

Analisis Pengaruh Sebaran Litologi terhadap Hidrogeokimia pada Akuifer Bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta

Analysis of the Influence of Lithology Distribution on Hydrogeochemistry in Unconfined Aquifer of Jakarta Groundwater Basin

Fandika Virgiawan Hartanto¹, Thomas Triadi Putranto¹, dan Taat Setiawan²

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. H. Soedarto, S.H., Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
²Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian ESDM
Jalan Tongkol No.4, Ancol, Kec. Pademangan, Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14430, Indonesia

e-mail: putranto@ft.undip.ac.id

Naskah diterima 28 Agustus 2023, selesai direvisi 28 Agustus 2023, dan disetujui 28 Agustus 2023

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta yang terletak di provinsi DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten. Air tanah bebas merupakan air tanah yang paling mudah dipengaruhi oleh proses-proses kimia baik berupa evaporasi, air hujan, pengaruh dari air laut, litologi, ataupun pengaruh antropogenik. Permasalahan yang sering terjadi adalah berupa ketidaktahuan mengenai perubahan fasies tersebut, terutama litologi. Geologi yang terdapat pada Cekungan Air tanah (CAT) Jakarta ini cukup banyak berupa Tuff Banten (QTvb), Kipas Alluvial (Qav), Endapan Pematang Pantai (Qbr), dan Endapan Alluvial (Qav) yang mampu mempengaruhi perubahan fasies air tanah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan fasies dan pengkelasan air tanah serta kondisi kimiawi air tanah pada CAT Jakarta terhadap pengaruh kondisi litologi. Metode yang digunakan dalam penentuan klasifikasi fasies air tanah ini adalah data kimia air tanah sejumlah 66 sampel pada akuifer bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta dan kemudian dilakukan analisis sifat fisik dan kimia air. Pada sifat kimia, sampel air memiliki pH yang berkisar antara 5,8 hingga 9,5, nilai DHL berkisar antara 53-5.020 µS/cm, dan nilai TDS berkisar antara 56-3.363 mg/L. Berdasarkan hasil analisis fasies air tanah yang terklasifikasi pada diagram piper berupa fasies CaHCO₃, NaHCO₃, MgHCO₃, dan NaCl. Perubahan fasies air tanah dipengaruhi oleh adanya proses interaksi pertukaran anion dan kation dengan litologi dan pencampuran ataupun pencucian air tanah oleh air hujan pada Cekungan Air Tanah Jakarta dimana hal tersebut menggambarkan proses kimia air tanah yang terbentuk cenderung ke arah evaporasi dan transportasi yang disebabkan oleh proses *rock dominance*.

Kata kunci: Air Tanah, Akuifer Bebas, Hidrogeokimia, Litologi

ABSTRACT

This research was conducted in the Jakarta Groundwater Basin (CAT) which is located in the Jakarta Special Capital Region, West Java and Banten. Unconfined aquifer is groundwater that is most easily influenced by chemical processes in the form of evaporation, rainwater, the influence of seawater, lithology, or anthropogenic influences. The problem that often occurs is in the form of ignorance regarding the facies changes, especially lithology. The Jakarta Groundwater Basin is composed of a variety of rock formations, in the form of the Banten Tuff Formation (QTvb), Alluvial Fan (Qav), Beach Ridge Deposits (Qbr), and Alluvial Deposits (Qav) which are capable of influencing changes in the groundwater facies. The purpose of this study was to determine facies changes, groundwater classification and chemical conditions of groundwater basin in the Jakarta on the influence of lithological conditions. The method used in determining the classification of groundwater facies is groundwater chemical data for a total of 66 samples in the Jakarta Groundwater Basin, unconfined aquifer and then an analysis of the physical and chemical properties of the water is carried out. In terms of chemical properties, water samples have a pH ranging from 5,8 to 9,5. DHL values

ranged from 53-5.020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and TDS values ranged from 56-3.363 mg/L. Based on the results of the analysis of groundwater facies that are classified on the piper diagram in the form of CaHCO_3 , NaHCO_3 , MgHCO_3 , and NaCl facies. Changes in groundwater facies are influenced by the interaction processes of anion and cation exchange with lithology, as well as mixing or washing of groundwater by rainwater in the Jakarta Groundwater Basin which illustrates the chemical processes of groundwater that are formed tend towards evaporation and transportation caused by processes rock dominance.

Keywords: Groundwater, Hydrogeochemistry, Lithology, Unconfined Aquifer

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan utama untuk mendukung keberjalanan proses kehidupan bagi seluruh makhluk hidup. Air tawar umumnya bersumber dari air permukaan dan air tanah. Sekitar 97% manifestasi air tawar di bumi berupa air tanah (Hasan dr., 2018), terutama di daerah perkotaan besar seperti pada wilayah CAT Jakarta. Cekungan Air Tanah merupakan daerah yang memiliki air tanah yang terdapat dalam akuifer dan air tanah yang terbentuk berupa air tanah bebas. Letak air tanah sendiri terbagi menjadi dua tipe yaitu air tanah bebas (*Unconfined Aquifer*) dan air tanah tertekan (*Confined Aquifer*). CAT Jakarta umumnya terdiri atas beberapa formasi dan litologi yang dapat menyebabkan kondisi kimiawi air tanah yang beraneka ragam. Kondisi yang beraneka ragam tersebut menyebabkan proses perubahan komposisi hidrogeokimia yang berbeda pada air tanah dimana terjadinya interaksi ketika air tanah mengalir bersama litologi yang dilalui. Komposisi kimiawi air tanah merupakan hasil interaksi jangka panjang antara air tanah dengan lingkungan sekitarnya (Liu dr., 2019). Sistem air tanah itu sendiri bersifat bergerak dan mudah terpengaruh dengan aliran air meteorik, dan juga antropogenik terutama dalam penggunaan zat kimia baik itu industri ataupun yang lain serta kondisi musim yang berubah akan mempengaruhi zona akuifer.

Cekungan air tanah ini sudah banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari, terutama air tanah bebas. Seiring peningkatan pembangunan di kawasan CAT Jakarta menjadikan peningkatan penduduk secara terus menerus mengalami pertumbuhan dengan memanfaatkan air tanah, kebutuhan domestik dunia dapat terpenuhi

hingga 50% (Sunarto dr., 2017). Peningkatan penduduk setiap tahunnya dapat menimbulkan permasalahan, terutama pada sumber daya air tanah. Air tanah pada akuifer bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta pada umumnya memiliki kualitas yang buruk (Matahelumual, 2010). Perubahan iklim akan menyebabkan kenaikan muka air laut yang kemudian menyebabkan terjadinya pengurangan daratan dan luas akuifer yang menampung air tanah (Darwis, 2018).

Studi ini dilakukan dengan analisis geokimia air tanah pada akuifer bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta lalu dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik kimiawi air tanah pada suatu cekungan air tanah dengan menggunakan analisis kimia air, data parameter fisik air tanah sebagai data pendukung untuk mendapatkan gambaran mengenai unsur kimiawi air tanah tersebut. Metode yang dilakukan untuk menganalisis kimia air tersebut adalah analisis hidrogeokimia, menggunakan diagram piper dan diagram stiff.

