

Karakteristik Hidrokimia Air Tanah berdasarkan Sifat Kimia

(Studi Kasus : Keputih Surabaya)

Faradillah Saves

Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya
e-mail: farasaves@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Air tanah merupakan salah satu sumber utama yang dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, kualitasnya dapat dipengaruhi oleh faktor geologi, kandungan mineral batuan, serta aktivitas manusia seperti limbah domestik, pertanian, dan intrusi air laut. Kelurahan Keputih, yang merupakan wilayah terluas di Kecamatan Sukolilo, masih banyak bergantung pada sumur gali sebagai sumber air bersih. Kondisi air tanah di wilayah ini beragam, mulai dari jernih hingga keruh, tidak berbau hingga berbau, serta ada yang terasa asin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hidrokimia air tanah di Kelurahan Keputih berdasarkan parameter kation (Na, K, Ca, Mg) dan anion (Cl, HCO₃, SO₄). Analisis dilakukan melalui uji laboratorium di PDAM Surya Sembada Surabaya. Hasil pengujian dihitung dalam bentuk persentase ion (meq/l) dan diplot pada diagram Piper menggunakan RockWorks17 untuk menentukan ion dominan serta fasies air tanah. Hasil analisis menunjukkan adanya tiga ion utama yang mendominasi, yaitu kation kalsium (Ca) pada sumur 3, 4, dan 7; anion klorida (Cl) pada sumur 1, 2, 3, dan 7; serta anion bikarbonat (HCO₃) pada sumur 5 dan 6. Berdasarkan interpretasi diagram Piper, fasies air tanah di lokasi penelitian terbagi menjadi empat tipe, yaitu CaCl, CaHCO₃, Ca(Mg)Cl, dan Ca(Mg)HCO₃. Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas air tanah di Keputih dipengaruhi oleh faktor lingkungan sekitar, termasuk kondisi geologi, aktivitas permukiman, serta kedekatan dengan wilayah pesisir.

Kata kunci: Air Tanah, Hidrokimia, Diagram Piper, Keputih

1. PENDAHULUAN

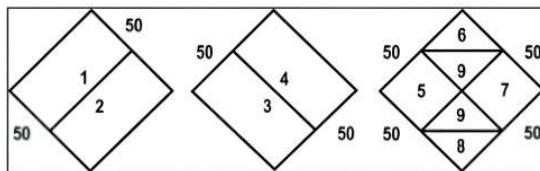
Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peran vital dalam menunjang kehidupan manusia, sehingga baik kualitas maupun jumlah ketersediaannya perlu dijaga dengan sebaik-baiknya (Purnama, G. A., dkk., 2019). Salah satu sumber utama yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah air tanah. Vienastraa & Febriasta (2021) menjelaskan bahwa potensi air tanah dari sisi jumlah dipengaruhi oleh kondisi geologi batuan serta kemampuan batuan tersebut dalam menyimpan air. Sedangkan dari sisi kualitas, air tanah dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam batuan serta adanya pencemar yang bersumber dari aktivitas manusia, seperti penggunaan pupuk pertanian, limbah industri, limbah rumah tangga, perubahan fungsi lahan, hingga intrusi air laut. Selain aktivitas manusia, faktor lingkungan fisik juga memiliki peran penting dalam menentukan kualitas air tanah. Air tanah, terutama yang berasal dari sumur gali dan banyak dimanfaatkan masyarakat, belum tentu memiliki kualitas yang layak.

