

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK DAERAH BONTOSUNGGU DESA BARUGA
KECAMATAN PAJUKUKANG KABUPATEN BANTAENG PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**ASMI AZIS EFENDY
D611 15 019**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK DAERAH BONTOSUNGGU DESA BARUGA
KECAMATAN PAJUKUKANG KABUPATEN BANTAENG PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S1) Pada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin*

**OLEH
ASMI AZIS EFENDY
D611 15 019**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK DAERAH BONTOSUNGGU DESA BARUGA
KECAMATAN PAJUKUKANG KABUPATEN BANTAENG PROVINSI
SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh :

ASMI AZIS EFENDY
D61115019


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 19 April 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Dr. Sultan, S.T., M.T
NIP. 19700705 199702 1 002

Pembimbing pendamping,


Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T
NIP. 19650928 200003 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Asri Java HS, S.T., M.T
NIP. 19690924199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Asmi Azis Efendy
NIM : D61115019
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

ANALISIS POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK DAERAH BONTOSUNGGU DESA BARUGA KECAMATAN
PAJUKUKANG KABUPATEN BANTAENG PROVINSI SULAWESI
SELATAN

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila ditemukan hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 4 Juni 2021
Yang Menyatakan


Asmi Azis Efendy

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas izin, rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Daerah Bontosunggu Desa Baruga Kecamatan Pajukukang Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan**” ini dengan baik. Pembuatan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do’a kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan, sehingga sepatutnya pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Sultan, S.T., M.T** sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T** sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. -Eng. Asri Jaya HS, S.T., MT** selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Prof. Dr. rer.nat. Ir. A.M. Imran** selaku penasehat akademik selama penulis mengikuti perkuliahan di kampus.
5. Bapak **Ir. Jamal Rauf Husain, M.T** selaku dosen penguji.
6. Bapak **Ir. Agustinus T. M.Si** selaku dosen penguji.

7. Dosen, Staf dan Pegawai Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas bantuan dan jasa-jasanya selama ini.
8. Kedua orangtua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan terbaiknya.
9. Teman-teman geologi angkatan 2015 (AGATE) atas doa dan dukungannya.
10. Pihak-pihak lain yang tidak sempat penulis sebutkan yang juga telah turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum mendekati kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan.

Gowa, Juni 2021

Penulis

SARI

Maksud dari penelitian ini untuk melakukan survey air tanah agar dapat menganalisis keterdapatannya air tanah pada daerah penelitian sedangkan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur lapisan batuan, kedalaman lapisan batuan pembawa air tanah (Akuifer), mengetahui nilai resistivitas dari batuan pada titik pengukuran, dan untuk membuat rancangan konstruksi sumur bor pada daerah penelitian. Secara administratif daerah penelitian terletak di Daerah Bontosunggu, Desa Baruga, Kecamatan Pajukukang, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara Geografis daerah penelitian ini terletak pada koordinat $120^{\circ}4'33''$ BT – $120^{\circ}5'16''$ BT dan $05^{\circ}34'14''$ LS – $05^{\circ}34'56''$ LS dengan posisi titik tengah geolistrik GL 01 berada pada koordinat $120^{\circ}04'55.13''$ BT dan $05^{\circ}34'35.06''$ LS. Metode yang digunakan yaitu metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger. Analisis data dengan menggunakan software RES2DINV yang dikorelasikan dengan data litologi lokal dan regional daerah penelitian hasilnya adalah Lapisan 1 Top Soil pada kedalaman 0 – 1,50 meter. Lapisan 2 Tufa Kasar pada kedalaman 1,50 – 41 meter. Lapisan 3 Tufa Sedang pada kedalaman 41 – 65 meter. Lapisan 4 Tufa pada kedalaman 65 – 95 meter. Lapisan 5 Tufa Kasar pada kedalaman 95 – 147 meter. Lapisan 6 Basalt pada kedalaman 147 – 185 meter. Daerah penelitian berpotensi untuk dibuat sumur bor dengan kedalaman 65 – 95 meter.

Kata Kunci : Geolistrik Resistivitas, schlumberger, Air tanah, Lapisan Akuifer

ABSTRACT

The purpose of this study is to conduct a groundwater survey in order to analyze the groundwater density in the study area while the purpose of this study is to determine the structure of the rock layer, the depth of the groundwater rock layer (aquifer), determine the resistivity value of the rock at the measurement point, and to make borehole construction designs in the study area. Administratively, the research area is located in the Bontosunggu area, Baruga Village, Pajukukang District, Bantaeng Regency, South Sulawesi Province. Geographically this research area is located at coordinates 120°4'33" BT – 120°5'16" BT and 05°34'14" LS – 05°34'56" LS with the position of the geoelectric midpoint of GL 01 at the coordinates 120° 04'55.13" BT and 05° 34'35.06" LS. The method used is the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method. Analysis of the data using the software RES2DINV which correlated with local and regional lithology data of the research area the results are Layer 1 Top Soil at depths 0 – 1,50 meters. 2 layers of Coarse Tuff at depths 1,50 – 41 meters. 3 layers of Medium Tuff at depths 41 – 65 meters. 4 layers of Tuff at depths 65 – 95 meters. 5 layers of Coarse Tuff at depths 95 – 147 meters. 6 layers of Basalt at depths 147 – 185 meters. The research area has the potential for drilling wells with a depth of 65 – 95 meters.

Keywords : *Geoelectric Resistivity, Schlumberger, Groundwater, Aquifer layer*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Tujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Pernyataan Keaslian	iv
Kata Pengantar	v
Sari	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Letak, Luas, dan Kesampaian Daerah.....	3
1.5 Alat dan Bahan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi	6
2.1.1 Geologi Regional	6
2.1.2 Stratigrafi Regional	7
2.2 Hidrologi	8
2.2.1 Pengertian Hidrologi	8
2.3 Air Tanah	9
2.4 Geolistrik.....	16
2.4.1 Konfigurasi Wenner	18
2.4.2 Konfigurasi Schlumberger	18
2.4.3 Konfigurasi <i>Dipole-Dipole</i>	20
2.4.4 Sifat Kelistrikan Material Batuan.....	20

2.5 Hubungan Antara Geologi dan Resistivitas Batuan.....	24
2.6 Penerapan	24

BAB III METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	25
3.1.1 Pengambilan Data Lapangan.....	25
3.1.2 Pengukuran Resistivitas Batuan	26
3.2 Analisis Data	27
3.3 Penyusunan Skripsi	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geologi Daerah Penelitian	30
4.1.1 Geomorfologi Daerah Penelitian.....	30
4.1.1.1 Satuan Geomorfologi Bergelombang Landai.....	31
4.1.1.2 Satuan Geomorfologi Bergelombang Miring.....	31
4.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian	32
4.2 Analisis Geolistrik Resistivitas	33
4.2.1 Titik Duga GL 01	34
4.3 Potensi Air Tanah	37
4.4 Titik Rekomendasi Sumur Bor	38

