang tidak begitu luas dan perkiraan bidang gerakan tanah yang tidak begitu dalam sehingga diharapkan dimensi dari bidang gerakan tanah dapat dicover.

Konfigurasi wenner menurut peneliti terdahulu juga akan menghasilkan resolusi recara lateral yang cukup bagus.



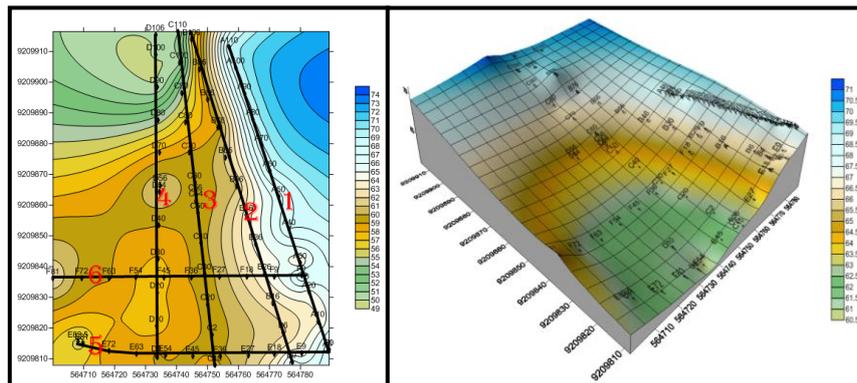
Gambar 8. Lokasi dan desain lintasan akuisisi data geolistrik

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Data Topografi

Untuk mendapatkan data lokasi yang cukup baik, disetiap lintasan geolistrik diukur koordinatnya menggunakan GPS Geodetik Trimble R10 dengan metode *Real Time Precise Point Positioning* (RT-PPP).

Data GPS yang berupa koordinat dan topografi diolah dengan menggunakan software *Surfer 11* untuk mendapatkan tampilan topografi dari lintasan yang berupa tampilan 3D dan 2D. Berikut adalah hasil pengolahan menggunakan *Surfer 11*.



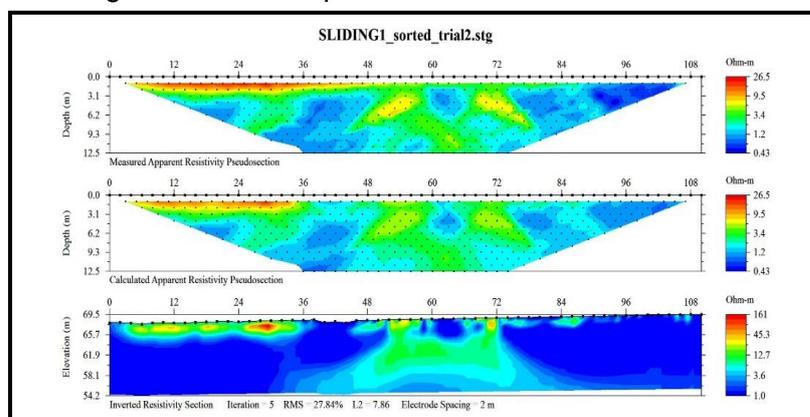
Gambar 9. Peta Topo lintasan akuisisi data geolistrik, 2 D dan 3 D menggunakan surfer 11.

4.2.2 Data Resistivitas 2D

Data diolah menggunakan software *AGI EarthImager 2D*. Hasil pengolahan data pada *AGI EarthImager 2D* memiliki 3 bagian, pada bagian pertama berupa *Measured Apparent resistivity Pseudosection* yang merupakan tampilan bawah permukaan dari data hasil pengukuran dan pada bagian data ini merupakan data resistivitas semu dari lokasi pengukuran. Bagian kedua berupa

Calculated Apparent resistivity Pseudosection yang merupakan tampilan hasil perhitungan dari data hasil pengukuran dan bagian ini merupakan data resistivitas semu. Bagian ketiga berupa *Inverted Resistivity Section* yang merupakan tampilan hasil inversi data pengukuran dan bagian ini merupakan tampilan resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan.

