

**IDENTIFIKASI AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 1-D KONFIGURASI WENNER DI DESA
KAHURIPAN BARU KECAMATAN EMPAT PETULAI DANGKU
KABUPATEN MUARA ENIM PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Oleh:

DHIA FADIYAH SARI

08021381621041

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 1-D KONFIGURASI WENNER DI DESA
KAHURIPAN BARU KECAMATAN EMPAT PETULAI DANGKU
KABUPATEN MUARA ENIM PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Oleh:

Dhia Fadiyah Sari

08021381621041

Menyetujui,

Pembimbing II

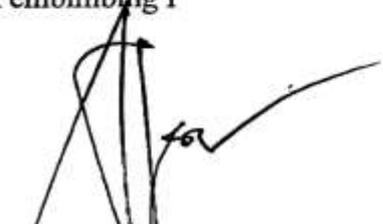


M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.

NIP. 197203041999031002

Indralaya, Agustus 2022

Pembimbing I



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Dhia Fadiyah Sari

NIM : 0802138162041

Judul TA : Identifikasi Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik
Tahanan Jenis 1-D Konfigurasi Wenner Di Desa Kahuripan Baru
Kecamatan Empat Petulai Dangku Kabupaten Muara Enim Provinsi
Sumatera Selatan

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, Agustus 2022

Penulis



Dhia Fadiyah Sari

NIM.08021381621041

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT kerana berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Identifikasi Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 1-D Konfigurasi Wenner Di Desa Kahuripan Baru Kecamatan Empat Petulai Dangku Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan” ini dengan baik, mulai dari pelaksanaan tugas akhir sampai dengan penyusunan skripsi. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan kuliah guna memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam pengerjaan dan penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu, memberi masukan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memrikan kelancaran dan kemudahan dalam pengerjaan skripsi.
2. Kepada kedua orang tua penulis tercinta dan keluarga yang selalu memberikan semangat, dan doa yang tidak pernah putus.
3. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinskyah Virgo, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika yang dalam hal ini berperan sebagai dosen pembimbing I penulis yang telah memberikan banyak saran dan arahan kepada penulis, dan juga selalu memberikan semangat serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan dosen pembimbing II penulis yang telah memberikan dukungan , saran, arahan, dan juga motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik .
6. Bapak Dr. Azhar K. Affandi, M.S., Ibu Erni, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan bimbingannya untuk menjadikan skripsi ini lebih baik.

7. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama penulis mengenyam pendidikan di perkuliahan ini.
8. Kak David dan Babe selaku staf administrasi Jurusan Fisika yang telah membantu, memudahkan dan memberikan motivasi kepada penulis di masa perkuliahan.
9. Teman-teman satunol (Dwi, Widya, Amel, Juma, Wimbi, Nia) yang sudah menemani, menghibur, serta berbagi suka dan duka serta memberikan motivasi selama masa perkuliahan hingga pengerjaan skripsi ini.
10. Jepri Pranata yang sudah menemani, membantu serta memberikan semangat dan motivasi selama masa perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan F16HTER yang selalu memberikan *support* satu sama lain selama masa perkuliahan.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang dapat membantu dan mendukung penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi banyak pihak.

Indralaya, Agustus 2022

Penulis

Dhia Fadiyah Sari

NIM.08021381621041

**IDENTIFIKASI AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 1-D KONFIGURASI WENNER DI DESA
KAHURIPAN BARU KECAMATAN EMPAT PETULAI DANGKU
KABUPATEN MUARA ENIM PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**DHIA FADIYAH SARI
08021381621041**

ABSTRAK

Telah dilakukan identifikasi air tanah dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 1-d konfigurasi wenner Di Desa Kahuripan Baru, Kecamatan Empat Petulai Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prospek air tanah secara lateral dan rekomendasi titik pengeboran sumur air tanah di daerah penelitian. Pengukuran dilakukan pada 47 titik datum pada daerah penelitian dan dipetakan dengan ArcGis 10.8, dengan panjang bentangan pada masing –masing titik adalah 210 meter dan spasi elektroda adalah 5 meter. Berdasarkan hasil isoeresistivitas semu yang diolah dengan menggunakan Surfer 13 menunjukkan bahwa lapisan akuifer air tanah diduga terdapat pada nilai $ab/2 = 45$ m sampai dengan $ab/2 = 82.5$ m dan rekomendasi titik pengoboran berada pada koordinat latitude $3^{\circ}24'41.08''S$ dan longitude $104^{\circ}5'5.18''E$. Melalui korelasi pada datum 87,88 dan 96 diduga terdapat 3 lapisan penyusun yaitu lapisan pasir kerikil dengan lapisan lanau, lapisan pasir dan kerikil kering serta lapisan lempung.

