

**Studi Hidrokimia Airtanah Desa Cikasungka dan Sekitarnya, Kecamatan
Cikancung Kabupaten Bandung - Provinsi Jawa Barat
(Studi Kasus Sumur Produksi PT Charoen Pokphand Indonesia)
Hydrochemical Groundwater Research Cikasungka Villages And Surrounding, Subdistrict
Cikancung Bandung Regency - West Java Province
(Case Studies Water Well Production of PT Charoen Pokphand Indonesia)**

¹Heri Akhmad Syauckani, ²Yunus Ashari.

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116*

Email: ¹heriakhmadsyauckani@gmail.com, ²yunus.ashari@yahoo.com,

Abstract. This research is located in the village and surrounding Cikasungka, Cikancung subdistrict, Bandung regency, West Java province which is focused on the production wellbore in PT Charoen Pokphand Indonesia. This area belongs to the eastern part of Bandung Groundwater Basin. PT Charoen Pokphand is a company engaged in the food processing industry that requires a source of water for the production process. The company's location is not covered by the water distribution service Regional Water Company (PDAM), so it must make use of water resources through the drilling of groundwater. To support the production process, physical-chemical aspects of groundwater becomes important because it must meet the requirements of Minister Regulation Number 492 of 2010 on Drinking Water Quality Requirements. Physical-chemical data of groundwater can also be used to explain the genesis or origin of the water. The research activities carried out by observing outcrop around the site, the measurement of the physical properties of water *insitu* and sampling. Groundwater samples tested in the laboratory to obtain the required chemical parameters, so that differences in chemical composition that includes major element, secondary and minor element can be known. To know the origin of groundwater, analysis through diagrams piper and diagrams HCO₃-Cl-SO₄, and the identification of sources of heat using a diagram of Li-Cl-B and K-Na-Mg, further groundwater grouped by chemical elements dominant and quality by the standards of water drink. The results of field measurement known their chemical differences-physical at 5 wells drilled groundwater such as electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), a potential reduction (EH), temperature, and pH that occur in a relatively short distance, ie 70-280 meters and the area is relatively small at 3.8 ± Ha. Based on the physical-chemical properties of groundwater can be divided into two groups, with code wells DW01, DW02 and DW05 and DW03 wells group with code, DW04, and SB_DW01. Groundwater hydrochemical facies indicate the type of groundwater Na + HCO₃ due to the influence of meteoric water, their interaction with the side of the rock in the form of the washing process with igneous rocks, low water equilibrium value (young water). Geological conditions and geological structures below the surface is the cause of differences in physical-chemical properties of the groundwater at the sites. The quality of groundwater in the study site is considered inappropriate for the activities of the company (except the sample DW03) because some of the parameters that exceed the standard.

Keywords: Chemical-Physical, Bandung Basin Groundwater and Groundwater facies

Abstrak. Penelitian ini berlokasi di Desa Cikasungka dan sekitarnya, Kecamatan Cikancung, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat yang difokuskan pada sumur bor produksi di PT Charoen Pokphand Indonesia. Daerah ini termasuk ke dalam Cekungan Airtanah Bandung bagian timur. PT Charoen Pokphand merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pengolahan pangan yang membutuhkan sumber air untuk proses produksi. Lokasi perusahaan tidak tercakup layanan distribusi air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), sehingga harus memanfaatkan sumberdaya air melalui pengeboran airtanah. Untuk menunjang proses produksi, aspek kimia-fisik airtanah menjadi penting karena harus memenuhi persyaratan Permenkes No 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Data kimia-fisik airtanah juga dapat digunakan untuk menjelaskan genesa atau asal-usul air tersebut. Kegiatan penelitian dilakukan dengan mengamati singkapan batuan di sekitar lokasi, pengukuran sifat fisik air secara *insitu* dan pengambilan sampel. Sampel air tanah diuji di laboratorium untuk mendapatkan parameter kimia yang dibutuhkan, sehingga perbedaan komposisi kimia yang mencakup *major element*, *secondary element* dan *minor element* dapat diketahui. Untuk mengetahui asal-usul airtanah, dilakukan analisis melalui diagram piper serta diagram HCO₃-Cl-SO₄, dan identifikasi sumber panas menggunakan diagram Li-Cl-B dan K-Na-Mg, selanjutnya airtanah dikelompokkan berdasarkan unsur kimia dominan dan kualitasnya menurut standar air minum. Hasil pengukuran lapangan diketahui adanya perbedaan sifat kimia-fisik pada 5 sumur bor airtanah seperti daya hantar listrik (EC), total zat padat terlarut (TDS), potensial reduksi (EH), suhu, dan pH yang terjadi pada jarak yang relatif dekat, yaitu 70-280 meter dan luasan yang relatif kecil yaitu ±3,8 Ha. Berdasarkan sifat kimia-fisik airtanah dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok dengan kode sumur DW01, DW02, dan DW05 dan kelompok dengan kode sumur DW03, DW04, dan SB_DW01. Fasies hidrokimia airtanah menunjukkan tipe airtanah Na + HCO₃ akibat adanya pengaruh air meteorik, adanya interaksi dengan batuan samping berupa proses pencucian dengan batuan beku, nilai kesetimbangan air rendah (air muda). Kondisi geologi dan struktur geologi bawah permukaan merupakan penyebab adanya perbedaan sifat kimia-fisik airtanah di lokasi penelitian. Kualitas airtanah di lokasi penelitian dianggap tidak layak untuk kegiatan perusahaan (kecuali sampel DW03) karena beberapa parameter yang melebihi standar.