BAB IV PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian.....	3
Gambar 2.1 Penampang Vertikal Menunjukkan Zona <i>Vadose</i> dan <i>phreatic</i> ...	10
Gambar 2.2 Jenis-jenis Akuifer	11
Gambar 2.3 Pergerakan pada Air Tanah	12
Gambar 2.4 Hubungan Porositas Spesifik <i>Yiled</i> dan Spesifik <i>Retention</i>	14
Gambar 2.5 Metode Konfigurasi Wenner	18
Gambar 2.6 Metode Konfigurasi Schlumberger.....	19
Gambar 2.7 Metode Konfigurasi Dipole-dipole.....	20
Gambar 2.8 Resistivitas Batuan Tanah dan Mineral	23
Gambar 3.1 Susunan Elektroda Konfigurasi Slumberger untuk pendugaan Vertikal.....	27
Gambar 3.2 Bagan Alir Metode Penelitian	29
Gambar 4.1 Kenampakan Satuan Geomorfologi Pedataran Dengan Arah Pengambilan Foto N 160 ⁰ E.....	31
Gambar 4.2 Kenampakan Satuan Geomorfologi Pedataran Miring Dengan Arah Pengambilan Foto N 80 ⁰ E.....	32
Gambar 4.3 Kenampakan Satuan Tufa Dengan Arah Pengambilan Foto N 145 ⁰ E.....	33
Gambar 4.4 Kegiatan Pengukuran Data Geolistrik Pada GL 01.....	34
Gambar 4.5 Penampang GL 01 Hasil Inversi Geolistrik.....	36
Gambar 4.6 Rekomendasi pemboran sumur bor pada penampang GL 01 Hasil Inversi Geolistrik.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Distribusi Air pada Planet Bumi	13
Tabel 2.2 Rentang Porositas pada Sedimen dan Batuan	15
Tabel 2.3 Nilai <i>Hydraulic Conductivity</i> Sedimen dan Batuan	21
Tabel 4.1 Tabel Log resistivitas GL 01	38

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan suatu senyawa yang sangat penting bagi semua bentuk kehidupan di Bumi. Selain untuk dikonsumsi ketersediaan air juga sangat berperan dalam berbagai sektor kehidupan diantaranya penggunaannya dalam bidang pertanian, perkebunan, peternakan, industri dan sebagainya (Olsen, 1995).

Seiring dengan perkembangan teknologi dan jumlah penduduk serta kemajuan pembangunan disegala aspek kehidupan, maka pemenuhan kebutuhan akan sumber daya air juga semakin meningkat, baik untuk pemenuhan kebutuhan berbagai pengembangan areal pertanian dan perkebunan atau untuk pemenuhan kebutuhan industri. Pengembangan kawasan areal pertanian, khususnya areal persawahan pada suatu daerah selain membutuhkan lokasi dan areal pengembangan juga membutuhkan irigasi dan pemenuhan air untuk lahan persawahan di daerah tersebut. Untuk meningkatkan pendapatan petani pada areal persawahan tersebut dibutuhkan pemenuhan kebutuhan akan air untuk mengairi areal persawahan tersebut khususnya bila musim kemarau tiba.

Lokasi areal persawahan di Daerah Bontosunggu Desa Baruga Kecamatan Pajukukang Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan ini memerlukan adanya sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan air irigasi persawahan di daerah ini maupun kebutuhan lainnya. Pemenuhan akan kebutuhan air irigasi pada areal persawahan tersebut merupakan salah satu faktor dan syarat yang sangat penting dalam pengembangan dan peningkatan penghasilan para petani di daerah

areal persawahan di daerah tersebut yang sesuai dengan kebutuhan di daerah tersebut.

Menyadari akan arti pentingnya air bersih dalam kehidupan sehari-hari, maka dipandang penting untuk mengadakan penelitian dalam menemukan sumber air bersih sebagai salah satu jawaban atas permasalahan kelangkaan air bersih Daerah Bontosunggu Desa Baruga Kecamatan Pajukukang Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan. Eksplorasi air tanah dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode geolistrik berupa pengukuran nilai resistivity guna mengetahui kondisi bawah permukaan secara akurat, yang nantinya berguna dalam mengetahui zona akumulasi air tanah.

Hal tersebut yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini guna mengeksplorasi dan mengeksploitasi air tanah yang terdapat pada lapisan Akuifer daerah penelitian.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan survey air tanah agar dapat menganalisis ketersediaan air tanah pada Daerah Bontosunggu Desa Baruga Kecamatan Pajukukang Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini diantaranya :

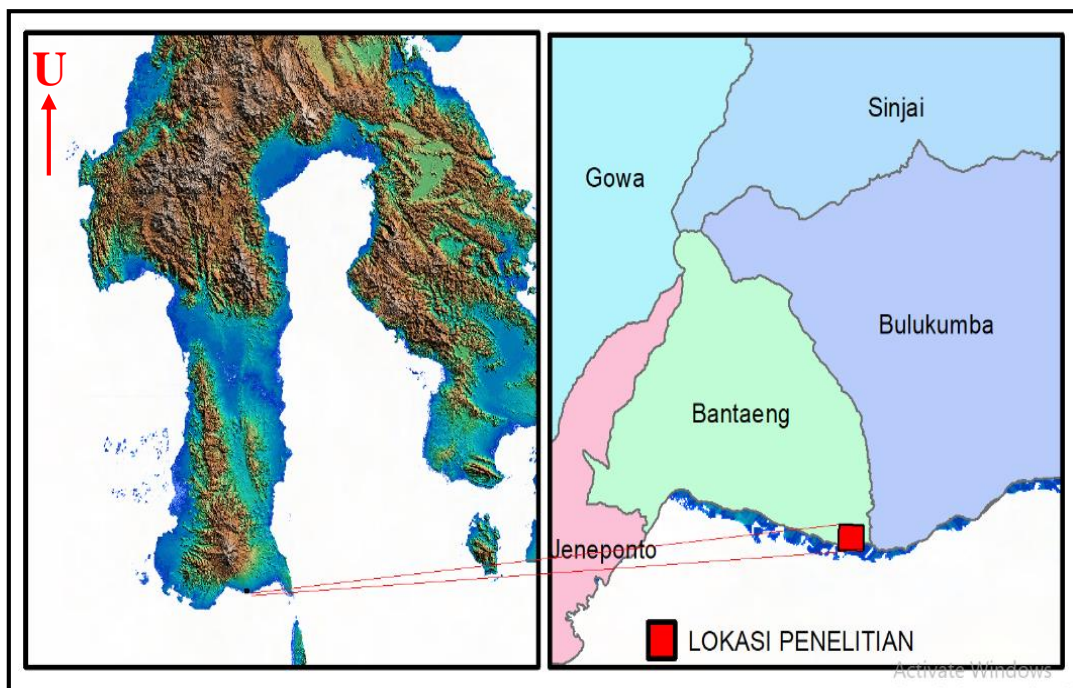
1. Mengetahui nilai resistivitas batuan, kedalaman dan ketebalan lapisan pembawa air tanah (akuifer) pada daerah penelitian.
2. Menentukan posisi lokasi titik potensi air tanah untuk pemboran di Daerah Bontosunggu Desa Baruga Kecamatan Pajukukang Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian penulis memfokuskan permasalahan pada penentuan kedalaman lapisan-lapisan batuan pembawa air tanah (akuifer) dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dan menentukan posisi lokasi titik potensi air tanah untuk pemboran.

1.4 Letak, Luas dan Kesampaian Daerah

Secara umum lokasi penelitian berada pada Daerah Bontosunggu, Desa Baruga, Kecamatan Pajukukang, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Dan secara geografis terletak pada koordinat $120^{\circ}4'33''$ Bujur Timur – $120^{\circ}5'16''$ Bujur Timur dan $05^{\circ}34'14''$ Lintang Selatan – $05^{\circ}34'56''$ Lintang Selatan dengan posisi titik tengah geolistrik GL 01 berada pada koordinat $120^{\circ}04'55.13''$ Bujur Timur dan $05^{\circ}34'35.06''$ Lintang Selatan.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Bantaeng nomor 2010 – 34 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 yang diterbitkan BAKOSURTANAL edisi I tahun 1991 (Cibinong, Bogor). Daerah penelitian mencakup luas wilayah kurang lebih 2,5 km².

