

IDENTIFIKASI STRUKTUR BATUAN DAERAH RAWAN LONGSOR DI KECAMATAN CAMBA KABUPATEN MAROS BERDASARKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER

Nur Janna, Rahmaniah, dan Ayusari Wahyuni
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: jannaendogawa@yahoo.co.id, nia.physics08.uin@gmail.com,
ai_geophysics@yahoo.com

Abstract: This research was carried out on the Maros-Bone axis road in Sawaru Village, Camba sub-district, Maros district, South Sulawesi. This area is one of the areas prone to ground movement. This is because this area has a hilly and humid geographical condition. To find out the subsurface conditions, a research using the 2-dimensional type geoelectric resistivity method with the Wenner configuration. The results of the analysis and interpretation of the 2-dimensional cross section shows that the Camba sub-district which consists of clay rock, alluvium rock, gravel, compact sedimentary rock, and ground water and the point of dosing is at a depth of 8 meters. This layer has a resistivity value between the resistivity value of 2.71 5,m-5.78 Ω m which is characterized by water-saturated clay rocks and can cause landslides at any time because of the pressure from the top of the rock with a large value of resistivity. The slip plane is marked with clay rock at a depth of 4 meters-8 meters. This type of avalanche is a rotational avalanche ...

Keywords: landslide, wenner, geoelectric, resistivity, slip plane

1. PENDAHULUAN

Gerakan tanah (longsor) adalah perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, tanah, bergerak kearah bawah dan keluar dari lereng. Angka kejadian tanah longsor di Indonesia dari tahun 2002 sampai 2008 adalah 2221 kejadian (Sumber: BPNP, Januari 2009). Dari angka tersebut tanah longsor mengakibatkan korban jiwa sangat tinggi di dunia dan sudah seharusnya dianggap sebagai bencana alam besar di dunia.

Kabupaten Maros terletak pada daerah yang mempunyai topografi perbukitan hingga pegunungan. Berdasarkan posisi dan letak geografis wilayah, lokasi penelitian secara administratif berada di kecamatan Camba Desa Sawaru dengan titik koordinat 04°54'38,4" LS dan 119°51'20,4" BT, yang merupakan ruas jalan raya yang menghubungkan antara kabupaten Maros dan kabupaten Bone yang merupakan jalur kegiatan perekonomian dan jasa yang aktif dilalui.

Pengetahuan tentang struktur lapisan bawah permukaan sangat diperlukan untuk memperkirakan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap kemungkinan terjadinya tanah longsor. Salah satu faktor penyebab longsor yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) yang dipengaruhi oleh struktur batuan di bawah permukaan. Pada

umumnya tanah/bidang yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut (Dona, 2015).

Penentuan titik bidang gelincir dapat diketahui dari resistivitas batuan. Bidang gelincir di daerah longsor ditandai dengan adanya dua lapisan tanah/batuan yang nilai tahanan jenisnya sangat kontras. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bidang gelincir adalah metode geofisika resistivitas konfigurasi wenner. Metode ini bersifat tidak merusak lingkungan, biaya relatif murah dan mampu mendeteksi peralihan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Metode geolistrik konfigurasi wenner memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki resonansi vertikal yang bagus, sensitivitas terhadap perubahan lateral yang tinggi sehingga sangat baik digunakan dalam penentuan sebaran struktur batuan daerah rawan longsor dan pemodelan bidang gelincir. Selain itu, metode geolistrik konfigurasi wenner baik digunakan dalam pengukuran *mapping* dan *sounding*. Oleh karena itu, metode ini dapat dimanfaatkan untuk survei daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan ketebalan lapisan yang berpotensi longsor, kedalaman bidang gelincir serta litologi peralihan batuan bawah permukaan (Darsono, 2012).

