

SALINITAS AIRTANAH AKIFER TERTEKAN KEDALAMAN 0 – 20 M DAERAH KALIDERES – CENGKARENG, JAKARTA BARAT

Salinity of 0 – 20 m Depth Confined Aquifer Groundwater Kalideres – Cengkareng Area, West Jakarta

Abdurrachman Assegaf¹, Hendarmawan², Lambok M. Hutasoit³, Johannes Hutabarat²

¹ Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

² Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

³ Teknik Geologi FITB–Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK Hingga saat ini keberadaan air asin di wilayah Jakarta Barat masih diperdebatkan oleh para ahli airtanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan penyebab tingginya nilai salinitas airtanah pada akifer tertekan kedalaman 0 – 40 m dengan cara mengkorelasi aliran airtanah, sistem akifer, fasies ion airtanah, dan isotop stabil di daerah Kalideres – Cengkareng. Pengamatan sifat fisik airtanah dilakukan pada 8 titik sumur yang terdiri dari 3 sumur gali, dan 5 sumur pantek. Data sifat fisik airtanah diinterpretasikan dengan mengacu pada klasifikasi salinitas berdasarkan nilai jumlah padatan terlarut dan kadar Klorida. Data tersebut dibandingkan dengan pola aliran airtanah, sistem akifer, fasies airtanah dan isotop stabil ²H dan ¹⁸O. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kadar salinitas ditentukan oleh jenis batuan akifer dan perubahan fasies airtanah terhadap pola aliran. Perubahan nilai salinitas yang semakin tinggi ke arah Timur laut disebabkan oleh adanya pencampuran dengan air fosil atau proses pencucian garam batuan. Hal inipun didukung oleh data isotop stabil yang menunjukkan bahwa

seluruh sampel masih mencerminkan karakteristik air meteorik dan tidak mencirikan air laut.

Kata kunci: salinitas airtanah, fasies, isotop, Jakarta Utara

ABSTRACT *The presence of salt water in the West Jakarta is still disputed by the groundwater experts. This research is aimed to clarify the cause of saline groundwater in the confined aquifer at the depth of 0 – 40 m by lithostratigraphic correlation of Kalideres-Cengkareng section. Observation of the groundwater physical properties was carried out for 8 wells, consisting of 3 dug wells and 5 bored wells. The groundwater salinity classification was derived based on the total suspended solids and chloride content. Those data were compared to the groundwater flow pattern, aquifer system, groundwater facies and stable isotope ²H and ¹⁸O. Research results showed that the salinity is determined by the aquifer rock type and the change of groundwater facies to the flow pattern. Salinity is higher at the north east due to mixing of fossil water (connate water) or leaching of the rock salt. Stable isotope results also indicate that all samples have groundwater characteristics and none of seawater characters was present.*

Keywords: groundwater salinity, facies, isotop, North Jakarta

PENDAHULUAN

Hingga saat ini keberadaan air asin di wilayah Jakarta masih diperdebatkan oleh para peneliti

Naskah masuk : 05 Januari 2017

Naskah direvisi : 05 Maret 2017

Naskah diterima : 05 April 2017

Abdurrachman Assegaf
Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi
Universitas Padjadjaran
Jl. Dipatiukur No. 35, Bandung 40132
Email : abd.assegaf@gmail.com

airtanah. Penelitian air asin dalam akifer airtanah dangkal (0 – 40 m) pada perioda 1978 – 2016 telah dilakukan lebih dari 20 buah penelitian dan rangkuman hasilnya menunjukkan bahwa ada 3 kesimpulan yang berbeda. Kesimpulan pertama adalah telah terjadi intrusi air laut, (Hehanusa *et al.*, 1982; Soenarto dan Widjaya, 1986; PAM DKI Jaya & DGTL, 1988; Dinas Pertambangan DKI Jakarta & DGTL, 1996; Nuryanto, 1995; Hadipurwo, 1997; Soetrisno, 1997; Matahelemual, 2010; Setiawan, 2014; Prayogi, 2016 dan Nababan, 2016. Kesimpulan kedua menyatakan bahwa kemungkinan air asin bukan akibat intrusi air laut. Salinitas airtanah disebabkan oleh air fosil (*connate water*) yang terperangkap bersamaan dalam proses sedimentasi akifer atau saat pasang airlaut dalam batulempung dan kemudian mengalami kompresi (Iwaco dan Waseco, 1994). Listiyani (1999) berdasarkan analisis isotop stabil (^{18}O dan ^2H) menyatakan bahwa airtanah asin berhubungan dengan air hujan setempat. Sedangkan Lubis *et al.* (2015) mengatakan bahwa kehadiran NaCl airtanah akifer kedalaman 0 – 40 m di dalam airtanah Jakarta berasal dari air laut purba yang terperangkap dalam batuan. Kesimpulan ketiga menyatakan adanya air asin dalam akifer akibat kontrol geologi struktur, sehingga menyebabkan naiknya air fosil (*brine*) dari lapisan di bawah akifernya (Delinom, 2015).

