

Pemetaan Akuifer di Kelurahan Bakunase Kecamatan Kota Raja Kota Kupang dengan Metode Geolistrik Resistivitas

Desy Theon¹, Kadek A.C Adelia² Wenti M. Maubana²

¹Jurusan Fisika, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

²Program Studi Fisika, Universitas San Pedro, Kupang, Indonesia

Abstrak

Telah dilakukan pemetaan akuifer di Kelurahan Bakunase Kecamatan Kota Raja Kota Kupang dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai resistivitas lapisan penyusun batuan di bawah permukaan dan mengetahui struktur bawah permukaan di daerah penelitian pada semua lintasan. Interpretasi menggunakan software res2dinv dengan hasil interpretasi perlapisan batuan daerah penelitian terdiri dari lapisan lempung, alluvium dan gamping yang tersebar pada semua lintasan pengukuran. Berdasarkan lapisan batuan pada lokasi penelitian, batuan yang dianggap sebagai akuifer dangkal yaitu batuan alluvium yang terdapat pada kisaran kedalaman (6-13.4) m, dengan nilai resistivitas (38.2-65) Ω m yang tersebar di lokasi pengukuran.

Masuk:

19 Februari 2021

Diterima:

24 Februari 2021

Diterbitkan:

19 Maret 2021

Kata kunci:

Geolistrik, Akuifer, Schlumberger, Bakunase.

1. Pendahuluan

Kebutuhan pokok manusia adalah air bersih yang bersumber dari bawah tanah dan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Ketersediaan air di bumi begitu melimpah namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia sangatlah terbatas. Pemanfaatan air tanah merupakan alternatif terbaik apabila air di permukaan sudah tidak mencukupi dan tidak layak untuk dikonsumsi [1]. Untuk melayani kebutuhan air bersih yang bersumber dari air tanah tersebut, perlu diketahui potensi air tanah baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Menurut segi kualitasnya, air tanah layak untuk dikonsumsi sedangkan dari segi kuantitasnya, jumlah air tanah harus mampu memenuhi kebutuhan [2].

Air tanah tersimpan dalam suatu wadah (akuifer), yaitu formasi geologi jenuh air yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah tertentu [3]. Formasi geologi dapat dieksplorasi dengan menggunakan metode geofisika salah satunya metode geolistrik resistivitas. Geolistrik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dengan cara mendeteksi bawah permukaan termasuk pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alami maupun karena injeksi arus ke bumi [4].

Untuk mendapatkan susunan lapisan bumi, penelitian permukaan tanah atau bawah tanah haruslah dilakukan, agar bisa diketahui ada atau tidaknya lapisan pembawa air (akuifer), ketebalan dan kedalamannya untuk mengambil contoh air agar dianalisis kualitas airnya. Meskipun air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi, namun penelitian permukaan tanah merupakan awal penelitian yang cukup penting untuk memberikan suatu gambaran mengenai lokasi keberadaan air tanah. penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas untuk mengetahui potensi air tanah telah banyak digunakan salah satunya yaitu identifikasi aliran sungai bawah tanah, hasil yang diperoleh air tanah mengalir dari arah timur laut ke arah barat daya lokasi penelitian [5].

Salah satu tempat yaitu di RT 06, RW 02 Kelurahan Bakunase Kecamatan Kota Raja Kota Kupang diduga memiliki formasi geologi berupa akuifer (sebuah wadah) yang dapat menampung air dalam jumlah tertentu sehingga dapat dimanfaatkan untuk sumur bor. Hal tersebut dapat dilihat pada beberapa daerah bersumur yang menghasilkan air dengan kedalaman tertentu. Selain itu, berbagai jenis tanaman berupa pohon tumbuh di permukaan dan juga berdasarkan BKPM Kota Kupang (Potensi dan Peluang Investasi) bahwa Bakunase merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi sumber air [6]. Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin melakukan monitoring dan eksplorasi yang bertujuan memetakan keberadaan akuifer air tanah di daerah tersebut dan dimanfaatkan sebagai dasar acuan bagi pemerintah daerah dalam rangka pengembangan wilayah dan pengolahan sumber daya air tanah untuk kebutuhan masyarakat yang ada di kelurahan.

