

Analisis Kimiawi Air Tanah Akibat Pemompaan Berlebih di Cilincing-Koja-Kelapa Gading, Jakarta Utara

Groundwater Chemical Analysis due to over Pumping at Cilincing-Koja-Kelapa Gading, North Jakarta

A. Asseggaf, Suherman Dwi N, Arini Dian L., dan Himmes Fitra Yuda

Universitas Trisakti

Jalan Kyai Tapa No.1. Jakarta Barat, 11440, Indonesia

e-mail: abd.asseggaf@gmail.com

naskah diterima 29 Juli 2020, selesai direvisi 15 Juli 2021, dan disetujui 5 Agustus 2021

ABSTRAK

Masyarakat Kawasan Cilincing-Koja-Kelapa Gading menggunakan air tanah hanya untuk mandi-cuci-kakus (MCK) saja, sedangkan untuk makan-minum membeli air galon (40 liter) untuk dua hari. Penelitian ini untuk mengetahui penyebab air tanah tidak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan di antaranya pemetaan muka air tanah (MAT) sumur gali/pantek, pengambilan contoh air, pengukuran sifat fisik air tanah dan analisis kimiawi air tanah. Sebaran MAT menghasilkan *cone of depression* (Kelapa Gading Utara). Ini menunjukkan telah terjadi pengambilan air tanah berlebih menggunakan mesin pompa. Fasies ion dominan (70%) $\text{HCO}_3 + \text{SO}_4/\text{Cl}$ pada 7 lokasi fasies $\text{Cl} + \text{SO}_4$ (30%) di 3 lokasi dan ion logam yang dikaji hanya ion Mn menggunakan baku mutu PerMenKes No 492/MEN.KES/PER/IV/2010. Salinitas mengacu kadar TDS umumnya masuk kategori tawar (<1.000 mg/l), dan 3 lokasi kategori payau (1.000-10.000 mg/l). Analisis konsentrasi Cl pada 5 lokasi masuk kategori payau (100-1.000 mg/l), 3 lokasi kategori asin $\text{Cl} > 1.000 \text{ mg/l}$ yaitu 2 lokasi Barat dan 1 lokasi Timur dan hanya 2 lokasi masuk kategori tawar ($\text{Cl} < 100 \text{ mg/l}$) terletak di bagian tengah serta utara. Air tanah fasies awal NaK- HCO_3 mengalir ke arah selatan terjadi perubahan menjadi fasies NaK-Cl. Beberapa lokasi mempunyai kandungan ion Mn telah melampaui baku mutu di antaranya Mn; 3 lokasi di Barat dan 1 lokasi di Timur, sedangkan lokasi lainnya masih di bawah baku mutu yang disyaratkan. Lokasi Kelapa Gading Utara dan Marunda mempunyai kadar TDS (<500 mg/l) dan Klorida/Cl (<100 mg/l) yang digunakan masyarakat sebagai sumber air baku untuk makan-minum, karena rasa air tanahnya tawar. Sedangkan lokasi air tanah (SG/SP) lainnya, tidak dapat digunakan masyarakat sebagai air baku untuk makan-minum, karena tingginya nilai TDS di atas normal berkisar 500 - 4020 mg/l yang mempunyai rasa air payau hingga asin.

Kata kunci: air tanah, fasies hidrokimia, Jakarta Utara, kimiawi air tanah, muka air tanah, TDS

ABSTRACT

People of the Cilincing-Koja-Kelapa Gading area use groundwater only for bathing-washing-toilet, while for eating and drinking they buy water gallon (40 litres) for 2 days. This study is to determine the cause of groundwater not being used for daily needs. The methods used include mapping the groundwater level of dug wells, taking water samples, measuring the physical properties of groundwater and chemical analysis of groundwater. The distribution of groundwater levels shows a cone of depression (North Kelapa Gading). This indicates that there has been excess groundwater extraction using a pump machine. Dominant ion facies (70%), $\text{HCO}_3 + \text{SO}_4/\text{Cl}$ at 7 locations $\text{Cl} + \text{SO}_4$ facies (30%) in 3 locations and only metal ions studied were Mn ions using the quality standard of PerMenKes No 492/MEN.KES/PER/IV/2010. Salinity refers to the levels of TDS, generally are in the fresh category (<1,000 mg / l), and 3 locations in the brackish category (1,000 - 10,000 mg / l). Analysis of chloride / Cl concentrations at 5 locations are in the brackish category (100 - 1,000 mg / l), 3 locations in the salty category of $\text{Cl} > 1,000 \text{ mg / l}$, which are 2 locations in the West and 1 in the East and only 2 locations in the fresh category ($\text{Cl} < 100 \text{ mg / l}$) which are located in the Central and North. The initial NaK - HCO_3 facies groundwater flows to the South and changes to NaK - Cl facies. Several locations that contain Mn ions have exceeded the quality standard, including Mn; 3 locations in the

West and 1 location in the East, while the other locations are still below the required quality standard. The locations of Kelapa Gading Utara and Marunda have levels of TDS (<500 mg/l) and chloride/Cl (<100 mg/l) which are used by the community as a source of raw water for food and drink because the groundwater tastes fresh. Meanwhile, other groundwater (SG/SP) locations cannot be used by the community as raw water for food and drink, because the high TDS value above normal ranges from 500 - 4020 mg/l, which has a brackish to salty taste.