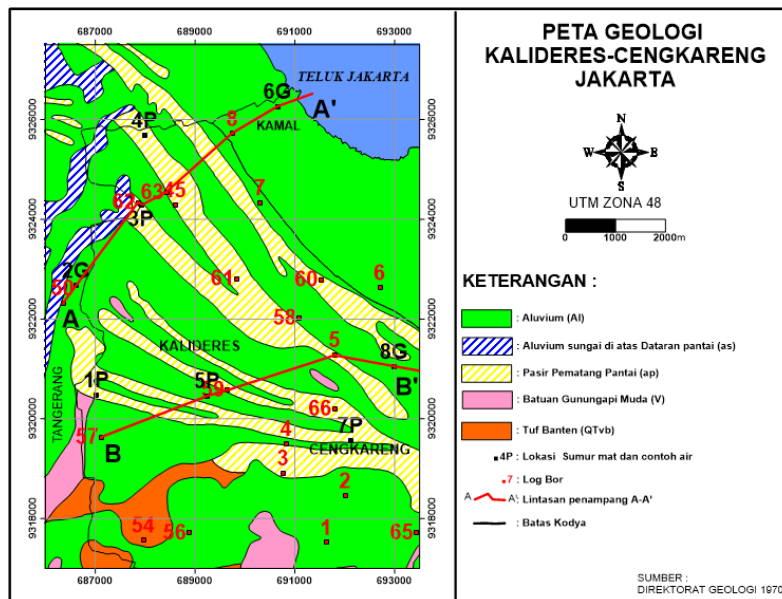
Keberadaan airtanah asin terdapat pada kelompok akifer airtanah kedalaman 0 – 40 m yang sering

dianggap sebagai akifer airtanah bebas, walaupun dalam uraiannya tidak menampilkan penampang litologi hingga kedalaman 0 – 40 m. Selain itu, kualitas airtanah pada dataran pesisir Utara Jakarta dipengaruhi kondisi lingkungan pengendapan litologi yang dihasilkan, di antaranya endapan sungai, endapan dataran banjir dan rawa serta pasang – surut air laut atau laut dangkal. Kondisi lingkungan ini akan menghasilkan kualitas airtanah yang berbeda. Tujuan penelitian salinitas air asin daerah Kalideres – Cengkareng Jakarta Utara ini untuk menjelaskan penyebab terjadinya nilai salinitas airtanah.

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian airtanah daerah Kalideres – Cengkareng yang terletak pada posisi zona 48 UTM 693500 mU – 9327500 mT dan 686000 mU – 9317000 mT (Gambar 1).

Wilayah penelitian tersusun oleh 5 satuan batuan (Direktorat Geologi, 1970; Gambar 1) yaitu ; Satuan Aluvium (Al) dibentuk hasil sedimentasi endapan permukaan berupa lempung – pasir – kerikil hingga kerakal yang belum terkonsolidasi, endapan ini meliputi endapan banjir, pantai, dan rawa hingga laut dangkal; Aluvium Sungai di atas Dataran Pantai (as) adalah produk sungai yang terendapkan di atas dataran pantai, berupa lempung – lanau – pasir dengan campuran kerikil hingga kerakal, tidak dijumpai adanya sisa vegetasi dan fosil serta terdapat di bagian Baratlaut daerah penelitian; Satuan Pematang



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian.

Tabel 1. Klasifikasi salinitas berdasarkan TDS dan Cl⁻.

Salinitas (mg/l)	Jenis air			
	Tawar (Fresh water)	Payau (Brackish)	Asin (Saline)	Asin pekat (Brine)
TDS*	< 1.000	1.000 - 10.000	10.000 - 35.000	> 35.000
Cl ⁻ **	< 150	150 - 1.000	1.000 - 10.000	> 20.000

* Matthes dan Harvey, 1982 dan **Stuyfzand, 1989

Pantai (ap) dibentuk pasir halus hingga kasar dan dijumpai pula adanya pecahan cangkang/fosil dengan sebaran relatif hampir Barat – Timur sesuai dengan bentuk pantai masa lalu; Satuan Gunungapi Muda (v) dibentuk litologi tuf halus – tuf pasiran – tuf konglomeratan, penyebaran membentuk kipas dengan sumber dari Selatan menyebar ke arah Barat – Utara hingga Timur dan Tuf Banten (QTvb) terdiri dari tuf pasiran hingga konglomeratan dan mengandung batuapung (*pumice*).

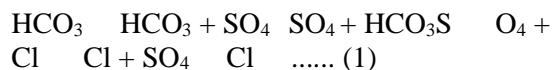
METODE

Kegiatan lapangan berupa pengukuran sifat fisik Total Dissolved Solid (TDS), Klorida (Cl⁻) dan pengukuran muka airtanah (MAT) mengacu SNI.6989.58 (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Pengambilan 8 conto airtanah (1/2 kedalaman) untuk analisis laboratorium (kimiawi dan isotop) dilakukan pada saat MAT mendekati normal setelah pemompaan volume airtanah sebanyak 2 kali volume. Besaran salinitas airtanah (Tabel 1) ditentukan dengan klasifikasi salinitas nilai TDS yang terbagi menjadi 4 (Matthes dan Harvey, 1982) dan Klorida/Cl⁻ yang terbagi menjadi 4 (Stuyfzand, 1989).

Korelasi penampang litologi menggunakan 7 data log bor hasil pengeboran sumur resapan dan sondir perioda 2012 – 2014 (Dinas Pertambangan dan Energi, 2015) dengan kisaran kedalaman 30 hingga 60 meter dari muka tanah setempat (MTS). Korelasi berdasarkan ciri-ciri batuan yang dapat diamati atau disebut juga sebagai litostratigrafi (Komisi Sandi Stratigrafi, 1996) dan digunakan untuk menentukan status akifer airtanah tertekan atau tidak tertekan, serta hubungan akifer satu sama lainnya. Pola aliran airtanah ditentukan berdasarkan sebaran ketinggian muka airtanah (mat).

Analisis kimiawi berdasarkan konsentrasi unsur utama yang dikelompokkan menjadi fasies airtanah menggunakan diagram Piper (Piper, 1949 dalam Freeze dan Cherry, 1979). Perhitungan konsentrasi dinyatakan dalam %, meq/l menggunakan acuan *Ionic Balance Error (IBE) ≤ 10%* (Younger, 1994 dalam Nash dan Mc.Call, 1995). Hasil IBE yang menyatakan < 5% menunjukkan konsentrasi yang sangat baik, IBE 5 – 10% konsentrasi baik, tetapi IBE >10% menunjukkan nilai konsentrasi yang meragukan untuk dapat digunakan lebih lanjut.

