



Analisis Gradien Sebaran Air Tanah Berdasarkan Elevasi Muka Air Tanah di Kecamatan Ternate Utara, Kota Ternate

(Gradient Analysis of Groundwater Distribution Based on Groundwater Level in North Ternate District, Ternate City)

Yanny Yanny¹, Wawan AK Conoras^{1*}, & Adelheit Rambaen¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Jalan KH Ahmad Dahlan No. 100 Kelurahan Sasa, Ternate, 97712, Indonesia

Informasi Artikel:

Submission : 21 November 2024
Revised : 01 April 2025
Accepted : 08 April 2025
Publish : 13 April 2025

*Penulis Korespondensi:

Wawan AK Conoras
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Jalan KH Ahmad Dahlan No. 100 Kelurahan Sasa, Ternate, 97712, Indonesia
e-mail: wawanakconoras@gmail.com
Telp: +62 853-9852-2485

Makila 19 (1) 2025: 43-56

DOI:
<https://doi.org/10.30598/makila.v19i1.16263>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Copyright © 2025 Author(s): Yanny Yanny, Wawan AK Conoras, Adelheit Rambaen

Journal homepage:
<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila>
Journal e-mail: makilajournal@gmail.com

Research Article · [Open Access](#)

ABSTRACT

The availability of groundwater in the North Ternate District plays an important role in meeting domestic and industrial needs amidst the challenges of reduced water resources due to land conversion into built-up areas and reducing water catchment areas. This study aims to analyze the distribution pattern of groundwater levels to identify recharge and discharge areas and their application in water resource management in the region. The research method includes field surveys to collect data, including coordinate points, well topographic elevation data, well water depth, and well height, as well as mapping using Surfer software to produce spatial visualization of groundwater flow patterns. The results of the study showed that the highest groundwater level elevation ranged from 40-60 masl, which was concentrated in Soa-Sio Village and acted as a recharge zone, while the discharge zone has a low groundwater level elevation (<10 masl), which was concentrated in Sangaji and Dufa-dufa Villages, where excessive groundwater exploitation occurs and there was the potential for seawater intrusion. The results of this study are expected to provide information and a basis for policy regarding the importance of protecting catchment areas through sustainable land use management and controlling groundwater utilization to prevent depletion and decline in groundwater quality.

KEYWORDS: Groundwater, groundwater elevation, recharge-discharge, water resources management

INTISARI

Ketersediaan air tanah di Kecamatan Ternate Utara memegang peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan domestik dan industri ditengah tantangan sumber daya air yang berkurang akibat alih fungsi lahan menjadi daerah terbangun sehingga mengurangi daerah resapan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran muka air tanah (MAT) untuk mengidentifikasi daerah recharge dan discharge serta pengaplikasiannya dalam pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut. Metode penelitian meliputi survei lapangan untuk pengambilan data-data yang meliputi titik-titik koordinat, data elevasi

topografi sumur, kedalaman air sumur, dan tinggi bak sumur, serta pemetaan menggunakan perangkat lunak Surfer untuk menghasilkan visualisasi spasial pola aliran air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elevasi MAT tertinggi berkisar 40–60 mdpl yang terkonsentrasi di Kelurahan Soa-Sio dan berperan sebagai zona *recharge*, sedangkan zona discharge memiliki elevasi MAT rendah (<10 mdpl) yang terkonsentrasi di Kelurahan Sangaji dan Dufa-dufa dimana pada lokasi ini terjadi eksploitasi air tanah berlebihan dan berpotensi terjadinya intrusi air laut. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi dan dasar kebijakan mengenai pentingnya perlindungan daerah imbuhan melalui pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan dan pengendalian pemanfaatan air tanah untuk mencegah deplesi dan penurunan kualitas air tanah.

KATA KUNCI: Air tanah, elevasi muka air tanah, pengelolaan sumber daya air, recharge-discharge

PENDAHULUAN

Air tanah sebagai salah satu sumber daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia, terutama dalam aspek industri dan kebutuhan domestik. Air tanah menjadi pilihan utama bagi masyarakat umum, termasuk di wilayah Kecamatan Ternate Utara dalam memenuhi kebutuhan sumber air karena keberadaan air tanah yang relatif stabil dibandingkan dengan air permukaan lainnya.

Kebutuhan air minum yang terus meningkat seiring bertambahnya populasi di kota ini menjadikan tantangan dalam pengelolaan air tanah. Untuk pemenuhan kebutuhan air minum ini mendorong terjadinya eksploitasi air tanah yang berlebihan. Selain itu, akibat pertambahan populasi mengakibatkan ruang terbangun semakin banyak dan menjadikan tekanan lingkungan karena menghambat proses resapan air. Eksploitasi berlebihan mengakibatkan turunnya muka air tanah yang berdampak pada risiko intrusi air laut, khususnya di daerah pesisir yang akan mempengaruhi kualitas air tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Selain tantangan intrusi air laut, hal penting lainnya berupa tantangan pencemaran air tanah yang dihasilkan dari limbah aktivitas domestik, pertanian, maupun industri. Seperti yang telah dilaporkan oleh Kusri (2018) dan Achmad, dkk (2016) daerah pesisir Ternate bagian utara, air tanahnya telah mengalami pencampuran dengan air laut, yaitu di Kelurahan Sulamadaha, Takome, Dufa-dufa, Sangaji, Kasturian dan Salero.

Dinamika aliran air tanah di bawah permukaan tanah diatur oleh gradien muka air tanah (Makbul, dkk, 2023). Karakteristik air tanah yaitu memiliki peregerakan yang lambat dan waktu tinggal yang cukup lama (Aryani, 2017). Gradien pada hakikatnya berarti variasi kuantitas per satuan jarak dalam arah tertentu. Konsep inilah yang menjadi titik tolak untuk memahami

bagaimana air tanah mengalir baik secara horizontal maupun vertikal (Febriana, dkk, 2017; Prastyo, dkk, 2018). Memahami gradien muka air tanah sangat penting untuk pengelolaan berkelanjutan (Conoras, dkk, 2024), terutama pada sistem akuifer yang mengalami eksploitasi berlebihan, intrusi air laut, atau berbagai jenis pencemaran.