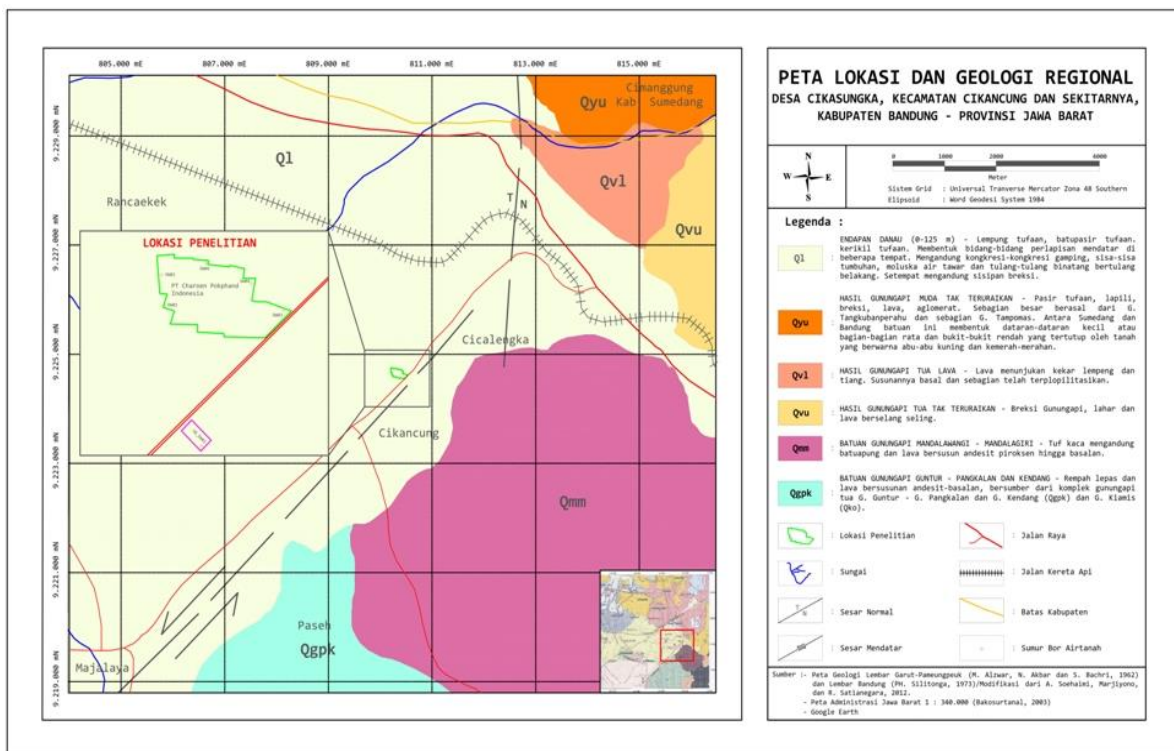
Kata kunci : Kimia-Fisik, Cekungan Airtanah Bandung, dan Fasies Airtanah

A. Pendahuluan

PT Charoen Pokphand Indonesia yang terletak di Desa Cikasungka dan sekitarnya, Kecamatan Cikancung, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat (Gambar 1) adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri pengolahan pangan. Untuk proses produksinya, perusahaan ini membutuhkan sumber air yang cukup secara kuantitas dan layak secara kualitas. Karena wilayah ini belum terjangkau layanan PDAM, maka perusahaan memanfaatkan airtanah melalui sumur bor sebagai air baku produksi.

