JLBG

JURNAL LINGKUNGAN DAN BENCANA GEOLOGI
Journal of Environment and Geological Hazards

ISSN: 2086-7794, e-ISSN: 2502-8804
Akreditasi KEMENRISTEK-BRIN No. 200/M/KPT/2020
Berlaku sampai Volume 16 Nomor 1 Tahun 2025
e-mail: perpustakaan.pag@esdm.go.id - http://jlbg.geologi.esdm.go.id/index.php/jlbg

Analisis Intrusi Air Laut Berdasarkan Hidrogeokimia Air Tanah Pada Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta

Analysis of Seawater Intrusion Based on Groundwater Hydrogeochemistry in the Jakarta Groundwater Basin

Muhammad Salman Al Farizi[1], Thomas Triadi Putranto[2], Taat Setiawan[3], dan Narulita Santi[4]

[1]Dapartemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. H. Soedarto, S.H., Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
[2]Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian ESDM

e-mail: salmanpatent2@gmail.com
Naskah diterima 20 September 2023, selesai direvisi 20 April 2024, dan disetujui 25 April 2024

ABSTRAK
Pengambilan air tanah yang berlebihan dapat mengakibatkan masuknya air laut ke arah darat yang mengkontaminasi keadaan akuifer di CAT Jakarta atau yang dikenal dengan intrusi air laut. Berdampak pada penggunaan air untuk kebutuhan sehari- hari pada domestik dan industri apabila dikonsumsi atau keperluan sehari-hari. Analisis yang menghasilkan zona persebaran intrusi air laut menggunakan metode penentuan klasifikasi air tanah sejumlah 54 sampel pada akuifer tanah tertekan cekungan air tanah Jakarta. Berdasarkan hasil analisis fasies air tanah yang telah terklasifikasi menggunakan diagram piper berupa fasies $CaHCO_3$, $NaHCO_3$, $MgHCO_3$, NaCl, dan $NaSO_4$. Mencakup persebaran yang luas didominasi oleh $CaHCO_3$ di wilayah barat hingga timur dan NaCl yang berada pada wilayah Utara Jakarta. Klasifikasi salinitas air tanah yang didapat yaitu 2, air tawar dan air tawar-payau. Rasio Na/Cl <1 kemungkinan disebabkan oleh proses pencampuran air laut ke dalam akuifer, tidak menutup kemungkinan karena rendahnya tingkat pencucian air hujan yang mengalami perkolasi. Sedangkan tingginya rasio Na/Cl menunjukan bahwa adanya proses interaksi antara air tanah dengan batuan melalui proses hidrolisis dan reaksi asam basa. Selain rasio Na/Cl, rasio CL/HCO_3 <0,5 untuk tidak terpengaruh, 0,5 hingga 6,6 untuk terpengaruh sedikit hingga sedang, dan >6,6 untuk terpengaruh tinggi .Klasifikasi penyusupan dari air laut itu sendiri terbagi menjadi 4, yaitu air tawar, penyusupan air laut sedikit, penyusupan air laut sedang, dan penyusupan air agak tinggi. Penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan evaluasi lebih lanjut terkait terutama pada tiap tahun khususnya pada wilayah Jakarta Utara, Jakarta Timur dan Kabupaten Bekasi.

Kata kunci: Air tanah, Bivariat, Diagram Piper, Hidrogeokimia, Intrusi Air Laut

ABSTRACT
Excessive groundwater extraction can result in seawater entering the landward direction which contaminates the aquifer conditions in the Jakarta CAT or what is known as seawater intrusion. It has an impact on the use of water for daily needs in domestic and industrial areas if consumed or for daily needs. The analysis that produces the distribution zone of seawater intrusion uses the method of determining the classification of groundwater of 54 samples in the confined soil aquifer of the Jakarta groundwater basin. Based on the results of the analysis of groundwater facies that have been classified using the piper diagram in the form of facies CaHCO3, NaHCO3, MgHCO3, NaCl, and NaSO4. Covering a wide distribution dominated by CaHCO3 in the western to eastern regions and NaCl which is in the northern part of Jakarta. The classification of groundwater salinity obtained is 2, fresh water and fresh-brackish water. The Na/Cl ratio <1 is likely caused by the process of mixing seawater into the aquifer, it is possible that it is due to the low level of washing of rainwater that has percolated. Meanwhile, the high Na/Cl ratio indicates that there is an interaction process between groundwater and rocks through hydrolysis and acid-base reactions. In addition to the Na/Cl ratio, the CL/HCO3 ratio <0.5 for unaffected, 0.5 to 6.6 for slightly to moderately affected, and> 6.6 for highly affected. The classification of seawater infiltration itself is divided into 4, namely fresh water, slight seawater infiltration, moderate seawater infiltration, and rather high water infiltration. This study is also expected to be able

to provide further evaluation related to especially each year, especially in the areas of North Jakarta, East Jakarta and Bekasi Regency.

