

Identifikasi dan Zonasi Salinitas Air Tanah Menggunakan Data Geokimia Air Tanah Pada Akuifer Tidak Tertekan di Wilayah Utara Cekungan Air Tanah Jakarta

Identification and Zonation Of Groundwater Salinity Using Groundwater Chemical Data in Unconfined Aquifer in The North Area Of The Jakarta Groundwater Basin

Muhammad Fachry Anindyo¹, Tantowi Eko Prayogi², Mochammad Prahastomi¹, dan Faizal Abdillah²

¹Program Studi Geologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
Kampus UI, Depok 16424, Jawa Barat, Indonesia

²Balai Konservasi Air Tanah, PATGTL-Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Jl. Tongkol No 4, Ancol, 14430, Jakarta Utara, Indonesia

e-mail: fachry1708@gmail.com

Naskah diterima 15 Februari 2022, selesai direvisi 1 Agustus 2023, dan disetujui 10 Agustus 2023

ABSTRAK

Kepadatan penduduk dan dinamika perkembangan DKI Jakarta yang begitu masif ini menyebabkan timbulnya berbagai macam permasalahan lingkungan, salah satu yang menjadi isu strategis pencemaran di wilayah pesisir pantai seperti DKI Jakarta adalah degradasi air tanah akibat pengaruh intrusi air asin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran intrusi air asin yang terjadi pada akuifer tidak tertekan di wilayah utara Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta. Penelitian ini dilakukan pada akuifer tidak tertekan di Cekungan Air Tanah Jakarta bagian utara. Metode yang digunakan penelitian ini yaitu analisis terhadap hasil data geokimia air tanah dan data *collar* serta elevasi muka air tanah yang menghasilkan kontur muka air tanah dan pola alirannya, fasies kimia air tanah, dan tingkat keasinan air tanah. Data yang digunakan untuk pengolahan yaitu 56 data yang merupakan hasil dari pemantauan yang dilakukan oleh Balai Konservasi Air Tanah Jakarta (BKAT) tahun 2021 pada sumur pengamatan yang terdiri dari sumur gali dan sumur bor dangkal dengan kedalaman < 40 meter. Hasil analisis menunjukkan setidaknya terdapat 35 data sumur berupa fasies *Sodium Chloride* (NaCl) dan sejenisnya (fasies yang mengandung *sodium* dan *chloride*). Analisis kontur muka air tanah menunjukkan adanya anomali di beberapa tempat dengan ditandai kemunculan konus (*conus drawdown*) yang menunjukkan terdapat penurunan muka air tanah cukup signifikan pada wilayah penelitian. Zonasi tingkat keasinan air tanah menunjukkan terdapat 14 titik sumur yang masuk kedalam klasifikasi tawar-payau. Hasil analisis zonasi tingkat keasinan air tanah memiliki hasil yang berbanding lurus terhadap hasil analisis fasies kimia air tanahnya yang didominasi fasies *sodium chloride*.

Kata kunci: cekungan air tanah Jakarta, fasies kimia air tanah, kontur muka air tanah, konus, salinitas

ABSTRACT

The population density and the dynamics of the massive development of DKI Jakarta have caused various kinds of environmental problems, one of which is a strategic issue of pollution in coastal areas such as DKI Jakarta is groundwater degradation due to the influence of saltwater intrusion. The purpose of this study was to determine the distribution of saltwater intrusion that occurred in unconfined aquifers in the northern area of the Jakarta Groundwater Basin. This research was conducted on an unconfined aquifer in the northern Jakarta Groundwater Basin. The method that used in this study is an analysis from the results of several data processing, including the contours of the groundwater table and its flow pattern, the chemical facies of the groundwater, and the level of salinity of the groundwater. The data used for processing are 56 data which are the result of monitoring carried out by Balai Konservasi Air Tanah (BKAT) in 2021 on observation wells consisting of dug wells and shallow bore wells with a depth of < 40 meters. The results of the analysis show that there are at least 35 data wells in the form of Sodium Chloride (NaCl) and similar facies (facies containing sodium and chloride). The analysis of the contour of the groundwater table shows that there are anomalies in several places marked by the appearance of cones (drawdown)

which indicates that there is a significant decrease in the groundwater level in the study area. The zoning of the level of groundwater salinity shows that 14 well points are classified as brackish-fresh. The results of the zoning analysis of the salinity level of groundwater have results that are directly proportional to the results of the chemical facies analysis of groundwater, which is dominated by the sodium chloride facies.