Lokasi penelitian berjarak sekitar 132 km dari Kota Makassar ke Kota Bantaeng yang dapat ditempuh sekitar 3,5 jam. Dari Kota Bantaeng ke jalan poros menuju Kota Bulukumba berjarak sekitar 24 km dan masuk ke kiri jalan menuju ke areal persawahan Daerah Bontosunggu, Desa Baruga, Kecamatan Pajukukang, Kabupaten Bantaeng dengan jarak sekitar 5 km. Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan sarana transportasi darat baik dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun roda empat.

1.5 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut :

- a. Alat geolistrik tahanan jenis Nanniura NRD 300 HF
- b. Kabel arus dua gulung (masing-masing 500 meter)
- c. Kabel potensial dua gulung (100 meter)
- d. Elektroda potensial dua buah
- e. Elektroda arus dua buah
- f. Aki 12 Volt
- g. Rol Meter 2 buah
- h. Peta Topografi berskala 1 : 10.000 yang merupakan hasil pembesaran dari peta rupa bumi skala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal.

- i. Kompas Geologi
- j. *Global Positioning System* (GPS)
- k. Buku catatan lapangan
- l. Kantong sampel
- m. Kamera digital
- n. Alat tulis menulis
- o. Ransel lapangan
- p. Perlengkapan pribadi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi

2.1.1 Geologi Regional

Berdasarkan Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi, tahun 1982 oleh Rab Sukamto dan Sam Supriatna (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi) dengan skala 1 : 250.000. Daerah penelitian berada pada Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv) yang sebagian besar berupa Qlvb yaitu Breksi Vulkanik, Lahar dan Tufa. Disamping itu juga secara regional terdapat Endapan Aluvium Qac berupa endapan material kerikil, pasir, lempung, lumpur dan material gunungapi.

Secara umum daerah penelitian berada pada formasi batuan sebagai berikut:

- **Qac Endapan Aluvium** : berupa material kerikil, pasir, lempung, lumpur dan tanah liat. Terbentuk dalam lingkungan sungai, rawa dan delta. Di sekitar Daerah Kota Bantaeng, endapan aluviumnya terutama terdiri dari rombakan batuan vulkanik Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang dan sebagian kecil berupa material batugamping dan terumbu karang.
- **Qlv Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang** : terdiri dari batuan vulkanik baik berupa aglomerat, lava, breksi vulkanik, endapan lahar dan batuan tufa yang berukuran halus, ukuran sedang sampai ukuran material yang kasar bahkan berupa batuan Tufa Lapili.

- *Qlvb* **Batuan Vulkanik** : terdiri dari material breksi vulkanik, lahar dan batuan tufa yang berukuran sedang sampai kasar bahkan batuan Tufa Lapili yang kompak dan fresh.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Satuan batuan tertua yang diperkirakan berada pada lapisan paling bawah di daerah ini berumur Kapur Atas berupa Batuan Sedimen Flysch yang dipetakan sebagai Formasi Marada (Km) dan Batuan Malihan (s) belum diketahui umurnya, apakah lebih tua atau lebih muda dari pada Formasi Marada; yang jelas diterobos oleh granodiorit yang diduga berumur Miosen (19 ± 2 juta tahun). Formasi Tonasa ini diendapkan sejak Eosen Akhir berlangsung hingga Miosen Tengah, menghasilkan endapan karbonat yang tebalnya tidak kurang dan 1750 meter. Pada kala Miosen Awal rupanya terjadi endapan batuan gunungapi di daerah timur yang menyusun Batuan Gunungapi Kalamiseng (Tmkv).

Satuan batuan berumur Miosen Tengah sampai Pliosen menyusun Formasi Camba (Tmc) yang tebalnya mencapai 4.250 m dan menindih tak selaras batuan-batuan yang lebih tua. Formasi ini disusun oleh batuan sedimen berselingan dengan klastika gunungapi, yang menyamping beralih menjadi dominan batuan gunungapi (Tmcv).

Batuan gunungapi berumur Pliosen terjadi secara setempat-tempat menyebar di daerah ini dan batuan ini menyusun Batuan Gunungapi Baturape - Cindako (Tpbv).

Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv), berumur Plistosen. Satuan batuan ini terdiri dari Qlvp berupa batuan breksi vulkanik, lahar dan batuan Tufa yang mulai dari berukuran halus, sedang sampai yang berukuran kasar. Batuan Tufa ini juga dijumpai berupa batuan Tufa Halus, Tufa Sedang, Tufa Kasar hingga Batuan Tufa Lapili.

Sedimen termuda adalah endapan aluvium dan endapan pantai (Qac) yang tersebar luas di dataran rendah sampai laut, dataran sungai dan rawa dengan ukuran material dari lempung, lumpur hingga berukuran bongkah. Lokasi penyebaran endapan alluvium ini memanjang dari wilayah Daerah Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Bantaeng, hingga wilayah Daerah Kabupaten Bulukumba.

2.2 Hidrologi

2.2.1 Pengertian Hidrologi

Hidrologi berasal dari bahasa Yunani, Hydrologia, yang berarti "ilmu air". Hidrologi adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) pada, dalam atau diatas permukaan tanah termasuk di dalamnya adalah penyebaran daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimia, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama

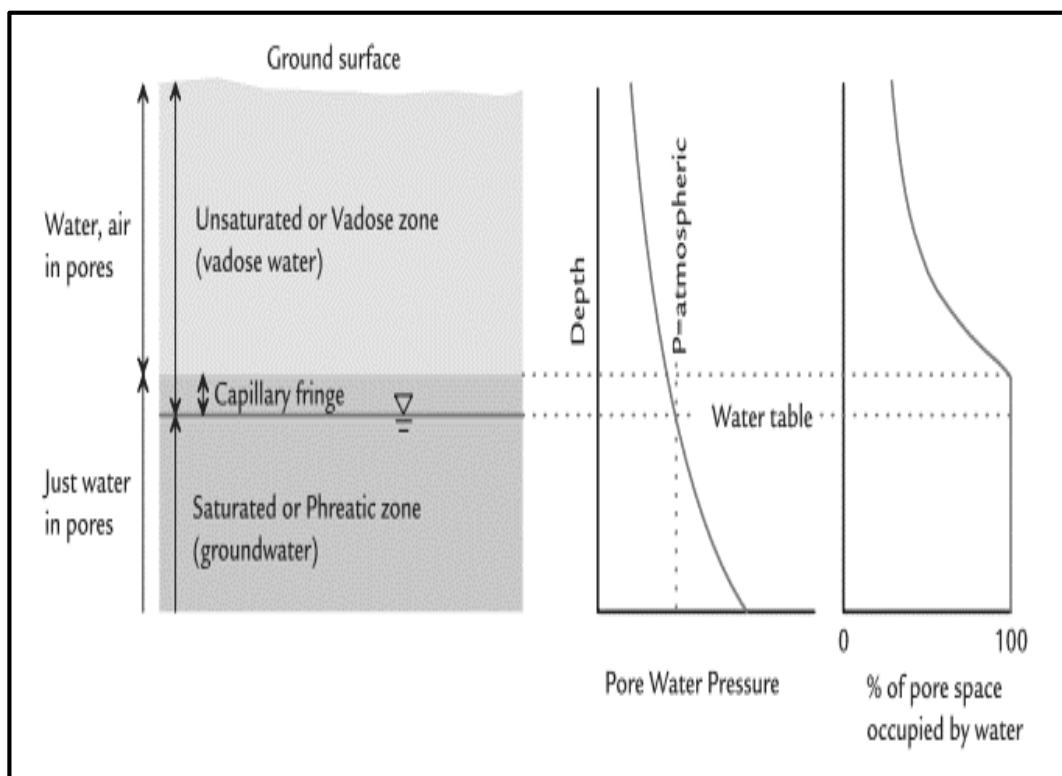
meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan.