***Keywords**: Groundwater, Bivariate, Piper Diagram, Hydrogeochemistry, Seawater Intrusion*

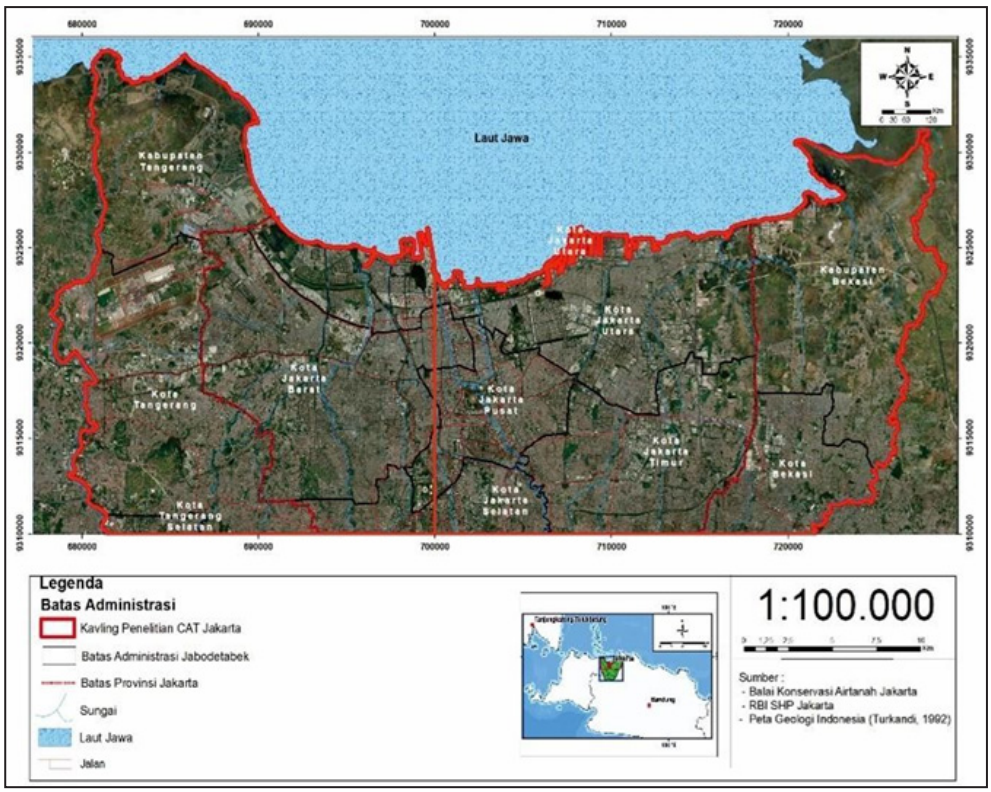
PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor pengaturan iklim di permukaan bumi melalui siklus hidrologi. Komposisi air di permukaan bumi yaitu 70% di laut dan 30% berada di darat (Asdak, 2003). Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat dibawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Kodoatie, 2012).

Pengambilan air tanah yang berlebihan akan menimbulkan rongga kosong di bawah tanah. Tekanan dari beban tanah atau batuan di atasnya akan menyebabkan amblesan (*subsidence*) yang terjadi secara perlahan-lahan. Pada akuifer yang dekat dengan pantai, kekosongan akibat pengambilan air tanah yang berlebihan dapat mengakibatkan perubahan kesetimbangan hidrolik antara air tekanan air tawar dan air laut, hal ini mengakibatkan masuknya air laut ke arah darat atau yang dikenal selama ini dengan intrusi air laut.

Penurunan kualitas dan muka air tanah (MAT) dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan kuantitatif isi air tanah (Samsuhadi, 2009). Penyebab paling dominan adalah keberadaan bangunan dan pengambilan air tanah yang berlebihan dan kurangnya pelayanan air bersih di daerah pesisir.

Lokasi penelitian berada di bagian Utara CAT Jakarta. Terletak di koordinat antara 106 °36’32,54” - 107°04’04,78” Bujur Timur dan antara 06°00’43,50” - 06°26’58,23” Lintang Selatan, dengan koordinat UTM yaitu 650877 x – 9336133 y dan antara 725747 x – 9307615 y UTM 48 S. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian terletak di Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami kondisi geologi, kualitas air tanah berdasarkan analisis kimia, dan sebaran intrusi air laut pada CAT Jakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data geokimia air tanah pada 54 titik pengambilan sampel di daerah penelitian. Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari Akuifer Tertekan Atas dan Akuifer Tertekan Tengah. Penelitian menggunakan metode yaitu deskriptif dan metode analisis. Metode deskriptif menjadi dasar analisis data, dengan mengumpulkan data primer dan sekunder untuk dianalisis lebih lanjut.Kemudian, metode analisis diterapkan pada data yang telah dikumpulka tersebut. Metodologi penelitian yang dilakukan ini meliputi tahapan dari persiapan awal hingga pengolahan dan analisis data.

Tahap pengumpulan data dilaksanakan bertempat di Balai Konservasi Air Tanah (BKAT) Jakarta, didapatkan data berupa data primer dan sekunder yang dibutuhkan sesuai dengan judul penelitian. Adapun data primer berupa data log pemboran CAT Jakarta 2015-2017, data sumur akuifer tertekan serta koordinat sumur serta elevasi dari elevasi muka air tanah. Data sekunder berupa peta regional geologi dan hidrogeologi.

Tahap pengolahan dan analisis data. Pada tahap ini dilakukan analisis data primer dan sekunder yang sudah diberikan oleh BKAT Jakarta. Pada tahapan ini analisis yang dilakukan berupa:

Analisis penampang geologi dan hidrogeologi yang dilakukan berdasarkan hasil pengeboran pada daerah penelitian sebanyak 53 titik pengeboran yang diolah untuk mendapatkan gambaran litologi berupa log pada tiap titik pengeboran. Data log tersebut digunakan untuk mendapatkan gambaran penampang geologi bawah permukaan, lalu digunakan untuk analisis persebaran lapisan litologi untuk identifikasi sistem akuifer pada penampang hidrogeologi.

Analisis parameter fisik sebanyak 54 sampel hidrogeokimia berupa *TDS*, DHL dan juga Ph (PAHIAA, 1986), selain itu juga parameter tersebut digunakan untuk menentukan klasifikasi air tanah untuk menentukan kualitas air tanah, Analisis ion utama berupa Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, Cl^{-}, CO_3^{-}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-}. Kemudian Untuk menentukan fasies airtanah, hasil analisis unsur utama kation dan anion dalam satuan meq/L, dengan catatan error balance <5% cantumkan literaturnya) kemudian diplot pada diagram Piper.

