

Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk Identifikasi Daerah Rawan Longsor (Studi Kasus di Desa Poka, Ambon)

Rian Amukti*, Cahya Damayanti, Abdul Kadir Yamko, Johanis Dominggus Lekalette

*Pusat Penelitian Laut Dalam, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Y. Syaranamual, Guru-Guru, Poka, Ambon, Indonesia 97233*

Abstrak

Bencana longsor merupakan salah satu jenis bencana yang sering terjadi di Indonesia yang menyebabkan banyak korban jiwa dan kehilangan harta benda. Kota Ambon merupakan daerah potensi longsor yang tinggi. Hal ini karena Kota Ambon merupakan daerah dengan kemiringan lereng yang curam, dan curah hujan yang tinggi sehingga dibutuhkan kajian untuk menanggulangi hal tersebut sebagai upaya mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bidang gelincir longsor dan arah longsor sebagai dasar untuk identifikasi daerah rawan longsor dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole. Penelitian ini telah dilakukan di Desa Poka, Kota Ambon, Propinsi Maluku. Pengukuran geolistrik menggunakan alat AGI Ministing dengan pengambilan data sebanyak 5 lintasan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa lapisan tanah yang didominasi dengan lempung dan gamping. Hasil rekonstruksi menunjukkan bahwa topografi daerah tersebut merupakan lereng dengan kemiringan 45°-80°, dan bidang gelincir terdapat setiap lintasan dengan kontras resistivitas ±25-60 Ωm pada kedalaman 5-15 meter. Sedangkan arah longsor mengarah pada arah tenggara.

Kata kunci: longsor; geolistrik; dipole-dipole; resistivitas; bidang gelincir

Abstract

[Title: Geoelectric Method Application of Dipole-Dipole Configuration for Identification of Landslide Prone Areas in Poka Village, Ambon] Landslide disaster is one type of disaster that often occurs in Indonesia which causes many casualties and loss of property. Ambon City is an area with high potential for landslides. This is because Ambon City is an area with steep slopes and high rainfall, so a study is needed to overcome this as a disaster mitigation effort. This study aims to determine the area of landslide slip and direction of landslides as a basis for identifying landslide-prone areas using the dipole-dipole configuration geoelectric method. This research was conducted in Poka Village, Ambon City, Maluku Province. Geoelectric measurements using the AGI Ministing tool with data retrieval as much as 5 tracks. Based on the results of the analysis, it was found that the soil layer was dominated by clay and limestone. The reconstruction results show that the topography of the area is a slope with a slope of 45°-80°, and the slip plane has each path with a resistivity contrast of ± 25-60 Ωm at a depth of 5-15 meters. While the direction of the landslide is directed to the southeast.

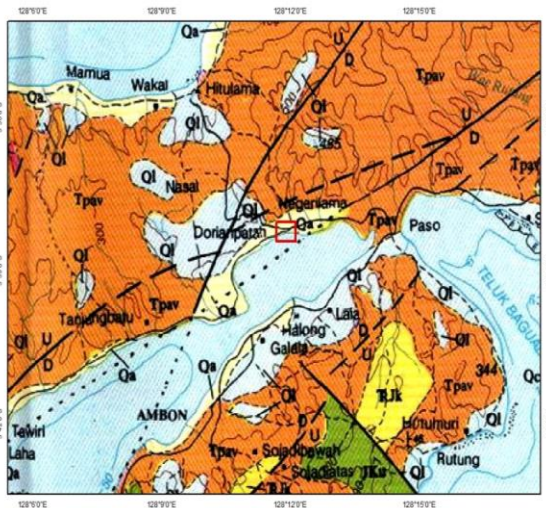
Keywords: landslides; geoelectric; dipole-dipole; resistivity; sliding plane

1. Pendahuluan

Sebagian daratan di Maluku memiliki kemiringan lereng yang curam menyebabkan banyak terjadi bencana

longsor. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menyatakan adanya potensi bencana tanah longsor di Kota Ambon dengan penduduk terpapar 81 ribu jiwa hingga tahun 2020. Hal ini mengindikasikan bahwa hampir separuh dari masyarakat kota Ambon berpotensi terpapar bencana tanah longsor (Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat, 2018).

*) Penulis Korespondensi
E-mail: rian019@lipi.go.id



Gambar 1. Lokasi penelitian di Desa Poka ditandai oleh kotak berwarna merah

Analisis ancaman longsor biasanya didapat dengan pendekatan parameter utama yaitu topografi *slope morphology* (Amukti *dkk.*, 2017), curah hujan, jenis tanah dan jenis tutupan lahan (Amukti *dkk.*, 2017). Untuk mengetahui jenis lapisan tanah metode geofisika yang efisien dan efektif digunakan adalah geolistrik.

