

Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas untuk Pendugaan Struktur Batuan serta Keberadaan Air Tanah (Studi Kasus Sulamu Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang)

^{1*}Abdul Wahid, ²Hadi Imam Sutaji, ³Ahmad Rasyid

¹Dosen Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

²Dosen Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

³Mahasiswa Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

*email: awundana@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Geolistrik Resistivitas di Kelurahan Sulamu, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang yang bertujuan untuk menduga struktur perlapisan batuan dan mengidentifikasi potensi air tanah berdasarkan nilai resistivitas. Metode yang dilakukan adalah geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger serta proses pengolahan data digunakan software *Res2dinv*.

Nilai resistivitas batuan berbeda-beda antara 0,541 Ωm - 14711 Ωm . pengukuran lintasan Sulamu I mempunyai resistivitas berkisar dari 0,541 Ωm sampai 14,711 Ωm , pengukuran lintasan Sulamu II mempunyai resistivitas berkisar dari 1,52 Ωm sampai 1883 Ωm , pengukuran lintasan Sulamu III mempunyai resistivitas berkisar dari 2,59 Ωm sampai 575 Ωm , pengukuran lintasan Sulamu IV mempunyai resistivitas berkisar dari 1,64 Ωm sampai 4560 Ωm . Jenis batuanya adalah batuan aluvium dan batuan gamping. Batuan aluvium mempunyai resistivitas berkisar dari 0,541 Ωm sampai 185 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 1,25 m sampai 36,9 m dan batuan gamping mempunyai resistivitas berkisar 190 Ωm sampai 14771 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 1,25 m sampai 36,9 m.

Kata kunci: Geolistrik, Resistivitas, Air tanah

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya penduduk, kebutuhan akan air semakin meningkat baik untuk keperluan kehidupan sehari-hari, peternakan, pertanian, maupun industri. Hal itu berarti persediaan air juga semakin terbatas. Pada satu sisi ada masyarakat yang kesulitan memperoleh air bersih untuk kehidupan sehari-hari, sementara di sisi lain terdapat penggunaan air secara berlebihan tanpa memperhatikan kebutuhan generasi yang akan datang. Masalah ini memerlukan pemecahan berupa pencarian sumber-sumber air untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Akibat pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan daerah pemukiman juga semakin meningkat. Banyak daerah

resapan air digunakan sebagai daerah pemukiman, dan sebagai akibatnya daerah tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan air penduduk yang tinggal di daerah tersebut (Zubaidah & Kanata 2008).

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia, oleh karena itu kapasitas daya dukung dan kualitas air baku di berbagai lokasi semakin terbatas akibat pengelolaan daerah tangkapan air yang kurang baik. Pada areal tertentu dapat muncul lapisan akuifer, sebagai lapisan pembawa air yang dapat memindahkan air dari suatu titik ke titik yang lain atau sebagai akuifer tertekan. Untuk bawah permukaan bumi, air tanah terperangkap diantara celah-celah partikel tanah atau batuan.

Beberapa tipe batuan seperti pasir,

batu pasir (*sandstones*), gravel atau batu konglomerat mempunyai kemungkinan untuk menangkap air tanah diantara celah partikelnya. Namun beberapa tipe batuan seperti batuan beku, metamorfosa dan sedimen biasanya sedikit mengandung air.

Kemampuan batuan atau sedimen menangkap air bawah tanah diantara celah partikelnya disebut potensial air tanah. Potensial air tanah akan besar, pada sedimen atau batuan yang memiliki porositas yang besar. Allan et al (dalam Juandi, 2008) menyatakan bahwa pergerakan air tanah di bawah permukaan bumi juga ditentukan oleh permeabilitas batuan atau tanah.

Menurut Stewart et all (dalam Edisar, 2013), eksplorasi air tanah dapat dilakukan di permukaan atau bawah permukaan. Salah satu metode eksplorasi air bawah permukaan adalah metode geolistrik untuk mengetahui gambaran tentang arah penyebaran aliran air bawah tanah pada suatu daerah.