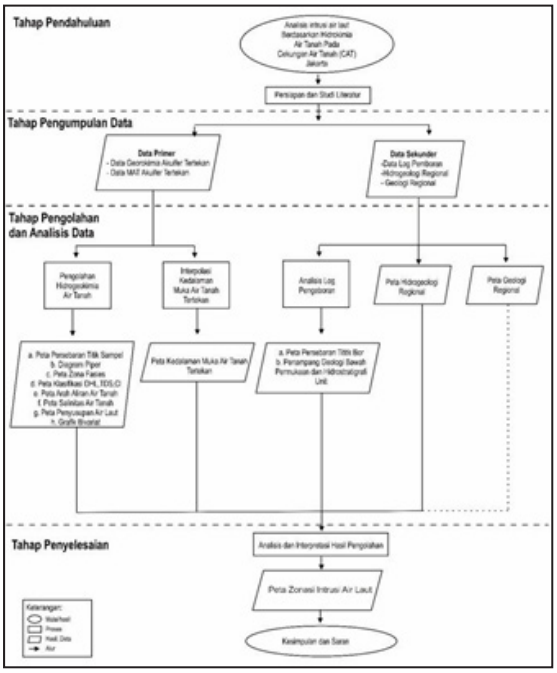
Pendugaan intrusi dapat ditentukan dengan beberapa parameter, diantaranya Daya Hantar Listrik (DHL) dan *TDS,* DHL dan Cl^{-} menggambarkan kandungan garam mineral secara tidak langsung. Nilai keasinan air tanah dapat ditentukan menggunakan pendekatan nilai DHL (Irham, 2006). Berdasarkan hal itu, akan dilakukan penelitian untuk mengetahui akuifer yang terintrusi air laut, yang nantinya akan dilakukan perhitungan sehingga dapat menghasilkan peresapan intrusi air laut di Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta.

Kualitas air tanah tidak dapat ditentukan hanya dengan melihat tingkat keragaman melalui perubahan nilai DHL,Cl^{-}, dan *TDS* saja. Unsur fisika dan kimia lainya juga perlu diperhatikan. Agar kualitas air tanah dapat mencapai baku mutu sesuai dengan yang diharapkan, maka terbit Permenkes No.2 Tahun 2023, peraturan Menteri Kesehatan No.736/Menkes/PER/VI/2010 tentang tata laksana pengawasan kualitas air minum. Berdasarkan permasalahan yang ditimbulkan mengenai intrusi air laut tersebut, maka perlu dilakukan analisis menggunakan metode hidrogeokimia air dengan tujuan untuk mengetahui persebaran fasies air tanah dan korelasi terhadap intrusi air laut yang tersebar di kawasan CAT Jakarta.

Analisis zona tingkat salinitas air tanah dan zona persebaran intrusi air laut menggunakan parameter seperti *TDS*, DHL, anion dan kation dan dilakukan juga analisis bivariat menggunakan Ms.Excel dengan cara scatter ploting dan masukan dua data yang akan dibandingkan

yang mempunyai korelasi satu sama lain yang bertujuan untuk melihat korelasi antar parameter penting yang berperan dalam analisis intrusi air laut, serta melakukan perbandingan nilai R = Cl/HCO_3 dengan output peta persebaran air laut. Pengolahan seluruh analisis yang telah dilakukan dengan pembuatan peta, seperti peta geologi, peta arah aliran air tanah, peta zona salinitas air, peta zona intrusi air laut dan lainya menggunakan aplikasi ArcGis 10.3 sehingga bisa di interpretasi dari hasil yang telah dilakukan.

Berdasarkan tahapan penelitian yang telah dijelaskan, maka alur keberjalanan penelitian ini dapat diringkas menjadi sebuah diagram alir penelitian di (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

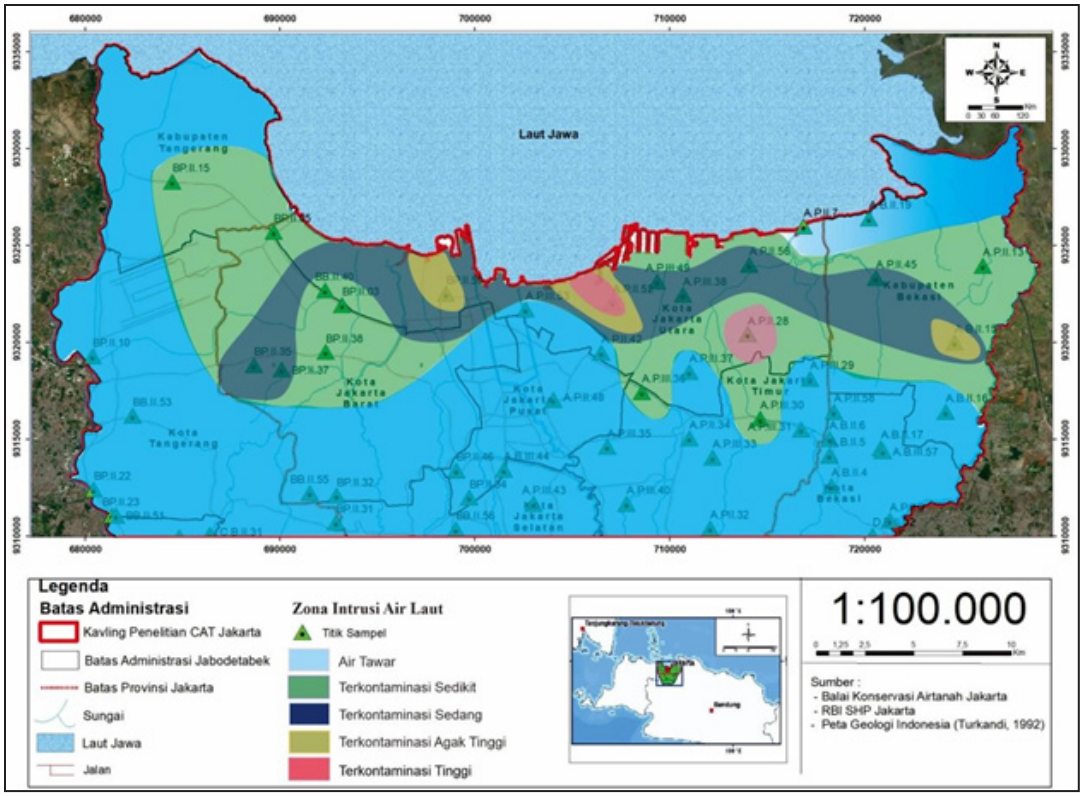
Berdasarkan hasil analisis dari berbagai paraemter seperti, DHL, *TDS*, Cl, Fasies Air Tanah, Zona Salinitas Air Tanah dan Zona Intrusi Air Laut. Pada daerah penelitian sebanyak 54 titik, dan 38 titik penelitian termasuk ke dalam klasifikasi air tanah tawar, dan sebanyak 16 titik sampel yang masuk ke dalam klasifikasi air tawar-payau dengan persebaran interpolasi *TDS*, DHL dan Cl.