Keywords: groundwater, chemical facies, North Jakarta, chemical groundwater, groundwater level, TDS

PENDAHULUAN

Teluk Jakarta terbentuk akibat suplai material dari aliran sungainya lebih kecil dibandingkan dengan suplai sedimen dua sungai besar, yaitu Sungai Cisadane (barat) dan sungai Citarum (timur). Tjia, dr. (1968) menyatakan bahwa selama masa Kuartar wilayah, Asia Tenggara mengalami beberapa kali proses kenaikan muka air laut (iklim panas) hingga + 65 m, dan turunnya muka air laut hingga -90 m (iklim dingin). Akibatnya proses pelapukan, erosi dan sedimentasi dalam wilayah Teluk Jakarta mengalami proses abrasi dan akresi berulang, sehingga lingkungan pengendapan mengalami perubahan, mulai lingkungan darat/sungai-dataran banjir-rawa-delta hingga laut dangkal. Keadaan geologi 4.500 tahun yang lalu di utara wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta merupakan rawa air payau dengan batas garis pantai berada di sekitar Kalideres (Wandowo, 2000). Diduga air tanah payau di daerah tersebut merupakan air yang terdapat pada lapisan lempung endapan rawa dengan kelulusan rendah sehingga sulit tercuci dan masih tersisa sampai sekarang (Setiawan, 2014) dan air tanah tidak tertekan di wilayah CAT Jakarta umumnya memiliki kualitas buruk (Matahelumual dan Harnandi, 2010). Adanya kondisi lingkungan pengendapan litologi yang berbeda secara tegak ataupun mendatar akan menyebabkan terjadinya kondisi kualitas air tanah yang berbeda pula. Umumnya material yang diendapkan berupa fraksi lanau/silt dapat mencapai hingga 80% dan sisanya berupa pasir halus hingga sedang (Verstappen dalam Suwijanto, 1977), materialnya berasal dari rombakan hasil pelapukan singkapan batuan di selatan wilayah Teluk Jakarta, berupa batuan vulkanik, batuan sedimen serta singkapan mineralisasi (Gunung Pancar).

Bentang alam pantai Jakarta sekarang ini lebih didominasi oleh perubahan yang disebabkan akibat aktivitas manusia, perubahan yang terjadi dapat berakibat positif maupun negatif terhadap lingkungan sekitarnya (Ongkosono, 1981). Dengan terdapatnya struktur lapisan akuifer yang relatif datar terhadap pantai ini akan memberikan pengaruh kesetimbangan hidrostatik aliran air tanah dengan aliran airlaut. Kesetimbangan hidrostatik antara kedua aliran air tanah tersebut berada dalam kesetimbangan hidrostatik yang dinamis; artinya jika tekanan aliran air tanah tawar yang berasal dari daratan lebih tinggi, maka air tanah akan dapat mendesak air tanah asin ke arah laut. Demikian pula sebaliknya; jika kesetimbangan aliran air tanah tawar tersebut berkurang akibat pengambilan yang berlebih dan tekanan aliran air laut lebih besar, maka aliran air asin akan mendesak ke dalam sistem akuifer daratan (Robertus, 2016).

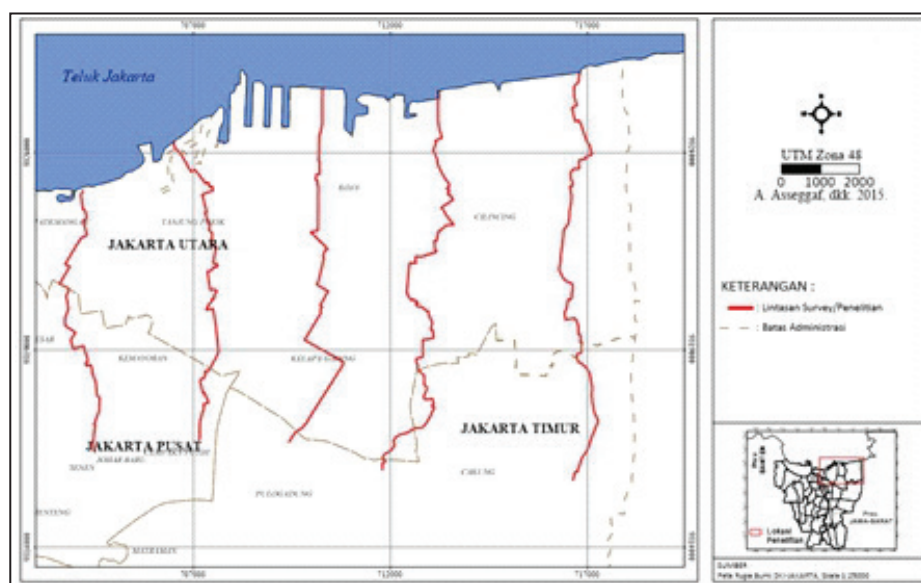
Begitu pula bila dalam suatu kawasan ada pengambilan air tanah /pemompaan lebih dari sekitarnya, maka akan dijumpai adanya kerucut penurunan MAT (*cone of depression*). Ini artinya semua aliran air tanah menuju ke pusat MAT terdalam. Kualitas air tanah dangkal dataran pantai Jakarta dengan batas timur Kali Bekasi hingga batas barat Sungai Cisadane, lebih didominasi fasies kimiawi NaHCO_3 - NaCl-MgHCO_3 yang mempunyai rasa air tanah umumnya tawar (7 lokasi) hingga payau-asin (30 lokasi), kisaran jumlah padatan terlarut (TDS) 104-3.832 mg/l (Tantowi, dr. 2018). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi dalam wilayah dataran pantai Jakarta lebih didominasi akibat aktivitas manusia, khususnya perubahan MAT yang terjadi. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat kawasan ini umumnya menggunakan air sumur, baik

berupa sumur gali (SG) atau pantek (SP) dengan kedalaman kurang dari 10 meter (mts), air yang diperoleh hanya digunakan untuk MCK. Sedangkan air untuk makan-minum diperoleh dengan cara membeli air galon (40 liter) setiap dua hari sekali.