2. Metode Penelitian

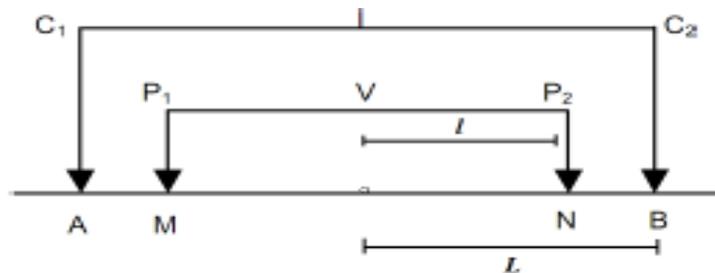
Batuan yang ada pada lokasi Penelitian yaitu batuan alluvium, lempung hitam, lempung merah, batu gamping, napal, batu lempung. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan pada lokasi penelitian gambar 1, maka penentuan titik ukur dapat dibuat pada 6 lintasan dengan arah timur ke barat. Panjang masing-masing lintasan 100 m dan 160 m dengan jarak antar titik 5 m dan jarak antar tiap lintasan 5 m, pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger.



Gambar 1. Peta geologi lokasi penelitian.

2.1. Konfigurasi Schlumber

Konfigurasi metode geolistrik (resistivity) Schlumberger bertujuan untuk mengidentifikasi diskontinuitas lateral (anomali konduktif lokal) [7]. Arus diinjeksikan melalui elektroda AB, dan pengukuran beda potensial dilakukan pada elektroda MN, dimana jarak elektroda arus (AB) jauh lebih besar dari jarak elektroda tegangan (MN).



Gambar 2. Skema konfigurasi schlumberger [8].

Adanya aliran arus listrik pada elektroda akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di dalam tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah 'elektroda tegangan' M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda AB. Jika posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar.

Pada konfigurasi Schlumberger secara prinsip adalah mengubah jarak elektroda arusnya. Namun semakin jauh elektroda arus dari elektroda potensialnya maka potensial yang akan diterima oleh elektroda arus akan mengecil. Berdasarkan hal ini maka dapat dilakukan penajagan sensitivitas pengukuran. Modifikasi tersebut dilakukan dengan memperluas elektroda potensialnya. Dampak perubahan tersebut hanya berpengaruh terhadap kurva perhitungan yang akan overlap. Namun hal ini tidak akan berpengaruh terhadap kehomogenan dari resistivitas materialnya.

2.2. Resistivitas Semu

Jika bumi diasumsikan bersifat homogen isotropik, akibatnya resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada spasi elektroda [9]. Pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan ρ (resistivitas sebenarnya) yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan

tersebut [10]. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai resistivitas seolah-olah merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan saja, dan nilai ρ ini bukan nilai ρ yang sebenarnya. Nilai ρ hasil pengukuran adalah nilai resistivitas semu ρ_s . Besar ρ_s tergantung pada faktor geometri yaitu susunan elektroda yang digunakan, nilai resistivitas semu ini dirumuskan dengan persamaan :

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Maka, nilai faktor geometrik untuk bentangan elektroda yang menggunakan konfigurasi Schlumberger yaitu

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{MB}\right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{NB}\right)} \quad (2)$$

$$k = n(n + 1). \pi a \quad (3)$$

Keterangan :

MN = a (spasi elektroda potensial)