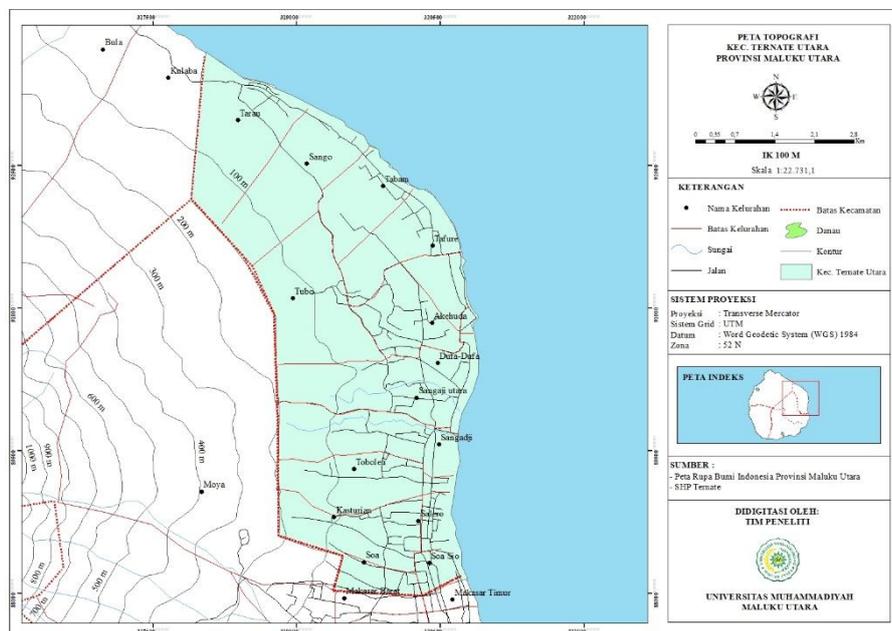
Ternate utara memiliki kondisi geografis yang unik karena dikelilingi oleh laut dan berada di kaki gunung berapi aktif, yaitu Gunung Gamalama. Kondisi ini mengakibatkan adanya perbedaan topografi yang sangat berpengaruh terhadap pola infiltrasi dan pergerakan air tanah. Adanya variasi elevasi muka air tanah ini diharapkan dapat menggambarkan pola aliran air tanah secara lebih jelas, sehingga memberikan informasi yang penting bagi upaya pengelolaan sumberdaya air di daerah tersebut. Pola aliran air tanah ini dipengaruhi oleh perbedaan muka air tanah yang selanjutnya akan menghasilkan perbedaan kecepatan dan arah aliran (gradien air tanah).

Muka air tanah adalah salah satu parameter yang memberikan gambaran kondisi akuifer di suatu lokasi. Sehingga dapat diketahui lokasi yang merupakan recharge ataupun discharge. Ada beberapa hal yang mempengaruhi muka air tanah, yaitu curah hujan, tutupan lahan, dan aktivitas manusia. Penelitian gradien muka air tanah telah banyak dilakukan untuk mengatasi berbagai tantangan di bidang hidrologi dan hidrogeologi. Bidang aplikasi utamanya adalah dalam studi aliran air tanah untuk penentuan daerah resapan dan pembuangan (Suardi, 2020). Selain itu, gradien muka air tanah juga berperan dalam analisis interaksi antara air tanah dan air permukaan dan juga dalam desain sistem pengelolaan air seperti sumur bor dan drainase.

Analisis gradien sebaran air tanah berdasarkan elevasi muka air tanah dapat membantu memberikan pemahaman mendalam mengenai distribusi dan pola aliran air serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Selain itu, juga dapat membantu memberikan informasi daerah-daerah yang berpotensi tercemar. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan hidrologi telah dilakukan di daerah ini. Penelitian oleh Daud et al. (2022) melaporkan bahwa distribusi air tanah di Cekungan Ternate, mengungkapkan sistem aliran lokal dipengaruhi oleh faktor geologi dan hidrologi yang penting untuk efektifitas eksploitasi air tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Parnadi & Salam (2022), membahas mengenai identifikasi distribusi akuifer dan intrusi air laut di Kaki Gunung Gamalama menggunakan data resistivitas listrik 2D. Sedangkan penelitian Salam et al. (2024), melaporkan bahwa pola aliran tanah dan dampak beberapa pompa yang mengakibatkan intrusi air laut, yang berhubungan dengan faktor geologi dan hidrologi di daerah pesisir. Namun hingga saat ini, studi yang mengkaji pola gradien sebaran air tanah di Kecamatan Ternate Utara, Kota Ternate masih terbatas. Sehingga penelitian gradien sebaran air tanah berdasarkan elevasi muka air tanah di Kecamatan Ternate Utara yang dihubungkan dengan kondisi geologi dan eksploitasi air tanah di daerah ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru terkait dinamika hidrologi bawah permukaan, sekaligus sebagai dasar bagi pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