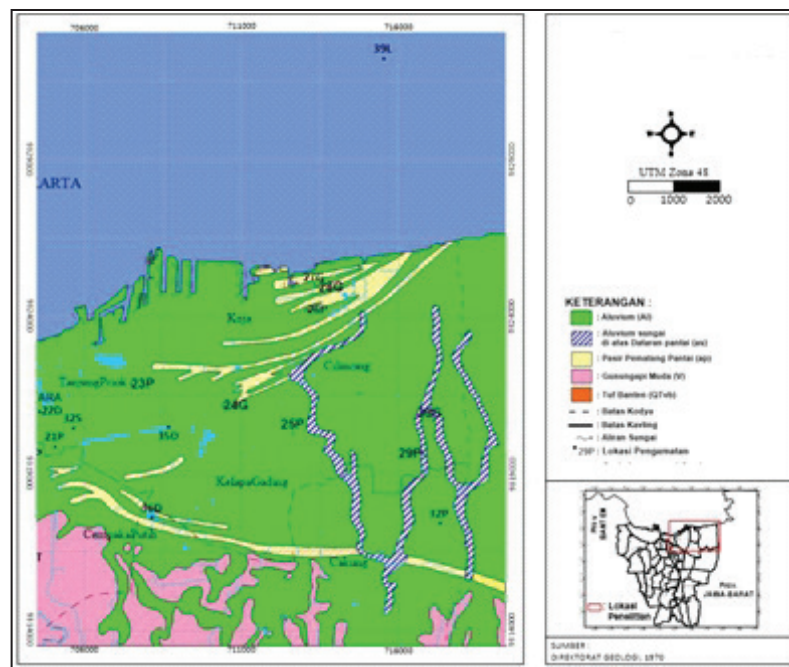
Kawasan penelitian terletak di daerah Cilincing-Kelapa Gading masuk wilayah Kecamatan Tanjungpriok-Koja-Cilincing-Kelapa Gading dan Cakung dalam Jakarta Utara, mempunyai koordinat 48 UTM : 719452 Mu-9333500 Mt Dan 685549 Mu-9313500 Mt (Gambar 1). Daerah penelitian Cilincing-Kelapa Gading mempunyai luas kurang lebih 15 x 10 km² atau 150 km². Dalam daerah penelitian telah dilakukan 5 lintasan arah utara-selatan dengan jarak antar lintasan 4-6 km dan panjang lintasan berkisar 6-11 km, lintasan yang dibuat sesuai tata guna lahan yang ada (Modifikasi Tataguna Lahan DKI Jakarta, 2015 dan Hortlof, G.W., 2006) untuk menghindari daerah kompleks seperti pelabuhan, industri dan kompleks permukiman dengan target terdapatnya SG dan SP dalam wilayah permukiman rakyat tersebut. Secara umum permukiman berkembang di dataran pantai mempunyai elevasi kurang dari 6 mdl terletak di atas Endapan Aluvial (Qa atau Al), Endapan Pematang Pantai (Qbr atau ap) dan

Endapan Sungai Tua (Qs; Gambar 2). Penelitian ini mencoba mencari penyebab kualitas air tanah yang tidak digunakan oleh masyarakat setempat, kajian akan berdasarkan sifat fisik dan kimiawi air sumurnya. Faktor litologi dan lingkungan pengendapan akan mempengaruhi karakteristik kimiawi air tanah, serta litologi yang dilalui aliran air tanahnya (Matthes & Harvey, 1982). Tujuan penelitian untuk melihat adanya pemompaan karena banyak digunakan untuk keperluan masyarakat setempat.

Geologi daerah penelitian diperoleh dari *Peta Geologi Lembar Jakarta* (Turkandi, drr., 1992) Sekala 1:100.000 dan *Peta Geologi Teknik Lembar Jakarta-Bogor* (Direktorat Geologi, 1970) sekala 1:50.000, kedua peta ini secara prinsip mempunyai satuan batuan/litologi yang sama, tetapi hanya berbeda dalam sekala saja. Daerah penelitian tersusun oleh empat satuan batuan (Gambar 2); 1) Satuan Aluvium (Qa atau Al) dibentuk hasil sedimentasi endapan permukaan berupa lempung-pasir-kerikil hingga kerakal yang belum terkonsolidasi atau masih bersifat lepas, endapan ini meliputi lingkungan pengendapan berupa dataran banjir, pantai, dan rawa hingga laut dangkal; 2) Satuan Aluvium Sungai (as) adalah produk sungai yang terendapkan di atas dataran pantai, berupa



Gambar 1. Lokasi dan lintasan daerah penelitian Cilincing - Kelapa Gading (Assegaf, drr., 2017).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Cilincing-Kelapa Gading, Jakarta Utara (Assegaf, drr., 2017)

lempung-lanau-pasir dengan campuran kerikil hingga kerakal bersifat lepas, tidak dijumpai adanya sisa vegetasi dan fosil. 3)