Penelitian ini dilakukan di Desa Poka salah satu desa di Teluk Ambon (Gambar 1). Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui bidang gelincir longsor dan arah longsor kawasan Desa Poka dengan menganalisis distribusi nilai resistivitas di dalam bumi. Hasil distribusi resistivitas ini akan diinterpretasikan dengan keadaan parameter geologi seperti air, porositas, mineral, lempung, batuan koral dan parameter lainnya yang ada di lapangan (Sutasoma *dkk.*, 2017).

Metode geolistrik sangat efektif untuk digunakan pada pencitraan bawah permukaan yang bersifat dangkal, dengan kedalaman lebih dari 305 meter (Broto & Afifah, 2008). Metode geolistrik untuk identifikasi daerah longsor telah digunakan di berbagai negara, perkembangan paling signifikan penggunaan metode ini ada di Eropa sebanyak 73%, Asia 24% dan Amerika 3% (Perrone *dkk.*, 2014). Perkembangan metode geolistrik telah melalui tahap *electrical resistivity tomography* atau disingkat dengan metode ERT digunakan di Iran untuk merekonstruksi model longsor (Rezaei *dkk.*, 2019), kemudian metode ini juga dapat dibanding dengan metode GPR *ground penetrating radar* untuk mendapat model yang akurat dilakukan di Jerman (Sass *dkk.*, 2008). Sedangkan di Indonesia metode ini sangat diminati dan berkembang contohnya penelitian mitigasi bencana di kabupaten Minahasa untuk investigasi bidang gelincir tanah longsor



Gambar 2. Resistivimeter dengan Merk AGI Ministing

(As'ari *dkk.*, 2018), identifikasi prekursor tanah longsor di Bukik Lantiak (Pratama *dkk.*, 2018), identifikasi patahan pada batuan sedimen untuk keperluan tapak RDE Serpong (Suntoko & Wicaksono, 2018) dan identifikasi batuan andesit di Donggala, Sulawesi Tengah (Jayadi *dkk.*, 2019).

Kebaharuan dari penelitian ini adalah daerah yang diteliti belum pernah dilakukan penelitian serupa secara detil, dan belum didapatkan model rekonstruksi longsor di studi literatur yang telah dilakukan.

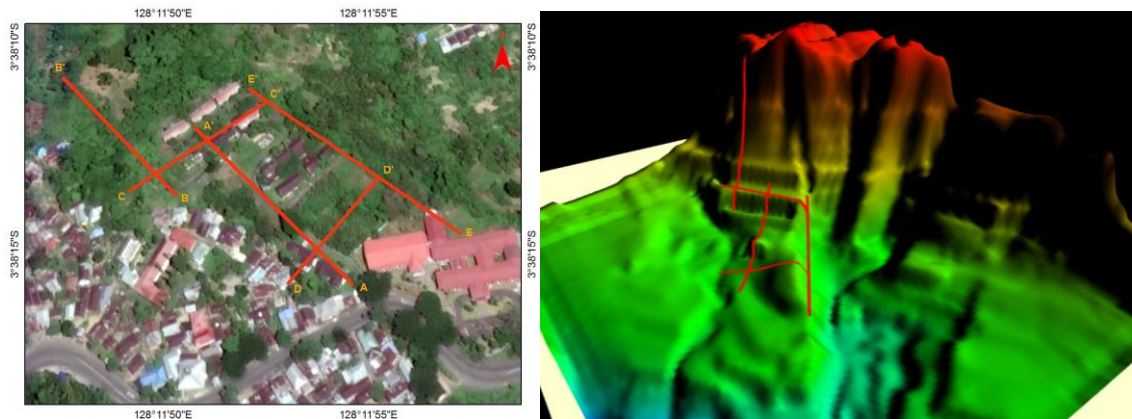
2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole, mulai dari akuisisi data dengan spasi 10 meter, kemudian pengolahan data menggunakan *re2dinv*, selanjutnya interpretasi data lapangan.

Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 1 Oktober - 11 November 2019 di Desa Poka, Kota Ambon pada koordinat $03^{\circ}38'15,70''$ LU- $128^{\circ}11'54,61''$ BT. Adapun desain survey lintasan geolistrik dapat dilihat pada (Gambar 3b).

2.1 Proses Akuisisi Data

Akuisisi data lapangan menggunakan metode geolistrik untuk mengukur resistivitas dengan alat resistivimeter AGI Ministing (Gambar 2). Alat ini terdiri dari 2 (dua) elektroda untuk injeksi arus dan 2 (dua) elektroda untuk mengukur beda potensial. Akuisisi geolistrik dilakukan dengan konfigurasi dipole-dipole dengan jarak spasi antar elektroda adalah 10 m.



