# KARAKTERISTIK AKUIFER AIR TANAH DI MONTERADO DENGAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* (VES)

**LODOVIKA STEVANI JULIANTI**
**H1071201016**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**UNIVERSITAS TANJUNGPURA**
**PONTIANAK**
**2024**

# KARAKTERISTIK AKUIFER AIR TANAH DI MONTERADO DENGAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* (VES)

**LODOVIKA STEVANI JULIANTI**
**H1071201016**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**UNIVERSITAS TANJUNGPURA**
**PONTIANAK**
**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

| | |
|---|---|
| Judul Tugas Akhir | : Karakteristik Akuifer Air Tanah di Monterado dengan Metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) |
| Nama Mahasiswa | : Lodovika Stevani Julianti |
| NIM | : H1071201016 |
| Jurusan/Program Studi | : Fisika/Geofisika |
| Tanggal Lulus | : 23 Desember 2024 |
| SK Pembimbing | : No.3997/UN22.8/TD.06/2023/Tanggal: 16 Oktober 2023 |
| SK Penguji | : No.4211/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal: 11 Desember 2024 |

Dosen Pembimbing

| Pembimbing 1 | Pembimbing 2 |
|---|---|
| Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc | Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc |
| NIP198911142019031011 | NIP199008272022031008 |

Dosen Penguji

| Ketua Penguji | Anggota Penguji |
|---|---|
| Zulfian, S.Si., M.Si | Irfana Diah Faryuni, S.Si., M.Si |
| NIP198812142020121005 | NIP198510132008122004 |
| Pemimpin Sidang (merangkap anggota penguji) | Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji) |
| Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc | Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc |
| NIP 198911142019031011 | NIP 199008272022031008 |

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197910255200501100 2

## PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

| | |
|---|---|
| Nama | : Lodovika Stevani Julianti |
| NIM | : H1071201016 |
| Program Studi/Jurusan | : Geofisika/Fisika |
| Fakultas | : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam |

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 23 Desember 2024




Lodovika Stevani Julianti

H1071201016

**Karakteristik Akuifer Air Tanah di Monterado dengan Metode *Vertical Electrical Sounding* (VES)**


## Abstrak

Limbah bekas tambang merupakan limbah yang dihasilkan dari suatu proses produksi kegiatan pertambangan yang dapat menyebabkan terjadinya degradasi lahan. Air tanah yang tersimpan di dalam ruang batuan yang disebut dengan akuifer. Metode geolistrik 1D merupakan metode yang digunakan untuk mengindentifikasi lapisan bawah permukaan tanah secara vertikal pada lokasi penelitian. Selain melakukan pengukuran geolistrik di lapangan, penelitian ini juga melakukan uji kualitas air sebagai acuan dalam interpretasi mengenai pencemaran akibat limbah bekas tambang. Analisis data menunjukkan adanya jenis akuifer bebas pada lintasan pertama, ketiga dan keempat serta akuifer tertekan pada lintasan kedua. Pendugaan pencemaran limbah bekas tambang pada sepanjang daerah penelitian tidak terjadi karena pada lintasan kedua memiliki litologi dugaan pada lapisan atas berupa batuan keras.



Kata kunci: Limbah, Akuifer, Geolistrik, Pertambangan

***Characteristics of Groundwater Aquifers in Monterado using The Vertical Electrical Sounding (VES) Method***


***Abstract***

*Ex-mining waste is waste produced from a production process of mining activities which can cause land degradation. Ground water is stored in rock spaces called aquifers. The 1D geoelectric method is a method used to identify vertical subsurface layers at the research location. Apart from carrying out geoelectrical measurements in the field, this research also carried out water quality tests as a reference in interpreting pollution caused by ex-mining waste. Data analysis shows that there are unconfined aquifers in the first, third and fourth passes and confined aquifers in the second pass. Estimates of ex-mining waste pollution along the research area did not occur because the second track had suspected lithology in the upper layer of hard rock.*



*Keywords: Waste, Aquifer, Geoelectic, Mining*

# PRAKATA

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat yang sangat melimpah kepada penulis, khususnya dalam proses penyelesaian tugas akhir dengan judul **"Karakteristik Akuifer Air Tanah di Monterado dengan Metode *Vertical Electical Sounding* (VES)"** yang telah selesai tepat pada waktunya. Penyusunan usulan penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwasanya banyak sekali kekurangan dan keterbatasan dalam proses penulisan tugas akhir ini. Selain itu, menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian studi maupun proses dari penulisan tugas akhir yang penuh dengan suka dan duka serta berbagai kesulitan yang telah dilalui dengan adanya bantuan, bimbingan, arahan serta nasihat yang sangat berharga bagi penulis yang diberikan oleh banyak pihak.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat melimpah terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar. Berkat yang senantiasa ada serta dari ayat Alkitab yang menjadi salah satu kekuatan dan percaya bahwa setiap orang memiliki jalannya masing-masing dan apapun itu Tuhan lebih tahu. Filipi 4:13 "Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku."
2. Kedua orang tua (Bapak Edmundus dan Ibu Mahdalia Maria), Saudara perempuan (Veronika Aldona) serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan secara moril maupun non-moril sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan ada pada titik ini.
3. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti perkuliahan di

