

---

## Identifikasi Kelayakan Air Tanah Melalui Jaringan Perpipaan Dengan Metode Geolistrik Di Wilayah Kelurahan Kaluku Bodoa Kecamatan Tallo Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan

<sup>1</sup>Ismawati, <sup>2</sup>Fitriyanti

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lamappapoleonro

<sup>1,2</sup> Jl. Kesatria No 60, Soppeng, Sulawesi Selatan-Indonesia

e-mail : <sup>1</sup>ismawati@unipol.ac.id, <sup>2</sup>fitriyanti@unipol.ac.id

---

### JTEKSIL

### Abstrak

#### Kata Kunci :

Air, Geolistrik  
(Resistivity),  
Distribusi Jaringan  
Perpipaan.

Air yang dimanfaatkan sebagai air baku diantaranya air tanah, air hujan, dan air permukaan. Air yang terkumpul diatas permukaan tanah/mata air, danau, sungai, laut serta lahan basah disebut sebagai air permukaan. Air permukaan terjadi secara alamiah dari proses presipitasi dan secara alami mengalami penguapan dan rembesan kebawah permukaan sehingga adanya air dibawah tanah.. Kebutuhan air minum yang memenuhi syarat kesehatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat Kota Makassar, oleh karena itu optimalisasi pelayanan air minum harus selalu diupayakan untuk dicapai seiring dengan laju perkembangan jumlah penduduk dan tingkat sosial ekonomi masyarakat yang dilayani. Air yang berada didalam lapisan tanah/batuan yang berada dibawah permukaan tanah disebut dengan air tanah. Maksud diadakannya penyelidikan ini adalah untuk mengidentifikasi lapisan pembawa air tanah (akuifer). Tujuan dari survei di daerah ini adalah untuk mengetahui gambaran dan struktur lapisan tanah di bawah permukaan, terutama lapisan yang bersifat sebagai pembawa air tanah (akuifer). Penyaluran air melalui jaringan perpipaan dari bangunan pengolahan air dan dialiri ke permukiman merupakan sistem distribusi air bersih. Air yang telah diolah akan di tampung di bak penampungan/reservoir dan akan didistribusikan ke rumah. Air didistribusikan menggunakan pipa distribusi yang dipasang dibawah tanah, seperti pipa besi, PVC, HDPE.

#### Abstract

*Water that is utilized as raw water includes groundwater, rainwater, and surface water. Water that collects above the surface of the ground/springs, lakes, rivers, seas and wetlands is referred to as surface water. Surface water occurs naturally from the precipitation process and naturally undergoes evaporation and seepage below the surface so that there is water under the ground... The need for drinking water that meets health requirements both in terms of quality and quantity is a major need for the people of Makassar City, therefore the optimization of drinking water services must always be pursued to be achieved along with the rate of development of the population and the socio-economic level of the community served. Water that is in the soil/rock layer below the ground surface is called groundwater. The purpose of this investigation is to identify groundwater-bearing layers (aquifers). The purpose of the survey in this area is to determine the description and structure of the subsurface soil layer, especially the layer that is the carrier of groundwater (aquifer). The distribution of water through a piping network from the water treatment plant and flowing to settlements is a clean water distribution system. Water that has been treated will be accommodated in a reservoir and will be distributed to homes. Water is distributed using distribution*

---

#### Keywords:

Water, Geoelectric  
(Resistivity), Piping  
Network Distribution

## PENDAHULUAN

Wilayah Kaluku Bodoa berasal dari kata Kaluku yang berarti pohon kelapa, dan bodoa yang berarti "hutan kecil" atau "rerimbunan." Ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut dulunya adalah tempat banyak tumbuh pohon kelapa dalam hutan kecil. Nama Bonto Matene berasal dari kata "bonto" (bukit) dan "matene" (merah) . Luas wilayah Kaluku bodoa 0,89 Km<sup>2</sup> dengan titik koordinat 5<sup>o</sup>06'51,2" S dan 119<sup>o</sup>25'58,8". Kaluku Bodoa mempunyai total penduduk : 22.753 jiwa dengan laki-laki : 11.539 jiwa dan Perempuan 11.394.