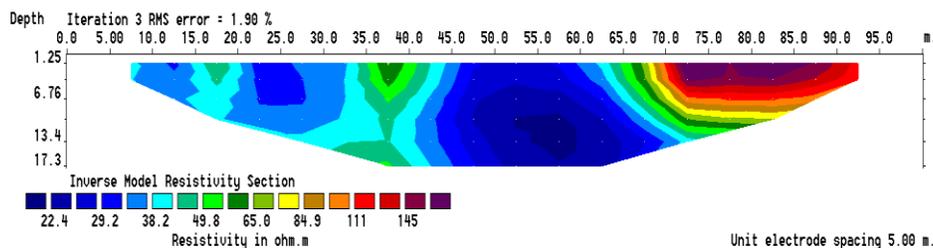
C1P1 = C2P2 = n.a

P1P2 = C1C2 = (n + 1).a

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis jenis batuan terhadap hasil inversi software *res2dinv*, yang disesuaikan dengan data geologi setempat, dapat diinterpretasikan adanya potensi air tanah berdasarkan nilai resistivitasnya. Terdapat enam lintasan yang diteliti dan salah satunya dijadikan patokan dalam penentuan interval nilai resistivitas yang diperoleh di lokasi penelitian yaitu lempung memiliki nilai resistivitas (22.4-37) Ωm , alluvium memiliki nilai resistivitas (38.2-65.6) Ωm sedangkan gamping memiliki nilai resistivitas (67-145) Ωm . Nilai resistivitas ini didukung dengan data sekunder berupa adanya sumur galian dengan kedalaman 7 meter pada lokasi penelitian. Batuan alluvium merupakan akuifer yang baik karena mempunyai prositas yang besar untuk menyimpan air tanah [1]. Pada lokasi penelitian ini batuan yang diduga sebagai akuifer berdasarkan nilai resistivitas yaitu batuan alluvium. Pembahasan masing-masing lintasan berdasarkan nilai resistivitas sebagai berikut:

3.1 Bakunase lintasan VI (Lintasan Referensi)



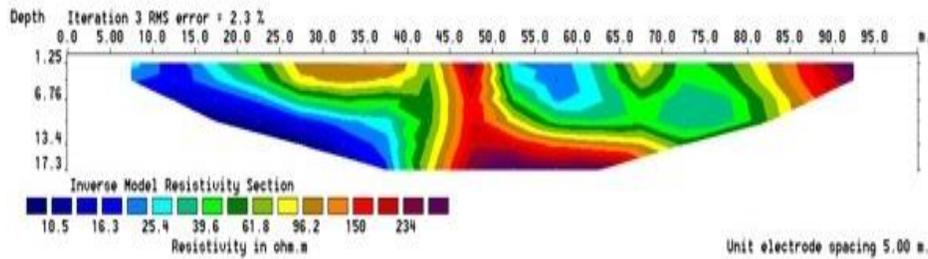
Gambar 3. Nilai resistivitas hasil interpretasi *re2dinv* Bakunase lintasan VI

Berdasarkan hasil interpretasi lintasan VI atau lintasan referensi pada gambar 3 nilai resistivitas yang diperoleh berkisar antara 22.4-145 Ωm dengan lempung mempunyai nilai resistivitas 22.4-37 Ωm , alluvium memiliki nilai resistivitas berkisar antara 38.2 - 65 Ωm sedangkan gamping mempunyai nilai resistivitas 67-145 Ωm .

Pada lintasan yang menjadi referensi ini jenis batuan yang diperoleh tersebar tidak teratur pada semua titik ukur, misalnya pada titik 70-95 terlihat bahwa lapisan yang diinterpretasikan sebagai gamping berada di kedalaman 1.25-12 m merupakan lapisan yang berada di atas dan lapisan berperan sebagai lapisan yang dapat meloloskan air ke bawah permukaan yang kemudian di tampung oleh lapisan berikut yang diinterpretasikan sebagai alluvium yang berada pada kedalaman 1.25-13.4 m yang dapat menampung air dan alluvium berperan sebagai akuifer karena di bawah lapisan ini dibatasi oleh lapisan yang kedap air yang tidak dapat meloloskan air sehingga air tertahan di atasnya. Pada titik ukur yang lain terdapat lapisan alluvium yang dihimpit oleh lapisan lempung sehingga lapisan ini dapat juga meloloskan air tetapi juga tidak karena adanya lapisan lempung yang kedap air sehingga pada titik ukur yang lain tidak terdapat akuifer.