Hal ini karena air tanah dangkal berisiko tercemar akibat rembesan dari berbagai sumber, seperti lokasi pembuangan sampah, limbah rumah tangga, aktivitas pertanian, industri, maupun pengaruh kondisi geologi di sekitarnya (Mairizky, dkk., 2023). Lesmana & Vebriarta (2021) menyatakan bahwa kandungan unsur kimia dalam air tanah menjadi salah satu penentu utama kualitasnya. Unsur kimia merupakan bagian penting dari air, dan komposisinya dapat berubah, baik meningkat maupun menurun, tergantung pada berbagai faktor. Beberapa faktor yang memengaruhi antara lain curah hujan, jenis mineral penyusun akuifer, kondisi iklim, bentuk permukaan tanah, serta aktivitas manusia. Oleh karena itu, kualitas air tanah sangat erat kaitannya dengan komposisi hidrokimia yang dikandungnya. Kelurahan Keputih merupakan kelurahan dengan wilayah terluas di Kecamatan Sukolilo, yaitu mencapai 21,22 km² (Badan Pusat Statistik, 2024).

Hasil survei menunjukkan bahwa masyarakat di wilayah ini masih banyak yang mengandalkan sumur gali sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari. Tercatat terdapat 7 sumur gali aktif dengan kondisi yang berbeda-beda. Beberapa sumur memiliki kualitas baik, seperti airnya jernih, tidak berbau, dan tidak asin. Namun, ada juga sumur dengan kondisi kurang baik, yaitu airnya keruh, berbau, dan terasa asin. Lokasi sumur-sumur tersebut berada di sekitar kawasan pesisir, daerah permukiman padat, serta berdekatan dengan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik air tanah berdasarkan sifat kimia melalui parameter kation (Na, K, Ca, Mg) dan anion (Cl, HCO₃, SO₄). Berdasarkan parameter tersebut akan dianalisis karakteristik air tanah berdasarkan unsur kimia yang dominan dan pengaruh faktor lingkungan sekitar terhadap air tanah.

2. METODOLOGI

Analisis sifat kimia air tanah dilakukan melalui uji laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam sampel air tanah. Pengujian dilakukan di Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya dengan parameter yang diperiksa berupa ion utama, yaitu Na, K, Mg, Ca, HCO_3^- , Cl, dan SO_4^{2-} . Data hasil uji laboratorium tersebut kemudian dihitung persentase ionnya (kation dan anion) dalam satuan meq/l menggunakan rumus Piper. Setelah itu, hasil perhitungan dipetakan ke dalam diagram Piper untuk mengetahui karakteristik hidrokimia air tanah, termasuk ion dominan serta fasies atau tipe air pada tiap sampel. Diagram Piper dipilih karena mampu menampilkan komposisi anion dan kation secara bersamaan dalam satu bentuk grafik, sehingga memudahkan dalam melihat pola, tren, maupun tipe fasies air tanah berdasarkan posisi titik sampel yang diplot. Dengan demikian, jenis air tanah dapat diidentifikasi lebih cepat sesuai dengan unsur yang paling berpengaruh. Adapun klasifikasi fasies serta pembagian bidang pada diagram Piper ditunjukkan pada Gambar (1) dan Tabel (1).



Gambar 1. Pembagian Daerah Jajar Genjang Diagram Piper

Tabel 1. Definisi Pembagian Daerah Jajar Genjang Diagram Piper

No	Definisi
1	Kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinanya
2	Kandungan alkali melebihi kandungan alkali tanahnya
3	Kandungan asam lemah melebihi kandungan asam kuatnya
4	Kandungan asam kuat melebihi kandungan asam lemahnya
5	Kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%, airtanah didominir oleh alkali tanah dan asam lemahnya
6	Kekerasan non karbonat (kegaraman sekunder) lebih dari 50%
7	Non karbonat alkali (kegaraman primer) lebih dari 50%, airtanah didominir oleh alkali dan asam kuat
8	Karbonat alkali (alkalinitas primer) lebih dari 50%
9	Pasangan anion-kation seimbang tidak ada yang melebihi 50%