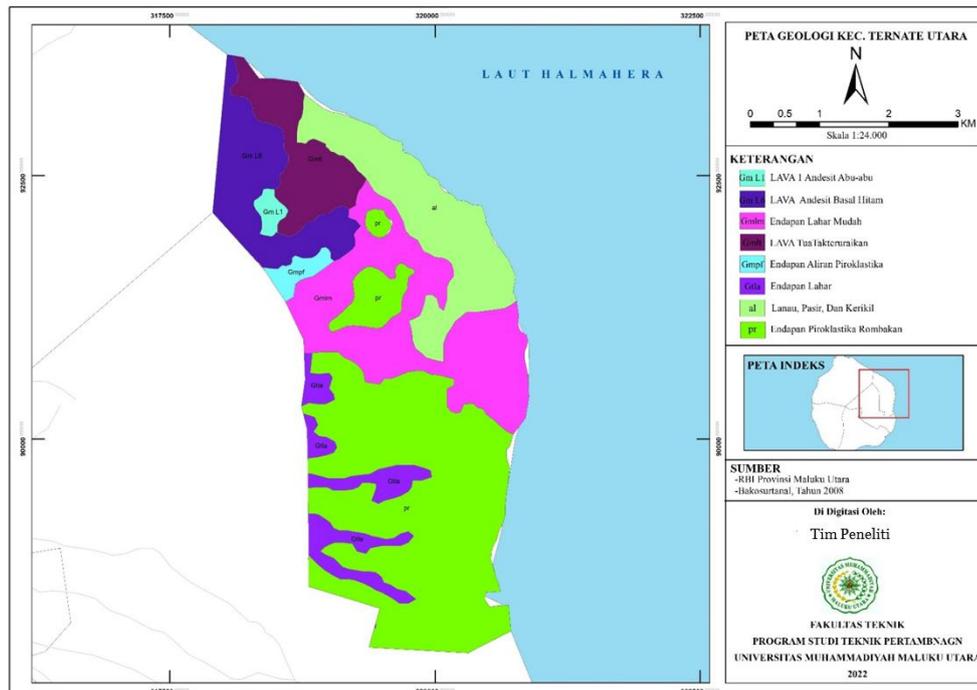
METODE PENELITIAN

Pengambilan data penelitian dilakukan di beberapa tempat, yaitu Kelurahan Tarau, Sango, Tabam, Tafure, Akehuda, Dufa-Dufa, Sangaji, Salero, dan Kelurahan Soa-Sio, Kecamatan Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara (Gambar 1). Pemilihan lokasi penelitian di daerah ini, dikarenakan terdapat variasi topografi, kondisi hidrogeologi, di daerah utara hingga tenggara Kota Ternate merupakan daerah yang memanfaatkan air tanah secara signifikan untuk keperluan rumah tangga maupun fasilitas umum, intrusi air laut di beberapa lokasi seperti yang telah dilaporkan oleh peneliti terdahulu, lokasi salah satu stasiun penelitian yang termasuk kawasan instalasi PDAM, serta pengaruh geologi dan aktivitas vulkanisme.

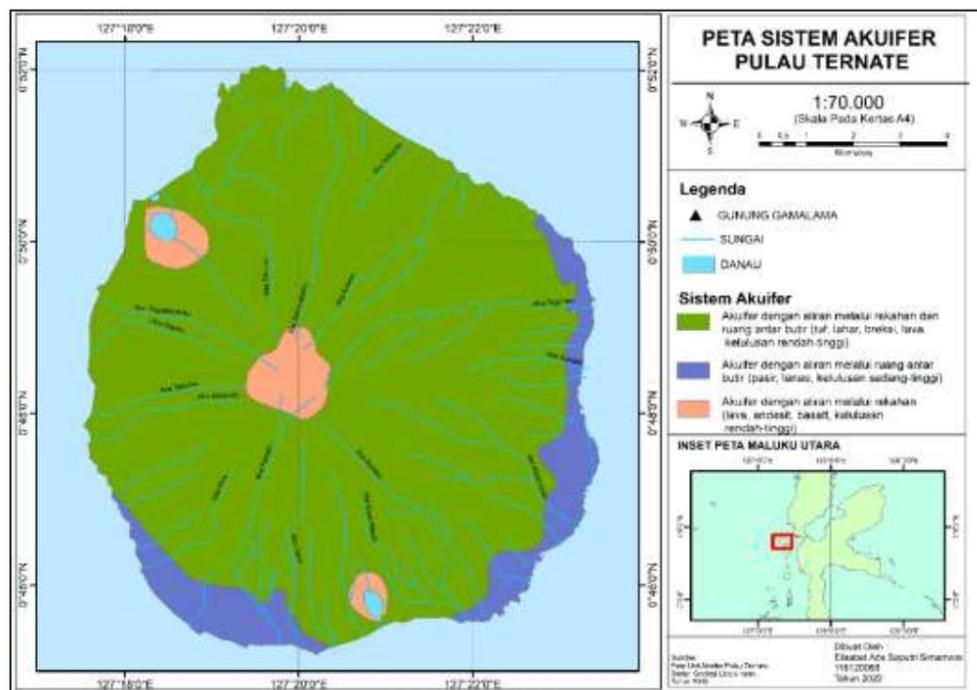


Gambar 1. Lokasi penelitian yang berada pada Kecamatan Ternate Utara, Kota Ternate

Menurut Bronto *et al.* (1982), secara umum formasi batuan yang menyusun lokasi daerah penelitian terdiri dari lava andesit basal, endapan lahar, aluvial (lanau, pasir, dan kerikil), serta endapan piroklastik rombakan (**Gambar 2**). Pulau Ternate yang dibentuk oleh hasil aktivitas vulkanik sehingga kondisi akuifer sangat dipengaruhi oleh batuan hasil vulkanisme. Selain itu, topografi yang terbentuk secara garis besar terbagi menjadi zona puncak, zona lereng untuk hutan lindung dan budidaya serta zona terbangun yang berada di kaki gunung (Daud *et al.* 2022; Saing *et al.* 2024). Kondisi variasi topografi ini berpengaruh penting terhadap pola pengisian (*charge*) dan pembuangan (*discharge*). Menurut Salam (2018), secara umum kondisi akuifer di lokasi penelitian termasuk sistem akuifer dengan aliran air melalui ruang antar butir dan sistem akuifer kombinasi antara aliran air melalui ruang antar butir dan rekahan (**Gambar 3**).



Gambar 2. Peta geologi lokasi penelitian



Gambar 3. Peta sistem akuifer Pulau Ternate (Salam, 2018)

Pelaksanaan penelitian diawali dengan studi literatur, dilanjutkan dengan pengambilan data lapangan, dan analisis data. Pengambilan data yang dilakukan yaitu berupa data primer yang meliputi: titik koordinat, data elevasi topografi, data kedalaman air sumur, data ketinggian bak sumur. Dalam pengambilan data di lapangan digunakan alat berupa *water level* untuk menunjukkan apakah suatu badan air memiliki ketinggian air yang tinggi atau rendah, *Global Positioning System*

(GPS) tipe GPSMAP76S untuk menentukan titik koordinat dengan tingkat akurasi $\pm 3 - 5$ m, dan *roll meter* (rentang 50 m) untuk mengukur jarak atau ketinggian.

