

Pemantauan Kestabilan Lereng Bukit di Lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon Menggunakan Metode Geolistrik

Monitoring of Slope Stability in the Environment of Pura Siwa Stana Giri in Ambon City Using Geoelectrical Method

Gede Wiratma Jaya*¹, Samsul Bahri², Zulfiah³, Aditya Ramadhan⁴

¹Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

^{2,4}Program Studi Teknik Geofisika, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

³Program Studi Teknik Geologi, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

*Corresponding author e-mail: gedewiratmajaya.unpatti@gmail.com

Abstrak

Tanah longsor di daerah perbukitan umumnya disebabkan oleh ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng sehingga terjadi perpindahan massa tanah dan batuan. Metode yang biasa digunakan untuk kegiatan monitoring kestabilan lereng ialah metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan sebuah metode yang dapat mendeteksi struktur bawah permukaan berdasarkan hambatan jenis tanah dan batuan. Tujuan dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini ialah melakukan pemantauan kestabilan lereng di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon menggunakan metode geolistrik. Kegiatan PKM ini terdiri atas lima tahapan yakni, (1) koordinasi dengan Ketua lembaga Parisada Hindu Dharma Indonesia (PHDI) Provinsi Maluku, (2) melakukan survei pendahuluan, (3) akuisisi data geolistrik, (4) pengolahan data hasil akuisisi data, dan (5) sosialisasi kepada umat Hindu Kota Ambon. Hasil pemantauan menggunakan Google Earth presentase kemiringan (slope) rata-rata di lokasi pengabdian sebesar 15%. Kemudian pada kedalaman 1 – 7 meter, dapat dikategorikan sebagai zona lemah dengan rentang resistivitas 11 – 30 Ω m. Pada zona ini material tanah sangat mudah untuk bergeser atau bergerak terutama saat terjadi musim hujan dengan intensitas tinggi. Porositas tanah di lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon memiliki variasi antara 26% hingga 47% dengan nilai porositas cenderung meningkat seiring kenaikan topografi lereng. Hasil PKM melalui kegiatan sosialisasi mendapatkan respon positif dari Ketua PHDI Provinsi Maluku dan Umat Hindu Kota Ambon.

Kata kunci: Pemantauan, Tanah Longsor, Resistivitas, Geolistrik

Abstract

Landslides in hilly areas are generally caused by an imbalance of force acting on the slopes, resulting in the movement of soil and rock masses. The most common method used for monitoring slope stability is the geoelectrical method. Geoelectrical method is a technique that can detect the subsurface structure based on the resistivity of different types of soil and rock. The purpose of this community service (PKM) activity is to monitor the stability of the slope in the area of Pura Siwa Stana Giri Ambon City using the geoelectric method. The PKM activity consists of five stages, namely: (1) coordination with the Chairman of the Parisada Hindu Dharma Indonesia (PHDI) of Maluku Province, (2) conducting a preliminary survey, (3) acquiring geoelectric data, (4) processing data from data acquisition, and (5) socialization to the Hindu community of Ambon City. The results of monitoring using Google Earth showed that the average slope percentage in the research location was 15%. Then at a depth of 1-7 meters, it can be categorized as a weak zone with a resistivity range of 11-30 Ω m. In this zone, the soil material is very easy to shift or move, especially when there is a rainy season with high intensity. The soil porosity in the area of Pura Siwa Stana Giri Ambon City ranges from 26% to 47%, with porosity values tending to increase with increasing slope topography. The results of PKM through socialization activities received a positive response from Chairman of the PHDI Maluku Province and the Hindu community in Ambon City.

Keywords: Monitoring, Landslide, Resistivity, Geoelectric

PENDAHULUAN

Tanah longsor yang terjadi di wilayah perbukitan merupakan salah satu penyebab bencana alam (Mubekti & Alhasanah, 2008). Hal ini dikarenakan adanya pengaruh gaya berat dan ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng sehingga terjadinya perpindahan massa tanah dan batuan (Naryanto et al., 2019). Penyebab terjadinya tanah longsor dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanah pada lapisan atas permukaan (*top soil*), kemiringan lereng, dan tinggi rendahnya intensitas curah hujan (Eka Saputra et al., 2016). Musim hujan yang terjadi di Kota Ambon dengan intensitas tinggi dan cukup sering pada bulan Juni hingga Agustus (Sinay & Kembauw, 2021) membuat wilayah di daerah perbukitan menjadi lebih waspada dikarenakan adanya potensi tanah longsor yang dapat terjadi sewaktu-waktu.