Berdasarkan permasalahan yang ditimbulkan mengenai air tanah tersebut maka perlu dilakukan analisis mengenai hidrogeokimia air tanah pada CAT Jakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan keterdapat fasies air tanah terhadap keadaan batuan yang terlewati serta mengetahui kualitas air tanah dan sebarannya pada kawasan CAT Jakarta guna dapat dimaksimalkan oleh pemerintah untuk penggunaan air tanah agar sesuai dengan apa yang ada pada CAT Jakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua data, berupa data primer dan data sekunder.

Data primer yang digunakan berupa data pengukuran yang dilakukan oleh instansi terkait berupa log pemboran, data hidrogeokimia air tanah, dan data muka air tanah akuifer bebas. Data sekunder yang digunakan berupa hasil penelitian sebelumnya, peta geologi regional, dan peta hidrogeologi regional.

Penelitian ini melalui tahap pendahuluan berupa studi literature dan kajian pusaka mengenai hidrogeokimia akuifer bebas cekungan air tanah Jakarta. Kemudian melakukan tahap pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dan dilakukan analisis dan interpretasi untuk memperoleh hasil akhir berupa peta zona fasies air tanah akuifer bebas cekungan air tanah Jakarta.

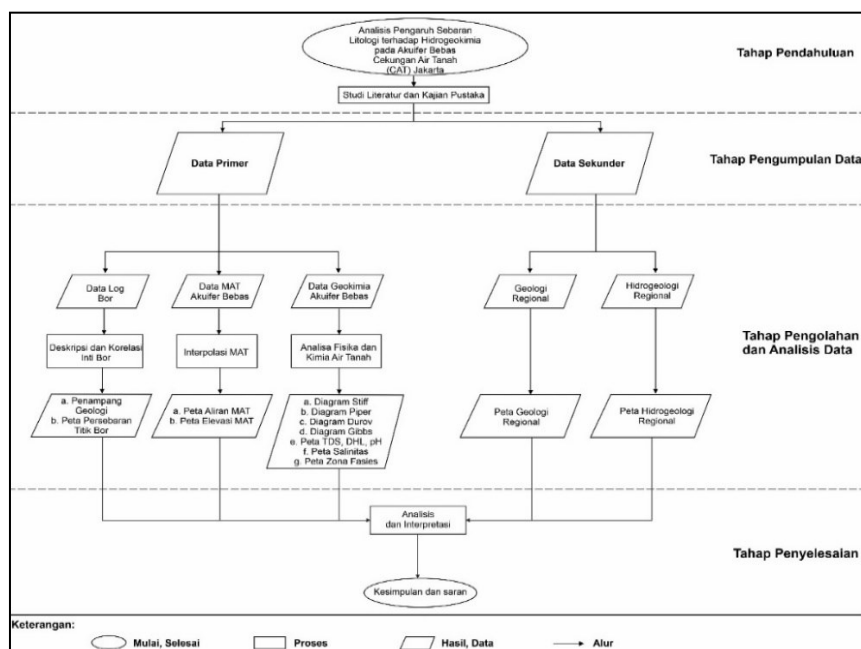
Pada tahap pengolahan dan analisis data, dilakukan analisis data log pemboran untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan pada daerah penelitian, berupa hasil penampang bawah permukaan dan hidrostratigrafi unit. Kemudian, dilakukan pengolahan data sumur bor dan gali untuk mengetahui kedalaman muka air tanah bebas pada daerah penelitian berupa total padatan terlarut (TDS), daya hantar listrik (DHL), dan juga pH yang nantinya digunakan

untuk menentukan klasifikasi air tanah untuk menentukan kualitas air tanah. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *ion error balance* dan pengelompokan fasies air tanah pada data hidrogeokimia akuifer bebas.

$$\%CBE = \frac{\sum z \times mc - \sum z \times ma}{\sum z \times mc + \sum z \times ma} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Notasi CBE adalah *Charge Balance Error*, $\sum z$ merupakan total seluruh muatan satuan ion, mc adalah molalitas satu kation, dan ma adalah molalitas satu anion.

Berdasarkan parameter tersebut lalu dilakukan analisis geokimia air tanah pada akuifer bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta untuk mengetahui pengaruh litologi terhadap karakteristik kimiawi air tanah pada suatu cekungan air tanah dengan menggunakan analisis kimia air, data parameter fisik air tanah sebagai data pendukung untuk mendapatkan gambaran mengenai unsur kimiawi air tanah tersebut dengan menggunakan diagram piper dan diagram stiff yang nantinya akan diolah menjadi peta zona fasies air tanah. Berdasarkan tahapan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya maka alur keberjalanan penelitian dapat diringkas menjadi sebuah diagram alir penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemodelan bawah permukaan pada CAT Jakarta (Gambar 2a,b,c,d, dan e), dapat diketahui bahwa daerah penelitian tersusun atas satuan litologi lempung-lempung pasir dan pasir sebagai material penyusun utama lapisan bawah permukaan dan terdapat juga sisipan batugamping dan gravel. Litologi yang berada pada bawah permukaan secara garis besar membagi menjadi 2 lapisan akuifer yaitu akuifer bebas dan tertekan. Terdapat juga akuifer yang diisi oleh litologi batugamping, dan juga akuiklud yang berupa lapisan litologi lempung hingga lempung pasir.

Hal yang dilakukan untuk mengetahui kondisi hidrogeokimia dari air tanah adalah analisis sifat fisik dan kimia air tanah. Parameter fisik – kimia yang digunakan sebagai dasar analisis yaitu meliputi derajat keasaman (pH), zat padat terlarut (TDS), dan daya hantar listrik (DHL), serta konsentrasi kandungan ion-ion (kation-anion) seperti didalam air tanah.