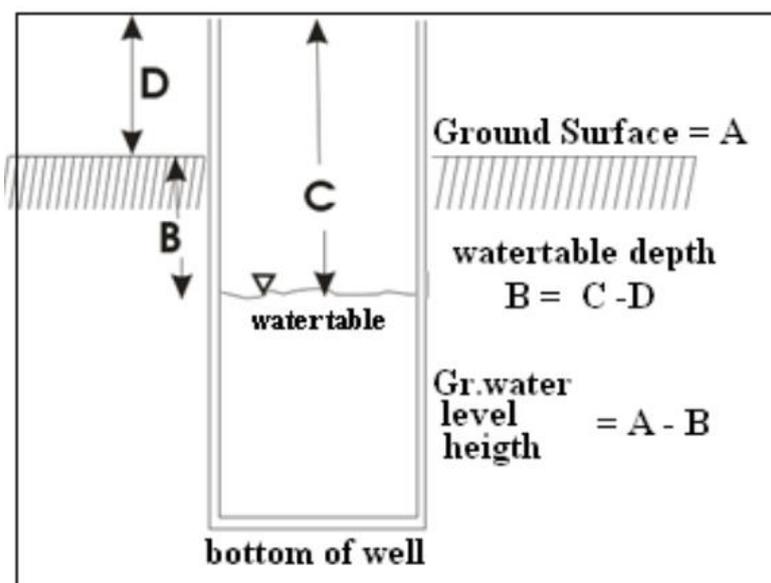
Cara penggunaan water level

Langkah - langkah yang dilakukan untuk menggunakan water level yaitu :

- Menghidupkan alat water level
- Menurunkan alat sensor ke dalam sumur secara perlahan hingga lempeng sensor mengenai permukaan air (pastikan kabel tidak terlilit ataupun tersangkut saat diturunkan)
- Tunggu sampai sensor menyentuh permukaan air sumur. Ketika lempeng sensor menyentuh air maka akan menghasilkan bunyi dari alat *water level* tersebut, dari bunyi itu kita dapat menentukan kedalaman permukaan air bak.
- Mencatat kedalaman muka air tanah, jika perlu menggunakan meteran tambahan untuk mengonfirmasi kedalaman air. Lihat angka yang sejajar dengan permukaan atas *piezometer*.
- Setelah alat digunakan, sensor dibersihkan dan menggulung kabel dengan rapi

Pengolahan Data

Hasil pengukuran yang diperoleh dari lapangan berupa data titik koordinat, kedalaman muka air tanah, dan tinggi bak sumur yang diukur menggunakan alat *water level*, *roll motor*, dan GPS. Data-data hasil lapangan kemudian diolah menggunakan *software microsoft excel 2013* untuk menghasilkan data ketinggian muka air tanah (*ground water level height*) seperti tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kemudian, data yang telah diolah di *Excel* tersebut dimasukkan ke *Software Surfer* dengan menggunakan metode interpolasi menggunakan *Inverse Distance Weighting (IDW)*. Metode IDW merupakan salah satu dari metode interpolasi dengan melakukan penaksiran pada data sampel yang jaraknya berdekatan (Abedini & Nasserri 2008). Metode ini memiliki keunggulan karena sederhana dan mudah digunakan. Akan tetapi juga memiliki kekurangan, yaitu tidak akan menampilkan hasil interpolasi puncak maupun lembah karena data yang digunakan adalah data rata-rata (Pramono, 2008). Hasil peta sebaran muka air tanah selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pola aliran sebaran muka air tanah pada Kecamatan Ternate Utara.



Gambar 4. Ilustrasi perhitungan kedalaman muka air tanah (MAT)

a. Menentukan Kedalaman Muka Air Tanah (MAT)

$$B = C - D \tag{1}$$

Dimana :

C = Kedalaman sumur dari permukaan sumur ke permukaan air sumur (meter)

D = tinggi bak sumur (meter)

B = Kedalaman muka air tanah dari permukaan tanah (meter)

b. Menghitung Elevasi Muka Air Tanah (MAT)

$$Gr. Water level height = A - B \tag{2}$$

Dimana :

A = Elevasi permukaan tanah dari data GPS (meter) diperoleh dari nilai Z di GPS

B = Kedalaman muka air tanah permukaan air tanah (meter)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Data Lapangan

Berdasarkan hasil observasi dan pengukuran di lapangan dihasilkan data berupa koordinat titik sumur, kedalaman permukaan air sumur, tinggi sumur (Tabel 1). Data-data ini kemudian diolah menggunakan *excel* dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 sehingga diperoleh nilai ketinggian muka air tanah setiap sumur.

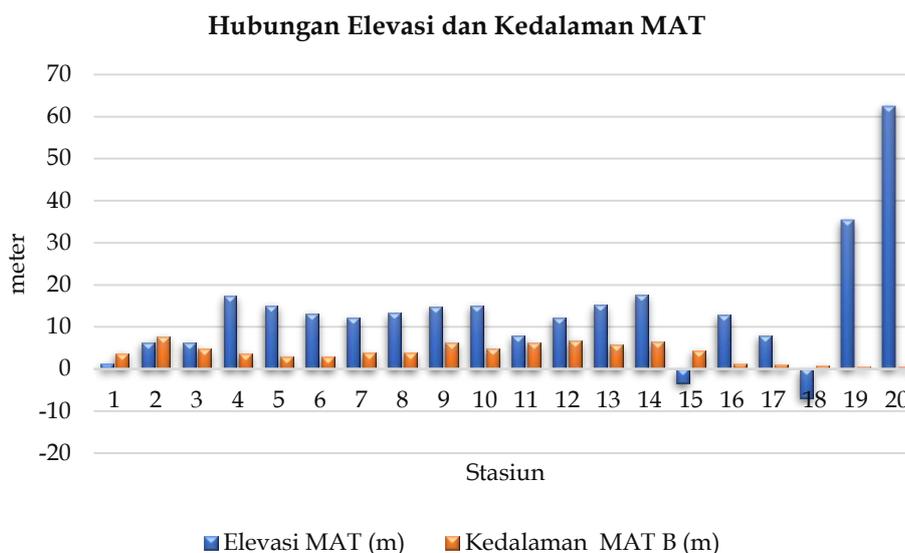
Tabel 1. Penentuan elevasi muka air tanah (*groundwater level height*) tanah dari data lapangan