Kondisi geografis Kota Ambon didominasi oleh wilayah perbukitan dengan presentase sebesar 75% membuat sebagian besar masyarakat membangun pemukiman di daerah lereng dengan presentase kemiringan lereng di atas 20% (Kesaulya et al., 2016). Selain itu jenis tanah di Kota Ambon sebagian besar didominasi oleh jenis tanah Litosol dengan presentase sebesar 73,93%, kemudian diikuti jenis tanah Renzina sebesar 15,58%, jenis tanah Aluvial sebesar 5,86%, dan jenis tanah Kambisol sebesar 4,64% dari total luas wilayah kota Ambon (Rakuasa & Rifai, 2020). Apabila terjadi peningkatan intensitas curah hujan, maka kemungkinan besar akan terjadi tanah longsor di daerah dengan presentase kemiringan lereng di atas 20%. Tanah longsor dapat dicegah dengan cara melakukan kegiatan monitoring dan pemantauan salah satunya menggunakan metode geofisika.

Metode geofisika merupakan sebuah metode untuk mengidentifikasi lapisan suatu permukaan bumi maupun isi kandungan bumi (batuan) menggunakan dasar-dasar dan prinsip keilmuan fisika. Metode geofisika terdiri dari beberapa metode yaitu metode gaya berat (*Gravity*),

metode geomagnet (Magnetik), metode seismik, metode georadar (*Ground Penetrating Radar*), dan metode geolistrik (Broto & Putranto, 2011). Masing-masing metode geofisika memiliki tujuan penggunaan yang berbeda berdasarkan data yang ingin dicari. Misalnya metode geomagnet dan georadar digunakan untuk mencari sumber-sumber mineral tertentu (Erfan et al., 2019). Sedangkan metode gaya berat, seismik, dan geolistrik lebih sering digunakan untuk menggambarkan struktur bawah permukaan bumi, jenis tanah dan batuan (Bahri et al., 2022; Erfan et al., 2019; Rizkiani & Rustadi, 2019; Sugita et al., 2020).

Kestabilan lereng dapat dimonitoring menggunakan metode geolistrik, hal ini dikarenakan metode geolistrik memiliki keunggulan dari sisi biaya relatif murah, tidak merusak lingkungan, dan mampu mendeteksi struktur bawah permukaan bumi sampai kedalaman beberapa meter berdasarkan sifat resistivitas (hambatan jenis) tanah dan batuan (Mulyasari et al., 2021; Pambudi et al., 2022). Selain itu metode geolistrik dapat mendeteksi keberadaan bidang gelincir berdasarkan data penampang resistivitas sebagai lapisan *clay* yang memiliki resistivitas relatif rendah terhadap batuan dasar yang memiliki resistivitas yang tinggi (Farhati & Rosid, 2022).

Negeri Nusaniwe Kota Ambon didominasi wilayah perbukitan dan terdapat salah satu daerah perbukitan yang lokasinya berada di atas area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Ambon. Posisi bukit yang berada di atas lingkungan Pura Siwa Stana Giri Ambon sangat perlu untuk dilakukan pemantauan kestabilan lereng bukit menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi *dipole-dipole*. Tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya tanah longsor yang dapat terjadi sewaktu-waktu apabila intensitas curah hujan di kota Ambon lebih tinggi. Alasan menggunakan konfigurasi dipole-dipole pada metode geolistrik adalah konfigurasi ini paling sederhana dengan empat susunan elektroda dan dapat menghasilkan gambaran bawah permukaan dengan jangkauan relatif lebih dalam dibandingkan konfigurasi lain seperti

Wenner dan Schlumberger (Febriani et al., 2020; Hasnawati et al., 2019). Keunggulan yang dimiliki oleh metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole membuat kegiatan pemantauan dan pemantauan kestabilan lereng bukit dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan tidak membutuhkan banyak biaya. Sehingga hasil pemantauan dapat memberikan informasi berupa nilai hambatan (resistivitas) tanah yang dapat digunakan sebagai perencanaan mitigasi tanah longsor pada bidang gelincir di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.