Keywords: *contour of groundwater table, chemistry facies of groundwater, drawdown, jakarta groundwater basin, salinity*

PENDAHULUAN

DKI Jakarta dan sekitarnya merupakan wilayah yang sangat pesat perkembangannya, baik dari sektor penduduk, pembangunan infrastruktur dan sektor lainnya. Data mencatat jumlah penduduk DKI Jakarta pada tahun 2020 sebesar 10.562.088 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2020) sehingga DKI Jakarta menjadi salah satu provinsi yang terpadat jika dibandingkan dengan luas daerah provinsi tersebut. Kepadatan penduduk dan dinamika perkembangan DKI Jakarta yang begitu masif ini menyebabkan timbulnya berbagai macam permasalahan lingkungan seperti pencemaran air, penurunan tanah, banjir, dan pemenuhan kebutuhan air bersih. Salah satu yang menjadi isu strategis pencemaran di wilayah pesisir pantai seperti DKI Jakarta adalah degradasi air tanah akibat pengaruh intrusi air asin. Pada (Prasetya drr, 2021) dalam penelitiannya mengenai Pencemaran Air Tanah di DKI Jakarta menunjukkan keberagaman nilai indeks pencemaran yang terdiri dari kondisi baik hingga tercemar berat pada wilayah Jakarta Utara dengan sebesar 14,61 IPj.

Intrusi air asin merupakan suatu pergerakan air asin memasuki akuifer air tawar dan mengkontaminasi air tawar dengan garam (Johnson, 2007). Intrusi ini dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti adanya pengaruh air laut yang masuk ke dalam akuifer, pencemaran karena aktivitas manusia, faktor batuan, dan lainnya (Setiawan drr, 2017). Faktor lainnya yang cukup berpengaruh yaitu karena aktivitas pengambilan air tanah yang cukup masif (Wijaya drr, 2019).

Ketika terjadi intrusi air asin, maka kandungan garam dalam air tanah dapat mempengaruhi banyak hal ketika dimanfaatkan oleh masyarakat baik untuk keperluan air bersih maupun untuk pemenuhan kebutuhan air minum. Untuk itu,

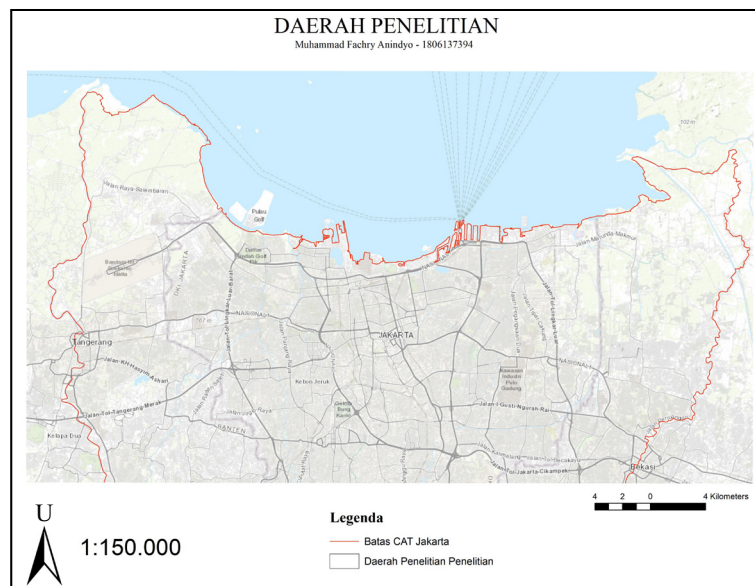
tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran intrusi air asin yang terjadi pada akuifer tidak tertekan di wilayah utara Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta dengan data yang terbaru. Penelitian ini penting dikarenakan kadar salinitas pada air mempengaruhi layaknya kualitas suatu air tanah untuk dipakai oleh masyarakat (Prayogi drr, 2018). Untuk itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi masyarakat untuk menggunakan air tanah secara bijak dan berhati-hati.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada akuifer tidak tertekan di Cekungan Air Tanah Jakarta bagian utara yang terdiri dari beberapa wilayah administratif yaitu DKI Jakarta, Kota Tangerang, Kabupaten Tangerang, Kota Bekasi dan Kabupaten Bekasi (Gambar 1). Data yang digunakan yaitu sebanyak 56 data yang merupakan hasil dari pemantauan yang dilakukan oleh Balai Konservasi Air Tanah Jakarta (BKAT) tahun 2021 pada sumur pengamatan yang terdiri dari sumur gali dan sumur bor dangkal dengan kedalaman < 40 meter. Pada penelitian ini, data yang dipakai antara lain; elevasi muka air tanah akuifer tidak tertekan di atas permukaan laut (mdpl), total padatan terlarut, daya hantar listrik, dan ion mayor air tanah (geokimia) seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} .