Kata kunci : Air Tanah, Akuifer, Konfigurasi Wenner, Metode geolistrik tahanan jenis 1D

Indralaya, Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing II



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.
NIP. 197203041999031002

Pembimbing I



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 19700910199412101

IDENTIFICATION OF GROUNDWATER USING 1-D GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHOD OF WENNER CONFIGURATION IN KAHURIPAN BARU VILLAGE, EMPAT PETULAI DANGKU DISTRICT, MUARA ENIM REGENCY, SOUTH SUMATERA PROVINCE

DHIA FADIYAH SARI

08021381621041

ABSTRACT

This study has identified groundwater using a 1-D geoelectrical resistivity method with the wenner configuration in Kahuripan Baru Village, Empat Petulai Dangku District, Muara Enim Regency, South Sumatera Province. This study was to know groundwater prospect laterally and recommendation of groundwater drilling points in the research area. The measurement was did at 47 points in the study area and mapped with ArcGis 10.8, with the length of each point is 210 meters and electrode spacing is 5 meters. The measurement data were processed using Surfer 13 and ArcGis 10.8 software. Based on the apparent iso-resistivity processed using Surfer 13, it shows that the groundwater aquifer layer is thought to be at values $ab^2 = 45$ m to $ab^2 = 82.5$ m and the recommended drilling point is at latitude $3^{\circ}24'41.08''S$ and longitude $104^{\circ}5' 5.18''E$. Through the correlation at datum 87,88 and 96, it's assumed that there are 3 layers, namely layer of gravel sand with a layer of silt, layer of sand and dry gravel and layer of clay.

Keywords : groundwater, aquifer, wenner configuration, 1-D geoelectrical resistivity method

Indralaya, Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing II



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.

NIP. 197203041999031002

Pembimbing I



Dr. Frinsvah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsvah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional	4
2.2 Air Tanah	6
2.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis.....	8
2.3.1 Resistivitas Semu	9
2.3.2 Resistivitas Batuan.....	10
2.4 Konfigurasi Wenner	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat Penelitian.....	14
3.3 Data dan Perangkat Lunak	14
3.3.1 Data Penelitian	14
3.3.2 Perangkat Lunak	15
3.4 Tahapan Penelitian.....	15
3.4.1 Akuisisi Data.....	15
3.4.2 Pengolahan Data	16
3.4.3 Analisis Hasil Pengolahan Data	19
3.5 Diagram Alir	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21