METODE

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dilakukan di Pura Siwa Stana Giri yang berada di wilayah Pemerintahan Negeri Nusaniwe, Kecamatan Nusaniwe, Kota Ambon. Pelaksanaan kegiatan PKM berlangsung dimulai dari tanggal 25 Juli 2023 sampai dengan 01 November 2023. Adapun peta lokasi pemantauan kestabilan lereng bukit ditampilkan pada Gambar 1. Tahap pertama pelaksanaan kegiatan PKM ini dimulai dengan melakukan koordinasi dengan Ketua lembaga Parisada Hindu Dharma Indonesia (PHDI) Provinsi Maluku untuk berdiskusi dan pemaparan materi kegiatan PKM dalam rangka pemantauan kestabilan lereng bukit di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.



Gambar 1. Peta lokasi pemantauan kestabilan lereng bukit di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.

Tahap kedua kegiatan PKM ini adalah melakukan survey pendahuluan untuk memastikan lokasi lintasan geolistrik dan panjang lintasan geolistrik yang akan digunakan. Hal ini berkaitan dengan

kedalaman lapisan bawah permukaan yang dapat diinterpretasikan oleh alat geolistrik. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan persiapan alat geolistrik untuk memastikan peralatan yang digunakan dapat berjalan dengan baik dan tidak mengalami kerusakan pada saat dilakukan pengukuran di lapangan.

Tahap ketiga melakukan proses pengambilan data lapangan menggunakan alat geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole. Lintasan geolistrik yang digunakan sebanyak satu lintasan dan data pengukuran yang diambil adalah nilai arus listrik (I) dan tegangan listrik (V). Selain itu dilakukan pengambilan data tambahan berupa porositas tanah untuk mengetahui seberapa besar nilai porositas tanah yang dihasilkan.

Tahap keempat melakukan pengolahan data dari hasil pengukuran geolistrik dengan konfigurasi *dipole-dipole* menggunakan metode inversi untuk mendapatkan gambaran lapisan bawah permukaan lereng bukit berdasarkan nilai hambatan jenis yang dihasilkan. Selain itu melakukan pengolahan data porositas tanah untuk mendapatkan nilai porositas tanah yang berada di area lereng bukit.

Tahap kelima adalah melakukan kegiatan sosialisasi terhadap hasil kegiatan PKM kepada Umat Hindu Kota Ambon sebagai upaya dalam memberikan informasi terkait kondisi kestabilan lereng yang ada di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri sekaligus meminta saran dan masukan terkait hasil kegiatan PKM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Pemantauan Kestabilan Lereng Bukit

Lokasi pemantauan kestabilan lereng bukit berada di atas area Utama Mandala Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon yang menjadi tempat umat Hindu melaksanakan kegiatan persembahyangan. Bukit tersebut ditunjukkan pada garis merah di Gambar 2(a) dan Gambar 2(b) dengan sudut kemiringan sebesar $25,08^\circ$ dan panjang kemiringan lereng kurang lebih sekitar 125 m. Kondisi tanah yang ditemui di

lokasi pemantauan berukuran Lanau. Lokasi tersebut dipilih dikarenakan di bawah lereng bukit terdapat bangunan gedung dua lantai sekretariat bersama pengurus Lembaga Hindu Provinsi Maluku yang berada di area luar Utama Mandala Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.



(a)

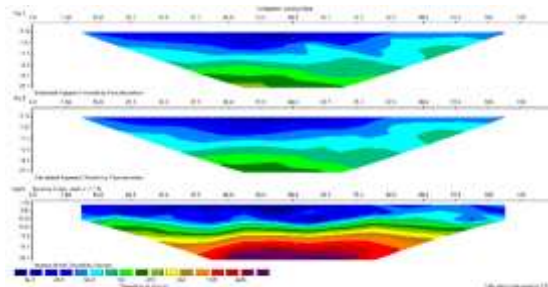


(b)

Gambar 2. (a) Posisi bukit yang berada di atas Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon dan (b) kondisi bukit yang dijadikan lokasi pemantauan kestabilan lereng.