Gambar 3 (a). Lintasan geolistrik (b) Topografi lokasi penelitian

Pengukuran geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole akan menghasilkan nilai resistivitas semu yang kemudian akan diinversi sehingga mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya. Nilai resistivitas ini yang mewakili jenis batuan atau geologi setempat. Target kedalaman yang diharapkan adalah berkisar 18-25 m, maka digunakan spasi 10 meter dengan perpindahan konfigurasi N hingga 6. Quality control data dapat dilakukan dengan melihat nilai resistivitas yang stabil dan meminimalisir noise, sehingga satu titik data diambil dengan penembakan arus minimal 3 kali. Jika nilai resistivitas yang dihasilkan bernilai minus maka penembakan arus harus diulangi, karena nilai resistivitas memiliki *noise*.

2.2 Proses Analisis Kestabilan Lereng

Pengukuran dilakukan sebanyak 5 lintasan dengan topografi yang curam di lintasan B-B' dengan kemiringan lereng antara 45° - 80° (Gambar 3b). Data topografi ini didapatkan dengan pengukuran melalui GPS garmin yang telah dikalibrasi terhadap *mean sea level*.

2.3 Proses Pengolahan dan Intrepetasi Data

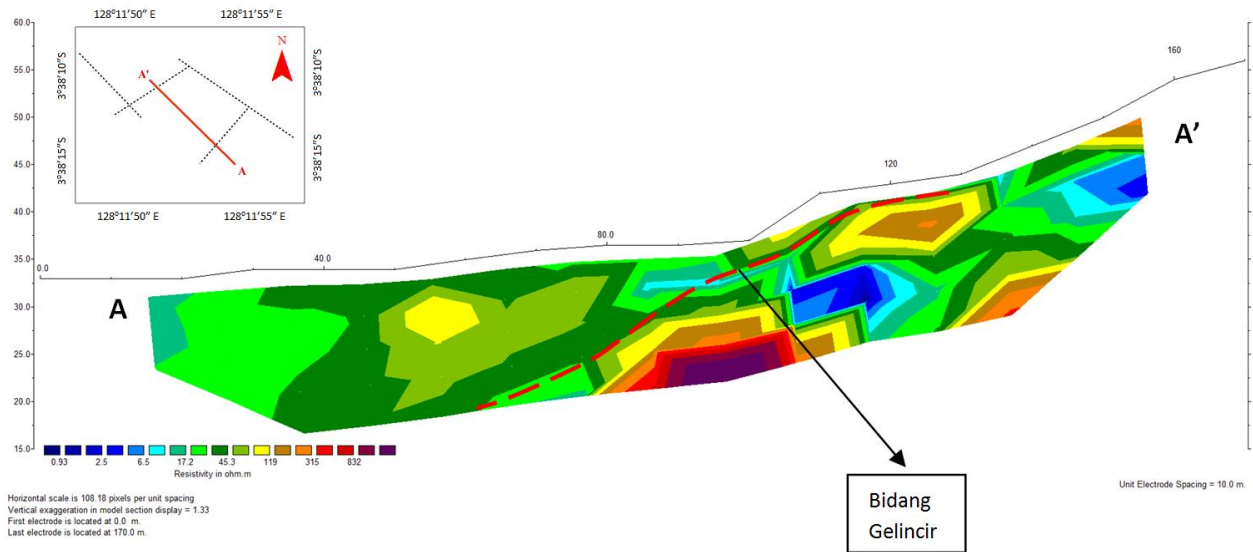
Data Geolistrik awalnya berupa besaran-besaran kuat arus yang diinjeksikan (I) dan besaran beda potensial (ΔV) akibat adanya injeksi arus. Dengan alat Geolistrik akan didapatkan besaran resistivitas semu pada titik-titik pengukuran. Nilai resistivitas semu kemudian dianalisis dengan program Res2dinv sehingga didapatkan nilai resistivitas sebenarnya tiap-tiap titik dalam penampang lintasan. Intrepetasi data di gambarkan secara 2D dan 3D dan dikorelasikan dengan peta geologi wilayah (Gambar 1) untuk mengetahui lapisan tanah bawah permukaan dan kedalaman dari bidang gelincir.