3.2 Bakunase Lintasan I

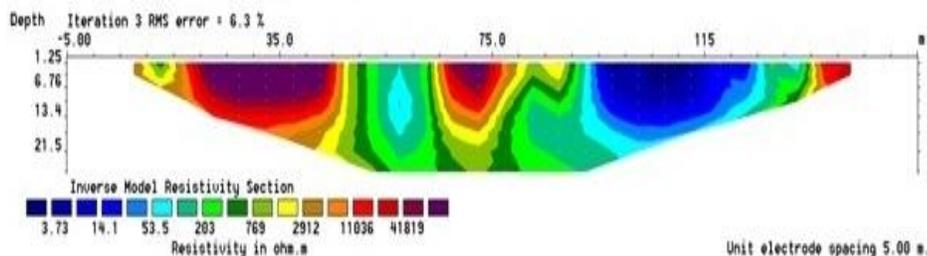
Berdasarkan hasil inversi Bakunase lintasan I pada gambar 3 dengan panjang lintasan 100 m nilai resistivitas yang terdapat pada Bakunase lintasan I berkisar antara 10.5-234 Ω m. Pada lintasan ini diduga terdapat tiga jenis batuan, yaitu lempung (10.5-25.4 Ω m), alluvium (39.6-61.8 Ω m) dan gamping (96.2-234 Ω m).



Gambar 4. Nilai resistivitas batuan hasil interpretasi Bakunase lintasan I

Hasil interpretasi pada gambar 4 menunjukkan bahwa sebaran batuan yang berada di lokasi penelitian terdistribusi sebagai lempung, alluvium dan gamping, dimana sebaran tidak teratur juga dengan kedalaman yang berbeda. Secara umum di lokasi penelitian ketiga jenis batuan ini berada dari kedalaman 1.25-17.3 m tetapi tidak semuanya diinterpretasi sebagai lapisan pembawa air atau akuifer. Pada titik ukur 0-40 m diinterpretasikan gamping sebagai lapisan yang berperan sebagai lapisan yang meloloskan air ke bawah permukaan bumi hingga air dapat sampai pada lapisan yang dapat menampung air tanah dengan kedalaman yang lebih dangkal yaitu 1.25-5 m. Pada lapisan kedua diinterpretasikan sebagai lapisan alluvium yang berperan sebagai lapisan yang menampung air yang diloloskan oleh lapisan gamping, lapisan ini dapat menampung air (lapisan akuifer) karena lapisan tersebut merupakan lapisan permeabel dengan porositas besar yang dapat menampung air tanah. Lapisan ini berada pada kedalaman 1.25-17.3 m. Sedangkan pada lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai lempung. Nilai resistivitas lapisan ini diduga berperan sebagai lapisan pembatas yang menahan air sehingga air tetap berada di lapisan alluvium karena lempung merupakan lapisan yang kedap air. Pada titik ukur 45-95 m pola sebaran lapisan tidak teratur karena lapisan gamping berada dari kedalaman 1.25-17.3 m dengan arah vertikal (titik ukur 45-50 m dan 80-95 m) sedangkan lapisan alluvium bercampur dengan lempung sehingga lapisan ini tidak dapat menampung air dengan baik karena terkompaksi lapisan lempung yang kedap air (titik ukur 50-75 m).