Air tanah yang memiliki kadar garam tinggi dapat diidentifikasi dengan DHL yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar ion Cl- yang berasal dari air laut atau mineral tanah yang mengandung garam. Analisis lebih lanjut mengenai fasies tanah diperlukan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kontaminasi air tanah.

Pada tipe klorida, ion Na^+ dan Cl^- mendominasi, menghasilkan NaCl. Fasies NaCl ditemukan di hampir seluruh daerah penelitian, terutama di bagian utara. Dominasi ion Na^+ dan Cl^- mempengaruhi sifat air sumur menjadi tawar-payau atau payau. Kadar Cl^- yang tinggi pada sumur payau kemungkinan berasal dari air laut yang terperangkap saat pembentukan pantai. Kadar Cl^- yang hampir sama pada sumur lain dapat mengindikasikan sistem akuifer endapan pantai, meskipun sifat airnya cenderung tawar. Analisis ion Cl^- lebih lanjut diperlukan untuk memastikannya.

Data ini juga didukung dari nilai DHL yang selaras pada Tabel 1 sifat air dapat berubah apabila kadar air hujan cukup banyak dan minimnya proses pelarutan HCO^- sehingga kandungannya menjadi tinggi sehingga rasio Cl/HCO_3 pun berubah . Nilai HCO^- lebih besar daripada Cl^- pada sumur yang selaras dengan nilai DHL yang tinggi yang dipengaruhi oleh lepasnya butir garam yang masuk ke air tanah sehingga menunjukkan adanya proses mineralisasi batuan pada akuifer. Terutama pada lapisan lempung yang terkompasi yang menyebabkan nilai rasio tidak begitu terlihat signifikan karena nilai rasio nya berbanding lurus dengan nilai DHL nya yang sangat rendah Tabel 1.

Korelasi antara peta zona intrusi air laut (Gambar 4) dengan peta persebaran Cl/HCO_3 (Gambar 5) menunjukan korelasi yang positif (+) sehingga memiliki keselarasan, dimana ada 2 sumur yang memiliki nilai R = > 15 yang menunjukan nilai tersebut sangat besar yang masuk ke dalam klasifikasi intrusi air laut, jika



Gambar 3. Peta Zona Intrusi Air Laut.

dilihat dari peta zona intrusi air laut juga pada daerah tersebut masuk ke dalam zona terkontaminasi tinggi.

Pada (Gambar 5) Tahun 2021 dihasilkan masih masuk ke dalam 5 zona yaitu zona air tawar, zona terkontaminasi sedikit, zona terkontaminasi sedang, zona terkontaminasi agak tinggi dan zona terkontaminasi tinggi yang menjadi klasifikasi hasil penelitian.

Penurunan muka tanah di Jakarta dapat menyebabkan air fosil (*connate water*) dari litologi lempung tercampur dengan air tanah, sehingga mengkontaminasi air tanah. Soenarto dan Wijaya (1985) menyatakan bahwa sistem akuifer Jakarta adalah akuifer preatik yang berhubungan langsung dengan Laut Jawa. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perubahan salinitas yang tinggi pada air tanah yang diambil dari sistem akuifer artesis terjadi karena *connate water*. Hal ini terlihat pada parameter-parameter hidrogeokimia yang ada pada daerah dengan klasifikasi penyusupan air laut agak tinggi sampai intrusi air laut memiliki fasies air tanah Na-Cl. Tipe air Na-Cl dapat mewakili genesa air tersebut, begitu pula dengan hasil *TDS*, DHL dan Cl^- nya lebih tinggi dibandingkan lainnya. Namun, adanya faktor terjadinya intrusi air laut adalah karna bercampurnya antara ion air tanah dan air laut di dekat pantai sehingga terjadinya pertukaran ion yang membuat air berubah menjadi asin, pada bagian daerah tata guna lahan yang mencakupi wilayah tubuh air dan vegetasi alami dan buatan bisa dikarenakan faktor yang membuat air pada daerah tersebut menjadi asin disebabkan oleh tercampurnya air oleh pupuk atau bahan kimia yang bisa merubah air menjadi asin.

Endapan pematang pantai ini disusun oleh pasir berukuran halus sampai kasar, mengandung lempung lanauan, permeabilitas sedang sampai besar. Pada sebaran formasi ini sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pemukiman, karena letaknya relati lebih tinggi sama halnya namanya "punggungan" yang lebih tinggi dari sekitarnya dan kemudahan untuk memperoleh