Berdasarkan pemaparan di atas maka dilakukan identifikasi struktur batuan daerah rawan longsor kecamatan Camba kabupaten Maros menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner. Penentuan struktur batuan daerah rawan longsor dapat diketahui melalui nilai resistivitas batuan. Material longsor dicirikan dengan nilai-nilai resistivitas rendah karena batuan dengan nilai resistivitas rendah mengidentifikasi batuan tersebut adalah batuan yang cenderung menyimpan air dan bidang longsor dengan material yang memiliki resistivitas tinggi (Dona, 2015).

2. METODE PENELITIAN

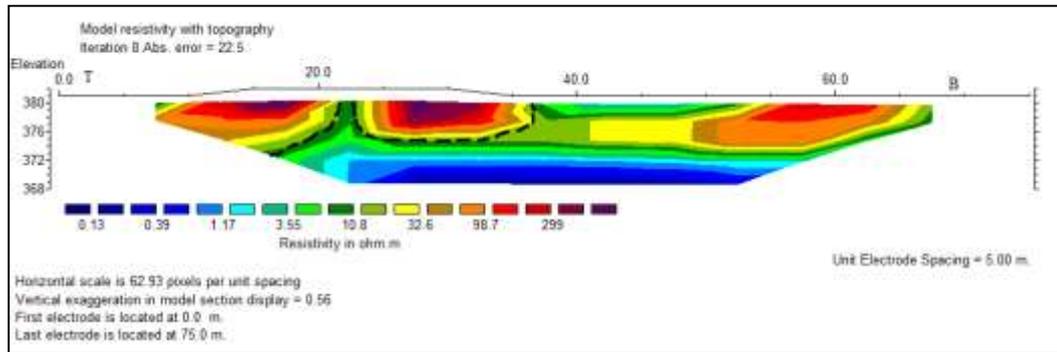
Penelitian ini dilaksanakan pada 6 Juli 2017 bertempat di Desa Sawaru, kecamatan Camba, kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Jumlah lintasan yang digunakan sebanyak 4 lintasan dengan panjang tiap lintasan yaitu 75 meter. Sementara untuk proses pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data geolistrik resistivitas konfigurasi wenner hasil pengukuran di desa Sawaru. Data yang diperoleh merupakan data mentah, kemudian data tersebut diolah menggunakan Excel. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan software Excel, data hasil perhitungan dimasukkan ke dalam notepad dan disimpan dalam format dat. Kemudian dilakukan pemodelan untuk menginversi data hasil pengukuran dan menggambarkannya dalam bentuk 2D yang menggambarkan distribusi resistivitas batuan di bawah permukaan lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pada Lintasan 1 (Pertama)

Hasil pengolahan untuk lintasan pertama, dengan lintasan sepanjang 75 meter, arah lintasan Barat-Timur. Pada titik 0 terletak pada koordinat $4^{\circ}54'37''$ LS dan $119^{\circ}51'21''$ BT, sedangkan pada titik 75 meter terletak pada koordinat $4^{\circ}54'39''$ LS dan $119^{\circ}51'19''$ BT. Hasil data topografi diperoleh dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 1 sebagai berikut.



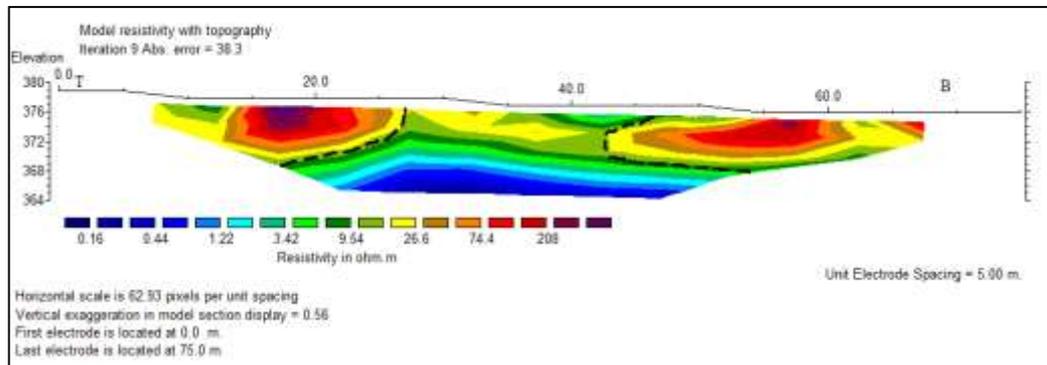
Gambar 1 Lintasan 1 hasil inversi res2dinv dengan topografi