3. PEMBAHASAN

Fasies air tanah menggambarkan proses hidrokimia yang berlangsung di bawah permukaan, yaitu hasil interaksi antara mineral penyusun batuan dengan air tanah, sehingga dapat digunakan untuk menelusuri asal-usul air tanah (Singgih, 2022). Pada penelitian ini, penentuan fasies dilakukan berdasarkan analisis kimia ion terlarut dari tujuh sampel air. Metode yang digunakan adalah Diagram Piper untuk mengetahui jenis fasies yang terbentuk di lokasi penelitian. Sebelum dipetakan dalam Diagram Piper, konsentrasi ion utama dalam air tanah terlebih dahulu dikonversi dari satuan mg/L menjadi meq/L. Konversi dilakukan dengan membagi nilai konsentrasi (mg/L) dengan massa atom masing-masing unsur. Setelah diperoleh hasil konversi, data kation dan anion kemudian diuji keseimbangannya menggunakan persamaan kesetimbangan ion. Data dianggap layak apabila nilai *error balance* tidak lebih dari 10%, dengan kualitas yang semakin baik jika nilainya berada di bawah 5%. Hasil konversi ke satuan meq/L beserta nilai *Charge Balance Error* (CBE) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Ion dalam Satuan meq/L Beserta Nilai CBE %

Sumur	Kation (meq/L)						Anion (meq/L)		Total	Total	CBE
	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO_3^-	SO_4^{2-}				
1	9,609	1,154	9,400	4,167	2,817	1,902	1,521	24,329	6,239	0,592	
2	3,478	0,846	10,000	7,250	3,239	0,557	0,875	21,574	4,672	0,644	
3	2,957	0,744	10,400	4,250	10,676	8,689	1,458	18,350	20,823	-0,063	
4	3,478	0,564	8,450	2,583	2,563	5,164	1,688	15,076	9,415	0,231	
5	4,130	0,615	8,650	3,917	2,930	7,574	0,438	17,312	10,941	0,226	
6	7,870	0,718	8,850	3,750	3,887	8,459	0,875	21,188	13,221	0,232	
7	3,304	1,846	16,100	0,750	14,451	13,607	0,167	22,001	28,224	-0,124	

Berdasarkan Tabel 2, hasil konversi ion dari mg/L ke meq/L serta validasi data menggunakan *Charge Balance Error* (CBE) menunjukkan bahwa seluruh sampel dari 7 sumur memiliki nilai CBE kurang dari 5%. Dengan demikian, semua sampel tersebut dapat digunakan untuk analisis tahap selanjutnya karena masih berada dalam batas standar kesetimbangan ion yang diperbolehkan. Sebagai ilustrasi, berikut ditampilkan contoh perhitungan konversi ke meq/L beserta persentase nilai CBE pada sumur 1.

Contoh perhitungan pada ion Na untuk kasus sumur 1 :

$$\triangleright \text{ meq/L} = \text{mol} \times \text{valensi unsur ion Na}$$

$$\begin{aligned}\text{mol} &= \frac{\text{konsentrasi ion Na (mg/L)}}{\text{Ar (massa atom)}} \\ &= \frac{221}{23} \\ &= 9,609\end{aligned}$$

$$\triangleright \text{ meq/L} = \text{mol} \times \text{valensi unsur ion Na}$$

$$\begin{aligned}&= 9,609 \times 1 \\ &= 9,609\end{aligned}$$

$$\triangleright \text{ CBE (\%)} = \frac{\Sigma \text{kation} - \Sigma \text{anion}}{\Sigma \text{kation} + \Sigma \text{anion}} \times 100$$

$$\begin{aligned}&= \frac{24,329 - 6,239}{24,329 + 6,239} \times 100 \\ &= 0,592\%\end{aligned}$$

Analisis selanjutnya adalah menghitung persentase kation dan anion berdasarkan data konsentrasi ion dalam satuan meq/L. Hasil perhitungan persentase tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Nilai Kation dan Anion