Untuk mengetahui kelayakan dan lebih dalam lagi genesa airtanahnya, perlu diteliti melalui analisis baik aspek fisik maupun kimianya. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui faktor apa saja yang menjadi pembeda sifat fisik dan kimia airtanah pada kelima sumur bor;
2. Mengetahui penyebab adanya perbedaan sifat fisik dan sifat kimia airtanah;
3. Menentukan asal-usul airtanah dengan mengetahui fasies kimia airtanah;
4. Menentukan kelayakan kualitas airtanah dari beberapa parameter tertentu sesuai dengan kebutuhan PT Charoen Pokphand Indonesia berdasarkan Permenkes No 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.



Gambar 1. Peta Lokasi dan Geologi Regional Daerah Penelitian

B. Tinjauan Pustaka

Airtanah adalah air yang melekat pada butir-butir tanah, air yang terletak di antara butir-butir tanah, dan air yang tergenang di atas lapisan tanah yang terdiri dari batu, tanah lempung yang amat halus atau padat yang sukar ditembus air (Daryanto, 2004).

Karakteristik kimia airtanah dapat dikelompokkan berdasarkan komposisi zat terlarut (Hadipurwo, 2006) yaitu:

1. *Major element*, (1,0-1000 mg/l): natrium, kalsium, magnesium, bikarbonat, sulfat, klorida;
2. *Secondary element*, (0,01-10 mg/l): besi, strontium, kalium, florida, boron;

3. *Minor element*, (0,0001-0,1 mg/l): antimon, aluminium, arsen, barium, brom, kadmium, krom, kobalt, tembaga, germanium, jodium, timbal, litium, mangan, molibdenum, nikel, fosfat, rubidium, selenium, titanium, uranium, vanadium, sen;
4. *Trace element*, (<0,001 mg/l): berilium, bismut, cerium, cesium, galium, emas, indium, lanthanum, niobium, platina, radium, ruthenium, scandium, perak, thalium, tharium, timah, tungsten, yttrium, zirkon.

Temperatur airtanah mempengaruhi kandungan unsur kimianya dan dipengaruhi proses-proses fisika yang terjadi. Klasifikasi fluida air panas, menurut Ellis dan Mahon, (1977), memiliki ciri berikut :

1. Klorida, cirinya: konsentrasi klorida besar dari reservoir yang dalam serta pada zona yang permeabel, adanya sodium dan potasium (dalam rasio 10:1) sebagai kation utama dengan konsentrasi silika, boron, sulfat dan bikarbonat bervariasi, adanya gas hidrogen sulfida, dan pH 5-9;
2. Sulfat, cirinya: sering dijumpai pada air yang keruh atau berlumpur, dengan pH \pm 2,8;
3. Bikarbonat, cirinya: kaya fluida CO₂, merupakan non vulkanogenik dengan pH mendekati netral, kandungan sulfat dan klorida seimbang;
4. Campuran Klorida dan Sulfat, cirinya: terbentuk melalui proses pencampuran air klorida dengan sulfat pada kedalaman tertentu, kondensasi gas vulkanik menjadi air meteorik, kondensasi uap magmatik atau fluida yang mengalir mengandung klorida;
5. Dilute Klorit-Bikarbonat, cirinya: terbentuk akibat dilusi dari fluida klorida oleh airtanah atau air bikarbonat yang mengikuti aliran, konsentrasi bikarbonat dalam jumlah tertentu, dan pH 6–8.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengambilan sampel airtanah dilakukan pada 6 sumur yang terdiri atas 5 sumur di area perusahaan (DW01, DW02, DW03, DW04, dan DW05) dan 1 sumur di luar area (SB_DW01). Sumur SB_DW01 berfungsi sebagai data pembanding.