3.3 Bakunase Lintasan II



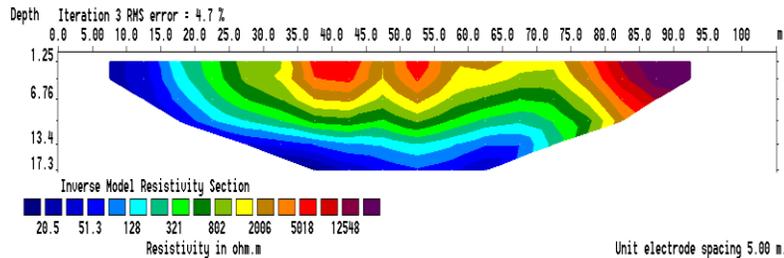
Gambar 5. Nilai resistivitas hasil interpretasi re2dinv Bakunase lintasan II

Berdasarkan hasil inversi pada gambar 5 dimana panjang lintasannya 160 m menunjukkan bahwa nilai resistivitas yang terdapat pada Bakunase lintasan II berkisar antara (3.73-41819) Ω m. Pada lintasan ini diduga terdapat tiga jenis batuan, yaitu lempung (3.73-52.5 Ω m), alluvium (53.5-203 Ω m) dan gamping (769-41819 Ω m).

Lapisan pertama diinterpretasikan sebagai lapisan lempung yang berperan sebagai lapisan penutup tanah yang kedap air, pola sebaran lapisan berada di titik ukur 55-60 m ini lapisan ini terhimpit oleh lapisan alluvium dan pada titik ukur 95-125 m lapisan ini berada di permukaan sehingga air tidak dapat mengalir ke bawah karena lapisan ini merupakan lapisan kedap air. Pada lapisan kedua diinterpretasikan sebagai gamping, pola sebaran lapisan ini tersebar di titik ukur 0-45 m dan 65-90 m. Lapisan ini berperan sebagai lapisan pembawa air (titik ukur 65-90 m) karena lapisan ini mempunyai celah yang dapat meloloskan air ke bawah permukaan pada titik ukur ini gamping berada di atas lapisan alluvium. Pada lapisan ketiga diduga sebagai alluvium yang merupakan lapisan yang bertindak sebagai akuifer karena lapisan ini

mempunyai tingkat jenuh cepat dibanding gamping, pada titik ukur 65-90 m lapisan ini berada pada kedalaman yang lebih dalam dari gamping sehingga lapisan dapat menampung air yang diloloskan oleh gamping dan lapisan ini juga diduga bercampur dengan lempung sehingga air tetap tertahan di atasnya.

3.4 Bakunase Lintasan III

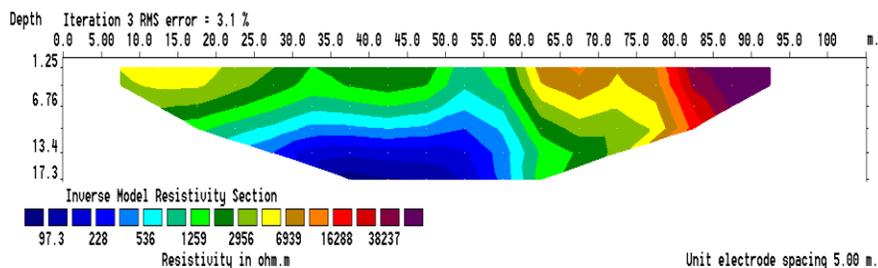


Gambar 6. Nilai resistivitas hasil interpretasi re2din v Bakunase lintasan III

Berdasarkan hasil inversi gambar 6 dengan panjang lintasan 100 m dengan nilai resistivitas pada Bakunase lintasan III berkisar antara 20.5-12548 Ω m. Pada Bakunase lintasan III diduga terdapat tiga jenis batuan, yaitu lempung (20.5-37 Ω m), alluvium (51.3-67 Ω m) dan gamping (128-12548 Ω m).

Lapisan pertama diinterpretasikan sebagai lempung yang berperan sebagai lapisan penutup tanah yang kedap air dengan bentuk butiran yang sangat kecil. Pada lapisan kedua diinterpretasikan sebagai alluvium yang berperan sebagai lapisan yang menyimpan air tanah (akuifer). Lapisan ini bertindak sebagai akuifer karena lapisan ini cepat jenuh ketika air yang diloloskan oleh gamping tertampung olehnya hal ini juga karena di bawah lapisan ini terdapat lapisan kedap air yang tidak dapat meloloskan air sehingga air tetap berada di batuan alluvium, lapisan ini berada di antara lapisan lempung dan gamping, sedangkan lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai gamping. Lapisan ini merupakan lapisan yang bisa diinterpretasikan sebagai lapisan yang meloloskan air ke bawah permukaan karena lapisan mempunyai butiran yang lebih besar dari alluvium, lapisan ini juga berada di kedalaman yang lebih dangkal daripada alluvium dan lempung.