NO. STA	Titik Koordinat			Kedalaman Sumur C (m)	Tinggi Bak Sumur D (m)	Kedalaman MAT B (m)	Elevasi MAT (m)
	X	Y	Z				
Sta 1	318650	93331	5	4,46	0,74	3,72	1,28
Sta 2	318656	93270	14	8,36	0,66	7,70	6,3
Sta 3	318688	93328	11	5,53	0,77	4,76	6,24

NO. STA	Titik Koordinat			Kedalaman Sumur C (m)	Tinggi Bak Sumur D (m)	Kedalaman MAT B (m)	Elevasi MAT (m)
	X	Y	Z				
Sta 4	318843	93208	21	4,30	0,70	3,60	17,4
Sta 5	319287	92980	18	3,72	0,80	2,92	15,08
Sta 6	319416	92889	16	3,50	0,62	2,88	13,12
Sta 7	319554	92779	16	4,54	0,74	3,80	12,2
Sta 8	320009	92373	17	4,61	0,83	3,78	13,22
Sta 9	320180	92156	21	7,00	0,75	6,25	14,75
Sta 10	320407	92037	20	5,70	0,78	4,92	15,08
Sta 11	320387	91792	14	7,08	0,91	6,17	7,83
Sta 12	320349	91044	19	7,51	0,71	6,80	12,2
Sta 13	320329	91091	21	6,75	0,93	5,82	15,18
Sta 14	320160	90978	24	6,87	0,47	6,40	17,6
Sta 15	320764	90534	1	5,16	0,78	4,38	-3,38
Sta 16	320872	90400	14	1,85	0,67	1,18	12,82
Sta 17	320493	89641	9	1,67	0,63	1,04	7,96
Sta 18	320424	89591	-6	1,59	0,72	0,87	-6,87
Sta 19	320422	88703	36	1,31	0,73	0,58	35,42
Sta 20	320363	88381	63	1,36	0,81	0,55	62,45

Dari data kedalaman dan elevasi muka air tanah yang diperoleh selanjutnya divisualisasikan ke dalam bentuk histogram (**Gambar 5**). Gambar 5 secara umum memperlihatkan kedalaman MAT relatif kecil yang mengindikasikan bahwa air tanah di daerah tersebut dangkal, sedangkan nilai elevasi mengalami fluktuasi dari negatif hingga positif. Nilai elevasi muka air tanah yang negatif berada pada stasiun 15 dan 18, yaitu -3,38 m dan -6,87 m yang menunjukkan bahwa posisi muka air tanah berada di bawah permukaan laut sehingga dapat diasumsikan daerah ini telah mengalami deplesi air tanah, yang dapat terjadi akibat eksploitasi atau pemompaan air tanah secara berlebihan. Pada stasiun 19 dan 20 memiliki nilai elevasi muka air tanah tertinggi, yaitu 35,42 m dan 62,45 m.

Sedangkan hubungannya dengan elevasi muka air tanah, yaitu daerah yang ditunjukkan oleh nilai elevasi MAT yang rendah berarti mengindikasikan lokasi yang memiliki topografi landai atau pedataran, sedangkan nilai elevasi muka air tanah yang tinggi menunjukkan lokasi yang berada di ketinggian. Zona dengan nilai elevasi MAT tinggi (stasiun 19 dan 20) akan berfungsi sebagai *recharge area*, sedangkan zona dengan elevasi MAT rendah sebagai *discharge area*. Dari gambar juga dapat menunjukkan elevasi MAT yang tinggi maka kedalaman MAT nya semakin kecil, sebaliknya jika elevasi MAT rendah maka air semakin susah didapat karena cukup dalam.