Berdasarkan Sejarah dari wilayah tersebut, kami tertarik melakukan penelitian yang berjudul : Identifikasi Kelayakan Air Tanah Melalui Jaringan Perpipaan dengan Metode Geolistrik di wilayah Kaluku Bodoa Kecamatan Tallo provinsi Sulawesi Selatan.

Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka. Sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Verrdy Chrisna Primandani et al., 2022).

Penyediaan air minum merupakan salah satu kebutuhan dasar dan hak masyarakat yang harus dipenuhi oleh pemerintah, baik pemerintah daerah maupun pemerintah pusat. Ketersediaan air minum merupakan salah satu penentu peningkatan kesejahteraan masyarakat, yang mana diharapkan dengan ketersediaan air minum dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat (Hartati, 2021). Penyediaan air minum menjadi hal utama untuk menunjang terpenuhinya penyediaan air minum di Kota Makassar. Pada saat ini kondisi sistem penyediaan di Kota Makassar dalam kondisi belum semua tertangani dengan optimal.

Metode geolistrik merupakan metode pendugaan sifat bawah permukaan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi, kemudian sifat-sifat listriknya diamati di permukaan bumi. Arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus (Zakiyul Fuadi et al., 2020).

Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur. Oleh sebab itu metode ini lebih banyak dipakai untuk kepentingan geohidrologi terutama pencarian potensi lapisan pembawa air tanah. Panjang maksimal bentangan arus yang diinjeksikan, serta konfigurasi antara elektroda potensial dan elektroda arus disesuaikan dengan kebutuhan dalam penyelidikan tersebut, yaitu obyek yang akan diidentifikasi.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Air Tanah**

Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat dibawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Mazni et al., 2023). Beberapa metode penyelidikan permukaan tanah yang dapat dilakukan, diantaranya: metode geologi, metode gravitasi, metode magnetik, metode seismik, dan metode geolistrik. Dari metode-metode tersebut, metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik (Prasetya et al., 2021).

### **Pengertian Air Minum**

Air Minum Berdasarkan (Permenkes RI No.2 tahun 2023) yang dimaksud dengan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan, air minum aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan (Marta et al., 2021). Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum, sedangkan parameter tambahan dapat ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan yang ditentukan oleh Permenkes RI No.2 tahun 2023. Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapat kehidupan yang sehat, bersih dan produktif, sedangkan sistem penyediaan air Minum yang selanjutnya disebut SPAM merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non fisik dari prasarana dan sarana air Minum (Fauziah et al., 2021).

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) meliputi satu kesatuan dari sistem fisik yaitu unit air baku, unit produksi, unit distribusi, unit pelayanan dan non fisik yaitu terdiri dari keuangan, sosial dan institusi dari sarana dan prasarana air minum ( et al., 2019).

### **Pengertian Akuifer**

Akuifer adalah lapisan pembawa air. Di bumi terdapat berbagai jenis air dan termasuklah di dalamnya air tanah. Air dalam beberapa wujudnya di bumi ini selalu bergerak dalam suatu peredaran alami, yang dikenal sebagai daur hidrologi (Ramli et al., 2020).

Air tanah muncul ke permukaan karena budidaya manusia lewat sumurbor dapat dilakukan dengan menembus seluruh tebal akuifer (fully penetrated) atau hanya menembus sebagian tebal akuifer (partially penetrated).

Adapun jenis-jenis akuifer menurut Kodoatie (2008) dibagi menjadi akuifer tertekan (confined aquifer), akuifer semi tertekan (semi confined aquifer), akuifer tak tertekan atau bebas (unconfined aquifer), dan akuifer artesis (artesian aquifer) (Rolia et al., 2022).

1. Akuifer tertekan (confined aquifer) adalah akuifer yang jenuh air dimana akuifer ini dibatasi oleh lapisan kedap air (akuiklud) pada bagian atas dan bawahnya. Tekanan air pada akuifer ini lebih besar dari pada tekanan atmosfer. Tidak ada air yang mengalir pada lapisan pembatasnya (no flux).