Pada nilai resistivitas antara $0.13 \Omega\text{m}$ - $1.17 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai air tanah. Sedangkan pada nilai resistivitas antara $3.55 \Omega\text{m}$ - $10.8 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai batuan lempung (*clay*) dan lanau. Pada nilai resistivitas antara $32.6 \Omega\text{m}$ - $98.7 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai batuan aluvium dan kerikil dan nilai resistivitas $299 \Omega\text{m}$ sebagai endapan lava. Interpretasi ini merujuk dari nilai resistivitas Telford tahun 1990.

Pada kedalaman 5 meter pada nilai resistivitas $3.55 \Omega\text{m}$ - $10.8 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai batuan lempung (*clay*) yang diidentifikasi sebagai bidang gelincir. Batuan lempung memiliki ikat antara butirannya yang lemah. Material tanah jenis lempung memiliki formasi renggang (*Unconsolidates material*) sehingga relatif tidak stabil dan apabila ada gangguan terhadap strukturnya maka ikatan antara butirnya mudah lepas. dimana batuan lempung memiliki nilai permeabilitas 0,0005 sangat mudah meloloskan air, sedangkan porositasnya memiliki nilai 45 %. Tahanan jenis suatu bahan tergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tersebut. Sebuah batuan yang bersifat *porous* mudah terisi cairan sehingga butirannya mudah lepas. Pada penampang 2 dimensi lintasan 1 (Gambar 1), dari nilai interpretasi di bawah permukaan terdapat air tanah dengan nilai resistivitas $0.13 \Omega\text{m}$ - $1.17 \Omega\text{m}$ pada kedalaman 8 meter yang diindikasikan daerah lemah karena berada di bawah permukaan dan berada di atas batuan yang memiliki nilai resistivitas tinggi yang memberatkan lapisan yang berada di bawah dan dapat menyebabkan terjadinya longsor sewaktu-waktu karena beban berat dari atas permukaan.

Analisis pada lintasan 2 (Kedua)

Hasil pengolahan untuk lintasan kedua, dengan lintasan sepanjang 75 meter, arah lintasan Barat-Timur. Pada titik 0 terletak pada koordinat $4^{\circ}54'39''$ LS dan $119^{\circ}51'21''$ BT, sedangkan pada titik 75 meter terletak pada koordinat $4^{\circ}54'40''$ LS dan $119^{\circ}51'19''$ BT. Hasil data topografi diperoleh dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2 Lintasan 2 hasil inversi res2dinv dengan topografi

Pada nilai resistivitas 0.16 Ω m - 1.22 Ω m yang diinterpretasikan sebagai air tanah. Sedangkan nilai resistivitas 3.42 Ω m - 9.54 Ω m diinterpretasikan sebagai lempung (*clay*) pada kedalaman 5 meter - 8 meter yang diindikasikan sebagai zona bidang gelincir dibawah permukaan yang suatu waktu dapat merobohkan beban akibat tekanan gaya dari atas permukaan. Pada nilai resistivitas 26.6 Ω m – 74.4 Ω m diinterpretasikan sebagai batuan aluvium dan pasir sedangkan nilai resistivitas 208 Ω m diinterpretasikan lava dan kerikil yang memberatkan lapisan yang berada di bawahnya yaitu batuan lempung. Jika batuan yang mempunyai nilai resistivitas rendah seperti batuan lempung (*clay*) tidak dapat lagi menahan beban dari atas permukaan maka sewaktu-waktu dapat menyebabkan longsor.