Analisis evolusi klorida airtanah mengacu kepada rantai fasies dengan persamaan (Chebotarev, 1955 dalam Freeze dan Cherry, 1979):



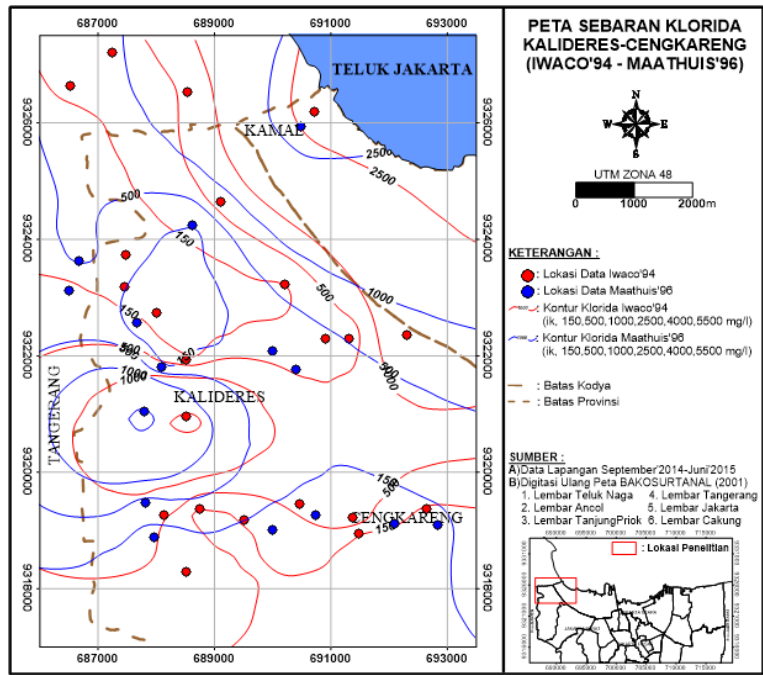
Analisis isotop stabil ²H serta ¹⁸O mengacu kepada persamaan LMWL Jakarta (Djiono, dkk 1988)

$$D = (8 \pm 0,5)^{18}O + 15 \dots\dots\dots(2)$$

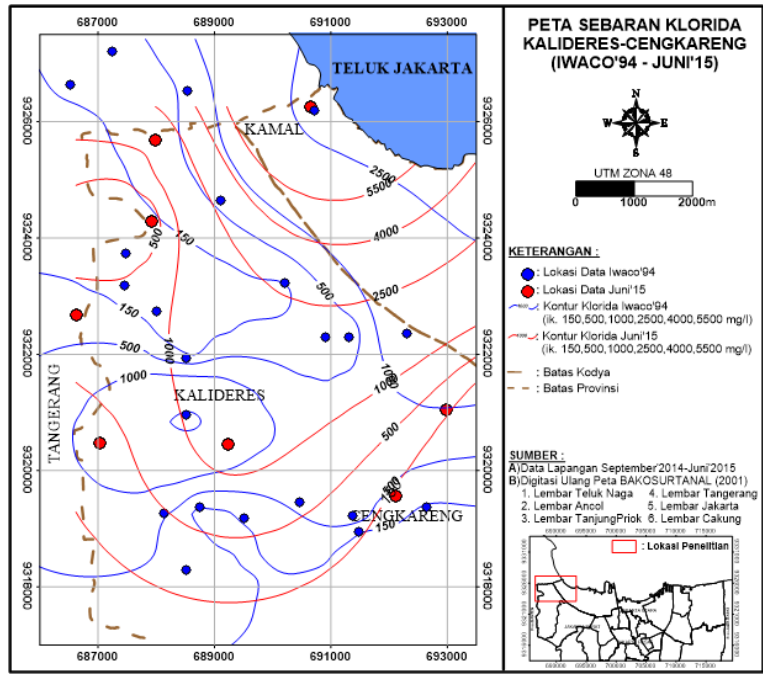
dan persamaan garis evaporasi regional dilakukan berdasarkan korelasi regresi linier data lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan peta klorida penelitian terdahulu pada tahun 1994 (Iwaco dan Waseco, 1994) terhadap data tahun 1996 (Maathuis, dkk 1996) menunjukkan adanya perubahan nilai menjadi lebih tinggi di seluruh lokasi pengamatan. Konsentrasi klorida mempunyai peningkatan konsentrasi berkisar 50 - 270% (Gambar 2). Perbandingan peta klorida hasil pengukuran terhadap peta sebaran klorida/Cl⁻ peneliti terdahulu (Iwaco dan Waseco, 1994) menunjukkan sebaran wilayah konsentrasi klorida



Gambar 2. Perbandingan peta sebaran Klorida Iwaco dan Waseco (1994) terhadap Maathuis et al. (1996).



Gambar 3. Peta sebaran Klorida Iwaco dan Waseco (1994) terhadap hasil penelitian (Juni 2015).