Secara umum Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari masalah keberadaan air di bumi (siklus air) dan hidrologi memberikan alternatif bagi pengembangan sumber daya air bagi pertanian dan industri. Lebih lanjut, menurut Marta dan Adidarma (1983), bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya, pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun dibawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan. Sedangkan menurut Linsley (1996), menyatakan pula bahwa hidrologi ialah ilmu yang membicarakan tentang air yang ada di bumi, yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat-sifat fisik dan kimia, serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan. Singh (1992), menyatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi, termasuk didalamnya kejadian, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen. Dari beberapa pendapat di atas dapat dikemukakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air, baik di atmosfer di bumi dan di dalam bumi tentang perputarannya kejadiannya, distribusinya serta pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada di alam ini.

2.3 Air Tanah

Air tanah secara umum dibagi menjadi dua kategori: yakni *vadodose water* yang berada pada zona *vadose* (zona dekat permukaan tanah yang tidak jenuh air)

dan *ground water* pada zona *phreatic* (zona lebih dalam dan jenuh air). Batas antara kedua zona itu disebut *water table* atau batas muka air yang didefinisikan sebagai permukaan air pada pori batuan yang memiliki tekanan yang sama dengan tekanan atmosfer (Fitts, 2002).

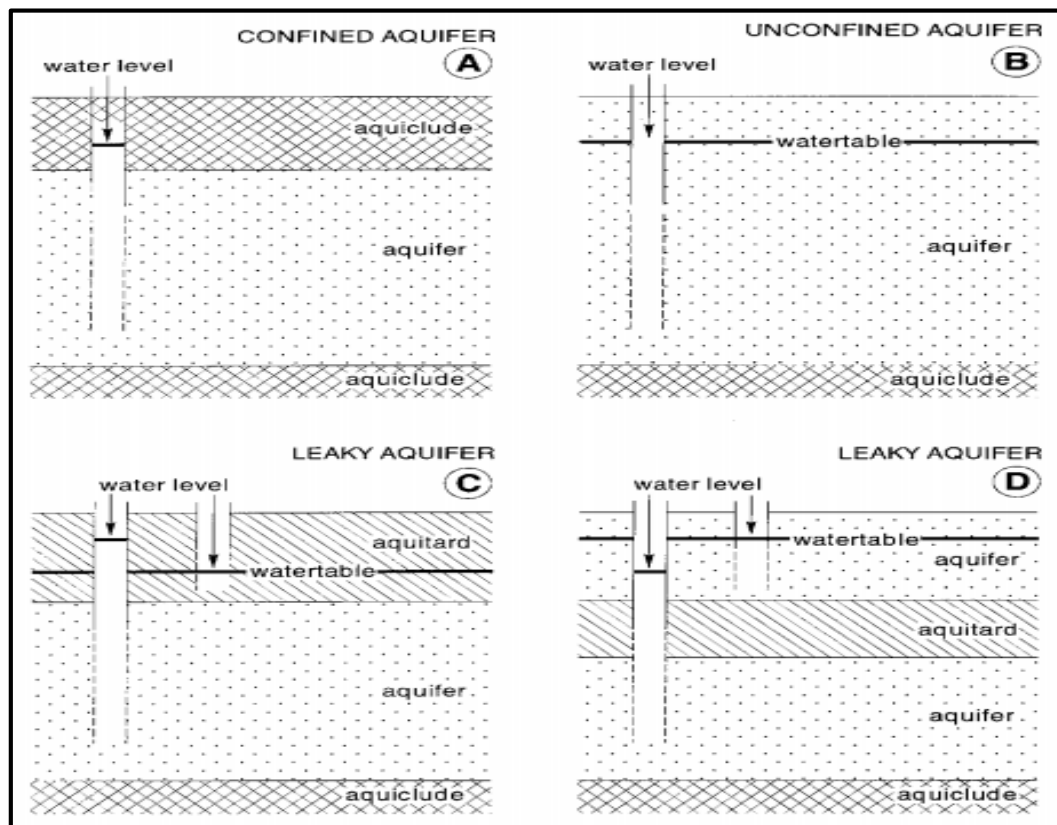


Gambar 2.1 Penampang vertikal menunjukkan zona *vadose* dan *phreatic* (Fitts, 2002)

Akuifer merupakan lapisan batuan yang mengandung air tanah. Akuifer dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yakni akuifer tertekan (*confined Akuifer*), akuifer bebas (*unconfined Akuifer*) dan akuifer semi tertekan/akuifer bocor (*leaky Akuifer*) (Todd, 1980 dalam Adji dan Santosa, 2014). Pada akuifer tertekan, ketebalan lapisan yang jenuh air sama dengan ketebalan akuifer yang diapit oleh dua lapisan akuiklud (*aquiclude*). Pada akuifer bebas, ketebalan lapisan yang jenuh dengan air dihitung dari *water table* hingga lapisan akuiklud (Delleur, 1999). *Water table*

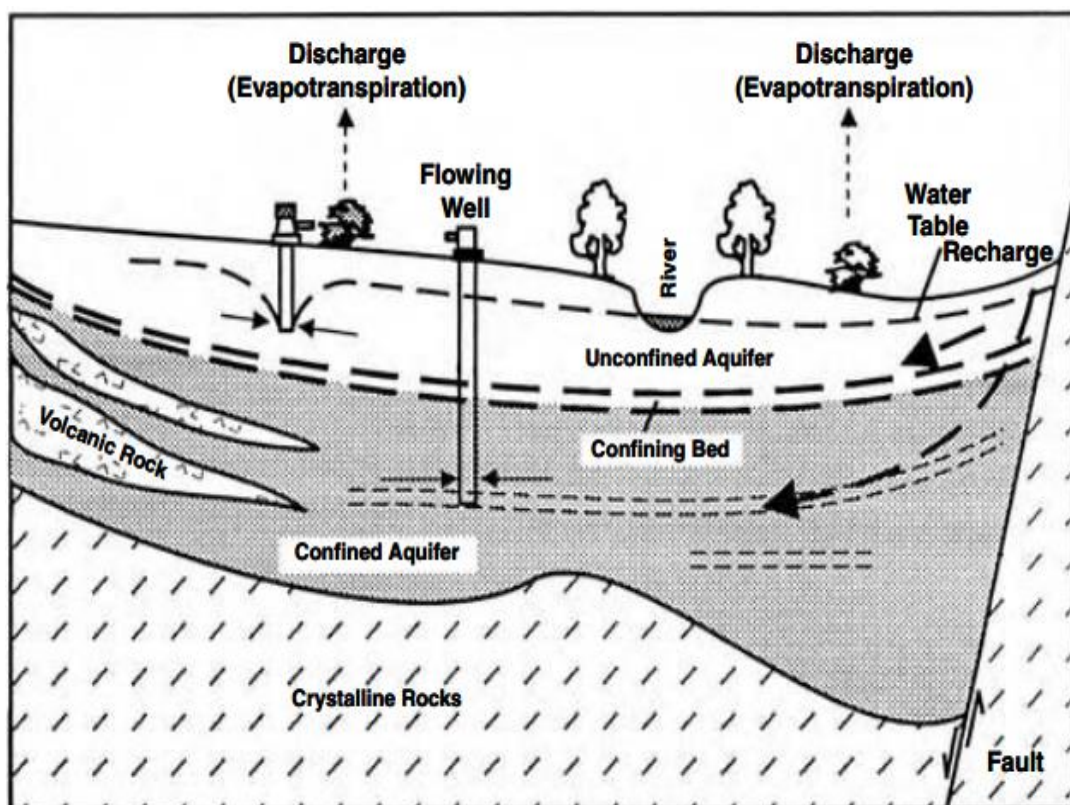
merupakan batas paling atas dari akuifer bebas (*unconfined Akuifer*). *Water table* pada akuifer bebas mengalami kenaikan dan penurunan (fluktuatif) yang dipengaruhi oleh musim penghujan atau aliran permukaan yang menjadi suplai dari akuifer (Moore, 2002). Untuk akuitard (*aquitard*) pada *leaky Akuifer*, ketebalan akuifernya bisa jadi konstan ataupun dipengaruhi oleh berbagai variabel (Delleur, 1999).