Sumur	Persentase Kation (%)				Persentase Anion (%)		
	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	SO ₄
1	39,494	4,743	38,637	17,126	45,147	30,478	24,375
2	16,122	3,922	46,351	33,605	69,340	11,931	18,729
3	16,112	4,052	56,675	23,161	51,271	41,726	7,004
4	23,072	3,742	56,050	17,136	27,227	54,849	17,924
5	23,858	3,555	49,964	22,623	26,777	69,225	3,999
6	37,142	3,389	41,770	17,699	29,402	63,980	6,618
7	15,019	8,391	73,180	3,409	51,200	48,209	0,591

Nilai persentase kation dan anion yang ditampilkan pada Tabel 3 akan digunakan sebagai data untuk memplot pada diagram Piper. Persentase ini dihitung menggunakan rumus perhitungan ion. Sebagai contoh, berikut ditunjukkan perhitungan persentase kation dan anion untuk salah satu ion pada sumur 1.

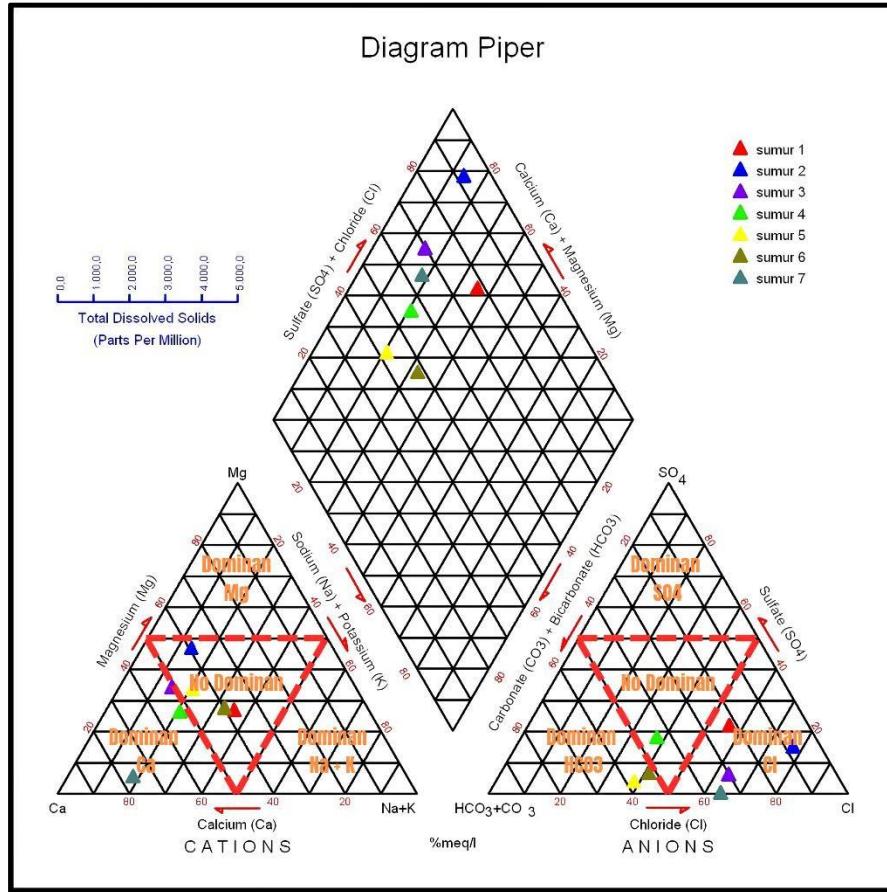
$$\triangleright \text{ persentase kation Na} = \frac{\text{Meq/liter unsur ion Na}}{\Sigma \text{Meq/liter semua unsur kation}} \times 100$$

$$\begin{aligned}&= \frac{9,609}{24,329} \times 100 \\ &= 39,494 \%\end{aligned}$$

$$\triangleright \text{ persentase Anion Cl} = \frac{\text{Meq/liter unsur ion Cl}}{\Sigma \text{Meq/liter semua unsur anion}} \times 100$$

$$\begin{aligned}&= \frac{2,817}{6,239} \times 100 \\ &= 45,147 \%\end{aligned}$$