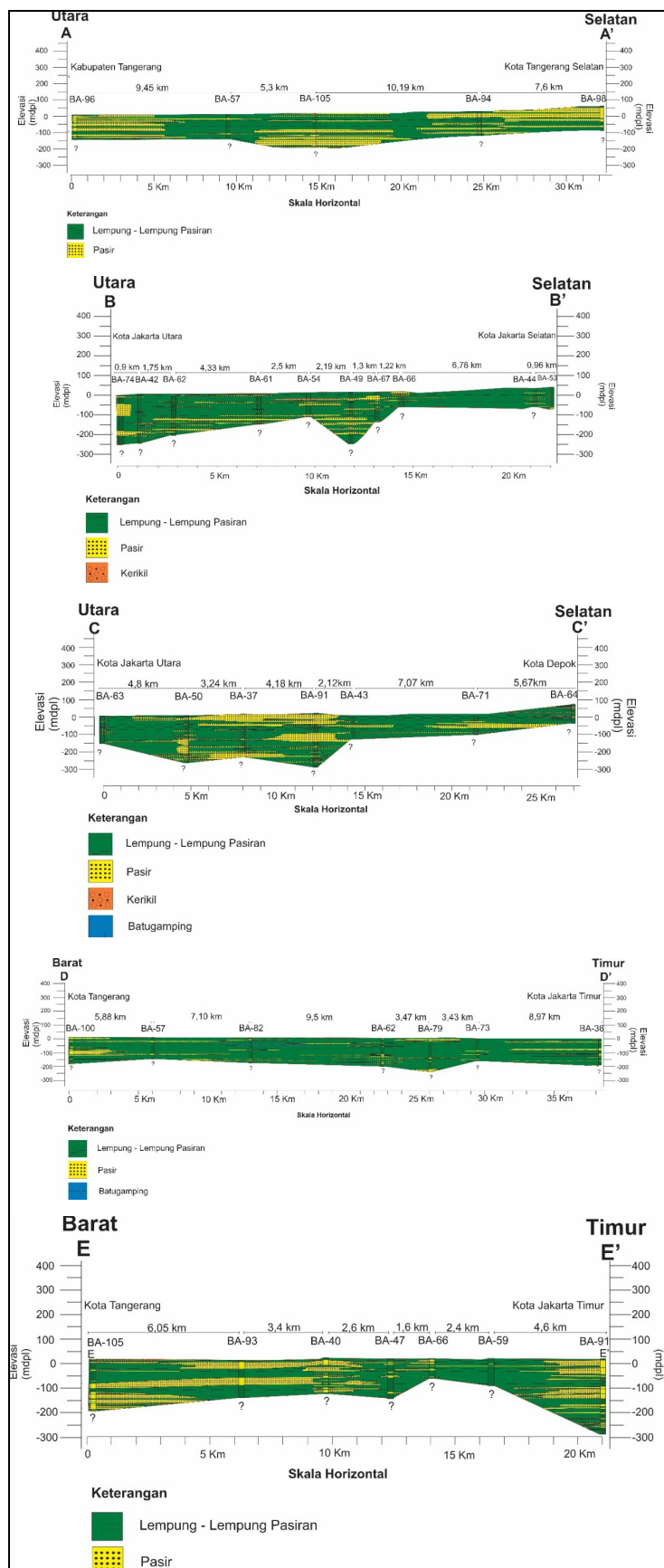
Peta pH. Berdasarkan dengan data yang ada terdapat 66 sampel yang teridentifikasi bahwa kadar pH air tanah di daerah pemantauan dengan rentang mulai dari 3,6 – 9,5 pada akuifer bebas (Gambar 3). Daerah yang cenderung pada arah Utara – Timur Laut memiliki pH yang tergolong basa yaitu 7,5 – 9,5, hal tersebut dikarenakan pada daerah tersebut terdapat banyak industri yang limbahnya dibuang langsung ke sungai, selain itu penggunaan pupuk yang berlebih pada daerah tersebut terutama pada Kabupaten Bekasi menyebabkan pH nya tergolong tinggi. Pada daerah selatan-barat laut tergolong memiliki pH yang tergolong Netral yaitu berkisar dari 6,5 – 7,5. Kemudian untuk daerah selatan memiliki pH yang tergolong asam yaitu berkisar antara 5,8 – 6,5. Keberadaan pH juga dipengaruhi oleh bikarbonat (HCO_3), keberadaan zat bikarbonat dan karbonat dalam air meningkatkan kebasaaan sementara keberadaan asam karbonat meningkatkan keasaman (Rusydi dr., 2015).

Peta TDS, DHL, dan Cl^- Berdasarkan (Gambar 4) dapat terlihat merupakan parameter berupa

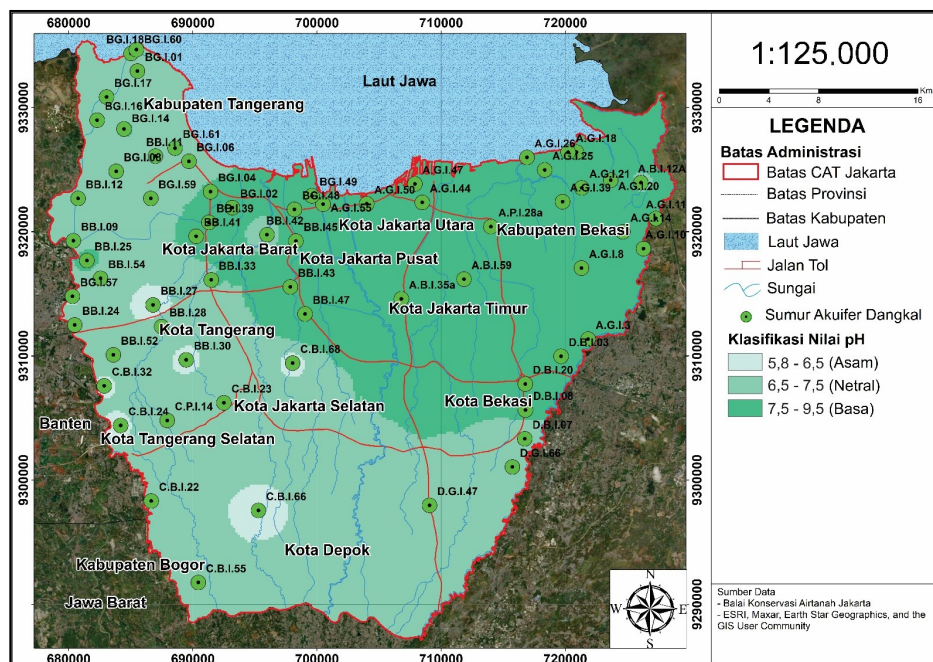
TDS, DHL dan Cl^- . Zat padatan terlarut (*Total Dissolve Solid*) merupakan suatu nilai dari zat organik dan anorganik yang terlarut di air, baik berupa ion, senyawa, ataupun butiran mikro. Konsentrasi TDS dianggap sebagai faktor utama yang mempengaruhi kualitas air, karena korelasinya secara langsung dengan peningkatan kekeruhan, kesadahan, alkalinitas, dan konduktivitas pada air tanah (Kothari dr., 2021). Teridentifikasi bahwa nilai TDS air tanah pada daerah pemantauan berkisar mulai dari rentang 45 mg/L hingga 3.363 mg/L pada akuifer bebas termasuk keadaan tawar dan tawar – payau (PAHIAA, 1986) (Gambar 4a). Nilai TDS ini dapat dipengaruhi oleh zat-zat terlarut dalam air yang telah mengalami kontak dengan permukaan serta litologi yang dilewatinya.

Berdasarkan (Gambar 4b) teridentifikasi nilai DHL air tanah pada daerah CAT Jakarta berkisar mulai dari rentang 162 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – 5.020 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Klorida atau Cl^- merupakan ion yang umumnya ditemukan melimpah pada air laut. Tingginya angka DHL menjadi tanda banyaknya zat mineral dan bahan organik yang masuk sebagai limbah ke (Ruseffandi & Gusman, 2020). Berdasarkan (Gambar 4c) data yang teridentifikasi nilai Cl^- air tanah pada daerah CAT Jakarta berkisar mulai dari rentang 16 mg/L – 1.530,8 mg/L pada akuifer bebas dan termasuk kedalam tawar hingga tawar – payau menurut (PAHIAA, 1986). Konsentrasi yang tinggi dapat dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik dan proses geokimia yang berlangsung pada wilayah tersebut (Adimalla & Qian, 2019).