Selain ketiga tipe akuifer di atas, terdapat satu tipe akuifer yang letaknya tidak pada zona jenuh (*phreatic zone*), melainkan pada zona aerasi (*vadose zone*). Akuifer ini dikenal sebagai akuifer melayang/akuifer menggantung/akuifer tumpang (*perched Akuifer*) yang merupakan akuifer lokal. Akuifer ini berada di atas *water table* akibat tertampung di atas lapisan akuiklud berupa lensa-lensa lempung (Fetter, 1994 dalam Adji dan Santosa, 2014).



Gambar 2.2 Jenis-jenis Akuifer (Delleur, 1999)

Air tanah dapat dimanfaatkan dengan mengalirkannya ke permukaan. Pada sumur akuifer bebas (*unconfined Akuifer*), ketika dipompa level muka air akan turun, kemudian gravitasi menyebabkan air mengalir ke dalam sumur, dimana sedimen di sekitar sumur akan berkurang airnya. Akuifer bebas ini merupakan yang paling umum dijumpai, sehingga rawan terjadi kontaminasi dari kegiatan yang berlangsung di permukaan tanah. Pada akuifer tertekan (*confined Akuifer*), akuifer ditindih oleh lapisan dengan permeabilitas rendah seperti lanau atau lempung. Lapisan tersebut dikenal sebagai *confining bed* yang sulit untuk mentransmisikan air dari akuifer. Pada akuifer tertekan, level air pada sumur akan lebih tinggi dibanding muka air tanah (*water table*), dimana sumurnya disebut sumur artesis (Moore, 2002).



Gambar 2.3 Pergerakan pada air tanah (Moore, 2002).

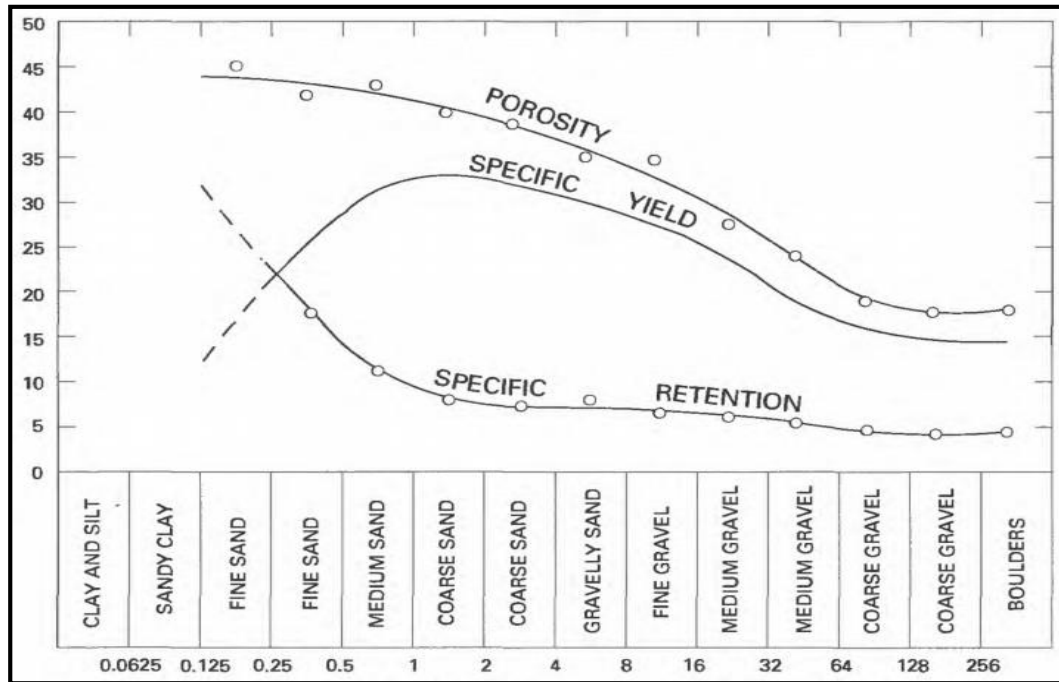
Dua sifat akuifer yang mempengaruhi cadangan serta aliran air tanah ialah porositas dan *hydraulic conductivity* (Moore, 2002). Porositas digambarkan sebagai fraksi non solid dari suatu material geologi dimana fluida dapat tersimpan. Porositas dirumuskan sebagai perbandingan antara volume rongga dengan volume total pada batuan. Porositas pada batuan dipengaruhi oleh ukuran, bentuk serta susunan butir sedimen yang menyusun batuan (Weight, 2008). Jika batuan sedimen memiliki tekstur dengan sortasi yang baik serta bentuk butir *well rounded*, maka porositas batuan akan berkisar 25 - 50%. Sedangkan jika sortasi dan bentuk butirnya beragam, maka porositas akan semakin rendah akibat partikel sedimen yang halus akan mengisi rongga di antara sedimen yang lebih kasar. Semakin beragam ukuran butir suatu batuan menyebabkan porositas semakin kecil (Olsen, 1995).

Tabel 2.1 Rentang porositas pada sedimen dan batuan [Modifikasi dari Driscoll (1986); Freeze dan Cherry (1979); Roscoe Moss (1990) dalam Weight (2008)]

Porositas Material Tidak Terkonsolidasi (%)		Batuan Terkonsolidasi (%)	
Lempung	40 - 70	Batupasir	5 - 35
Lanau	35 - 50	Batugamping/Dolomit	<1 - 20
Pasir	25 - 50	Serpilh	<1 - 10
Kerikil	20 - 40	Batuan beku (terkekarkan)	<1 - 5
Pasir dan Kerikil	15 - 35	Basal vesikular	5 - 50

Dari keseluruhan porositas material batuan, terdapat sebagian pori yang akan meluluskan air akibat gravitasi dan sebagian dari jumlahnya akan tetap tersimpan dalam pori batuan. Rasio volume air yang mengalir akibat gaya gravitasi terhadap volume total batuan dikenal sebagai *specific yield*. Volume air yang tersisa dan tetap

pada pori batuan dikenal sebagai *specific retention*. Porositas total merupakan akumulasi dari *specific yield* dan *specific retention* (Weight, 2008).



Gambar 2.4 Hubungan porositas, *specific yield* dan *specific retention* (Eckis, 1934 dalam Robson, 1993).

Porositas sekunder seperti kekar pada batuan beku dan batuan metamorf merupakan sumber utama airtanah untuk masyarakat yang menetap pada daerah yang bergunung. Jika kekar pada batuan tersebut berjumlah banyak dan saling terhubung satu sama lain, maka batuan tersebut dapat mensuplai air ke sumur-sumur sehingga diklasifikasikan sebagai akuifer (Moore, 2002).