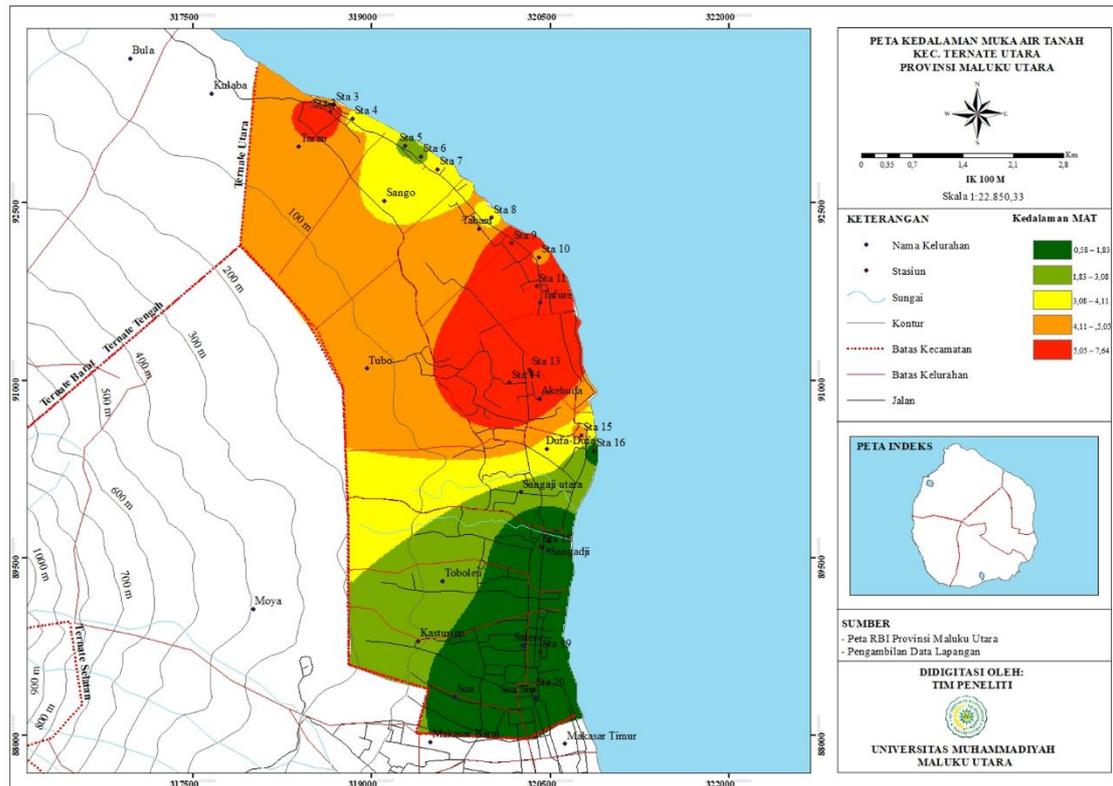


Gambar 5. Grafik elevasi muka air tanah

Kedalaman Muka Air Tanah

Dari data kedalaman muka air tanah yang diinput dan dianalisa pada *software Surfer* dengan metode interpolasi IDW sehingga diperoleh output berupa peta kedalaman muka air tanah (Gambar 6), terlihat jelas tingkat kedalaman muka air tanah melalui perbedaan gradasi warna dimana pada warna jingga sampai merah menunjukkan kedalaman yang tinggi sedangkan gradasi warna kuning ke hijau menunjukkan kedalaman muka air tanah yang semakin rendah.

Di lokasi penelitian bagian tenggara memiliki kedalaman MAT yang lebih rendah dibandingkan di bagian utara. Kedalaman MAT dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti topografi, jenis batuan dan pola aliran air tanahnya. Kedalaman MAT tertinggi pada lokasi penelitian berada pada kisaran kedalaman 6 m hingga 7 m yang terkonsentrasi di kelurahan Akehuda, kedalaman rata-rata sekitar 4 m hingga 5 m yang terkonsentrasi di kelurahan Tabam, Sango dan Dufa-dufa. Sedangkan kedalaman terendah berada pada kisaran 1 m - 3 m yang terdapat di kelurahan yang terkonsentrasi di kelurahan Soa-Sio, Salero dan Sangaji. Kedalaman MAT yang lebih dangkal menunjukkan bahwa lokasi ini berfungsi sebagai zona tempat masuknya air hujan (*recharge*), topografi yang relatif lebih tinggi, dan memiliki litologi berupa material piroklastik. Dimana, apabila batuan piroklastik yang bersifat porous jika tidak dilapisi oleh batuan kedap air di lapisan bawahnya, maka akan mengakibatkan air tanah meresap lebih dalam. Daerah yang memiliki kedalaman muka air yang tinggi dikarenakan daerah ini merupakan area *discharge*, memiliki topografi yang landai karena berada di pesisir, dan sebagian besar daerahnya tersusun oleh litologi berupa aluvial. Material aluvial yang halus dapat menyebabkan suatu kondisi dimana akuifer akan mudah jenuh air dan mengakibatkan MAT lebih dekat dengan permukaan.



Gambar 6. Peta kedalaman muka air tanah

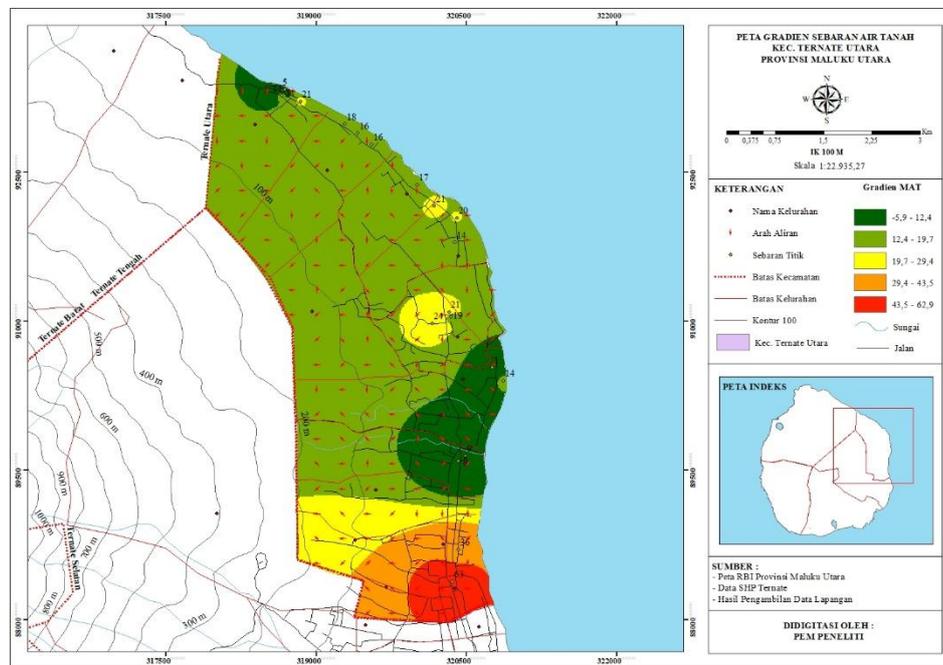
Gradien Sebaran Muka Air Tanah

Pola sebaran air tanah yang dihasilkan dari pembuatan peta gradien sebaran MAT (Gambar 7), pada daerah penelitian di Kecamatan Kota Ternate Utara menunjukkan bahwa sebaran air tanah mengalir dari bagian tenggara menuju ke arah utara. Hal ini sesuai hukum alami air yang mengalir dari tempat tinggi menuju tempat yang lebih rendah atau pesisir.

