

Identifikasi Bidang Gelincir dengan Metode Geolistrik Dipole-Dipole Daerah Jambewangi dan Sekitarnya, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah

Identification of Slip Fields by Dipole-Dipole Geoelectric Method in Jambewangi and Its Surroundings, Pakis Sub-district, Magelang District, Central Java Province

Wahyu Ramadhany Bryan W¹, Sri Mulyaningsih², Desi Kiswiranti^{3*}, Nurul Dzakiya⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta, 55222

*E-mail koresponden: kiswiranti@akprind.ac.id

Naskah diterima: 23 April 2024, direvisi: 28 April 2024, disetujui: 30 April 2024

ABSTRAK

Identifikasi bidang gelincir gerakan massa dilakukan di Daerah Jambewangi, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole. Pengolahan data menggunakan software Res2Dinv. Pada lokasi penelitian terdapat 2 lintasan bentangan, lintasan pertama berarah timur-barat dan lintasan kedua berarah selatan-utara. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdeteksi litologi antara lain soil dan litologi batuan beku. Nilai resistivitas pada daerah penelitian lintasan pertama diantara 0,573 Ω m sampai 596 Ω m yang terdapat bidang gelincir pada kedalaman 15 m sampai 20 m dan indikasi sesar turun Gondangsari. Pada lintasan kedua nilai resistivitas diantara 2,26 Ω m sampai 662 Ω m yang juga terdapat indikasi sesar turun Gondangsari namun tidak ditemukan bidang gelincir.

Kata kunci: dipole-dipole, bidang gelincir, Jambewangi, Gerakan massa, sesar

ABSTRACT

Mass movement sliding field was identified in Jambewangi Area, Magelang Regency, Central Java Province using geoelectrical resistivity dipole-dipole configuration. The processing data using Res2Dinv software. At the research location, there are 2 stretches of track, the first track is east-west oriented, and the second track is south-north oriented. The interpretation results show that in the research location, lithology is detected, including soil and igneous lithology. The resistivity value in the first track research area is between 0.573 Ω m to 596 Ω m, a sliding field at a depth of 15 m to 20 m indicative of the Gondangsari down fault. On the second track, the resistivity value is between 2.26 Ω m to 662 Ω m, which is also indicative of the Gondangsari descending fault, but no sliding plane is found.

Keywords: dipole-dipole, slip fields, Jambewangi, mass movement, fault

PENDAHULUAN

Secara administratif Daerah Jambewangi, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah dijumpai permasalahan tentang gerakan massa. Struktur geologi dan kondisi tanah di daerah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah, terutama saat musim hujan dengan intensitas tinggi. Pada daerah penelitian juga memiliki

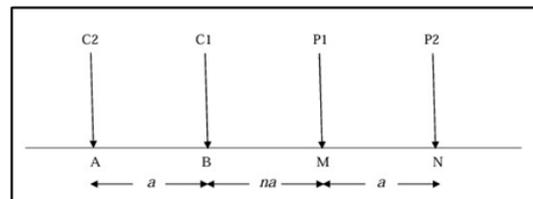
kemiringan yang curam sehingga perlu dikaji untuk faktor yang menyebabkan terjadinya gerakan massa. Gerakan massa tanah atau batuan sering terjadi pada lereng-lereng alam atau batuan dan sebenarnya merupakan fenomena alam dimana alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan

terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. Meskipun tanah longsor merupakan fenomena alam, beberapa aktivitas manusia dapat menjadi faktor pemicu bencana tanah longsor seperti penebangan pohon di daerah lereng, penambangan batuan, tanah atau barang tambang lain yang dapat menimbulkan ketidakstabilan lereng.

Salah satu faktor penyebab longsor yang berpengaruh adalah bidang gelincir. Pada umumnya tanah atau bidang yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut. Untuk mengetahui penggambaran pada bawah permukaan diperlukan penelitian mengenai kondisi bawah permukaan yang dibantu alat geolistrik. Aplikasi metode geofisika resistivitas telah banyak digunakan untuk survei bawah permukaan seperti identifikasi bidang gelincir maupun eksplorasi sumberdaya alam. Metode geolistrik dipole-dipole merupakan teknik geofisika yang efektif untuk mengidentifikasi bidang gelincir. Metode ini bersifat tidak merusak lingkungan, biaya relatif murah dan mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah tanah yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode sounding lainnya seperti konfigurasi wenner dan konfigurasi schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999).

Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada (Gambar 1).

Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a . Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu n yang merupakan rasio jarak antara elektroda C_1 dan P_1 ke $C_2 - C_1$ atau $P_1 - P_2$ dengan jarak pisah a . Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian pemindahan elektroda arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir dipenampang tersebut.