Analisis pada penelitian ini antara lain yaitu kontur muka air tanah dan pola alirannya, fasies kimia air tanah, dan tingkat keasinan air tanah. Hasil analisis berupa peta zonasi salinitas air tanah pada akuifer tidak tertekan cekungan air tanah Jakarta bagian utara.

Analisis kontur muka air tanah diperlukan untuk mengetahui elevasi muka air tanah pada akuifer



Gambar 1. Daerah Penelitian Identifikasi dan Zonasi Intrusi Air Asin Cekungan Air Tanah Jakarta Akuifer Tidak Tertekan. Garis merah merupakan batas CAT Jakarta yang merupakan daerah penelitian di wilayah ini.

tidak tertekan. Analisis tersebut berkaitan dengan pola aliran air tanah nantinya. Aliran air tanah ini dapat menunjukkan kesamaan ataupun perbedaan karakteristik air tanah di tiap titiknya (Todd dan Mays, 2005). Fasies kimia air tanah dianalisis untuk mengetahui hubungan air terhadap unsur kimia (Piper, 1944). Unsur kimia pada air dapat terlihat dominasinya dan analisis ini menggunakan diagram piper (Piper, 1944). Analisis tingkat keasinan air tanah dilakukan berdasarkan klasifikasi Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin (PAHIAA) yaitu total padatan terlarut, daya hantar listrik, dan kadar ion klorida dalam air (PAHIAA-Jakarta, 1986). Total padatan terlarut merupakan zat padatan yang terlarut dalam air berupa ion, senyawa, ataupun koloid yang biasanya berasal dari material anorganik seperti batuan dan/atau mineral (Nicola, 2015). Daya Hantar Listrik merupakan suatu pengukuran

untuk mengetahui seberapa baik suatu bahan dalam mengakomodasi transport arus listrik, dalam hal ini utamanya adalah pada air yang koefisiennya dipengaruhi oleh temperatur dan kadar partikel padatan pada air tersebut (Situmorang dan Lestari, 2016). Pada klasifikasi ini, jenis air dibagi menjadi lima, yaitu; air tawar, air tawar-payau, air payau, air asin, dan air *briny* (*connate*) dengan parameter nilai seperti pada Tabel 1 (PAHIAA-Jakarta, 1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fasies kimia air tanah di analisis dengan menggunakan diagram piper berdasarkan kandungan ion mayor dalam air tanah (Yuwandari drr, 2020). Dari 56 data sumur yang diamati, hasil analisis fasies kimia air tanah ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