Kelurahan Sulamu merupakan salah satu daerah di Kabupaten Kupang yang mengalami masalah akan kekurangan air bersih. Salah satu masalah yang terjadi adalah masyarakat sulit mendapatkan air bersih dan harga air bersih yang dijual sangat mahal. Selain itu pembangunan sumur bor yang tidak berhasil menambah kesusahan masyarakat setempat mendapatkan air bersih.

Untuk mendapatkan sumber air, bertujuan untuk mengetahui jenis serta susunan lapisan batuan yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air (akuifer) dan menentukan lokasi serta kedalaman pemboran air yang tepat sesuai dengan kondisi geologinya.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika yang dapat diterapkan untuk mengetahui pola penyebaran lapisan batuan yang bersifat sebagai akuifer. Prinsip dasar metode ini adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi menggunakan dua buah elektroda arus, kemudian mengukur beda

potensial melalui dua buah elektroda lainnya di permukaan bumi. Arus listrik yang diinjeksikan akan mengalir melalui lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan dan menghasilkan data beda potensial yang harganya bergantung pada tahanan jenis (*resistivity*) dari batuan yang dilaluinya.

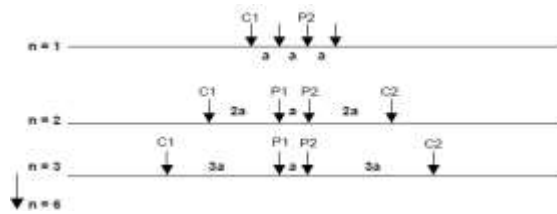
2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Kelurahan Sulamu Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang, dengan mengambil koordinat penelitian pada $10^{\circ} 1'15''$ LS - $123^{\circ} 35' 0''$ BT, dengan mengambil 4 lintasan penelitian masing-masing dengan koordinat $10^{\circ} 1' 22,8''$ LS - $123^{\circ} 35' 58,3''$ BT (lintasan I), $10^{\circ}1' 21,9''$ LS - $123^{\circ} 35' 49,5''$ BT (lintasan II), $10^{\circ} 1'22''$ LS - $123^{\circ} 35' 49,1''$ BT (lintasan III), $10^{\circ} 1' 22''$ LS - $123^{\circ} 36' 48,7''$ BT (lintasan IV).

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pendugaan lapisan akuifer adalah geolistrik resistivitas dan konfigurasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah konfigurasi *Schlumberger*, dengan menggunakan prinsip dasar penjalaran arus pada bumi ketika diinjeksikan adalah ke segala arah dan asumsi bahwa potensial lapisan batuan bawah permukaan adalah sama (ekipotensial).

2.1 Prosedur Pengukuran

Terdapat tiga lintasan pada area yang ingin diketahui lapisan air tanah dan satu lintasan pembanding (lintasan yang dekat dengan sumur dangkal) dan dilakukan penentuan patok pengukuran serta dicatat koordinat tiap-tiap patok. Menyiapkan kabel, 2 buah elektroda arus, 2 buah elektroda potensial dan Oyo McOHM-Model 2119 (*resistivitymeter*). Proses pengukuran dilakukan sesuai konfigurasi *schlumberger* (Gambar 1).



Gambar 1: Konfigurasi Schlumberger

2. 2 Analisa Data

1. Hasil pengukuran dan perhitungan berupa I , ΔV , R , K dan ρ_s untuk setiap lintasan dijadikan input dalam program *Res2dinv*.

$$K = n(n + 1)\pi a \quad (1)$$

$$\rho_s = \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

2. Menginterpretasi data untuk masing-masing lintasan. Nilai resistivitas batuan dan mineral (Loke, 1999) ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai resistivitas batuan dan mineral