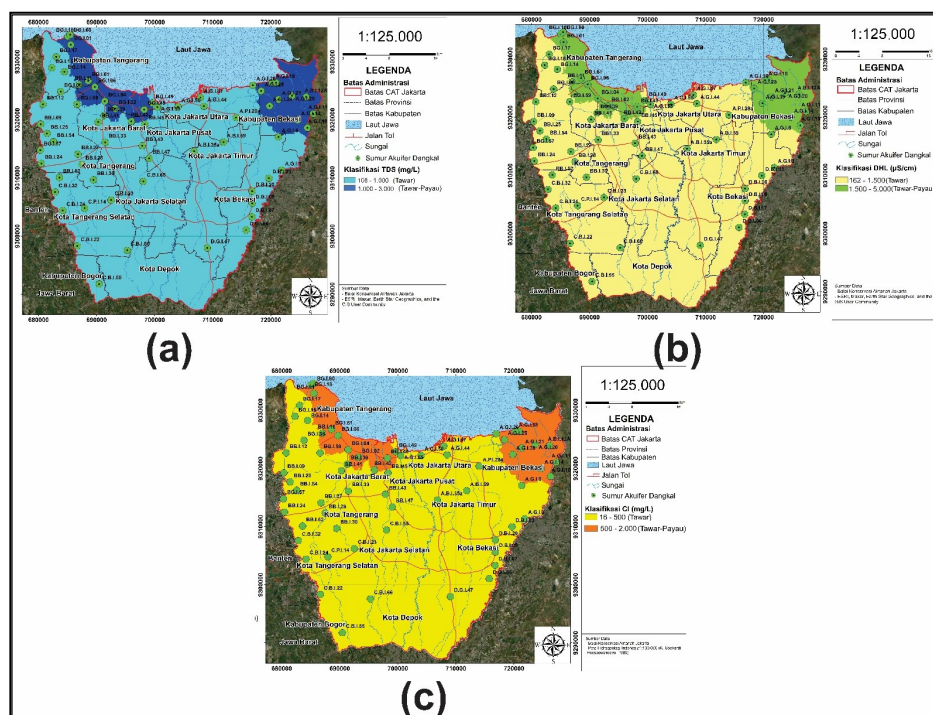
Kadar kandungan tinggi rendahnya ion Cl^- akan berpengaruh terhadap daya hantar listrik (DHL), hal ini berkaitan dengan keberadaan unsur kadar garam pada air tanah. Berdasarkan persebaran sisa air ion Cl^- yang berada pada wilayah terdekat dari pantai data berupa pelarutan senyawa garam yang berasal dari mineral-mineral yang mengandung garam. Menurut (Khairina, 2020), kecenderungan pola yang dihasilkan adalah nilai semakin meningkat ke arah utara dikarenakan indikasi pengaruh pencampuran air laut (*Mixing*). Hal ini berkorelasi dengan penelitian saat



Gambar 2. Penampang geologi bawah permukaan a,b,c,d,e.



Gambar 3. Peta derajat keasaman (pH).



Gambar 4. Peta parameter kimia. TDS (*Total Dissolved Solid*) (a), DHL (*Daya Hantar Listrik*) (b), Klorida (c).

ini dimana untuk nilainya semakin mengarah ke utara semakin tinggi.

CBE (*Charge Balane Error*). Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa terdapat 57 sampel yang mendapatkan nilai *Ion Balance*

$\leq 5 \%$, dan terdapat 9 sampel yang memiliki nilai *Ion Balance* lebih dari 5 %.

Diagram Piper merupakan representasi grafis dari kondisi kimia air dalam bentuk diagram trilinear (Afriyani dr., 2020). Hasil plotting

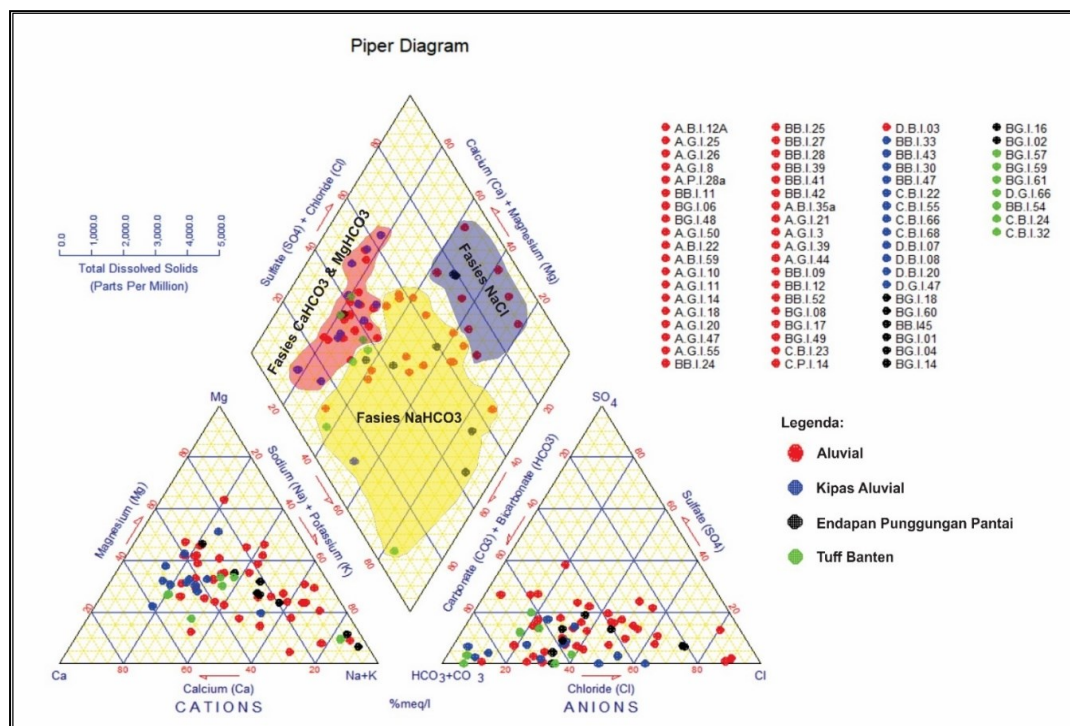
diagram piper (Gambar 5) didapatkan fasies air tanah daerah penelitian terbagi menjadi 4 fasies, yaitu fasies Kalsium Bikarbonat, Natrium Bikarbonat, Magnesium Bikarbonat, dan Natrium Klorida. Untuk pengkelasan air tanah tersebut pada fasies CaHCO_3 terdapat 10 buah sampel, lalu untuk fasies NaHCO_3 terdapat 26 sampel, lalu untuk fasies MgHCO_3 terdapat 2 sampel, dan untuk fasies NaCl terdapat 10 sampel air tanah yang apabila di total terdapat 66 sampel secara keseluruhan.