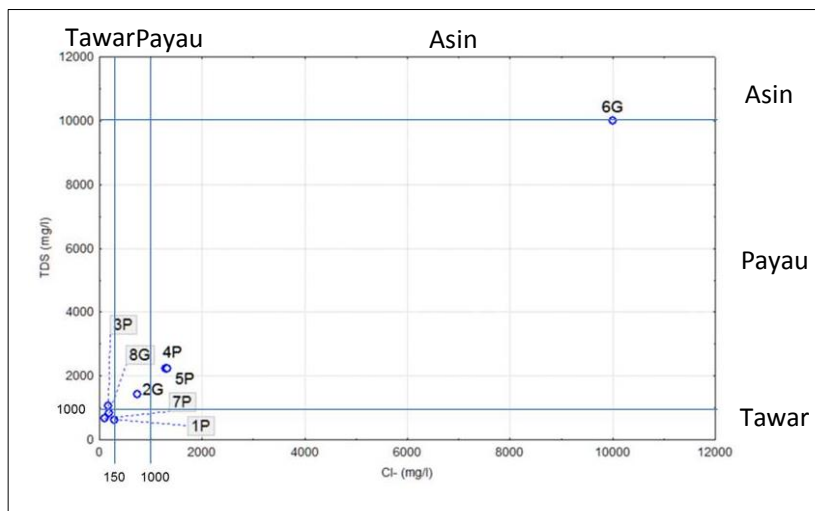
Cl⁻ ke arah Utara konsentrasinya semakin tinggi 60 - 1800%.

Hasil pengukuran nilai kimia fisik airtanah dari 8 titik sumur pengamatan untuk kriteria salinitas dikelompokkan berdasarkan grafik linier hubungan data TDS terhadap Cl⁻ (Tabel 2 dan Gambar 4).

Hasil berdasarkan acuan TDS menunjukkan jenis airtanah tawar terletak di Selatan dan Timur, dominan payau terletak wilayah Barat, sedangkan ke arah Utara airtanah payau berubah menjadi asin. Hasil berdasarkan acuan Cl⁻ menunjukkan bahwa jenis airtanah tawar berada di wilayah Selatan, dominan payau di Barat dan Timur,

Tabel 2. Hasil pengukuran TDS dan Cl⁻ airtanah pada daerah penelitian.

Jenis salinitas	Lokasi sumur							
	1P	2G	3P	4P	5P	6G	7P	8G
TDS (mg/l)	630	1430	1070	2220	2240	10000	670	850
Cl ⁻ (mg/l)	288	745	171	1289	1319	10000	95.4	195



Gambar 4. Grafik linier hubungan data TDS terhadap Cl⁻ (Matthes dan Harvey, 1982 dan Stuyfzand, 1989).

sedangkan kearah Utara berubah menjadi asin. Perbedaan jenis ini berdasarkan acuan TDS dan Cl⁻ menunjukkan pada wilayah Timur, meskipun memiliki kandungan klorida yang tinggi tetapi masih merupakan airtanah.

Penentuan jenis akifer menggunakan 7 data log bor (Gambar 5 dan Gambar 6) yang merupakan sumur resapan dan sondir periode 2012 – 2014 (Dinas Perindustrian dan Energi, 2015). Endapan aluvium (Al) dalam penampang batuan terdiri dari batulempung, batulanau, dan batupasir. Penciri sisa kayu atau vegetasi (Vg) menunjukkan lingkungan pengendapan rawa Endapan aluvium sungai di atas dataran pantai (as), endapan pematang pantai (ap) dengan penciri fosil (cangkang) yang menunjukkan lingkungan pengendapan laut dangkal (pasang surut), Tuf Banten (QTvb) dan Endapan Gunungapi Muda (V) bertindak sebagai akifer. Batulempung (Al) dan batulanau (Al) yang merupakan bagian dari endapan aluvium yang bertindak sebagai lapisan kedap air (*impermeable*). Hasil analisis berdasarkan susunan satuan batuan menunjukkan bahwa status akifer dominan merupakan akifer

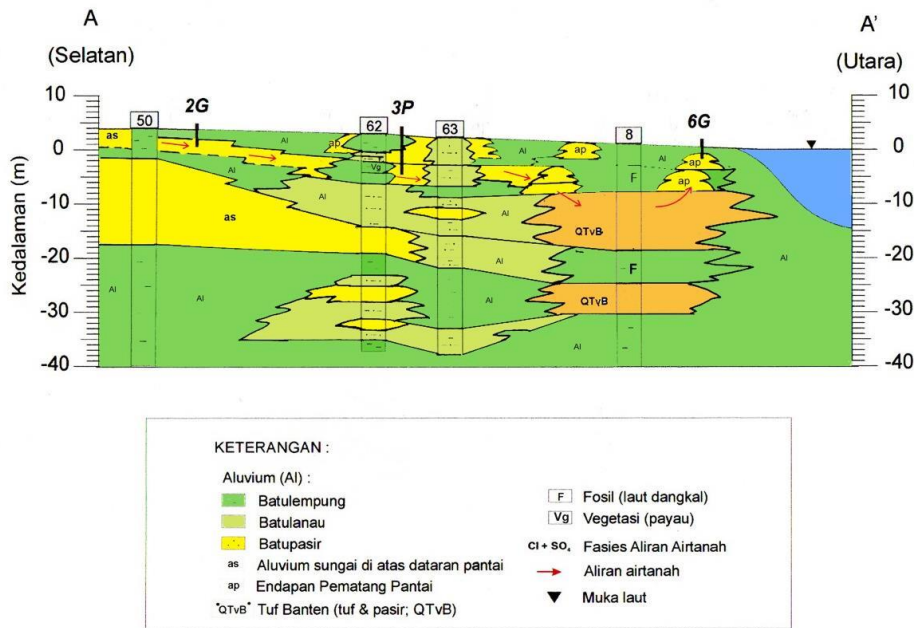
tertekan (*confined*) yang tidak menerus ke arah Utara.