2. Akuifer semi tertekan (semi confined aquifer) adalah akuifer yang jenuh air dimana akuifer ini dibatasi oleh lapisan semi kedap air (akuitar) pada bagian atas dan lapisan kedap air (akuiklud) pada bagian bawahnya. Karena batas lapisan atasnya berupa akuitar, maka masih ada air yang mengalir ke akuifer tersebut (influx) walaupun dengan konduktivitas hidrauliknya lebih kecil dari pada konduktivitas hidraulik akuifernya. Tekanan air pada akuifer ini masih lebih besar dibandingkan dengan tekanan atmosfer.
3. Akuifer tak tertekan atau bebas (unconfined aquifer) adalah akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan akuiklud pada bagian bawahnya, sedangkan pada bagian atasnya dibatasi oleh lapisan yang tidak kedap air sehingga tekanan air pada akuifer ini sama dengan tekanan atmosfer. Ciri khusus akuifer ini yaitu muka air tanahnya terletak pada lapisan pembatas itu sendiri, maka sering disebut juga dengan akuifer dangkal.
4. Akuifer semi bebas (semi unconfined aquifer) adalah akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan kedap air pada bagian bawahnya, sedangkan pada bagian atasnya dibatasi oleh material berbutir halus sehingga pada lapisan penutupnya masih memungkinkan adanya gerakan air. Dapat juga dikatakan bahwa akuifer ini merupakan peralihan antara akuifer bebas dengan akuifer semi tertekan.
5. Akuifer artesis (artesian aquifer) adalah salah satu jenis confined aquifer namun ketinggian hidroliknya (potentiometric surface) lebih tinggi dari muka tanah. Apabila dilakukan pengeboran pada akuifer ini akan timbul sebuah pancaran air (spring) dikarenakan air yang keluar dari pengeboran ini berusaha mencapai ketinggian hidrolik tersebut (Mohamad, 2017)

### **Gradasi Agregat**

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat memengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan (Gaus, 2020).

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah. Satu set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan penutup.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tahapan Penelitian**

1. Pendahuluan  
Tahapan pendahuluan mencakup persiapan peralatan, kalibrasi, dan mendeskripsi kawasan atau lokasi proyek secara makro mencakup kondisi kemiringan lereng, jenis batuan, tutupan lahan, dan potensi keberadaan air tanah.
2. Pelaksanaan kegiatan
  - 1) Penentuan lokasi yang representatif terhadap potensi keberadaan air tanah .
  - 2) Membuat skema pada lintasan pengukuran dengan spasi antara tiap elektroda .
  - 3) Pemasangan elektroda berdasarkan kedalaman yang menjadi target kedalaman survey (40m).
  - 4) Pemasangan kabel geolistrik ke 16 elektroda yang telah ditentukan.
  - 5) Probe test alat geolistrik.
  - 6) Pengambilan data .
  - 7) Validasi data hasil ukur.

3. Analisis dan interpretasi

Pada tahap ini hasil pengukuran geolistrik di lapangan berupa data resistivitas batuan menggunakan perangkat lunak, *note pad*, *microsoft excel*, dan *Res2DinV* untuk memperoleh gambaran profil perlapisan batuan dan keberadaan air tanah.

4. Pelaporan

Hasil dari pelaksanaan survey di lapangan dan analisis data di lapangan serta interpretasi dituangkan dalam suatu pelaporan yang singkat padat dan jelas.

### **Keadaan Geologi Daerah Survey**

Secara fisiografi, Kota Makassar merupakan bagian dataran rendah dari rangkaian kompleks Gunung Lompobattang. Ketinggian wilayah pedataran ini bervariasi antara 0 – 25 m di atas permukaan laut (Gambar 20), bahkan di beberapa lokasi, daratan lebih rendah dari permukaan laut.

Kota Makassar mempunyai kedudukan lebih rendah dari daerah sekitarnya, seperti kabupaten Maros di bagian utara dan Kabupaten Gowa di bagian selatan, tersusun dari berbagai macam batuan dan tekstur tanahnya juga bervariasi. Kondisi ini sangat mempengaruhi sistem hidrologi Kota Makassar, terutama yang berkaitan dengan masalah banjir dan pengisian airtanahnya.

Pembagian morfologi Kota Makassar dikelompokkan menjadi dua satuan yang dikontrol oleh jenis litologi penyusunnya. Satuan morfologi tersebut adalah satuan morfologi pedataran dan satuan morfologi bergelombang.