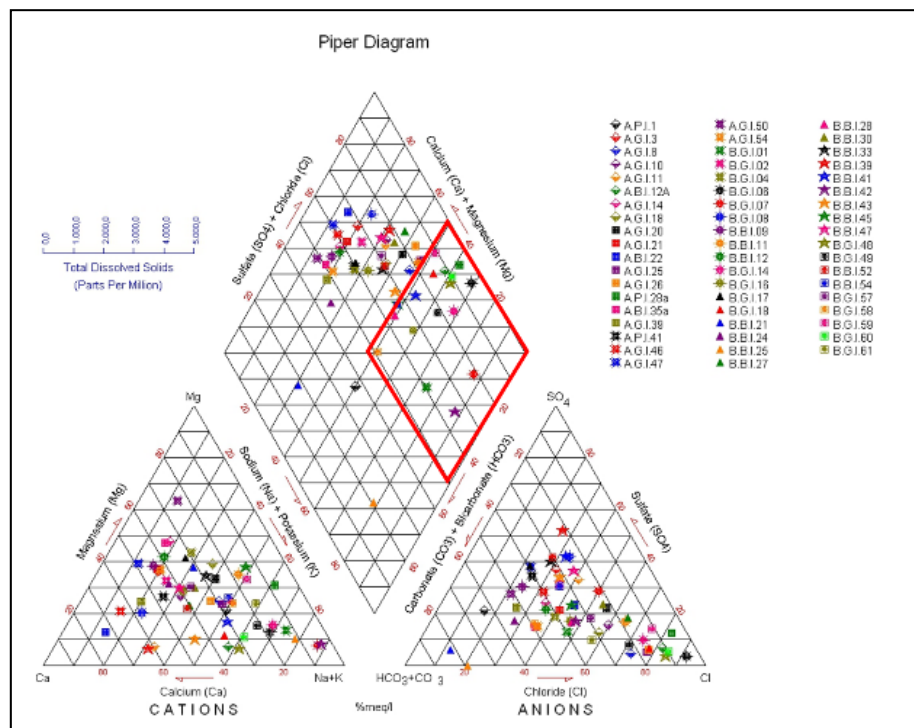
Gambar 1. Daerah Penelitian Identifikasi dan Zonasi Intrusi Air Asin Cekungan Air Tanah Jakarta Akuifer Tidak Tertekan. Garis merah merupakan batas CAT Jakarta yang merupakan daerah penelitian di wilayah ini.

No	Jenis Air	Total Padatan Terlarut (mg/L)	Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kadar Cl ⁻ (mg/L)
1	Air Tawar	< 1.000	> 1.500	< 500
2	Air Tawar-Payau	1.000 – 3.000	1.500 – 5.000	200 – 2.000
3	Air Payau	> 3.000 – 10.000	> 5.000 – 15.000	> 2000 – 5000
4	Air Asin	> 10.000 – 35.000	> 15.000 – 50.000	> 5000 – 19.000
5	<i>Briny</i>	> 35.000	> 50.000	> 19.000

Identifikasi dan Zonasi Salinitas Air Tanah Menggunakan Data Geokimia Air Tanah Pada Akuifer Tidak Tertekan di Wilayah Utara Cekungan Air Tanah Jakarta

Tabel 2. Fasies Kimia Air Tanah di Tiap Sampel Sumur. Terdapat 56 data sumur dengan hasil fasies kimia air tanah yang beragam.