Diagram Stiff merupakan poligon yang dibuat dari tiga sumbu horizontal paralel yang memanjang di kedua sisi dari sumbu nol vertikal yang menampilkan komposisi ion utama dari sampel air (Ghesquière dr., 2018). Analisis menunjukkan bahwa kation dan anion yang dominan adalah $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ dan beberapa unsur $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ yang berada pada bagian Utara (Gambar 6). Diagram ini memungkinkan perbandingan visual dalam analisis ion dominan dan pemetaan tipe kimia air tanah dari sumber yang berbeda (Jalees dr., 2021). Menurut (Asih, 2022), fasies air tanah dipengaruhi oleh

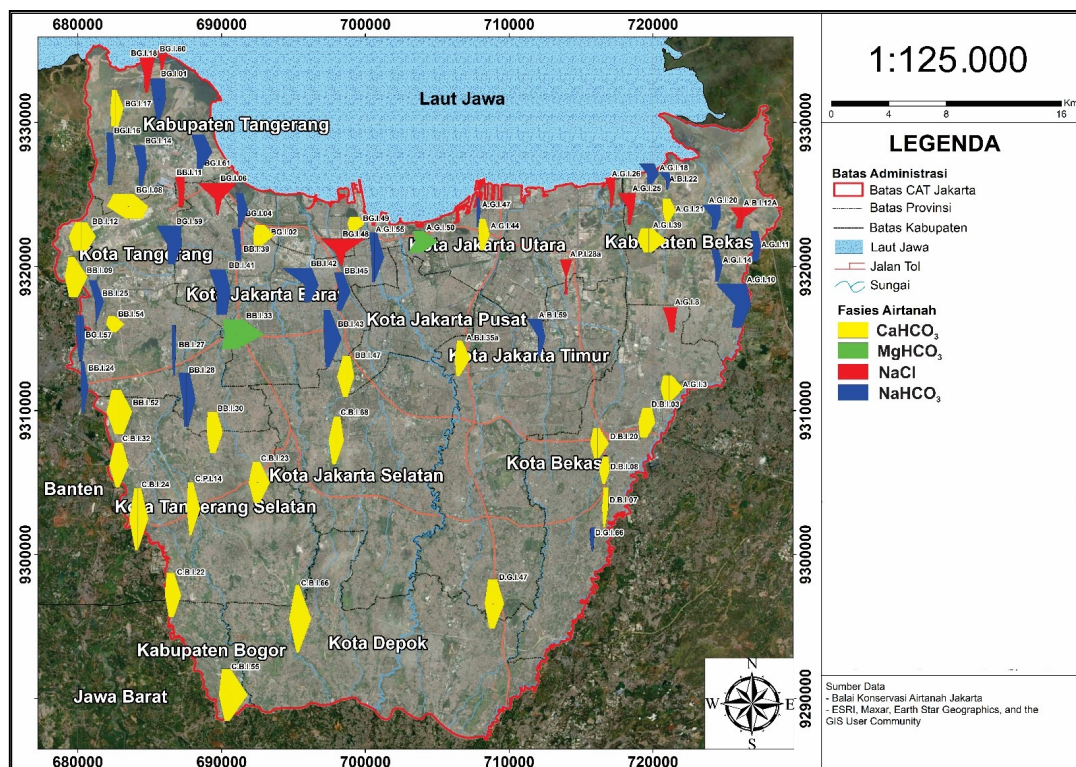
faktor antropogenik dan proses hidrogeokimia berupa pencucian oleh air hujan, tukar kation, dan pencampuran atau penyusupan air laut.

Diagram durov digunakan mengidentifikasi fasies air tanah dan prosesnya dimana air tanah bercampur dengan air tawar pada proses evolusi kimiawi air tanah (Younger, 2007). Terlihat bahwa dalam fasies tersebut pada awalnya air bersifat CaHCO_3 kemudian terjadi proses *Ion Exchange* atau pertukaran ion dengan Na^+ dan K^+ , lalu terjadi juga fase dimana terjadi pertukaran ion terbalik atau *Reverse Ion Exchange* yaitu antara Na^+ dan K^+ dengan Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Proses perubahan fasies yang awalnya bersifat CaHCO_3 pada daerah imbuhan kemudian mengalami proses yang dinamakan *Simple Dissolution or Mixing* atau proses pencampuran yang mengubahnya menjadi fasies NaHCO_3 dan NaCl begitupun sebaliknya (Gambar 7). Karakteristik dari parameter kimia dapat dilihat pada (Tabel 1).

Diagram Gibss merangkum proses evolusi kimia air permukaan serta memberikan informasi tentang signifikansi relatif dari tiga mekanisme



Gambar 5. Diagram piper akuifer bebas cekungan air tanah Jakarta (Modifikasi Piper, 1944).



Gambar 6. Peta persebaran diagram stiff.

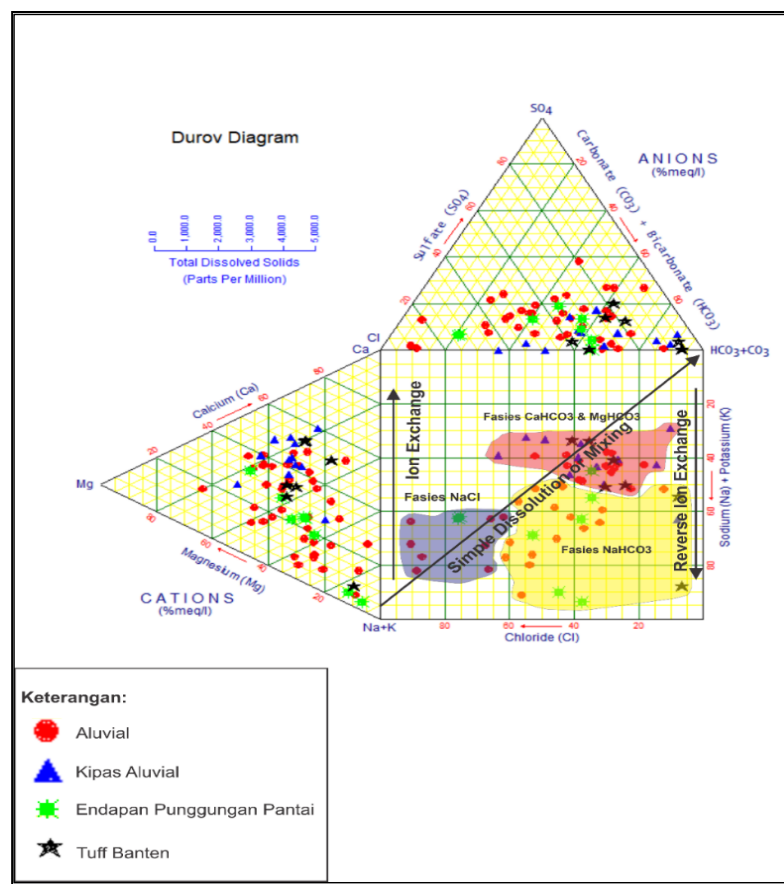
evolusi kimia air tanah yaitu: (1) presipitasi atmosfer, (2) pelarutan mineral, dan (3) penguapan dan kristalisasi fraksional (Gibbs, 1970 dalam Marandi & Shand, 2018). Pengaruh dari proses-proses ini terlihat dimana terdapat rasio $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+)$ atau $\text{Cl}^- / (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$ pada sumbu x, yang diplotkan terhadap total padatan terlarut atau TDS pada sumbu y (Gambar 8). Dinyatakan juga bahwa sepanjang jalur aliran yang panjang dengan bertambahnya waktu, maka kimia air tanah cenderung berubah dari HCO_3^- ke tipe Cl^- dengan meningkatnya salinitas. Hal ini sering disertai dengan perubahan kation dominan dari Ca^{2+} atau Na^+ .