Satuan morfologi pedataran tersusun oleh aluvial endapan sungai, aluvial endapan pantai dan aluvial endapan rawa. Satuan morfologi ini menempati sebagian besar wilayah Kota Makassar khususnya wilayah utara dan selatan daya. Ketinggian satuan morfologi ini antara 0 – 2 m. Khusus untuk wilayah rawa yang berada di bagian utaramempunyai elevasi yang sangat rendah.

Satuan morfologi bergelombang merupakan daerah yang mempunyai relief bergelombang dan berbukit serta berada pada ketinggian 2 – 25 m di atas permukaan laut dengan kemiringan lereng 0 – 15 %. Satuan ini terbentuk oleh batuan: tufa, tufa pasir, batu pasir tufaan, batu lempung, lanau tufaan dan aglomerat.

### **Litologi (Jenis Batuan/Tanah)**

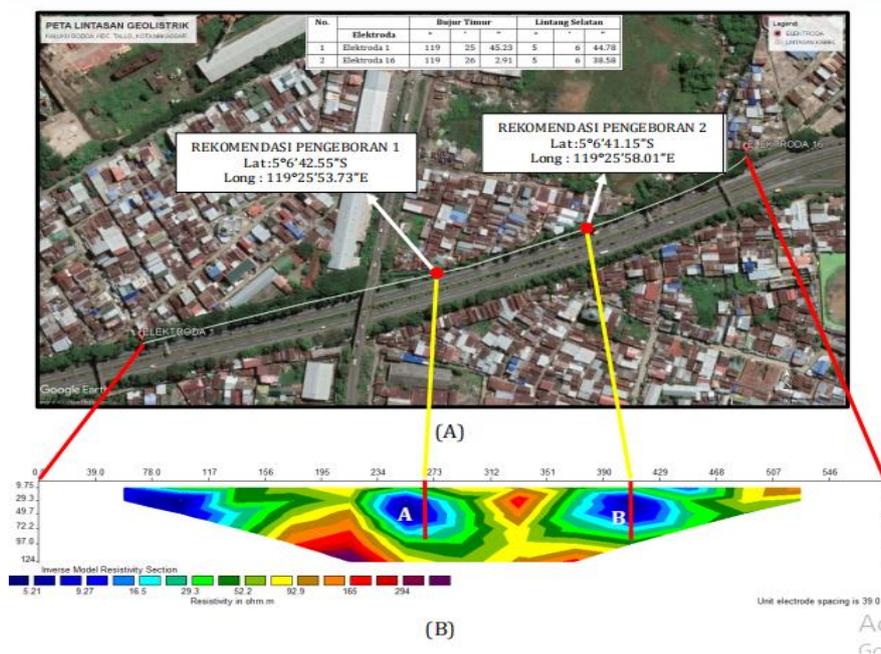
Batuan yang menyusun Kota Makassar secara kronologis dibagi dalam tiga kelompok satuan batuan yaitu : satuan tufa, satuan aglomerat dan aluvial. Satuan batuan tufa, menyebar pada bagian Timur laut pada daerah morfologi ber relief landai sampai sedang, dengan ciri umum warna segar abu - abu kecokelatan, lapuk berwarna coklat kemerahan, struktur perlapisan dijumpai di beberapa tempat dengan ketebalan antara 10 - 20 cm, arah umum jurus perlapisan Barat laut - Tenggara dengan kemiringan 5 - 29. Pada satuan ini dijumpai batugamping tufaan berwarna putih keabu - abuan, tekstur klastik, mengandung fosil gastropoda. Satuan ini menempati sebagian daerah dengan morfologi datar hingga perbukitan bergelombang sedang, banyak dijumpai di daerah bukit antang, sungai Tallo dan sekitar jalan perintis kemerdekaan. Batuan ini umumnya dijumpai pada bagian Timur Kota Makassar. Kenampakan secara umum dari batuan aglomerat : berwarna abu - abu kehitaman, lapuk berwarna abu - abu kecokelatan, ukuran fragmen antara 0,3 - 40 cm dan relatif membulat, sortasi jelek. Satuan aluvial merupakan endapan sungai, rawa dan pantai, umumnya masih lepas (*unconsolidate*) dan lunak, mempunyai

ketebalan hingga 15 m. Satuan ini terdiri dari kerikil, pasir, lanau, lumpur dan pasir koral. Satuan ini menutupi secara tidak selaras satuan di bawahnya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Geolistrik

Pengukuran pada Lintasan 2 dilakukan di Jalan Tol Reformasi, Kec. Tallo, Kota Makassar. Bentangan pengukuran berorientasi Barat - Timur, dengan titik 1 elektroda di mulai dari arah barat. Panjang bentangan 600 m dengan spasi elektroda 40 m. Penetrasi yang dihasilkan maksimal pada kedalaman 120m.