Pengukuran Sifat Fisik dan Analisis Laboratorium Kimia Airtanah

Pengukuran aspek fisik airtanah yang dilakukan meliputi *electrical conductivity* (EC), *total dissolved solid* (TDS), suhu udara dan air, *reduction potensial* (Eh), dan pH air (Tabel 1). Sampel dianalisis di laboratorium kimia air untuk mengetahui kandungan unsur kimianya. Analisis kimia meliputi beberapa unsur yang kemudian dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu unsur major (*major element*) meliputi Kalsium (Ca²⁺) Magnesium (Mg²⁺), Natrium (Na⁺), Klorida (Cl⁻), Bikarbonat (HCO₃⁻), dan Sulfat (SO₄²⁻). Unsur sekunder (*secondary element*) meliputi Kalium (K⁺), Boron (B⁺), Fluor (F⁻), dan Stronsium (Sr²⁺). Sedangkan unsur minor (*minor element*) meliputi Arsenik (As⁺), Litium (Li⁺), dan Amonium (NH₄⁺) (Tabel 2).

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Insitu Sifat Fisik Airtanah

Kode Sumur	EC (μ s/cm)	TDS (ppm)	Suhu ($^{\circ}$ C)		EH (mV)	pH
			Udara	Air		
	DW01	1073	810	26,5	29,8	
DW02	1106	1090	29,4	30,5	31	6,85
DW03	312	358	28,7	27,2	89,2	6,7
DW04	128	242	33,9	34,2	54,3	7,81
DW05	859	845	33,4	26,1	36,9	6,75
SB_DW01	69	248	29,1	29,3	39,6	7,83

Tabel 2. Data Hasil Uji Laboratorium Kimia Airtanah

No	Kode Sumur	Parameter Analisis (mg/l)												
		Unsur Mayor						Unsur Sekunder				Unsur Minor		
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	B ⁺	F ⁻	Sr ²⁺	As ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺
1	DW01	82,100	34,530	255,500	185,660	765,900	30,300	0,550	0,477	0,132	2,110	0,013	0,040	0,400
2	DW02	90,820	73,970	339,100	303,270	1.024,350	50,000	0,220	0,624	0,236	2,420	0,008	0,500	0,500
3	DW03	31,940	17,270	111,690	71,590	339,870	12,100	1,530	<0,003	0,178	1,010	0,002	1,500	1,500
4	DW04	27,980	19,010	65,840	48,770	284,040	21,100	0,060	0,043	0,416	0,880	0,030	0,000	0,000
5	DW05	69,430	58,920	238,180	226,560	722,350	53,500	0,130	0,406	0,251	0,940	0,051	0,200	1,200
6	SB_DW01	28,250	23,600	54,940	39,330	254,670	15,200	11,620	-	-	-	-	0,020	0,000

Geologi dan Struktur Geologi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian termasuk ke dalam Formasi Endapan Danau (Q1) dengan struktur geologi yang terbentuk adalah sesar mendatar dan sesar normal (Gambar 1). Karakteristik geologi endapan vulkanik yang selalu berubah dalam jangka waktu yang cukup dekat dan struktur geologinya yang kompleks akan berpengaruh terhadap kondisi kimia-fisik airtanah.

Cekungan Bandung bagian timur diketahui dilalui oleh beberapa sesar (Ashari, 2015). Dasar analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi sesar terhadap kondisi airtanah dalam penelitian ini adalah melalui analisis sifat fisik dan kimia airtanah, serta kondisi hidrogeologi bawah permukaan.

1. Kondisi Hidrogeologi Bawah Permukaan

Litologi bor daerah penelitian berdasarkan deskripsi *cutting* hasil pengeboran adalah lempung, lempung pasir, pasir, dan batuan beku andesitis di bagian bawahnya. Akuifer airtanah berupa lapisan pasir umumnya berada pada kedalaman 48-90 meter (akuifer 1), 85-120 meter (akuifer 2 pada DW01 dan DW02), dan 107-155 meter (akuifer 3 pada DW02, DW03 dan DW05) dari muka tanah setempat. Akuifer di lokasi ini merupakan jenis akuifer tertekan. Ciri sesar tidak didapatkan dari deskripsi ini. Korelasi dengan peta geologi dilakukan karena kenampakan sesar di permukaan tidak ditemukan.