Pola Aliran Airtanah

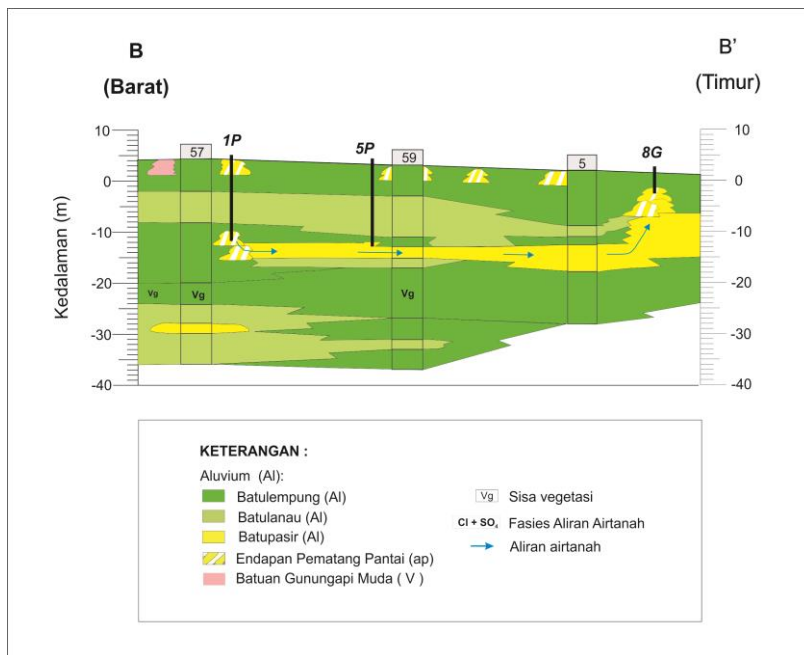
Hasil pengukuran muka airtanah dari 8 data sumur (3 sumur gali dan 5 sumur pantek), menunjukkan pola sebaran paralel (Gambar 7). Sebaran ketinggian muka airtanah (MAT) mempunyai nilai yang semakin dangkal ke arah pantai Teluk Jakarta dengan kisaran MAT – 0,85 hingga + 5,5 m (dml). Terdapat dua arah aliran airtanah pada lokasi penelitian, yakni arah aliran Baratdaya–Timurlaut hingga daerah pesisir Kamal – Teluk Jakarta dan ke arah Barat – Timur Cengkareng.

Analisis Fasies Berdasarkan Pola Aliran Airtanah

Hasil laboratorium untuk pengujian unsur kimiawi utama airtanah (Tabel 3) menunjukkan nilai rata-rata IBE kimiawi airtanah pada daerah penelitian sebesar 4,61% yang dapat dikategorikan sangat baik, dan 1 lokasi, yaitu 7P mempunyai IBE 13,60%. Unsur kimia airtanah ini digunakan untuk menentukan fasiesnya berdasarkan diagram Piper (Gambar 8). Berdasarkan diagram tersebut



Gambar 5. Penampang bawah permukaan lintasan Kalideres – Kamal (A – A’).

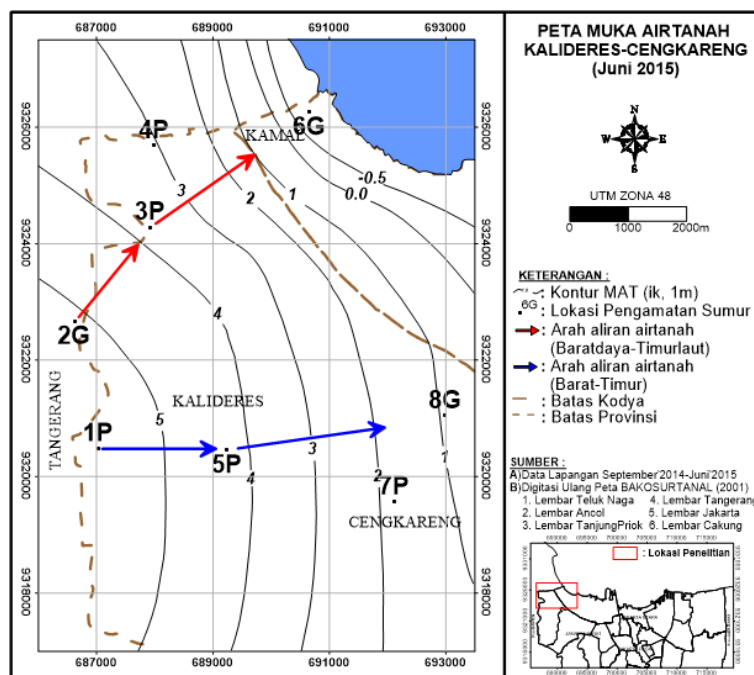


Gambar 6. Penampang bawah permukaan lintasan Kalideres – Cengkareng (B – B’).

terdapat empat fasies airtanah yaitu Bikarbonat Sulfat/ $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ (12,5%), Sulfat Bikarbonat/ $\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$ (37,5%), KloridaSulfat/ $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ (25%) dan Klorida Bikarbonat/ $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$ (25%).

Fasies airtanah berdasarkan pola aliran airtanah pada daerah penelitian menunjukkan tipe evolusi

yang berbeda dalam setiap arah aliran airtanahnya. Terdapat dua arah aliran airtanah, yakni arah aliran Baratdaya – Timurlaut, dan arah aliran aliran Barat – Timur. Arah aliran Baratdaya – Timurlaut (Tabel 4) menunjukkan fasies klorida sulfat ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$) di Baratlaut Kalideres (2G) menjadi sulfat bikarbonat ($\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$) ke arah Utara (3P) dan menjadi Klorida Sulfat ($\text{Cl}^- +$



Gambar 7. Peta muka airtanah daerah Kalideres – Cengkareng.

Tabel 3. Komposisi kimia utama air pada daerah penelitian.

