

IDENTIFIKASI ZONA LEMAH DI JALAN POROS SAMARINDA BONTANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER SCHLUMBERGER

¹Achmad Fatoni R, ²Supriyanto*, ²Petrus AD Lazar

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Geofisika FMIPA, Universitas Mulawarman

*Email: geo_unmul08@yahoo.com

ABSTRACT

Some road bodies in East Kalimantan experienced landslide and land deformation which was presumably due to weak zones. This research aims to investigate the weak zones existence using geoelectricity method. This research utilizes secondary data of geoelectricity method *Wenner-Schlumberger* configuration. The weak zones existence caused landslide and land-deformation interpreted with *Res2DinV* modeling software. The results of this research show weak zones are located in all acquisition lines of line 1 existed in 13 – 26 meters depth; line 2, existed in 16 – 36 meters depth; line 3, existed in 13 – 40 meters depth; line 4, existed in 10 – 28 meters depth. Generally the rock compositions of weak zones consist of claystone with 20 – 30 Ωm resistivity value and sandy-claystone with 30 – 250 Ωm resistivity value.

Key Words: Weak Zones, Land deformation, Resistivity, *Wenner-Schlumberger*.

ABSTRAK

Beberapa ruas jalan di Kalimantan Timur mengalami longsor dan ambles yang di mungkinkan adanya keberadaan zona lemah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan zona lemah menggunakan metode geolistrik. Penelitian ini menggunakan data skunder metode geolistrik resistivitas konfigurasi *wenner schlumberger*. keberadaan zona lemah yang mengakibatkan jalan longsor dan ambles di interpersasi perbedaan permodelan *Res2dinV*. Hasil penelitian menyatakan zona lemah terdapat pada semua lintasan pada lintasan 1 berada di kedalaman 13-26 meter, pada lintasan 2 berada pada kedalaman 16-36 meter, pada lintasan 3 berada di kedalaman 13-40 meter, dan pada lintasan 4 berada di kedalaman 10-28 meter. Secara umum lapisan batuan penyusun zona lemah adalah batulempung yang memiliki nilai resistivitas 20-30 Ωm dan batulempung pasiran yang memiliki nilai resistivitas 30-250 Ωm .

Kata Kunci: Zona Lemah, Amblesan, Resistivitas, *Wenner Schlumberger*.

1. PENDAHULUAN

Dilihat dari kondisi geologi wilayah Samarinda terletak di cekungan kutai basin yang batuan penyusunnya adalah batulempung, batulanau dan batupasir. Jenis batuan penyusunnya merupakan batuan yang memiliki porositas batuan dan permeabilitas

yang berbeda, tetapi jika pada batuan tersebut terdapat jumlah kandungan air yang banyak maka akan menjadi lapisan zona lemah.

Zona lemah merupakan suatu lapisan batuan yang bersifat lunak dan tidak kompak. Zona lemah memiliki karakteristik nilai densitas yang kecil dan nilai porositas yang

besar, zona lemah mengindikasikan adanya suatu patahan, rekahan, amblesan dan tanah lapuk.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini, meliputi pengukuran potensial dan arus listrik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus di dalam bumi. Prinsip pengukuran metode geolistrik bertujuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk tujuan eksplorasi zona lemah akibat pergeseran tanah di suatu lereng dan untuk menentukan zona lemah pada lapisan bawah permukaan tanah. Metode geolistrik ini lebih efektif digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 305 meter (1000 feet) atau 457 meter (1500 feet) (Kinanti, 2011). Dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat mencitrakan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh.

2. MATERI DAN METODE

2.1 Kondisi Geologi Regional Cekungan Kutai

Susunan batuan yang terdapat pada formasi-formasi batuan pada cekungan Kutai, secara regional dapat dijelaskan dan uraikan dari formasi batuan yang termuda sampai yang tertua adalah sebagai berikut: (Yulianto, 2008)

2.1 Endapan Alluvium

Alluvium terdiri dari kerikil, pasir, lempung dan lumpur sebagai endapan sungai, rawa, pantai dan delta. Tersebar di sepanjang pantai timur Tanah Grogot, Teluk Adang dan Teluk Balikpapan.