2. Sifat Fisik Airtanah

Kondisi sifat fisik airtanah terutama suhu, daya hantar listrik (EC), dan jumlah zat terlarut (TDS) pada masing-masing sumur bor berbeda (Tabel 1). Beberapa sumur tidak dapat diukur suhunya karena sudah di konstruksi dan tidak tersedia pompa. Berdasarkan informasi yang diperoleh pada saat *pumping test* pada sumur DW01, DW02 dan DW05 kondisi suhu airtanah diatas normal (panas), dimana suhu DW02>DW01>DW05. Hanya DW04 yang terpasang pompa, suhu airtanahnya dapat diukur secara langsung (34,2 °C), sedangkan sumur DW03 suhu airtanahnya ±26 °C, termasuk bertemperatur normal.

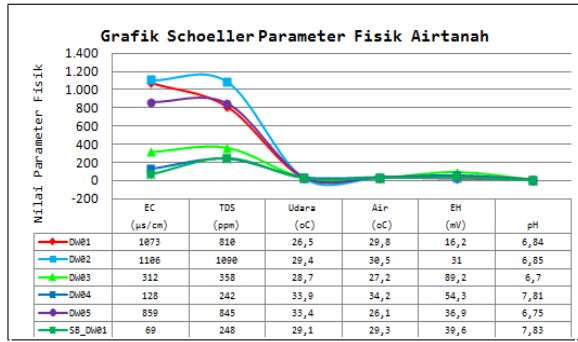
3. Kimia Airtanah

Salah satu metode untuk mengetahui tingkat kedewasaan air dan dapat menggambarkan evolusi aliran yang telah dilalui pada sistem hidrologi adalah dengan melakukan analisis ion utama (McBride, 2011). Yang dimaksud ion utama adalah anion (HCO₃ – Cl – SO₄) dan kation (K – Na – Ca). Ion-ion tersebut umumnya ditemukan dalam air dengan konsentrasi yang >1 mg/l (Hem, 1992). Nilai kuantitatif unsur dalam airtanah ditentukan dengan menghitung nilai rasio mili-ekivalen (*ratio meq*), persen *meq* dan nilai kesetimbangan ion-nya. Melalui analisis ini, asal-usul airtanah diinterpretasikan berdasarkan unsur penyusun terlarut dalam air dengan menggunakan diagram Piper dan diagram HCO₃ – Cl – SO₄. Identifikasi sumber panas dalam air dibuktikan dengan analisis reaksi air dengan batuan samping dengan menggunakan diagram Cl – Li – B, analisis kesetimbangan air dan batuan samping dengan menggunakan diagram K – Na – Mg.

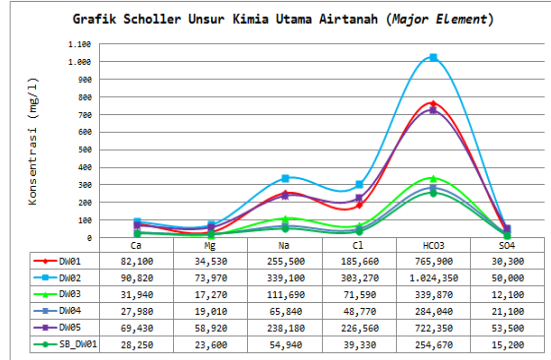
Perbedaan karakteristik airtanah diketahui dengan melakukan analisis perbedaan sifat dari masing-masing kelompok berdasarkan unsur kimia dominan. Kualitas dan kelayakan air untuk dikonsumsi ditentukan menurut standar air minum.

Parameter Fisik dan Kimia Airtanah

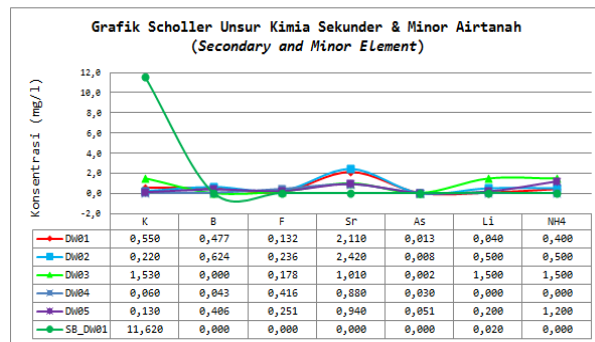
Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik kimia airtanah dapat digunakan grafik *Schoeller* (Truesdell, 1991). Grafik ini dapat memberikan informasi adanya perbedaan kandungan fisik maupun kimia airtanah berdasarkan nilai dan konsentrasi dari unsur yang terkandung di dalamnya.