Daerah Soa-Sio, Salero dan Sangaji tersusun oleh material piroklastik. Shao *et al.* (2020) menyatakan bahwa keberadaan air tanah dipengaruhi oleh sifat porositas dan permeabilitas batuan. Material piroklastik cenderung memiliki porositas tinggi karena belum terkonsolidasi, sehingga memudahkan infiltrasi air. Namun, permeabilitasnya bisa rendah jika terdapat material halus seperti abu vulkanik yang menghambat aliran air. Material dengan porositas dan permeabilitas tinggi merupakan akuifer yang baik (Paembonan, *dkk*, 2020). Pada daerah endapan vulkanik yang tersusun oleh material tufa, pasir, kerikil, dan material lain yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi umumnya akuifer mudah didapatkan (Kaunang, *dkk*, 2024). Sedangkan pada area *discharge*, yang umumnya terletak di bagian utara tersusun oleh litologi berupa aluvial dan menghasilkan akuifer bebas, merupakan tempat tertampungnya air yang kemudian keluar sebagai air tanah atau mengalami eksploitasi berlebihan.

Aktivitas pemompaan oleh PDAM turut mempengaruhi kedalaman muka air tanah, yang akhirnya menimbulkan depresi kerucut (*cone of depression*) di sekitar sumur pompa. Seperti yang dilaporkan oleh Parnadi & Salam (2022), bahwa berdasarkan hasil pengukuran geolistrik di sekitar

PDAM menunjukkan terdapatnya indikasi intrusi air laut. Intrusi ini akibat pengeboran air tanah yang berlebihan dan lokasinya dekat dengan garis pantai. Pengambilan air yang berlebihan ini tidak memperhitungkan kemampuan batuan dalam mengembalikan air tanah. Kondisi ini dapat mempengaruhi kualitas air tanah dan mengubah pola aliran air tanah.



Gambar 7. Peta gradien sebaran air tanah

Elevasi Muka Air Tanah

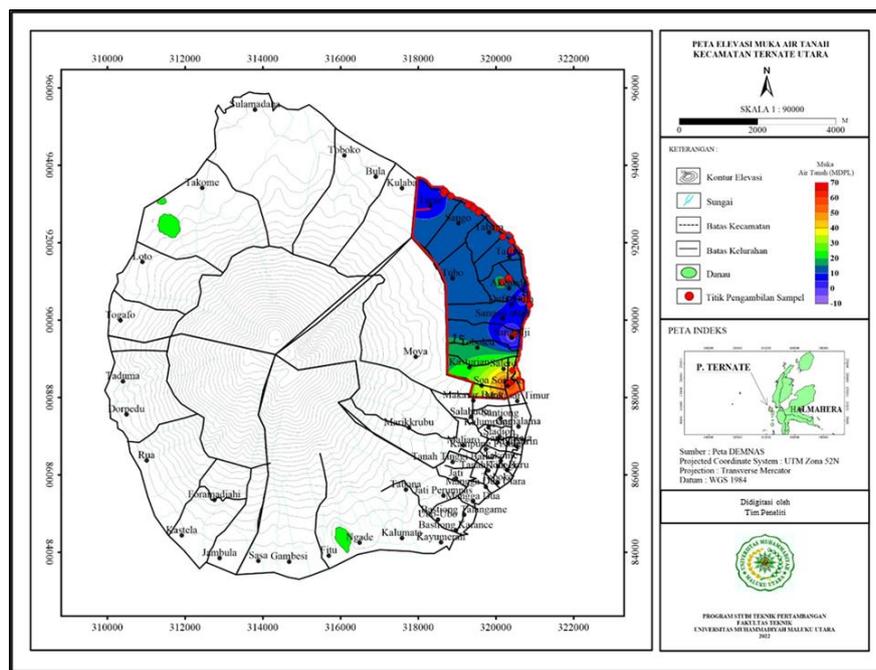
Berdasarkan hasil perhitungan elevasi MAT pada Tabel 1, nilai tertinggi berada pada Sta 19 dan 20, yaitu 35,42 m dan 62,45 m. Nilai elevasi MAT yang tinggi menindikasikan potensi sebagai *recharge* area karena air hujan atau proses infiltrasi pada daerah hulu akan membuat MAT berada pada level yang tinggi. Sedangkan zona *discharge* memiliki elevasi MAT yang rendah. Hal ini menunjukkan air tanah berada jauh di bawah permukaan, misalnya pada Sta. 15 dan Sta. 18 yang masing-masing memiliki elevasi MAT -3,38 m dan -6,87 m. Nilai negatif mengindikasikan bahwa posisi air tanah di daerah ini sudah turun atau terdepresi dan berpotensi sebagai *discharge area*, dimana air tanah dapat mengalir ke permukaan ataupun bercampur dengan air laut.

Analisis elevasi MAT pada 20 stasiun pengamatan seperti yang terlihat pada Gambar 8, menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki elevasi yang bervariasi. Elevasi muka air tanah tertinggi (40 - 60 mdpl) yang terkonsentrasi di kelurahan Soa-Sio, elevasi menengah (10 mdpl) terkonsentrasi di kelurahan Tobelevu, dan elevasi terendah (di bawah 10 mdpl) yang terkonsentrasi di kelurahan Sangaji dan Dufa-Dufa.

Elevasi muka air tanah secara umum lebih tinggi di daerah ketinggian yang berfungsi sebagai zona *recharge* dimana di daerah ini air hujan mudah terinfiltrasi. Sebaliknya, daerah pedataran atau pesisir sebagai zona *discharge*, dimana air tanah cenderung ke luar ke permukaan dan mengalir ke laut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Faisal, dkk, (2002), yang

menyatakan bahwa ketinggian muka air tanah cenderung lebih tinggi di daerah pegunungan atau perbukitan sebagai daerah imbuhan, sedangkan hal sebaliknya terjadi di daerah dataran rendah atau lereng bawah yang lebih rentan penggunaan air tanah yang dapat menurunkan elevasi muka air tanah dan mendorong terjadinya intrusi air laut.

Hasil pengolahan data elevasi muka air tanah menggunakan software *surfer* menghasilkan peta elevasi muka air tanah. Warna hijau hingga merah menunjukkan elevasi MAT yang tinggi, sedangkan gradasi warna dari biru sampai ungu menunjukkan elevasi MAT yang rendah, hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta elevasi muka air tanah

Informasi ini sangat penting dalam memahami pola pergerakan air tanah, pengolahan sumber daya air, serta mitigasi potensi intrusi air laut dan penurunan MAT karena eksploitasi berlebihan.