Tabel 1. Hasil Keseluruhan Daerah Penelitian

Kode Percontoh	TDS (mg/l)	DHL (uS/cm)	Cl (mg/L)	Fasies Air Tanah	Cl/HCO3 R	LITOLOGI
A.P.II.52	3685	5500	1791,7	Na-Cl	Intrusi Air Laut	Aluvial
A.P.II.45	844	1259	308,8	Na-Cl	penyusupan air laut sedang	Aluvial
A.P.II.48	59	88	5,0	Mg-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
A.P.II.42	140	209	11,7	Ca-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.P.II.9	1360	2030	287,8	Na-HCO3	penyusupan air laut sedikit	Kipas Aluvial
A.P.II.13	908	1355	375,7	Na-Cl	penyusupan air laut sedikit	Aluvial
A.PII.32	321	479	11,4	Ca-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.P.II.28	3049	4550	1357,8	Na-Cl	Intrusi Air Laut	Aluvial
A.B.II.6	496	741	43,9	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.B.II.17	413	617	19,4	Ca-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.B.II.19	204	304	21,9	Ca-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.B.II.15	2131	3180	838,9	Na-Cl	penyusupan air laut agak tinggi	Aluvial
A.B.II.16	717	1070	7,1	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.P.II.34	364	543	34,9	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
A.B.II.5	538	803	3,1	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.B.II.4	273	407	3,3	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
A.P.II.56	1454	2170	424,5	Na-Cl	penyusupan air laut sedang	Endapan Punggungan Pantai
A.P.II.58	510	761	10,9	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
A.P.II.7	326	486	24,1	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
BP.II.03	185	276	59,1	Na-Cl	penyusupan air laut sedang	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.05	308	460	65,1	Na-HCO3	penyusupan air laut sedikit	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.32	234	349	11,6	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BP.II.34	278	415	15,9	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BP.II.35	767	1145	94,0	Na-SO4	penyusupan air laut sedikit	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.37	1742	2600	1228,8	Na-Cl	penyusupan air laut agak tinggi	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.38	835	1246	131,8	Na-HCO3	Air Tawar	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.46	357	533	16,3	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BB.II.40	1220	1821	246,8	Na-HCO3	penyusupan air laut sedikit	Endapan Punggungan Pantai
BP.II.50	2312	3450	904,5	Na-Cl	penyusupan air laut agak tinggi	Aluvial
BB.II.55	256	382	10,9	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BB.II.56	200	299	24,4	Ca-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BP.II.10	533	796	7,3	Na-HCO3	Air Tawar	Aluvial
BP.II.15	405	604	66,1	Na-HCO3	Air Tawar	Endapan Pematang Pantai
BP.II.22	379	565	9,3	Na-HCO3	Air Tawar	Tuff Banten
BP.II.23	159	238	11,8	Ca-HCO3	Air Tawar	Tuff Banten
BP.II.26	208	311	22,5	Ca-HCO3	Air Tawar	Aluvial
BP.II.31	251	375	0,6	Na-HCO3	Air Tawar	Kipas Aluvial
BB.II.51	291	434	1,9	Na-HCO3	Air Tawar	Tuff Banten

air. dan juga kadang ditemukan fosil cangkang moluska atau hewan laut yang pada jaman dahulunya daerah ini memang daerah laut, sehingga bisa memungkinkan terjadinya persebaran *connate water* terjebak selama kurun waktu yang lama, pada jaman sekarang terjadi penurunan muka tanah yang menyebabkan lapisan tersebut dipengaruhi oleh tekanan dari atas sehingga bisa menggerus air yang terjebak dan tercampur oleh akuifer air tawar yang sekarang.

kontaminasi yaitu connate water dan intrusi air laut, pada daerah penelitian yang telah dibahas bahwa rata-rata jenis kontaminasi berasal dari connate water pada Endapan Punggungan Pantai dan Aluvial, namun pada Endapan Punggungan Pantai memang mendominasi dari jenis kontaminasi *Connate Water*.

Kontaminasi atau kejadian intrusi air laut pada CAT Jakarta hanya sedikit pada daerah-daerah tertentu saja, dan sebaran air asin yang ditemukan di sumur-sumur atau pada daerah penelitian kebanyakan adalah terjadinya penggerusan formasi yang dahulu menyimpan air purba Pada kejadian intrusi air laut memang pada sumur- sumur terkait dekat dengan pantai yang mana terjadinya kekosongan pori-pori batuan yang mengakibatkan tidak adanya tekanan dari akuifer darat sehingga air laut memaksa masuk ke dalam akuifer daratan dan tercampurnya air tawar dan air laut yang jumlahnya lebih banyak

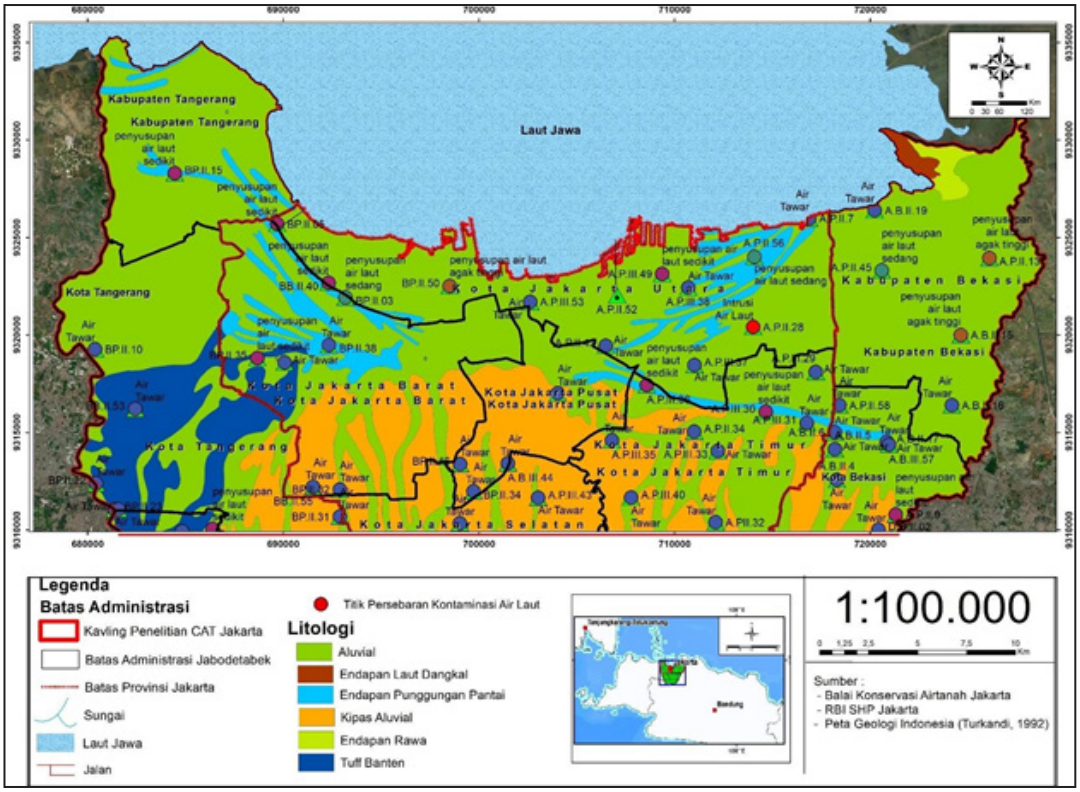
Tabel 2. Jenis Kontaminasi Terhadap Litologi