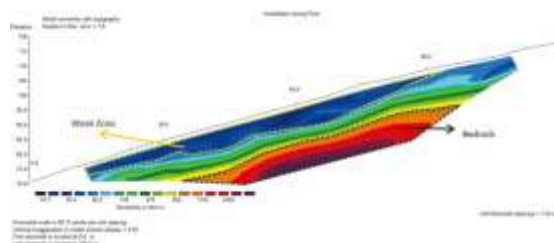
Pengambilan dan Pengolahan Data Lapangan Geolistrik

Akuisisi data geolistrik menggunakan alat resistivitymeter Naniura NRD 300. Konfigurasi yang digunakan adalah dipole-dipole karena memiliki sensitivitas yang baik secara lateral (Everett, 2013). Panjang lintasan ialah 120 meter dengan spasi elektroda 7,5 meter. Data hasil pengukuran lapangan yang didapatkan berupa nilai resistivitas semu, kemudian untuk mendapatkan nilai resistivitas bawah permukaan sebenarnya dilakukan proses inversi menggunakan *software* RES2DINV. Hasil penampang bawah permukaan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil inversi data geolistrik lereng bukit di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri.

Berdasarkan hasil inversi, jumlah iterasi sebanyak 6 menghasilkan nilai eror sebesar 7,7%. Rentang nilai resistivitas pada lokasi pengambilan data berada di nilai antara 11,94 Ωm hingga 6.092,30 Ωm . Lapisan *bedrock* berada pada kedalaman sekitar 12 meter dengan rentang resistivitas di atas 1.169 Ωm . Kemudian lapisan di atasnya merupakan kerikil dan pasir yang berasal dari hasil pelapukan batuan *bedrock* dengan nilai resistivitas 62,2 Ωm hingga 1.169 Ωm . Kemudian lapisan paling atas merupakan lanau dan pasir halus dengan nilai resistivitas antara 11,94 Ωm hingga 62,2 Ωm . Hasil inversi dengan data topografi ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampang resistivitas 2D dengan data topografi.

Data topografi menunjukkan lereng tanah pada daerah pengabdian memiliki tingkat kecuraman yang sedang dengan kemiringan lereng 25,08°. Dari hasil pemantauan menggunakan Google Earth presentase kemiringan (*slope*) rata-rata di lokasi pengabdian sebesar 15%. Kemudian pada kedalaman 1 – 7 meter dapat dikategorikan sebagai zona lemah. Pada zona ini material tanah sangat mudah untuk bergeser atau bergerak terutama saat terjadi musim hujan dengan intensitas tinggi.

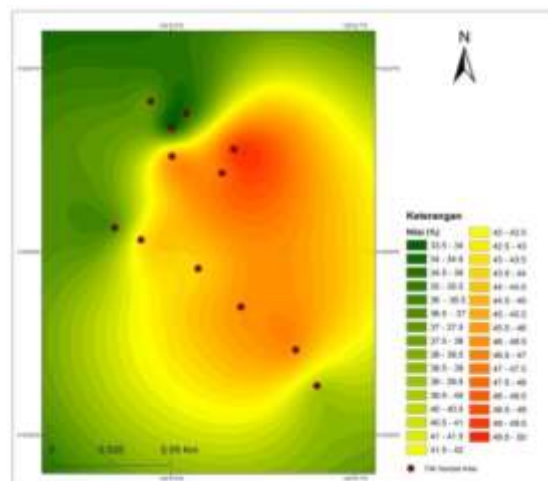
Pengambilan dan Pengolahan Data Porositas Tanah