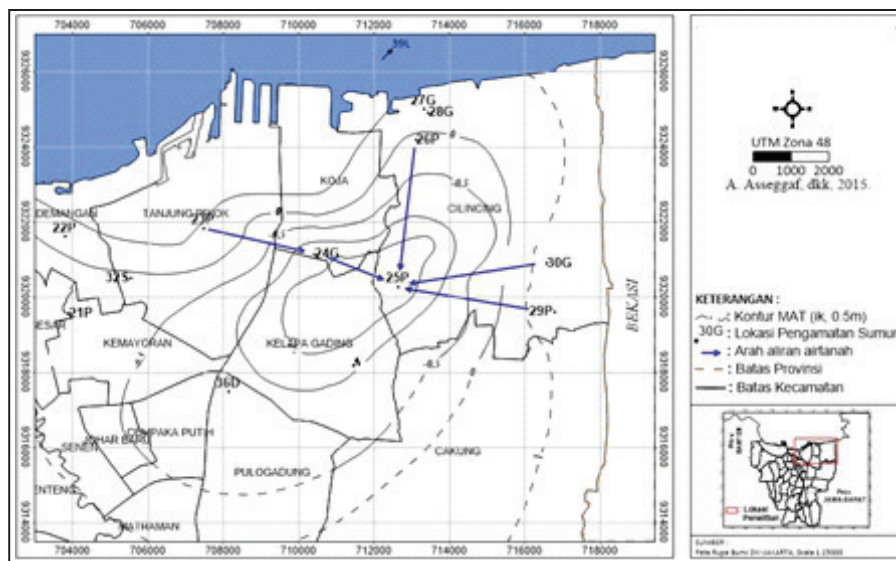
Satuan Pematang Pantai (Qbr atau ap) dibentuk berupa pasir halus hingga kasar dan dijumpai pula adanya pecahan cangkang/fosil dengan sebaran relatif hampir barat-timur dan barat-timur laut sesuai dengan bentuk pantai masa lalu; serta 4) Satuan Gunungapi Muda atau Kipas Aluvium Bogor (Qav atau V) dibentuk litologi tufa halus-tufa pasir-tufa konglomeratan, penyebaran hanya terdapat sebagian terletak di bagian selatan blok penelitian. Semua unit satuan muda belum mengalami proses litifikasi menjadi lebih keras, dan keempat satuan muda tersebut masuk dalam umur Kuartar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uraian mengenai sebaran MAT serta alirannya, sifat fisik, fasies kimiawi dan keterdapat mineral logam, adalah sebagai berikut:

Data MAT berasal dari 4 SG dan 6 SP (Gambar 3), sebaran kontur MAT mempunyai pola kontur air tanah menutup (*cone of depression*). Pola ini

menunjukkan semua aliran air tanah mengalir menuju titik pusat di sekitar Kelapa Gading (25P). Berdasarkan data pengukuran MAT pada 10 lokasi sumur menunjukkan MAT daerah Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing mempunyai kisaran muka air tanah berkisar -1,50 m hingga + 1,00 m, dengan lokasi Kelapa Gading bagian utara (25P) merupakan pusat penurunan MAT (*cone of depression*). Hasil analisis sebaran MAT, menunjukan bahwa pada daerah Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing memiliki arah aliran air tanah (Gambar 3): 1). Bagian barat laut, Tanjungpriok (23P) air tanah mengalir ke arah tenggara menuju pusat penurunan kontur MAT di wilayah Kelapa Gading Utara (25P); 2). Bagian selatan, di sekitar wilayah Cempaka Putih dan Cakung diperkirakan (tidak ada data) air tanah mengalir ke arah utara menuju sekitar Kelapa Gading sebagai pusat penurunan MAT (25P).; 3). Bagian timur, tenggara Cilincing (29P dan 30G) mengalir ke arah barat menuju Kelapa Gading bagian utara (25P). 4). Bagian utara, sekitar timur laut Koja-Kalibaru (26P, 27G dan 28G) aliran air tanah menuju ke arah selatan menuju pusat penurunan MAT di wilayah Kelapa Gading bagian utara (25P).



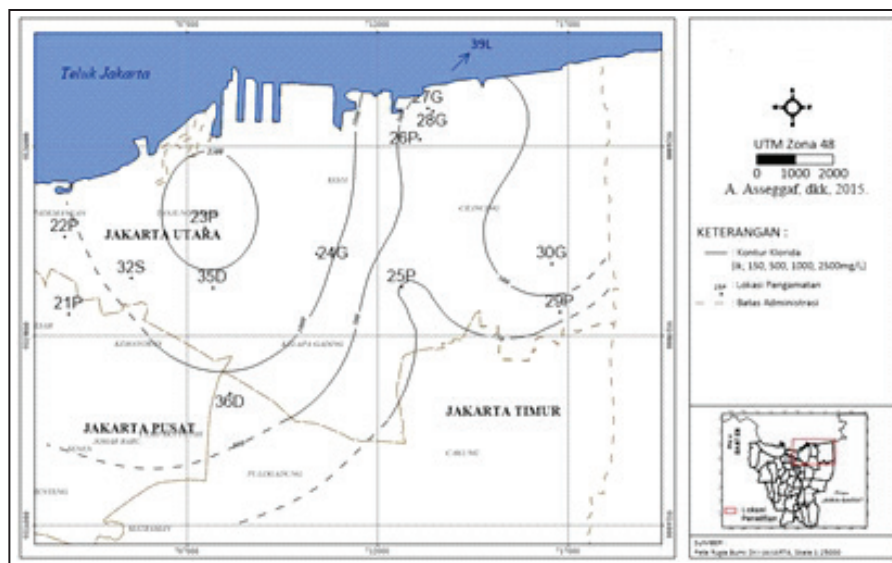
Gambar 3. Peta MAT daerah Kelapa Gading-Cilincing(Asseggaf, drr., 2017).

Analisis fasies air tanah sangat bermanfaat dalam melakukan identifikasi proses-proses hidrogeokimia pada setiap zona air tanah yang dicirikan oleh kandungan ion-ion terlarut (His-cok, 2005). Salah satu parameter hidrokimia yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat salinitas air tanah adalah zat padat terlarut (Hem, 1970 dalam Thangarajan, 2007). Besaran sa-linitas mengacu kadar Cl (Stuyfzand, 1989) dan Jumlah padatan terlarut (*Total Dissolved Solid/* TDS; Matthes dan Harvey, 1982); secara umum sebaran konsentrasi Cl (mg/l) wilayah peneli-tian berkisar 91 mg/l (tawar) hingga 3513 mg/l (asin), konsentrasi tertinggi 3513 mg/l terletak di daerah Tanjungpriok (23P) Konsentrasi terendah terletak di bagian timur laut Koja nilainya 91 mg/l (lokasi 28G; Gambar 4 dan Tabel 1). Acuan Cl (Stuyfzand, 1989) menunjukkan bahwa kadar Cl untuk sifat tawar (< 100 mg/l) hingga payau (100-1.000 mg/l) dan asin (> 1.000 mg/l). Penyebaran air tanah asin terletak di wilayah utara Kelapa Gading (24G), selatan Tanjung-priok (23P) dan timur Kelapa Gading (30G). Air tanah tawar-payau (Gambar 4) terletak di wilayah Cilincing bagian utara (28G, 27G dan 26P) dan wilayah Kelapa Gading bagian timur bersifat tawar (29P) serta asin (30G). Wilayah bagian timur Cilincing mempunyai kadar sa-linitas lebih kecil dari 500 mg/l dan ke arah