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

4. Bapak Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Bapak Radhitya Perdhana S.Si., M.Sc., selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Yuris Sutanto, S.SI., M.Sc., selaku pembimbing kedua yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan terkait penelitian dan proses penulisan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Bapak Zulfian, S.Si., M.Si., selaku penguji pertama yang telah memberikan saran dan masukan terkait penelitian penulis.
9. Ibu Irfana Diah Faryuni, S.Si., M.Si., selaku penguji kedua pada sidang skripsi yang telah memberikan saran dan masukan terkait penelitian penulis.
10. Seluruh staf pengajar dan civitas akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang senantiasa dengan tulus memberikan ilmu yang sangat berguna kepada penulis melalui perkuliahan di ruang kelas, interaksi saat di kampus maupun kegiatan yang ada di luar kampus.
11. Keluarga besar di Monterado dan perangkat desa terkait yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian serta rasa aman selama pengambilan data di lapangan.
12. Lusyndatul Massuro selaku sahabat yang senantiasa ada dan memberikan segala dukungan dan motivasi kepada penulis dari awal hingga berakhirnya masa perkuliahan.

13. Brigita Gresella Andali selaku sahabat yang memberikan dukungan terhadap penulis selama masa penulisan tugas akhir ini hingga selesai.
14. Teman-teman penulis dari semasa kecil hingga kini bersama berjuang di bangku perkuliahan yaitu Nenci, Indah dan Tia yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, terima kasih banyak. Semoga segala hal yang baik juga berbalik kepada kalian semua dan selalu dalam penyertaan Tuhan. Amin.

Akhir kata, besar harapan penulis agar skripsi ini dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pedoman pembelajaran bagi teman-teman mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam terkhususnya Program Studi Geofisika Universitas Tanjungpura serta menjadi pengetahuan bagi masyarakat luas. Semoga skripsi ini bisa menjadi bermanfaat dan berguna bagi perkembangan dunia sains terutama dalam proses penelitian kajian bumi padat serta untuk negara tercinta Indonesia.

Pontianak, 23 Desember 2024

Lodovika Stevani Julianti
H1071201016

## DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN ..... ii

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... iii

ABSTRAK ..... iv

PRAKATA ..... vi

DAFTAR ISI ..... ix

DAFTAR GAMBAR ..... xi

DAFTAR TABEL ..... xiii

DAFTAR LAMPIRAN ..... xiv

BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 2
1.3 Batasan Penelitian ..... 3
1.4 Tujuan Penelitian ..... 3
1.5 Manfaat Penelitian ..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 4
2.1 Kondisi Geologi ..... 4
2.2 Profil Kecamatan Monterado ..... 5
2.3 Pertambangan Emas Monterado ..... 7
2.3.1 Sejarah Pertambangan Emas ..... 7
2.4 Limbah Bekas Tambang ..... 8
2.4.1 Batuan Sisa Bahan Tambang (*Overburden*) ..... 8
2.4.2 Sisa Bahan Tambang Berbentuk pasir (*Tailing*) ..... 9
2.4.3 Air Asam Tambang (*Acid mine drainage*) ..... 9
2.5 Air Tanah ..... 11
2.6 Kualitas Air ..... 13
2.6.1 Kualitas Fisika ..... 13
2.6.2 Kualitas Kimia ..... 13
2.7 Konduktivitas Listrik ..... 14
2.7.1 Konduktivitas Secara Elektronik ..... 15
2.7.2 Konduktivitas Secara Elektrolit ..... 16
2.7.3 Konduktivitas Secara Dielektrik ..... 17
2.8 Permeabilitas ..... 17
2.9 Metode Geolistrik ..... 19
2.9.1 Titik Arus Tunggal di Permukaan Bumi ..... 20

2.9.2 Titik Arus Ganda di Permukaan Bumi ..... 22
2.9.3 Resistivitas Semu ..... 24
2.9.4 Konfigurasi Elektroda ..... 26
2.9.5 Geolistrik untuk Mengidentifikasi Sebaran Mineral dan Air Tanah ..... 28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... 29
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian ..... 29
3.2 Alat dan Bahan ..... 29
3.3 Prosedur Kerja ..... 30
3.4 Prosedur Pengolahan Data ..... 32
3.5 Diagram Penelitian ..... 33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 34
4.1 Hasil Interpretasi Data ..... 35
4.1.1 Penampang Resistivitas Lintasan Pertama ..... 37
4.1.2 Penampang Resistivitas Lintasan Kedua ..... 39
4.1.3 Penampang Resistivitas Lintasan Ketiga ..... 40
4.1.4 Penampang Resistivitas Lintasan Keempat ..... 41
4.1.5 Profil 2D *MARAI-1D* ..... 42