3. Hasil dan Pembahasan

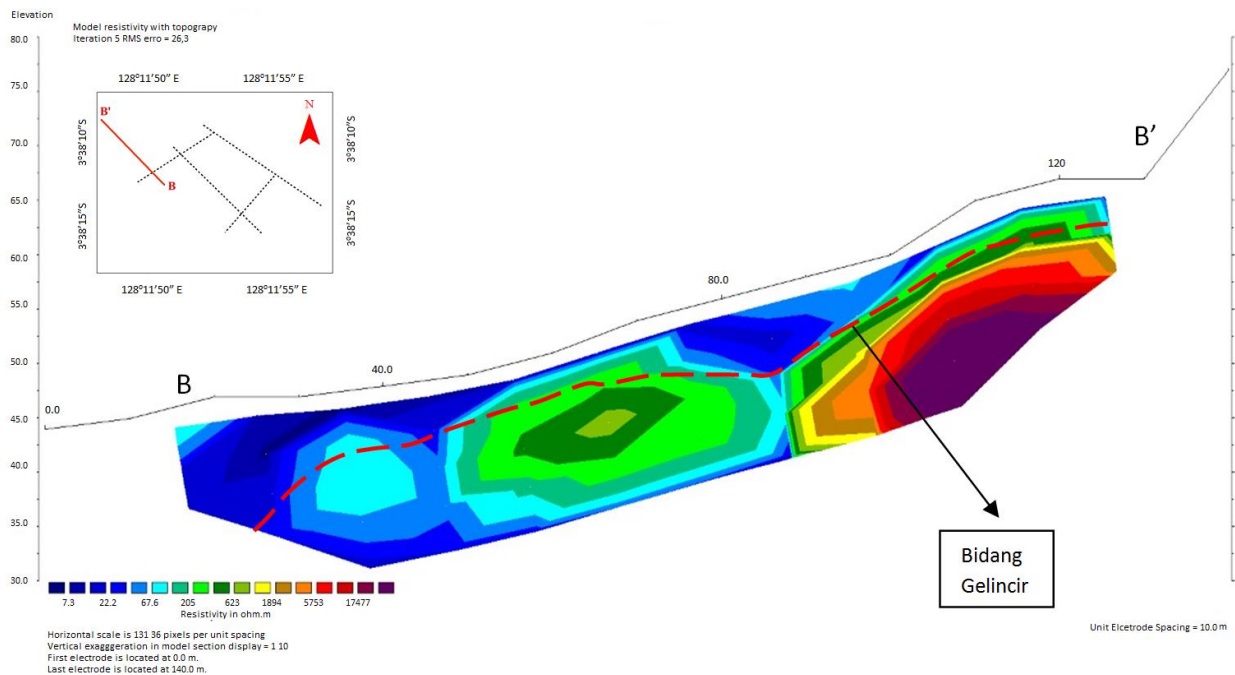
Hasil dari pengolahan data dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai resistivitas untuk batu gamping

sesuai dengan teori yang telah ada berkisar 3×10^2 - $1,5 \times 10^3 \Omega m$ dan nilai aluvial berkisar $1,8 \times 10^2$ - $4 \times 10^3 \Omega m$ (Whittington *dkk.*, 1981), sedangkan nilai batu lempung (*clay*) 1-20 Ωm , batu gamping berpori seperti koral memiliki nilai 20-200 Ωm (Minning, 1973). Hasil dari pengambilan data pada lintasan 1 adalah pada Gambar 4.

Hasil intrepetasi pada Gambar 4 diperoleh informasi terkait daerah yang diperkirakan merupakan lempung yang di tandai dengan warna biru dengan nilai resistivitas 2,5 Ωm sampai 17,2 Ωm . Batuan gamping berpori berupa gamping terdapat dibagian dasar dengan nilai resistivitas 45,3-832 Ωm . Terdapat indikasi bidang gelincir yang di tandai dengan daerah yang memiliki kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan pada kedalaman mulai dari 5 m sampai 20 m, dan memiliki indikasi adanya akumulasi air permukaan yang berwarna biru dengan nilai resistivitas rendah yaitu 0,93 Ωm . Hasil intrepetasi pada Gambar 5 diperoleh informasi terkait daerah yang di perkirakan merupakan lapisan lempung yang di tandai dengan warna biru dengan nilai resistivitas 7,3 Ωm sampai 22,2 Ωm . Batuan gamping berpori terdapat dibagian dasar dengan nilai resistivitas 67,5-205 Ωm , dan batuan besment dengan nilai resistivitas 623-17477 Ωm . Terdapat indikasi bidang gelincir yang di tandai dengan daerah yang memiliki kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan pada kedalaman mulai dari 5 m sampai 10 m. Gambar 5 penampang resistivitas B-B' ini telah dimodifikasi sedikit untuk topografinya, dikarenakan jika digunakan nilai topografi riil lapangan maka akan terjadi eror di pixel windows, hal ini disebabkan oleh medan yang sangat curam dengan kemiringan lereng hingga 80° (Gambar 3b). Modifikasi ini dilakukan untuk memperlihatkan hasil penampang resistivitas agar tidak terpotong oleh windows, tapi tidak mengurangi keakuratan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. Model 2D lintasan A-A'