tenggara nilai salinitasnya lebih kecil dari 150 mg/l. Sedangkan bagian selatan Tanjungpriok mempunyai konsentrasi salinitas 500-2500 mg/l. Kriteria salinitas menggunakan acuan kadar TDS menunjukkan bahwa air tanah yang bersifat tawar (< 1.000 mg/l), payau (1.000-10.000 mg/l) dan asin (>10.000 mg/l) dengan penyebaran di wilayah Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing; air tanah payau terletak di lokasi Tanjungpriok (23P) hingga tenggaranya (24G) dan tenggara Cilincing (30G). Sedangkan ke-7 lokasi yang ada dapat digolongkan sifat air tanahnya tawar.

Fasies kimiawi air tanah pada semua lokasi (10 lokasi SP & SG) hanya mempunyai fasies kation NaK, dan fasies Anion Bikarbonat/ HCO_3 terdapat pada 6 (enam) lokasi 21P, 22P, 26P, 27G, 28G dan 29P serta Anion Cl hanya terdapat di lokasi 23P, 24G, 25P dan 30G (Tabel 2); fasies kimiawi yang dominan adalah NaK- HCO_3 dan NaK-Cl. Aliran air tanah berperan mempengaruhi terjadinya reaksi kimiawi dalam air tanah, sehingga akan berubahnya fasies air tanahnya.

Air tanah kawasan Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing mempunyai kisaran nilai *Ionic Balance Error*/IBE 1,60-41,2 % dan rata-ratanya 10,76 % yang masuk dalam kategori tidak baik akibat dari 2 (dua) lokasi 23P dengan



Gambar 4. Peta sebaran Klorida/Cl terhadap penelitian (2015). (Asseggaf, dr., 2017).

Tabel 1. Data konsentrasi TDS dan Cl^- airtanah Daerah Kelapa Gading - Cilincing

Jenis Salinitas	Lokasi sumur									
	21P	22P	23P	24G	25P	26P	27G	28G	29P	30G
TDS (mg/l)	850	790	4020	2100	480	640	990	420	850	2100
Cl (mg/l)	129	338	3513	1229	107	246	335	91,4	175	1081
Keterangan : G : Sumur Gali							P : Sumur Pantek			

IBE 23,4 % dan 25P mempunyai IBE 41,2 %. Sedangkan 8 (delapan) lokasi mempunyai kategori sangat baik-baik dengan rentang nilai IBE berkisar 1,6-5,3 % (Tabel 2). Berdasarkan hasil analisis terdapat 4 (empat) fasies air tanah yang terdapat dalam air tanah (Tabel 2), yaitu fasies Bikarbonat Klorida/ $\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-$ (30 %; LP 26P, 27G & 28G), Bikarbonat Sulfat/ $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4$ (30%; 21P, 22P & 29P), fasies Klorida Sulfat/ $\text{Cl}^- + \text{SO}_4$ (30 %; LP 24G, 25P & 30G), dan Klorida Bikarbonat/ $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3$ (10%; LP 23P). Berdasarkan aliran air tanah yang terjadi dalam kawasan ini telah terjadi perubahan fasies air tanahnya; 1). Lokasi timur laut Koja (lokasi 28G) mempunyai fasies kimiawi NaK- HCO_3 , aliran air tanahnya ke arah ke arah selatan (lokasi 26P) fasiesnya tetap NaK- HCO_3 ; air tanah terus mengalir ke arah selatan menuju lokasi 25P yang terletak di timur laut Kelapa Gading fasies air tanahnya telah berubah menjadi NaK-Cl. Perubahan konsentrasi ion Ca dan Mg cukup

besar terjadi pada saat lokasi 26P (fasies $\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-$) mengalir ke arah selatan menuju lokasi 25P fasies berubah menjadi $\text{Cl}^- + \text{SO}_4$. Diperkirakan dalam aliran air tanah dari lokasi 26P ke arah lokasi 25P telah terjadi reaksi unsur Ca/Mg dengan ion HCO_3^- (Tabel 3 dan Gambar 5). 2). Aliran air tanah lokasi 23P dengan fasies NaK-Cl mengalir ke arah tenggara (lokasi 24G) mempunyai fasies air tanahnya tetap berupa NaK-Cl, aliran air tanah terus mengalir ke arah tenggara (lokasi 25P) fasies air tanahnya tetap NaK-Cl. Telah terjadi perubahan fasies $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3$ (lokasi 23P) menjadi fasies $\text{Cl}^- + \text{SO}_4$ (lokasi 24G), konsentrasi ion Mg menurun dan diperkirakan telah terjadi reaksi mengikat ion HCO_3^- . Aliran air tanah (lokasi 24G) terus mengalir ke arah tenggara menuju lokasi 25P; fasies air tanah tidak berubah NaK-Cl dan konsentrasi Mg dan Ca menurun dan diperkirakan terjadi reaksi antara ion Mg dan Ca dengan ion HCO_3^- (Tabel 4 dan Gambar 6).

