

Identifikasi Penyebaran Intrusi Air Laut dengan Metode Geolistrik Resistivitas di Dusun Kelapa Tinggi Desa Mata Air Kecamatan Kupang Tengah

Manuela Martins¹, Abdul Wahid², Christine Mbiliyora³, Jehunias L. Tanesib⁴

Program Studi Fisika, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: manuellamartins263@gmail.com

Abstrak

Kota Kupang sebagai pusat perputaran ekonomi di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) menyimpan persoalan air bersih, di mana kebutuhan air bersih sangat tinggi berbanding terbalik dengan ketersediaan air bersih. Hal ini dapat dilihat dari upaya eksplorasi air tanah melalui pengeboran yang dilakukan secara massal yang terus dilakukan tanpa melihat efek jangka panjang. Pengeboran air tanah yang berlebihan dan masif di Kota Kupang dapat memicu terjadinya masalah lingkungan khususnya intrusi air laut. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran litologi batuan bawah permukaan untuk menentukan lapisan akuifer yang terintrusi air laut di Dusun Kelapa Tinggi Desa Mata Air Kecamatan Kupang Tengah. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas 1D. Metode ini mampu mengukur variasi resistivitas batuan bawah permukaan dengan cara menginjeksikan arus listrik melalui elektroda ke dalam tanah. Salah satu keunggulan dari metode geolistrik resistivitas, khususnya dengan konfigurasi *Schlumberger*, adalah kemampuannya dalam mendeteksi lapisan bawah permukaan secara vertikal hingga kedalaman tertentu, serta efisien dalam pelaksanaannya di lapangan tanpa merusak lingkungan. Metode ini juga cukup sensitif dalam membedakan antara lapisan yang jenuh air tawar dan yang telah terintrusi air laut, karena adanya perbedaan nilai resistivitas yang signifikan. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai resistivitas berkisar antara 0,259 - 1465 Ωm . Hasil interpretasi data pada masing-masing lintasan menunjukkan indikasi adanya intrusi air laut yang ditandai oleh nilai resistivitas 0,259 - 4,69 Ωm . Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa litologi akuifer di daerah penelitian didominasi pasir dan pasir lempungan. Lapisan diduga sebagai akuifer dangkal dengan litologi berupa Pasir lempungan telah terintrusi air laut.

Masuk:

26 Juni 2025

Diterima:

25 Agustus 2025

Diterbitkan:

8 September 2025

Kata kunci:

Geolistrik Resistivitas, Intrusi air laut, *Schlumberger*, Akuifer, Kupang.

1. Pendahuluan

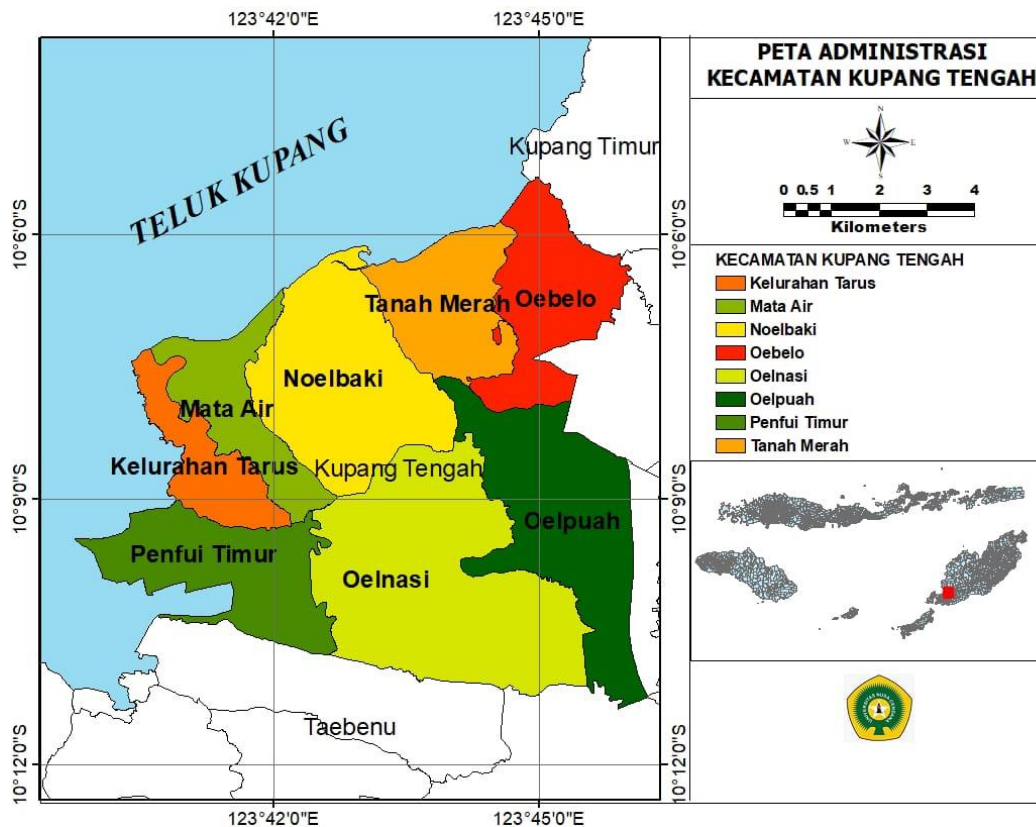
Pemanfaatan air tanah merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan air di masa sekarang dan yang akan datang, serta merupakan upaya yang terbaik apabila air di permukaan sudah tidak mencukupi atau terjangkau [1]. Kota Kupang sebagai pusat perputaran ekonomi di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) menyimpan persoalan air bersih, di mana kebutuhan air bersih sangat tinggi berbanding terbalik dengan ketersediaan air bersih. Hal ini dapat dilihat dari upaya eksplorasi air tanah melalui pengeboran yang dilakukan secara massal yang terus dilakukan tanpa melihat efek jangka panjang. Pada tahun 2023 PEMKAB Kupang membangun 986 sumur bor untuk mengatasi krisis air bersih yang dialami masyarakat saat musim kemarau. Jumlah galian sumur bor akan terus bertambah setiap tahun karena banyaknya spot sumur bor yang dibuat oleh pihak swasta dan masyarakat sipil [2]. Namun, eksploitasi air tanah secara berlebihan tanpa perhitungan jangka panjang berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan, salah satunya adalah intrusi air laut, yaitu pergerakan air laut masuk ke dalam akuifer air tawar, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air tanah secara signifikan [3]. Kondisi geologi wilayah pesisir yang umumnya memiliki formasi batuan berpori dan permeabel semakin memperbesar risiko intrusi air laut, terutama jika tekanan air tanah menurun akibat pengambilan air yang terus-menerus. Jika tidak ditangani, dampaknya bisa mencakup hilangnya sumber air tawar, kerusakan ekosistem lokal, hingga masalah kesehatan masyarakat [4].

Pemetaan intrusi air laut diperlukan untuk mengetahui batas sebaran air laut yang telah masuk ke daratan, baik secara horizontal maupun vertikal, serta untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kualitas air tanah. Dengan mengetahui lokasi dan kedalaman intrusi, maka strategi mitigasi, perlindungan akuifer air tawar, serta perencanaan wilayah pesisir dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran. Potensi air tanah maupun tanda-tanda intrusi air laut di bawah permukaan tanah dapat diketahui melalui survei geofisika, salah satunya dengan metode geolistrik resistivitas yang memanfaatkan perbedaan nilai resistivitas listrik pada berbagai lapisan batuan bawah permukaan. Pemilihan metode dalam penelitian ini didasarkan pada tujuannya, yaitu untuk memperoleh gambaran vertikal susunan litologi bawah permukaan serta menentukan kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer yang mungkin telah terintrusi [5]. Metode geolistrik resistivitas 1D memiliki kelebihan dalam menyajikan informasi kedalaman yang cukup akurat, khususnya pada daerah dengan kondisi geologi yang cenderung horizontal dan homogen secara lateral. Selain itu, metode ini relatif cepat, tidak merusak lingkungan, dan efisien dalam mendeteksi intrusi air laut yang biasanya dicirikan oleh nilai resistivitas rendah [6]. Tujuan dari pemetaan intrusi air laut adalah untuk mengidentifikasi sejauh mana air laut telah meresap ke dalam akuifer air tawar, sehingga dapat diketahui batas kontaminasi serta pola penyebarannya secara spasial. Informasi ini penting dalam upaya konservasi air tanah, perencanaan tata ruang wilayah pesisir, dan strategi mitigasi intrusi lebih lanjut.

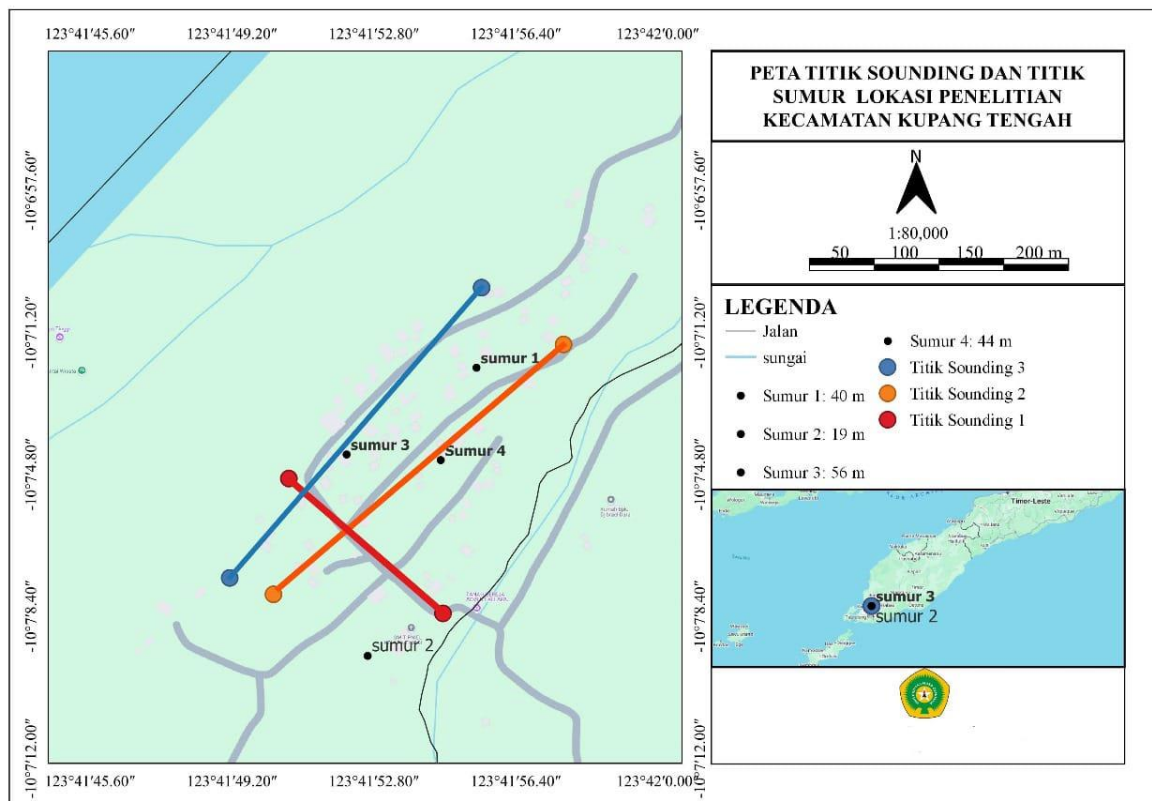
Penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. [7] menentukan jenis kontak lapisan batuan pada Kawasan Bendungan Sutami. Beberapa peneliti juga menggunakan metode geolistrik untuk memahami distribusi dan karakteristik akuifer [5] [8], [9], [10], [11], [12]. Konfigurasi yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah *Schlumberger* yang mengukur sebaran resistivitas secara vertikal (*sounding*).

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Dusun Kelapa Tinggi Desa Mara Air Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang. Pengambilan data dilakukan secara langsung menggunakan *resistivity meter* type GT-13.0.01. Pengukuran dilakukan secara manual pada 3 lintasan *sounding* sepanjang 180-300 m sesuai dengan konfigurasi *schlumberger*.



Gambar 1. Peta Administrasi Lokasi Penelitian



Gambar 2. Peta Titik *Sounding* dan Titik Sumur Lokasi Penelitian

Data yang diambil berupa data *self potensial* (SP), kuat arus (I) dan beda potensial (V). Kemudian mengambil data posisi titik pengukuran. Proses Akuisisi data:

a. Survei lokasi penelitian

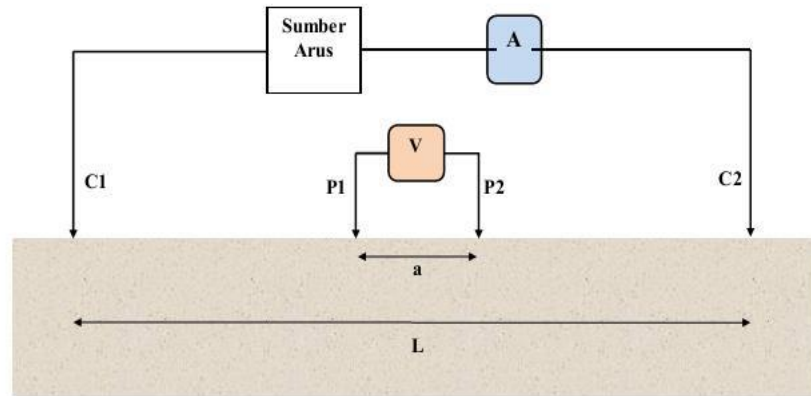
Survei lokasi penelitian dilakukan dengan tujuan agar dapat menentukan titik-titik ukur yang tepat, dengan merujuk pada anomali lokasi atau objek bawah permukaan yang ingin kita tinjau.

b. Menentukan titik-titik ukur.

Membuat lintasan-lintasan pengukuran, yaitu tempat dipatoknya titik-titik ukur. Yang perlu diperhatikan adalah titik ukur harus berada pada satu garis lurus. Pengukuran dilakukan pada 3 titik *sounding* dengan panjang titik ukur yaitu 180-300 meter.

c. Pengukuran data menggunakan konfigurasi *Schlumberger*.

Pengukuran di lapangan dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* cara *sounding*, di mana elektroda potensial berada di antara elektroda arus. Pengukuran dilakukan dari spasi elektroda kecil kemudian diperbesar secara gradual.



Gambar 3. Susunan Elektroda Konfigurasi *Schlumberger* [13]

Data diolah menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan harga resistivitas semu. Harga resistivitas semu suatu formasi di bawah permukaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

ρ_s = Resistivitas semu

k = Faktor geometri

V = Beda potensial

I = Kuat arus

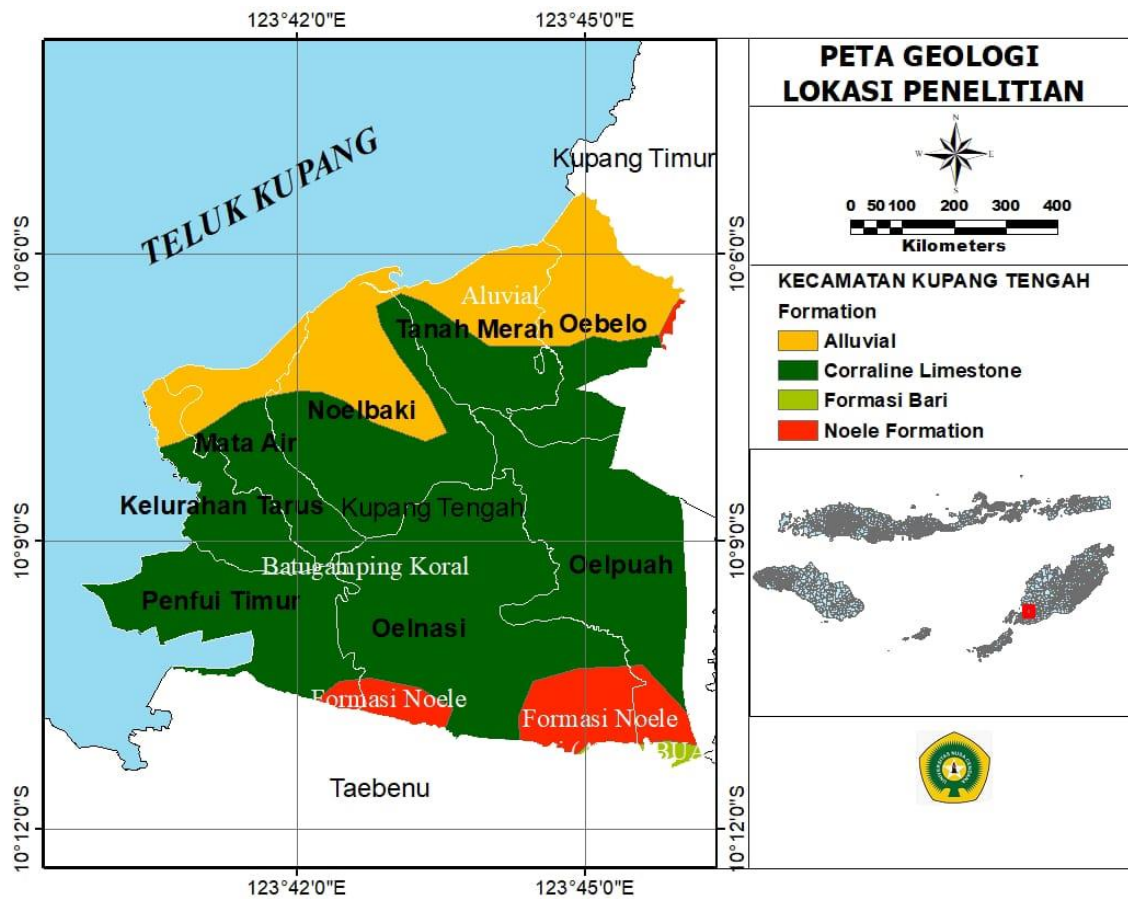
Kemudian dilakukan pengolahan lanjutan menggunakan *software* IPI2WIN untuk mendapatkan data nilai resistivitas sebenarnya dan kedalaman serta ketebalan lapisannya. Dari perbedaan nilai resistivitasnya, maka dapat dilakukan identifikasi dengan mengombinasikan pengetahuan dasar seperti informasi geologi sehingga dapat menafsirkan kondisi di bawah permukaan daerah survei.

Tabel 1. Tabel Resistivitas Dari Berbagai Jenis Batuan [14], [15]

Mineral	Resistivitas(Ohm.m)
Air dalam lapisan Aluviall	1 - 30
Air sumber	50 - 100
Pasir dan kerikil mengandung air tawar	50 - 500
Pasir dan kerikil mengandung air asin	0.5 - 5
Air laut	0.2
Air permukaan	80 - 2000
Air tanah	30 - 100

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengolahan Data

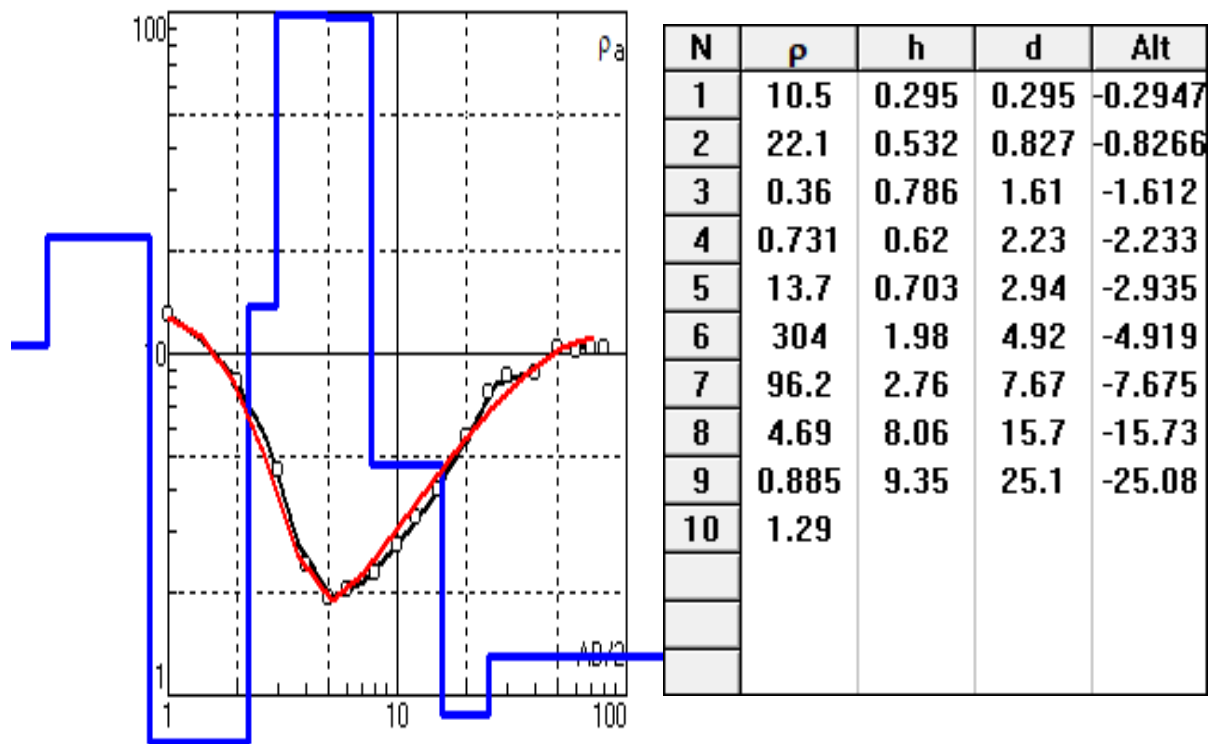


Gambar 5. Peta Geologi Lokasi Penelitian

Daerah lokasi penelitian memiliki kondisi geologi yang didominasi oleh jenis *alluvium* (Qa). *Alluvium* memiliki tersusun atas pasir, kerikil, kerakal, lumpur, lempung, serta memiliki akuifer dengan tingkat produktivitas sedang dengan penyebaran luas dan dangkal.

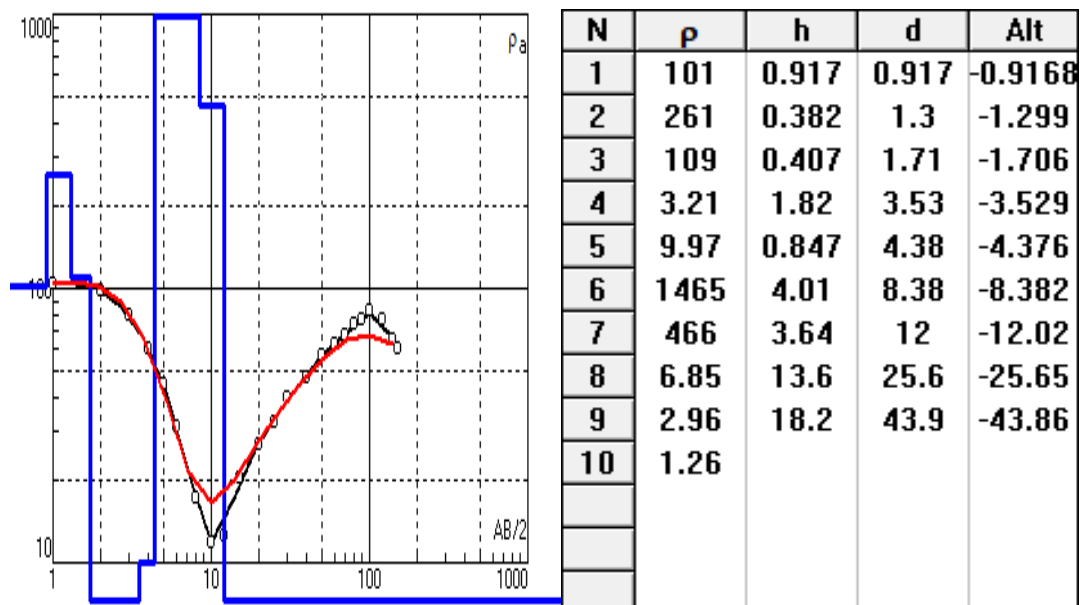
Berdasarkan hasil pengolahan 1 dimensi di setiap lintasan menunjukkan variasi jenis lapisan pada titik-titik tertentu. Lapisan yang teridentifikasi merupakan lapisan *top soil*, pasir, pasir lempungan, pasir lempungan terdendam air payau dan lempung.

Pada Titik 1, intrusi air laut teridentifikasi berada pada lapisan 3, 4, 8, 9, dan 10. berada pada kedalaman 1,61-25,1 meter. Kurva dan tabel resistivitas Model 1 dimensi untuk Titik 1 ditunjukkan pada Gambar 6.



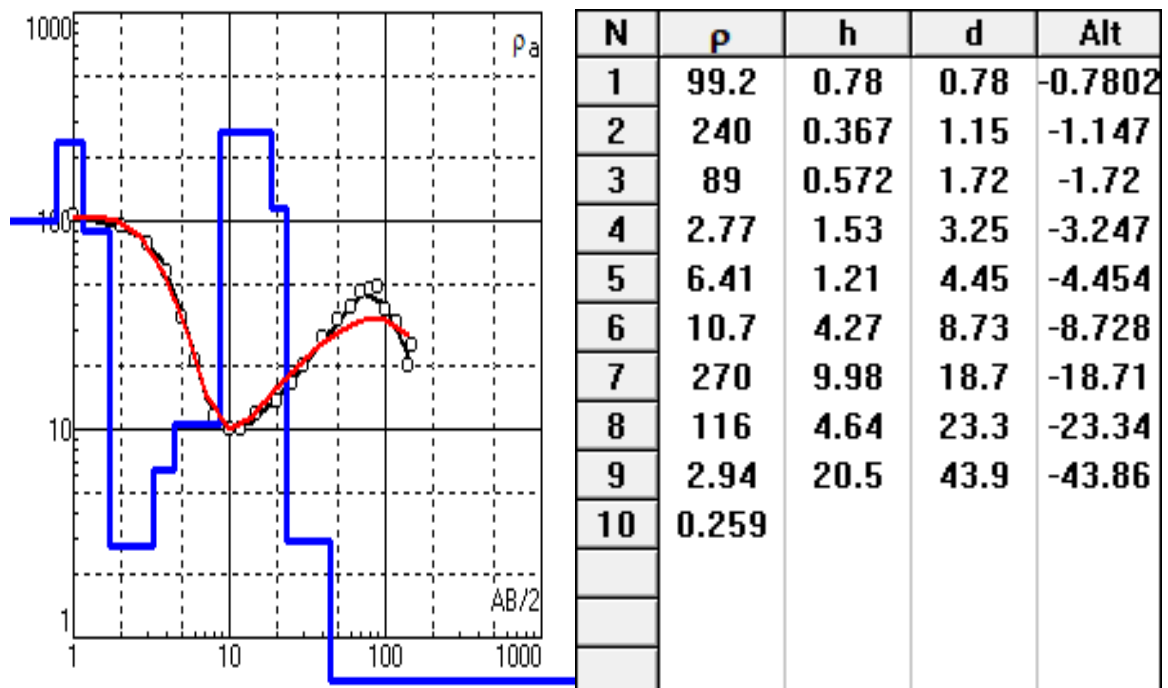
Gambar 6. Kurva dan Tabel Resistivitas Titik 1

Pada Titik 2, intrusi air laut teridentifikasi berada pada lapisan 4, 9 dan 10, berada pada kedalaman 3,53 - 43,9 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, Model 1-dimensinya diberikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 2

Titik 3 merupakan lapisan dengan anomali intrusi air laut di duga pada lapisan 4, 9 dan 10 dan berada pada kedalaman 3,25 - 43,9 meter. Model 1 dimensi untuk Titik 3 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kurva dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 3

3.2 Hasil Interpretasi

Berpedoman pada Tabel resistivitas [14], setiap diinterpretasi untuk memperoleh gambaran tentang struktur bawah permukaan di lokasi penelitian. Hasil interpretasi disajikan dalam Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [15] dilaporkan bahwa suatu lintasan yang mempunyai nilai resistivitas berkisar antara 0,15-1,88 Ωm diidentifikasi sebagai lapisan yang telah terintrusi air laut dan diinterpretasi sebagai lapisan pasir dan kerikil yang terendam air laut. Hasil penelitian [12] juga menunjukkan nilai resistivitas 3,98-5,40 Ωm sebagai lapisan yang teridentifikasi sebagai intrusi air laut. Nilai resistivitas sebesar 0,20 - 2,79 Ωm diidentifikasi sebagai lapisan akuifer bebas berupa lapisan pasir yang telah terintrusi air laut [5].

Model 1D menggambarkan beberapa rentang nilai resistivitas yang pada kedalaman tertentu menunjukkan perubahan berupa penurunan nilai resistivitas sehingga diduga adanya intrusi air laut pada daerah penelitian. Model 1D dihasilkan dari data *sounding* yang diolah menggunakan perangkat lunak IPI2Win, sehingga menghasilkan penampang vertikal berupa variasi nilai resistivitas terhadap kedalaman di tiap titik pengukuran. Proses pembentukan model 1D dimulai dari tahap akuisisi data di lapangan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi elektroda *Schlumberger*. Dalam konfigurasi ini, arus listrik dialirkan melalui dua elektroda arus (*current electrode*) dan beda potensial diukur menggunakan dua elektroda potensial (*potential electrode*) yang jaraknya lebih pendek. Data yang dikumpulkan berupa nilai resistivitas semu (*apparent resistivity*) pada berbagai jarak antar elektroda. Nilai-nilai ini kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak khusus, seperti IPI2Win, untuk dilakukan proses inversi. Proses inversi ini bertujuan mengubah data resistivitas semu menjadi model resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) berdasarkan pendekatan matematis, sehingga diperoleh profil vertikal bawah permukaan yang terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivitas dan kedalaman tertentu. Setiap lapisan bawah permukaan ditafsirkan berdasarkan nilai resistivitasnya dan dibandingkan dengan referensi litologi serta kondisi lokal. Penurunan nilai resistivitas secara signifikan—terutama di bawah lapisan impermeabel—menjadi indikasi kuat adanya

zona jenuh air laut, mengingat air laut memiliki nilai resistivitas yang sangat rendah ($<10 \Omega\text{m}$). Dengan pendekatan ini, keberadaan dan potensi sebaran intrusi air laut dapat dikenali secara lebih detail dan mendalam.

Hasil interpretasi geolistrik menunjukkan keberadaan intrusi air laut di area penelitian yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,259-4,69 Ωm . Berdasarkan kondisi geologi bawah permukaan, litologi di lokasi penelitian tersusun atas lapisan *top soil*, lempung, pasir, dan pasir lempungan. Keberadaan lapisan pasir dan pasir lempungan ini berperan sebagai akuifer yang bersifat permeabel [16], sehingga berpotensi besar menjadi jalur pergerakan air, termasuk air laut. Meskipun lapisan lempung yang hadir di antara *top soil* dan pasir bersifat impermeabel, namun dalam kondisi nyata, lapisan ini tidak selalu mampu sepenuhnya menghalangi pergerakan fluida. Retakan, pelapukan, dan juga gangguan akibat aktivitas manusia juga dapat menurunkan kapasitas lempung sebagai lapisan penghalang, sehingga memungkinkan intrusi air laut menjalar ke dalam lapisan akuifer di bawahnya.

Faktor topografi juga berperan besar mendukung terjadinya intrusi. Wilayah penelitian berada pada ketinggian yang sangat rendah, yakni sekitar 4–6 meter di atas permukaan laut, serta letaknya berdekatan langsung dengan garis pantai. Kondisi ini memungkinkan tekanan hidrostatik dari laut cukup besar untuk mendorong air laut bergerak menuju daratan melalui jalur permeabel seperti lapisan pasir dan kerikil. Menurut [17], Intrusi air laut sering terjadi pada akuifer-akuifer yang berada di pesisir dan hal ini dapat terjadi ketika muka air tanah pada akuifer air tawar lebih rendah dari pada permukaan laut rata-rata, sehingga air laut akan mendesak air tawar ke arah darat. Selain itu, kondisi lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar sumur warga di sekitar lokasi menghasilkan air payau. Hal ini menunjukkan bahwa air laut telah menyusup ke dalam akuifer air tanah, yang seharusnya mengandung air tawar. Keberadaan air payau ini di wilayah penelitian juga diduga diperparah oleh aktivitas eksploitasi air tanah yang intensif melalui sumur-sumur bor warga. Penurunan muka air tanah akibat pemompaan berlebihan menyebabkan air laut terdorong masuk menggantikan air tawar yang keluar dari akuifer [15]. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, dapat disimpulkan bahwa intrusi air laut di lokasi penelitian terjadi karena kombinasi antara keberadaan akuifer permeabel (pasir dan kerikil), tekanan hidrostatik dari laut, kondisi topografi rendah, serta aktivitas eksploitasi air tanah oleh masyarakat.

Tabel 1. Interpretasi Litologi Batuan Titik 1

Lapisan	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0,295	0,295	10,5	Top Soil
2	0,532	0,827	22,1	Lempung
3	0,786	1,61	0,36	Pasir Lempungan Terendam Air payau
4	0,62	2,23	0,731	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
5	0,703	2,94	13,7	Lempung
6	1,98	4,92	304	Pasir
7	2,76	7,67	96,2	Pasir
8	8,06	15,7	4,69	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
9	9,35	25,1	0,885	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
10			1,29	Pasir Lempungan Terendam Air Payau

Tabel 2. Interpretasi Litologi Batuan Titik 2

Lapisan	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0,917	0,917	101	Top Soil
2	0,382	1,3	261	Pasir
3	0,407	1,71	109	Pasir
4	1,82	3,53	3,21	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
5	0,847	4,38	9,97	Lempung
6	4,01	8,38	1465	Batu Pasir
7	3,64	12	466	Batu Pasir
8	13,6	25,6	6.85	Lempung
9	18,2	43,9	2,96	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
10			1,27	Pasir Lempungan Terendam Air Payau

Tabel 3. Interpretasi Litologi Batuan Titik 3

Lapisan	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0,78	0,78	99,2	Top Soil
2	0,367	1,15	240	Pasir
3	0,572	1,72	89	Pasir
4	1,53	3,25	2,77	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
5	1,21	4,45	6,41	Lempung
6	4,27	8,73	10,7	Lempung
7	9,98	18,7	270	Pasir
8	4,64	23,3	116	Pasir
9	20,5	43,9	2,94	Pasir Lempungan Terendam Air Payau
10			0.259	Pasir Lempungan Terendam Air Payau

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh di Dusun Kelapa Tinggi Desa Mata Air Kecamatan Kupang Tengah, teridentifikasi bahwa litologi daerah penelitian terdiri dari *top soil*, lempung, pasir, batu pasir dan pasir lempungan yang terendam air laut dengan kedalaman dan nilai resistivitas yang bervariasi. *Top soil* dengan nilai resistivitas 10,5 - 101 Ωm , lempung dengan nilai resistivitas 6,41-22,1 Ωm , pasir dengan nilai resistivitas 89-304 Ωm , batu pasir dengan resistivitas 466-1465 Ωm , lapisan selanjutnya diduga sebagai lapisan yang diduga sebagai lapisan yang telah terintrusi air laut dengan kisaran nilai resistivitas 0,259-4,69 Ωm , dengan kedalaman mencapai 43,9 meter.

Daftar Pustaka

- [1] I. Mahda and Y. Harahap, "Survei Pengukuran Geolistrik Di Desa Tanjung Selamat Kecamatan Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan-Provinsi Sumatera Utara," *Jurnal Insinyur Profesional*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2021.
- [2] ANTARA., "Pemkab Kupang membangun 986 sumur bor bantu atasi krisis air bersih." Kantor Berita Indonesia, 2023. [Online]. Available: <https://www.antaranews.com>
- [3] E. Minarto, N. N. Christy, and A. Ruchimat, "Identification of Groundwater Potential Using Wenner Configuration 2D Resistivity Method (Kupang , Nusa Tenggara Timur) Identification of Groundwater Potential Using Wenner Configuration 2D Resistivity Method (Kupang , Nusa Tenggara Timur)," 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1805/1/012034.
- [4] L.-S. Dynamic Bure, "Intrusi air laut pada akuifer pesisir: Dampak, faktor penyebab, dan strategi mitigasi.," *MCPR Komitmen*. 2025.
- [5] M. Syahfitri, Seha, and Sunardi, "Pendugaan sebaran intrusi air laut melalui sungai di desa Ujungmanik kecamatan Kawunganten kabupaten Cilacap menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner," *Jurnal Teras Fisika*, vol. 4, no. 1, p. 176, 2021, doi: 10.20884/1.jtf.2021.4.1.3452.
- [6] A. Susiati, D. Hidayatullah, and M. F. Hidayatulloh, "Perbandingan Berbagai Metode Pengukuran Geolistrik untuk Eksplorasi Air Tanah," *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, vol. 9, no. 1, pp. 48-54, 2024.
- [7] M. Sutasoma *et al.*, "Determination of the Type of the Rock Layer Contact in the Sutami dam area and its surroundings using the resistivity method, Schlumberger configuration," 2023.
- [8] A. Wahid, H. I. Sutaji, and A. Rasyid, "Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas untuk Pendugaan Struktur Batuan serta Keberadaan Air Tanah (Studi Kasus Sulamu Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang)," *Jurnal Geosains Kutai Basin*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2018.
- [9] R. Sepriyendra, Y. Yatini, and I. K. Dewi, "Application of Vertical Electrical Sounding (VES) in Groundwater Aquifer Estimation in the 'SPR' area, Wonogiri District, Wonogiri Regency, Central Java," vol. 07, no. 03, pp. 319-326, 2024.
- [10] J. M. Putri and Afdal, "Identifikasi Potensi Air Tanah di Nagari Aie Dingin Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas," vol. 13, no. 1, pp. 125-131, 2024.
- [11] M. Rahmadani and A. Afdal, "Pemetaan Intrusi Air Laut Terhadap Air Tanah Di Pantai Gandorah Menggunakan Metode Geolistrik," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 131-136, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.1.131-136.2023.
- [12] Hasrida, Suaedi, and R. Hi. Manrulu, "Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur," pp. 1-6, 2023.
- [13] N. Faizin, J. Fery Irawan, and S. Aminah, "Identification of Soil Layers and Rock Using the Geoelectrical Method of Schlumberger Configuration at Durjo Coffee Plantations, Jember Regency, East Java," *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*, vol. 2, no. 2, p. 2021, 2021.
- [14] W. M. Telford, L. P. Geldart, and R. E. Sheriff, *Applied geophysics*. Cambridge university press., 1990.
- [15] Muhandi, Faurizal, and Widodo, "Analisis Pengaruh Intrusi Air Laut terhadap Keberadaan Air Tanah di Desa Nusapati , Kabupaten Mempawah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas," vol. 10, no. 2, pp. 89-96, 2020.
- [16] Y. Geulis, Muhandi, and R. Perdhana, "Pendugaan Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding (Ves) Di Area Pantai Gosong, Kabupaten Bengkayang," *Jurnal Geosaintek*, vol. 9, no. 3, p. 156, 2023, doi: 10.12962/j25023659.v9i3.19418.
- [17] R. R. Wardhana, D. D. Warnana, and A. Widodo, "Penyelidikan Intrusi Air Laut pada Air Tanah dengan Metode Resistivitas 2D di Daerah Surabaya Timur," *Jurnal Teknik Its*, vol. 6, no. 1, pp. 81-83, 2017.