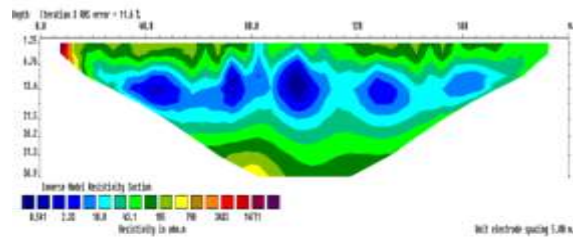
Material	Tahanan Jenis (Ωm)	Konduktivitas (Siemen/m)
Igneous and Metamorphik Rocks		
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-8} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Sedimentari Rock		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.02$
Soils and waters		
Clay	1 - 100	0.01 - 1
Alluvium	10 - 800	$1.25 \times 10^{-3} - 0.1$
Groundwater (fresh)	10 - 100	0.01 - 1
Sea Water	0.2	5
Chemical		
Iron	9.074×10^{-8}	1.102×10^7
0.01 Potassium Chlor	0.708	1.413
0.01 Sodium Chlor	0.843	1.185
0.01M Acitic Acid	6.13	0.163
Xylene	6.998×10^{16}	1.429×10^{-17}

3. HASIL PENELITIAN

Hasil analisis terhadap nilai resistivitas untuk semua lintasan ukur dengan variasi nilai resistivitas untuk setiap lintasan ukur yaitu :

a. Lintasan Sulamu I

Berikut ini merupakan hasil inversi *Res2Dinv* untuk lintasan Sulamu I.



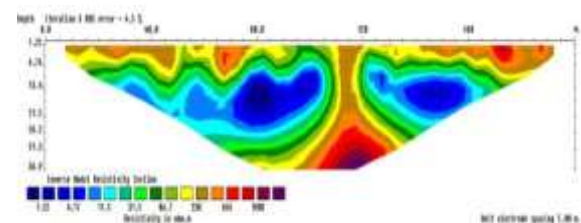
Gambar 2: Hasil inversi *Res2Dinv* untuk lintasan Sulamu I

Pada lintasan Sulamu I terdapat 2 jenis batuan, yaitu:

1. *Alluvium*, nilai resistivitas berkisar antara 0,541-185 Ωm penyebarannya hampir di sepanjang lintasan dengan kedalaman 1,25-36,9 m dan berada pada titik ukur 15-195 m.
2. *Limestone*, nilai resistivitas berkisar antara 190-14771 Ωm terdapat pada kedalaman 1,25-11,08 m

b. Lintasan Sulamu II

Berikut ini merupakan hasil inversi *Res2Dinv* untuk lintasan Sulamu II.



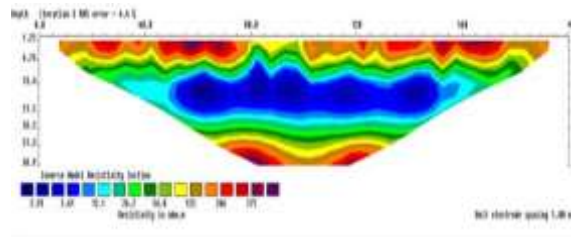
Gambar 3: Hasil inversi *Res2Dinv* untuk lintasan Sulamu II

Untuk lintasan Sulamu II interpretasi jenis batuan adalah:

1. *Alluvium*, nilai resistivitas 1,52-185 Ωm terdapat pada kedalaman 1,25-36,9 m untuk titik ukur 80-110 m dan pada kedalaman 1,27-31,3 m pada titikukur 120-140 m.
2. *Limestone*, nilai resistivitas berkisar antara 190-1803 Ωm terdapat pada kedalaman 1,25-11,08 m untuk titik ukur 10-75 m dan 140-200 m serta pada kedalaman 1,25-36,9 m pada titik ukur 110-120 m.

c. Lintasan Sulamu III

Brikut ini merupakan hasil inversi Res2Dinv untuk lintasan Sulamu III.