4.2.2.1 Lintasan 1



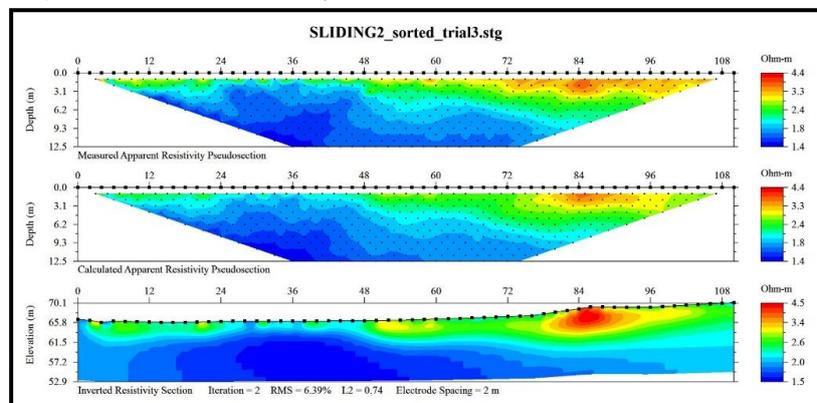
Gambar 10. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 1 menggunakan AGI *EarthImager 2D*

Pada lintasan pertama digunakan lintasan sepanjang 110 m dengan arah lintasan N340E. Titik 0 terletak pada koordinat E564788.76 dan N9209812.66 dengan elevasi 67.5 MDPL, sedangkan pada titik 110 m terletak pada koordinat E564757.03 dan N9209911.38 dengan elevasi 69 MDPL. Dari hasil pengolahan penampang 2D yang dihasilkan dengan EarthImager2D yang merupakan program bawaan dari instrument Supersting R8/IP, didapatkan nilai *RMS error* sebesar 27,84% dengan menggunakan iterasi sebanyak 5 kali. Lintasan ini berada pada pinggir jalan aspal yang merupakan batuan/ tanah dari daerah lain (tanah urug). Sehingga nilai *RMS error* ini sangat besar dan terdapat juga 3 tiang telepon yang berada pada lintasan ini. Akan tetapi, tingkat kesalahan/ *RMS error* ini dapat diterima karena kurang dari 30 % (Pujiastuti dkk, 2009). Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya

(*Inverted Resistivity Section*) didominasi oleh warna biru tua dengan nilai resistivitas sekitar 2 Ωm dan warna hijau dengan nilai resistivitas sekitar 12,7 Ωm .

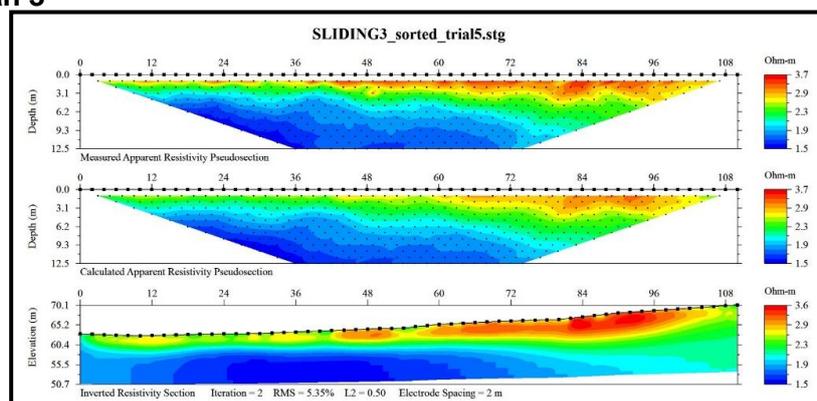
4.2.2.2 Lintasan 2

Pada lintasan kedua digunakan lintasan sepanjang 110 m dengan arah lintasan N345E. Pada titik 0 terletak pada koordinat E564777.19 dan N9209808.98 dengan elevasi 66.4 MDPL, sedangkan pada titik 106 m terletak pada koordinat E564744.89 dan N9209913.90 dengan elevasi 56.34 MDPL. Penampang bawah permukaan yang dihasilkan memiliki tingkat kesalahan sebesar 6,39% dengan iterasi sebanyak 2 kali. Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya didominasi oleh warna biru tua yang memiliki nilai resistivitas dibawah 1,9 Ωm dan warna hijau muda dengan nilai resistivitas 2,6 Ωm .