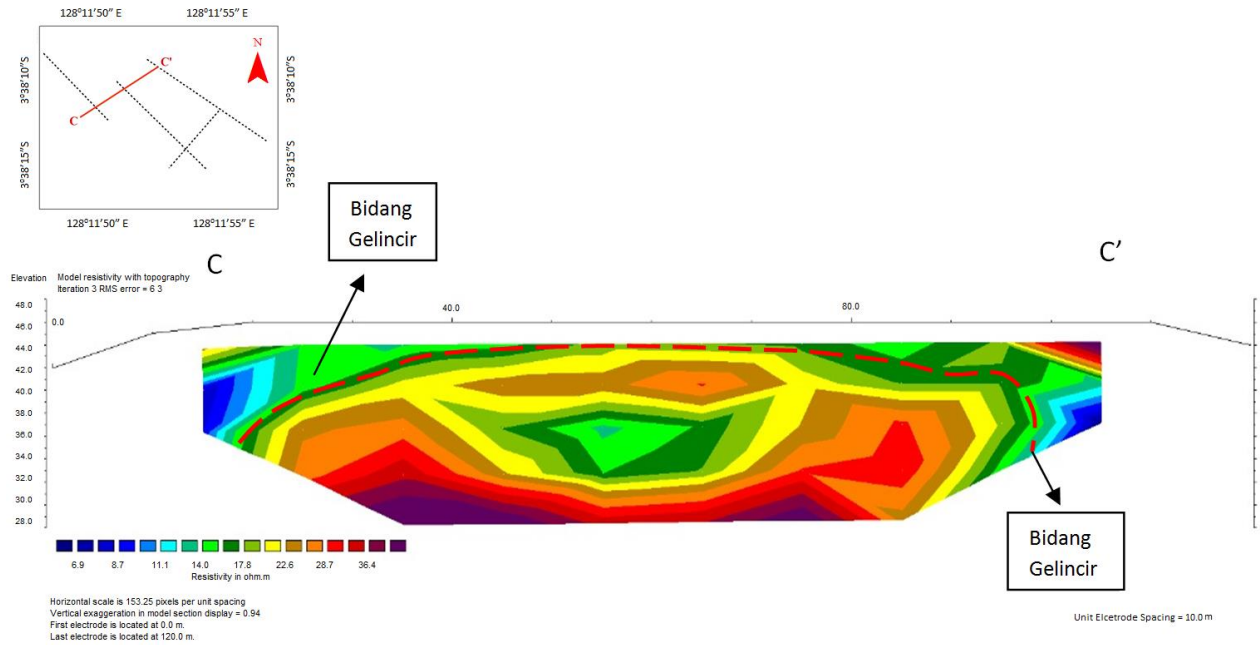


Gambar 5. Model 2D lintasan B-B'

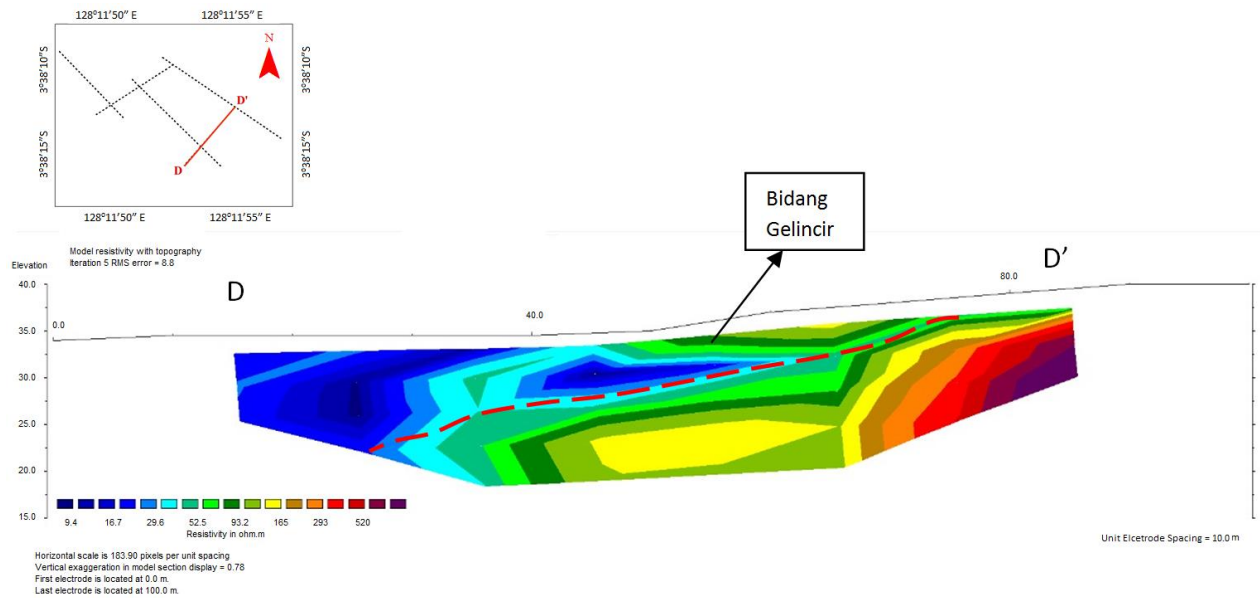
Hasil intepetasi pada Gambar 6 diperoleh informasi terkait daerah yang di perkirakan merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 6,9 sampai 17,8 Ω m. Batuan gamping berpori berupa koral terdapat dibagian dasar dengan nilai resistivitas 22,6-38,4 Ω m, Terdapat indikasi bidang gelincir yang di tandai dengan daerah yang memiliki kontras resistivitas antar dua