Tabel 2. Komposisi kimiawi ion utama daerah Cilincing - Kelapa Gading

Nama Sampel	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Na (meq/l)	K (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	SO ₄ (meq/l)	HCO ₃ (meq/l)	IBE (%)
21P	4,84	4,58	9,87	0,26	2,79	7,29	10,59	-2,77
22P	4,63	4,63	7,70	0,51	7,95	0,60	8,23	-3,75
23P	9,23	18,34	42,37	0,54	99,09	4,68	9,82	-23,4%
24G	9,23	10,28	33,58	0,42	34,67	7,29	6,13	5,3%
25P	1,05	2,95	6,48	0,12	3,02	0,75	0,65	41,2%
26P	3,57	4,90	5,65	0,35	6,94	0,96	7,56	-3,3%
27G	2,77	5,08	16,14	0,28	9,45	0,12	13,60	2,3%
28G	3,07	1,81	4,78	0,18	2,58	0,62	6,97	-1,6%
29P	1,68	2,37	15,62	0,12	4,94	6,08	10,91	-5,1%
30G	15,02	5,15	37,49	0,14	30,49	19,76	3,20	3,9%

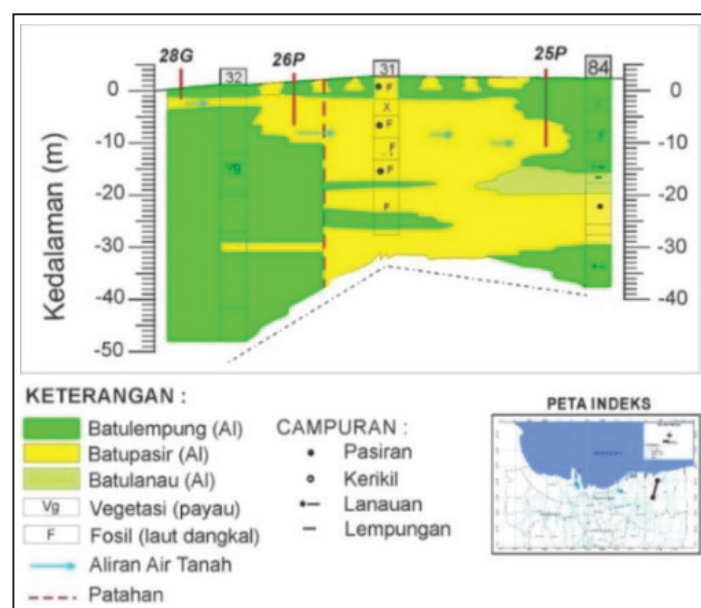
Tabel 3. Evolusi fasies airtanah arah aliran utara-selatan

Sumur	28G	26P	25P
Cl	Tawar	Payau	Tawar
TDS	Tawar	Tawar	Tawar
Fasies	HCO ₃ + Cl ⁻	HCO ₃ + Cl ⁻	Cl ⁻ + SO ₄

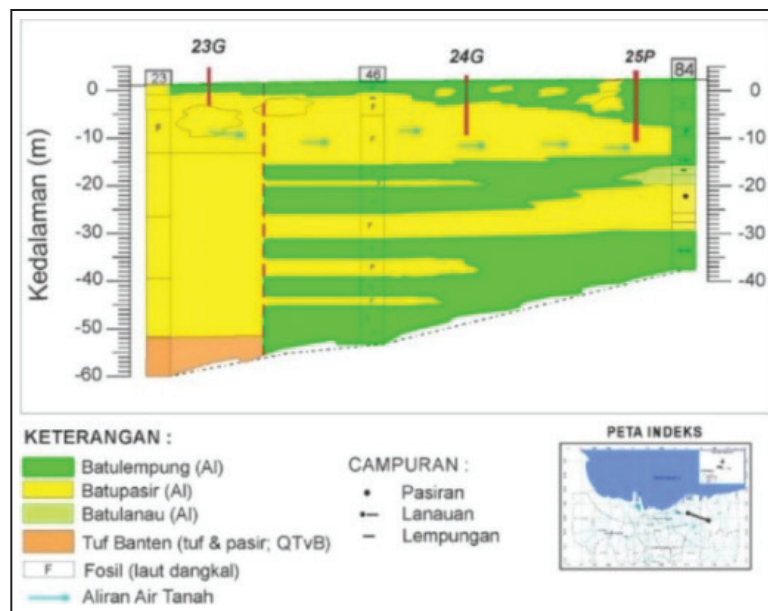
Tabel 4. Evolusi fasies airtanah arah aliran barat laut-tenggara

Sumur	23P	24G	25P
Cl	Asin	Asin	Tawar
TDS	Payau	Payau	Tawar
Fasies	Cl ⁻ + HCO ₃	Cl ⁻ + SO ₄	Cl ⁻ + SO ₄

Data laboratorium menunjukkan air tanah daerah Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing mengandung beberapa mineral logam salah satunya adalah Mangan/Mn. Dengan mengacu Kep-MenKes Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010 sebagai dasar dalam menentukan kualitas air tanah (Mn < 0,4 mg/l) daerah penelitian mempunyai kisaran konsentrasi Mn 0,01-3,59 mg/l. Kadar ion Mn dalam lokasi 21P, 22P, 24G dan 30G mempunyai kisaran konsentrasinya 0,867 - 3,59 mg/l, konsentrasinya telah melampaui baku mutu untuk air minum (Tabel 5). Keberadaan serangkaian mineral logam dengan komposisi kimiawi tertentu dan berbentuk kristal



Gambar 5. Penampang arah aliran air tanah utara-selatan.(Assegaf, drr., 2017).



Gambar 7. Penampang arah aliran air tanah barat laut-tenggara (Asseggaf, drr., 2017).