Gambar 11. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 2 menggunakan AGI *EarthImager 2D*

4.2.2.3 Lintasan 3

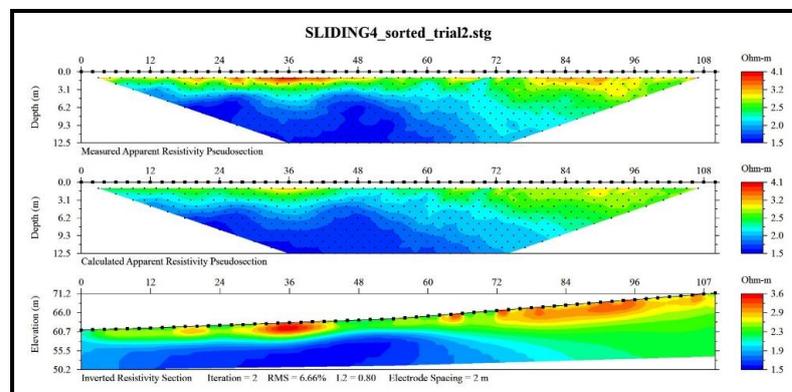


Gambar 12. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 3 menggunakan AGI *EarthImager 2D*

Pada lintasan ketiga digunakan lintasan sepanjang 110 m dengan arah lintasan N355E. Pada titik 0 terletak pada koordinat E564751.55 dan N9209817.84 dengan elevasi 59.25 MDPL, sedangkan pada titik 110 m terletak pada koordinat E564740.39 dan N9209916.46 dengan elevasi 50,7 MDPL. Penampang bawah permukaan yang dihasilkan memiliki

tingkat kesalahan sebesar 5,35% dengan iterasi sebanyak 2 kali. Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya didominasi oleh warna biru tua yang memiliki nilai resistivitas dibawah 1,9 Ω m, warna hijau muda dengan nilai resistivitas 2,3 Ω m dan warna merah dengan nilai resistivitas 3,6 Ω m.

4.2.2.4 Lintasan 4



Gambar 13. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 4 menggunakan AGI *EarthImager 2D*

Pada lintasan keempat digunakan lintasan sepanjang 110 m dengan arah lintasan N360E. Pada titik 0 terletak pada koordinat E564733.51 dan N9209810.97 dengan elevasi 59.16 MDPL, sedangkan pada titik 106 m terletak pada koordinat E564733.19 and N9209915.38 dengan elevasi 50,2 MDPL. Penampang bawah permukaan yang dihasilkan memiliki tingkat kesalahan sebesar 6,66% dengan iterasi sebanyak 2 kali. Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya didominasi oleh warna biru tua yang memiliki nilai resistivitas dibawah 1,9 Ω m dan warna hijau muda dengan nilai resistivitas 2,3 Ω m.

4.2.2.5 Lintasan 5

Pada lintasan kelima digunakan lintasan sepanjang 82,5 m dengan arah lintasan

N270E. Pada titik 0 terletak pada koordinat E564789.25 and N9209812.94 dengan elevasi 68,3 MDPL, sedangkan pada titik 82,5 m terletak pada koordinat E564708.19 and N9209815.60 dengan elevasi 50,2 MDPL. Penampang bawah permukaan yang dihasilkan memiliki tingkat kesalahan sebesar 12,15% dengan iterasi sebanyak 3 kali. Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya didominasi oleh warna biru tua yang memiliki nilai resistivitas dibawah 1,7 Ω m dan warna hijau muda dengan nilai resistivitas 2,5 Ω m.