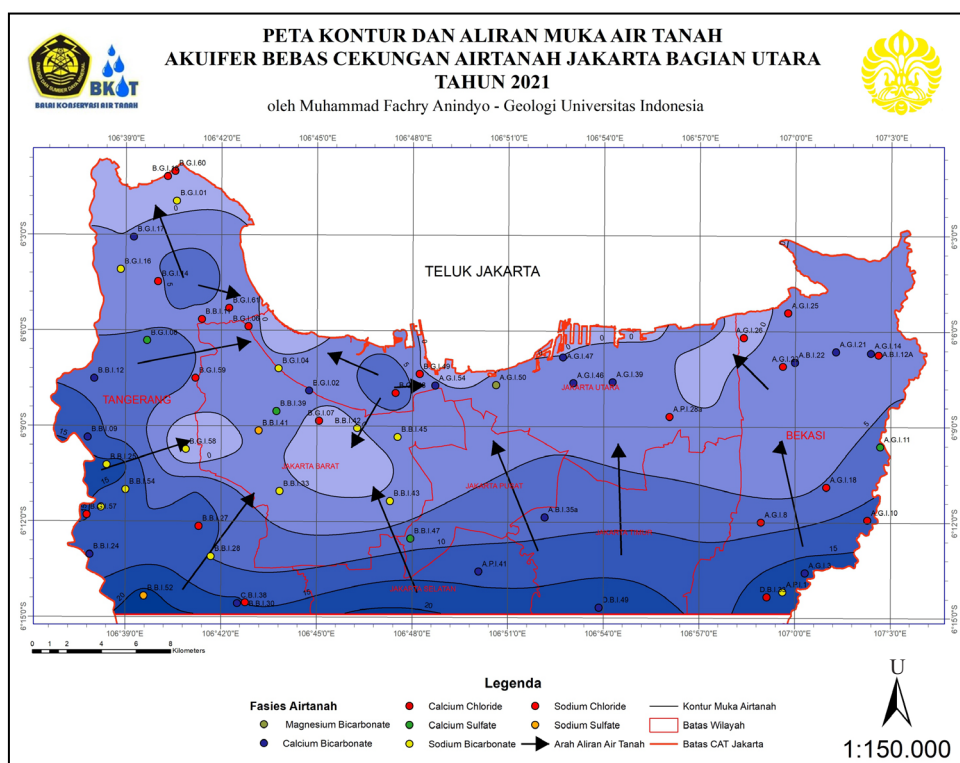
Kode Lokasi	Fasies Kimia Air Tanah	Kode Lokasi	Fasies Kimia Air Tanah
A.P.I.1	Sodium Bicarbonate	B.B.I.11	Sodium Chloride
A.G.I.3	Calcium Bicarbonate	B.B.I.12	Calcium Bicarbonate
A.G.I.8	Sodium Chloride	B.G.I.14	Sodium Chloride
A.G.I.10	Calcium Chloride	B.G.I.16	Sodium Bicarbonate
A.G.I.11	Calcium Sulphate	B.G.I.17	Calcium Bicarbonate
A.B.I.12A	Sodium Chloride	B.G.I.18	Sodium Chloride
A.G.I.14	Calcium Bicarbonate	B.B.I.21	Sodium Bicarbonate
A.G.I.18	Sodium Chloride	B.B.I.24	Calcium Bicarbonate
A.G.I.20	Sodium Chloride	B.B.I.25	Sodium Bicarbonate
A.G.I.21	Calcium Bicarbonate	B.B.I.27	Sodium Chloride
A.B.I.22	Calcium Bicarbonate	B.B.I.28	Sodium Bicarbonate
A.G.I.25	Sodium Chloride	B.B.I.30	Sodium Chloride
A.G.I.26	Sodium Chloride	B.B.I.33	Sodium Bicarbonate
A.P.I.28a	Sodium Chloride	B.B.I.39	Calcium Sulphate
A.B.I.35a	Calcium Bicarbonate	B.B.I.41	Sodium Sulphate
A.G.I.39	Calcium Bicarbonate	B.B.I.42	Sodium Bicarbonate
A.P.I.41	Calcium Bicarbonate	B.B.I.43	Sodium Bicarbonate
A.G.I.46	Calcium Bicarbonate	B.B.I.45	Sodium Bicarbonate
A.G.I.47	Calcium Bicarbonate	B.B.I.47	Calcium Sulphate
A.G.I.50	Magnesium Bicarbonate	B.G.I.48	Sodium Chloride
A.G.I.54	Calcium Bicarbonate	B.G.I.49	Sodium Chloride
B.G.I.01	Sodium Bicarbonate	B.B.I.52	Sodium Sulphate
B.G.I.02	Calcium Bicarbonate	B.B.I.54	Sodium Bicarbonate
B.G.I.04	Sodium Bicarbonate	B.G.I.57	Sodium Chloride
B.G.I.06	Sodium Chloride	B.G.I.58	Sodium Bicarbonate
B.G.I.07	Sodium Chloride	B.G.I.59	Sodium Chloride
B.G.I.08	Calcium Sulphate	B.G.I.60	Sodium Chloride
B.B.I.09	Calcium Bicarbonate	B.G.I.61	Sodium Chloride



Gambar 2. Diagram Piper Hasil Analisis Fasies Kimia Air Tanah. Wilayah yang ditandai dengan kotak merupakan kelompok yang tergolong ke dalam fasies *sodium chloride*.