batuan yang saling berdekatan pada kedalaman mulai dari 5 m, dengan arah Barat daya dan Timur laut.

Hasil intepetasi pada Gambar 7 diperoleh informasi terkait daerah yang di perkirakan merupakan lapisan lempung yang di tandai dengan warna biru dengan nilai resistivitas 9,4 sampai 29,6 Ω m. Terdapat indikasi bidang gelincir sekitar daerah yang memiliki



Gambar 6. Model 2D lintasan C-C'



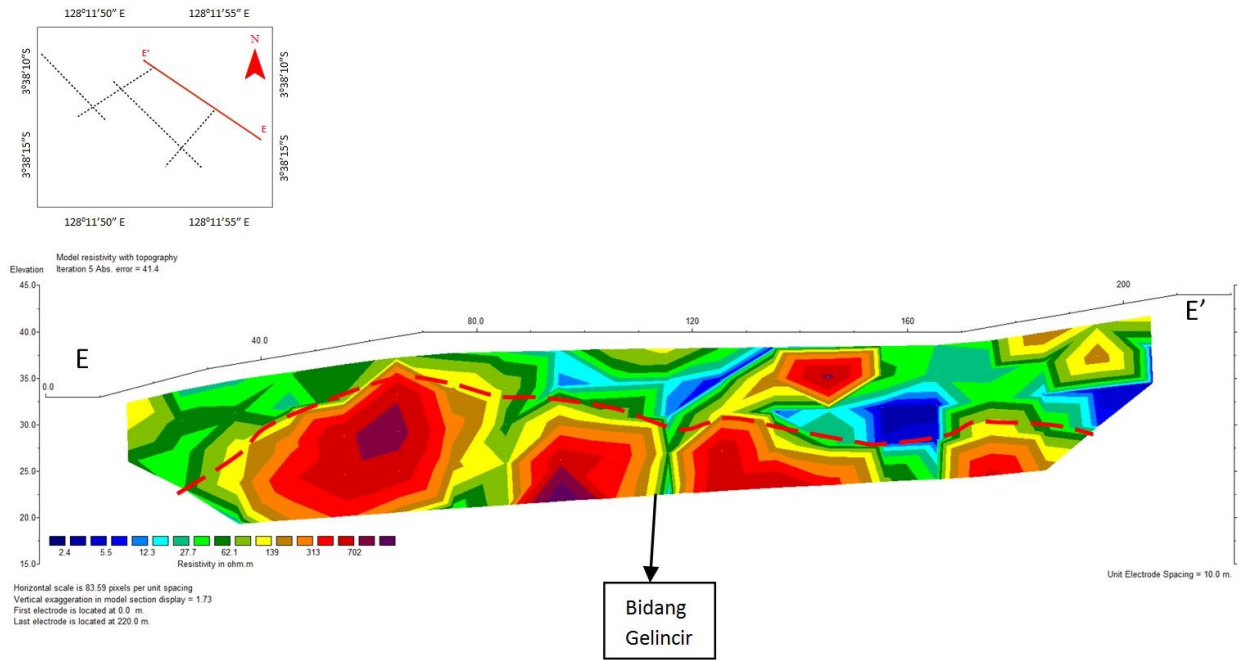
Gambar 7. Model 2D lintasan D-D'

kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan pada kedalaman mulai dari 5 m sampai 15 m dengan nilai resistivitas 30 sampai 93,2 Ω m.