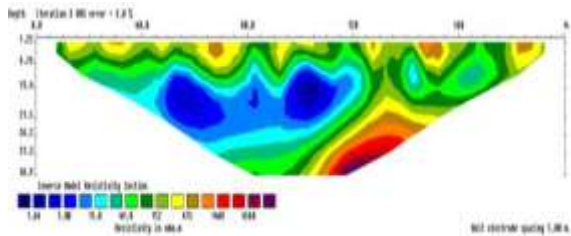
Gambar 4: Hasil inversi Res2Dinv untuk lintasan Sulamu III

Interpretasi jenis batuan untuk lintasan Sulamu III adalah:

1. *Alluvium*, nilai resistivitas berkisar antara 2,59-185 Ωm dengan kedalaman 1,25-31,3 m pada titik ukur 15 m, 80-110 m dan 180-190 m.
2. *Limestone*, nilai resistivitas berkisar antara 190-575 Ωm dengan kedalaman 1,25-6,76 m pada titik ukur 20-75 m dan 130-175 m serta pada kedalaman 31,3-36,9 m untuk titik ukur 70-130 m.

d. Lintasan Sulamu IV

Berikut ini merupakan hasil inversi Res2Dinv untuk lintasan Sulamu IV.



Gambar 5: Hasil inversi Res2Dinv untuk lintasan Sulamu IV

Untuk lintasan Sulamu IV interpretasi jenis batuan adalah sebagai berikut:

1. *Alluvium*, nilai resistivitas berkisar antara 1,64-185 Ωm dengan kedalaman 1,25-36,9 m pada titik ukur 10m, 20-25 m, 35-45 m, 50-60 m, 80-90 m,105-125 m, 130-140 m dan 155-180 m.
2. *Limestone*, nilai resistivitas berkisar antara 190-4560 Ωm dengan kedalaan 1,25-10,8 m pada titik ukur

15 m, 25-35 m, 60-80 m, 125-130 m, 145-155 m dan 180-195 m serta pada kedalaman 16,95-36,9 m untuk titik ukur 105-155 m

3. 1 Interpretasi Lapisan Akuifer

a. Lintasan Sulamu I

Lintasan ini berada di dekat sumur dan dijadikan sebagai standar atau pembandingan dalam penentuan lapisan akuifer atau lapisan pembawa air, dalam hal ini beberapa jenis batuan dapat menjadi lapisan akuifer dimana pada profil lintasan Sulamu I dengan range resistivitas *alluvium* 0,541-185 Ωm tersebar merata hampir di sepanjang titik ukur hingga kedalaman 36,9 m. Sedangkan lapisan *Clay* terkonsentrasi di tengah-tengah lapisan air tanah dan diduga berupa lumpur *Clay*.

Sumur yang menjadi standar resistivitas lapisan akuifer berada pada titik ukur 100-105 m dengan kedalaman air 6 m memiliki resistivitas berkisar antara 0,541-185 Ωm. Berdasarkan tabel 2.1 nilai resistivitas *clay* dapat mencapai 100 Ωm, sehingga untuk rentang 0,541-185 Ωm diduga merupakan *alluvium* yang tercampur dengan jenis material lain dengan mempertimbangkan konsentrasi kandungan *clay* ataupun kepadatan batuan dan komposisi mineral.

Berdasarkan profil lintasan Sulamu I lapisan air tanah tersebar merata disepanjang lintasan dengan kedalaman hingga 36,9 m sehingga diduga pada lintasan ini memiliki daya serap air yang baik. Sedangkan untuk *limestone* hampir tidak ditemukan.

Nilai resistivitas air tanah pada lintasan Sulamu I akan dijadikan standar untuk lintasan Sulamu II, III dan IV.

b. Lintasan Sulamu II

Untuk lintasan Sulamu II lapisan *clay* terkonsentrasi pada tengah lapisan akuifer dan lapisan pembawa air berada di luar konsentrasi *clay* tersebut. Pada lintasan ini *limestone* lebih mendominasi di permukaan sehingga daya serap air

tidak efektif, namun terdapat daerah serapan pada titik ukur 950-105 m. Karena berdasarkan profil lintasan Sulamu II, titik ukur tersebut memiliki nilai resistivitas pada rentangan resistivitas *alluvium*.