Terdapat beberapa unsur dan ion dari air tanah yang menjadi parameter dari penentuan kimia air tanah. Unsur atau ion tersebut antara lain seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} dan dikenal sebagai ion mayor air tanah (Piper, 1944). Senyawa yang secara dominan terkandung dalam air tersebut merupakan fasies kimia dari air tanah dan menentukan jenis dari air tersebut (Piper, 1944). Dari hasil analisis menunjukkan setidaknya terdapat 35 dari 56 data sumur penelitian (62,5%) berupa fasies *Sodium Chloride* (NaCl) dan sejenisnya (fasies yang mengandung *sodium* dan *chloride*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2 yang ditandai. Hal ini menjadi indikasi awal dari terdapatnya keberadaan intrusi air asin pada wilayah penelitian. Dari 35 data sumur yang berasosiasi dengan fasies *sodium* dan *chloride*, terdapat 20 lokasi (57%) mengandung *Sodium Chloride* (NaCl), 12 lokasi (34%) mengandung *Sodium Bicarbonate* (NaCO_3), 2 lokasi (6%) mengandung *Sodium Sulfate* (Na_2SO_4), dan 1 lokasi (3%) mengandung *Calcium Chloride* (CaCl).

Peta kontur muka air tanah diolah dari hasil pengukuran ketinggian muka air tanah langsung di lapangan berdasarkan 56 sumur pengamatan, setelah itu dapat dilakukan analisis pola aliran air tanah seperti pada Gambar 3. Hasil menunjukkan bahwa secara umum aliran air tanah relatif normal mengalir dari selatan ke utara, namun terlihat adanya anomali di beberapa tempat dengan ditandai kemunculan konus (*conus drawdown*) yang menunjukkan terdapat penurunan muka air tanah cukup signifikan pada wilayah tersebut. Tercatat konus muncul wilayah Jakarta Barat sumur kode BGI07 dan pada perbatasan Tangerang – Jakarta Barat sumur kode BGI58. Konus tersebut dapat menjadi indikasi bahwa terdapat pengambilan air tanah secara masif sehingga menyebabkan pada daerah tersebut memiliki tinggi muka air tanah yang lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya. Hal ini juga bisa menjadi pemicu untuk terjadinya intrusi air asin, terutama air laut dikarenakan pengambilan air tanah yang secara berlebihan



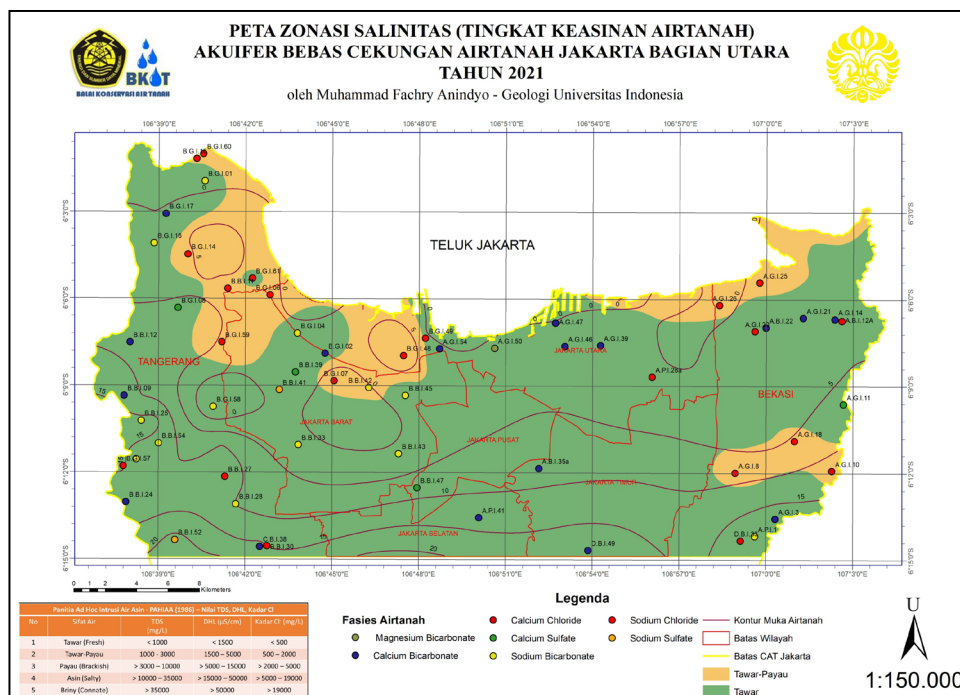
Gambar 3. Peta Pola Kontur dan Aliran Air Tanah Pada Akuifer Tidak Tertekan Cekungan Air Tanah Jakarta Bagian Utara (Anindyo, 2022).