1. Formasi Kampung Baru

Tebal sisipan batubara dan lignit kurang dari 3 m. Bagian bawah ditandai oleh lapisan batubara. Batu gamping mengandung fosil: *Miogypsina sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Amonia Yabei* dan *Pseudorotalia cattiliformis*, berumur Miosen Akhir-Pliosen. Formasi kampung baru diendapkan di

lingkungan delta dan laut dangkal. Tebal formasi ini 700-800 m. Lokasi tipenya terdapat di Kampung baru, timur Sanga-sanga, Samarinda. Formasi ini terletak tidak selaras di atas formasi Balikpapan.

2. Formasi Balikpapan

Formasi Balikpapan terdiri dari perselinan batu pasir kuarsa, batu lempung lanauan dan serpih dengan sisipan napal, batu gamping dan batubara. Batu gamping mengandung fosil *Flusculinella borneoensis* Tan, *Mogypsina*, *Lepidocyclina sp.* dan *Cyclocypeus annulatus*, yang menunjukkan umur Miosen Tengah bagian atas. Lingkungan pengendapannya litoral laut dangkal. Ketebalan 800 m. Lokasi tipe di Teluk Balikpapan, Pantai Kalimantan Timur.

3. Formasi Pulau Balang

Formasi Pulau Balang terdiri dari perselingan batu pasir kuarsa, batu pasir dan batu lempung dengan sisipan batubara; mengandung fosil: *Cyclocypeus sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Miogypsina*, *Miogypsinoides* dan *Flusculinella bontangensis*, yang menunjukkan umur Miosen Tengah, terendapkan di lingkungan sublitoral dangkal. Tebal formasi ini sekitar 900 m. Formasi pulau balang menindih selaras Formasi Pamaluan dan ditindih secara selaras Formasi Balikpapan. Lokasi tipe terdapat di Pulau Balang, Teluk Balikpapan.

4. Formasi Bebulu

Formasi Bebulu terdiri dari batu gamping dengan sisipan batu lempung lanauan dan sedikit napal. Fosil yang dijumpai antara lain: *Lepidocyclina ephippioides*, *Lepidocyclina sp.*, *Operculina sp.*, *Miogypsinoides* yang menunjukkan umur Miosn Awal, dan terendapkan di lingkungan laut dangkal. Ketebalannya mencapai 1900 m. Lokasi tipe di daerah Bebulu, Kalimantan Timur. Formasi ini menindih selaras Formasi Pamaluan.

5. Formasi Pamaluan

Formasi Pamaluan terdiri dari batu lempung dan serpih dengan sisipan napal, batu pasir dan batu gamping; mengandung: *Lepidocyclina sp.*, *Miogypsinoides sp.*, *Cyclocypeus sp.* dan *Operculina sp.* yang menunjukkan umur Oligosen Akhir-Miosen

Tengah. Satuan ini terendapkan di lingkungan laut dalam. Tebal formasi ini 1500-2500 m. Lokasi tipe di kampung pamaluan ± 30 km di utara-barat laut Balikpapan.

2.2 Amblesan Tanah

Amblesan tanah dapat didefinisikan sebagai gerakan vertikal ke bawah dari tanah penyebab secara alamiah seperti gempa bumi dan pergerakan tektonik, amblesan tanah juga disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggalian tanah, ekstraksi mineral dari bawah tanah dan pemompaan minyak (Iwan, 2012).

Amblesan dapat pula disebabkan oleh pengurangan volume endapan sedimen lunak disertai dengan proses kompaksi yang terjadi secara alamiah maupun kegiatan oleh manusia. Amblesan yang terjadi akibat tektonik umumnya berasosiasi dengan gempa bumi berkekuatan besar.