Jika dilihat pada profil lintasan tersebut terdapat daerah yang membatasi antara dua lapisan akuifer yang diduga adalah *limestone* karena memiliki porositas yang rendah maka daya tampung air rendah serta permeabilitas pun rendah.

c. Lintasan Sulamu III

Pada lintasan Sulamu III terdapat *clay* yang terkonsentrasi pada tengah lapisan akuifer dan diduga masih berupa lumpur *clay*. Dimana pada lintasan ini *alluvium* tersebar merata diseluruh panjang lintasan. Namun hal yang menarik pada lintasan ini adalah *limestone* tersebar merata pada hampir seluruh permukaan lintasan dan juga *limestone* yang berada di bawah lapisan akuifernya. Lapisan akuifer pada lintasan ini merupakan jenis akuifer terkekang.

Seperti pada lintasan Sulamu II ada bagian dari lintasan tersebut merupakan *alluvium* dan diduga terdapat daerah resapan air pada titik ukur 85-100 m namun tidak efektif. Berdasarkan profil lintasan Sulamu III pada titik ukur 90-95 m diduga bahwa *alluvium* terkepung diantara *limestone* dan tidak menutup kemungkinan daerah setelah titik ukur 200 m adalah daerah yang dapat diduga seperti *limestone* pada lintasan Sulamu II yang memisahkan dua lapisan akuifer.

d. Lintasan Sulamu IV

Untuk lintasan Sulamu IV, *clay* masih terkonsentrasi pada tengah lapisan akuifer dan diduga masih berupa lumpur *clay*. Ada kesamaan profil pola lintasan Sulamu II dan IV dimana terdapat daerah yang membatasi antara dua lapisan akuifer yang diduga adalah *limestone* namun pola perlapisannya tidak sedominan pada profil pola lintasan Sulamu II sehingga dapat dikatakan profil pola lintasan Sulamu IV ini didominasi oleh *alluvium*

yang merupakan bagian dari akuifer.

Pada permukaan lintasan Sulamu IV terdapat *limestone* yang tersebar tidak merata diantara *alluvium* sehingga pada lintasan ini terdapat daerah resapan air yang cukup baik dengan sebagian besar *limestone* berada di bawah yang dapat mengikat akuifer.

3. 2 Penentuan Titik Penggalan Sumur

Berdasarkan profil lintasan Sulamu I sumur air tanah dengan nilai resistivitas *alluvium* berkisar antara 0.541 – 185 Ω m penyebarannya hampir di sepanjang lintasan dengan kedalaman 1,25-36,9 m dan berada pada titik ukur 15-195 m maka untuk titik penggalan sumur adalah:

- Pada lintasan Sulamu II, di titik ukur 90 m dengan koordinat $10^0 1' 21,9''$ LS- $123^0 35' 49,1$ BT kemungkinan mendekati pada ke dalaman 1,25-36,9 m dan di titik ukur 140 m dengan koordinat $10^0 1' 22,3''$ LS- $123^0 35' 51,5$ BT pada kedalaman 1,25-31,3 m.
- Untuk lintasan Sulamu III, di titik ukur 85 m dengan koordinat $10^0 1' 22,4''$ LS- $123^0 35' 50,6$ BT kemungkinan mendapatkan air pada ke dalaman 1,25-31,3 m dan di titik ukur 95 m dengan koordinat $10^0 1' 22,9''$ LS- $123^0 35' 52,5$ BT akan mendapatkan air pada kedalaman 1,25- 31,3 m.
- Untuk lintasan Sulamu IV, di titik ukur 55 m dengan koordinat $10^0 1' 22,6''$ LS- $123^0 35' 50,3''$ BT akan mendapatkan air pada ke dalaman 1,25-36,9 m dan di titik ukur 85 m dengan koordinat $10^0 1' 22,9''$ LS- $123^0 51,5' 49' 1$ BT akan mendapatkan air pada kedalaman 1,25-36,9 m.