Agar air dalam batuan dapat mengalir, pori pada batuan harus terhubung satu sama lain. Pori batuan yang terhubung dan mampu meloloskan air dikenal sebagai sifat *permeable*. Permeabilitas dan *hydraulic conductivity* merupakan suatu ukuran kemampuan suatu batuan untuk mengalirkan air. Akuifer dengan *hydraulic conductivity* yang besar akan mudah mengalirkan air dan menghasilkan volume air

yang besar ke dalam sumur. Permeabilitas pada batuan sedimen klastik bergantung pada ukuran pori; material berbutir kasar seperti pasir dan gravel memiliki permeabilitas yang lebih besar dibanding material sedimen berbutir halus, misalnya pada lempung (Weight, 2008).

Tabel 2.2 Nilai *hydraulic conductivity* sedimen dan batuan (Domenico and Schwartz, 1990 dalam Weight, 2008).

Tipe Material	Material	<i>Hydraulic Conductivity</i> (cm/detik)
Tidak Terkonsolidasi	Lempung laut (tidak lapuk)	$8 \times 10^{-11} - 2 \times 10^{-7}$
	Lempung	$1 \times 10^{-11} - 4,7 \times 10^{-7}$
	Lanau	$1 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-3}$
	Pasir halus	$2 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-2}$
	Pasir sedang	$9 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-2}$
	Pasir kasar	$9 \times 10^{-5} - 6 \times 10^{-1}$
	Kerikil	$3 \times 10^{-2} - 3$
	Till	$8 \times 10^{-10} - 2 \times 10^{-4}$
Batuan Sedimen	Serpih	$1 \times 10^{-11} - 2 \times 10^{-4}$
	Batulanau	$1 \times 10^{-9} - 1,4 \times 10^{-6}$
	Batupasir	$3 \times 10^{-8} - 6 \times 10^{-4}$
	Batugamping, dolomit	$1 \times 10^{-7} - 6 \times 10^{-4}$
	Karst dan batugamping terumbu	$1 \times 10^{-4} - 2$
	Anhidrit	$4 \times 10^{-11} - 2 \times 10^{-6}$
	Garam	$1 \times 10^{-10} - 1 \times 10^{-8}$
Batuan Kristalin	Basal (masif)	$2 \times 10^{-9} - 4,2 \times 10^{-5}$
	Basal (terkekarkan)	$4 \times 10^{-5} - 2$
	Granit lapuk	$3,3 \times 10^{-4} - 5,2 \times 10^{-3}$
	Gabro lapuk	$5,5 \times 10^{-5} - 3,8 \times 10^{-4}$
	Batuan beku dan metamorf (terkekarkan)	$8 \times 10^{-7} - 3 \times 10^{-2}$
	Batuan beku dan metamorf (masif)	$3 \times 10^{-12} - 2 \times 10^{-8}$

Hydraulic conductivity merupakan suatu ukuran kemampuan suatu medium untuk mentransmisikan air, material yang memiliki *hydraulic conductivity* lebih tinggi akan lebih mudah mentransmisikan air dibanding material dengan *hydraulic conductivity* yang lebih rendah. *Hydraulic conductivity* memiliki satuan panjang per waktu (m/hari atau kaki/hari untuk penggunaan studi lapangan dan cm/s untuk studi laboratorium). Dahulu penggunaan istilah permeabilitas dan *hydraulic conductivity* disamakan, namun sekarang penggunaan istilah permeabilitas digunakan untuk permeabilitas sebenarnya (*intrinsic permeability*). *Intrinsic permeability* tidak ada kaitannya dengan fluida, namun hanya berkaitan dengan bukaan pori suatu medium (Fitts, 2002). Semakin besar bukaan pori, maka semakin besar pula nilai *intrinsic permeability* (Weight, 2008).

2.4 Geolistrik

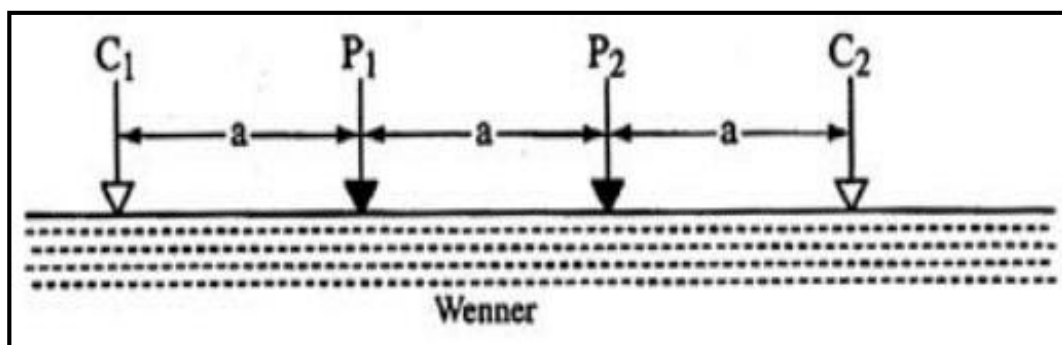
Geolistrik merupakan suatu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui sifat resistivitas perlapisan batuan yang berada di bawah permukaan tanah. Dua elektroda digunakan untuk menginjeksikan listrik ke bawah permukaan, yang selanjutnya akan diukur beda potensial (ΔV) yang terjadi (Delleur, 1999). Batuan-batuan di dalam bumi dan beberapa material lainnya (misalnya fluida, mineral, dan lain sebagainya) memiliki resistivitas atau konduktivitas tertentu. Resistivitas merupakan suatu ukuran tahanan listrik, dimana distribusi resistivitas di bawah permukaan bumi diperoleh dari hasil perekaman beda potensial di permukaan akibat dari adanya arus listrik yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui satu elektroda (Maulana dan Aries, 2010).

Umumnya metoda geolistrik yang sering digunakan adalah yang menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) di bagian dalam. Kombinasi dari jarak $AB/2$, jarak $MN/2$, besarnya arus listrik yang dialirkan serta tegangan listrik yang terjadi akan didapat suatu harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*). Disebut tahanan jenis semu karena tahanan jenis yang terhitung tersebut merupakan gabungan dari banyak lapisan batuan di bawah permukaan yang dilalui arus listrik. Bila satu set hasil pengukuran tahanan jenis semu dari jarak AB terpendek sampai yang terpanjang tersebut digambarkan pada grafik logaritma ganda dengan jarak $AB/2$ sebagai sumbu X dan tahanan jenis semu sebagai sumbu Y, maka akan didapat suatu bentuk kurva data geolistrik. Dari kurva data tersebut bisa dihitung dan diduga sifat lapisan batuan di bawah permukaan. Metode geolistrik ini dapat digunakan hingga kedalaman 300 m untuk mengetahui lapisan akuifer, mengetahui lapisan batubara atau tambang, memperkirakan kedalaman *bedrock*, serta menduga adanya sumber panas bumi di bawah permukaan (Setyobudi, 2010).

Di dalam pengukuran geolistrik sendiri sangat erat kaitannya dengan geometri susunan elektroda arus dan potensial yang digunakan. Terdapat beberapa konfigurasi yang biasa digunakan dalam pengukuran geolistrik, diantaranya ialah konfigurasi Wenner, konfigurasi Schlumberger dan konfigurasi *dipole-dipole*. Kelebihan dan kekurangan dari konfigurasi tersebut dibahas lebih detil oleh Zhdanov (1974) dalam Delleur (1999).