Setelah diperoleh hasil perhitungan persentase kation dan anion, data tersebut kemudian dipetakan ke dalam diagram Piper menggunakan software RockWorks17. Proses ini bertujuan untuk mengetahui ion dominan serta menentukan fasies air tanah. Selanjutnya, hasil plot tersebut dikelompokkan berdasarkan pembagian bidang jajar genjang pada diagram Piper sesuai dengan acuan Irvandi dkk. (2022). Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Plot Diagram Piper

Berdasarkan hasil plotting pada Diagram Piper (Gambar 2), daerah penelitian menunjukkan adanya tiga unsur dominan. Pada segitiga CATIONS, unsur yang paling mendominasi adalah Ca (Kalsium). Hal ini terlihat pada sumur 3, sumur 4, dan sumur 7 yang memiliki konsentrasi Ca lebih dari 50%, sehingga dapat dikategorikan sebagai dominan. Sementara itu, pada segitiga ANIONS, terdapat dua unsur dominan, yaitu HCO_3 (bikarbonat) dan Cl (klorida). Unsur HCO_3 mendominasi pada sumur 5 dan sumur 6 dengan persentase lebih dari 50%. Sedangkan unsur Cl mendominasi pada sumur 1, sumur 2, sumur 3, dan sumur 7 dengan nilai konsentrasi ion yang juga melebihi 50%. Hasil interpretasi lebih lanjut terkait fasies air tanah berdasarkan Diagram Piper dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi Hasil Ploting Diagram Piper

Sumur	Tip		Tipe Kimia Air
	Kation	Anion	
1	No Dominan	Tipe Klorida	Ca+Mg-Cl
2	No Dominan	Tipe Klorida	Ca+Mg-Cl
3	Tipe Kalsium	Tipe Klorida	CaCl
4	Tipe Kalsium	No dominan	Ca-HCO ₃
5	No Dominan	Tipe Bikarbonat	Ca+Mg-HCO ₃
6	No Dominan	Tipe Bikarbonat	Ca+Mg-HCO ₃
7	Tipe Kalsium	Tipe Klorida	CaCl