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan diagram Piper, diagram Stiff, diagram Durov, diagram Gibbs, serta analisis anion dan kation maka diperoleh hasil pembagian zona fasies air tanah cekungan air tanah Jakarta yang diinterpretasikan bahwa fasies air tanah ini memiliki pola aliran yang terbilang sudah mengalami evolusi hidrogeokimia, yang dimulai dari fasies CaHCO_3 yang kemudian

menjadi NaHCO_3 dan MgHCO_3 lalu mengalami perubahan lagi menjadi fasies NaCl dengan berbagai macam nilai parameter yang dapat dilihat pada (Tabel 1).

Hasil pengolahan yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh dari litologi terhadap hidrogeokimia pada akuifer bebas. Peta overlay zona fasies ini merupakan hasil interpretasi dan gabungan dari berbagai macam parameter, yang nantinya lewat peta ini peneliti mampu mengetahui karakteristik serta mencirikan fasies air tanah serta daerah mana saja yang memiliki fasies air tanah sesuai dengan geologi daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 9).

Berdasarkan hasil pengolahan yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh dari geologi bawah permukaan terhadap hidrogeokimia pada akuifer bebas. Penelitian menurut Nababan, dr. (2017) menjelaskan mengenai perubahan kondisi air tanah yang sedang terjadi dengan mengambil sampel dari akuifer bebas atau tidak tertekan dan akuifer tertekan. Metode yang dilakukan menggunakan metode analisis



Gambar 7. Diagram durov.

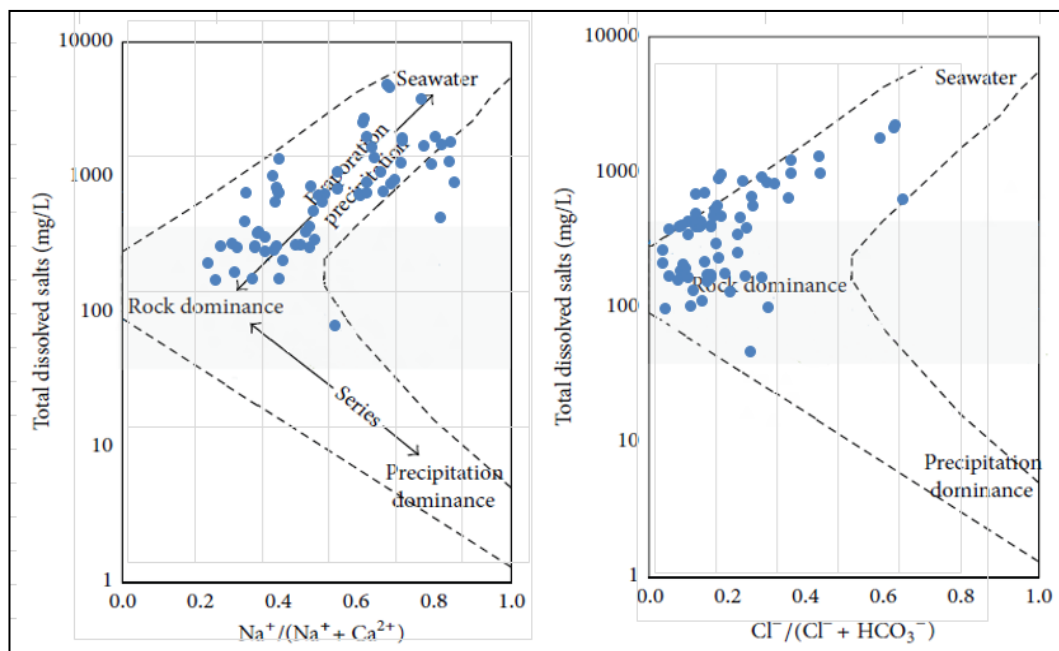
Tabel 1. Karakteristik hidrokimia fasies air tanah akuifer bebas CAT Jakarta

Parameter Hidrokimia	Fasies CaHCO ₃ dan MgHCO ₃			Fasies NaHCO ₃			Fasies NaCl		
	Min	Maks	Rata-rata	Min	Maks	Rata-rata	Min	Maks	Rata-rata
DHL (μS/cm)	180	1.433	490	83	2.010	1.007	1.300	5.020	2.777
TDS (mg/L)	121	960	328	56	1.347	675	871	3.363	1.861
Ca ²⁺ (mg/L)	14	161	47	6	80	39	20	240	104
Mg ²⁺ (mg/L)	4	48	15	2	48	22	16	171	45
Na ⁺ (mg/L)	9	132	35	11	484	157	180	829	400
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	44	449	206	22	827	361	73	559	382
Cl ⁻ (mg/L)	4	94	33	8	283	103	232	1.530	663

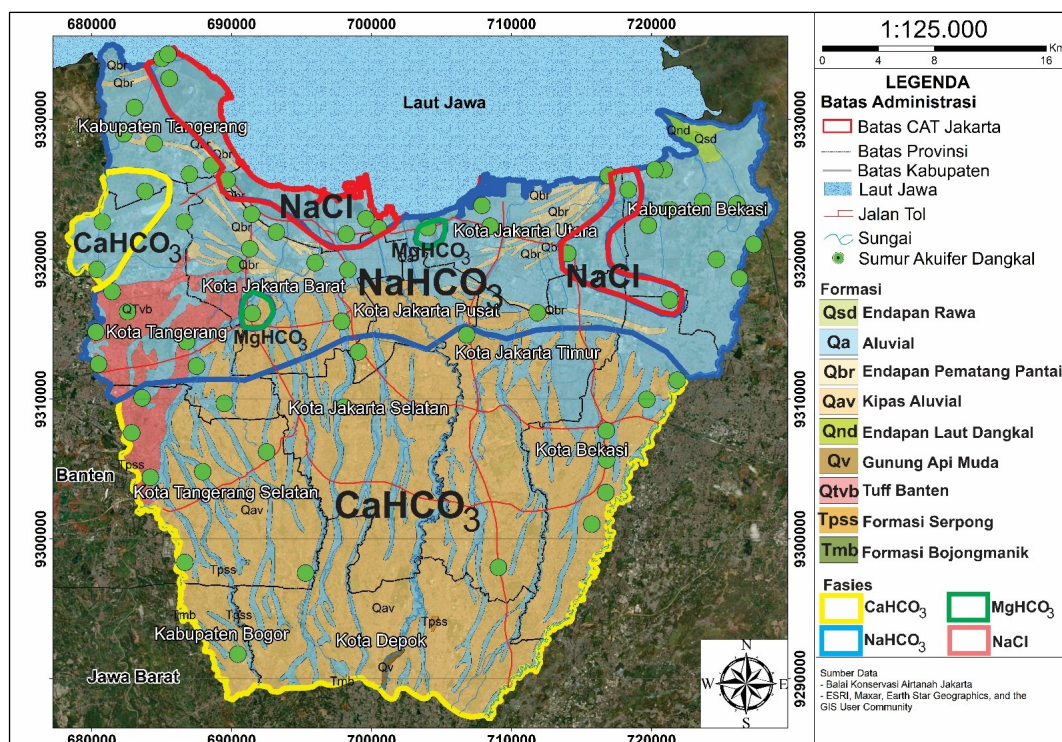
kualitatif dari metode grafis dengan membandingkan dengan hasil laboratorium kimia air tanah tahun 2010, 2015, dan 2016.