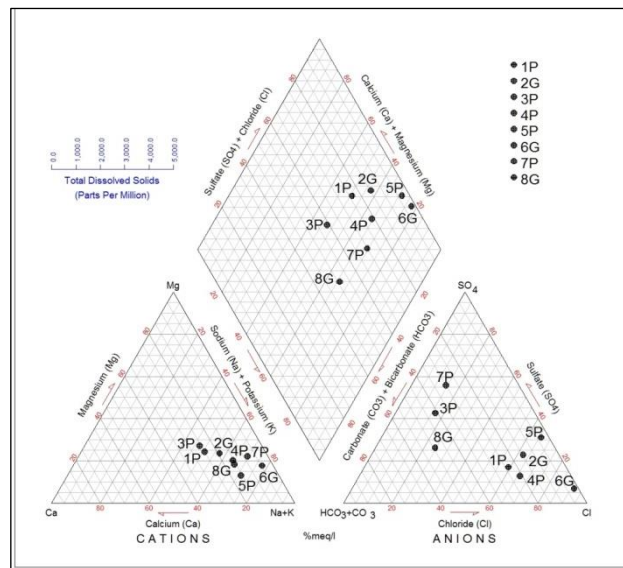
Lokasi	K (meq/l)	Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	Na (meq/l)	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	IBE (%)
1P	0.41	3.46	3.57	6.83	2.33	3.26	8.12	2.00
2G	1.06	7.75	6.31	17.70	7.68	4.97	21.01	1.30
3P	0.98	7.13	6.74	11.44	12.51	12.03	4.82	5.50
4P	1.70	10.00	7.60	30.10	7.00	11.60	36.40	5.30
5P	0.49	6.50	7.78	34.84	17.63	1.84	37.20	6.60
6G	9.22	51.91	13.67	218.10	20.88	5.60	282.06	2.60
7G	0.40	5.50	2.10	16.90	10.60	5.70	2.70	13.60
8G	0.40	3.67	3.15	12.83	5.85	11.03	5.50	5.50

SO₄²⁻) di daerah Kamal (6G). Arah aliran Barat – Timur (Tabel 5) menunjukkan fasies klorida Bikarbonat (Cl⁻ + HCO₃⁻) di Baratdaya Kalideres (1P) yang berubah menjadi Klorida Sulfat (Cl⁻ + SO₄²⁻) di Kalideres Selatan (3P) dan menjadi Bikarbonat Sulfat (HCO₃⁻ + SO₄²⁻) di Cengkareng Utara (8G).

Keberadaan fasies bikarbonat (HCO₃⁻) dominan menunjukkan akifer airtanah mendapat suplai air meteorik atau hasil infiltrasi air meteorik, maka lokasi yang mengandung HCO₃⁻ dapat diperkirakan mendapat suplai air meteorik. Suplai air meteorik dapat terjadi pada endapan pematang pantai (ap), aluvium sungai (as) dan Tuf Banten

(QTvb) yang mengandung batuan pasir – kerikil serta tersingkap di permukaan Kalideres Barat, Kamal, Utara Kamal, Utara Cengkareng (Gambar 1).

Sesuai dengan tingkat kelarutannya (Freeze dan Cherry, 1979), saat suplai air meteorik terjadi akan dapat menyebabkan garam Klorida (Cl⁻) dan Sulfat (SO₄²⁻) yang berada dalam batuan larut, sehingga tipe anion airtanahnya menjadi Cl⁻ + HCO₃⁻, SO₄²⁻ + HCO₃⁻, ataupun HCO₃⁻ + SO₄²⁻. Hal ini yang menyebabkan lokasi Kalideres dan Cengkareng Utara mempunyai fasies Cl⁻ + HCO₃⁻ dan SO₄²⁻ + HCO₃⁻. Semakin ke arah Timur fasies tersebut berubah menjadi Bikarbonat Sulfat



Gambar 8. Diagram fasies airtanah

Tabel 4. Evolusi fasies airtanah arah aliran airtanah Baratdaya – Timurlaut (Kalideres – Kamal).

Aliran airtanah (Baratdaya) ---> (Timurlaut)			
Sumur	2G	3P	6G
Cl	Payau	Payau	Asin
TDS	Payau	Payau	Asin
Fasies	$Cl^- + SO_4^{2-}$	$SO_4^{2-} + HCO_3^-$	$Cl^- + SO_4^{2-}$

Tabel 5. Evolusi fasies airtanah arah aliran Barat – Timur.

Aliran airtanah (Barat) ---> (Timur)			
Sumur	1P	5P	8G
Cl	Payau	Payau	Payau
TDS	Tawar	Payau	Tawar
Fasies	$Cl^- + HCO_3^-$	$Cl^- + SO_4^{2-}$	$HCO_3^- + SO_4^{2-}$

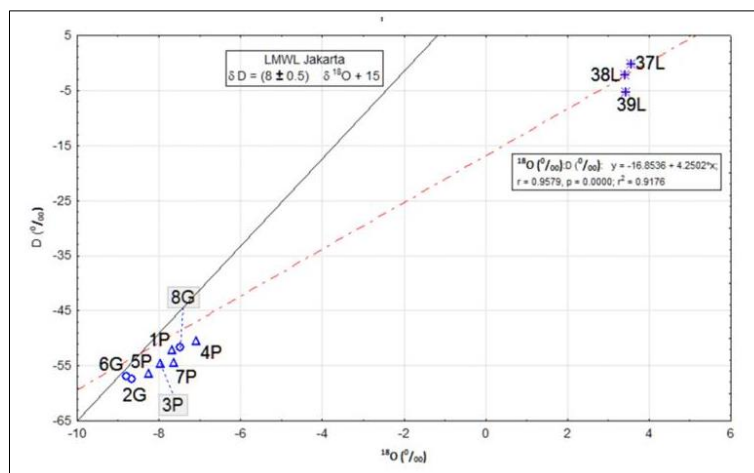
($HCO_3^- + SO_4^{2-}$) yang mencirikan semakin dominannya pengkayaan air meteorik yang terjadi akibat pencampuran dengan akifer yang berasal dari endapan aluvium di atas dataran pantai.