Litologi	Kode Percontoh Air	Jenis Kontminasi
Aluvial	AB.II.28, AP.II.13, AP.II.9, BP.II.35	*Connate Water*
	AP.II.28, AP.III.49, BP.II.50, AP.II.52	Intrusi Air Laut
Endapan Punggungan Pantai	BP.II.15, BP.II.40, BP.II.03, AP.II.56, AP.III.36, AP.III.30	*Connate Water*

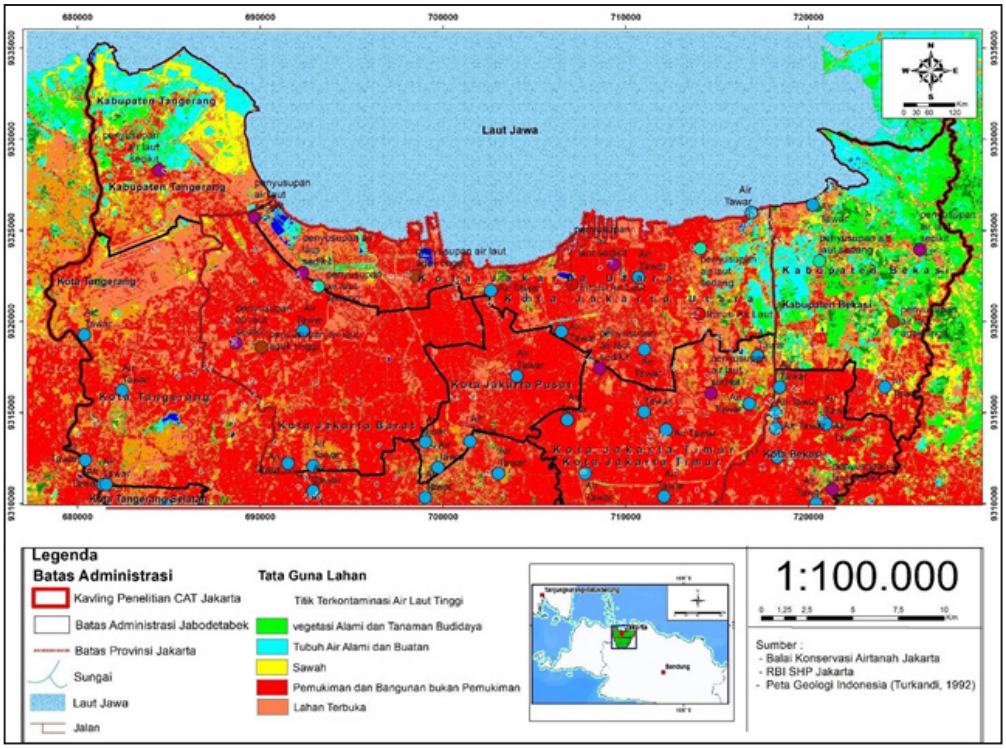
sehingga terjadinya air asin pada sumur-sumur penelitian.

Berdasarkan peta tata guna lahan (Gambar 6) terlihat bahwa dominasi penggunaan lahan merupakan pemukiman dan bangunan, bahwa penggunaan lahan untuk pemukiman secara berlebihan juga jika dibandingkan daerah lainnya. hal ini terlihat selaras dengan peta laju penurunan muka tanah yang ada (Gambar 7), daerah yang merupakan pemukiman terlihat memiliki laju penurunan muka tanah yang paling besar dibandingkan daerah lainnya. hal ini disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan untuk penggunaan sehari-hari, sehingga penurunan muka tanah lebih cepat terjadi.

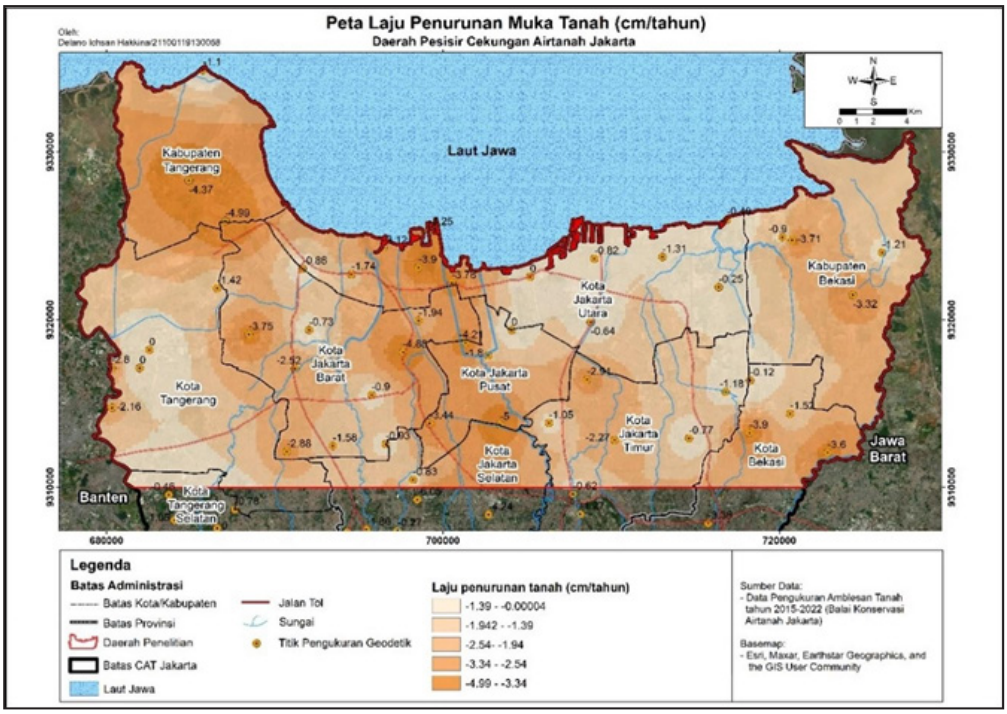
Kondisi Kota Jakarta memang sangat kompleks, terdiri dari perkantoran, bangunan mewah hingga pemukiman padat penduduk yang tersebar di seluruh jakarta, hal ini menjadikan tata guna lahan di daerah CAT Jakarta ini sangatlah beragam, pada daerah barat dan timur Jakarta didominasi oleh vegetasi alami tanaman budidaya, sawah dan tubuh air alami dan buatan, hal ini memang pada daerah tersebut masih banyak rawa dan juga tambak- tambak yang dibuat oleh manusia, dilihat dari segi penggunaan air pada daerah tersebut memungkinkan terjadi eksploitasi air secara berlebihan, seperti contoh untuk tambak yang menggunakan air tanah yang dipompa untuk mengisi kolam-kolam dan juga persawahan untuk irigasi, hal ini pun menjadi