Berdasarkan (Gambar 10a,b, dan c) peta sebaran diagram stiff terdapat fasies air tanah akuifer bebas pada bagian selatan sampai tengah CAT Jakarta terdiri dari CaHCO₃ dan HCO₃⁻, sedangkan fasies bagian Utara merupakan NaCl dan NaHCO₃. Berdasarkan (Gambar 10d) menun-

jukan bahwa kation dan anion yang dominan adalah NaCl dan beberapa unsur NaHCO₃ yang berada pada bagian Utara. Dimana untuk ion Na⁺ dan Ca²⁺ bersumber dari batuan sedimen yang mendominasi berupa lempung. Lalu sodium muncul dalam mineral-mineral yang bersifat resisten sebagai semen. Kemudian untuk ion Cl⁻ dapat diindikasikan berasal dari adanya interaksi dengan air laut hal ini mengindikasikan



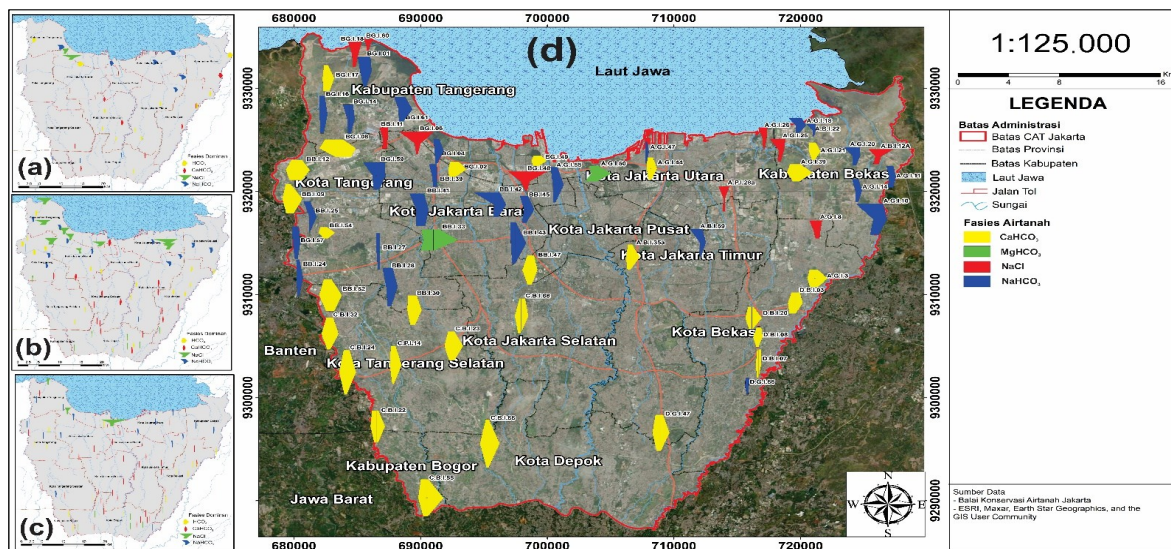
Gambar 8. Hasil plotting diagram gibbs (a) berdasarkan nilai Na^+ , (b) berdasarkan nilai Cl^- .



Gambar 9. Peta overlay zona fasies dan litologi.

untuk air tanah yang berinteraksi dengan ion Na^+ pada material lempungan dan air laut terkadang menggantikan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air tanah melalui proses pertukaran kation ataupun berasal dari pengaruh air laut yang menembus

litologi melalui pori-pori batuan maupun dapat juga berasal dari adanya air fosil yang terperangkap bersama dengan hadirnya proses sedimentasi atau pada saat air laut mengalami pasang surut dalam lempung lalu kemudian terjadilah



Gambar 10. Diagram stiff menurut Nababan drr (2017) (a) 2010, (b) 2015, (c) 2016, (d) diagram stiff hasil pengolahan.

kompresi yang menyebabkan air tersebut naik (Iwaco dan Waseco, 1994).

Pada daerah selatan ion yang mendominasi adalah CaHCO_3 dimana merupakan air tawar asli yang belum terkontaminasi apapun yang tersebar hingga bagian tengah yang mengarah ke Barat dan Timur. Menurut (Nandang dan Abdillah., 2020) pada bagian selatan cekungan air tanah, untuk kualitas air nya tergolong dalam kategori yang baik. Lalu terdapat juga fasies NaHCO_3 yang tersebar dari wilayah Barat pada bagian tengah hingga ke Timur, dengan adanya selingan ion NaCl pada bagian Utara.

Menurut Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis serta validasi dengan penelitian Naba-

ban drr. (2017), maka dapat dikatakan kurang lebih karakteristik hidrogeokimia akuifer bebas Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta mulai dari tahun 2010, 2015, dan 2016 apabila dibandingkan dengan penelitian ini memiliki kesamaan, namun untuk perbedaan dari metode yang dilakukan serta parameter yang digunakan dalam melakukan analisis serta alasan lebih lanjut terutama dari geologi bawah permukaan berupa pengaruh sebaran litologi yang berada pada daerah penelitian tidak dijelaskan pada penelitian sebelumnya, sedangkan pada penelitian ini untuk pengaruh geologi bawah permukaan terutama dari faktor litologi juga dikaitkan serta dijelaskan terhadap pengaruh hidrogeokimia (Tabel 2).

Tabel 2. Keberadaan fasies pada tiap litologi

Fasies	Litologi	Pengaruh
CaHCO_3	Kipas Aluvial dan Tuff Banten	Merupakan daerah imbuhan dan CaHCO_3 merupakan sifat kimia asli air tanah
NaHCO_3	Endapan Aluvial, Endapan Pematang Pantai dan Tuff Banten	Terjadi pertukaran ion dari Ca^{2+} menjadi Na^+ dikarenakan pengaruhnya dengan litologi batuan penyusun berupa lempung
MgHCO_3	Endapan Aluvial	Terjadi pertukaran ion terbalik, karena adanya interaksi lebih lama antara air dengan batuan. Berupa reaksi Na^+ menjadi Mg^{2+} sehingga fasiesnya berubah yang awalnya NaHCO_3 menjadi MgHCO_3
NaCl	Endapan Aluvial	Pengaruh pengaruh air laut yang menembus litologi melalui pori-pori batuan maupun dapat juga berasal dari adanya air fosil yang terperangkap bersama dengan hadirnya proses sedimentasi atau pada saat air laut mengalami pasang surut