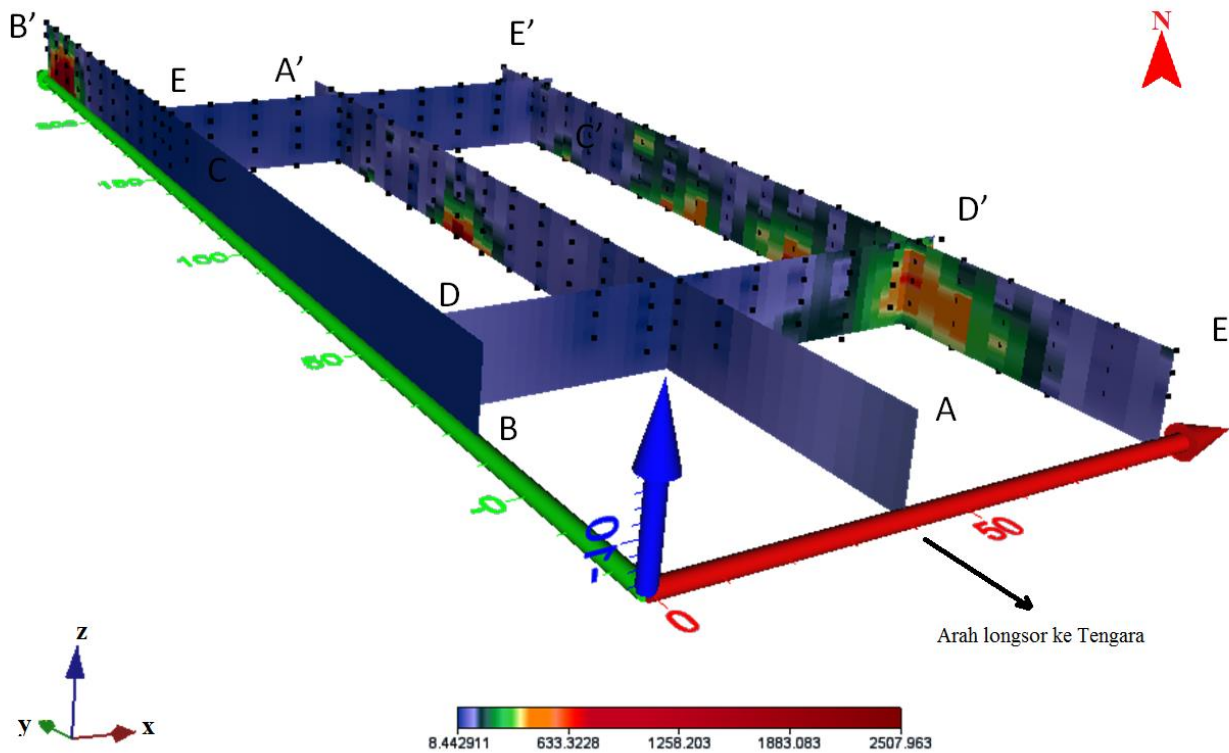
Hasil intepretasi pada Gambar 8 diperoleh informasi terkait daerah yang di perkirakan merupakan lapisan lempung yang di tandai dengan warna biru dengan nilai resistivitas 2,4 sampai 12,3 Ω m dan nilai resistivitas batuan koral adalah 63 sampai 313 Ω m.

Terdapat indikasi bidang gelincir sekitar daerah yang memiliki kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan pada kedalaman mulai dari 25 m, serta memiliki indikasi air permukaan.

Berdasarkan hasil interpretasi dari penampang 2D dari daerah penelitian diatas, didapatkan hasil pengolahan data geolistrik tiap lintasan yang disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 8. Model 2D lintasan E-E'



Gambar 9. Model 3 dimensi hasil inversi resistivitas

Tabel 1. Hasil perbandingan nilai resistivitas lapisan batuan

| Lintasan | Resistivitas (Ωm) | Jenis Lapisan Batuan |
|----------|-----------------------------|----------------------|
| A-A' | 0,93-17,2 | Lempung |
| | 45,3 - 832 | Gamping |
| B-B' | 7,3 – 22,2 | Lempung |
| | 67,5- 205 | Gamping |
| | 623-17477 | Basement |
| C-C' | 6,9-17,8 | Lempung |
| | 22,6-38,4 | Gamping |
| D-D' | 9,4- 29,6 | Lempung |
| | 30-93,2 | Gamping |
| E-E' | 2,4-12,3 | Lempung |
| | 63-313 | Gamping |

Pada Gambar 9 tampak zona merah merupakan zona bidang gelincir yang menggambarkan bahwa daerah penelitian memiliki potensi kerawanan longsor. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lapisan material penyusun daerah penelitian adalah didominasi oleh lempung dan gamping. Hal ini menunjukkan bahwa penyebab terjadinya longsor dapat diakibatkan oleh jenis lapisan material yang memiliki tingkat sedimentasi yang rendah sehingga ikatan antar partikel material sangat lemah. Sementara itu kedalaman bidang gelincir terdapat pada kedalaman rata-rata 5- 15 m yang merupakan batas antara lempung dengan gamping. Untuk identifikasi arah longsor, berdasarkan model 3 dimensi diketahui arah longsor berada pada arah tenggara. Hal ini dapat dikarenakan oleh keadaan topografi ke arah tenggara lebih rendah dibandingkan arah utara.