Tabel 5. Konsentrasi Logam Mn

No. Asli Lapangan	PERMENKES NO.492/PER/IV/2010 (MN)	Airtanah Penelitian
21P	0,4	0,867
22P		3,37
23P		0,02
24G		3,59
25P		0,031
26P		0,232
27P		0,02
28G		0,01
29P		0,134
30G		2,8
32S		0,02

alami merupakan hasil proses larutan magma (Mottana, A., drr., 1978), berupa terobosan batuan sampling ataupun terbentuk hasil proses larutan hidrotermal yang terbentuk secara primer. Beberapa golongan mineral yang terbentuk secara primer, dapat berupa mineral oksida, hidroksida, sulfida, karbonat, sulfat dan “*native element*” (Faust, S.D. & Osman, M.A., 1981). Secara alami mineralnya padat saat awal terbentuk, tetapi telah mengalami proses pelapukan atau dekom-

posisi akibat cuaca (air ataupun gas), kemudian tererosi-larut sebagian dalam cairan dan akhirnya diendapkan kembali pada lokasi tertentu. Ini memungkinkan air tanah mengandung unsur ion logam tersebut. Berdasarkan standar energi bebas (ΔG° kemudahan proses pelarutan mineral (padat) tergantung pada suhu normal (25°), tekanan 1 atm dalam kondisi padat seperti hausmanit (Mn_3O_4) dan magnetit (Fe_3O_4) akan lebih mudah larut dibandingkan dengan mineral lainnya. Ini disebabkan nilai ΔG° negatif akan lebih mudah larut daripada ΔG° positif.

Berdasarkan *Peta Geologi Regional Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu* (Turkandi, 1992), di bagian selatan lokasi penelitian terdapat perbukitan yang dibentuk oleh batuan vulkanik tua (bersifat Andesitik), terdapat pula adanya proses mineralisasi seperti di sekitar Gunung Pancar dengan mataair panasnya dan adanya singkapan batuan sedimen Tersier berupa batugamping Formasi Parigi dan batupasir/batulempung Formasi Citarum. Kemungkinan lain adalah akibat aktifitas manusia (antropogenik) dapat pula menjadi sumber keberadaan ion logam tersebut. Hal menarik adalah menentukan asal-usul unsur logam dalam kawasan Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing yang sampai saat ini belum dapat ditentukan. Pada Tabel 6 dapat dilihat

Tabel 6. Tingkat kelarutan Mineral Dalam Cairan*

No	Nama Mineral	Rumus	ΔG^0_{Res} (Kcal/Mol)
1	Alabandite	MaS	-52,140
2	Galena	PbS	-22,962
3	Wurtzite	ZnS	-45,760
4	Tenorite	CuO	-30,498
5	Magnetite	Fe ₃ O ₄	-243,094
6	Hausmanite	Mn ₃ O ₄	-306,313
7	Pyrochroite	Mn(OH) ₂	-147,14
8	Ferroishidroside	Fe(OH) ₂	-115,57
9	Cerrucite	PbCO ₃	-150,325

adanya tingkat kelarutan mineral dalam cairan yang merupakan hasil dari persamaan dari aksi yang spontan akan menghasilkan produk standar serta ada beberapa yang berada dalam keadaan setimbang (tidak terjadi reaksi).

Air tanah yang digunakan oleh masyarakat lokal kawasan Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing kemungkinan besar hanya berdasarkan rasa air tanah atau air sumurnya, data lapangan dan laboratorium menunjukkan bahwa berupa unsur TDS (Jumlah Padatan Terlarut) dan Cl terhadap kualitas air tanahnya. Sesuai Baku Mutu Permenkes: 492/MENKES/PR/IV/2010; persyaratan untuk TDS 500 mg/l dan Cl 250 mg/l; data TDS yang lebih kecil dari baku mutu hanya ada di dua (2) lokasi, yaitu LP 25P dan 28G. Sedangkan data lokasi yang mempunyai kadar Cl lebih kecil dari baku mutu diperoleh 4 lokasi, yaitu LP 21P, 25P, 26P, dan 28G. Dengan menggabungkan ke dua (2) baku mutu TDS dan Cl, maka lokasi yang memenuhi kedua syarat baku mutu Permenkes: 492/MENKES/PR/IV/2010 adalah lokasi 25P dan 28G. Berdasarkan peta MAT (Gambar 3) dapat dilihat bahwa lokasi 25P adalah lokasi yang melakukan pengambilan atau pemompaan air tanah terbesar dari sekitarnya, kemungkinan menyebabkan terjadinya perubahan fasies kimiawi lokasi akibat adanya aliran air tanah tersebut. Keberadaan unsur logam Mn dalam air tanah yang konsentrasinya berkisar 0,01-3,59 mg/l dengan baku mutu <0,4 mg/l, maka terdapat hanya 4 lokasi yang kadar Mn-nya lebih kecil dari baku mutu,

yaitu lokasi 23P, 25P, 27P dan 28G. Secara tidak langsung lokasi 25P yang digunakan masyarakat sekitar Kelapa Gading memenuhi persyaratan Permenkes: 492/MENKES/PR/IV/2010 untuk parameter TDS, Cl dan Mn.