Gambar 1. Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi dipole-dipole (Reynolds, 1997)

Konfigurasi dipole-dipole harga resistivitas semu yang didapatkan dengan konfigurasi ini dapat dilihat pada persamaan (1) dan (2).

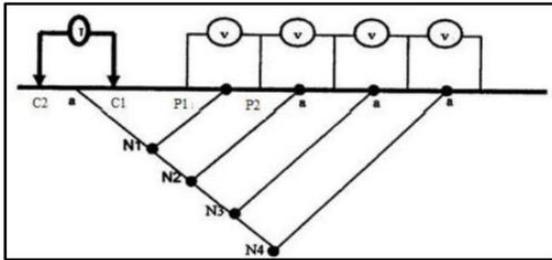
$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (1)$$

- ρ_a : Resistivitas semu (Ωm)
- K : Faktor geometri
- V : Beda potensial (V)
- I : Kuat arus (A)

$$K_{dd} = \pi a n (1 + n)(2 + n) \quad (2)$$

- a : spasi elektroda (m)
- n : jarak relatif antara dipole arus dan dipole potensial

Dari persamaan diatas $\pi a n (1 + n)(2 + n)$ merupakan faktor geometri dari konfigurasi dipole-dipole (Gambar 2).



Gambar 2. Konfigurasi elektroda dipole-dipole (Effendy, 2012)

Konfigurasi dipole-dipole akan menghasilkan titik datum yang dapat menjangkau lapisan bawah tanah yang memiliki radius jangkauan yang luas. Dalam menentukan letak titik datum pada konfigurasi dipole-dipole dapat menggunakan rumus:

$$\frac{1}{2} (\text{jarak } (C1 - C2) + \text{jarak } (P1 - P2) + (n \times a)) \quad (3)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Jambewangi, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah. Tahapan kegiatan penelitian ini melalui beberapa tahapan, diantaranya tahap pendahuluan, tahap pengambilan data geolistrik dan sampel tanah, dan tahap pengolahan dan interpretasi data.

a. Tahap pendahuluan

Tahap pendahuluan dilakukan untuk melakukan izin penelitian, kemudian survei lokasi yang mengalami tanah longsor untuk menentukan bentangan garis yang nantinya akan dipasang elektroda pada pengukuran geolistrik tahanan jenis.

b. Tahap pengambilan data geolistrik dan sampel tanah.

Tahap berikutnya adalah melakukan pengambilan data geolistrik dan sampel tanah. Pengambilan data geolistrik menggunakan cara resistivity mapping dimaksudkan untuk menentukan sebaran lapisan sebaran litologi secara horizontal. Pengambilan data geolistrik konfigurasi dipole-dipole dengan spasi elektroda 10 m sampai bentangan maksimum pada masing-masing lintasan. Pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian ditujukan untuk melakukan pendekatan yang nantinya dapat mengetahui karakteristik tanah yang diuji dengan parameter sifat fisik dan mekanika tanah dengan parameter: uji kuat geser, berat jenis tanah, uji batas plastis, dan permeabilitas.

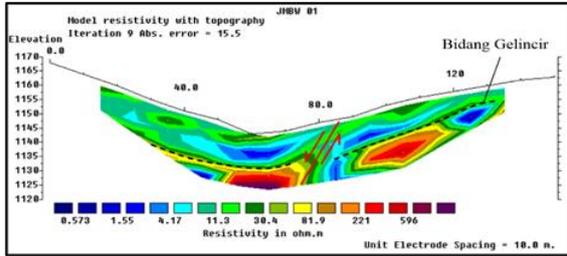
c. Tahap pengolahan dan interpretasi data

Tahap pengolahan data dengan menghitung nilai sesuai rumus konfigurasi dipole-dipole yang telah didapatkan di lokasi penelitian kemudian masukkan kedalam Microsoft Excel yang sudah berisi rumus dari konfigurasi dipole-dipole. Kemudian interpretasi data menggunakan software Res2Dinv. Untuk sampel tanah dilakukan pengujian pada Laboratorium uji untuk mengetahui sifat fisik dan mekanika tanah pada daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

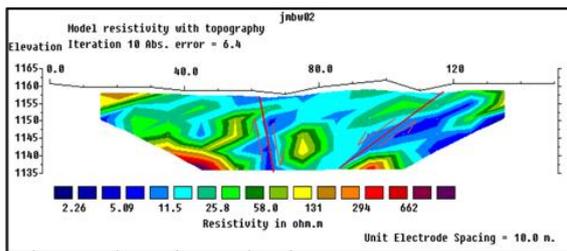
Pengukuran geolistrik tahanan jenis pada lintasan pertama memiliki bentangan lintasan ke arah timur – barat sepanjang 150 m dengan titik 0 pada $7^{\circ}25'26,6''$ LS dan $110^{\circ}21'56''$ BT pada ketinggian 1168 m dpl. Berdasarkan hasil pengukuran setelah diolah dengan software Res2Dinv, diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan antara 0,573 Ω m yang merupakan soil sampai dengan 596 Ω m yang diinterpretasikan sebagai batuan beku, terdapat indikasi struktur berupa sesar turun Gondangsari, dan terdapat bidang

gelincir pada kedalaman 15 m sampai 20 m. Lintasan ini berada di Desa Jambewangi searah dengan arah longsoran pada lokasi penelitian (Gambar 3).