BAB V PENUTUP ..... 45
5.1 Kesimpulan ..... 45
5.2 Saran ..... 45

DAFTAR PUSTAKA ..... 47

LAMPIRAN ..... 49

## DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1 Peta geologi regional lembar Monterado ..... 4
Gambar 2.2 Peta administrasi Kecamatan Monterado ..... 5
Gambar 2.3 Peta lokasi penting pada perang kongsi kedua (Huidhues, 2008) . 7
Gambar 2.4 Lahan tambang dan kolam bekas tambang ..... 8
Gambar 2.5 Pembentukan air asam tambang (Brend. G Lottermoser, 2010) ... 10
Gambar 2.6 Siklus Hidrologi (Salsabila Anissa, 2020) ..... 12
Gambar 2.7 Silinder konduktor (Suryadi *et al*., 2015)..... 15
Gambar 2.8 Arus dan medan listrik pada resistor (Zuhdi *et al*., 2021)..... 16
Gambar 2.9 Metode geofisika aktif dan pasif ..... 20
Gambar 2.10 Titik sumber arus pada permukaan medium homogen ..... 22
Gambar 2.11 Dua elektoda arus dan dua elektoda beda potensial pada permukaan tanah homogen resistivitas isotropik $\rho$ ..... 22
Gambar 2.12 Perubahan bentuk pada bidang ekuipotensial (Telford et al., 1990)..... 24
Gambar 2.13 Garis aliran dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen(Telford et al., 1990) .....24
Gambar 2.14 Resistivitas semu pada medium berlapis (Nugroho dan Afiatna, 2021) .....25
Gambar 2.15 Konfigurasi elektroda Schlumberger .....26
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian.....29
Gambar 3.2 Diagram alir.....33
Gambar 4.1 Sampel titik 1 pada lintasan 3 .....35
Gambar 4.2 Sampel titik 2 pada lintasan 4 .....35
Gambar 4.3 Hasil inversi jumlah sampling data dalam skala log lintasan pertama .....38
Gambar 4.4 Kedalaman litologi lintasan pertama.....38
Gambar 4.5 Hasil inversi jumlah sampling data dalam skala log lintasan kedua.....39
Gambar 4.6 Kedalaman litologi lintasan kedua .....39
Gambar 4.7 Hasil inversi jumlah sampling data dalam skala log lintasan ketiga .....40
Gambar 4.8 Kedalaman litologi lintasan ketiga .....40
Gambar 4.9 Hasil inversi jumlah sampling data dalam skala log lintasan keempat.....41
Gambar 4.10 Kedalaman litologi lintasan keempat .....41
Gambar 4.11 Profil lapisan 2D *MARAI-1D* .....43

# DAFTAR TABEL


Tabel 2.1 Luas daerah menurut desa/kelurahan (2021) ..... 6
Tabel 2.2 Daftar persyaratan kualitas air bersih secara fisik ..... 13
Tabel 2.3 Daftar persyaratan kualitas air bersih secara kimia ..... 14
Tabel 2.4 Harga-harga koefisien permeabilitas tanah..... 18
Tabel 2.5 Resistivitas batuan (Telford *et al*., 1990)..... 25
Tabel 4.1 Sampel titik 1 ..... 36
Tabel 4.2 Sampel titik 2 ..... 36
Tabel 4.3 Sampel titik 1 ..... 36
Tabel 4.4 Sampek titik 2 ..... 36
Tabel 4.5 Informasi lapisan lintasan pertama ..... 38
Tabel 4.6 Informasi lapisan lintasan kedua..... 39
Tabel 4.7 Informasi lapisan lintasan ketiga..... 41
Tabel 4.8 Informasi lapisan lintasan keempat..... 42
Tabel 4.9 Profil 2D *MARAI-1D* ..... 42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penelitian pada software excel ..... 49
Lampiran 2. Peta geologi ..... 51
Lampiran 3. Dokumentasi pengambilan data lapangan ..... 52
Lampiran 4. Lokasi pengambilan data lapangan..... 53
Lampiran 5. Hasil uji kualitas air ..... 55

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Monterado merupakan daerah bekas tambang yang mana sebagian besar wilayah pada daerah tersebut dikelilingi oleh lahan bekas pertambangan emas yang sudah tidak terpakai seperti terbentuknya lubang bekas tambang dan bukit yang terpotong mengakibatkan permukaan lahan menjadi tidak beraturan (Erfandi, 2020). Jenis pertambangan yang digunakan pada daerah tersebut adalah menggunakan sistem tambang terbuka (*open pit mining*) yaitu aktivitas pertambangan dengan membuang tanah penutup bahan tambang pada bagian atas permukaan untuk mempermudah proses penambangan (Subowo, 2011).