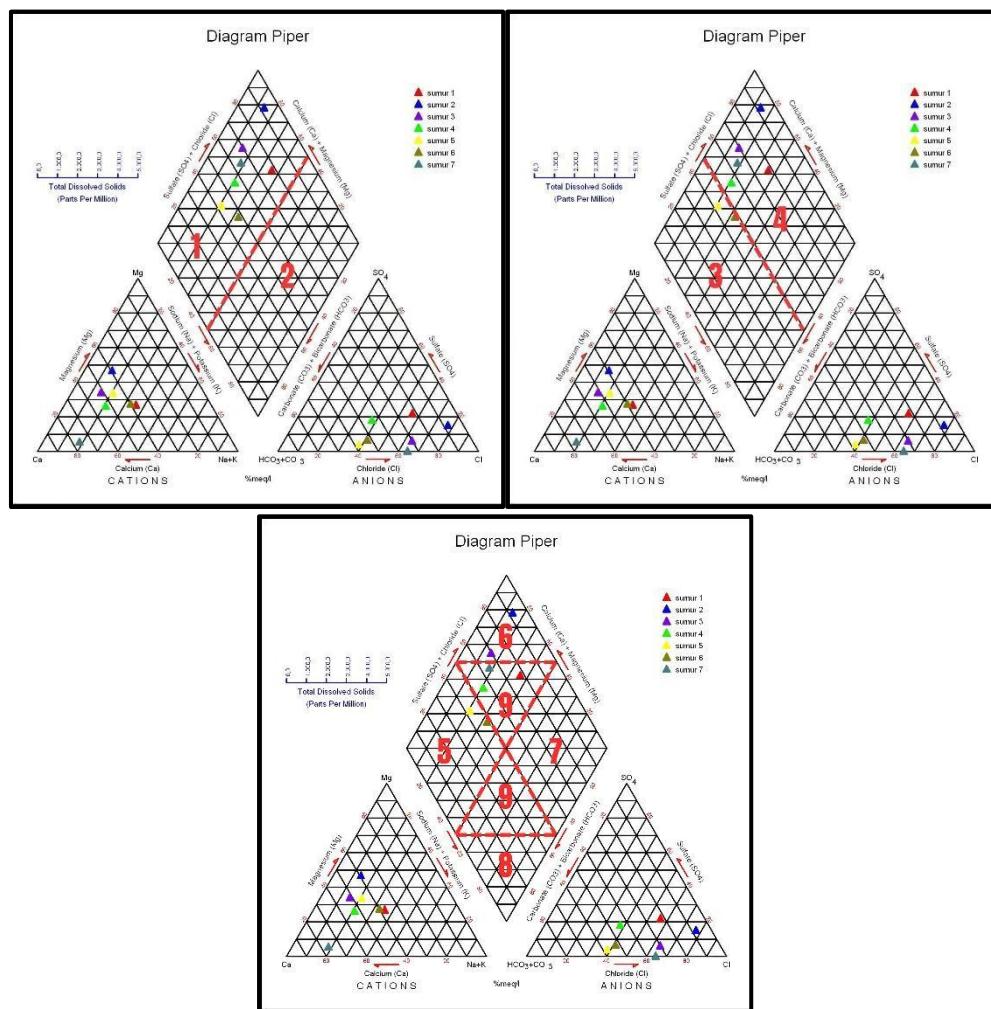
Berdasarkan Tabel 4, hasil interpretasi analisis Diagram Piper menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki empat jenis fasies air tanah, terdiri atas dua fasies utama yaitu CaCl dan CaHCO_3 , serta dua fasies campuran yaitu $\text{Ca}(\text{Mg})\text{Cl}$ dan $\text{Ca}(\text{Mg})\text{HCO}_3$. Pada tipe kation, sebagian besar sampel termasuk kategori tidak dominan dengan kandungan kalsium dan magnesium yang relatif seimbang. Namun, pada sumur 3, sumur 4, dan sumur 6 terlihat dominasi kalsium. Hal ini membuat sumur 3 dan sumur 6 tergolong fasies CaCl , sedangkan sumur 4 tergolong fasies CaHCO_3 . Kandungan klorida pada fasies CaCl mengindikasikan adanya pengaruh pencampuran atau intrusi air laut (Gemilang dkk., 2023). Kondisi ini sesuai dengan letak geografis lokasi penelitian yang berada di dekat garis pantai, sehingga memungkinkan terjadinya intrusi air laut dengan kadar garam tinggi. Hal ini juga terbukti dari nilai klorida yang cukup besar pada beberapa sampel sumur. Sementara itu, fasies CaHCO_3 yang didominasi bikarbonat menunjukkan bahwa air tanah berasal dari sistem air tanah dangkal atau termasuk kategori air tanah muda (Gemilang & Bakti, 2019). Kondisi ini sesuai dengan keberadaan sumur dangkal di lokasi penelitian yang umumnya dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Kandungan bikarbonat juga berkaitan dengan sifat alkalinitas, sehingga air cenderung bersifat

basa. Hal ini diperkuat dengan hasil uji laboratorium yang menunjukkan $\text{pH} > 7$ pada sebagian besar sampel. Selain itu, keberadaan kalsium (Ca) pada kedua fasies menyebabkan air memiliki tingkat kesadahan yang relatif tinggi. Kondisi ini dapat memicu sifat korosif pada pipa dan peralatan rumah tangga, serta menimbulkan noda atau bercak putih kekuningan. Jika berlangsung lama, endapan dari kesadahan ini berpotensi menumpuk (Evintia, 2019).