Hubungan antara peta gradien, peta kedalaman dan peta elevasi adalah daerah dengan elevasi MAT yang tinggi juga memiliki gradien air tanah yang lebih besar dan berpotensi sebagai zona *recharge* dimana air terinfiltasi ke dalam akuifer. Daerah kedalaman MAT yang dangkal berasosiasi dengan gradien yang lebih rendah yang menunjukkan zona *discharge*, dimana air tanah ke luar ke permukaan ataupun mengalir ke laut.

KESIMPULAN

Pola sebaran air tanah di Kecamatan Ternate Utara memiliki variasi elevasi muka air tanah (MAT) yang mengindikasikan adanya zona sebagai *recharge* dan *discharge*. Daerah yang memiliki elevasi MAT tinggi berada di Kelurahan Soa-Sio yang berfungsi zona *recharge*, yaitu tempat zona

infiltrasi air hujan. Sedangkan daerah dengan elevasi MAT rendah berada di Kelurahan Sangaji dan Dufa-dufa yang merupakan zona *discharge*. Zona ini berpotensi eksploitasi air tanah berlebihan dan menimbulkan intrusi air laut. Oleh karena itu, penanganan yang efektif perlu dilakukan dengan melakukan konservasi di daerah recharge dengan melakukan perlindungan vegetasi dan pembatasan ruang terbangun, serta pengawasan di lokasi *discharge* untuk mencegah terjadinya penurunan tekanan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedini, M. J. & Nasser, M. 2008. *Inverse Distance Weighting Revisited*. Makalah ini disajikan dalam Fourth Conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, Beijing, 3-5 November.
- Achmad, R., Hadi, M.P & Purnama, S. 2016. Kerentanan Penyusupan Air Laut di Pesisir Utara Pulau Ternate (Vulnerability of Sea Water Intrusion in Northern Coastal of Ternate Island). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(2): 163-168.
- Aryani, F.D.N. 2017. Kualitas Air Tanah di Sekitar Lokasi Tempat Pembuangan Akhir untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus: TPA Banyuroto Dan TPA Piyungan). *Geo Educasia*, 2(8): 1047-1057.
- Bronto, S., Hadisantono, R.D. & Lockwood. J.P. 1982. *Geological Map of Gamalama Volcano, Ternate, North Maluku, Scale 1: 25,000*. Bandung.
- Conoras, W.A.K., Rasai, J., Saing, Z., Deni, S., Jolo, A. & Salahu, H. 2024. *Masa Depan Air Tanah Pulau Ternate*. Yogyakarta: Deepublish.
- Daud, K., Pramoedyo, H., Afandhi, A. & Tama, I.P. 2022. Hydrogeochemical Character and Groundwater Potential in Ternate Basin, North Maluku, Indonesia. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 57(3): 492-503.
- Faisal, W., Sulistyono, A., Brotopuspito, K.S. & Legowo, B. 2002. *Determination of Groundwater Flows Pattern in Surakarta Region Using the Activity Ratio of Tritium*. Makalah ini disajikan dalam Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN. Yogyakarta.
- Febriana, R. K. N., Minarto, E. & Tryono, F. Y. 2017. Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) dengan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger di Wilayah Cepu, Bora Jawa Tengah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, (2): B29-33.
- Kaunang, J.J., Momongan, A.J & Budiharso, A.S. 2024. Studi Geologi dengan Kajian Kondisi Hidrogeologi di Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. *Journal Geological Processes, Risk and Integrated Spatial Modeling*, 02(01): 1-7.
- Kusrini. 2018. Sebaran Air Tanah Dangkal di Permukaan Sekitar Pantai Kecamatan Ternate Utara Kota Ternate Kusrini. *GeoCivic* 1(2): 101-108.
- Makbul, R., Zulharnah, H. R., Tanje, H. W., Djufri, H., Bungin, E. R., Faisal, Z., ... & Mutiara, I. 2023. *Pengembangan Sumber Daya Air*. Pertama. Makassar: CV. Tohar Media.
- Paembonan, A. Y., Febriansanu, D.R., Sinaga, R.E., Putra, F.D. & Rahmanda, V. 2020. Investigasi Air Tanah Pada Endapan Piroklastik Dengan Menggunakan Metode Electrical Resistivity Imaging (ERI). *Gravitas*, 19(1): 1-5.
- Parnadi, W.W. & Salam, R. 2022. Identifikasi Akuifer Air Tanah di Kaki Gunung Api Gamalama Pulau Ternate Menggunakan Data Geolistrik Tahanan Jenis 2-Dimensi. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 9(2): 65-78.
- Pramono, G.H. 2008. Akurasi Metode IDW Dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi*, 22(1): 145-158.
- Prastyo, B., Setiawan, B. & Indrabaskara R. H.D.H. Pengaruh Kedalaman Drainase Vertikal Satu Arah Menggunakan Kolom Pasir Terhadap Kecepatan Penurunan dan Perubahan Kadar Air Tanah Lunak. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 79-84.
- Saing, Z., Conoras, W.A.K. & Rasai, J. 2024. Hydrogeological Potential 3D Model Analysis in

- Groundwater Basins in Volcanic Areas of North Maluku. *Civil Engineering and Architecture* 12(2): 873-891.
- Salam, R. 2018. Tipologi Akuifer pada Bentuklahan Marin dan Bentuklahan Gunungapi di Pulau Ternate. UGM.
- Salam, R., Rahim, A., Muin, M.R. & Rahman, N.A 2024. Limitation on the Number of Groundwater Well Pumps in the Coastal Area of Ternate Island. *Techno: Jurnal Penelitian* 13(1): 10-18.
- Shao, T., Wang, R., Xu, Z., Wei, P., Zhao, J., Niu, J. & Song, D. 2020. Permeability and Groundwater Enrichment Characteristics of the Loess-Paleosol Sequence in the Southern Chinese Loess Plateau. *Water (Switzerland)*, 12(870): 1-16.
- Suhardi. 2020. Identifikasi Karakteristik Akuifer Dan Potensi Air Tanah Untuk Irigasi Pada Sub DAS Data Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan. *Jurnal Agritechno*, 13(1): 42-50.