4. Kesimpulan

Dari Interpretasi data yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah penelitian merupakan daerah lereng yang cukup curam (kemiringan 45° - 80°) dengan dominasi lapisan batuan berupa material lempung dan gamping. Daerah penelitian memiliki resiko akan terjadi longsor ke arah tenggara dengan bidang gelincir yang memiliki nilai kontras resistivitas diantara 25-60 Ωm , dengan kedalaman rata-rata 5-15 m yang terdapat diantara lapisan lempung dan lapisan gamping.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Laut Dalam – LIPI yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

Amukti, R., Isniarno, N. F., & Wijaksana, I. K. (2017). Analisis Daerah Rawan Longsor Dengan

Menggunakan Metode Anbalagan Dan Sistem Informasi Geografi Di Desa Margamukti, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Prosiding Snapp: Sains Dan Teknologi*, 329–336.

http://proceeding.unisba.ac.id/index.php/sains_teknologi/article/view/1268

Amukti, R., Mildan, D., Dinata, I. A., & Isniarno, N. F. (2017). Identifikasi Kerentanan Longsor Daerah Pangalengan Dengan Metode Slope Morphology. *Jpse (Journal Of Physical Science And Engineering)*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.17977/Um024v2i12017p001>

As'ari, Tongkukut, S. H. ., & Tamuntuan, G. H. (2018). Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipol-Dipol Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Alam Di Kabupaten Minahasa. *Jurnal Mipa*, 7(2), 33-36. <https://doi.org/10.35799/Jm.7.2.2018.21513>

Broto, S., & Afifah, R. S. (2008). Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger. *Teknik*, 29(2), 120–128. <https://doi.org/10.14710/Teknik.V29i2.1939>

Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat. (2018). Laporan Kajian Kerentanan Dan Risiko Iklim Provinsi Maluku. In *Indonesia Office Of Environment*. Maluku.

Jayadi, H., Meidji, I. U., & Tang, B. Y. (2019). Identifying Andesite Rocks Sources Using Geoelectrical Resistivity in Loli, Donggala Regency, Central Sulawesi. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*. 4(2), 45-44. <https://doi.org/10.17977/um024v4i22019p045>

Minning, R. C. (1973). Electrical Resistivity Method. In *Water Well Journal* (Vol. 27, Issue 6). <https://doi.org/10.1017/Cbo9781139088435.005>

Perrone, A., Lapenna, V., & Piscitelli, S. (2014). Electrical Resistivity Tomography Technique For Landslide Investigation: A Review. *Earth-Science Reviews*, 135, 65–82. <https://doi.org/10.1016/J.Earscirev.2014.04.002>

Pratama, R. K., Akmam, & Mahrizal. (2018). Identifikasi Prekursor Tanah Longsor Berdasarkan Perubahan Nilai Tahanan Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Time-Lapse Konfigurasi Dipole-Dipole Di Bukik Lantiak Kecamatan Padang Selatan. *Pillar Of Physics*, 11(1), 41–48.

Rezaei, S., Shooshpasha, I., & Rezaei, H. (2019). Reconstruction Of Landslide Model From Ert, Geotechnical, And Field Data, Nargeschal Landslide, Iran. *Bulletin Of Engineering Geology And The Environment*, 78(5), 3223–3237. <https://doi.org/10.1007/S10064-018-1352-0>

S. Tjokrosapetro, E. R. Dan A. A. (1993). *Peta Geologi*

- Lembar Ambon, Maluku* (Pp. 2612–1613). Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi (Pppg).
- Sass, O., Bell, R., & Glade, T. (2008). Comparison Of Gpr, 2d-Resistivity And Traditional Techniques For The Subsurface Exploration Of The Öschingen Landslide, Swabian Alb (Germany). *Geomorphology*, 93(1–2), 89–103. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.12.019>
- Suntoko, H., & Wicaksono, A. B. (2018). Identifikasi Patahan Pada Batuan Sedimen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole Di Tapak Rde Serpong, Banten. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 81. <https://doi.org/10.17146/jpen.2017.19.2.4045>
- Sutasoma, M., Susilo, A., & Suryo, E. A. (2017). Penyelidikan Zona Longsor Dengan Metode Resistivitas Dan Analisis Stabilitas Lereng Untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor. *Indonesian Journal Of Applied Physics*, 7(1), 35. <https://doi.org/10.13057/ijap.v7i1.8784>
- Whittington, H. W., Mccarter, J., & Forde, M. C. (1981). The Conduction Of Electricity Through Concrete. *Magazine Of Concrete Research*, 33(114), 48–60. <https://doi.org/10.1680/Macr.1981.33.114.48>