Banyak permukaan tanah yang tidak beraturan serta lubang-lubang tempat pembuangan air limbah tambang yang sudah bercampur dengan air hujan membentuk kolam di setiap titik bekas pertambangan. Bekas pertambangan tersebut merupakan hasil limbah tambang emas oleh perusahaan maupun tambang tanpa izin yang dikelola oleh masyarakat setempat yang ada disana dengan segala permasalahan lingkungan yang ditinggalkan sebagai akibat dari limbah yang dihasilkan (Rahmayani, 2015). Pada lapisan atas permukaan di daerah bekas tambang adalah sisa bahan tambang (*overburden*), sisa bahan tambang berbentuk pasir (*tailing*) serta air asam tambang yang mengandung logam berat (Erfandi, 2020). Limbah bekas tambang dapat menjadi salah satu faktor tercemarnya sumber air termasuk air tanah yang ada di lapisan akuifer.

Air tanah dapat didefinisikan sebagai semua jenis air yang terdapat di dalam tanah maupun ruang batuan dasar berpori (*regolith*) yang juga dapat disebut sebagai aliran alami yang mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran maupun rembesan dari atas permukaan tanah. Sumber utama dari air tanah adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah dan bergerak melalui lapisan permukaan tanah dan air tersebut mengisi celah-celah lapisan serta ruang yang berpori pada batuan dan tanah (Prastistho, B., 2018).

Tujuan utama dari metode geolistrik adalah untuk mengetahui sifat-sifat kelistrikan pada struktur lapisan permukaan tanah dengan cara melakukan injeksi arus listrik ke dalam tanah. Konfigurasi elektroda yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Schlumberger* yang memiliki keunggulan untuk mendeteksi adanya sifat non-homogenitas pada lapisan batuan dengan melakukan perbandingan terhadap nilai resistivitas semu ketika perubahan jarak elektroda MN/2 dilakukan (Broto dan Afifah, 2008). Antosia dkk (2022) melakukan penelitian menggunakan metode geolistrik 2D untuk mengidentifikasi kemenerusan lapisan air tanah. Darmansyah dkk (2023) melakukan penelitian tentang identifikasi kedalaman air tanah menggunakan metode geolistrik satu dimensi (1D) serta konfigurasi elektroda yang digunakan adalah *Schlumberger*. Supriadi (2023) melakukan penelitian menggunakan metode geolistrik 1D konfigurasi *Schlumberger* untuk mengidentifikasi akuifer air tanah.

Selain mengidentifikasi lapisan akuifer air tanah menggunakan geolistrik, peneliti juga akan melakukan pengujian kualitas pada air yang akan diambil sampel di beberapa titik penelitian untuk mengetahui kandungan zat-zat didalamnya sebagai pembanding kualitas air pada setiap titik serta dapat diketahui berasal dari air atau sumber lain yang didasarkan pada parameter pengujian. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian di daerah tersebut dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Metode tersebut merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam penelitian untuk menjadi solusi dari sebuah permasalahan yang ada seperti mendeteksi adanya lapisan tambang yang mempunyai perbedaan resistivitas dengan lapisan batuan pada bagian atas dan bawah permukaan (Nugroho dan Afiatna, 2021).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang dapat ditemukan dan dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana lapisan akuifer di Desa Monterado?
2. Apakah air tanah di daerah tersebut sudah terkontaminasi dengan limbah bekas tambang?

## 1.3 Batasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian penulis memfokuskan permasalah pada penentuan kedalaman serta keberadaan air tanah pada lapisan-lapisan batuan pembawa akuifer dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 1D yang akan menggunakan konfigurasi *Schlumberger*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka dapat diketahui tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi lapisan akuifer air tanah di Desa Monterado.
2. Mengidentifikasi air tanah di daerah lokasi penelitian sudah terkontaminasi oleh limbah bekas tambang atau tidak?

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan nantinya dapat memberikan informasi mengenai pemahaman yang lebih baik yaitu memberikan informasi mengenai lapisan akuifer air tanah di desa Monterado, memberikan informasi tentang hubungan kualitas air dengan limbah akibat kegiatan pertambangan dan informasi mengenai penyebab warna air yang tidak jernih. Sehingga dapat meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah bekas tambang maupun proses dari penambangan terhadap lingkungan sekitar.