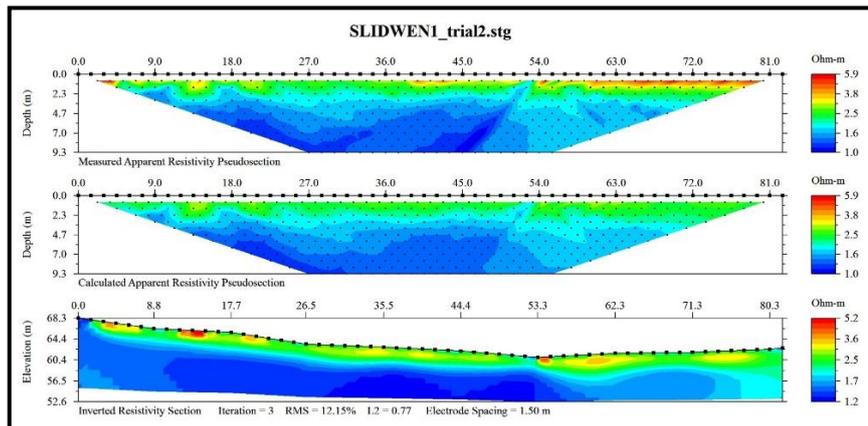
4.2.2.6 Lintasan 6

Pada lintasan keenam (gambar 15) digunakan lintasan sepanjang 82,5 m dengan arah lintasan N270E. Pada titik 0

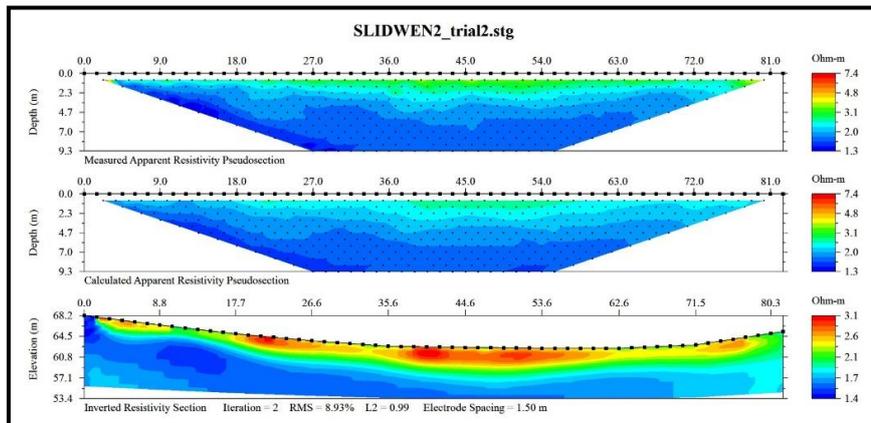
terletak pada koordinat E564780.32 and N9209837.08 dengan elevasi 68,2 MDPL, sedangkan pada titik 81 m terletak pada koordinat E564700.13 and N9209836.13 dengan elevasi 62,1 MDPL. Penampang bawah permukaan yang dihasilkan memiliki tingkat kesalahan sebesar 8,93%

Ωm

dengan iterasi sebanyak 2 kali. Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya didominasi oleh warna biru yang memiliki nilai resistivitas dibawah 1,7 Ωm , warna hijau muda dengan nilai resistivitas 2,1 Ωm dan warna merah dengan nilai resistivitas 3,1



Gambar 14. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 5 menggunakan AGI *EarthImager 2D*



Gambar 15. Pengolahan Data Geolistrik Lintasan 6 menggunakan AGI *EarthImager 2D*

4.3 Interpretasi

4.3.1 Bidang Gelincir

Berdasarkan penampang bawah permukaan 2D dari semua lintasan, dapat diambil asumsi bahwa pada daerah penelitian memiliki batuan dasar yang memiliki nilai resistivitas dibawah 2 Ωm yang diinterpretasikan sebagai batuan lempung dari Formasi Lidah, nilai resistivitas diatas 2 Ωm dapat diinterpretasikan sebagai batuan lepas