2.3 Metode Geolistrik

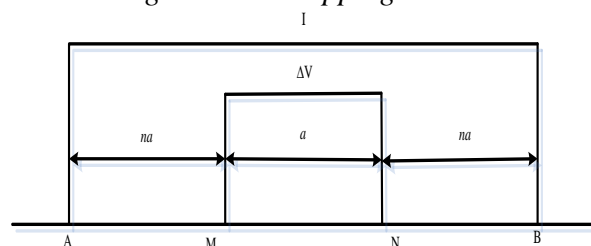
Metode ini disebut dengan *Multichannel* Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah ataupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Ada beberapa macam metode geolistrik, antara lain: metode potensial diri, arus *telluric*, *magnetotelluric*, IP (*Induced Polarization*), resistivitas (tahanan jenis) dan lain-lain. Dalam Praktek Kerja Lapangan ini, pembahasan dikhususkan pada metode geolistrik tahanan jenis. Pada metode geolistrik tahanan jenis, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus (terletak di luar konfigurasi). Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial yang berada di dalam konfigurasi. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur.

Metode geolistrik merupakan metode yang digunakan dalam survei geofisika dengan memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan dalam bumi dan salah satu metode yang paling sering dilakukan hampir dalam segala bidang kebumihan. Sifat kelistrikan ini ada yang bersifat alami dan ada yang diinjeksikan ke dalam bumi (Handayani, 1996).

2.4 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 2.12. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2001 dalam Imam Catur Priambodo dkk, 2011). Konfigurasi ini perpaduan dari konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Pada pengukuran dengan faktor spasi $n = 1$, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan pengukuran pada konfigurasi *Wenner* (jarak antar elektroda = a), namun pada pengukuran $n = 2$ dan seterusnya, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan konfigurasi *Schlumberger* (jarak antara elektroda arus dan elektroda elektroda potensial lebih besar daripada jarak antar elektroda potensial).

Metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Wenner Schlumberger* merupakan metode geolistrik yang menerapkan spasi elektroda potensial tetap (a) dan spasi elektroda potensial arus (na) dengan n adalah faktor pembesaran dari a (gambar 2.8). Berikut skema pengukuran geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* teknik *mapping*.



Gambar 1 Skema Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Teknik Mapping

Dari gambar 2.8 di atas terlihat bahwa $MN = a$ dan $AM = NB = na$ sehingga terkait persamaan (2.20) diperoleh $r_2 = r_3 = na + a$ dan $r_1 = r_4 = na$. oleh karena itu, mensubsitusikan nilai masing-masing dari r tersebut kedalam persamaan (2.20) menjadi

$$\rho_a = 2\pi \left[\left\{ \frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} \right\} - \left\{ \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na} \right\} \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{na} \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_a = \pi \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_a = \pi \left(\frac{1}{n^2a+na} \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_a = \pi \left(\frac{1}{na(n+1)} \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_a = n(n+1)\pi a \frac{\Delta V}{I}$$

$$\rho_{aws} = K_{ws} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.1)$$

dimana, $K_{ws} = n(n+1)\pi a$

dengan

ρ_{aws} = resistivitas semu konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Ωm) dan

K_{ws} = faktor geometri konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (m)

ΔV = Besarnya nilai beda potensial (volt)