Gambar 2. Grafik Schoeller Parameter Fisik Airtanah



Gambar 3. Grafik Schoeller Unsur Kimia Utama Airtanah

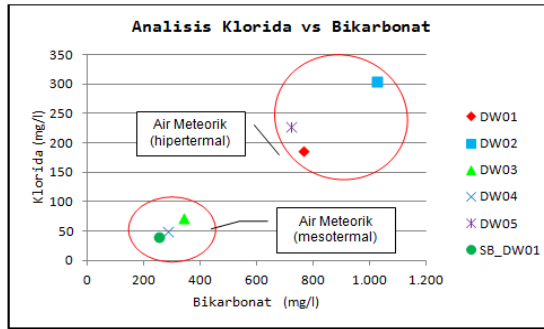


Gambar 4. Grafik Schoeller Unsur Kimia Sekunder dan Minor Airtanah

Untuk menganalisis sifat airtanah, digunakan analisis pengelompokan unsur kimia untuk mengetahui perbedaan karakteristik airtanah dan penyebab terjadinya perbedaan tersebut. Pengelompokan dilakukan terhadap 3 unsur yang dianggap memiliki nilai kuantitatif yang dominan, meliputi :

1. Klorida [Cl⁻] vs Bikarbonat [HCO₃⁻]

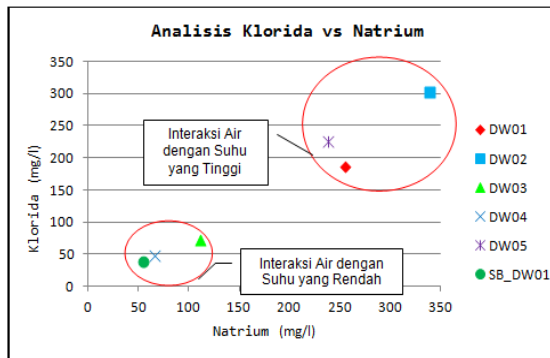
Plot Cl-HCO₃ memberikan gambaran adanya 2 kelompok airtanah, yakni kelompok 1 DW01, DW02 dan DW05 dan kelompok 2 yang terdiri atas DW03, DW04 dan SB-DW01 (Gambar 5).. Kelompok 1 ditandai dengan konsentrasi bikarbonat dan klorida yang tinggi dibanding kelompok 2. Berdasarkan temperatur airnya, maka kelompok 1 termasuk jenis air hipertermal dan kelompok 2 adalah air mesotermal. Hal ini dikarenakan karakter airtanah meteorik yang dominan bikarbonat identik dengan karakter air mesotermal (dingin). Berdasarkan peta geologi, lokasi ini dilalui sesar Cicalengka (Marjiono dkk., 2008). Pengaruh sesar diduga berperan di dalam pengayaan anion pada airtanah kelompok 1 tersebut.



Gambar 5. Grafik Analisis Ion Klorida vs Bikarbonat

2. Klorida [Cl⁻] vs Natrium [Na⁺]

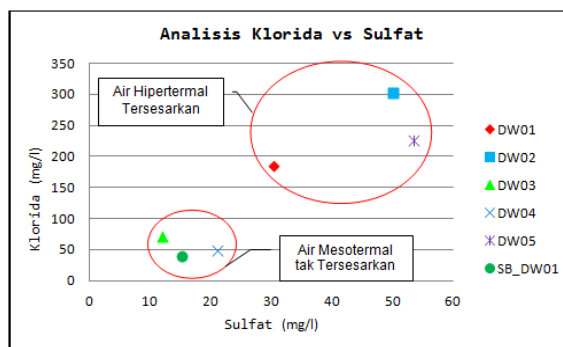
Pada grafik Cl vs Na diketahui bahwa kelompok airtanah 1 memiliki konsentrasi Na yang lebih besar daripada kelompok 2 (Gambar 6). Hal ini konsisten dengan informasi yang didapat sebelumnya, bahwa pengayaan anion Cl dan HCO₃ diikuti dengan pengayaan kation Na. Perbedaan konsentrasi natrium pada kedua kelompok airtanah mengindikasikan adanya interaksi air dalam suhu yang berbeda, karena sifat natrium mudah larut dalam suhu yang tinggi. Secara geologi, natrium umumnya dikandung oleh material semen pada batuan sedimen (pasir dan lempung) atau mineral pembawa natrium seperti albit (NaAlSi₃O₈).