4.1	Akuisisi Data.....	21
4.2	Hasil Distribusi Nilai Resistivitas Semu Terhadap $ab/2$	22
4.3	Pendugaan Posisi Akuifer Berdasarkan Peta Isoresistivitas Semu.....	25
4.4	Korelasi Nilai Resistivitas Semu Untuk Menduga Bentuk 2D Daripada Akuifer Dibawah Permukaan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Pada Daerah Penelitian (Modifikasi dari Gafoer dkk., 1986).	5
Gambar 2.2 Siklus Hidrologi (Salamadian, 2018).	6
Gambar 2.3 Akuifer Tertekan dan Akuifer Tidak Tertekan (Vebrianto, 2016).	8
Gambar 2.4 Gambar pola aliran dan bidang ekipotensial (Agustina dkk., 2018).	9
Gambar 2.5 Konfigurasi Wenner.	12
Gambar 3.1 Tampilan awal <i>Surfer 13</i> .	17
Gambar 3.2 Input data nilai X, Y dan Z pada <i>worksheet</i> .	17
Gambar 3.3 <i>Grid data</i> pada yang sudah di <i>save</i> .	18
Gambar 3.4 Hasil plot kontur dengan menggunakan <i>surfer 13</i>	18
Gambar 3. 5 Diagram alir penelitian.	20
Gambar 4.1 Peta sebaran data di wilayah penelitian.	21
Gambar 4.2 Peta topografi daerah penelitian.	22
Gambar 4.3 Sebaran resistivitas semu pada nilai <i>ab2</i> : (a) 7.5 m, (b) 15 m, (c) 22.5 m, (d) 30 m, (e) 37.5 m, (f) 45 m, (g) 52.5 m, (h) 60 m, (i) 67.5 m, (j) 75 m, (k) 82.5 m, (l) 90 m, (m) 97.5 m, (n) 105 m.	23
Gambar 4.4 Peta isoeresistivitas semu terhadap nilai <i>ab2</i> pada daerah penelitian.	25
Gambar 4.5 Peta rekomendasi titik pengeboran air tanah pada daerah penelitian.	26
Gambar 4.6 Korelasi nilai resistivitas semu dalam bentuk 2D.	28
Gambar 4.7 Hasil interpretasi salah satu titik datum dengan IPI2WIN.	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai resistivitas pada beberapa batuan (Verhoef, 1989).	11
Tabel 2.2 Nilai resistivitas beberapa material yang terdapat di bawah permukaan bumi (Telford, 1990).	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber daya alam sangat dibutuhkan dan sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup baik itu untuk manusia, hewan maupun tumbuhan adalah air tanah. Kelangsungan kehidupan makhluk hidup tidak berjalan baik tanpa adanya air tanah. Terdapat banyak cara yang dilakukan dari zaman dahulu untuk memanfaatkan dan mengembangkan air tanah, sampai pada saat ini dapat menggunakan teknologi yang canggih dengan mengebor sumur untuk mendapatkan air tanah tersebut. Air tanah sendiri dapat didefinisikan sebagai air yang berada di bawah permukaan bumi di dalam suatu ruang diantara celah dan pori dari suatu tanah atau batuan. Dapat dilihat pada dari siklus hidrologi, air tanah terbentuk dari air yang meresap ke dalam lapisan bawah permukaan yang nantinya mengisi suatu celah dan ruang pada pori tanah ataupun batuan. Sebelum melakukan pengeboran untuk mendapatkan air tanah, terlebih dahulu melakukan identifikasi atau penyelidikan di atas permukaan tanah dengan tujuan agar dapat mengetahui ada atau tidaknya potensi air tanah.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi air tanah. Metode ini sebagai salah satu metode yang sudah terbukti keakuratannya dalam menentukan lapisan akuifer dibawah permukaan bumi, dan juga metode geolistrik ini sudah sering digunakan dan memberikan hasil yang cukup baik dalam menggambarkan lapisan tanah di bawah permukaan (Kusworowati dkk, 2020). Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) merupakan metode geolistrik yang digunakan pada pada penelitian kali ini, dimana dalam metode ini arus diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan selanjutnya mengukur tegangan yang dihasilkan pada kedua elektroda potensial dengan menggunakan alat resistivity meter (Budiman dkk, 2013).

Pada daerah penelitian sangat membutuhkan sumber air dikarenakan daerah ini merupakan lahan perkebunan yang baru saja dibuka. Sumber air tersebut digunakan untuk kehidupan sehari-hari serta kebutuhan perkebunan. Pada penelitian ini susunan elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Wenner ID (*Wenner Sounding*). Konfigurasi Wenner ID ini memiliki keunggulan dalam akurasi pembacaan nilai tegangan pada elektroda

potensial dalam angka relatif cukup besar. Hal tersebut dikarenakan elektroda potensial berada relatif lebih dekat dengan elektroda arus. (Vebrianto, 2016). Diharapkan dengan metode ini dapat menentukan lokasi titik pengeboran sumur dan prospek secara lateral untuk mendapatkan air tanah di wilayah penelitian tersebut.