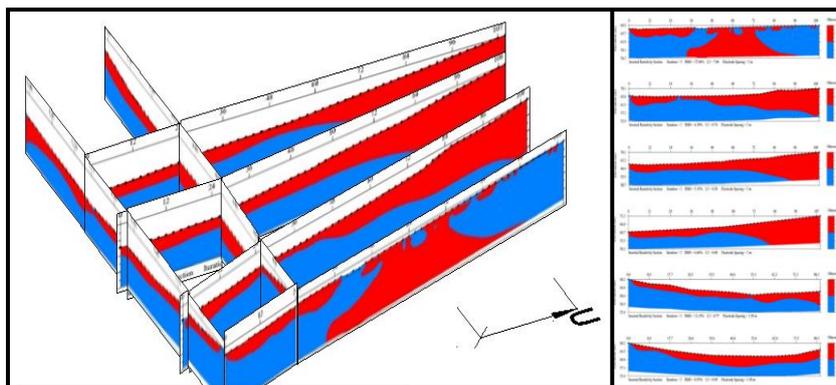
(rombakan dari urugan) atau batuan lempung mengandung air (*wet clay*) sehingga dapat diinterpretasikan bahwa bidang gelincir pada gerakan tanah di daerah telitian merupakan bidang batas antara batuan dengan nilai resistivity kurang dari 2 Ωm .

Adapun untuk masing-masing lintasan dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a) Lintasan 1, memiliki dugaan bidang gelincir pada kedalaman 4 meter

- yang terletak pada elektroda 0-38 meter.
- Lintasan 2, memiliki dugaan bidang gelincir pada kedalaman 2-10 meter yang terletak sepanjang lintasan.
 - Lintasan 3, memiliki dugaan bidang gelincir pada kedalaman 3,5-13 meter yang terletak pada elektroda 0-90 meter.
 - Lintasan 4, memiliki dugaan bidang gelincir pada kedalaman 3,5-9 meter yang terletak pada elektroda 0-80 meter.
 - Lintasan 5, memiliki dugaan bidang gelincir pada kedalaman 2-7 meter terletak pada sepanjang lintasan.
 - Lintasan 6, memiliki bidang gelincir pada kedalaman 1,7-5 meter terletak pada sepanjang lintasan.

Untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang bidang gelincir di masing-masing lintasan penulis mencoba menginterpretasikan hasil pengolahan data geolistrik dengan menggunakan software AGI EarthImager 2D dengan membagi menjadi 2 warna dengan yaitu untuk nilai resistivity kurang dari $2 \Omega m$ sebagai batuan dasarnya dan diatas $2 \Omega m$ sebagai *wet clay* atau tanah urug/rombakan. Adapun hasil pengolahan permasing-masing lintasan adalah:



Gambar 16. Interpretasi batas bidang gelincir 2 D dan hasil korelasi penampang lintasan

4.3.2 Dimensi Bidang Gelincir

Interpretasi terhadap dimensi bidang gelincir sangat berkaitan erat dengan alasan pemilihan metode akuisisi. Ke-6 lintasan pengukuran geolistrik menggunakan konfigurasi Wenner dikarenakan konfigurasi ini dapat memberikan hasil resolusi vertikal dan lateral yang cukup baik, penetrasi kedalaman yang cukup dan sensitivitas terhadap ketidak homogenan secara lateral tinggi sehingga cocok untuk perlapisan yang horizontal (Loke, 1999).

Pada lintasan 1 sampai 4, digunakan spasi elektroda 2 meter dengan maksimal

bentangan 110 meter sehingga didapatkan penetrasi kedalaman 16 meter. Dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu pada keempat lintasan, kemudian dapat diputuskan dalam penggunaan spasi elektroda pada lintasan yang memotong keempat lintasan awal adalah dengan spasi elektroda 1,5 meter/ bentangan maksimal 82,5 meter sehingga didapatkan penetrasi kedalaman 10 meter.

Terlihat beberapa ciri-ciri terjadinya gelincir yang terjadi pada daerah pengukuran, ditemukan adanya tambalan aspal yang pada jalan aspal disebelah lintasan 1, yang mana tambalan aspal ini dilakukan terus-menerus tiap tahunnya.

Dan hal ini merupakan sebuah tanda bahwa pada lokasi yang ada tersebut terjadi adanya gelincir dengan lebar sepanjang 36 meter pada lintasan 1. Dan terdapat pula ciri lain dimana pagar yang terletak 8 meter dari lintasan 1 menunjukkan adanya tarikan yang menuju ke arah lokasi penelitian yang menyebabkan miringnya pagar kearah daerah pengukuran. Dua hal tersebut menunjukkan bahwa bahwa longsor yang terjadi pada daerah pengukuran memiliki kecepatan yang rendah.