Gambar 5. Peta Geologi Beserta Persebaran Titik Kontaminasi.

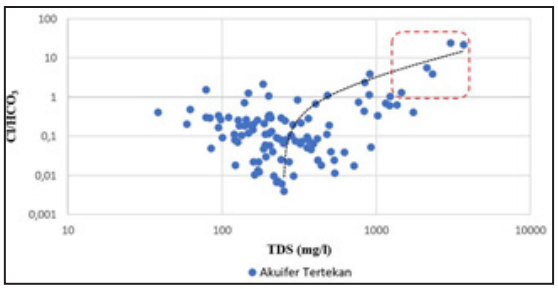


Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan.

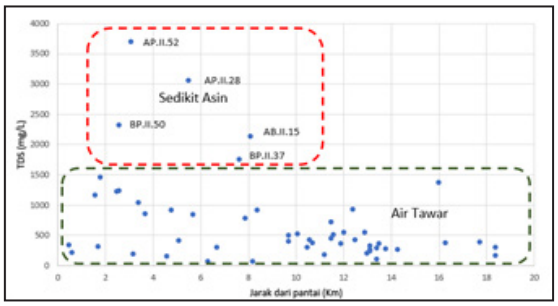


Gambar 7. Peta Penurunan Muka Tanah (Hakkina, 2021)

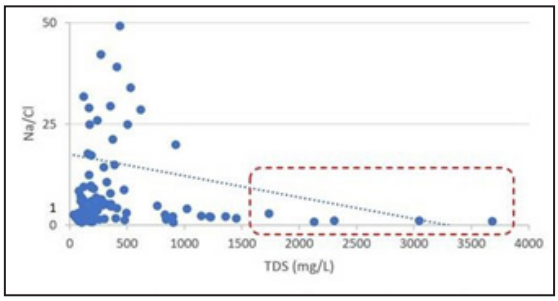
permasalahan dikarenakan terbatasnya kesediaan air tanah tawar untuk kepentingan tersebut dan jika dilakukan secara berlebihan air tanah mengalami kekosongan dan air laut pun mengisi akuifer tersebut yang menyebabkan gagalnya produksi dari tambak ataupun sawah itu sendiri.



Gambar 8. Grafik TDS Antara Cl/HCO_3.



Gambar 9. Grafik TDS Antara Jarak Dari Pantai.



Gambar 10. Grafik *TDS* antara Na/Cl.

Daerah tengah utara hingga selatan Jakarta didominasi oleh pemumikan dan bangunan bukan pemukiman dan lahan terbuka. Hal yang dikhawatirkan adalah terjadinya peningkatan penggunaan air tanah yang berlebihan, karena eksploitasi pada daerah tersebut sangatlah tinggi seperti kebutuhan domestik dan industri, pada daerah ini tingkat penurunan muka air tanah juga sangat tinggi yang mengakibatkan terjadinya intrusi air laut maupun penggerusan *connate wate,* akibatnya terkompresinya lapisan lempung yang dahulu kala masih menyimpan air purba.

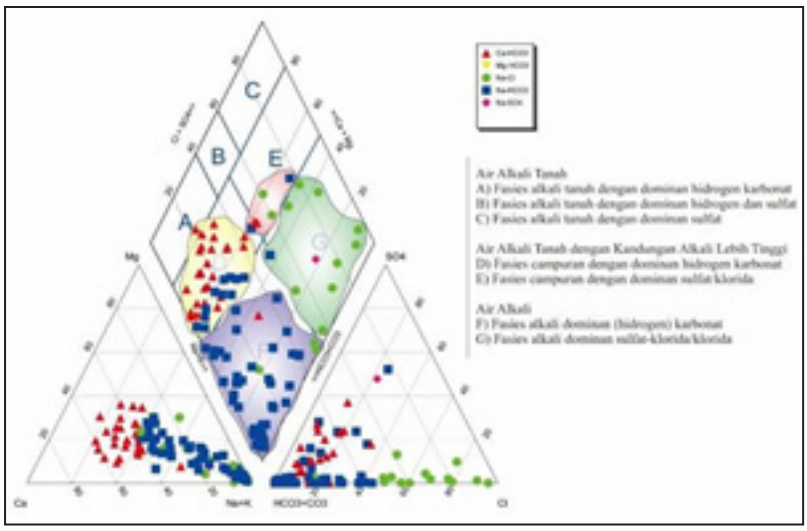
Pada grafik bivariat (Gambar 8) menunjukan nilai *TDS* dengan rasio Cl/HCO_3 < 0,5 dan TDS >1.000 mg/L berasal dari sumur pada kode (A.P.II.52}, (A.P.II.58), (B.P.II.50) Sp. Penjaringan, (B.P.II.15) Masjid Ar-Ridhwan dan (A.B.II.37) Rusun Pekasih yang menunjukan tingginya nilai R pada daerah tersebut.