KESIMPULAN

Daerah penelitian tersusun oleh litologi dari tua ke muda yaitu Formasi Bojongmanik (Tmb), Formasi Serpong (Tpss), Tuff Banten (QTvb), Batuan Gunungapi Muda (Qv), Endapan Laut Dangkal (Qnd), Kipas Alluvial (Qav), Endapan Pematang Pantai (Qbr), Endapan Aluvial (Qa), dan Endapan Rawa (Qsd). Dominasi fasies air tanah terbentuk pada beberapa formasi yaitu Tuff Banten (QTvb), Batuan Gunungapi Muda (Qv), Endapan Laut Dangkal (Qnd), Kipas Alluvial (Qav), Endapan Pematang Pantai (Qbr), Endapan Aluvial (Qa). Litologi penyusun endapan ini adalah lempung – lempung pasir, pasir, kerakal, dan batugamping. Berdasarkan hasil analisis baik dari parameter fisik dan kimia, air tanah apabila ditinjau kondisi hidrogeokimia berdasarkan salinitas menggunakan nilai DHL, daerah penelitian memiliki nilai yang berkisar antara 53-5.020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan berdasarkan klasifikasi PAHIAA (1986) termasuk kedalam kategori tawar hingga tawar-payau. Kemudian ditinjau menggunakan nilai TDS berkisar antara 56-3.363 mg/L serta untuk nilai pH berkisar antara 5,8 hingga 9,5. Semakin ke arah Utara nilai-nilai tersebut semakin tinggi, yang mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh pencampuran dari air laut. Berdasarkan analisis menggunakan diagram piper dan diagram stiff, fasies air tanah terbagi menjadi 4 kelas yaitu CaHCO_3 , NaHCO_3 , MgHCO_3 , dan NaCl . Berdasarkan analisis yang dilakukan melalui diagram Gibbs diketahui bahwa air tanah dipengaruhi oleh jenis litologi batuan yang mempengaruhi unsur ion air tanah, selain aktifitas antropogenik. Perubahan fasies air tanah dipengaruhi oleh adanya proses interaksi pertukaran anion dan kation dengan litologi dan pencampuran ataupun pencucian air tanah oleh air hujan pada Cekungan Air Tanah Jakarta dimana hal tersebut menggambarkan proses kimia air tanah yang terbentuk cenderung ke arah evaporasi dan transportasi yang disebabkan oleh proses *rock dominance*.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terdapat saran pada penelitian ini yaitu berupa

Penggunaan konsumsi air tanah disarankan pada daerah akuifer bebas bertipe fasies CaHCO_3 dan NaHCO_3 dan tidak disarankan pada fasies NaCl karena akan berdampak buruk bagi kesehatan. Melakukan pengawasan terkait daerah – daerah yang memiliki perubahan signifikan terhadap air tanah dan dilakukan pengelolaan yang baik terhadap kualitasnya pada daerah CAT Jakarta khususnya pada wilayah Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Timur, dan Kabupaten Bekasi. Penelitian ini dilakukan menggunakan hidrogeokimia dan untuk kedepannya peneliti diharapkan mampu memberikan informasi dan evaluasi lebih lanjut terutama tiap tahunnya mengenai air tanah pada akuifer dangkal di CAT Jakarta dikarenakan perubahan yang terjadi cukup signifikan pada beberapa wilayah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini, terkhusus kepada Balai Konservasi Air Tanah yang telah mengizinkan penulis untuk menyelesaikan dan menganalisis penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimalla, N., & Qian, H. 2019. Groundwater quality evaluation using water quality index (WQI) for drinking purposes and human health risk (HHR) assessment in an agricultural region of Nanganur, south India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 176, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.03.066>
- Afriyani, M. P., Langgeng, W., Santosa, T., & Nugroho, A. 2020. *Analisis Genesa Hidrogeokimia Airtanah Menggunakan Diagram Piper Segiempat Di Wilayah Pesisir*. <https://doi.org/10.23887/mkg.v20i2.213>
- Asih W.D. 2022. Geologi dan Analisis Karakteristik Air Tanah pada Akuifer Bebas Cekungan Air Tanah Jakarta Bagian Utara Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

- Darwis. 2018. *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta: Pena India.
- Ghesquière, O., Walter, J., Chesnaux, R., & Rouleau, A. 2018. Scenarios of groundwater chemical evolution in a region of the Canadian Shield based on multivariate statistical analysis. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4, 246–266. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.06.004>
- Hasan, M., Shang, Y., Akhter, G., & Jin, W. 2018. Evaluation of Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation Purposes in Toba Tek Singh District, Pakistan. *Irrigation & Drainage Systems Engineering*, 06(01). <https://doi.org/10.4172/2168-9768.1000185>
- Iwaco, Waseco. DHV Consultants, Delft Hydraulics, TNO, Persero PT. Indah Karya, PT. Kwarsa Hexagon, and PT. Wiratman Associates. 1994. *Jabotabek Water Resources Management Study, Final Report, Ministry of Public Works*. Jakarta: Directorate General of Water Resources Development.
- Jalees, M. I., Farooq, M. U., Anis, M., Hussain, G., Iqbal, A., & Saleem, S. 2021. Hydrochemistry modelling: evaluation of groundwater quality deterioration due to anthropogenic activities in Lahore, Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 3062–3076. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00703-3>
- Khairina. 2020. *Zonasi Tingkat Keasinan Air Tanah Akuifer Bebas Wilayah Jakarta Utara, DKI Jakarta Berdasarkan Karakteristik Fisik dan Kimia Air Tanah*. Skripsi, Universitas Indonesia.
- Kothari, V., Vij, S., Sharma, S. K., & Gupta, N. (2021). Correlation of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100093>
- Liu, J., Gao, Z., Wang, M., Li, Y., Shi, M., Zhang, H., & Ma, Y. 2019. Hydrochemical characteristics and possible controls in the groundwater of the Yarlung Zangbo River Valley, China. *Environmental Earth Sciences*, 78(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/S12665-019-8101-Y/METRICS>
- Marandi, A., & Shand, P. 2018. Groundwater chemistry and the Gibbs Diagram. *Applied Geochemistry*, 97, 209–212. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.07.009>
- Matahelumual, Bethy C., & Harnandi, D. 2010. *Pemantauan Kuantitas dan Kualitas Air Tanah Wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta*.
- Nababan, Prayogi, T.E., Abdillah F., Nasution E., Memet W., Daryanto A. 2017. *Perubahan Karakteristik Hidrokimia Air Tanah pada Akuifer Tidak Tertekan dan Tertekan di Cekungan Air Tanah Jakarta*. Jakarta: Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Nandang, & Abdillah F. 2020. *Pemantauan Kualitas dan Kuantitas Air Tanah di Wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta Area III (Musim Hujan)*. Jakarta: Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin). 1986. Jakarta: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2020). Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging. *Jurnal Bina Tambang*, 5(1).
- Rusydi, A. F., Nailly, W., & Lestiana, H. 2015. Pencemaran Limbah Domestik dan Pertanian Terhadap Airtanah Bebas di Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 25(2), 87.
- Setiawan, T. 2014. Proses Hidrogeokimia Pengontrol Salinitas Air Tanah Tidak Tertekan di Utara Cekungan Air Tanah Jakarta. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*. Vol 5 No. 1: 39-51.
- Sunarto, Cahyadi, A., Marfai, Muh. A., Murti, S. H., Fatchurohman, H., & Malawani, M. N. 2017. Karakteristik Akuifer Wilayah Kepesirsiran 121 Parangtritis, Kabupaten Bantul. *Prosiding Seminar Nasional Geografi*, 868–875. www.geo.ugm.ac.id