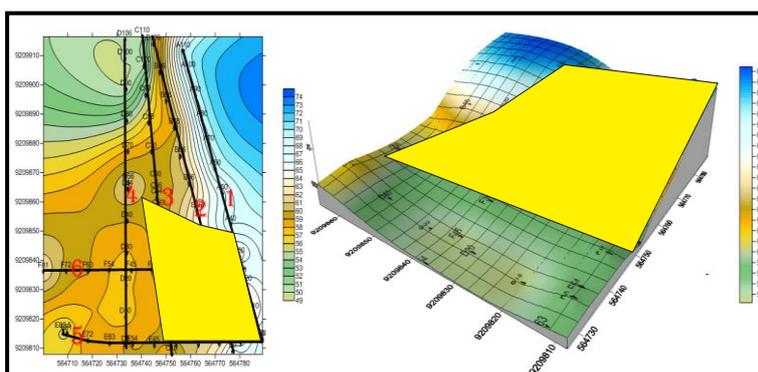


Gambar 17. Pagar warga yang miring ke barat akibat gerakan tanah di lokasi telitian

Dari hasil pengamatan, pengolahan, interpretasi data, dan tinjauan pustaka daerah pengukuran, dapat diambil kesimpulan bahwa pada daerah pengukuran ini memiliki batuan dasar berupa lempung dan diatas batuan dasar merupakan batuan rombakan yang berupa tanah lepas/ rombakan dari lempung. Dengan mengetahui jenis

material bawah permukaan dan pergerakan dari daerah longsor, maka dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis longsor yang terjadi. Berdasarkan jenis gerakan yang terjadi, maka longsor yang terjadi adalah berupa aliran (*Flow*) dan berdasarkan jenis material antara batuan dasar dan rombakan yang sama maka jenis longsor yang terjadi adalah berupa rayapan (*Creeping*).

Rayapan yang terjadi pada daerah pengukuran ini tidak terjadi pada semua panjang lintasan yang terukur, akan tetapi terdapat batasan area yang menjadi geometri dari bidang gelincir dari rayapan yang terjadi. Pada lintasan 1, bidang gelincir terjadi sepanjang 0-36 meter dari elektroda pertama. Pada lintasan 2, bidang gelincir terjadi sepanjang 0-44 meter. Pada lintasan 3, bidang gelincir terjadi sepanjang 0-60 meter. Pada lintasan 5, bidang gelincir terjadi sepanjang 0-40 meter. Pada lintasan 6, bidang gelincir terjadi pada 0-50 meter. Bidang gelincir tidak mencapai pada lintasan 4 meskipun pada lintasan 4 terdapat bidang batas antara batuan dasar dengan batuan lapuk, hal ini dikarenakan kemiringan lereng yang terjadi tidak terlalu mencukupi adanya rayapan. Sehingga dari beberapa batasan tersebut, dapat dibuat geometri bidang gelincir yang terjadi seperti gambar berikut.



Gambar 18. Dimensi bidang gerakan tanah (surfer 11)

Dengan menggunakan data hasil digitasi bidang gelincir maka dapat digunakan untuk mengetahui kedalaman bidang gelincir untuk tiap lintasan sebagai berikut :

- a) Pada lintasan 1 memiliki kedalaman bidang gelincir 4 meter.
- b) Pada lintasan 2 memiliki kedalaman bidang gelincir 1-4 meter.
- c) Pada lintasan 3 memiliki kedalaman bidang gelincir 3,5-5,8 meter.
- d) Pada lintasan 5 memiliki kedalaman bidang gelincir 2-3 meter.
- e) Pada lintasan 6 memiliki kedalaman bidang gelincir 1,7 hingga 4,8 meter.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a) Data resistivitas dapat digunakan untuk menentukan bidang gerakan tanah.
- b) Untuk menentukan bidang gerakan tanah diperlukan data penunjang yang lain seperti data geologi dan pengetahuan tentang desain lintasan.
- c) Terdapat bidang gelincir yang berbentuk trapesium yang melebar

kebawah dari arah lintasan 1 ke arah lintasan 4.