membuat zona difusi (*interface*) yang merupakan wilayah batas antara air tawar dan air laut terdorong jauh ke akuifer (Johnson, 2007). Aliran air tanah di analisis dengan melihat elevasi muka air tanah dan dihasilkan aliran air tanah seperti pada Gambar 3. Terlihat bahwa ternyata pada satu aliran air tanah dapat menyebabkan kesamaan pada tipe fasies kimia air tanahnya. Gambar 3 menunjukkan kesamaan fasies dari sumur kode DBI49 yang berada di Jakarta Timur hingga sumur kode AGI47 yang berada di Jakarta Utara, dengan fasies kimia air tanah berupa *Calcium Bicarbonate*. Pada wilayah Bekasi, juga terdapat kesamaan fasies kimia air tanah dari sumur kode AGI18 hingga sumur kode AGI25 berupa *Sodium Chloride*. Pada daerah lainnya, juga terlihat adanya perubahan fasies kimia air tanah pada satu aliran air tanah yang sama, di mana perubahannya ke arah utara cenderung menjadi fasies *sodium chloride*. Adanya kesamaan fasies air tanah pada satu aliran air tanah mengindikasikan bahwa fasies air tanah yang berada pada bagian hilir bersumber dari bagian hulu. Adapun perbedaan fasies pada satu aliran air tanah mengindikasikan adanya perubahan fasies

air tanah antara di bagian hulu dan hilirnya. Pada wilayah Bekasi, fasies *Sodium Chloride* sudah teridentifikasi di bagian hulu air tanah. Dapat teridentifikasi bahwa pada bagian hilir dari aliran air tanah di wilayah Bekasi ini disebabkan oleh kondisi air tanah yang berada di bagian hulu dari aliran air tanah.

Dari hasil analisis fasies kimia air tanah dan pola aliran air tanah menunjukkan terdapatnya adanya indikasi intrusi air asin di wilayah penelitian ini. Konfirmasi lebih lanjut dilakukan identifikasi salinitas air tanah menggunakan data fisika-kimia air tanah berdasarkan klasifikasi seperti pada Tabel 1.

Pada Gambar 4 merupakan hasil dari identifikasi zonasi intrusi air asin pada cekungan air tanah tidak tertekan Jakarta bagian utara. Dari hasil analisis terdapat 14 titik sumur yang masuk kedalam klasifikasi tawar-payau. Beberapa diantaranya muncul pada wilayah sekitaran Jakarta Utara, Jakarta Barat, Tangerang dan Kabupaten Bekasi bagian utara. Besaran nilai dari total padatan terlarut (TDS), daya hantar listrik (DHL), serta kadar ion klorida sesuai pada



Tabel 3. Nilai Fisika-Kimia Air Tanah, Serta Hasil Analisis Tingkat Keasinan Air Tanah dan Fasies Kimia Air Tanah Pada Titik Sumur yang Teridentifikasi Mengalami Intrusi Air Asin

Kode	Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S/cm}$)	Total Padatan Terlarut (mg/L)	Kadar Klorida (mg/L)	Tingkat Keasinan Air tanah (PAHIAA, 1986)	Fasies Kimia Air tanah
AGI8	2330	1553	421	Tawar-Payau	Calcium Chloride
AGI10	1773	1182	262,1	Tawar-Payau	Calcium Chloride
AGI18	2360	1573	324,4	Tawar-Payau	Sodium Chloride
AGI25	2380	1587	507,9	Tawar-Payau	Sodium Chloride
AGI26	1607	1071	330,4	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BBI42	1944	1296	181,3	Tawar-Payau	Sodium Bicarbonate
BGI06	4820	3213	1409,8	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI07	1661	1107	198,4	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BBI11	1764	1176	287,2	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI14	2690	1793	551,7	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI18	2110	1407	455,7	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI48	2880	1920	703,2	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI59	3240	2160	593,8	Tawar-Payau	Sodium Chloride
BGI60	2790	1860	635,7	Tawar-Payau	Sodium Chloride