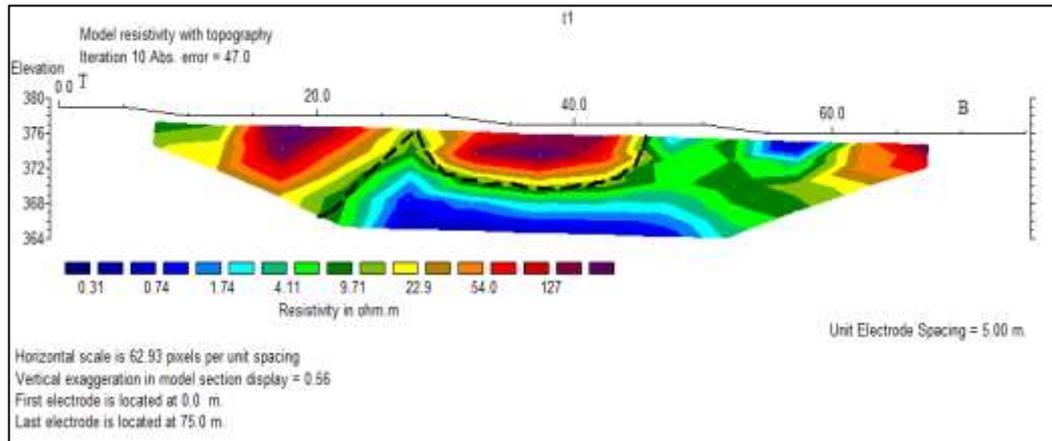
Pada penampang 2 dimensi pada lintasan 2 (Gambar 2) bidang gelincir ditandai dengan batuan lempung dimana bidang gelincir berada pada kedalaman 12 meter. Batuan lempung merupakan material dengan ikatan antara butiran yang lemah. Batuan lempung memiliki ikat antara butirannya yang lemah. Material tanah jenis lempung memiliki formasi renggang (*Unconsolidates material*) sehingga relatif tidak stabil dan apabila ada gangguan terhadap strukturnya maka ikatan antara butirnya mudah lepas.

Analisis pada lintasan 3 (Ketiga)

Hasil pengolahan untuk lintasan ketiga, dengan lintasan sepanjang 75 meter, arah lintasan Barat - Timur. Pada titik 0 terletak pada koordinat 4°54'38" LS dan 119°51'21" BT, sedangkan pada titik 75 meter terletak pada koordinat 4°54'37" LS dan 119°51'19" BT. Pada nilai interpretasi 0.31 Ω m - 1,74 Ω m diinterpretasikan sebagai air tanah. Sedangkan pada nilai resistivitas 4.11 Ω m - 9.71 Ω m diinterpretasikan sebagai batuan lempung (*clay*) dan lanau. Pada nilai resistivitas 22.9 Ω m – 54.0 Ω m diinterpretasikan sebagai batuan aluvium dan tufa vulkanik. Sedangkan pada nilai 127 diinterpretasikan sebagai endapan lava.

Pada penampang 2 dimensi lintasan 3 (Gambar 3), dari nilai interpretasi di bawah permukaan terdapat air tanah pada kedalam 11 meter yang merupakan zona lemah di bawah permukaan bidang longsor. Batuan lempung (*clay*) terdapat pada kedalaman 8 meter dimana diidentifikasi sebagai zona bidang gelincir yang sewaktu-waktu dapat mengalami longsor akibat gaya tekan yang sangat berat dari batuan yang berada di atasnya.