Gambar 1. Peta Pengukuran Geo

Berdasarkan hasil inversi nilai resistivitas batuan dikombinasikan dengan tatanan geologi regional maka dapat diinterpretasikan bahwa pada lintasan 1, lapisan batuan tersusun sebagai berikut:

1. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 0 - 5  $\Omega\text{m}$  merupakan alluvial dan material lepas yang mengandung air. Lapisan ini terindikasi berada pada kedalaman 10-60 m.
2. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 5 – 100  $\Omega\text{m}$  merupakan lapisan alluvial, yang terdiri dari material pasir dan tufa yang juga sebagai lapisan pembawa air (akuifer). Lapisan ini berada pada kedalaman 20-70m.
3. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 100 - 200  $\Omega\text{m}$ , diduga merupakan lapisan pasir maupun kerikil yang lebih kompak pada kedalaman 50-100m.
4. Lapisan dengan nilai tahanan jenis > 200  $\Omega\text{m}$ , merupakan lapisan aglomerat dari material vulkanik maupun breksi vulkanik pada kedalaman diatas 100m.

Dari hasil pengukuran dapat dilihat keterdapatan akuifer A pada bentangan meter ke 235 hingga ke meter 290 dengan ketebalan akuifer  $\pm 50$  meter dan akuifer B pada bentangan meter ke 380

hingga ke meter 440 dengan ketebalan akuifer  $\pm 60$  meter. Pengeboran dapat di rekomendasikan pada 2 titik akuifer yakni akuifer A pada meteran 270 dengan kedalaman  $\pm 70$  meter dan akuifer B pada meteran 410 dengan kedalaman  $\pm 80$  meter (gambar 4.1). Akuifer pada lintasan bersifat terbuka yang masih berhubungan dengan rembesan air permukaan.

### Karakteristik Akuifer

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data Res2Dinv, diperoleh karakteristik akuifer sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Marshall Laston AC-WC

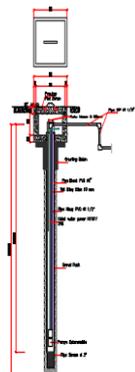
Lintasan	Lintasan 2	
	A	B
Tebal (m)	60	70
Panjang (m)	70	90
Lebar (m)	20	20
Volume akuifer (m <sup>3</sup> )	84.000	126.000
Volume Air	8.400	12.600

### Pengeboran Sumur Dalam

Salah satu kegiatan penting dalam upaya pengendalian kualitas pelaksanaan pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor air tanah adalah pemahaman setiap tahapan pekerjaan agar sesuai dengan ketentuan teknis yang tercantum dalam spesifikasi teknik pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor. Oleh karena itu, untuk pelaksanaan kegiatan ini diperlukan prosedur teknis pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor.

Prosedur teknis pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor ini sebagai pegangan dalam melaksanakan pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor. Ruang lingkup pelaksanaan pekerjaan pemboran dan konstruksi sumur bor meliputi panduan sebagai berikut :

- 1) Tahap Persiapan Pelaksanaan Pemboran.
- 2) Tahap Pengeboran sedalam 120-170 meter.
- 3) Tahap Konstruksi Sumur.
- 4) Tahap Uji Pemompaan.
- 5) Tahap Penyelesaian Pekerjaan Pemboran



Gambar 2. Penampang Sumur

### **Geophysical Logging**

Pekerjaan geophysical logging terdiri dari logging SP (Self Potential), PR (Point Resistivity), dan GR (Gamma Ray Logging). Perhitungan dan pengawasan teliti terhadap pelaksanaan Geophysical Logging untuk mendapatkan gambaran sifat fisik batuan di dalam lubang bor dengan adanya perbedaan sifat fisik antara batuan akuifer dan non akuifer. Gambar konstruksi sumur sebagai pedoman instalasi. digunakan untuk memberikan rekomendasi dan supervisi konstruksi sumur.