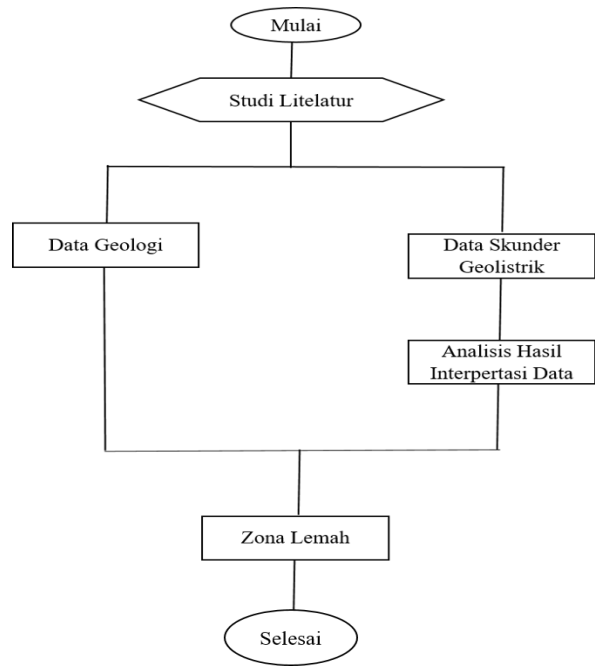
I = Besarnya nilai arus (ampere)

2.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2019 sampai Februari 2020, di Laboratorium Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu.

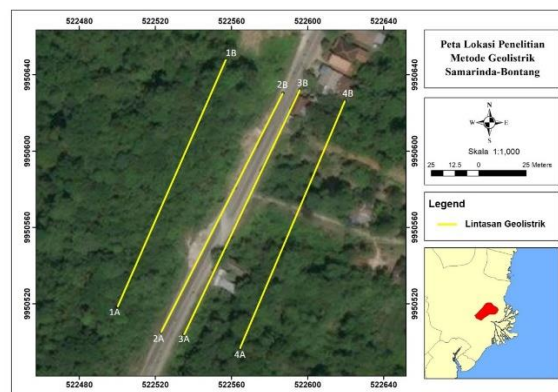
1. *Software Notepad++* yang digunakan untuk mengedit datum dalam data geolistrik.
2. *Software RES2DINV* yang digunakan untuk mengolah data geolistrik.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

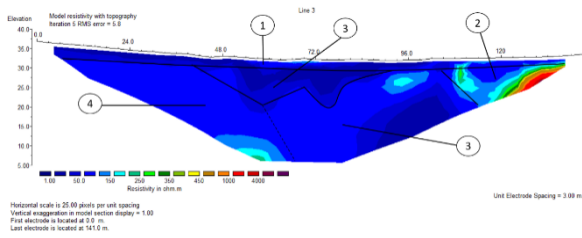
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder, metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi *wenner-schlumberger* yang baik digunakan karena memiliki akurasi kedalaman yang cukup baik dalam mendeteksi nilai resistivitas batuan. Berdasarkan penyelidikan yang dilakukan maka dapat dibuat peta lintasan geolistrik sebagaimana di tunjukan pada gambar di bawah ini.



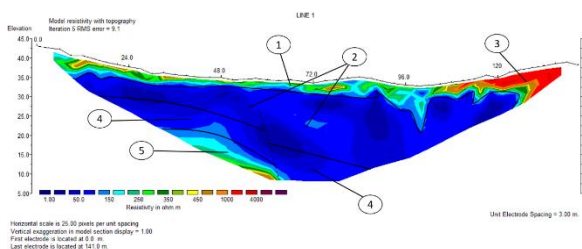
Gambar 3 Peta lintasan

3.1 Indikasi Keberadaan Zona Lemah



Gambar 4 Indikasi Zona Lemah Lintasan 1

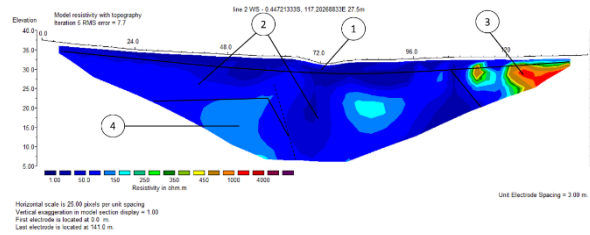
Pada gambar penampang di atas adalah hasil pengolahan data dengan *Res2dinv* 2D dengan panjang lintasan 141 m dengan jarak antara elektroda 3 meter. Pada hasil pengolahan data terdapat lapisan batuan yang tersusun yang ditandai dengan no 1 adalah lapisan top soil sebagai lapisan permukaan pada kedalaman 5-13 meter dan juga terdapat lapisan timbunan pada kedalaman 0-5 meter. Pada lapisan yang ditunjukkan dengan no 3 terdapat lapisan batulempung dan batulempung pasir pada kedalaman 13-26 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah adalah zona. Pada jarak 120 meter terdapat lapisan batupasir yang di tandai dengan no 2 di kedalaman 15-30 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang tinggi. Sedangkan pada lapisan yang ditandai dengan no 4 terdapat lapisan batulempung yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah.