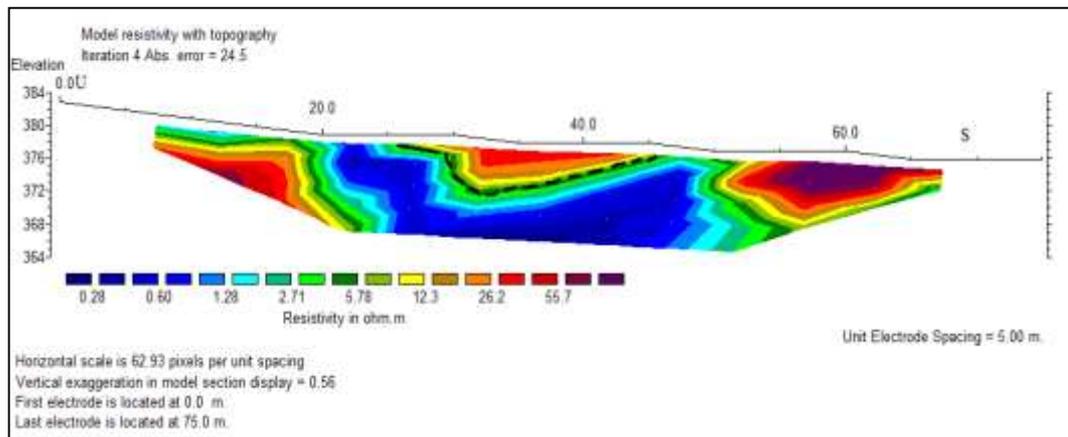
Hasil data topografi diperoleh dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3 Lintasan 3 hasil inversi res2dinv dengan topografi

Analisis pada lintasan 4 (Keempat)

Hasil pengolahan untuk lintasan keempat, dengan lintasan sepanjang 75 meter, arah lintasan Barat-Timur. Pada titik 0 terletak pada koordinat 4°54'39" LS dan 119°51'39" BT, sedangkan pada titik 75 meter terletak pada koordinat 4°54'40" LS dan 119°51'20" BT. Hasil data topografi diperoleh dari GPS yang dimasukkan ke dalam data file akan dihasilkan gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Lintasan 4 hasil inversi res2dinv dengan topografi

Pendugaan bidang gelincir dengan metode geolistrik dapat digunakan untuk menentukan kedalaman bidang gelincir. Pada nilai resistivitas antara 0.28 Ω m - 1.28 Ω m diinterpretasikan sebagai air tanah yang merupakan zona lemah karena air tanah berada di dasar permukaan, di bawah batuan yang memiliki resistivitas tinggi. Pada nilai resistivitas antara 12.3 Ω m - 26.2 Ω m diinterpretasikan sebagai lapisan aluvium dan pasir. Sedangkan nilai resistivitas antara 2.71 Ω m - 5.78 Ω m diinterpretasikan sebagai batu lempung. Interpretasi ini merujuk dari nilai resistivitas Telford, 1990.

Pada penampang 2 dimensi lintasan 4 (Gambar 4), terdapat lapisan lempung dengan nilai resistivitas antara 2.71 Ω m – 5.78 Ω m pada kedalaman 4 – 8 meter yang diduga sebagai zona lemah yang merupakan bidang gelincir, karena material tanah jenis lempung memiliki formasi renggang (*Unconsolidates material*) sehingga relatif tidak stabil dan apabila ada gangguan terhadap

strukturnya maka ikatan antara butirnya mudah lepas. Seperti pada tabel porositas dan permeabilitas batuan, dimana batuan lempung memiliki nilai permeabilitas 0,0005 sangat mudah meloloskan air, sedangkan porositasnya memiliki nilai 45%. Tahanan jenis suatu bahan tergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tersebut. Batuan yang bersifat *porous* yang berisi air lebih konduktif dan memiliki nilai tahanan jenis yang rendah. Sebuah batuan yang bersifat *porous* tinggi mudah terisi cairan sehingga butirannya mudah lepas.