- d) Bidang gelincir pada daerah pengukuran memiliki kedalaman bervariasi antara 1 meter hingga 5,8 meter.
- e) Jenis longsor yang terjadi pada daerah Nglajo adalah berupa rayapan (*Creeping*).
- f) Faktor penyebab terjadinya rayapan tanah tanah (*soil creeping*) di lokasi ini antara lain kondisi lapisan tanah berupa lempung dan lempung berpasir yang mempunyai sifat mengembang (*swelling clay*) apabila basah dan menyusut dalam kondisi kering sangat rentan terhadap terjadinya rayapan tanah.

5.2 Saran

- a) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah lintasan pengukuran geolistrik dan dilakukan sondir di beberapa titik untuk mendapatkan gambaran pasti dimensi gerakan tanah ini.
- b) Apabila akan dilakukan pembuatan bangunan teknik pada area rayapan (pada bagian yang memiliki bidang gelincir) maka pembuatan pondasi harus lebih dalam daripada bidang gelincir.

DAFTAR PUSTAKA

1. Australian Geomechanics Society, 2000. *Landslide Risk Management Concepts And Guidelines Risk Management*. Australian Geomechanics Society, Sub-Committee on Landslide.
2. Agustina, E., Sujito, dan Suaidi, D.A., *Identifikasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole di Payung Kota Batu*, 2014, Jurnal Online Universitas Negeri Malang, <http://jurnalonline.um.ac.id/data/artikel/artikel4EAB27DA313CAF374D29979E1606D2D0.pdf> [Online akses: 24.02.2015].
3. Direktorat Geologi Tata Lingkungan. 1981. *Gerakan Tanah di Indonesia*. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum. Departemen Pertambangan dan Energi. Jakarta.
4. Ediar Usman, 2012., *Tektonik dan Jalur Vulkanik Busur Belakang Bawean Muria Sebagai Pengontrol Pembentukan Cekungan Pati dan Potensi Hidrokarbon*, International Journal Art and Science, Vol. 2 Edisi Desember 2012.
5. EFBUMI.NET, *Tanah Longsor / Definisi, Jenis, Penyebab dan Mitigasi* <http://www.efbumi.net/2016/08/landslidegerakantanah.html>. (diakses 30 Agustus 2016).
6. Ernston K, Kirsch R, *Geoelectrical Method*, pdf file, hal. 85 – 97
7. Loke, M. H. 1999. *Electrical Imaging Survey for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2D and 3D Surveys*, pdf file.
8. Matheus Sausa, Lilik Hendrajaya, Gunawan Handayani, 2015. *Determination of Landslide Slip Surface Using Geoelectrical Resistivity Method at Ambon City Moluccas-Indonesia*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 5 Issue 7 July 2015.
9. Purwingsih, dkk., 2002. Evolution of TheLate Oligocene Kujung Reef Complex in The Western East Cepu High, East Java Basin : Seismic Sequence Stratigraphic Study. IAGI 31st Annual Conference Surabaya. September 30 – October 2, 2002.
10. Pringgoprawiro H dan Sukido, 2012. *Peta Geologi Lembar Bojonegoro, Jawa. Skala 1: 100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
11. Pringgoprawiro H, Siti Djuehana dan Rubiyanto Kapid., 1985. *Stratigrafi dan Paleogeografi Kenozoikum Pulau Jawa*, Institut Teknologi Bandung.
12. Satyana and Purwaningsih, 2003. *Geochemistry of The East Java Basin: New Observations on Oil Grouping, Genetic Gas Types and Trends of Hydrocarbon Habitats*. Proceeding Indonesia Petroleum Association, 2003.
13. Varnes, D.J., 1978, *Landslides Analysis and Control*. National Research Council, Washington, D.C., Transportation Research Board.
14. Yunara Dasa Triana, dkk., 2010. Belajar Dari Tanah Longsor Dewata, Kec. Pasirjambu, Kabupaten Bandung, *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*, Volume 5 Nomor 3, Desember 2010 : 33-39