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran secara langsung yang dilakukan di sumur dengan menggunakan meteran terlihat jelas bahwa air di dalam sumur terukur pada kedalaman 6 meter dihitung dari batas antara permukaan

pasir tanah dengan air hingga ke permukaan sumur dan 4 meter dihitung dari batas permukaan pasir tanah dengan air hingga ke permukaan tanah sehingga dapat disimpulkan bahwa akuifer berada pada rentang nilai resistivitas *alluvium* pada lintasan Sulamu I (sumur) dengan kedalaman 1,25-36,9 meter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai resistivitas batuan berdasarkan hasil interpretasi *software res2dinv* di Kelurahan Sulamu Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang terdapat dua jenis batuan, yaitu: *alluvium* dengan nilai resistivitas 0.541–185 Ω m dan *limestone* (gamping) dengan nilai resistivitas 190–14771 Ω m.
2. Struktur perlapisan akuifer berdasarkan nilai resistivitas yang telah didapatkan maka potensi air tanah di Kelurahan Sulamu Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang tersebar pada lintasan Sulamu II, lintasan Sulamu III dan lintasan Sulamu IV dimana *alluvium* merupakan batuan yang dapat menyimpan air tanah (akuifer) dengan nilai resistivitas berkisar antara 0.541–185 Ω m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C (1995), Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Lembaga Ekologi Universitas Padjajaran, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Edisar, M (2013), Pemetaan Zonasi Air Bawah Tanah di Kecamatan Pinggir Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau, Lab. Fisika Komputasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, Riau.
- Irawan dkk (2012), Panduan Hidrogeologi Umum (GL-2121), Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Juandi, (2008), Analisis Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru, Riau.
- Kodoatie, Robert J (1996), Pengantar Hidrogeologi, ANDI offset, Yogyakarta.
- Loke, M.H (1999), Introduction To Resistivity Surveys, Penang, Malaysia.
- Manu, S (2008), Pola Tiga Dimensi Distribusi Air Bawah Tanah Berdasarkan Data Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Di Oelamasi Kec.Fatuleu-Kupang, Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.
- Nuridin, A.A (2009), Mikropaleontologi Dasar-dasar Mikropaleontologi (Batuan, Stratigrafi, Sedimentologi), Program Studi Teknik Geologi Jurusan Teknik Fakultas Sains Dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman Purbalingga, Purbalingga
- Patola, J. K (2010), Pemetaan Potensi Air Tanah Di Kaniti, Desa Penfui Timur, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.
- Reynolds, J. M (1997), An introduction to applied and Inviromental Geophysics, John Willey and Sons, Chichester, Ltd 796 pp, first edition.
- Rosidi, dkk (1996), Peta Geologi Lembar Kupang- Atambua, Timor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Soetrisno, S (1999), Pengertian - Pengertian Dasar Tentang Air Tanah, Posted on February 15,

1999. Diakses 7 April 2015

Summy, R. H (2014), Pemetaan Perlapisan Batuan Di Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Di Desa Lelogama Kec. Amfoang Selatan Kab. Kupang, Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.

Suryanti, Erma (2002), Kajian Pengendalian Pengambila Air Bawah Tanah Di Kota Surakarta, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang, Semarang.

Tukang, N (2011), Aplikasi metode geolistrik tahanan jenis untuk menentukan posisi dan kedalaman air tanah (studi kasus daerah tenau Kec. Alak-Kupang), Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.

Telfrod, et al (1976) Applied Geophysics, Cambridge University Press, London.

Zubaidah, Kanata (2008), Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Schlumberger Untuk Suvei Pipa Bawah Permukaan, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.