Gambar 6. Grafik Analisis Ion Klorida vs Natrium

3. Klorida [Cl⁻] dengan Sulfat [SO₄²⁻]

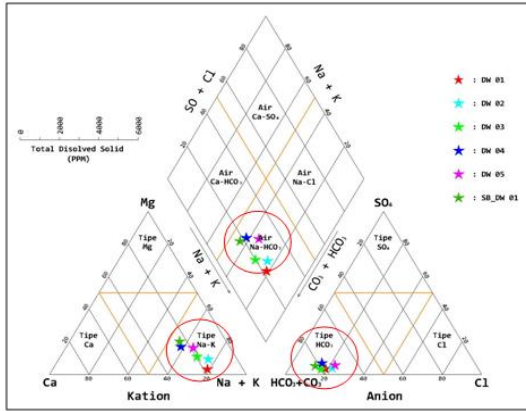
Tingginya konsentrasi sulfat pada kelompok airtanah 1 (Gambar 7), diduga akibat pengaruh batuan vulkanik dan/atau aktivitas vulkanik di sekitar lokasi penelitian. Kemungkinan lain adalah adanya pengaruh sesar yang melalui daerah tersebut, yang memungkinkan airtanah berinteraksi dengan airtanah dari kedalaman melalui zona patahan.



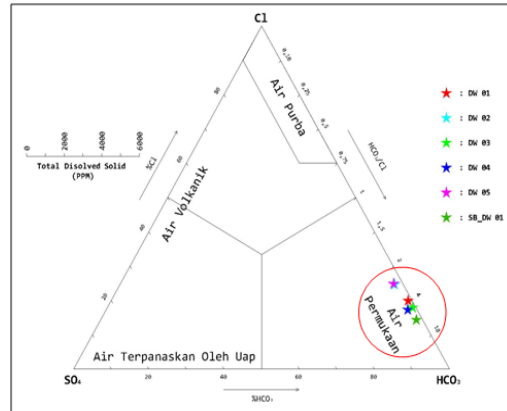
Gambar 7. Grafik Analisis Ion Klorida vs Sulfat

Fasies Kimia Airtanah

Fasies kimia airtanah di lokasi penelitian adalah jenis NaHCO_3 , merupakan airtanah yang diperkaya melalui pertukaran ion dan komposisinya dipengaruhi oleh air permukaan atau air meteorik (Gambar 8 dan 9).

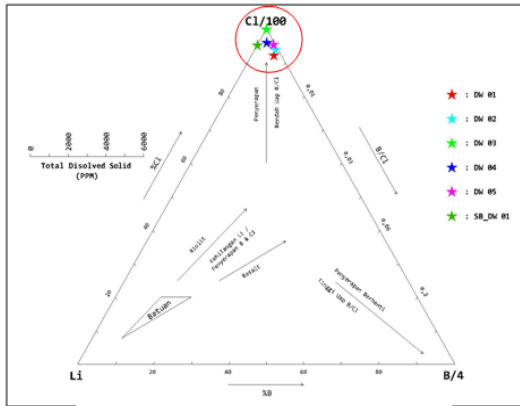


Gambar 8. Diagram Piper

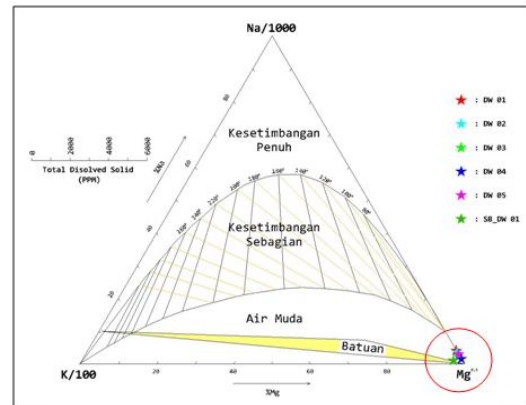


Gambar 9. Diagram $\text{HCO}_3 - \text{Cl} - \text{SO}_4$

Reaksi air dengan batuan samping dapat diketahui karena adanya konsentrasi klorida yang dominan serta rendahnya konsentrasi boron (Gambar 10). Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan air dipengaruhi aktivitas vulkanik dan pengaruh pencucian dengan batuan beku pada sampel airtanah kelompok 1 dan pengaruh batuan yang kaya akan zat organik pada sampel airtanah kelompok 2. Secara umum seluruh airtanah termasuk kedalam kelompok air muda (Gambar 11), sehingga dapat dipastikan dekat dengan sumber *recharge* air meteoriknya.