Gambar 5 Indikasi Zona Lemah Lintasan 2

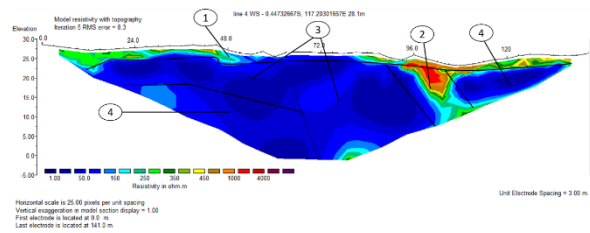
Pada gambar penampang di atas adalah hasil pengolahan data dengan *Res2dinv* 2D dengan panjang lintasan 141 m dengan jarak antara elektroda 3 meter. Pada hasil pengolahan data terdapat lapisan batuan yang tersusun yang ditandai dengan no 1 adalah lapisan top soil sebagai lapisan permukaan pada kedalaman 5-15 meter dan juga terdapat lapisan timbunan pada kedalaman 0-5 meter. Pada lapisan yang

ditunjukkan dengan no 2 terdapat lapisan batulempung pasir pada kedalaman 16-36 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah adalah zona lemah. Pada jarak 130 meter yang ditandai dengan no 3 terdapat lapisan batupasir yang mempunyai nilai resistivitas yang tinggi. Sedangkan pada lapisan yang ditandai dengan no 4 dan no 5 adalah batulempung mempunyai nilai resistivitas yang rendah.



Gambar 6 Indikasi Zona Lemah Lintasan 3

Pada gambar penampang di atas adalah hasil pengolahan data dengan *Res2dinv* 2D dengan panjang lintasan 141 m dengan jarak antara elektroda 3 meter. Pada hasil pengolahan data terdapat lapisan batuan yang tersusun yang ditandai dengan no 1 adalah lapisan top soil sebagai lapisan permukaan pada kedalaman 5-13 meter dan juga terdapat lapisan timbunan pada kedalaman 0-5 meter. Pada jarak 130 meter yang ditunjukkan dengan no 2 terdapat lapisan batupasir pada kedalaman 25 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang tinggi. Sedangkan lapisan yang ditandai dengan no 3 terdapat lapisan batulempung dan batulempung pasir pada kedalaman 13-40 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah adalah zona lemah. Sedangkan pada lapisan yang ditandai no 4 adalah lapisan yang batuan penyusunnya adalah batulempung dengan nilai resistivitasnya rendah.