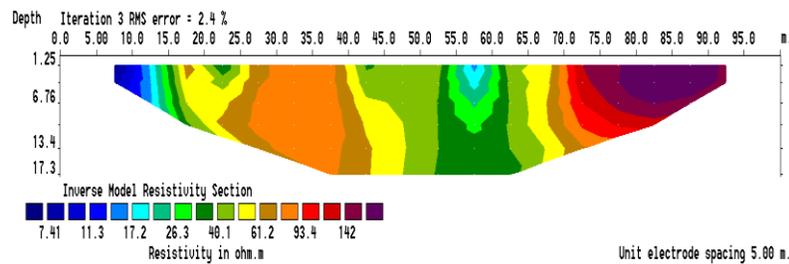
3.5 Bakunase Lintasan IV



Gambar 7. Nilai resistivitas hasil interpretasi re2din v Bakunase lintasan IV

Berdasarkan hasil inversi Bakunase lintasan IV dan pada gambar 7 dengan panjang lintasan 100 m terlihat bahwa nilai resistivitas yang terdapat pada Bakunase lintasan IV berkisar antara 97.3-38237 Ω m, pada Bakunase lintasan IV diduga terdapat tiga jenis batuan, yaitu lempung (97.3 -100 Ω m), alluvium (100.1-800 Ω m) dan gamping (800-38237 Ω m). Pada lapisan pertama lapisan pertama untuk Bakunase lintasan IV diinterpretasikan lapisan gamping berada di kedalaman yang lebih dangkal dari lapisan lempung dan alluvium. lapisan ini berperan sebagai lapisan yang dapat meloloskan air ke bawah permukaan sehingga air dapat sampai pada lapisan yang dapat menampung air tanah. Lapisan kedua merupakan lapisan yang diinterpretasikan sebagai lapisan alluvium yang diduga sebagai lapisan yang diduga sebagai akuifer karena merupakan lapisan yang cepat jenuh dibanding dengan gamping dan juga alluvium mempunyai sifat porositas tinggi di banding gamping. Lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai lempung yang berperan sebagai lapisan pembatas yang kedap air. Hal ini karena lempung mempunyai ukuran butir yang lebih kecil 1/256 mm sehingga tidak dapat dilewati air.

3.6 Bakunase Lintasan V



Gambar 8. Nilai resistivitas hasil interpretasi re2dinv Bakunase lintasan V

Berdasarkan hasil inversi Bakunase lintasan V pada gambar 8 dengan panjang lintasan 100 m bahwa nilai resistivitas yang terdapat pada Bakunase lintasan V berkisar antara 7.41-142 Ωm . Pada Bakunase lintasan V diduga terdapat tiga jenis batuan, yaitu lempung (7.41-26.3 Ωm), alluvium (27-61.2 Ωm) dan gamping (93.4-142 Ωm).

Lapisan pertama diinterpretasikan sebagai lapisan lempung yang berperan sebagai lapisan pembatas yang kedap air. Pada lapisan kedua diinterpretasikan sebagai alluvium yang dapat menampung air tanah karena lapisan ini memiliki butiran yang lebih kasar daripada lapisan yang kedap air. Lapisan ini juga mempunyai rongga hingga dapat menampung air tanah atau berperan sebagai akuifer. Lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai lapisan gamping, lapisan ini diduga sebagai lapisan yang dapat meloloskan air ke bawah permukaan tanah. Pada Bakunase lintasan V pola sebaran batuan tidak teratur sehingga pada lintasan ini diduga tidak memiliki akuifer atau air tanah, pada lintasan ini alluvium tersebar sendiri tidak dibatasi oleh lempung dan juga gamping yang berperan sebagai lapisan meloloskan air ini dihimpit oleh alluvium dan lempung dari samping.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil interpretasi re2dinv, daerah penelitian yaitu kelurahan Bakunase Kecamatan Kota Raja Kota Kupang menunjukkan nilai resistivitas yang diperoleh berkisar antara 10.5 Ωm -234 Ωm untuk lintasan I, lintasan II berkisar antara 3.37-41819 Ωm , lintasan III berkisar antara 20.5-12548 Ωm , untuk lintasan IV nilai resistivitas 39.8-38237 Ωm , lintasan V nilai resistivitas yang diperoleh berkisar antara 7.41-142 Ωm , dan 22.4-145 Ωm untuk lintasan VI. Nilai resistivitas yang diperoleh di daerah penelitian terdiri dari tiga lapisan batuan yang terukur yaitu lapisan lempung, alluvium dan lapisan gamping. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi pada penelitian terdapat akuifer dengan kisaran kedalaman untuk masing-masing lintasan yaitu lintasan I 1.25-17.3 m, lintasan II 1.25-17.3 m, lintasan III 6-17.3 m, lintasan IV 13.4-17.3 m, lintasan V 6-17.3 m, lintasan VI 1.25-17.3 m.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada teman-teman jurusan fisika Famous yang telah banyak membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. Menti, A. Wahid, and Bernandus, "Jurnal MIPA FST UNDANA, Volume 20, Nomor 1, April 2016," *J. MIPA FST UNDANA*, vol. 20, no. April, 2016.
- [2] S. A. Rohmah, S. Maryanto, and A. Susilo, "Identifikasi Air Tanah Daerah Agrotechno Park Cangar Batu Jawa Timur Berdasarkan Metode Geolistrik Resistivitas," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 14, no. 1, p. 5, 2018, doi: 10.12962/j24604682.v14i1.3106.
- [3] B. A. Sadjab, . A., and A. Tanauma, "Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Sekitar Candi Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis," *J. MIPA*, vol. 1, no. 1, p. 37, 2012, doi: 10.35799/jm.1.1.2012.432.
- [4] Sunaryo, S. Marsudi, and S. Anggoro, "Identification of sea water intrusion at the coast of amal, binalatung, Tarakan by means of geoelectrical resistivity data," *Disaster Adv.*, vol. 11, no. 6, pp. 23-29, 2018.
- [5] Y. Boimau, Sunaryo, and A. Susilo, "Identification of Underground River Flow in Karst Area of Sumber Bening-Malang, Indonesia Based on Geoelectrical Self-Potential and Resistivity Data," *Int. J. Appl. Phys.*, vol. 5, no. 3, pp. 1-7, 2018, doi: 10.14445/23500301/ijap-v5i3p101.

- [6] D. W. Karels, "Airtanah Dangkal Untuk Penentuan Zona Konservasi," vol. 5, pp. 166-171, 2014.
- [7] M. Muhandi, R. Perdhana, and N. Nasharuddin, "Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara)," *Prism. Fis.*, vol. 7, no. 3, p. 331, 2020, doi: 10.26418/pf.v7i3.39441.
- [8] Y. Arman, "Identifikasi Struktur Bawah Tanah di Kelurahan Pangmilang Kecamatan Singkawang Selatan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Inversi Lavenberg - Marquardt," *Positron*, vol. 2, no. 1, pp. 6-11, 2012, doi: 10.26418/positron.v2i1.2001.
- [9] M. Sutasoma, A. P. Azhari, and M. Arisalwadi, "Identifikasi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Candi Dasa Provinsi Bali," *Konstan - J. Fis. Dan Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 58-65, 2018, doi: 10.20414/konstan.v3i2.8.
- [10] Muhandi and Wahyudi, "Jurnal Fisika Identifikasi Litologi Area Rawan Longsor di Desa Clapar-Banjarnegara," *J. Fis.*, vol. 9, no. 2, pp. 52-59, 2019.