KESIMPULAN

Sebaran MAT kawasan Tanjungpriok-Kelapa Gading-Cilincing membentuk *cone of depression* (Kelapa Gading bagian timur laut) dengan MAT -1,50 m (dpl). Salinitas air tanah berkisar 150 mg/l hingga lebih dari 2500 mg/l, ke arah utara-barat laut konsentrasi salinitas makin tinggi, ke arah tenggara salinitas air tanah menjadi lebih rendah. Sebaran fasies anion air tanah dominan (70%) adalah HCO₃ + SO₄/Cl dan 30% fasies Cl + SO₄. Aliran air tanah pemicu terjadinya perubahan fasies air tanah dari fasies NaK-HCO₃ (LP 26G) di timur laut Koja mengalir ke arah selatan (25P) menjadi fasies NaK-Cl serta terjadi reaksi ion antara ion Mg atau Ca terhadap ion HCO₃ atau SO₄. Ion Mn mempunyai kisaran konsentrasi 0,01-3,59 mg/l; terdapat 6 lokasi yang telah melampaui persyaratan baku mutu (>0,4 mg/l) Permenkes: 492/MENKES/PR/IV/2010, yaitu di bagian barat (4 lokasi), bagian timur (1 lokasi) dan bagian utara (1 lokasi) kisaran kadar 0,867 hingga 3,59 mg/l. Masyarakat sekitar Kelapa Gading timur laut telah memanfaatkan air tanah, diperkirakan hanya rasa air tanah saja. Hal ini didukung kadar TDS dan Cl yang menimbulkan rasa tawar dan konsentrasi ion logam Mn lebih kecil dari baku mutu yang dipersyaratkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Trisakti yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian serta dana sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Mahasiswa yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan, Kami juga mengucapkan terimakasih kepada semua tim yang telah

membantu dalam penyelenggaraan kegiatan ini, sehingga dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asseggaf, A., drr, 2020. Analisis Kualitas Air Sumur Penduduk Sebagai Asir Baku Kehidupan Kawasan Cilincing-Kelapa Gading Jakarta Utara Untuk Kebutuhan Masyarakat Lokal, Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, USAKTI, Juli, Jakarta.
- Asseggaf, A., drr., 2017, Karakter Hidrogeologi Zonasi Akifer (0-20 m) Berdasarkan Geologi, Hidrokimia-Isotop Dalam Air tanah Jakarta Utara, Disertasi Fakultas Teknik Geologi, UNPAD, Agustus, Bandung.
- Asseggaf, A., A., Hendarmawan, Hutasoit, L.M., dan Hutabarat, J., 2017, Salinitas Akifer Tertekan Kedalaman (0-20 m) Daerah Kalideres-Cengkareng Jakarta Barat, Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, LIPI, Vol. 27, No 1, Hal. 15-25, Juni, Bandung.
- Brassington, 2007. *Field Hydrogeology*, Chapter 7 Graoundwater Chemistry, John Wiley & Sons, Ltd., England, page 159-185; Good Working Practice, page 239-244.
- Direktorat Geologi, 1970. *Peta Geologi Teknik Jakarta-Bogor Sekala 1 : 50.000*, Dirjend. Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan Umum dan Energi, Bandung.
- Eko.P.T., drr., 2018. Kualitas Air tanah Akifer tidak Tertekan untuk Keperluan Airminum di Wilayah kota Tangerang, Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, <http://bkat.geologi.esdm.go.id/website/sites/default/files/referensi/Full%20Paper%20Tantowi.pdf>
- Faust, S.D. dan Osman, M.A.,1981. Chemistry Of Natural Waters, Ann Arbor Science Publisher,Inc,Michigan-USA Page 59-77.
- Hortlof, G.W., 2006. Jakarta-Jabodetabek, Street Atlas & Names Index, PT. Java Books Indonesia, Jakarta 14240.
- Hiscok, K.M., 2005. *Hydrogeology, Principles and Practice*, Blackwell Publishing, USA
- Matahelumual, B.C., dan Harnandi, D., 2010. *Pemantauan Kuantitas dan Kualitas Air Tanah di Cekungan Air Tanah Jakarta*, Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, Bandung, tidak dipublikasikan
- Matthes, G. dan Harvey, J. 1982. *The Propertis of Groundwater*, Chapter 4, Classification and Assessment of Groundwater, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York
- Mazor, E.,2004. Chemical and Isotropic Groundwater Hydrology, Marcel Deckker, Printed in the writer in the Unites Stateof America, Pase 50 -133; Geologic Data and Element, Isotropes, Ions, Units and Errors.
- Modifikasi, 2015. *Peta Tataguna Lahan DKI Jakarta*.
- Mottana, A., drr.,1978. *Guide to Rock and Minerals, A Fireside Book*, Published by Simon & Schuter, INC
- PerMENKES, 2010; Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia; (Nomor : 492/MEN. KES/PER/IX/2010; Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Ongkosongo, O.S.R., 1981. *Keadaan Lingkungan Fisik Pantai Jakarta*, Lembaga Oseanologi Nasional-Lipi, Jakarta.
- Indriatmoko, R.H., 2016. Analisis Terhadap Perubahan Salinitas Air tanah Dangkal Pada Sistem Akifer Tak Tertekan Cekungan Jakarta, Jai Vol. 9 No. 1, 2016, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT-Jakarta.
- Suwijanto, 1977. *Geologi Daerah Dataran Jakarta Dan Sekitarnya*, Teluk Jakarta, Lon-Lipi, Jakarta.
- Stuyfzand, P.J., 1989. A New Classification of Water Types, Regional Characterization of Water Quality (Proceedings of Baltimore Symposium, May-1989), IAHS-Publication No 182.
- 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 April 2014: 39-51.

- Thangarajan, M., 2007. *Groundwater: Resource Evaluation, Augmentation, Contamination, Restoration, Modeling and Management*, Springer, New Delhi, India.
- Tjia, H.D., drr., 1968. *Coastal Accretion in Western Indonesia*, Bull. Nat. Geol. Mining 1 (1); 15-45.
- Turkandi. T., drr., 1992. *Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu*, Skala 1:100.000, PPPG, Ditjen. Geologi dan Sumberdaya Mineral, Dep. Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Wandowo, 2000. *Teknologi Isotop Alam Untuk Evaluasi Dinamika Aliran Air Tanah: Studi Daerah Resapan dan Intrusi Air Laut Akui-fer Jakarta dan Sekitarnya*, Badan Tenaga Nuklir Nasional.