Gambar 3. Model penampang 2D bawah permukaan lintasan 1

Pengukuran geolistrik tahanan jenis pada lintasan kedua memiliki bentangan lintasan ke arah selatan – utara sepanjang 120 m dengan titik 0 pada 7°25'26,9" LS dan 110°21'54,4" BT pada ketinggian 1.161m dpl. Berdasarkan hasil pengukuran setelah diolah dengan software Res2Dinv, diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan antara 2,26 Ω m yang merupakan soil sampai dengan 662 Ω m yang diinterpretasikan sebagai batuan beku dan terdapat indikasi struktur geologi berupa sesar turun Gondangsari (Gambar 4).



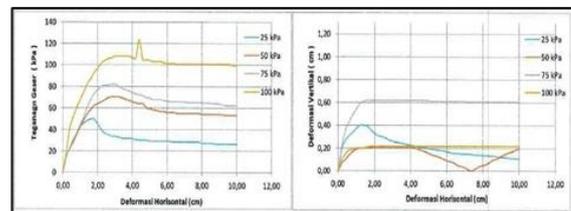
Gambar 4. Model penampang 2D bawah permukaan lintasan 2

Pada penelitian ini dilakukan pendekatan melalui pengujian sifat fisik dan mekanika tanah melalui Laboratorium Balai Teknik Sabo dengan empat parameter uji, yaitu: Uji kuat geser, berat jenis tanah, uji batas plastisitas, dan uji kelulusan air (Gambar 5).

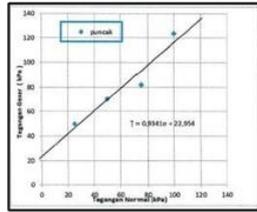


Gambar 5. Pengujian tanah (a) kuat geser (b) berat jenis (c) batas plastis (d) kelulusan air (Sabo, 2024)

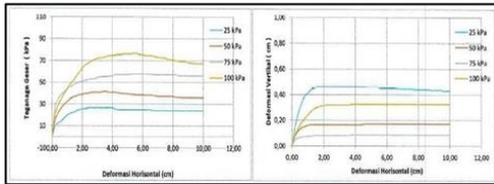
Hasil analisis laboratorium menunjukkan grafik pengujian tegangan geser dan deformasi vertikal (Gambar 6). Nilai Uji kuat geser tanah pada sampel 1 memiliki hasil 23 kPa, sudut yang terbentuk pada hasil grafik pengujian uji kuat geser adalah 43° yang tersaji pada (Gambar 7). Pada hasil laboratorium sampel 2 menunjukkan grafik pengujian tegangan geser dan deformasi vertikal (Gambar 8). Nilai uji kuat geser tanah pada sampel 2 memiliki hasil 9 kPa, sudut yang terbentuk 33° tersaji pada (Gambar 9).



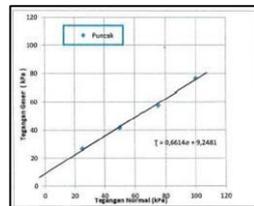
Gambar 6. Grafik hasil uji tegangan geser dan deformasi vertikal



Gambar 7. Grafik hasil uji kuat geser sampel 1



Gambar 8. Grafik hasil uji tegangan geser dan deformasi vertical



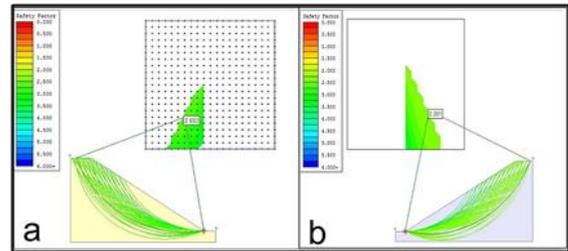
Gambar 9. Grafik hasil uji kuat geser sampel 2