2.4.1 Konfigurasi Wenner

Pada konfigurasi ini memiliki keunggulan, dimana ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih baik dengan angka yang relatif besar. Hal tersebut disebabkan karena elektroda MN yang lebih dekat dengan elektroda AB. Adapun kelemahan dari konfigurasi ini yakni tidak mendeteksi homogenitas batuan di dekat permukaan yang bisa berpengaruh terhadap hasil perhitungan. Data yang diperoleh dengan cara konfigurasi Wenner sangat sulit untuk menghilangkan faktor non homogenitas batuan, ini menyebabkan hasil perhitungan menjadi kurang akurat (Setyobudi, 2010).

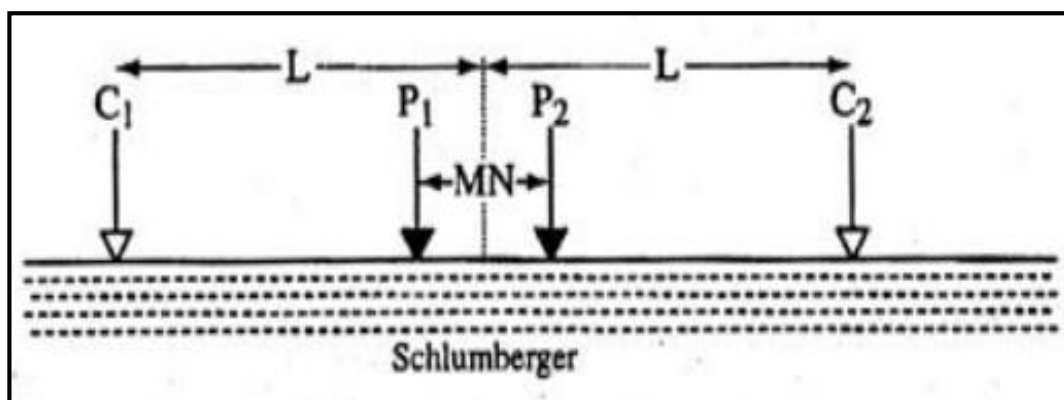


Gambar 2.5 Model konfigurasi Wenner (Delleur, 1999).

2.4.2 Konfigurasi Schlumberger

Pada konfigurasi ini idealnya MN dibuat dengan jarak sekecil mungkin, sehingga secara teoritis tidak berubah. Namun karena keterbatasan dari alat ukur, saat jarak AB relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah dengan jarak yang tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB. Adapun kelemahan dari konfigurasi ini ialah pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih kecil, terutama saat jarak AB relatif jauh. Untuk itu diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik *high impedance* dengan akurasi tinggi yang dapat menampilkan minimal empat digit atau

2 digit dibelakang koma. Cara lain yakni diperlukan peralatan pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Sedangkan keunggulan konfigurasi Schlumberger ialah kemampuan untuk mendeteksi adanya non homogenitas lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai relativitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2 (Setyobudi, 2010).

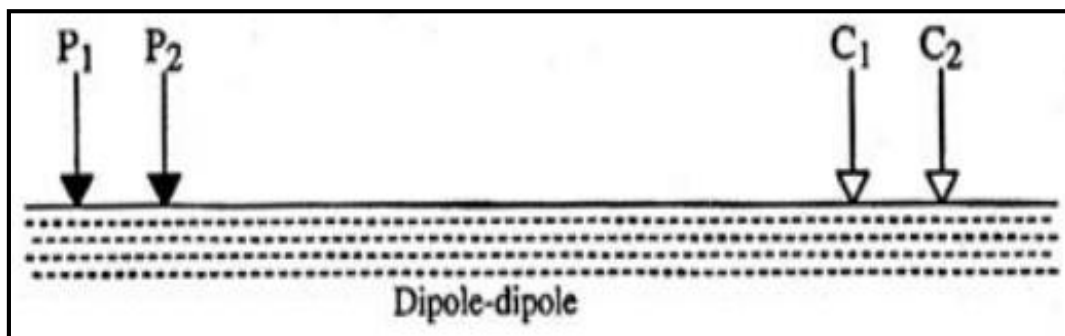


Gambar 2.6 Model konfigurasi Schlumberger (Delleur, 1999).

Agar pembacaan tegangan pada elektroda MN terpercaya, maka ketika jarak AB relatif besar hendaknya jarak elektroda MN juga diperbesar. Pertimbangan perubahan jarak elektroda MN terhadap jarak elektroda AB yaitu ketika pembacaan tegangan listrik pada multimeter sudah demikian kecil, misalnya 1.0 milliVolt. Umumnya perubahan jarak MN bisa dilakukan bila telah tercapai perbandingan antara jarak MN berbanding jarak AB = 1 : 20. Perbandingan yang lebih kecil misalnya 1 : 50 bisa dilakukan bila mempunyai alat utama pengirim arus yang mempunyai keluaran tegangan listrik DC sangat besar, katakanlah 1000 Volt atau lebih, sehingga beda tegangan yang terukur pada elektroda MN tidak lebih kecil dari 1.0 milliVolt (Setyobudi, 2010).

2.4.3 Konfigurasi *Dipole-Dipole*

Pada konfigurasi *dipole-dipole*, sepasang *current electrode* dan sepasang *potential electrode* diletakkan berdekatan. Kedua set tersebut kemudian ditempatkan dengan jarak yang signifikan. Berbeda dengan konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger yang mengumpulkan data baik pada mode profil dan *sounding* yang bergantung pada geometri konfigurasi elektrodanya, pada konfigurasi *dipole-dipole* ini *potential electrode* dan *current electrode* bekerja sendiri-sendiri dan menghasilkan *profiling* dan *sounding* yang simultan (Delleur, 1999).



Gambar 2.7 Model konfigurasi *dipole-dipole* (Delleur, 1999).

2.4.4 Sifat Kelistrikan Material Batuan

Aliran arus listrik pada material batuan pada kedalaman dangkal melalui dua metode yang utama, yakni konduksi elektronik dan konduksi elektrolitik. Konduksi elektronik ialah aliran listrik melalui electron bebas seperti logam, sedangkan pada konduksi elektrolitik ialah aliran listrik yang melalui pergerakan ion pada airtanah. Pada survei lingkungan dan teknik, konduksi elektrolitik merupakan mekanisme yang terjadi umumnya. Konduksi elektronik penting ketika

terdapat mineral konduktif, seperti logam sulfide dan grafik pada survei mineral (Loke, 2004).