Gambar 10. Diagram Li - Cl - B



Gambar 11. Diagram K - Na - Mg

Penilaian Kuantas Airtanah

Selain parameter fisik dan parameter kimia yang dianalisis baik anion dan kation utamanya, parameter kimia lain yang dianalisis adalah konsentrasi B^+ , As^+ , dan F^- . Berdasarkan penilaian kualitas, hanya 2 sampel yang dapat dinyatakan layak, yaitu sampel DW03 dan SB_DW01. Sampel DW01 dinyatakan tidak layak karena TDS dan $[\text{As}^+]$ yang melebihi standar, sampel DW02 dinyatakan tidak layak karena TDS, $[\text{Cl}^-]$ dan $[\text{B}^+]$ melebihi standar, sampel DW04 dinyatakan tidak layak karena $[\text{As}^+]$ melebihi standar, sedangkan sampel DW05 dinyatakan tidak layak karena TDS dan $[\text{As}^+]$ melebihi standar.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, perhitungan, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik airtanah di lokasi penelitian berbeda, baik fisik maupun kimianya. Perbedaan aspek fisik meliputi nilai EC, nilai TDS dan nilai suhu air. Perbedaan konsentrasi kimia terlihat pada unsur utama (*major element*) yang meliputi Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , dan SO_4^{2-} . Sedangkan unsur kimia sekunder dan minor airtanah meliputi K^+ , B^+ , F^- , dan Sr^{2+} , dan As^+ , Li^+ , dan NH_4^+ ;
2. Kondisi hidrogeologi dan struktur geologi bawah permukaan merupakan penyebab terjadinya perbedaan sifat fisik dan kimia airtanah di lokasi penelitian. Perbedaan sifat fisik airtanah dan pengelompokan unsur kimia dominan dalam airtanah mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas vulkanik dan kemungkinan adanya pengaruh sesar khususnya pada sumur DW01, DW02, dan DW05;
3. Airtanah di lokasi penelitian termasuk ke dalam klasifikasi airtanah Na- HCO_3 . Bikarbonat yang merupakan spesies airtanah yang dipengaruhi zona aerasi, sedangkan pengayaan konsentrasi Na diduga akibat pertukaran ion atau adanya reaksi dengan batuan sampling berupa pencucian dengan batuan beku;
4. Berdasarkan kualitasnya, airtanah di lokasi penelitian tidak layak untuk air baku industri pengolahan makanan karena beberapa parameter melebihi standar baku mutu air, kecuali sampel DW03 yang semua parameternya memenuhi standar.

Daftar Pustaka

- Anonim., 2010, “Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum”, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Ashari, Yunus., 2015, “Kontrol Sesar terhadap Sistem Akuifer dan Sistem Aliran Airtanah, dan Akibat Keberadaannya terhadap Hidrokimia Cekungan Airtanah Bandung Bagian Timur”, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Daryanto., 2004, “Masalah Pencemaran”, Bandung : Tarsito.
- Ellis, A. J., dan Mahon, W. A. J., 1977. “Chemistry and Geothermal Systems”. Academic Press, New York.
- Hadipurwo., 2006, “Konservasi sebagai Upaya Penyelamatan Airtanah di Indonesia”, Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah, Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Hem, J. D., 1992, “Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water”, US Geological Survey Water-Supply, Third edition, Paper 2254.
- Marjiono, Sohaemi, A., dan Kamawan., 2008, “Identifikasi Sesar Aktif Daerah Cekungan Bandung dengan Data Citra Landsat dan Kegempaan, Jurnal Sumberdaya Geologi”, Vol XVIII No. 2 April 2008.
- McBride, C. G., 2011, “Using groundwater age and hydrochemistry to understand sources and dynamics of nutrient contamination through the catchment into Lake Rotorua”, New Zealand.
- Truesdell, A., 1991, “Applications of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development”, UNITAR/UNDP publications, Rome.