Hasil analisis laboratorium menunjukkan nilai uji berat jenis tanah pada sampel 1 memiliki hasil 2,456 sedangkan pada sampel 2 memiliki hasil 2,491. Selanjutnya, dilakukan tahap uji batas plastis tanah pada sampel 1 memiliki nilai batas cair 47 dan batas plastis 8 sedangkan untuk sampel 2 tidak memiliki grafik hasil uji karena jumlah ketukannya kurang dari 25 ketukan. Pengujian selanjutnya uji kelulusan air pada sampel 1 memiliki nilai 0,0000146 m/s dan pada sampel 2 memiliki nilai 0,0000191 m/s (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil uji sifat keteknikan tanah

No	Jenis uji	Hasil uji	Keterangan
1	Uji kuat geser (sampel 1)	23	C, kPa
	Uji kuat geser (sampel 2)	33	derajat
2	Berat jenis tanah (sampel 1)	2,456	-
	Berat jenis tanah (sampel 2)	2,491	-
3	Uji batas plastis (sampel 1)	47	LL, Batas cair
	Uji batas plastis (sampel 2)	8	PI, Indeks Plastisitas
4	Uji kelulusan air (sampel 1)	0,0000146	m/s
	Uji kelulusan air (sampel 2)	0,0000191	m/s

Dalam penelitian ini dilakukan penambahan metode dua simulasi lereng untuk memperkuat hasil analisis menggunakan data sifat fisik dan mekanika tanah yang dibantu dengan software slide yang didapatkan hasil simulasi FK 2,693 pada simulasi pertama dan nilai FK 2,261 pada simulasi kedua yang termasuk kategori lereng longsor jarang terjadi (stabil) menurut Bowles, 1989 (Gambar 10).



Gambar 10. (a) Simulasi lereng 1 (b) simulasi lereng 2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil seluruh analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada hasil analisis geolistrik dipole-dipole ditemukan bidang gelincir pada lintasan pertama di daerah penelitian ditandai dengan nilai resistivitas yang kontras pada kedalaman 15-20 m yang dipisahkan oleh struktur sesar turun Gondangsari. Pada lintasan kedua tidak terdapat bidang gelincir namun terdapat indikasi struktur sesar turun Gondangsari. Berdasarkan uji sifat fisik dan mekanika tanah didapatkan hasil bahwa sifat tanah dengan kelas permeabilitas sedang menurut Umland dan O'Neil (1951). Tanah pada daerah ini bersifat jenuh yang dapat menambah beban tanah pada saat curah hujan tinggi dalam waktu yang lama. Berdasarkan analisis kestabilan lereng yang didapatkan kategori lereng aman, sehingga longsor pada daerah penelitian terjadi karena adanya struktur geologi yang berkembang

berupa sesar akibat vulkanisme dengan arah relatif timur - barat serta akibat dari tingkat pelapukan batuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada masyarakat di Desa Jambewangi, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah yang telah mengizinkan pelaksanaan penelitian ini dan ucapan terima kasih penyusun kepada dosen pembimbing yang sudah membimbing penyusun selama melakukan penelitian hingga penelitian ini selesai

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles. (1991). *Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Effendy, V. N. (2012). Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*). In *Skripsi*. FMIPA, Universitas Jember.
- Howard, A. (1967). *Drainage Analisis in Geologic Interpretation*. AAPG, Bulletin, Vol-51.
- Indriani. (2017). Analisis Gerakan Massa Berdasarkan Sifat Fisik Mekanik Tanah Daerah Kalijambe, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan*, Vol 1 No, 2, 39-49.
- Karnawati, D. (2007, Juli). Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat Gempabumi; Tinjauan Dan Analisis Geologi Teknik. *Dinamika Teknik Sipil*, Vol 7 No. 2.
- Mulyasari. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Analisis Bidang Gelincir Dan Studi Karakteristik Longsoran Di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, Vol 6 No 1, 66-76.
- Purwanti, F. (2013). Mitigasi Siaga Bencana Gerakantanah Dengan Perangkat Early Warning System (Ews) Daerah Bukit Manyaran Permai Kecamatan Gunung Pati Semarang Jawa Tengah. *Geological Engineering E-Journal*, Vol 5 No 2.
- Refa, D. I. (2015, April). Selatan, Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Di Bukit Lantiak Kecamatan Padang. *PILLAR OF PHYSICS*, Vol 5, 1-8.
- Setyaningsih, W. (2010). Pemetaan Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah Di Wilayah Grabag Kabupaten Magelang Propinsi Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 8 No. 1.
- Sugito. (2010, April). Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas. *Berkala Fisika*, Vol 13 No. 2, 49-54.
- Tanah, L. P. (1979). *Penuntun Analisa FIsika Tanah*. Badan Litbang Pertanian.
- Thanden, S. R. (1996). Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang, Jawa. *PPPG. Bandung*.
- Wesley, L. D. (2012). *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Penerbit Andi Yogyakarta.