Berdasarkan hasil plotting pada bidang jajar genjang Diagram Piper (Gambar 3) memperlihatkan bahwa air tanah di lokasi penelitian terdistribusi ke dalam lima area, yaitu:

- kandungan alkali tanah (Ca) lebih tinggi dibandingkan alkali ($\text{Na} + \text{K}$),
- kandungan asam lemah (HCO_3^-) lebih tinggi dibandingkan asam kuat (SO_4^{2-}),
- kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) melebihi 50%, sehingga air tanah didominasi alkali tanah dan asam lemah,
- kekerasan non-karbonat (kegaraman sekunder) melebihi 50%, dan
- pasangan anion–kation relatif seimbang tanpa dominasi yang lebih dari 50%.

Sementara itu, area (2), (7), dan (8) tidak teridentifikasi dalam penelitian ini karena tidak ada sampel sumur yang berada pada ketiga area tersebut.



Gambar 3. Pembagian Area Jajar Genjang Diagram Piper

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai karakteristik hidrokimia air tanah di Kelurahan Keputih, dapat disimpulkan bahwa komposisi kimia air tanah menunjukkan adanya tiga ion utama yang mendominasi. Ion kation kalsium (Ca) ditemukan pada sumur 3, 4, dan 7, sedangkan ion anion klorida (Cl^-) mendominasi pada sumur 1, 2, 3, dan 7. Sementara itu, ion anion bikarbonat (HCO_3^-) lebih dominan pada sumur 5 dan 6. Dari hasil interpretasi diagram Piper, fasies air tanah di lokasi penelitian terbagi menjadi empat jenis, yaitu tipe CaCl (kalsium klorida), tipe CaHCO_3 (kalsium bikarbonat), serta dua tipe campuran yakni $\text{Ca}(\text{Mg})\text{Cl}$ (kalsium magnesium klorida) dan $\text{Ca}(\text{Mg})\text{HCO}_3$ (kalsium magnesium bikarbonat).

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (2024). Kecamatan Suklilo Dalam Angka 2024. Vol. Xx2024. <https://surabayakota.bps.go.id/id>
- Evintia, T. L., & Hariyanto, B. (2019). Studi Hidrokimia Air Tanah Dangkal di Desa Jimbaran Wetan Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. *Swara Bhumi*, 5(8), 1-6.
- Gemilang, W. A., & Bakti, H. (2019). Kerentanan Air Tanah di Kawasan Pertanian Garam Pesisir Pademawu, Madura berdasarkan Karakteristik Hidrogeokimia dan Indeks Kualitas Air. *RISET Geologi Dan Pertambangan*, 29(1), 115-125.
- Gemilang, W. A., Hasanah, N. N., & Wish, U. J. J. (2019). Karakteristik Hidrogeokimia Akuifer Tak Terkekang Kawasan Pesisir Pulau Weh, Aceh. *Jurnal Sumber Daya Air*, 15(1), 27-38.
- Irvandi, M. A., Siswoyo, H., & Irawan, D. E. (2022). Pemetaan Pola Aliran Air Tanah di Sekitar Kali Sumpil Kota Malang. *Flurecol Journal Part E*, 2(1), 1-8.
- Lesmana, A., CSSSA, B. Y., & Iskandarsyah, T. Y. W. M. (2021). Karakteristik Hidrokimia Air Tanah Pada Bagian Timur Cekungan Air Tanah Bandung–Soreang: Studi Kasus Sebagian Kecamatan Cicalengka Dan Kecamatan Cimanggung, Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 5(6), 546-561.
- Mairizki, F., Putra, A. Y., & Suryadi, A. (2023). Kualitas Fisikokimia air tanah dangkal di Bantan air, Bengkalis, Riau. *Jurnal Katalisator*, 8(1), 24-41.
- Purnama, G., A., dkk. 2019. Fasies Airtanah di Wilayah Lubuk Linggau dan Sekitarnya,Provinsi Sumatera Selatan. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(3), 205-212.
- Vienastraa, S., & Febriata, E. (2021). Dinamika hidrokimia air tanah pada Akuifer Pasiran Pulau Yeben Raja Ampat, Papua Barat. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 26(2), 99-110.