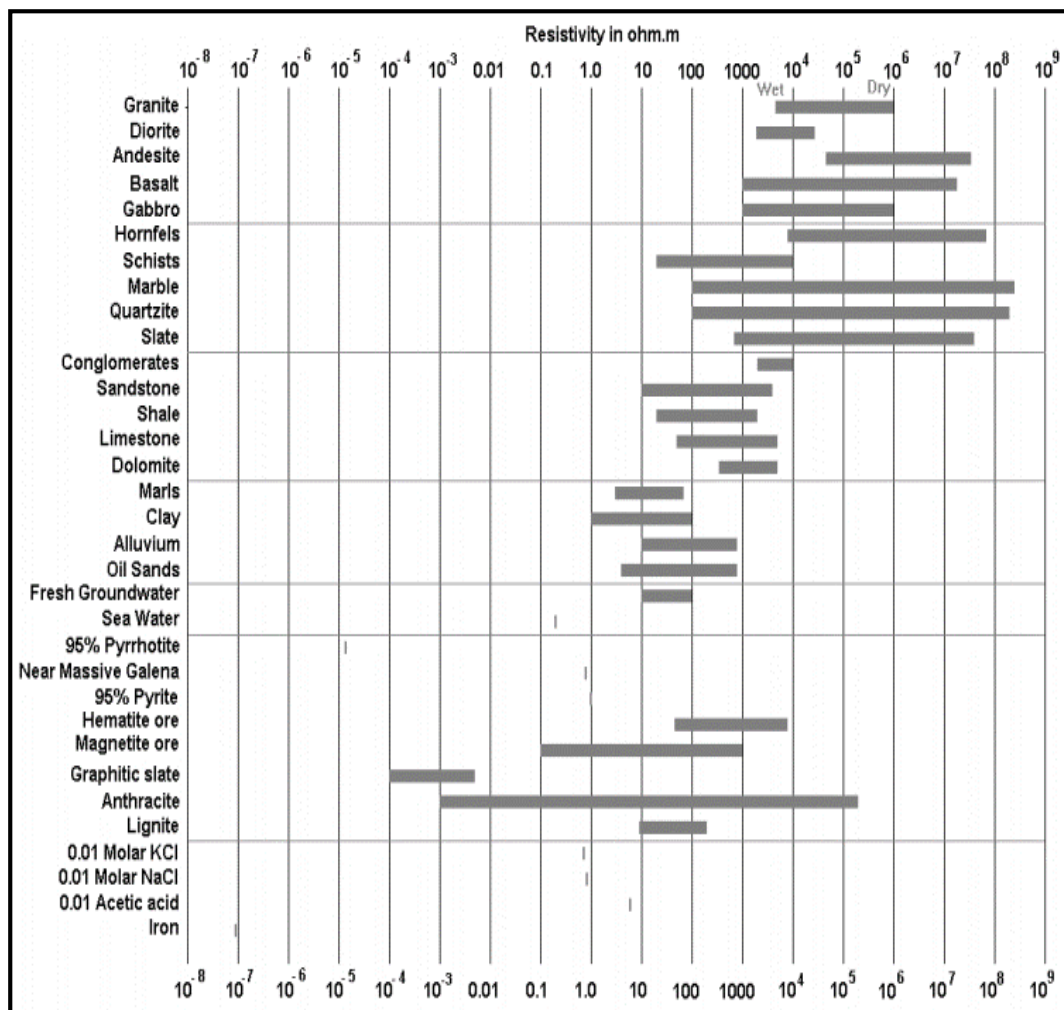
Sifat resistivitas dari batuan yang umum, material tanah dan kimia (Keller dan Frischknecht 1966, Daniels dan Alberty 1966, Telford dkk 1990 dalam Loke 2004) dapat kita lihat pada Gambar 2.5. Batuan beku dan metamorf umumnya memiliki nilai resistivitas yang tinggi. Resistivitas batuan tersebut sangat bergantung pada tingkat keretakan dan jumlah retakan yang terisi oleh airtanah. Karena itu, batuan beku dan metamorf biasanya memiliki rentang nilai resistivitas antara 1000 hingga 10 juta Ωm , tergantung pada keadaan basah atau kering. Sifat tersebut berguna untuk mendeteksi zona kekar maupun sifat pelapukan lain pada batuan, misalnya pada survei teknik maupun airtanah. Pada batuan sedimen sendiri yang umumnya lebih berpori dan mengandung lebih banyak air, umumnya memiliki tingkat resistivitas yang rendah. Dibanding batuan beku dan metamorf. Rentang nilai resistivitas pada batuan sedimen yakni dari 10 hingga 10000 Ωm , yang umumnya dibawah 1000 Ωm , bagitu juga pada sedimen yang tidak terkonsolidasi. Nilai resistivitas batuan sedimen sangat bergantung pada porositas batuan dan salinitas dari air yang terkandung pada batuan. Perlu diperhatikan bahwa terdapat tumpang tindih pada nilai resistivitas dari batuan dan tanah yang berbeda, disebabkan karena beberapa faktor seperti porositas, tingkat saturasi air, dan konsentrasi garam terlarut (Loke, 2004).

Pada airtanah tingkat resistivitas bervariasi dari 10 hingga 100 Ωm , tergantung pada konsentrasi garam terlarut airtanah. Resistivitas rendah (sekitar 0.2 Ωm) pada air laut dikarenakan tingginya kadar garam pada air. Sifat ini

menyebabkan metode resistivitas dapat digunakan sebagai metode yang ideal untuk melakukan pemetaan air payau dan tawar pada area pantai. Persamaan sederhana yang menjelaskan hubungan antara resistivitas batuan porous dan faktor saturasi fluida ialah Hukum Archie. Hukum ini dapat diterapkan pada batuan sedimen tertentu, terkhusus pada batuan sedimen dengan kadar lempung yang sedikit. Konduksi elektrik diasumsikan melalui fluida yang mengisi pori batuan. Berikut persamaan Hukum Archie (Loke, 2004),

$$\rho = a\rho_w\phi^{-m} \quad (1)$$

dimana ρ merupakan resistivitas batuan, ρ_w merupakan resistivitas air, ϕ adalah kekar pada batuan yang terisi fluida, sedangkan a dan m merupakan parameter empiris (Keller dan Frischknet, 1996 dalam Loke, 2004). Pada batuan secara umum a bernilai 1 dan m bernilai 2. Untuk sedimen dengan kandungan lempung yang signifikan terdapat persamaan lain yang lebih kompleks (Oliver dkk. 1990 dalam Loke, 2004).



Gambar 2.8 Resistivitas batuan, tanah dan mineral (Loke, 2004).

Berikut merupakan pernyataan secara umum mengenai resistivitas elektrik menurut Delleur (1999):

1. Resistivitas sensitif terhadap kelembaban material, sehingga sedimen yang tidak jenuh air umumnya memiliki nilai resistivitas yang tinggi dibanding sedimen yang jenuh air.
2. Material berukuran pasir umumnya memiliki nilai resistivitas lebih tinggi dibanding material lempung.
3. Batuan alas granit umumnya memiliki nilai resistivitas lebih tinggi dibanding sedimen yang jenuh air.

2.5 Hubungan Antara Geologi dan Resistivitas Batuan

Metode resistivitas memberikan gambaran distribusi resistivitas bawah permukaan. Material geologi mempunyai nilai resistivitas yang berbeda, sehingga terdapat keterkaitan antara pengukuran arus dan tegangan dengan perhitungan nilai resistivitasnya untuk menentukan jenis materialnya. Untuk mengubah gambaran resistivitas menjadi gambaran geologi, diperlukan pengetahuan nilai resistivitas untuk tipe material dipermukaan dan informasi geologi daerah survey.

Resistivitas atau tahanan jenis batuan tergantung pada tingkat pecahan batuan dan persentase pecahan yang terisi air. Batuan yang berlubang (*porous*) dan mempunyai kandungan air lebih tinggi mempunyai nilai tahanan jenis yang lebih rendah. Pasir basah dan air tanah mempunyai nilai resistivitas yang lebih rendah lagi. Tanah lempung mempunyai nilai resistivitas yang lebih rendah dari pada tanah batupasir.

2.6 Penerapan

Metode geolistrik tahanan jenis telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, misalnya dalam geoteknik, eksplorasi panas bumi, lingkungan hidup dan eksplorasi air tanah. Meskipun begitu metode ini paling banyak digunakan untuk eksplorasi air tanah. Hal ini disebabkan terdapat kaitan langsung antara harga resistivitas listrik batuan dengan keberadaan fluida air didalamnya. Harga resistivitas listrik batuan akan semakin menurun jika fluida tersebut lebih konduktif dari air tanah biasa, misalnya air laut atau air panas (hydrothermal) dengan konsentrasi tertentu.