Tabel 3 yang juga disandingkan dengan analisis fasies air tanahnya. Terlihat bahwa hasil analisis menggunakan klasifikasi Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin Jakarta (PAHIAA-Jakarta) (1986) memiliki hasil yang berbanding lurus terhadap hasil analisis fasies kimia air tanahnya yang dominasi fasies *sodium chloride* yaitu sebanyak 20 dari 56 lokasi, atau sebesar 35%.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis data geokimia air tanah salinitas atau tingkat keasinan air tanah pada akuifer tidak tertekan di wilayah utara Cekungan Air Tanah Jakarta terbagi menjadi 2 (dua) kategori yaitu tawar dan tawar-payau. Secara umum lokasi sumur pengamatan yang tergolong ke dalam kategori tawar-payau berada pada sekitaran Jakarta Utara, Jakarta Barat, Tangerang dan bagian utara Kabupaten Bekasi, di mana fasies kimia air tanah cenderung tergolong ke dalam fasies *sodium chloride* sebesar 35%. Keberadaan konus (*conus drawdown*) menjadi indikasi adanya pengambilan air tanah yang cukup massif dan menjadi salah satu faktor yang dapat memicu terjadinya intrusi air asin pada akuifer di wilayah penelitian. Untuk mengetahui penyebab dan asal intrusi air asin perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dikarenakan sumber dan penyebab yang cukup kompleks,

beberapa diantaranya dapat menggunakan analisis isotop air tanah, analisis litologi, dan analisis lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Konservasi Air Tanah Jakarta yang telah menyediakan data untuk melakukan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak dari Balai Konservasi Air Tanah dan Universitas Indonesia yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2020). Jumlah Penduduk Provinsi DKI Jakarta Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin 2018-2020. <https://jakarta.bps.go.id/indicator/12/111/1/jumlah-penduduk-provinsi-dki-jakarta-menurut-kelompok-umur-dan-jenis-kelamin.html>
- Johnson, Ted (2007). *Battling Seawater Intrusion in the Central dan West Coast Basins*. Technical Bulletin Water Replenishment District of Southern California
- Nicola, F. (2015). Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid), dan TSS (Total Suspended Solid) dengan Kadar Fe^{2+}

- dan Fe Total Pada Air Sumur Gali. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, Jawa Timur. Hal.7
- Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin Jakarta (PA-HIAA-Jakarta). (1986). Klasifikasi Keasinan Perairan: Jakarta
- Piper, Arthur. (1944). A Graphic Procedure in the geochemical Interpretation of Water Analyses. DOI: 10.1029/TR025i006p00914
- Prasetya, Santikayasa, dan Azizi. (2021). Analisis Indeks Pencemaran Air Tanah di DKI Jakarta dengan Interpolasi Spasial. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. 6(03), 177-186.
- Prayogi, T., Abdillah, F., Nasution, E.M., Nababan, J.R., Memed, M., Daryanto, A. (2016). Penilaian Kualitas Air Tanah pada Akuifer Tidak Tertekan untuk Keperluan Air Minum di Wilayah Utara Cekungan Air Tanah Jakarta. Paper. Jakarta: Balai Konservasi Air Tanah
- Setiawan, T., E. Yermia, B. J. Purnomo, dan H. Tirtomihardjo. (2017). Intrusi air laut pada sistem akuifer tertekan cekungan air tanah Jakarta berdasarkan analisis hidrokimia dan hidroisotop. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, Vol. 27 (1): 1-14. DOI: 10.14203/risetgeotam2017.v27.430
- Situmorang dan Lestari. (2016). Analisis Pengukuran Daya Hantar Listrik dan Komponen-Komponen Air Sumur Gali Dengan Konduktivimeter Di Desa Sialang Buah Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai. Jurnal Einstein. 4(3). 15-21. DOI: <https://doi.org/10.24114/einstein.v4i3.6209>
- Todd, D.K. dan Mays. (2005). *Groundwater Hydrology Third Edition*. USA: John Wiley dan Sons
- Wijaya, Kuntoro, dan Gondodinoto. (2019). Pemodelan Intrusi Air Asin Pada Akuifer Pantai (Studi Kasus: DKI Jakarta). Jurnal Teknik Hidraulik. 10(1). 15-28
- Yuwandari, Iskandarsyah, Barkah, Setiawan, dan Nababan. (2020). Zonasi Intrusi Air Laut Pada Sistem Akuifer Tertekan Atas Cekungan Air Tanah Jakarta. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi. 11(2), 97-113.