Wilayah Kamal (6G) dan Kalideres (2G dan 5P) yang memiliki fasies $Cl^- + SO_4^{2-}$, akan tetapi pada wilayah hulu aliran akifer ini memiliki fasies Sulfat Bikarbonat ($SO_4^{2-} + HCO_3^-$) dan Klorida Bikarbonat ($Cl^- + HCO_3^-$). Pengkayaan klorida di daerah hilir ini disebabkan oleh sistem akifernya yang merupakan endapan pematang pantai dan aluvium. Kedua endapan ini diendapkan dalam lingkungan laut dangkal (pasang surut air laut),

dimana anion dominan air laut adalah Klorida (Cl^-) dan Sulfat (SO_4^{2-}). Dominan Klorida tersebut didasarkan pada faktor tingkat kelarutan garam atau mineral dalam airtanah (Freeze dan Cherry, 1979), dimana proses pelarutan dalam airtanah garam Klorida (Cl^-) > garam Sulfat (SO_4^{2-}) > garam karbonat (CO_3). Kemungkinan lainnya adalah kandungan anion $Cl^- + SO_4^{2-}$ adalah merupakan air fosil (*connate water*) yang berada dalam lapisan akifer itu sendiri.

Isotop Airtanah Kalideres – Cengkareng.

Pengukuran isotop stabil 2H dan ^{18}O dilakukan di 8 lokasi pengukuran dengan hasil pengukuran



Gambar 9. Grafik persamaan garis evaporasi regional.

yang mempunyai kisaran koordinat isotop Deuterium ($\delta^2\text{H}$) – 57‰ hingga – 50,5‰ dan Oksigen – 18 ($\delta^{18}\text{O}$) – 8,58‰ hingga – 7,10‰. Grafik korelasi isotop stabil ^2H dan ^{18}O mempunyai persamaan $y = -16,8536 + 4,2502x$ dengan koefisien korelasi $r^2 = 0,9176$ (Gambar 9). Sesuai grafik isotop $\delta\text{D}\%$ Vs $\delta^{18}\text{O}\%$ diperoleh perpotongan garis LMWL Jakarta (Djiono, dkk 1988) dan garis evaporasi pada koordinat $\delta\text{D} - 53\%$ dan $\delta^{18}\text{O} - 8,5\%$, yang dapat disebut sebagai titik koordinat hujan lokal di kawasan Kalideres – Cengkareng Jakarta Barat. Hasil analisis kelompok isotop Kalideres – Cengkareng masih menunjukkan karakter air hujan lokal Jakarta, yang dicirikan oleh nilai yang terletak di dekat Garis Meteorik Lokal Jakarta (LMWL) dan di bawah titik curah hujan lokal.

Lokasi Kamal (6G) dan daerah Baratlaut (2G) serta Selatan Kalideres (5P) mempunyai nilai isotop stabil $\delta^2\text{H} - 57,0\%$ dan $\delta^{18}\text{O} - 8,79\%$ yang termasuk nilai airtanah. Nilai inipun tidaklah mencirikan nilai air laut yang mempunyai konsentrasi lebih berat yakni $\delta^2\text{H} - 5,4\%$ hingga $- 0,3\%$ dan $\delta^{18}\text{O} +3,41\%$ hingga $+3,56\%$ (Gambar 9). Diduga besarnya kandungan Cl^- dan TDS pada ketiga lokasi ini mencirikan air fosil (*Connate Water*) atau airtanah hasil pencucian garam batuan.

KESIMPULAN

Sistem airtanah di wilayah Utara Jakarta bagian Barat telah mengalami kenaikan nilai salinitas yang tinggi sejak tahun 1994. Airtanah tersebut berada pada sistem akifer endapan pantai,

aluvium, Tuf Banten, aluvium sungai di atas dataran pantai yang secara keseluruhan menjemari dengan Batuan Gunungapi muda, Batulempung dan batulanau pada endapan aluvium bersifat sebagai lapisan kedap air (*impermeable*). Sistem akifer yang dominan adalah akifer tertekan (*confined*) dengan pola aliran Baratdaya – Timurlaut dan Barat – Timur.

Fasies kimiawi yang berkembang adalah Bikarbonat Sulfat ($\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$), Sulfat Bikarbonat ($\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$), Klorida Sulfat ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$) dan Klorida Bikarbonat ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$). Dominannya fasies Bikarbonat pada seluruh aliran airtanah menunjukkan masih adanya pencampuran air meteorik yang berasal dari akifer aluvium sungai.

Perubahan nilai salinitas pada wilayah Cengkareng-Kalideres berdasarkan analisis kimia fisik lapangan dan fasies airtanah menunjukkan nilai yang semakin tinggi ke arah Timurlaut. Tingginya nilai salinitas tersebut disebabkan oleh adanya pencampuran dengan air fosil atau proses pencucian garam batuan. Hal inipun didukung oleh data isotop stabil yang menunjukkan bahwa seluruh sampel masih mencerminkan karakteristik airtanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Robert Delinom selaku ketua dewan redaksi Jurnal Riset atas bimbingan dan kesempatannya. Dr. Sci. Rachmat Fajar Lubis atas diskusi dan masukannya. Ir. Haris Pindratno, SH., MM., Ir. Taufik Afriansyah, MM., serta

Dinas Perindustrian dan Energi DKI Jakarta atas izin penggunaan data. Mochamad Khadafi, ST., Ricky Aldrian, S.Komp., dan Aditya Priyo Utomo, ST. MT. atas bantuannya dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI.6989.58-2008. Metode Pengambilan Contoh Air Tanah

Delinom, R. M., 2015. Ancaman Bawah Permukaan Jakarta – Tak Terlihat, Tak Tepikirkan, dan Tak Terduga, Jakarta: LIPI.