Porositas merupakan ukuran fraksi pori di dalam batuan atau tanah. Semakin tinggi porositas maka tanah tersebut akan lebih banyak menyimpan dan mengalirkan air. Metode yang digunakan untuk mengukur porositas tanah ialah metode gravimetri. Metode ini dilakukan dengan menggunakan timbangan standar terkalibrasi dan gelas ukur terkalibrasi untuk mengukur volume pori dan volume total partikel. Sampel tanah yang diambil berada pada kedalaman 10 – 20 cm sebanyak 12 titik dan tersebar di lingkungan Pura Siwa Stana Giri dengan spasi tiap titik 25 meter. Data porositas tiap titik ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Porositas Tanah di Lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon

Nama Titik	Porositas
A1	28,2%
A2	43,6%
A3	39,6%
A4	43,1%
A5	44,4%
A6	32,6%
B1	39,6%
B2	31,5%
B3	40,1%
B4	47,4%
B5	26,6%
B6	38,2%

Porositas tanah di lingkungan Pura Siwa Stana Giri berada di kisaran 26% - 47%. Nilai porositas cenderung semakin besar seiring kenaikan topografi, hal ini karena di daerah bagian bawah memiliki kandungan lempung yang lebih tinggi dibandingkan daerah bagian atas. Tanah lempung memiliki ukuran butir yang kecil dimana lapisan ini bersifat kedap air dan padat. Ukuran pori yang kecil akan menurunkan laju infiltrasi sehingga air sulit untuk masuk ke dalam tanah dan cenderung mengalir ke bawah. Sebaran porositas tanah ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Distribusi nilai porositas tanah bukit di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.

Kegiatan Sosialisasi Hasil Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)

Kegiatan sosialisasi ini dilakukan pada saat proses pengolahan data dan pembuatan laporan selesai dibuat. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memberikan informasi mengenai kondisi kestabilan lereng bukit berdasarkan data geolistrik di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon. Acara sosialisasi ini dihadiri oleh Ketua PHDI Provinsi Maluku dan Umat Hindu Kota Ambon. Materi sosialisasi yang disampaikan dimulai dari pengenalan secara singkat teknologi geolistrik, metode pengambilan data, pemaparan hasil pengolahan data, dan kegiatan diskusi terkait rencana pencegahan terhadap potensi longsor di lokasi pengambilan data geolistrik.

Hasil kegiatan sosialisasi ini mendapatkan masukan yang positif dari Ketua PHDI Provinsi Maluku dan Umat Hindu Kota Ambon. Harapan dari Ketua PHDI Provinsi Maluku adalah Tim Pengabdian PKM dapat melanjutkan kembali pengambilan data geolistrik dengan titik lokasi yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan informasi secara lengkap terkait kondisi dan struktur lapisan bawah permukaan bukit yang ada di area lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Penyampaian materi sosialisasi hasil kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dan (b) Foto bersama dengan Pimpinan Lembaga Hindu dan Umat Hindu Kota Ambon.

KESIMPULAN

Metode geofisika, khususnya metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole memberikan gambaran terkait struktur bawah permukaan dan dapat digunakan untuk menganalisis kestabilan sebuah lereng. Penelitian ini fokus pada kestabilan lereng bukit di sekitar Pura Siwa Stana Giri Ambon. Hasil pengukuran geolistrik menunjukkan struktur lapisan tanah, dengan lapisan *bedrock* pada kedalaman sekitar 12 meter, sedangkan zona lemah berada pada kedalaman 1-7 meter dengan rentang nilai resistivitas 11-30 Ω m. Metode ini dianggap efektif karena biayanya relatif murah, tidak merusak lingkungan, dan dapat memberikan informasi tentang resistivitas tanah. Pengambilan data porositas tanah juga dilakukan untuk memahami kemampuan tanah dalam menyerap air. Porositas tanah

di lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon bervariasi antara 26% hingga 47%, dengan nilai porositas cenderung meningkat seiring kenaikan topografi. Hal ini dapat memengaruhi laju infiltrasi air ke dalam tanah dan meningkatkan risiko tanah longsor, terutama pada kemiringan lereng yang curam. Hasil kegiatan sosialisasi menunjukkan respons positif dari Ketua PHDI Provinsi Maluku dan Umat Hindu Kota Ambon. Terdapat permintaan untuk melanjutkan pengambilan data geolistrik di lokasi lain guna mendapatkan informasi yang lebih lengkap. Hal ini menunjukkan kebutuhan masyarakat akan pemahaman lebih dalam terkait kondisi kestabilan lereng dan potensi risiko bencana alam, serta keterlibatan mereka dalam upaya mitigasi bencana alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Parisada Hindu Dharma Indonesia (PHDI) Provinsi Maluku yang sudah memberikan dukungan untuk melakukan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di lingkungan Pura Siwa Stana Giri Kota Ambon.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., Aponno, S. V., & Zulfiah. (2022). Global Optimization Very Fast Simulated Annealing Inversion For The Interpretation Of Groundwater Potential Optimasi Global Inversi Very Fast Simulated. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 08(03), 225–236.
- Broto, S., & Putranto, T. T. (2011). Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panas Bumi. *Teknik*, 32(1), 79–87.
- Eka Saputra, I. W. G., Ardhana, I. P. G., & Sandi Adnyana, I. W. (2016). Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor Di Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 10(1), 54–61. <https://doi.org/10.24843/ejes.2016.v10.i01.p09>

- Erfan, Syamsuddin, Wahyuni, A., Jumatriani, J., Syakirah, S., & Illa. (2019). Interpretasi Struktur Perlapisan Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Jurnal Geocelebes*, 3(2), 111-115. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v3i2.7117>
- Everett, M. E. (2013). *Near Surface Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- Farhati, M., & Rosid, M. S. (2022). Identifikasi Bidang Gelincir dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 2 Dimensi di Daerah Keranggan, Tangerang Selatan. *Positron*, 12(1), 1-8. <https://doi.org/10.26418/positron.v12i1.53584>
- Febriani, R., M, J., & Islami, N. (2020). Interpretasi Energi Panas Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole di Desa Pawan, Kabupaten Rokan Hulu. *Journal of Aceh Physics Society*, 9(2), 31-36. <https://doi.org/10.24815/jacps.v9i2.15304>
- Hasnawati, Safani, J., & Haraty, S. R. (2019). Identifikasi Lubang Runtuhan (Sinkhole) Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole Di Desa Bangkali Kecamatan Watopute Kabupaten Muna. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 01(03), 62-69.
- Kesaulya, H. M., Poli, H., & Takumansang, E. D. (2016). Perencanaan Mitigasi Bencana Longsor Di Kota Ambon. *Spasial*, 3(3), 228-235. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/view/14252>
- Mubekti, & Alhasanah, F. (2008). Mitigasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan Teknik Pemodelan Sistem Informasi Geografis. *J. Tek.Ling*, 9(2), 121-129.
- Mulyasari, R., Darmawan, I. G. B., & Haerudin, N. (2021). Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Litologi dan Bidang Gelincir Di Kelurahan Pidada Bandar Lampung. *Journal Online of Physics*, 6(2), 16-23.
- Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisastra, F., & Kristijono, A. (2019). Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 272-282. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Pambudi, R. R., Nurul, M., Prihadita, W. P., & Mulyasari, R. (2022). Analisis Kelongsoran Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Dan Wenner-Alpha Di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geocelebes*, 6(2), 108-116. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v6i2.17903>
- Rakuasa, H., & Rifai, A. (2020). Pemetaan Kerentanan Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kota Ambon. *Seminar Nasional Geomatika 2020*, 327-336. <https://doi.org/10.24895/sng.2020.0-0.1148>
- Rizkiani, D. N., & Rustadi. (2019). Interpretasi Sistem Panas Bumi Suwawa Berdasarkan Data Gaya Berat. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 5(2), 44-54. <https://doi.org/10.23960/jge.v5i2.28>
- Sinay, L. J., & Kembauw, E. (2021). Monthly rainfall components in ambon city: Evidence from the serious time analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755, 1-8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012079>
- Sugita, M. I., Janah, A. F., Rahmawati, D., Supriyadi, & Khumaedi. (2020). Analisis Data Gaya Berat Di Daerah Benda Duwur Semarang. *Journal of Research and Technology*, 6(1), 81-90.