Menurut Huda (2011) melalui penelitian Pemetaan air tanah menggunakan metode resistivitas Wenner *Sounding* (Studi Kampus II Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang) dapat memberikan informasi tentang nilai resistivitas batuan pada setiap titik pengukuran sehingga dapat menduga formasi batuan apa yang terdapat dibawah permukaan dan formasi batuan apa yang membawa air tanah (akuifer). Konfigurasi Wenner *sounding* digunakan untuk menduga secara vertikal keberadaan dari air tanah yang terdapat di bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan. Keunggulan konfigurasi ini dibandingkan dengan konfigurasi lain seperti Schlumberger dan Pole-dipole adalah konfigurasi ini tidak memerlukan tingkat kesensitifan alat resistivity meter atau voltmeter yang tinggi (Milsom, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mengetahui prospek air tanah secara lateral dan rekomendasi titik pengeboran di Desa Kahuripan Baru Kecamatan Empat Petulai Dangku Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prospek air tanah secara lateral dan rekomendasi titik pengeboran sumur air tanah di Desa Kahuripan Baru Kecamatan Empat Petulai Dangku Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:.

1. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik tahanan jenis 1D.
2. Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Wenner.

3. Wilayah penelitian adalah salah satu perkebunan yang terdapat di Desa Kahuripan Baru Kecamatan Empat Petulai Dangku Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan, dengan koordinat daerah penelitian *Latitude* = 3°24'39.09''S dan *Longitude* = 104°5'6.09''E.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini adalah dapat diketahuinya lokasi titik pengeboran sumur air tanah dan dapat mengetahui prospek air tanah secara lateral yang berada pada wilayah penelitian. Sehingga dapat dilakukan pengeboran sumur dan dapat tersedia sumber air tanah pada wilayah perkebunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. P., Pazha, H. dan Chusni, M.M. 2018. *Analisis Lapisan Batuan dan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. JIPFRI, 1(3): 1-2.
- Anggraini, D. F., Jatmiko, T. Dan Triwibowo, B., 2017. *Perhitungan Cadangan Hidrokarbon Formasi Baturaja Lapangan "MLH", Cekungan Sumatera Selatan*. Jurnal Ilmiah Geologi Pangea, 2(4):2.
- Budiman, A., Delhasni dan Widodo, S.A.H.S., 2013. *Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger*. Jurnal Ilmu Fisika, 1(1): 2.
- Gafoer, S., Cobrie, T. & Purnomo, J., 1986. *Peta Geologi Lembar Lahat, Sumatera*, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Huda, A. M. M., 2011. *Pemetaan Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas Wenner Sounding (Studi Kasus Kampus Ii Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang)*. Jurnal neutrino, 2(3): 176.
- Kusworowati, E., Halik, G. dan Yunarni, W., 2020. *Geolistrik Konfigurasi Wennr Untuk Pendugaan Air Tanah di Perumahan Grand Puri Bunga Nirwana Jember*. Teras Jurnal, 1(1): 2.
- Manrulu, R.H. dan Hamid, I.D., 2018. *Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo*. Jurnal Fisika Flux, 1(15):7.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics Third Edition*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Mori, K., 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Muaraenimkab.go.id, 2019. *Keadaan Geografis dan Iklim (Geographical Condition And Climate, <https://www.muaraenimkab.go.id/web/konten/12/geografis>, diakses pada tanggal 16 Juni 2022 pukul 11.36*.

- Muhardi, Perdhana, R. dan Nasharuddin. 2019. *Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger*. Prisma Fisika, 3(7): 331.
- Ratiwi, A. P. Dan Akmaludin. 2017. *Biostratigrafi Nannofosil Gampingan Pada Sumur "Ssb" Sub-Cekungan Palembang Selatan, Cekungan Sumatera Selatan*. Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-10 (794-795).
- Rosmiati, Palloam, P. dan Ihsan, N. 2016. *Survei Sebaran Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Di Kelurahan Bonto Raya Kecamatan Batang Kabupaten Jeneponto*. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika, 3(12): 330-331.
- Salamadian, 2018. *Siklus Hidrologi : Pengertian, Proses dan Gambar Siklus Air*, <https://salamadian.com/siklus-hidrologi-air-hujan>, diakses pada tanggal 5 juni 2021 pukul 14.38.
- Sanggra, W.A., 2015. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya*. Jurnal Fisika Indonesia, 19(55) : 1–5.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sherif, R.E dan Keys, D. D. 1990. *Applied Geophysics First Edition*. Cambridge University Press. Cambridge. New York.
- Vebrianto, S. 2016. *Eksplorasi Metode Geolistrik Resistivitas, Polaritas Terinduksi dan Potensial Diri*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Verhoef. 1989. *Geologi untuk Teknik Sipil*. Jakarta: Erlangga.