Dinas Perindustrian dan Energi, 2015. Kumpulan Data Pemboran Sumur Resapan dan Sondir Periode 2012 – 2014, Pemda DKI Jakarta, Jakarta (tidak dipublikasi).

Direktorat Geologi, 1970. Peta geologi Teknik Jakarta – Bogor Sekala 1 : 50.000, Dirjend. Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan Umum dan Energi, Bandung.

Dinas Pertambangan DKI Jakarta dan DGTL, 1996. Studi Intrusi Airlaut Pada Akifer I, II dan III di Wilayah DKI Jakarta, Ditjend. Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung. Laporan Akhir (Tidak Dipublikasi).

Djiono, Abidin, Z., Indrojono, Paston, S. dan Darman, 1988. Deuterium dan Oksigen-18 di Dalam Air Hujan. Laporan, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta.

Freeze, R. A. dan Cherry, J. A., 1979. Groundwater, Prentice– Hall, Inc. USA.

Hadipurwo, S., 1997. Pencemaran Air Asin di Daerah Jakarta, Buletin Badan Geologi, 18, 1-23.

Hehanusa, P., Tjiptasmara dan Nurlela, I., 1982. Hidrokimia Airtanah Dangkal Di Sekitar Teluk Jakarta, Laporan Penelitian No. 21/LGPN/1982, Lembaga Geologi dan Pertambangan Nasional – LIPI, Bandung.

Iwaco dan 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, Directorate General of Water Resources Development, Jakarta.

Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996. Sandi Stratigrafi Indonesia. IAGI.

Listyani, T., 1999. Analisis Isotop Oksigen dan Hidrogen serta Hubungannya Dengan Genesa Airtanah Asin Pada Cekungan Airtanah Jakarta (Tesis). Program Studi teknik Geologi Program Pasca Sarjana ITB, Bandung.

Lubis, R.F., Bakti, H., Suriadarma, A., Onodera, S., dan Saito, M., 2015. Keluaran Airtanah Lepas Pesisir (KALP) dalam Delinom, R.M., 2015. Ancaman Bawah Permukaan Jakarta – Tak Terlihat, Tak Tepikirkan, dan Tak Terduga, (BAB VII), Jakarta: LIPI.

Maathuis, H., Yong, R.N., Adi S. & Prawiradisastra, S., 1996. Development of Groundwater Management Strategies in The Coastal Region of Jakarta, Indonesia (Final Report), Joint BPP Teknologi, Jakarta – Indonesia & Founded by IDRC Environment and Natural Resources Division, Ottawa – Canada.

Matahelemual, B. C., 2010. Kajian Kondisi Air Tanah Jakarta Tahun 2010, Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, 1(3), 131–149.

Matthes, G. dan Harvey, J., 1982. The Properties of Grounwater, Chapter 4; Classification and Assessment of Groundwater, A Wiley – Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, 321–329.

Nababan, J. R., Prayogi, T. E., Abdillah, F., Nasution, E., Memet, W. dan Daryanto, A., 2016. Perubahan Karakteristik Hidrokimia Air Tanah Pada Cekungan Akuifer Tidak Tertekan dan Tertekan di Cekungan Air Tanah Jakarta. Publikasi khusus, Pertemuan ilmiah tahunan ke-1 Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT – PAAD), Bandung.

Nuryanto, H. S., Santoso, G. W., Marwanto, B. dan Soewandita, H., 1995. Permasalahan Intrusi Air Laut dan Pemecahannya (Contoh Kasus Daerah DKI Jakarta). Kumpulan Makalah, Seminar: Pengelolaan

- dan Pemanfaatan Airtanah Berwawasan Lingkungan di Daerah pesisir, BPP Teknologi, Jakarta.
- Nash, H. & McCall, G, J. H., 1995. Groundwater Quality, Published by Chapman & Hall – London.
- PAM DKI JAYA dan Direktorat geologi Tata Lingkungan, 1988. Studi Intrusi/Penyusupan Air Asin di Wilayah DKI Jakarta, Dirjend. Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Paradisha, C., Prayogi, T. E., Nandang, Kahfi, Fikri, Azy, N. dan Memed, W., 2016. Groundwater Quality Monitoring Of Jakarta Groundwater Basin, indonesia. Publikasi khusus, Pertemuan ilmiah tahunan ke-1 Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT – PAAI), Bandung.
- Setiawan, T., 2014. Proses Hidrogeokimia Pengontrol Salinitas Air Tanah Tidak Tertekan Di Utara Cekungan Airtanah Jakarta, Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi, 5(1), 39–51, Bandung (ISSN 2086 – 7794).
- Soenarto, B dan Widjaja, J.M., 1986. Penyusupan Air Laut di Cekungan Airtanah Jakarta. Jurnal Litbang Pengairan, 1 (1), 8–10.
- Soetrisno, S., Satrio, dan Haryadi, T., 1997. To Anticipate Impacts of Reclamation of Jakarta Bay, A Groundwater Conservation's Perspective. Paper presented at Workshop on Coastal and Nearshore Geological/Oceanographical Assessment of Jakarta Bay: A Basic for Coastal Zone Management and Development, Jakarta 25 – 28 June.
- 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.