Dari hasil Pekerjaan Geophysical logging terdiri dari logging SP (Self Potential), PR (Point Resistivity), dan GR (Gamma Ray Logging), maka diperoleh kedalaman pengeboran sumur bor dalam tanah sebesar 170 M untuk mendapatkan Tingkat kelayakan Air Bersih.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil tinjauan geologi permukaan, yang dikombinasikan dengan pengujian resistivity maka karakteristik kondisi akuifer pada lokasi-lokasi yang diukur dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rekomendasi pengeboran pada lintasan 2 (Kaluku Bodoa Kec. Tallo) terdapat pada 2 titik akuifer, yakni akuifer A pada meteran 270 dengan kedalaman  $\pm 70$  meter dan akuifer B pada meteran 410 dengan kedalaman  $\pm 80$  meter.
2. Jenis akuifer yang ada umumnya berupa akuifer air tanah bebas yang masih berhubungan dengan permukaan dan sangat dipengaruhi oleh curah hujan, sehingga berdasarkan informasi setempat tentang jenis air tanah, terdapat indikasi pembacaan resistivity yang menunjukkan air tawar hanya terjadi pada saat musim hujan dan pada musim kemarau memungkinkan berubah menjadi air sadah/asin.
3. Ketebalan akuifer umumnya sekitar 35-70m pada kedalaman 10-80 m dari permukaan tanah.
4. Air Tanah yang telah dilakukan pengeboran sebesar 170 M diolah menjadi Air Bersih dan akan di tampung di bak penampungan/reservoir dan akan didistribusikan menggunakan jaringan perpipaan yang dipasang dibawah tanah, seperti pipa besi, PVC, HDPE

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini terlaksana atas bantuan para Tim dosen, dan para pihak – pihak dari Universitas Lamappapoleonro

### **DAFTAR PUSTAKA**

Fauziah, K. R., Pandjaitan, N., & Karunia, T. U. (2021). Analisis Sistem Distribusi Air Bersih di Perumahan Ciomas Permai Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 107–120. <https://doi.org/10.29244/jsil.6.2.107-120>

Gaus, A. (2020). Substitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 6(2), 12–19. <http://www.jurnal.utu.ac.id/jtsipil/article/view/2743>

Hartati, G. (2021). Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Jaringan Distribusi Air Dengan Metode Aritmatik. *Jurnal Ilmu Sipil Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh*, 05(01).

Marta, A., Yusman, A. S., & Harahap, R. (2021). Kebutuhan Air Minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 26–34. <https://doi.org/10.37058/aks.v2i2.2762>

Mazni, D. I., Boy, W., & Komala, D. A. (2023). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Gravitasi Pada Tanah Pasir dengan Adanya Muka Air Tanah. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 10(2), 64–72. <https://doi.org/10.21063/JTS.2023.V1002.064-72>

Prasetya, D. A., Santikayasa, I. P., & Azizi, I. H. (2021). Analisis Indeks Pencemaran Airtanah di DKI Jakarta dengan Interpolasi Spasial. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(3), 177–186. <https://doi.org/10.29244/jsil.6.3.177-186>

Ramli, M., Idris, M. S., Wihdah, W., Almuqarram, A., & Khaerunnisa, H. (2020). Pemodelan Pengaruh Pemompaan Sumur Produksi Pada Akifer Dengan Muka Air Tanah Miring. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 25(2), 112. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v25i2.2158>

Rolia, E., Mufidah, M., & P, R. S. (2022). Deteksi Kejadian Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai Tahanan Jenis Pengukuran Geolistik (Studi Kasus Daerah Pesisir Kota Bandar Lampung). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.24127/tp.v12i1.2319>

Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(3), 207–218. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.3.207-218>

Verrdy Chrisna Primandani, Novi Andhi Setyo Purwono, & Atiyah Barkah. (2022). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Wilayah Pelayanan Instalasi Pengolahan Air Gunung Tugel Pdam Tirta Satria Banyumas. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(1), 112–121. <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4469.112-121>

Zakiyul Fuadi, M, M., & Yusa, M. (2020). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan dan Bidang Gelincir Lereng Kelurahan Muara Lembu Metode Geolistrik. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 56–66. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i1.3744>