Pada grafik bivariat (Gambar 9) menunjukan nilai TDS dengan jarak lokasi pengambilan sampel terhadap pantai, terlihat bahwa air tanah yang mengalami penyusupan air laut berasal dari akuifer tertekan dengan jarak dari pantai < 2 km, yaitu 7 km dari pantai, pada kode (A.P.II.52), (A.P.II.58) (B.P.II.50), (B.P.II.15), dan (A.B.II.37). Air tanah yang masih bersifat tawar pada akuifer tertekan memiliki jarak lebih dari 9 km dari garis pantai.

Pada grafik (Gambar 11) menunjukan nilai TDS dengan rasio Na/Cl dengan nilai TDS >1.000 mg/L dan rasio Na/Cl^-< 1 berasal dari sumur pada kode (A.P.II.52), (A.P.II.58) (B.P.II.50), (B.P.II.15), dan (A.B.II.37). yang menunjukan keasinan air tanah pada daerah tersebut dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi ion Cl^- yang menunjukan adanya proses intrusi air laut terhadap air tanah berdasarkan pada rasio Cl/HCO_3 pada akuifer tertekan menunjukan dari sumur pada kode (A.P.II.52), (A.P.II.58) (B.P.II.50), (B.P.II.15), dan (A.B.II.37) terpengaruh penyusupan air laut sedikit hingga agak tinggi.

Rasio Na/Cl <1 disebabkan oleh terjadinya proses pencampuran air laut ke dalam akuifer, tidak menutup kemungkinan karena rendahnya tingkat pencucian oleh air hujan yang mengalami perkolasi. Sedangkan tingginya rasio Na/Cl menunjukan bahwa adanya proses interaksi antara air tanah dengan batuan melalui proses hidrolisis.

Hasil diagram trilinier Piper Gambar 11 terlihat bahwa rata-rata sampel pada penelitian mengindikasikan mengalami proses pencampuran air tawar dan air asin, dan juga mengalami proses intrusi. Hal tersebut didasarkan pada letak titik-titik pada diagram yang semakin ke arah zona tengah atau zona pencampuran, sebagaimana dikemukakan oleh (Sihwanto, 1991).



Gambar 11. Diagram Piper Daerah Penelitian.

Hasil ploting pada diagram Piper terdapat 5 fasies yaitu $CaHCO_3$, $NaHCO_3$, $MgHCO_3$, NaCl, dan $NaSO_4$ dengan perbedaan pada fasies $MgHCO_3$ dan $NaSO_4$.

Sebuah anomali karena keberadaan/hadirnya fasies $MgHCO_3$ dan $NaSO_4$, Fasies $MgHCO_3$ merupakan salah satu penciri jenis air tanah yang dipengaruhi oleh batuan endapan laut yang kaya akan mineral kalsit, dolomit, aragonit, anhidrit, dan gips (Davis dan DeWiest, 1966). Air tanah dengan kandungan $MgHCO_3$ menunjukkan komposisi kimiawi yang telah dipengaruhi oleh batuan penyusun akuifernya dimana air tanah jenis ini mirip dengan air hujan (Siftianida et al., 2016). Sehingga, unsur yang dominan pada dua hasil penelitian ini menjadi sesuai yaitu kandungan unsur Na^+ dan $HCO3^-$. Kandungan sulfat pada fasies NaSO4 dapat ditemukan dalam senyawa sulfur yang terbawa oleh air hujan dari kendaraan bermotor (Pujiindiyati & Pratikno, 2010) atau garam sulfat dapat menjadi sumber sulfat yang terdapat dalam deterjen (Nipu, 2022). Hal ini dapat dikorelasikan dengan aktivitas masyarakat pada tata guna lahan yang ada pada daerah penelitian sehingga kedua fasies yang menjadi anomali bisa terjadi .

Hasil ploting diagram Piper daerah penelitian termasuk kedalam fasies campuran akali lebih dominan dan fasies alkali Gambar 11.

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

Asdak & Chay. 2003. Faktor Hutan, Geomorfologi, dan Anomali Iklim Pada Bencana Longsor Di Hulu DAS Cimanuk. Prosiding Semiloka Mitigasi Bencana Longsor di Kabupaten Garut. Pemerintah Kabupaten Garut.

Davis S.N. dan De Wiest, 1966. Hydrogeology.

Jelin Wilev & Sons, USA.

Irham MN, Achmad RT, Widodo S. 2006. Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin pada Aquifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah. Jurnal Fisika ISSN: 1410-9662. 9(3):137-14

Kodoatie, R.J. 2012. Tata Ruang Air Tanah. Andi Offset Yogyakarta.

Nipu, L. P. 2022. Penentuan Kualitas Air Tanah sebagai Air Minum dengan Metode Indeks Pencemaran. Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application, 2(1),106-111.

https://doi.org/10.59632/magnetic.v2i1.150

PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin). 1986. Direkrorat Geologi Tata Lingkungan, Jakarta.

Permenkes. 2023. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2/MENKES/PER/VI/2023 Tahun 2023

Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Jakarta, Indonesia: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Pujiindiyati, E. R., & Pratikno, B. 2013. Studi Terhadap Faktor Yang Mempengaruhi Kandungan Isotop Oksigen-18 Dari Senyawa Sulfat Terlarut Dalam Air Tanah Dangkal di Daerah Karawang. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 6(1).

Samsuhadi, S. 2009. Pemanfaatan air tanah Jakarta. Jurnal Air Indonesia, 5(1).

Siftlanida Izza Iffatul, Wijatna Budhie Agus, P. B., 2016. Aplikasi Isotop untuk Pendugaan Daerah Resapan Air Mata Air di Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi 12, 97–106. https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.2.2274

Sihwanto & Satriyo. 1991. Metode Penentuan Penyebab Keasinan Air Tanah: Studi Kasus Daerah Dataran Pantai Dumai, Riau. Kumpulan Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Bandung. Hal 26- 40.