Gambar 7 Indikasi Zona Lemah Lintasan 4
Gambar penampang di atas adalah

hasil pengolahan data dengan *Res2dinv* 2D dengan panjang lintasan 141 m dengan jarak antara elektroda 3 meter. Pada hasil pengolahan data terdapat lapisan batuan yang tersusun yang ditandai dengan no 1 adalah lapisan top soil sebagai lapisan permukaan pada kedalaman 5-15 meter dan juga terdapat lapisan timbunan 0-5 meter. Pada jarak 97 meter yang ditandai dengan no 2 terdapat lapisan batupasir pada kedalaman 15 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang tinggi. Pada lapisan yang ditandai dengan no 3 terdapat lapisan batulempung dan batulempung pasiran pada kedalaman 10-28 meter yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah adalah zona lemah. Sedangkan lapisan yang ditandai dengan no 4 terdapat lapisan batulempung yang mempunyai nilai resistivitas yang rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka dapat diambil kesimpulan bahwa zona lemah terdapat pada semua lintasan, pada lintasan 1 berada di kedalaman 13-26 meter, pada lintasan 2 berada pada kedalaman 16-36 meter, pada lintasan 3 berada di kedalaman 13-40 meter, dan pada lintasan 4 berada di kedalaman 10-28 meter. Dimana lapisan batuan penyusunnya adalah batulempung yang memiliki nilai resistivitas 20-30 Ωm dan batulempung pasiran yang memiliki nilai resistivitas 30-250 Ωm . Pada semua lintasan terdapat patahan sebagai jalur keluarnya air ke lapisan di atasnya sehingga lapisan yang tersusun oleh batulempung dan batulempung pasiran menjadi lunak karena terlalu banyak mengandung air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Teman-teman Fisika angkatan 2013 dan semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Teman-teman kontrakan, Anye Gidalti Daud, Suryadi, Muhammad Bobby Arisandie dan Youvenalis Di'ong Ladjar, Ahmad Sirojudin Munir terima kasih atas bantuannya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M. dan Finn. E.J., 1980. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Arsjad, M, dkk. 2014. *Analisis Potensi Risiko Tanah Longsor Di Kabupaten Ciamis Dan Kota Banjar Jawa Barat*. Badan Informasi Geospasial: Cibinong
- Handayani, Gunawan. 1996. *Buku Panduan Praktikum Kursus Pengukuran Geofisika Eksplorasi Air Tanah dan Geoteknik Serta Aspek Lingkungan*. ITB: Bandung
- Indrasmoro, Gigih, Prastyo. 2013. *Geographic Informasi System (GIS) Untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor Studi Kasus Di Kelurahan Karang Anyar Gunung Semarang*, Jurnal GIS Deteksi Rawan Longsor. Program Studi Sistem Informasi S1, Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Dian Nuswantoro: Semarang
- Iwan, maulana, 2012. *Analisis 4D Mikrogravity dan Gradien Vertikal 4D Mikrogravity (Studi Kasus Amblesan Semarang)*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Lailatul, Maghfiroh. 2018. *Identifikasi Struktur Amblesan Sumur Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri)*. Jurusan Fisika. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Loke, M.H. 2004. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical guide to 2-D and 3-D surveys*. Malaysia: Penang.
- Nurhidayah. 2013. *Aplikasi Metode Geolistrik untuk Mengetahui Pencemaran Limbah Pabrik di Sekitar Sungai di Daerah Genuk*. Semarang:UNS
- Rahmaniah, Andi Armayani. 2013. *Studi Sifat Fisis Batuan Pada Daerah*

- Rawan Longsor*. Jurnal Teknosains Vol. 7 No. 2. Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Alauddin: Makassar
- Rahmawati, Arifah. 2009. *Pandugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Di Daerah Karangsembung Dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen)*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Sanchez, A. Pedro. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika (Terjemahan)*. ITB: Bandung
- Sugito, dkk, 2016. *Analisis Zona Lemah (Amblesan) di Kawasan Jalan Raya Gunung Tugel Kabupaten Banyumas Berdasarkan Survei Geolistrik Konfigurasi wenner*. Vol 17 no 2. Program Studi Fisika Fakultas MIPA. Universitas Jenderal Soedirman. Jawa Tengah
- Telford, W. M, L. P, et al: 1990. *Applied Geophysic*. London: Cambridge University Press
- Wahju Krisna H, 2008. *Geologi Kampus Tembalang*. Jurnal Vol. 29 No. 2 ISSN 0852-1697. Staff Pengajar Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Undip
- Zubaidah, T. dan Kanata, B., 2008. *Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Shlumberger Untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah*. Jurnal Vol. 7 No. 1. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram.