Bulletin of Geology
e-ISSN 2580-0752
e-ISSN 2580 – 0752
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian
Institut Teknologi Bandung
www.buletingeologi.com

POTENSI KETERSEDIAAN DAN SUMBER DAYA AIR TANAH PADA BATUAN ULTRAMAFIK DAN SEDIMEN DAERAH POMALAA, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA

M. ABDUL RAHMAN SALIM [1*], DASAPTA ERWIN IRAWAN[1], IMAM A. SADISUN[1], BONANZA HERLAMBANG[2], KURNIAWAN[3].

1. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Institut Teknologi Bandung (ITB), Jl. Ganesha No.10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia
2. PT Vale Indonesia Tbk, JL. Jenderal Sudirman Kaveling 54-55, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia
3. PT Indra Karya (Persero) – Divisi Survei dan Investigasi, JL. Janti Bar. No.27, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

*korespondensi: mabdulrahmansalim99@gmail.com

Sari – Daerah Pomalaa dan sekitarnya di Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara, merupakan zona geologi kompleks yang didominasi oleh batuan ultramafik dan sedimen. Kedua batuan ini memiliki karakteristik dan potensi hidrogeologi yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi dan ketersediaan sumber daya air tanah sebagai dasar pengelolaan berkelanjutan di daerah penelitian. Metode yang digunakan meliputi pemetaan geologi dan hidrogeologi, uji permeabilitas lapangan, survei geofisika menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT), serta uji pemompaan (*pumping test*) pada titik-titik terpilih. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa batuan ultramafik memiliki akuifer bebas dengan konduktivitas hidraulik rendah hingga sedang yang berpotensi dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik masyarakat lokal. Sementara itu, di bagian barat daya daerah penelitian, batuan sedimen menunjukkan keberadaan akuifer tertekan dengan karakteristik permeabilitas yang tinggi dan kedalaman muka air tanah relatif rendah. Integrasi hasil kajian menunjukkan bahwa Daerah Pomalaa memiliki potensi air tanah yang memadai, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, untuk mendukung kebutuhan air bersih skala lokal. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi perencanaan konservasi, pemanfaatan, dan mitigasi risiko lingkungan terkait pengelolaan sumber daya air tanah di daerah pertambangan tropis dengan kondisi geologi serupa.

Kata kunci: Batuan sedimen; batuan ultramafik, *electrical resistivity tomography* (ERT); uji pemompaan, uji permeabilitas

Abstract – *The Pomalaa area and its surroundings in Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province, is a complex geological zone dominated by ultramafic and sedimentary rocks. These two lithological types have distinct hydrogeological characteristics and potential. This study aims to evaluate the potential and availability of groundwater resources as a basis for sustainable management in the region. The methods used include geological and hydrogeological mapping, field permeability tests, geophysical surveys using the Electrical Resistivity Tomography (ERT) method, and pumping tests at selected points. The data obtained show that ultramafic rocks have deep aquifers with moderate to high hydraulic conductivity, which have the potential to be utilized for the domestic needs of the local community. Meanwhile, in the southwestern part of the study area, sedimentary rocks show the presence of shallow aquifers with fairly good permeability characteristics and relatively low groundwater levels. The integration of the study results shows that the Pomalaa region has adequate groundwater potential, both in terms of quantity and quality, to support local clean water needs. These findings provide a scientific basis for planning conservation, utilization, and environmental risk mitigation related to groundwater resource management in tropical mining areas with similar geological conditions.*

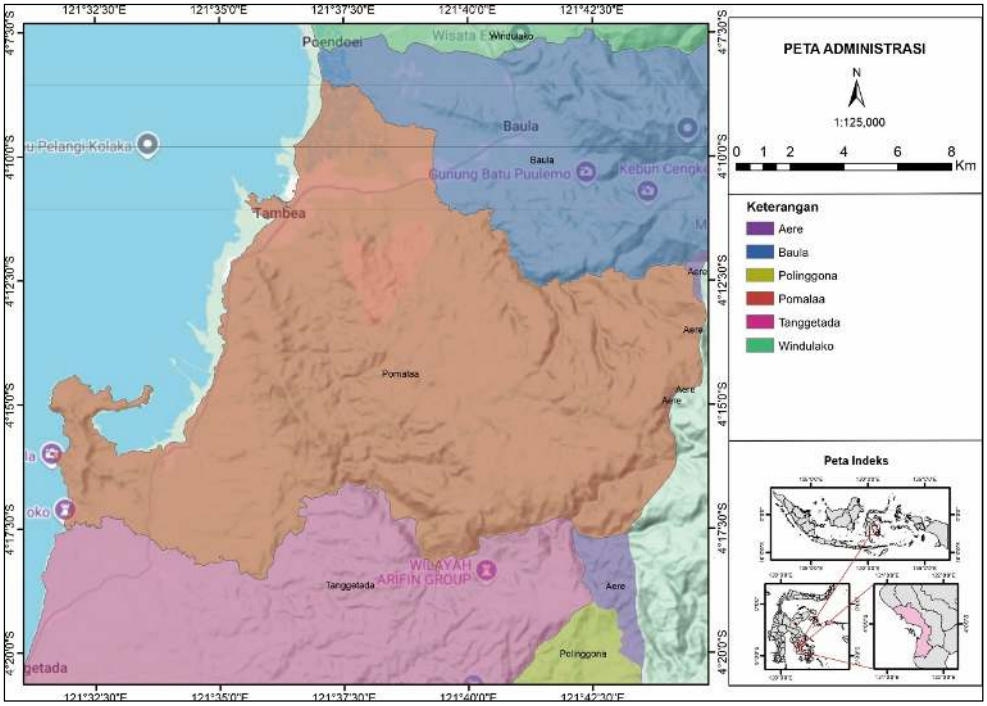
Key words*: Sedimentary rock; ultramafic rock, electrical resistivity tomography (ERT); pumping test, permeability test*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air tanah merupakan aspek krusial dalam mendukung kebutuhan domestik dan keberlanjutan lingkungan, terutama di daerah dengan aktivitas pertambangan intensif seperti Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara (**Gambar 1**). Daerah ini dikenal sebagai zona mineralisasi nikel laterit yang berkembang di atas batuan ultramafik yang secara hidrogeologis memiliki karakteristik kompleks dan belum sepenuhnya dipetakan secara rinci (Al Ghiffari dkk., 2025; Rahmawati dkk., 2024; Ramadhan dkk., 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa batuan ultramafik cenderung memiliki permeabilitas rendah, sementara batuan sedimen memiliki permeabilitas tinggi (Badaruddin dkk., 2023; Choi dkk., 2021; Sugiono dkk., 2024). Di sisi lain, bagian barat daya daerah penelitian yang terdiri dari batuan sedimen, menunjukkan potensi untuk akuifer tertekan dengan respons hidraulik yang lebih cepat terhadap pengisian musiman (Direktorat Geologi Tata Lingkungan. (1983); Yusran dkk., 2020).

Meskipun telah dilakukan penelitian geologi dan eksplorasi mineral (Okto dkk., 2023; Ramadhan dkk., 2020), penelitian yang secara khusus mengintegrasikan pemetaan geologi, hidrogeologi, pengujian permeabilitas, metode geofisika, seperti *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) dan uji pemompaan untuk karakterisasi akuifer pada batuan ultramafik masih terbatas. Hal ini menimbulkan pertanyaan ilmiah baru mengenai sejauh mana batuan ultramafik di Pomalaa dapat menyediakan sumber air tanah yang sesuai untuk kebutuhan domestik, serta bagaimana distribusi spasial dan karakteristik hidraulik akuifer-akuifer ini dapat dimodelkan dengan akurat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan potensi serta karakteristik sumber daya air tanah di kawasan Pomalaa dan sekitarnya melalui pendekatan multidisiplin keilmuan. Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi metode geologi, hidrogeologi, geofisika, dan uji lapangan untuk menghasilkan model akuifer konseptual yang dapat digunakan sebagai dasar untuk konservasi dan pengelolaan air tanah di kawasan pertambangan tropis.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian yang terletak di Daerah Pesouha, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara (BIG, 2021; Google, 2005).

2. DATA DAN METODE PENELITIAN

2.1 Data

Kecamatan Pomalaa terletak pada ketinggian 305 meter dengan berbagai jenis medan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka, 2024). Penelitian dilakukan pada koordinat geografis 121˚31'3'' BT - 121˚44'51'' BT dan 4˚20'37'' LS - 4˚7'19'' LS. Pengolahan data, interpretasi, analisis, dan penyusunan laporan dilakukan di kantor PT. Indra Karya (Persero) Divisi Survei dan Investigasi. Periode pengumpulan data berlangsung dari tahun 2023 hingga 2024.

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap (**Gambar 2**): persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan penyusunan artikel. Tahap pertama adalah persiapan meliputi penentuan tema, tinjauan literatur, dan formulasi masalah. Tahap kedua adalah pengumpulan data. Data primer terdiri dari sampel air tanah dari sumur eksplorasi, sumur pemantauan, air permukaan, dan data *logging* sumur pengeboran. Data sekunder terdiri dari data geologi dan hidrogeologi.

BULLETIN OF GEOLOGY, VOL. 9 NO. 2,
DOI: 10.5614/bull.geol.2025.9.2.1.

Didapatkan data primer pada 13 sumur eksplorasi, terdiri dari sembilan sumur eksplorasi dan empat sumur pemantauan. Pengumpulan data dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, pemetaan geologi dilakukan untuk mengidentifikasi satuan batuan, struktur geologi, dan zona pelapukan yang berpotensi membentuk akuifer. Pemetaan ini merujuk pada peta geologi regional dan pengamatan lapangan (Simandjuntak dkk., 1993). Kedua, pemetaan hidrogeologi dilakukan dengan mengukur permukaan air tanah, arah aliran, dan jenis akuifer melalui survei sumur-sumur terpilih dan titik-titik pengamatan.

Selanjutnya, pengujian geofisika dilakukan menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) untuk mengidentifikasi zona yang jenuh air serta batas akuifer secara lateral dan vertikal. Metode ERT dipilih karena efektif dalam memetakan variasi resistivitas bawah permukaan yang berkorelasi dengan keberadaan air tanah, terutama pada batuan ultramafik yang tererosi (Rao. 2014; Ruslan dkk., 2025; Yusran dkk., 2020).

Tabel 1 Variasi dari resistivitas batuan (Telford dkk., 1990; Haraty dkk., 2024).

Material	Resistivitas (Ω meter)	Material	Resistivitas (Ω meter)
Air tanah	0,5-105	Batupasir	200-8.000
Tanah	10-$2x10^3$	Konglomerat	$2x10^3$-10^4
Lempung	1-100	Basal	200-100.000
Pasir lempung/pasir lempungan	30-215	Serpentinit	$2x10^2$-$3x10^3$
Breksi	75-200	Peridotit	$3x10^3$-$6,5x10^4$

Uji permeabilitas dilakukan menggunakan metode uji *constant head*, uji *falling head*, uji *packer*, dan parameter lapangan untuk menentukan konduktivitas hidraulik. Parameter K yang diperoleh kemudian didistribusikan di seluruh area penelitian untuk mendapatkan gambaran umum nilai konduktivitas di area penelitian. Metode estimasi yang digunakan adalah kriging menggunakan SGEMS (*Stanford Geostatistical Modeling Software*) (Almeida dan Fernandes, 2022; Remy dkk., 2011; Zhao dkk., 2021). Sementara itu, uji pemompaan dilakukan di beberapa titik sumur eksplorasi untuk memperoleh parameter akuifer, seperti transmisivitas, storativitas, dan penurunan permukaan air yang dianalisis menggunakan metode Theis dan Cooper-Jacob (**Tabel 2 dan 3**).

Tabel 2 Klasifikasi kapasitas spesifik dan faktor pengembangan (Driscoll, 2003; Kruseman dan De Ridder, 1983).

Kapasitas Spesifik (liter/detik/m)	Klasifikasi dari Kapasitas Spesifik	Faktor Pengembangan	Klasifikasi dari Faktor Pengembangan
<0,1	Sangat rendah	<0,1	Sangat bagus
0,1-0,5	Rendah	0,1-0,5	Bagus
0,5-1,5	Sedang	0,5-1	Buruk
>1,5	Tinggi	>1	Tidak efisien

Tabel 3 Klasifikasi transmisivitas dan permeabilitas (Freeze dan Cherry, 1979; Todd dan Mays, 2005).

Transmisivitas (m^2/hari)	Klasifikasi	Permeabilitas (m/detik)	Klasifikasi
> 100	Akuifer produktivitas besar	$<10^{-6}$	Batuan kompak atau lempung
10-100	Akuifer produktivitas sedang	10^{-6}-10^{-4}	Batuan sedimen
< 100	Akuifer tidak produktif	$>10^{-4}$	Pasir, gravel, dan rekahan

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Pemetaan Geologi

Survei geologi meliputi identifikasi jenis batuan, struktur geologi, arah kemenerusan (*strike*) dan kemiringan lapisan (*dip*), serta sebaran satuan batuan di area penelitian. Kondisi geologi ditentukan berdasarkan integrasi data geologi regional, pengamatan litologi permukaan di lapangan, dan identifikasi jenis batuan berdasarkan data hasil pengukuran geolistrik. Data geologi regional yang digunakan dalam penyelidikan, meliputi Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi skala 1:250.000 yang disusun oleh Simandjuntak dkk., (1993).

2.2.2 Pemetaan Hidrogeologi

Survei hidrogeologi meliputi identifikasi badan air (air terjun, sumur pengeboran, sumur gali, mata air, rawa, sungai, dan *void*) dan muka air tanah. Kondisi hidrogeologi daerah penelitian ditentukan berdasarkan integrasi data hidrogeologi regional dan lokal, pengamatan kondisi hidrologis permukaan di lapangan, dan hasil data uji pemompaan. Data hidrogeologi regional yang digunakan dalam penyelidikan, meliputi Peta Hidrogeologi Indonesia, disusun oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan. (1983) dan Peta Cekungan Air Tanah Pulau Sulawesi Lembar IX, skala 1:250.000 yang disusun oleh Arifin dkk., (2008).

2.2.3 Uji Geolistrik (*Electrical Resistivity Tomography*/ERT)

Metode geolistrik pada penyelidikan ini menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) atau horizontal *profiling* (2D). Metode ERT sesuai pada kondisi geologi dengan susunan lapisan batuan yang cenderung horizontal, seperti batuan sedimen, akuifer berlapis, batuan sedimen dan batuan beku, serta zona pelapukan batuan beku (Ruslan, dkk., 2025). Prinsip dasar dari pengukuran ini adalah melakukan penambahan jarak elektroda arus A-B, menghasilkan jarak penetrasi yang lebih dalam dari arus yang dialirkan. Dengan pencatatan nilai tahanan jenis semu dan jarak elektroda arus, dilakukan plot pada kurva log/log secara menerus.

Konfigurasi pada pengukuran geolistrik ERT menggunakan konfigurasi Wenner-Alpha. Susunan elektroda Wenner-Alpha memosisikan elektroda arus A B dan elektroda potensial M-N simetri terhadap titik pusat pada kedua sisinya. Jarak antara keempat elektroda sama yaitu α dengan potensial P1 dan P2 berada ditengah-tengah antara C1 dan C2 (Telford dkk., 1990). Kedalaman target yang dapat dicapai dengan metode ERT konfigurasi Wenner-Alpha adalah a/2, yaitu jarak spasi antar elektroda dengan jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama. Sehingga hasil yang diharapkan dapat diatur melalui jarak spasi antar elektroda. Konfigurasi Wenner-Alpha sangat sensitif terhadap perubahan lateral setempat dan dangkal. Hal ini dikarenakan anomali pada bawah permukaan diamati oleh elektroda C dan P berkali-kali (Loke, 2000)

2.2.4 Uji Permeabilitas

Permeabilitas didefinisikan sebagai kemampuan suatu material geologi, baik tanah maupun batuan, untuk meloloskan fluida melalui pori-pori atau celahnya tanpa menyebabkan perubahan atau kerusakan struktur internal material tersebut (Fetter, 2001). Dalam penelitian ini, uji permeabilitas menggunakan tiga metode, yaitu *constant head test* (batuan permeabel), *falling head test* (batuan impermeabel), dan *packer test* (batuan solid). Rumus constant head test dan falling head test sebagai berikut:

$$k = \frac{Q\,L}{A\,t\,h} \quad (1)$$

dengan:
k = koefisien permeabilitas (m/detik)
L = jumlah individu (m)
t = waktu (detik)
Q = volume debit (m^3)
A = luas penampang
H = tinggi *hydraulic head* (m, dari muka air tanah)

$$F = \frac{2\,\pi\,L}{Ln\,(\frac{2\,L}{D})} \quad (2)$$

$$k = \frac{0{,}25\,\pi\,D^2}{(F\,(T_1 - T_2)) \times Ln\,(\frac{H_1}{H_2})} \quad (3)$$

dengan:
F = koefisien bentuk
k = koefisien permeabilitas (m/detik)
L = tebal lapisan uji (m)
D = diameter lubang uji (m)
H_1 = tinggi kolom air 1 (m)
H_2 = tinggi kolom air 2 (m)
T_1 = waktu T_0 ke T_1 (detik)
T_2 = waktu T_1 ke T_2 (detik)

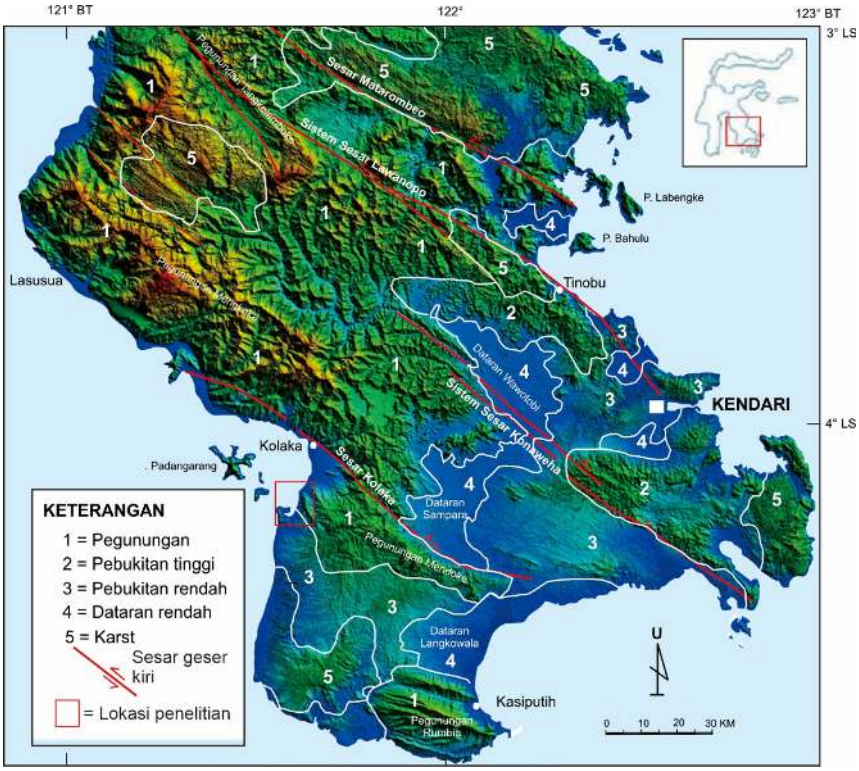
2.2.5 Uji Pemompaan

Uji pemompaan (*Pumping Test*) dilakukan di sumur untuk mengetahui karakteristik akuifer, seperti kemampuan akuifer meloloskan dan menyimpan air tanah, membantu evaluasi potensi air tanah di suatu cekungan, mengetahui terdapatnya pembatas air tanah di bawah permukaan yang mungkin akan merugikan atau menguntungkan dalam eksploitasi air tanah, dan mengetahui kemampuan sumur bila dipompa dalam waktu lama. Uji pemompaan dilakukan dalam beberapa cara, yaitu uji *constant pumping*, uji *step drawdown*, uji pemompaan dengan debit atau penurunan muka air tanah bervariasi, uji pemompaan untuk akuifer ganda, dan uji pemompaan dengan sumur pengamat (Sudarsono, 1998).

3. HASIL

3.1 Geologi

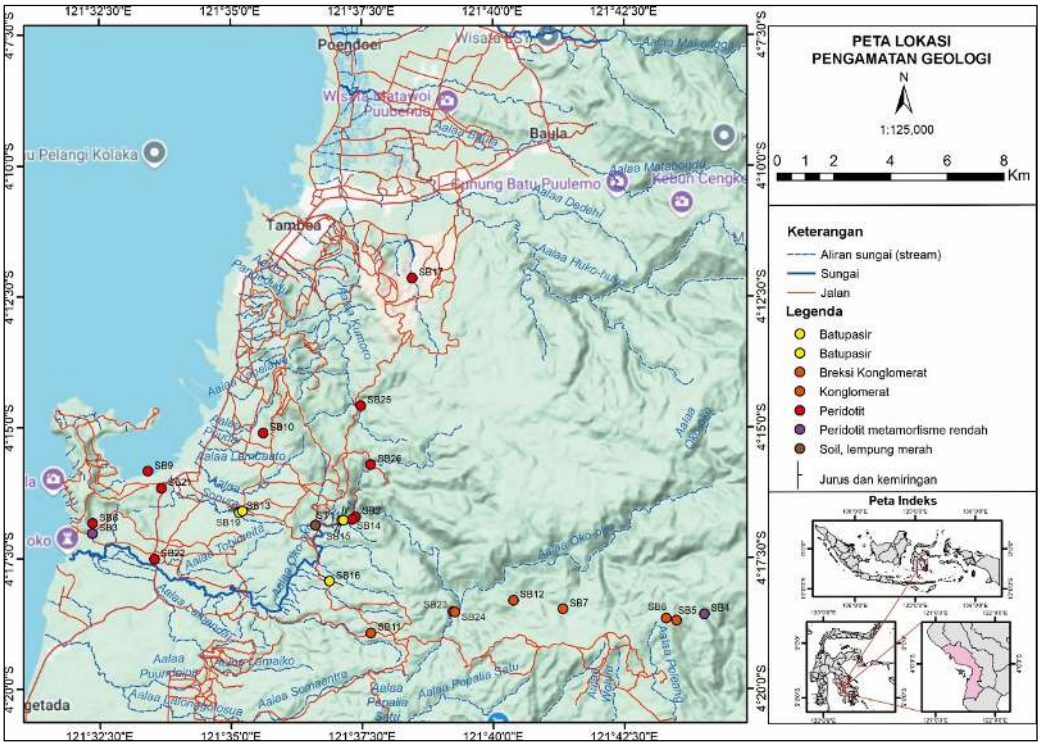
Secara morfologis, Kabupaten Kolaka terletak di bagian tengah lengan tenggara Sulawesi didominasi oleh pegunungan yang umumnya membentang hampir sejajar dalam arah barat laut-tenggara (Surono, 2013). Pegunungan tersebut terdiri atas Pegunungan Mengkoka, Pegunungan Tangkelamboke, dan Pegunungan Matarombeo (**Gambar 2**). Zona ini terletak di bagian tengah lengan tenggara formasi geologi Sulawesi Tenggara, mencakup berbagai jenis batuan yang berasal dari periode geologi yang berbeda. Di bawah lapisan aluvial, terdapat formasi batuan sedimen yang lebih tua, seperti batupasir dan konglomerat, berumur Miosen Tengah (Simandjuntak dkk., 1993).



Gambar 2. Bagian tenggara lengan selatan Sulawesi (Surono, 2013) (Badan Informasi Geospasial, 2021).

Tabel 4 Data pemetaan geologi (IK, 2024).

Kode STA	Koordinat		Warna	Derajat Pelapukan	Struktur	Ukuran Butir	Spasi (cm)	Litologi
	X	Y						
ST1	345775	9526646	Merah	Tanah residu	Tidak ada struktur (halus)	Lempung	Tidak ada	Tanah
SB2	347186	9526941	Abu-abu	Agak lapuk	Masif	Menyudut, datar, halus	0,1-0,25 mm	Peridotit
SB3	337910	9526343	Abu-abu kehijauan	Agak lapuk hingga lapuk sedang	Masif	Menyudut, datar, kasar	0,1-0,25 mm	Peridotit serpenisasi rendah
SB4	359484	9523518	Abu-abu kehijauan	Sangat lapuk	Masif	Menyudut, datar, kasar	0,1-0,25 mm	Peridotit serpenisasi rendah
SB5	358498	9523297	Abu-abu kecoklatan	Lapuk sedang	Masif	Agak membundar hingga membundar	Tidak ada	Konglomerat



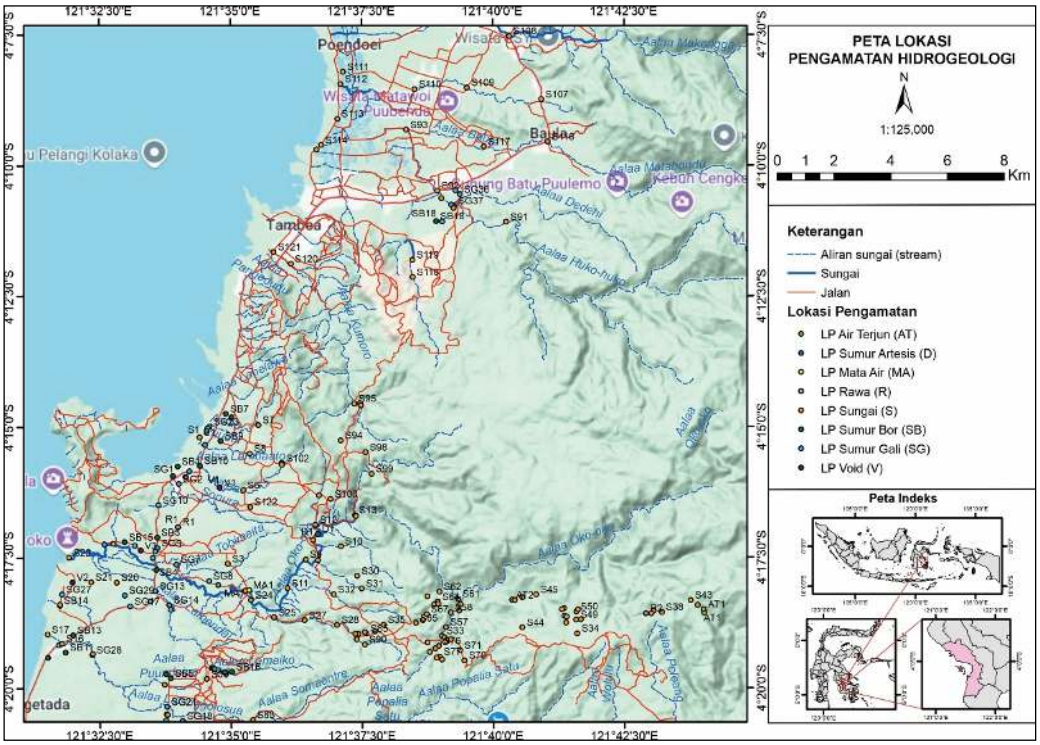
Gambar 3. Peta lokasi pemetaan geologi.

3.2 Hidrogeologi

Dalam penelitian ini, pemetaan hidrogeologi sistematis dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik dan potensi sumber daya air tanah di daerah penelitian (**Tabel 5**). Dari hasil pemetaan, diperoleh 244 lokasi pengamatan yang tersebar di berbagai bagian daerah penelitian (**Gambar 4**).

Tabel 5 Data pemetaan hidrogeologi (IK 2024).

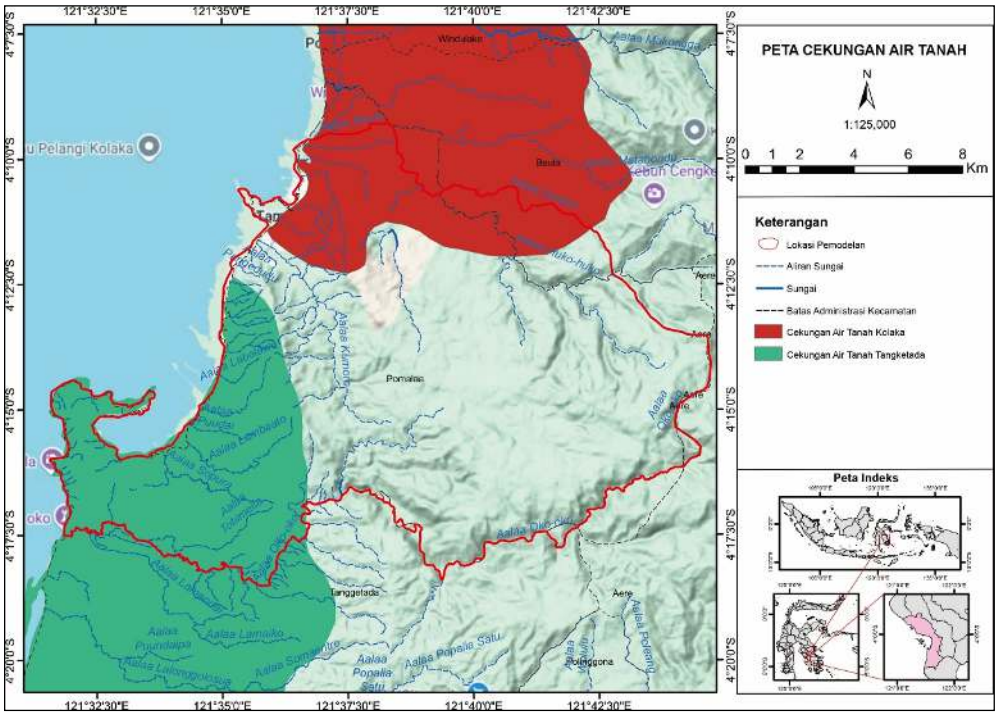
Kode Sumur	Koordinat		Badan Air	Elevasi (mdpl)	Muka Air Tanah (m)
	X	Y			
D1	345857	9526316	Sumur artesis	82	86,5
SG1	341193	9528325	Sumur gali	15	14
R1	340931	9526557	Rawa	19	19
S2	343299	9524314	Sungai	27	20,5



Gambar 4. Peta lokasi pemetaan hidrogeologi (IK, 2024).

3.3 Air Tanah

Dalam penelitian ini, didapatkan 244 lokasi pengamatan dari pemetaan hidrogeologi. Terdapat dua cekungan air tanah di area penelitian, yaitu Cekungan Air Tanah Kolaka (utara) dan Tangketada (Selatan) (**Gambar 5**).



Gambar 5. Peta cekungan air tanah di lokasi penelitian (IK, 2024).

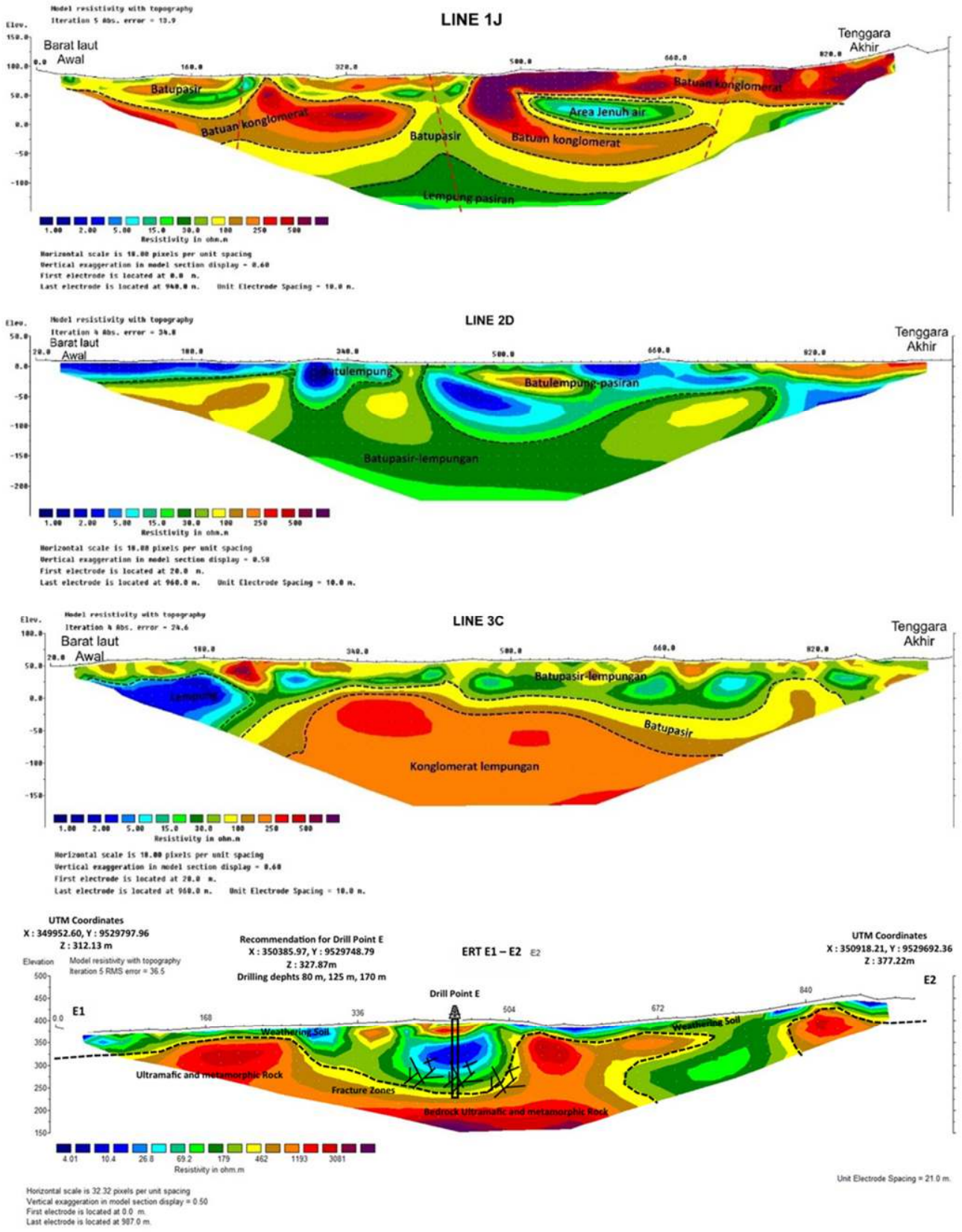
3.4 *Electrical Resistivity Tomography*

Penelitian ini menggunakan integrasi data ERT dari empat penampang geofisika untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif tentang geologi dan hidrogeologi bawah permukaan (**Tabel 6**). Data ERT digunakan untuk mengidentifikasi variasi resistivitas batuan, berkorelasi erat dengan litologi dan tingkat saturasi air, sehingga memungkinkan pemetaan zona akuifer yang lebih akurat.

Empat penampang geofisika yang dianalisis terdiri dari tiga penampang utama 1J, 2D, dan 3C yang merepresentasikan keberadaan akuifer tertekan dalam sistem batuan sedimen dan endapan aluvial, serta satu penampang, yaitu E1–E2, menunjukkan karakteristik akuifer bebas pada zona dominan batuan ultramafik. Penampang 1J, 2D, dan 3C memperlihatkan stratigrafi berlapis dengan zona jenuh air yang terperangkap di antara lapisan impermeabel, mengindikasikan sistem akuifer tertekan yang stabil dan berpotensi produktif. Sementara itu, penampang E1–E2 menampilkan zona resistivitas rendah yang terdistribusi tidak teratur di antara batuan ultramafik dan zona rekahan, mencerminkan sistem akuifer bebas yang dipengaruhi oleh pelapukan dan struktur geologi lokal. Kombinasi keempat penampang ini memberikan gambaran menyeluruh tentang variasi tipe akuifer dan kontrol litologi terhadap sistem air tanah di wilayah studi (**Gambar 6**).

Tabel 6 Data koordinat penampang *electrical resistivity tomography* (IK, 2024).

No	*From*		*To*		Section
	X	Y	X	Y	
1	342805,1	9528015	343659,15	9527526,5	1J
2	337661	9525849	338648,5	9525633,5	2D
3	342205,5	9525969	343099,4	9525520,25	3C
4	349961	9529758	350949,5	9529687	E1-E2



Gambar 6 Penampang *electrical resistivity tomography* (IK, 2024).

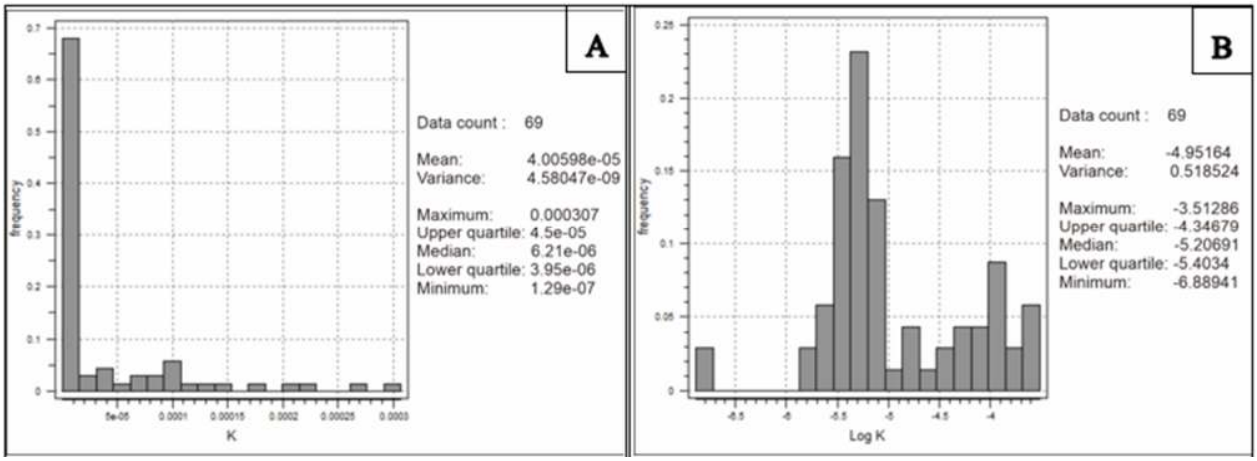
3.5 Uji Permeabilitas

Uji permeabilitas merupakan metode penting dalam karakterisasi akuifer, bertujuan untuk menentukan nilai konduktivitas hidraulik (K) sebagai parameter utama dalam pemodelan aliran air tanah. Dalam penelitian ini, tiga jenis uji permeabilitas dilakukan, yaitu *constant head test* (lapisan berpori/permeabel), *falling head test* (lapisan impermeabel), dan *packer test* (lapisan solid), masing-masing disesuaikan dengan kondisi geologi. Sebanyak 69 nilai K diperoleh dari 7 sumur bor, yaitu BH B, E, I, MW, MW-1, MW-2, dan MW-3, mencakup zona akuifer dangkal dan dalam (**Tabel 7**)

Tabel 7. Hasil uji permeabilitas dengan menggunakan 3 metode (*constant head*, *falling head*, dan *packer*) (IK, 2024).

Kode Sumur	X	Y	Z	K (cm/detik)	Kode Sumur	X	Y	Z	K (cm/detik)
B	353150,9	9530275	370	4,10E-05	MW	351328	9537186	-32,5	3,42E-06
B	353150,9	9530275	328,5	6,00E-06	MW	351328	9537186	-41	6,91E-06
B	353150,9	9530275	311,5	2,66E-06	MW	351328	9537186	-49,5	1,77E-06
B	353150,9	9530275	302	6,99E-06	MW	351328	9537186	-58	3,83E-06
B	353150,9	9530275	291	5,23E-06	MW	351328	9537186	-66	1,85E-06
B	353150,9	9530275	280	5,43E-06	MW	351328	9537186	-74	7,04E-06
B	353150,9	9530275	271,5	3,60E-06	MW	351328	9537186	-82,5	3,29E-06
B	353150,9	9530275	249,5	3,54E-06	MW	351328	9537186	-91	3,95E-06
B	353150,9	9530275	241,5	5,64E-06	MW	351328	9537186	-99,5	2,40E-06
B	353150,9	9530275	231,5	7,09E-06	MW	351328	9537186	-108	5,31E-06
B	353150,9	9530275	199	5,64E-06	MW	351328	9537186	-116,5	2,91E-06
E	350388,2	9529746	289	2,35E-05	MW	351328	9537186	-126	2,72E-06
E	350388,2	9529746	270	6,60E-06	MW-1	347171	9527071	73,5	1,01E-04
E	350388,2	9529746	248	4,53E-06	MW-1	347171	9527071	68,5	1,53E-04
E	350388,2	9529746	229	5,23E-06	MW-1	347171	9527071	63,5	1,37E-04
E	350388,2	9529746	206,5	1,91E-05	MW-1	347171	9527071	58,5	3,86E-05
E	350388,2	9529746	199	8,22E-06	MW-1	347171	9527071	53,5	6,39E-05
E	350388,2	9529746	174	4,16E-06	MW-1	347171	9527071	48,5	7,75E-05
E	350388,2	9529746	164	3,58E-06	MW-1	347171	9527071	43,5	1,01E-04
I	351300	9537055	-2	4,98E-06	MW-2	346487	9526763	57,5	3,07E-04
I	351300	9537055	-8	5,67E-06	MW-2	346487	9526763	52,5	1,15E-04
I	351300	9537055	-16	1,29E-07	MW-2	346487	9526763	47,5	2,70E-04
I	351300	9537055	-26	1,29E-07	MW-2	346487	9526763	42,5	2,22E-04
I	351300	9537055	-36	5,82E-06	MW-2	346487	9526763	37,5	9,63E-05
I	351300	9537055	-46	6,21E-06	MW-2	346487	9526763	32,5	2,14E-04
I	351300	9537055	-56	5,56E-06	MW-2	346487	9526763	27,5	2,46E-06
I	351300	9537055	-66	5,95E-06	MW-2	346487	9526763	22,5	8,54E-06
I	351300	9537055	-76	5,43E-06	MW-3	351427	9530722	349,5	7,22E-05
I	351300	9537055	-94	1,06E-05	MW-3	351427	9530722	344,5	1,51E-05
I	351300	9537055	-104	4,50E-05	MW-3	351427	9530722	339,5	7,80E-06
MW	351328	9537186	-3,5	1,45E-05	MW-3	351427	9530722	334,5	6,66E-06
MW	351328	9537186	-8,5	4,33E-06	MW-3	351427	9530722	329,5	5,92E-05
MW	351328	9537186	-15,5	3,67E-06	MW-3	351427	9530722	324,5	1,77E-04
MW	351328	9537186	-24	3,95E-06	MW-3	351427	9530722	319,5	9,75E-05
					MW-3	351427	9530722	314,5	8,63E-05

Berdasarkan nilai konduktivitas hidraulik (K) diperoleh dari data tujuh sumur eksplorasi (69 data). Distribusi nilai K menunjukkan adanya skewness positif (**Gambar 7**), sehingga dilakukan transformasi logaritmik untuk memperoleh distribusi yang lebih mendekati normal. Langkah berikutnya adalah analisis semivariogram untuk mendapatkan korelasi spasial yang representatif. Semivariogram disusun dalam empat model untuk menilai kecenderungan persebaran spasial ke arah utara, selatan, barat, dan timur. Parameter model variogram, meliputi range, nugget effect, dan sill contribution, ditunjukkan pada (**Tabel 8).**



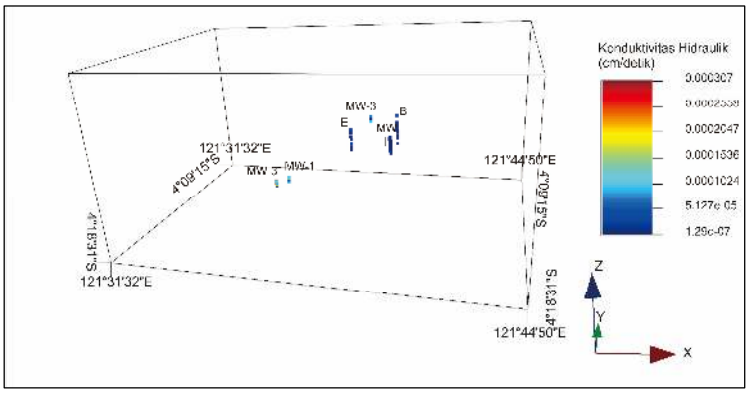
Gambar 7. Statistik dari nilai K (a) dan Log K (b) sebelum estimasi.

Tabel 8 Parameter model semivariogram dengan 69 data.

Model	Arah (°)	Range	Nugget	Sill
Spherical	50 (Timur laut)	2040	0,1	0,418
Spherical	230 (Barat daya)	2040	0,1	0,418

Visualisasi persebaran nilai konduktivitas hidraulik berdasarkan 69 data dari tujuh sumur pengeboran menggunakan perangkat lunak SGEMS menunjukkan distribusi spasial dalam satu blok model (**Gambar 8**). Setiap titik data direpresentasikan dalam ruang tiga dimensi untuk menggambarkan variasi lateral maupun vertikal. Sebaran nilai yang bervariasi, mulai dari sangat rendah hingga relatif tinggi, mengindikasikan heterogenitas akuifer yang signifikan akibat perubahan fasies litologi maupun kondisi hidrogeologi setempat. Representasi warna pada model SGEMS memudahkan identifikasi zona dengan konduktivitas hidraulik rendah dan tinggi secara lebih jelas

.



Gambar 8. Distribusi dari nilai K di daerah penelitian.

3.6 Uji Pemompaan

Uji pemompaan dilakukan pada sembilan sumur eksplorasi yang telah ditentukan di lokasi penelitian. Uji ini dilakukan menggunakan dua metode utama, yaitu uji *long term constant*, bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik akuifer dengan laju pompa konstan (**Tabel 9**) dan uji *step drawdown*, digunakan untuk menganalisis efisiensi sumur dan perubahan permukaan air tanah akibat peningkatan bertahap laju pompa (**Tabel 10**).

Tabel 9 Hasil uji *long term constant* (IK, 2024).

Kode Sumur	*Long Term Constant Test*						
	Continous Rate Test (Jacob - I Method)		*Recovery Test*	$Q_{optimum}$		*Potential of Discharge Area*	
	T (m^2/hari)	k (m/detik)	T (m^2/hari)	Q_{max} (liter/detik)	Q_{opt} (liter/detik)	Q_{pot} (liter/detik)	Q_{opt} (liter/detik)
A	817,651	3,15E-04	1590,007	25,50	25,50	232,7	25,5
B	11,177	4,31E-06	3,737	25,50	1,90	3,2	2,0
E	2,117	8,17E-07	0,925	1,30	0,79	0,6	0,5
I	146,509	5,65E-05	590,999	10,79	5,7	41,7	8,3
A-1	1,47	3,54E-07	0,974	1,80	1,50	1,80	1,80
B-1	238,971	1,32E-04	239,912	8,79	6,50	36,3	11,4
B-2	0,37	3,54E-07	0,259	0,77	0,46	0,80	0,46
D-1	659,13	2,83E-04	1299,703	23,7	17,98	184,15	32,50
E-1B	0,127	7,00E-08	0,238	0,266	0,137	0,03	0,20

Tabel 10 Hasil uji *step drawdown* (IK, 2024).

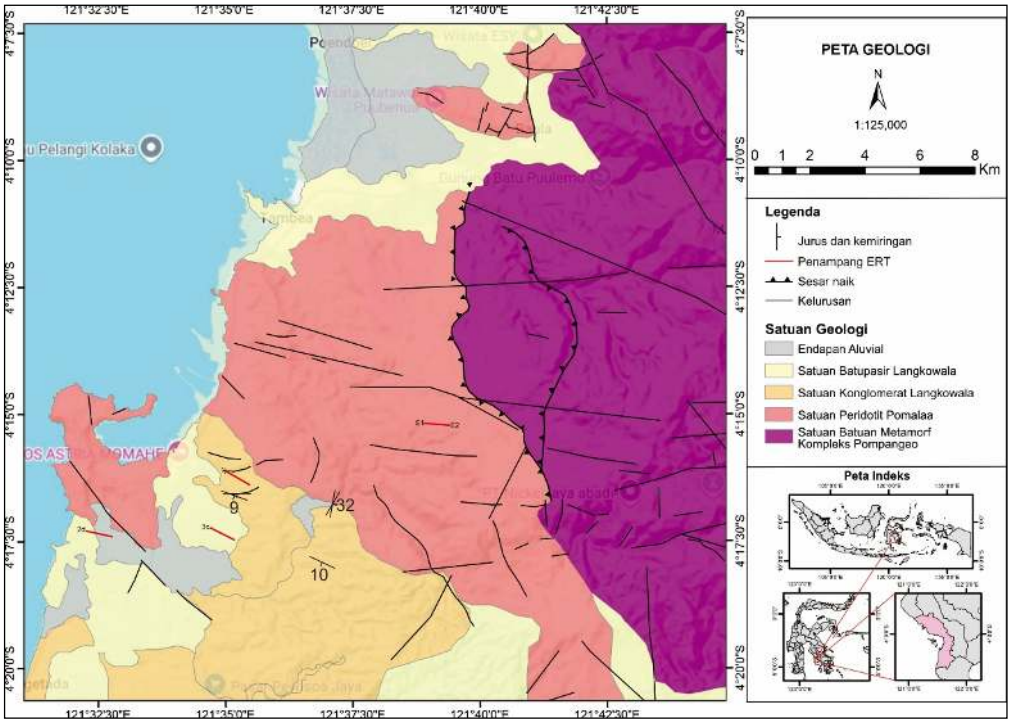
Step Drawdown Test			
Kode Sumur	*Drawdown Test*	*Well Evaluation*	
	Specific Capacity (rata-rata) liter/detik/meter	*Well Loss Coeficient* (C)	*Factor Developt* (FD)
A	1,191	-0,095	-0,073
B	0,078	2,815	0,458
E	0,021	1,477	0,032
I	0,434	0,167	0,112
A-1	0,035	9,82	0,57
B-1	2,196	0,066	0,312
B-2	0,013	48,872	0,913
D-1	3,125	0,01	0,09
E-1B	0,0064	48,872	0,913

BULLETIN OF GEOLOGY, VOL. 9 NO. 2,
DOI: 10.5614/bull.geol.2025.9.2.1.

4. DISKUSI

4.1 Hidrogeologi

Hasil pemetaan geologi dan geologi regional menunjukkan bahwa area penelitian terdiri dari lima satuan batuan, yaitu Satuan Batuan Metamorfik Kompleks Pompango (Kapur), Satuan Peridotit Pomalaa (Kapur) tersusun dari peridotit, basal, dan serpentinit, Satuan Konglomerat Langkowala (Miosen) tersusun dari konglomerat, Satuan Batupasir Langkowala (Miosen) tersusun dari batupasir, batupasir lempungan, batulempung, dan batulanau, dan Endapan Aluvial (Holosen) tersusun dari lempung, lanau, dan pasir. Terdapat struktur regional yang relatif berorientasi timur laut-barat laut, menunjukkan bahwa daerah penelitian masih aktif/memiliki potensi untuk perkembangan tektonik yang berkelanjutan. Sesar merupakan zona lemah untuk dapat meloloskan air, sehingga potensi air tanah besar apabila mengambil di dekat dengan zona struktur (**Gambar 9**).

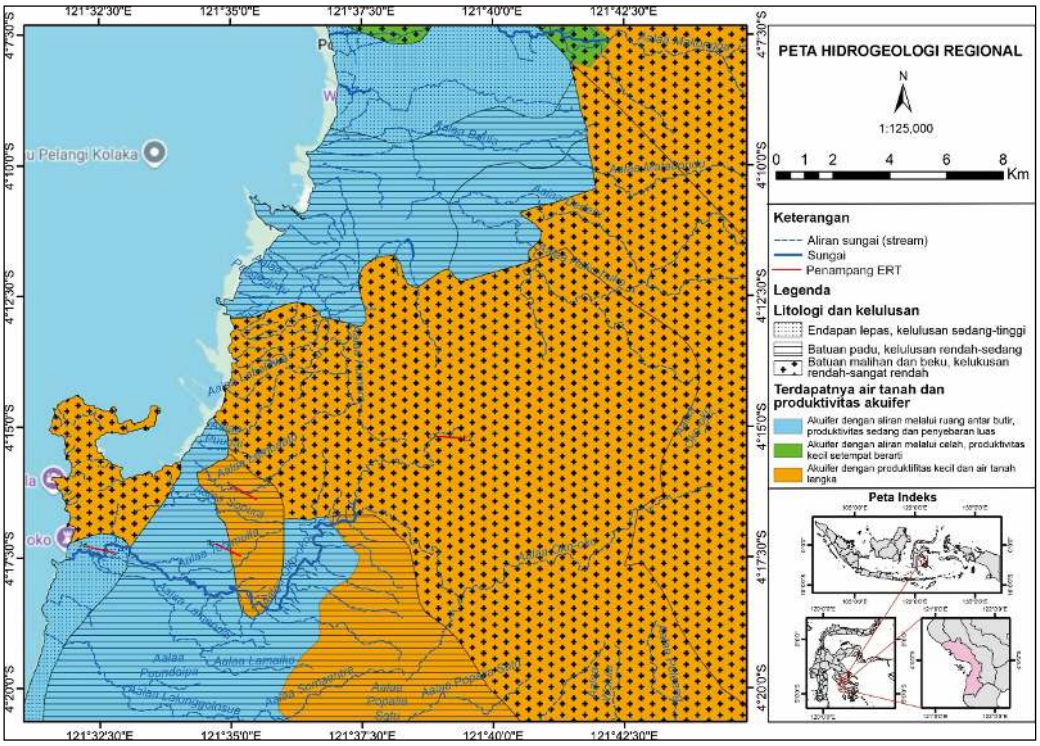


Gambar 9. Peta geologi lokal (IK, 2024).

Berdasarkan Peta Daerah Aliran Air Tanah Provinsi Sulawesi Tenggara (Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 1984), dibandingkan dengan karakteristik kondisi litologi, keberadaan air tanah, dan produktivitas akuifer yang telah diidentifikasi di lapangan, akuifer di daerah penelitian terdiri dari tiga akuifer, yaitu:

1. Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir, produktivitas sedang, dan distribusi luas
2. Akuifer dengan aliran melalui rekakan, produktivitas lokal kecil
3 Akuifer dengan produktivitas rendah dan air tanah yang langka

Berdasarkan luas daerah penelitian yang memiliki ± 600 km^2, didapatkan sebaran daerah yang memiliki persentase yang luas. Berikut merupakan sebaran daerahnya, yaitu akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir (± 130-200 km^2), akuifer dengan aliran aliran melalui rekahan (± 0-10 km^2), dan akuifer dengan produktivitas rendah (± 250-300 km^2) (**Gambar 10**). Sehingga, secara umum potensi air tanah di Daerah Pomalaa memiliki akuifer dengan produktivitas rendah.



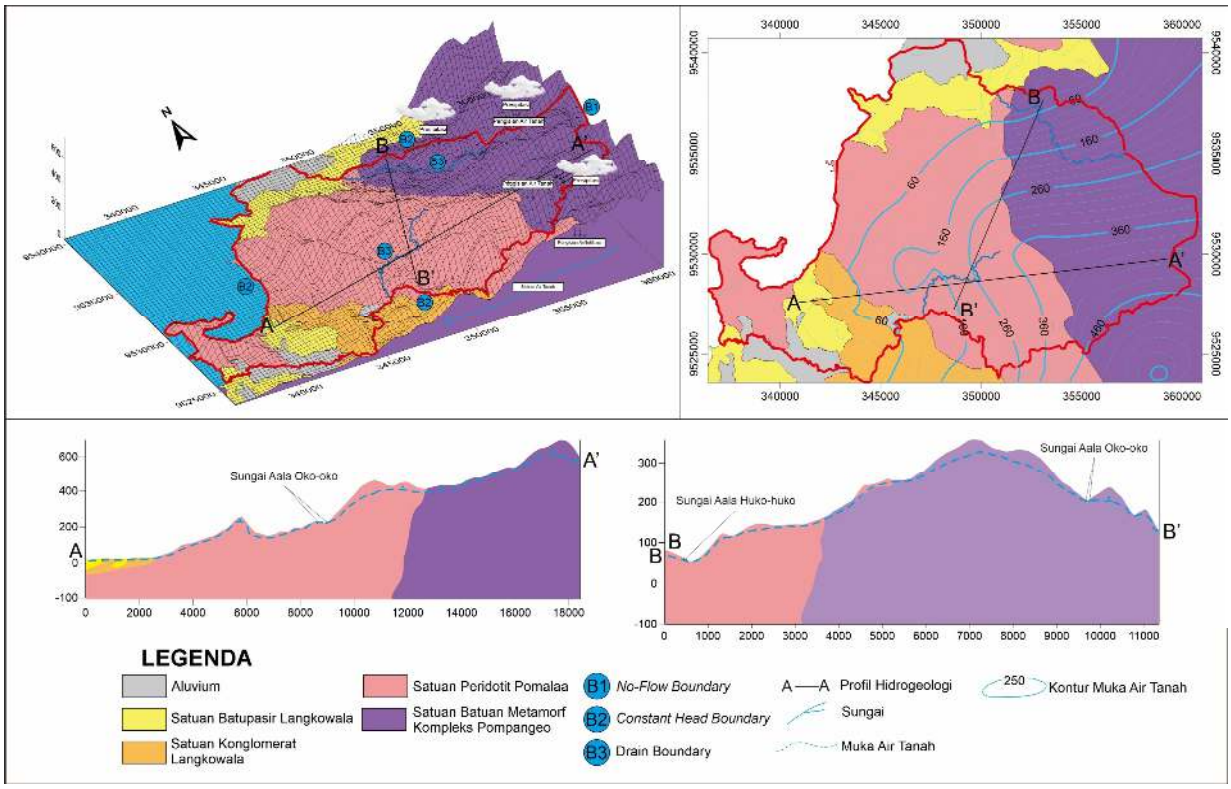
Gambar 10. Peta hidrogeologi lokal (Badan Geologi, 2008).

4.2 Potensi Air Tanah

Berdasarkan interpretasi data geologi dan hidrogeologi serta penampang melintang A–A dan B–B, sistem air tanah ini terdiri dari dua jenis utama, yaitu akuifer tertekan dan akuifer bebas. Akuifer tertekan terdapat di Satuan Langkowala dan Endapan Aluvial (konglomerat dan batupasir), memiliki permeabilitas tinggi dan respons hidraulik cepat terhadap pengisian musiman. Sementara itu, akuifer bebas terdapat di batuan ultramafik dan Kompleks Pompangeo, umumnya memiliki permeabilitas rendah tetapi mampu menyimpan air tanah melalui rekahan dan pelapukan struktural. Pola aliran air tanah mengikuti gradien topografi dan arah aliran sungai, dengan kontur air tanah menunjukkan aliran konvergen menuju lembah sungai, berfungsi sebagai zona luahan air tanah. Muka air tanah relatif mengikuti topografi, dengan zona jenuh mendominasi dataran rendah dan zona tidak jenuh terjadi di lereng dan ketinggian yang lebih tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa kompleksitas batuan sedimen permeabel dan batuan ultramafik yang rekahan menghasilkan sistem akuifer campuran yang kompleks, penting untuk perencanaan konservasi air tanah dan pengembangan sumber daya air di kawasan pertambangan nikel laterit Pomalaa (**Gambar 11**).

Dari hasil pengamatan data muka air data sebanyak 236 lokasi pengamatan, dilakukan korelasi terhadap penyebaran nilai muka air tanah terhadap litologi. Didapatkan bahwa terdapat 10 data Satuan Batuan Metamorf Kompleks Pompangeo, 63 data Satuan Peridotit Pomalaa, 77 data Satuan Konglomerat Langkowala, 56 data Satuan Batupasir Langkowala, dan 30 data Endapan Aluvial (**Tabel 10**). Hasil ini menunjukkan bahwa nilai muka air tanah dikontrol oleh gradien hidraulik dimana daerah tinggian (metamorf) relatif memiliki rata-rata nilai muka air tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan litologi yang lainnya. Sedangkan, nilai muka air tanah pada daerah rendahan (Endpan Aluvial) relatif memiliki rata-rata muka air tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan litologi yang lainnya (**Gambar 17**). Hal ini menjadi penting bahwa pengaruh litologi dan ketinggan akan mengontrol gradien hidraulik pada muka air tanah dan pola aliran air tanah yang ada.

.



Gambar 11. Model konseptual air tanah di lokasi penelitian.

Tabel 10 Variasi muka air tanah terhadap jenis litologi.

Stratigrafi	Total	Rata-rata (m)	Standar Deviation (m)	Minimal (m)	Q1 (m)	Median (m)	Q3 (m)	Maksimal (m)
Metamorf	10	455,5	153,862	42	406,225	522	547,5	572
Peridotit	63	161,743	174,182	-2	18,1	86	337,3	495
Konglomerat	77	117,436	84,496	0	43	92	193	278
Batupasir	56	15,538	12,543	-7	3,875	13,6	25,25	52
Aluvium	30	21,532	21,064	0,64	7	16,85	20,703	86,5
Total	236							

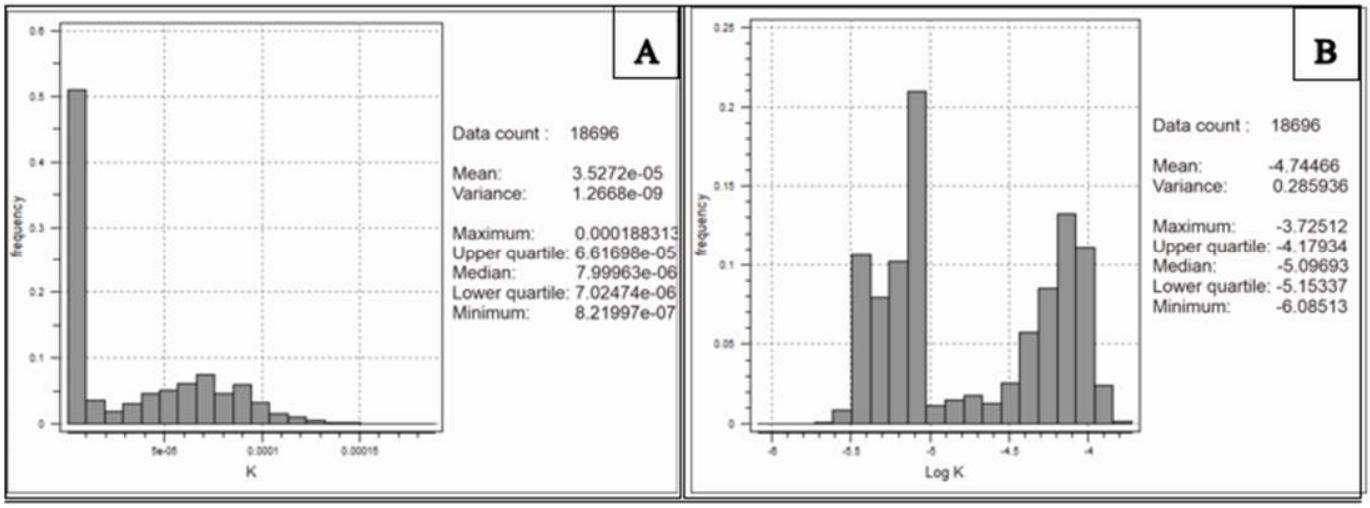
4.2.1 *Electrical Resistivity Tomography* (ERT)

Integrasi *Electrical Resisrivity Tomography* (ERT) dan pemetaan geologi di Daerah Pomalaa, Sulawesi Tenggara, mengungkapkan sistem akuifer campuran yang kompleks. Akuifer tertekan terletak di formasi sedimen seperti batupasir dan konglomerat, ditandai dengan nilai resistivitas rendah hingga sedang (10–500 Ωm) dan porositas tinggi, menunjukkan potensi air tanah yang baik. Sedangkan, batuan ultramafik Kompleks Pompangeo menunjukkan resistivitas tinggi (>3000 Ωm), dengan akumulasi air tanah lokal terjadi di zona yang mengalami pelapukan struktural dan rekahan. Polanya aliran air tanah berkumpul menuju lembah sungai, dengan zona jenuh mendominasi daerah dataran rendah. Hasil ini menekankan pentingnya unit sedimen sebagai akuifer utama dan menonjolkan peran kondisional formasi ultramafik dalam penyimpanan air tanah dalam, krusial untuk pengelolaan sumber daya air berkelanjutan di daerah pertambangan nikel laterit.

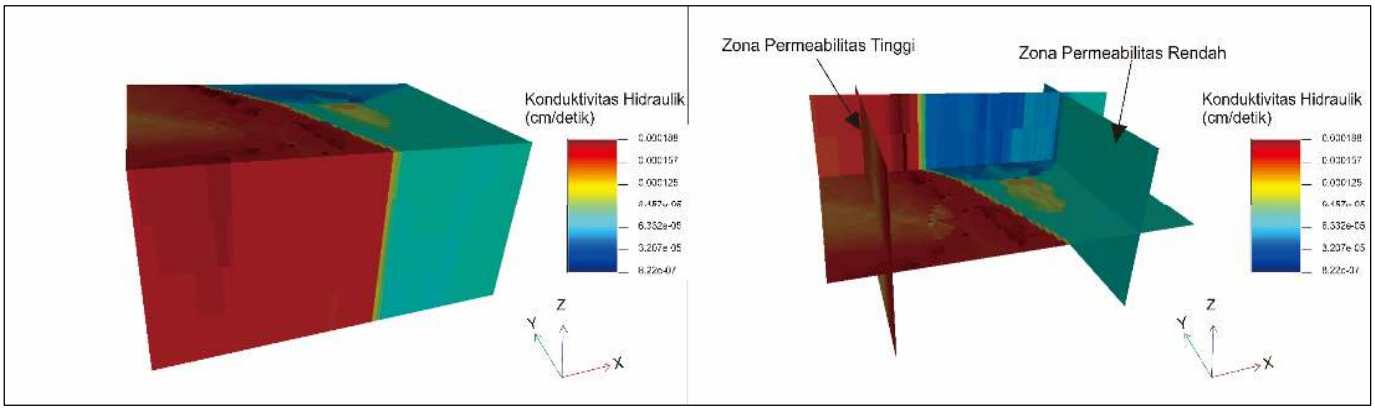
BULLETIN OF GEOLOGY, VOL. 9 NO. 2,
DOI: 10.5614/bull.geol.2025.9.2.1.

4.2.2 Permeabilitas Batuan

Dari distribusi 69 data permeabilitas dari sumur eksplorasi, distribusi data dilakukan menggunakan metode krigging dengan perangkat lunak *Stanford Geostatistical Modeling Software* (SGEMS). Distribusi nilai Log K (**Gambar 12**) dari perkiraan menunjukkan nilai rata-rata -4,99, nilai maksimum -3,72, nilai minimum -6,08, dan varians 0,282. Hasil estimasi ditunjukkan pada (**Gambar 13**), menunjukkan adanya zona permeabilitas tinggi di bagian barat daya pada elevasi rendah dan zona permeabilitas rendah di bagian timur pada elevasi yang sedang hingga tinggi.



Gambar 12. Statistik nilai K (a) dan Log nilai K (b) setelah estimasi.



Gambar 13. Hasil estimasi nilai konduktivitas hidraulik (K).

4.2.3 Pemompaan Air Tanah

Berdasarkan hasil uji penurunan permukaan air pada tahap pompa, dapat disimpulkan bahwa produktivitas dan efisiensi sumur eksplorasi di kawasan Pomalaa dan sekitarnya bervariasi secara signifikan, mencerminkan heterogenitas akuifer yang berkembang di batuan ultramafik dan sedimen (**Tabel 11**).

Tabel 11 Korelasi hasil uji *step drawdown* dengan klasifikasi.

Kode Sumur	*Specific capacity* (rata-rata) liter/detik/meter	Klasifikasi *specific capacity* (Driscoll, 2003)	*Well loss coeficient* (C)	Klasifikasi *well loss coeficient* (Bierschenk, 1964)	*Factor developt* (FD)	Klasifikasi *factor developt* (Bierschenk, 1964)
A	1,191	Sedang	-0,095	Baik	-0,073	Sangat baik
B	0,078	Sangat rendah	2,815	Penyumbatan di beberapa tempat	0,458	Baik
E	0,021	Sangat rendah	1,477	Penyumbatan di beberapa tempat	0,032	Sangat baik
I	0,434	Rendah	0,167	Baik	0,112	Baik
A-1	0,035	Sangat rendah	9,82	Sulit di kembalikan seperti semula	0,57	Sedang
B-1	2,196	Tinggi	0,066	Baik	0,312	Baik
B-2	0,013	Sangat rendah	48,872	Sulit di kembalikan seperti semula	0,913	Sedang
D-1	3,125	Tinggi	0,01	Baik	0,09	Sangat baik
E-1B	0,0064	Sangat rendah	48,872	Sulit di kembalikan seperti semula	0,913	Sedang

Berdasarkan data dari uji pompa dengan laju konstan jangka panjang, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar sumur eksplorasi di Daerah Pomalaa dan sekitarnya menunjukkan nilai permeabilitas (T) dan konduktivitas hidraulik (k) yang bervariasi, namun secara umum, sumur-sumur tersebut cukup mendukung potensi penggunaan air tanah untuk kebutuhan domestik dan teknis (**Tabel 12**).

Tabel 12. Korelasi hasil uji *long term constant* dengan klasifikasi.

Kode Sumur	T Pengujian (m^2/hari)	T *Recovery* (m^2/hari)	Klasifikasi T (Freeze, R. A., dan Cherry, 1979	k (m/detik)	Klasifikasi k (Todd, D. K., dan Mays, 2005).	Q_{opt} (liter/detik)	Klasifikasi Qopt (Driscoll, 1986)
A	817,651	1590,0	Akuifer produktivitas besar	3,15E-04	Pasir, gravel, dan rekahan	25,50	Tinggi
B	11,177	3,737	Akuifer produktivitas sedang	4,31E-06	Batuan kompak atau lempung	1,90	Rendah
E	2,117	0,925	Akuifer tidak produktif	8,17E-07	Batuan kompak atau lempung	0,79	Sangat rendah
I	146,509	590,999	Akuifer produktivitas besar	5,65E-05	Batuan sedimen	5,7	Tinggi
A-1	1,47	0,974	Akuifer tidak produktif	3,54E-07	Batuan kompak atau lempung	1,50	Rendah
B-1	238,971	239,912	Akuifer produktivitas besar	1,32E-04	Pasir, gravel, dan rekahan	6,50	Tinggi
B-2	0,37	0,259	Akuifer tidak produktif	3,54E-07	Batuan kompak atau lempung	0,46	Sangat rendah
D-1	659,13	1299,7	Akuifer produktivitas besar	2,83E-04	Pasir, gravel, dan rekahan	17,98	Tinggi
E-1B	0,127	0,238	Akuifer tidak produktif	7,00E-08	Batuan kompak atau lempung	0,137	Sangat rendah

5. KESIMPULAN

Penelitian di kawasan Pomalaa berhasil mengidentifikasi dan memetakan potensi serta karakteristik sumber daya air tanah melalui pendekatan yang mengintegrasikan metode geologi, hidrogeologi, geofisika, dan uji lapangan. Daerah penelitian tersusun atas batuan metamorf, ultramafik, sedimen, dan endapan aluvial yang membentuk sistem akuifer campuran dengan sifat hidrogeologi beragam. Akuifer sedimen tertekan menunjukkan permeabilitas tinggi, sedangkan akuifer ultramafik dalam, meskipun inpermeabel, tetap menyimpan air tanah melalui zona rekahan. Survei geofisika menggunakan *electrical resistivity tomography* menunjukkan variasi resistivitas bawah permukaan, sehingga mempermudah penentuan zona jenuh dan batas akuifer. Hasil pengukuran menunjukkan resistivitas rendah hingga sedang (10–500 Ωm) pada satuan sedimen yang berkorelasi dengan porositas tinggi dan saturasi air, serta resistivitas tinggi (>3000 Ωm) pada batuan ultramafik dengan anomali konduktif lokal yang menandakan adanya segmen akuifer retak dan tererosi. Integrasi data permeabilitas dan uji pompa memperkuat klasifikasi akuifer, dengan nilai konduktivitas hidraulik (K) antara $1{,}29\times10^{-7}$ hingga $3{,}07\times10^{-4}$ cm/detik, transmisivitas hingga 817,65 m²/hari, dan kapasitas spesifik 0,0064–3,125 liter/detik/m, yang menunjukkan produktivitas sumur bervariasi sesuai domain litologi. Secara keseluruhan, penelitian ini menghasilkan model akuifer konseptual yang menegaskan keberadaan sistem akuifer campuran dengan potensi air tanah cukup besar untuk mendukung kebutuhan domestik dan lingkungan, sekaligus menjadi dasar ilmiah bagi konservasi serta pengelolaan berkelanjutan di kawasan pertambangan tropis dengan kondisi geologis serupa.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji geokimia isotop guna mengetahui asal-usul, umur, serta proses pergerakan air tanah secara lebih mendalam. Selain itu, pemetaan kekar dan sesar juga perlu dilakukan untuk mengidentifikasi arah serta tegasan utama yang memengaruhi dinamika pergerakan air tanah. Integrasi kedua pendekatan tersebut akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai sistem hidrogeologi di daerah Pomalaa, sehingga dapat mendukung pengelolaan sumber daya air tanah secara berkelanjutan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada PT Vale Indonesia, Tbk dan PT. Indra Karya (Persero) atas dukungan dan kontribusi berharga mereka dalam menyediakan data geologi, hidrogeologi, dan geofisika untuk penelitian ini. Bantuan mereka sangat penting dalam memfasilitasi analisis hidrogeologi dan interpretasi kondisi bawah permukaan di Kabupaten Pomalaa dan sekitarnya, Sulawesi Tenggara.

REFERENSI

Al Ghiffari, M. R., Sudiyanto, Y., Nurjaman, D. M., Wicaksono, N., Fatahillah, H. E., Septiawan, F., Pratama, R. N., Widiaputra, T., Alzi, M. Z., Hidayat, W., Saputra, W., Anastasena, Y., dan Nursanti, V. (2025): Groundwater characteristics in nickel laterite deposits in the Pomalaa region, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi: Insights from resistivity, pumping test, and water chemistry. *Iraqi Geological Journal*, ***58***(1F), 120–137. https://doi.org/10.46717/igj.2025.58.1F.9

Almeida, R. A., dan Fernandes, L. F. S. (2022): Application of SGeMS for spatial variability analysis of hydraulic conductivity in fractured rock aquifers, *Environmental Earth Sciences*, ***81***, Article 412. https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2017.49.1.3

Arifin, D. (2008): *Peta cekungan air tanah Indonesia*, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

Badaruddin, S., Djufri, H., Faisal, Z., Cipta, R. A., Ridwan, V. F., Nabi, A., Saiby, A. M. S., Suradi, M., dan Saing, Z. (2023): Estimation of groundwater potential and aquifer hydraulic characteristics using resistivity and pumping test techniques in Makassar Indonesia, *Hydrological Research Letters,* ***17***(2), 42–48. https://doi.org/10.3178/hrl.17.42

Badan Informasi Geospasial. (2021): *Shapefile Provinsi Sulawesi Tenggara Terbaru*,

Geospatial.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka. (2024): *Kecamatan Pomalaa Dalam Angka 2024*. *19*.

Choi, Y., Lee, I., dan Moon, I. (2021): Geochemical and mineralogical characteristics of garnierite from the Morowali Ni-laterite deposit in Sulawesi, Indonesia. *Frontiers in Earth Science*, ***9***, Article 761748. https://doi.org/10.3389/feart.2021.761748

Direktorat Geologi Tata Lingkungan. (1984): *Peta Cekungan Airtanah di Provinsi Sulawesi Tenggara*.

Driscoll, F. G. (1986): *Groundwater and wells* (2nd ed.), Johnson Division.

Fetter, C. W. (2001): *Applied hydrogeology* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Freeze, R. A. dan Cherry, J. A. (1979): *Groundwater*, Prentice Hall.

Google. (2025). *Pomalaa, Southeast Sulawesi, Indonesia [Google Maps terrain view*. https://www.google.com/maps/place/Pomalaa,+Kolaka,+Southeast+Sulawesi

Haraty, S. R., Gusan, M., dan Hasan, E. S. (2024): Identification of peridotite bedrock using resistivity geoelectric method in Lapao Pao estuary area, Kolaka District, *Jurnal Geocelebes*, **8**(2), 178–189. https://doi.org/10.35968/jg.v8i2.36239

Indra karya. (2024): *Laporan penyelidikan electrical resistivity tomography and hydrogeology mapping for exploration drilling permit untuk mendukung Indonesia Pomalaa Industry Park (IPIP) Sulawesi Tenggara*, Malang, Indra Karya.

Kirsch, R. (2006): *Groundwater geophysics: a tool for hydrogeology*, Berlin: Springer-Verlag, ISBN: 978-3-540-29399-1.

Kruseman, G. P. dan De Ridder, N. A. (1990): *Analysis and evaluation of pumping test data* (2nd ed.), International Institute for Land Reclamation and Improvement.

Loke, M. H. (2000): *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*, Penang, Malaysia: Geotomo Software.

Okto, A., Rubaiyn, A., Sahiddin, L.O., Andimbara, L.O., Asfar, S., dan Jahiddin. (2023): Analisis Kualitas Air Tanah pada Daerah Sekitar Lokasi Pertambangan di Kabupaten Kolaka, *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, **5**(1), 1–11. https://doi.org/10.56099/jrgi.v5i01.1

Rahmawati, E., Masitoh, F., Mararis, D., dan Kurniawan. (2024): Hydrogeochemical assessment of groundwater and surface water in Pomalaa District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi. *BIO Web of Conferences*, 146, 01037. https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601037

Ramadhan, R. R., Septian, P., Wicaksono, M. A., dan Prihasto, F. (2020): Studi Analisa Keterdapatan Airtanah Pada Tambang Utara Dan Selatan Pomalaa Dengan Pendekatan Watershed Modelling System, *Prosiding Tpt Xxix Perhapi*, 519–530.

Rao, G. T., Gurunadha Rao, V. V. S., Padalu, G., Dhakate, R., dam Sarma, V. S. (2014): Application of electrical resistivity tomography methods for delineation of groundwater contamination and potential zones, *Arabian Journal of Geosciences*, ***7***, 1373–1384. https://doi.org/10.1007/s12517-013-0835-3

Remy N., Boucher A., dan Wu J. (2006): SGeMS User Guide.

Ruslan, A. R. N., Yatini, Y., dan Wicaksono, M. A. (2025): Delineation of nickel laterite based on electrical resistivity tomography (ERT) method at Kolaka Regency, Southeast Sulawesi. *Jambura Geoscience Review*, ***7***(1), 48–59. https://doi.org/10.37905/jgeosrev.v7i1.22109

Simandjuntak, T., Surono., dan S. (1993): *Peta geologi 250.000 Lembar Kolaka, Sulawesi*.

Sudarsono, U. (1998): Prosedur pompa uji, *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)*, **23**, 40-54.

Sugiono, N. R., Masitoh, F., Maaris, D., dan Kurniawan. (2024): Assessment of groundwater metals contamination using geoelectric methods and pollution index around nickel mine Pomalaa District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi, *BIO Web of Conferences*, ***146***, Article 01038. https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601038

Surono. (2013); *Geologi Sulawesi Selatan dan Tenggara*, Pusat Sumber Daya Geologi, Kementerian ESDM.

Surono dan Margono. (2010): *Geologi Sulawesi Tenggara dan sekitarnya*, Bandung, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. (1990): *Applied Geophysics, Second Edition,* Cambridge University Press, New York Port Chester, Melbourne, Sydney.

Todd, D. K. dan Mays, L. W. (2005): *Groundwater hydrology* (3rd ed.), Wiley.

Yusran, Y., Syahrir, M., dan Hidayat, R. (2020): Groundwater potential mapping using resistivity method in sedimentary zones of Southeast Sulawesi, *Jurnal Geofisika Indonesia,* ***23***(1), 33–42.

Zhao, Y., Zhang, Y., dan Dai, Z. (2021): Geostatistical estimation of hydraulic conductivity using SGeMS and pilot point calibration in MODFLOW, *Journal of Hydrology*, ***603***, 126894.