Jika intensitas hujan tinggi, maka air akan terakumulasi ke lapisan tersebut. Dan pada nilai resistivitas 55.7 Ω m diinterpretasikan sebagai lapisan lanau dan tufa vulkanik yang memberatkan batuan yang berada di bawah permukaan yaitu batuan lempung. Longsoran tipe ini yaitu longsoran rotasi karena dilihat dari penampang 2 dimensi pada gambar 2, zona longsoran berbentuk cekung, begitu pula pada lintasan 2 sampai lintasan 4, dimana longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

Air tanah yang berada di lapisan dasar merupakan zona lemah karena air dapat mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga-rongga dalam tanah yang mengakibatkan air menguap. Kadar air yang meningkat dapat menurunkan kekuatan geser tanah, sehingga mempercepat terjadinya longsor. Lintasan pertama berada depan rumah warga, jika sewaktu-waktu terjadi gerakan tanah maka dapat menimpa rumah warga. Dari hasil analisis dan interpretasi dari 4 lintasan, dimana dari empat lintasan mempunyai struktur batuan yang hampir sama, yaitu lintasan terdiri dari batuan lempung, lanau, kerikil batuan aluvium, tufa vulkanik, endapan lava dan terdapat air tanah di bawah permukaan dan bidang gelincir terdapat pada kedalaman 4 meter – 8 meter yang ditandai dengan batuan lempung (*clay*).

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kecamatan Camba, kabupaten Maros berdasarkan metode geolistrik konfigurasi wenner, struktur batuan dari empat lintasan terdiri dari batuan lempung, lanau, kerikil batuan aluvium, tufa vulkanik, endapan lava dan terdapat air tanah di bawah permukaan, bidang gelincir pada lintasan satu ditandai pada lapisan lempung pada kedalaman 4 meter - 8 meter yang merupakan zona lemah. Pada lintasan kedua titik longsoran yang merupakan bidang gelincir berada pada kedalaman 5 meter yang ditandai dengan batuan lempung (*clay*). Dan pada lintasan tiga dan empat batuan lempung (*clay*) berada pada kedalaman 5 - 8 meter yang merupakan bidang gelincir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Khuzainal. "Konsep Pemeliharaan Lingkungan Hidup Dalam Perspektif Islam (Studi Komparasi Antara Yusuf Al-Qardhawi dengan Mujiyono Abdillah)" (Skripsi Sarjana Fisika Fakultas Ushuluddin Institut Islam Negeri Walisongo Semarang). Semarang, 2004), h.31-50
- Ambarsari Eka. 2013. *Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Arif, Firman Nur. 2015. *Analisis Kerawanan Tanah Longsor untuk Menentukan Mitigasi Bencana di Kecamatan Kemiri Kabupaten Purworejo*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Azhar dan G. Handayani. 2004. Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara. *Jurnal NaturlIndonesia*, 6/2: 122-126. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Maros. 2015. *Peta Rawan Longsor Kota Maros*.
- BPNP. 2009. *Angka Kejadian Longsor di Indonesia*. (online), (<http://www.bpn.go.id/uploads/pubs/559.pdf>). Diakses tanggal 20 Desember 2016.2009.
- Budiman. 2011. *Geologi Dan Studi Kestabilan Lereng Daerah Dlingo Dan Sekitarnya Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Pembagunan Nasional "Veteran".
- Darsono. 2012. Jurnal Vol. 2 No.1. *Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor dengan Metode Resistivitas 2D di Desa Pablengan Kecamatan Matesin Kabupaten Karanganyar*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Maros. 2010
- Dona, Irepia Refa. 2015. *Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Padang.
- ESDM. 2007. *Pengenalan Gerakan Tanah*. www.esdm.go.id/publikasi/lainlain/doc_download/489.pengenalan-gerakan-tana-html. Diakses pada tanggal 23 Juli 2017 pukul 13.20 WIB.
- Gassing, A. Qadir. 2005. *Fiqih Lingkungan: Telaah Kritis Tentang Penerapan Hukum Taklifi Dalam Pengelolaan Lingkung Hidup*. Pidato Pengukuhan Guru Besar UIN Alauddin di Makassar pada tanggal 18 Februari 2005, h.2-3
- Hudzaifi. 2016. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Medika Departemen Agama RI: Bandung.
- Ibnu, S. 2013. Ringkasan Buku Van Zuidam.pdf. Diakses pada 16 juni 2017.
- Juandi. 2008. *Analisis Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik*. FMIPA. Universitas Riau.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 1452 /MEM/2000 *Tentang Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah*.
- Linsley.R. k., Joseph. B. F., dan Djoko. S. (ed).1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga.
- Loke. 1999. M.H. *RES2DINV Rapid 2D Resistivity & IP Inversion (Wenner, Dipole-Dipole, Pole-Pole, Pole-Dipole, Schlumberger, Rectangular Arrays) on Land Underwater and Cross-borehole Surveys; Software Manual Ver.3.3 for windows 3.1, 95 and NT*. Malaysia: Penang.
- M. Quraish Shihab. 2002. *Tafsir Al-Misbah*, Jakarta: Lentera Hati. hal 75-76
- Meric O, Garambois S, Jongmans D, Wathelet M, Chatelain JL, Vengeon JM. *Application of geophysical methods for the investigation of the large gravitational mass movement of Séchillienne. France. Can Geotech*. 42:1105–1115.2005.
- Mimin, I., Taufik R. R., dan Nanang D. A. 2011. *Identifikasi Bawah Permukaan di Wilayah Desa Kayuambon, Lembang, Kabupaten Bandung Barat*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains: Bandung, Indonesia.

- Panissod C, Benderitter MD, Tabbagh Y. 2001. *On the Effectiveness of 2D Electrical Inversion Results: An Agricultur Case Study*. *Geophysical Prospecting*. 49:570-576. Park SG, Asano S, Matsuur.
- Park SG, Asano S, Matsuura S, Okamoto T, Kim JH. 2005. *Geoelectrical Laboratory and Field Studies of Groundwater Occurrence in a Landslide Area: A Case Study from Japan*. *Exploration Geophysics*. 36:86–91.
- Perrone, A., Sabatino, P., and Vincenzo, L. 2012. *Electrical Resistivity Tomographies For Landslide Monitoring: a Review*, *Berichte Geol. B.-A.93*.ISSN 1017-8880.
- Prayogo, S., & Utama W. 2003. *Survei Resistivitas 3-Dimensi Untuk Menentukan Distribusi Tahanan Jenis Tanah Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor di Desa Lumbang Rejo. Prigen. Jawa Timur. The Proc Joint Convention HAGI-IAGI*. Jakarta. P. 759.
- Qardhawi, Yusuf. 1999. *As – Sunnah Sebagai Sumber IPTEK dan Peradaban*, Jakarta: Gema Insani Press.
- Rosid, S. dan J. Muhammad. 2008. *Pemetaan Hidrogeologi Dengan Menggunakan Metode Geolistrik. Prosiding*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Samsuddin. 2009. *Pengantar Geologi Dasar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.
- Sri, C. W., dkk. 2011. *Aplikasi Metode Tahanan Jenis 2D Untuk Mengidentifikasi Potensi Daerah Rawan Longsor di Gunung Kupang*. Banjarbaru. *Jurnal Fisika FLUK*, Vol.8 No.2.hal 95-103.
- Supeno dkk. 2008. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas*. Jember: Universitas Jember.
- Telford, M. W., L. P. Geldard, R. E. Sheriff, dan A. Keys. 1982. *Applied Geophysic*. London: Cambridge University Press.
- Varnes, D. J. 1978. *Slope Movement and Typea of Processes in Landslides, Analysis and Control Transportation Research Board, National Academy of Sciences*, Washington D.C.
- Wahyono SC, Priyantari N, Jaya MS, Utama W. 2003. *Interpretasi Bawah Permukaan 2-D dengan Metode Geolistrik Pada Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah Di Desa Lumbang Rejo. Prigen. Pasuruan. Prosid. SemNas Pascasarjana III-2003*. Surabaya.
- Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum*. Jakarta Selatan.
- Wijaya. 2015. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yuristina. 2015. *Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Desa Tanggungharjo Kabupaten Grobogan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Yusuf, Nanang Firman Safari. 2008. *Kajian Pemanfaatan Ruang Dalam Kaitanya Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan*. Bogor: Institut Pertamina Bogor.
- Zulfiadi, Z. 2011 *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran.