





Chemical Characteristics of Surface Water of Sumpil River and Groundwater on its Surroundings

Mukhlis Arief Irvandi¹ , Hari Siswoyo¹, Dasapta Erwin Irawan²

¹Department of Water Resources Engineering, Universitas Brawijaya, Indonesia

²Department of Geological Engineering, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

 mukhlisariefirvandi12@gmail.com

 <https://doi.org/10.53017/uje.137>

Received: 22/02/2022

Revised: 25/03/2022

Accepted: 26/03/2022

Abstract

The objective of this study was to know the chemical characteristics of surface water in a segment of Sumpil River and the groundwater on its surrounding. The location of this study was in 3 cross sections, consisting of 1 well on the right of the Sumpil River, 1 well on the left of the Sumpil River flow, and 1 point on the Sumpil River flow. The chemical characteristics of the water were determined by the concentrations of cations and anions in the water sample using the Piper Trilinear Diagram with the GW Chart 1.30 computer program. Based on the results of the study, it was shown that the chemical characteristics of the Sumpil River water and the groundwater at the location of this study were the same, where all water samples had an alkaline earth metals content over the alkali content (zone 1), had a strong acidic content exceeding the weak acidic content (zone 4), have a balanced cation and anion pairs, none of which exceed 50% (zone 9), and shown that all of the water in the location of this study were fresh water.

Keywords: Chemical characteristics; Groundwater; Sumpil river; Surface water

Karakteristik Kimia Air Permukaan Kali Sumpil dan Air Tanah di Sekitarnya

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik kimia air permukaan di segmen Kali Sumpil dan air tanah di sekitarnya. Lokasi penelitian ini adalah di 3 cross section yang terdiri dari 1 sumur di sebelah kanan aliran Kali Sumpil, 1 sumur di sebelah kiri aliran Kali Sumpil, dan 1 titik di Kali Sumpil. Karakteristik kimia air di lokasi penelitian ditentukan dengan data masukan berupa konsentrasi kation dan anion di dalam contoh air menggunakan Diagram Trilinier Piper dengan bantuan program komputer GW Chart 1.30. Berdasarkan hasil penelitian, ditunjukkan bahwa karakteristik kimia air permukaan Kali Sumpil maupun air tanah di lokasi penelitian adalah sama, dimana seluruh sampel air memiliki kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinya (daerah 1), memiliki kandungan asam kuat melebihi kandungan asam lemahnya (daerah 4), memiliki pasangan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50% (daerah 9), dan menunjukkan bahwa seluruh sampel air di lokasi penelitian ini merupakan air tawar.

Kata kunci: Air permukaan; Air tanah; Kali sumpil; Karakteristik kimia

1. Pendahuluan

Kali Sumpil mengalir dari Kelurahan Tunjungsekar, Kecamatan Lowokwaru hingga mencapai pertemuan dengan Kali Sari, di Kelurahan Pandanwangi, Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Tata guna lahan wilayah di sekitar Kali Sumpil meliputi pemukiman, daerah

pertanian, dan perkebunan [1]. Hasil wawancara dengan warga setempat, aliran Kali Sumpil digunakan oleh warga setempat untuk berbagai kegiatan, antara lain untuk mandi, mencuci, kakus, serta sumber air irigasi untuk sawah di sekitarnya, sedangkan warga setempat lebih memilih memanfaatkan air tanah dan air minum kemasan untuk kebutuhan konsumsi. Air tanah maupun air permukaan yang dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas perlu diketahui kualitas air tanahnya [2].

Salah satu faktor penentu utama kualitas air adalah karakteristik kimia air, selain karakteristik fisik dan biologi. Konsentrasi zat terlarut dominan dalam air akan menentukan tipe kimia air tersebut [3]. Penentuan tipe kimia air dilakukan dengan menggunakan Diagram Trilinier Piper [4]. Penggunaan Diagram Trilinier Piper dapat membantu mengetahui unsur dominan penyusun air tersebut dengan mempertimbangkan hasil plot data masukan pada jajargenjang yang dibagi menjadi 9 daerah [2].

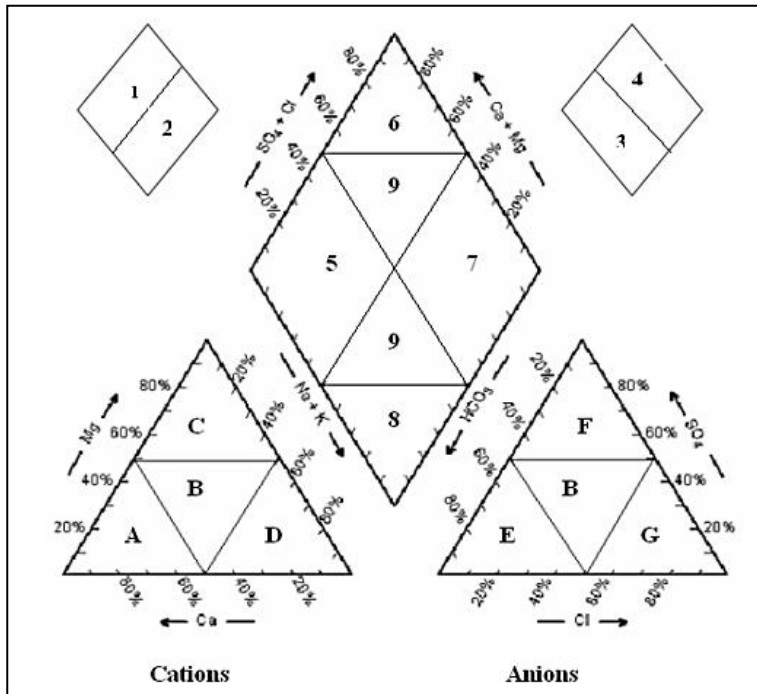
Penggunaan Diagram Trilinier Piper sangat penting dalam studi genetis air, maka banyak peneliti terdahulu yang menggunakan diagram ini untuk analisis karakteristik kimia air tanah. Penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kecamatan Cibiru dan Cileunyi, Bandung menunjukkan bahwa kondisi air tanah di lokasi penelitian adalah $\text{Ca}:\text{HCO}_3$, $\text{Ca}:\text{Mg}:\text{HCO}_3$, $\text{Mg}:\text{HCO}_3$ dan $\text{Ca}:\text{Na}$ Dominan [5]. Hasil penelitian serupa yang dilakukan di Desa Buaran, Jepara menunjukkan bahwa kualitas air tanah di lokasi ini tergolong tipe 4 yang menunjukkan bahwa kandungan asam kuat melebihi kandungan asam lemahnya, tipe 1 yang menunjukkan bahwa kandungan alkali melebihi kandungan alkali tanahnya, dan kandungan ion dominan berupa HCO_3 [6]. Penggunaan Diagram Trilinier Piper untuk penentuan kualitas air tanah juga pernah dilakukan di Kecamatan Kubu, Karangasem, Bali, yang menunjukkan bahwa air tanah di lokasi tersebut memiliki tipe kation dominan Natrium+Kalium, tipe anion non dominan, dan membuktikan bahwa air tanah di lokasi tersebut didominasi oleh kandungan alkali dan asam kuat dan merupakan daerah non karbonat alkali (kegaraman primer) lebih dari 50% [7]. Akan tetapi, umumnya para peneliti sebelumnya fokus membahas karakteristik kimia air tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimia air permukaan Kali Sumpil dan air tanah di wilayah di sekitarnya menggunakan pengeplotan konsentrasi kation dan anion air di Diagram Trilinier Piper.

2. Literature Review

Unsur-unsur kimia yang terlarut dalam air tanah dapat digolongkan menjadi 4 kategori, antara lain [8]:

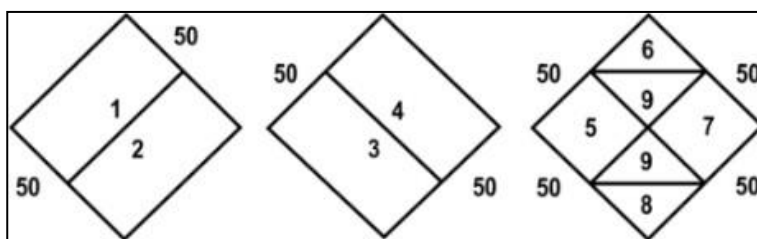
- a. *Major constituents* atau unsur utama yaitu unsur dengan kadar berkisar 1 – 1000 mg/l, meliputi magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^{2+}), kalsium (Ca^{2+}), klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), dan silika (SiO_2).
- b. *Secondary constituents* atau unsur sekunder yaitu unsur dengan kadar berkisar 0,01-10 mg/l, meliputi kalium (K^+), besi (Fe), fluorida (F^-), strontium (Sr), nitrat (NO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}), dan boron (B).
- c. *Minor constituents* atau unsur minor yaitu unsur dengan kadar berkisar 0,0001-0,1 mg/l, meliputi aluminium, brom, nikel, barium, timbal, atimon, seng, arsen, krom, germanium, cadmium, jodium, mangan, fosfat, litium, rubidium, kobalt, tembaga, selenium, uranium, vanadium, titanium, dan molibdenum.
- d. *Trace constituents* atau unsur langka yaitu unsur dengan kandungan biasanya kurang dari 0,001 mg/l, yakni scandium, platina, emas, perak, cerium, galium, cesium, indium, berilium, bismut, tungsten, ruthenium, tharium, timah, lanthanum, niobium, thalium, radium, dan zirkon.

Konsentrasi zat kimia terlarut dalam air akan menentukan tipe dan karakteristik kimia air tersebut, yang diinterpretasi dari hubungan penyusun airnya. Penentuan karakteristik kimia ditentukan dengan menggunakan Diagram Trilinier Piper. Diagram Trilinier Piper merepresentasikan kondisi kimia air, sehingga sangat efektif untuk digunakan pada studi pemisahan unsur terlarut dalam air, untuk memodifikasi sifat air yang melewati suatu daerah, serta hubungannya dengan permasalahan geokimia [4]. Diagram Trilinier Piper terdiri dari dua segitiga, dimana segitiga sebelah kiri mengklasifikasikan kation, sedangkan segitiga sebelah kanan mengklasifikasikan anion dalam contoh air yang diujikan. Berikutnya, konsentrasi air yang diplot dihubungkan ke dalam jajargenjang di bagian tengah Diagram, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 [9].



Gambar 1. Diagram Trilinier Piper

Karakteristik kimia air dapat ditentukan dengan meninjau pada daerah mana kelompok dominan hasil pengeplotan data pada jajargenjang, yang dibagi menjadi 9 daerah seperti pada Gambar 2 [2].



Gambar 2. Pembagian Daerah Pada Jajargenjang Menurut Piper

Hasil pengeplotan data pada jajargenjang diinterpretasikan sebagai berikut [2]. Apabila titik yang diplot jatuh pada daerah:

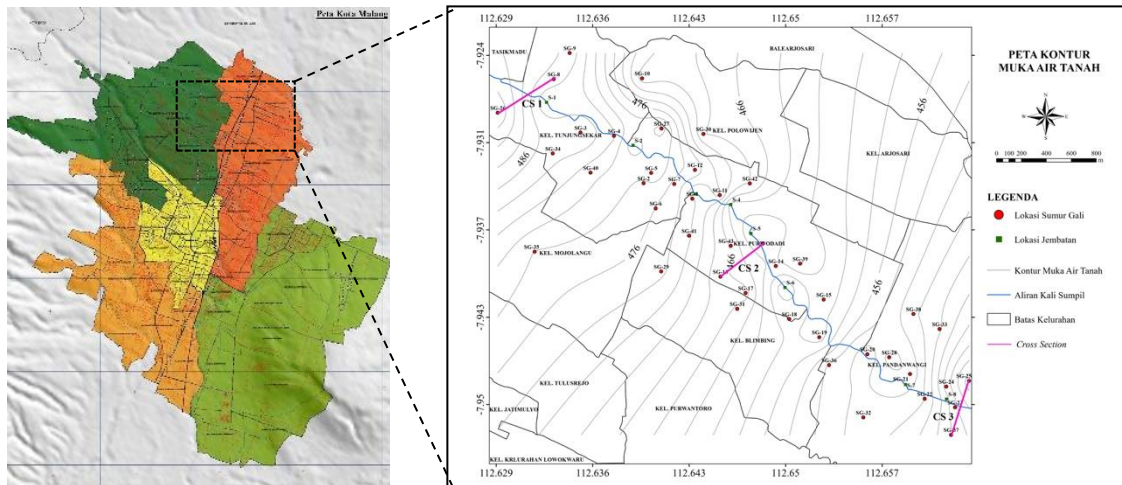
- Berarti memiliki kandungan alkali tanah melebihi alkali.
- Berarti memiliki kandungan alkali melebihi alkali tanah.
- Berarti memiliki kandungan asam lemah melebihi asam kuat.
- Berarti memiliki kandungan asam kuat melebihi asam lemah.
- Berarti kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%, dimana sifat kimia air tanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah.

- f. Berarti kekerasan non karbonat (kegaraman sekunder) lebih dari 50%.
- g. Berarti non karbonat alkali (kegaraman primer) lebih dari 50%, dimana sifat kimia air tanah didominasi oleh alkali dan asam kuat.
- h. Berarti karbonat alkali (alkalinitas primer) lebih dari 50%.
- i. Berarti pasangan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50%.

3. Metode

3.1. Lokasi

Lokasi penelitian ini adalah di segmen Kali Sumpil sepanjang 5,6 km yang mengalir mulai dari Kecamatan Lowokwaru hingga ke pertemuan antara Kali Sumpil dan Kali Sari di Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Sebanyak 43 sumur gali milik warga dan 8 titik pengamatan sungai dibagi menjadi 3 *cross section* yang terdiri dari 1 titik pengamatan sumur di sebelah kanan sungai, 1 titik pengamatan sumur di sebelah kiri sungai, dan 1 titik sungai dipilih untuk mewakili kondisi hulu, tengah, dan hilir aliran Kali Sumpil. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada **Gambar 3** dan deskripsi lokasi penelitian ditunjukkan pada **Tabel 1**.



Gambar 3. Lokasi penelitian

Tabel 1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Cross Section	Kode Titik Pengamatan	Lokasi	Koordinat	
			BT	LS
1	SG – 26 (Kanan)	Kel. Tunjungsekar	7°55'42.50"	112°37'43.96"
	S -1	Kel. Tunjungsekar	7°55'39.74"	112°37'56.62"
2	SG – 8 (Kiri)	Kel. Tunjungsekar	7°55'33.77"	112°37'58.50"
	SG – 16 (Kanan)	Kel. Purwodadi	7°56'25.10"	112°38'41.80"
	S – 5	Kel. Purwodadi	7°56'13.82"	112°38'49.70"
3	SG – 13 (Kiri)	Kel. Purwodadi	7°56'16.51"	112°38'52.87"
	SG – 37 (Kanan)	Kel. Pandanwangi	7°57'06,25"	112°39'41,71"
	S – 8	Kel. Pandanwangi	7°56'56,92"	112°39'40,54"
	SG – 25 (Kiri)	Kel. Pandanwangi	7°56'52,21"	112°39'46,36"

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dalam penelitian ini ialah contoh air yang diambil dari 9 titik pengamatan (6 titik air tanah berupa sumur gali dan 3 titik air permukaan Kali Sumpil) dari 3 *cross section* yang diamati. Alat yang digunakan antara lain pH meter, TDS meter, EC meter, termometer air digital, botol 1 liter berbahan *poli etilen*, tas/kotak pendingin yang diisi es gel, form rekapitulasi, dan *handphone*. pH meter model PH-009(I) digunakan untuk mengukur nilai

pH contoh air di sumur gali warga dan air permukaan Kali Sumpil. TDS meter model A1 digunakan untuk mengukur total zat padat terlarut pada contoh air sumur gali warga dan air permukaan Kali Sumpil. EC meter model *µSiemen Digital Conductivity Tester* digunakan untuk mengukur nilai daya hantar listrik (DHL) pada contoh air. Termometer air digital digunakan untuk mengukur temperatur air pada contoh air sumur gali dan air permukaan. Botol 1 liter berbahan *poli etilen* digunakan untuk sebagai wadah penyimpanan contoh air. Tas/kotak pendingin yang diisi dengan es gel digunakan sebagai wadah pengawetan sementara contoh air selama proses pengambilan contoh di lapangan sebelum akhirnya contoh air dikirim ke laboratorium. Form rekapitulasi digunakan untuk mencatat semua hasil yang didapatkan di lapangan. *Handphone* berguna untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan di lapangan.

3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2021. Pelaksanaan pengambilan contoh air, baik air tanah maupun air sungai dilaksanakan sesuai aturan pada SNI 6989.58:2008 tentang Air dan Air Limbah-Bagian 58: Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Parameter fisik air yang diamati, meliputi pH, TDS, DHL, dan suhu air diukur langsung di lapangan bersamaan pada saat pengambilan contoh air. Kandungan ion terlarut dalam contoh air, yang dibagi menjadi dua, yaitu kation (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) dan anion (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) dianalisis di Laboratorium Tanah dan Airtanah, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Konsentrasi kation (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) dianalisis dengan menggunakan Metode Spektrofotometri, sedangkan konsentrasi anion (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) dianalisis dengan menggunakan Metode Volumetri. Hasil pengujian konsentrasi dari setiap kation dan anion akan digunakan sebagai data masukan untuk penentuan tipe kimia air menggunakan model Diagram Trilinier Piper dengan bantuan program komputer *GW Chart* versi 1.30.

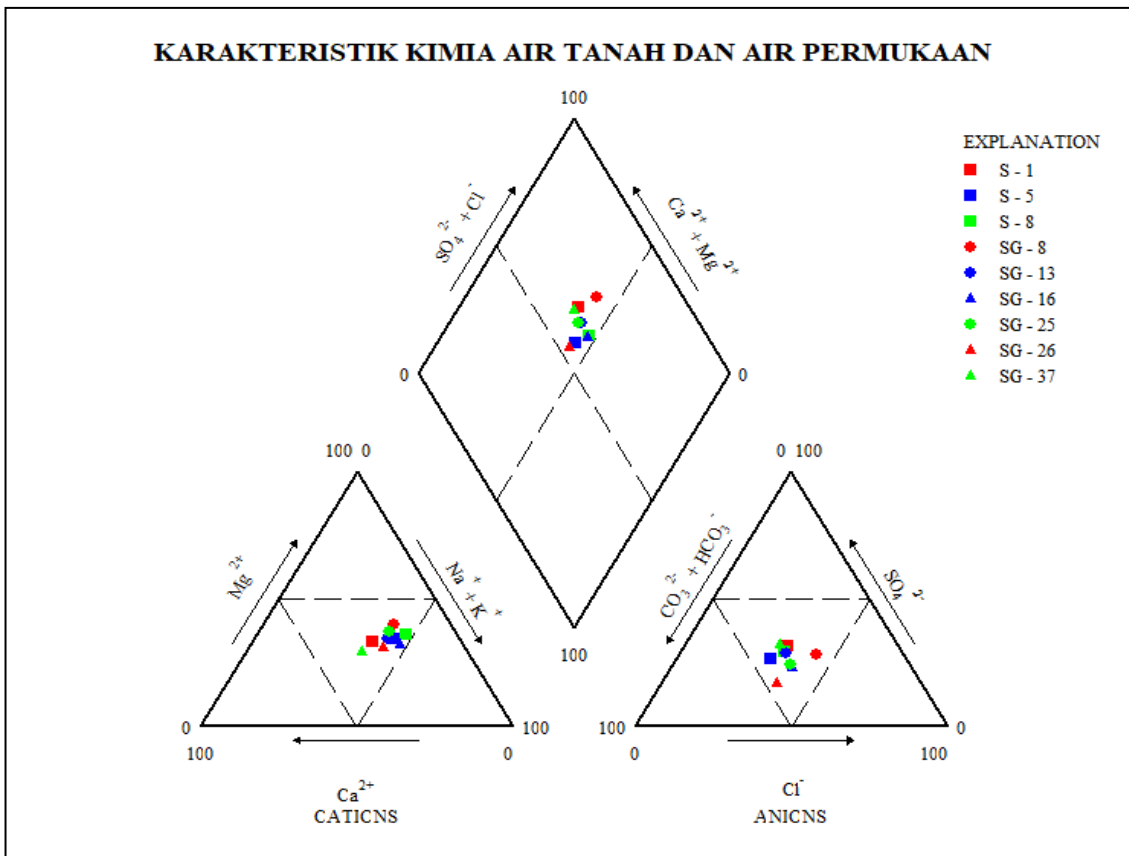
4. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran parameter fisika air, meliputi pH, TDS, DHL, dan suhu air serta hasil analisis parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi seluruh kation, meliputi K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} dan anion, meliputi Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- dalam seluruh contoh air yang diuji di Laboratorium Tanah dan Air Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya ditabulasikan dalam [Tabel 2](#).

Tabel 2. Rekapitulasi Parameter Fisika-Kimia Contoh Air Tanah dan Air Sungai Lokasi Penelitian

Kode	t °C	pH	Rekapitulasi Parameter Fisika-Kimia Contoh Air									
			TDS ppm	DHL µS/cm	Konsentrasi Ion Terlarut (mg/L)							
					Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
S - 1	25.07	8,30	213,33	410,00	6,21	2,99	4,27	0,70	41,48	29,30	23,04	
S - 5	24.13	8,00	224,00	429,33	7,34	3,13	3,20	0,76	56,12	27,33	23,04	
S - 8	23.93	7,90	216,33	423,00	6,86	2,92	2,17	0,67	43,92	27,33	23,04	
SG - 8	24.53	7,03	391,33	736,00	15,17	7,90	5,78	0,89	53,68	42,79	49,63	
SG - 13	24.67	7,33	255,67	496,67	10,64	4,70	5,20	0,64	50,02	30,23	26,59	
SG - 16	24.93	6,87	266,67	523,00	12,18	4,46	4,72	0,77	51,24	24,54	30,13	
SG - 25	23.93	6,73	313,33	423,00	12,59	6,16	5,80	0,96	64,66	32,21	37,22	
SG - 26	25.20	6,97	333,67	600,67	12,23	4,83	6,65	0,91	76,86	21,63	35,45	
SG - 37	25.47	6,70	250,33	491,33	6,31	2,65	4,93	0,03	67,10	45,47	31,91	

Konsentrasi ion-ion terlarut di dalam contoh air yang diujikan di atas akan membentuk suatu karakter yang akan ditunjukkan dengan tipe kimianya sesuai hasil plot dalam Diagram Trilinier Piper. Adapun hasil analisis karakteristik kimia air dengan menggunakan Diagram Trilinier Piper dapat ditunjukkan dalam [Gambar 4](#).



Gambar 4. Diagram Trilinier Piper contoh air di lokasi penelitian

Berdasarkan hasil pengeplotan dalam Diagram Trilinier Piper pada bagian kation (segitiga bawah bagian kiri) dan bagian anion (segitiga bawah bagian kanan), dapat ditunjukkan bahwa dari 9 contoh air dari 3 *cross section* di lokasi penelitian yang diujikan seluruhnya memiliki tipe kation dan anion yang sama, yaitu tipe non-dominan. Pada bagian jajaran genjang, dengan menginterpretasi hasil pengeplotan sesuai **Gambar 1**, dapat ditunjukkan bahwa semua contoh air yang diujikan terletak pada daerah 1, 4, dan 9. Berdasarkan pembagian daerah tersebut, dapat dinyatakan bahwa seluruh contoh air memiliki karakteristik yang sama, yaitu kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinya (daerah 1), memiliki kandungan asam kuat melebihi kandungan asam lemahnya (daerah 4), dan memiliki pasangan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50% (daerah 9). Air tanah dan air permukaan di lokasi penelitian memiliki kesamaan karakteristik kimia, dengan demikian dapat dibuktikan bahwa terdapat/terjadi interaksi antara air tanah dan air permukaan di lokasi penelitian.

Hasil pengeplotan pada bagian jajaran genjang Diagram Trilinier Piper pada Gambar 4 sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Sungai Varahi, India [10]. Sungai Varahi berada di dataran tinggi dengan elevasi +761 m dpl, dan juga menunjukkan bahwa memiliki kandungan alkali yang lebih tinggi (Ca^{2+} dan Mg^{2+}), kandungan asam kuat yang lebih tinggi (Cl^- dan SO_4^{2-}) serta merupakan zona campuran, dimana pasangan kation dan anion seimbang. Hasil pengeplotan karakteristik kimia yang menyatakan bahwa kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkali dapat disebabkan oleh batuan vulkanik dan batuan mineral lempung yang banyak mengandung Ca^{2+} , Mg^{2+} [11]. Selain itu, munculnya ion Ca^{2+} di seluruh sampel air menunjukkan bahwa terdapat pertukaran ion antara air tanah dengan batuan breksi gunung api [5]. Hal ini sesuai dengan formasi batuan di lokasi penelitian. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Malang yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (1992), lokasi penelitian ini tersusun atas beberapa

formasi, yaitu Formasi Tuf Malang (Qvtm) dan Formasi Welang (Qpw). Formasi Tuf Malang merupakan batuan gunung api, dimana memiliki batuan penyusunnya meliputi tuf batu apung, tuf pasiran, tuf breksi, tuf halus dan tuf lapili, sedangkan formasi Welang yang tergolong batuan sedimen, memiliki batuan penyusun berupa batu pasir tufan, batu pasir, lempung, konglomerat, dan tuf. Pengeplotan konsentrasi ion terlarut yang menunjukkan bahwa semua sampel air terletak di daerah 9 jajargenjang Diagram Trilinier Piper yang menyatakan bahwa seluruh sampel air berada pada zona campuran, dimana pasangan kation dan anion seimbang dan menginterpretasi bahwa air tersebut merupakan air tawar [12].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dengan model Diagram Trilinier Piper dapat dinyatakan bahwa air tanah dan air permukaan di lokasi penelitian memiliki karakteristik kimia yang sama, dimana seluruh contoh air memiliki tipe kation dan anion non-dominan. Air tanah dan air permukaan tersebut memiliki kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinya, memiliki kandungan asam kuat melebihi kandungan asam lemahnya, dan memiliki pasangan kation dan anion seimbang, tidak ada yang melebihi 50%.

Referensi

- [1] M. Bisri, "Determination Of Runoff Value Using Kinos Model (Case Study In Sumpil Catchment , Indonesia)," *Iccb*, no. 15, pp. 157–168, 2008.
- [2] I. . Safari, D. Noor, and I. . Prihatna, "Geologi Dan Sifat Kimia Akuifer Air Tanah Berdasarkan Kandungan Ion-Ion Mayor Penentu Kualitas Bahan Baku Air Minum Daerah Gempol Dan Sekitarnya Kecamatan Jati Kabupaten Blora Jawa Tengah," *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Geologi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2018.
- [3] Y. Srinivas, O. D. Hudson, R. A. Stanley, and N. Chandrasekar, "Quality assessment and hydrogeochemical characteristics of groundwater in Agastheeswaram taluk, Kanyakumari district, Tamil Nadu, India," *Chinese Journal of Geochemistry*, vol. 33, no. 3, pp. 221–235, 2014, doi: 10.1007/s11631-014-0681-3.
- [4] H. Siswoyo, M. Bisri, M. Taufiq, and V. Pranantya, "Karakteristik Hidrokimia Mata Air Karst untuk Irigasi di Kabupaten Tuban," *Jurnal IPTEK*, vol. 23, no. 2, pp. 93–100, 2019, doi: 10.31284/j.iptek.2019.v23i2.546.
- [5] K. Dianardi, S. D. Hadian, T. Y. W. M. Iskandarsyah, and F. Muhamadsjah, "Study of Hydrochemistry and Groundwater Characteristics in Cibiru and Cileunyi," *Bulletin of Scientific Contribution*, vol. 16, no. 2, pp. 71–78, 2018.
- [6] J. Teknominerale, A. N. Maulana, and D. I. Purnawati, "Karakteristik Hidrogeokimia dan Implikasinya Terhadap Kualitas Airtanah pada Desa Buaran , Kecamatan Mayong , Kabupaten Jepara , Provinsi Jawa Tengah Hydrogeochemistry Characteristics and The Implication for Groundwater Quality in Buaran Village , Mayong D," vol. 1, no. 2, 2019.
- [7] P. R. Wijayanti, M. Sholichin, and D. Sisanggih, "Analisa Kuantitas dan Kualitas Airtanah di Kecamatan Kubu Kabupaten Karangasem," *Jurnal Pengairan Universitas Brawijaya*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2011.
- [8] J. W. J. W. L., "D. K. Todd 1980. Groundwater Hydrology, 2nd edition. xiii + 535 pp., numerous figs and tables. New York, Chichester, Brisbane, Toronto: John Wiley. ISBN 0 471 87616 X. Price £13.00.," *Geological Magazine*, vol. 118, no. 4, pp. 442–442, Jul. 1981, doi: 10.1017/S0016756800032477.
- [9] M. S. Al-Kalbani, M. F. Price, M. Ahmed, A. Abahussain, and T. O'Higgins, "Environmental quality assessment of groundwater resources in Al Jabal Al Akhdar, Sultanate of Oman," *Applied Water Science*, vol. 7, no. 7, pp. 3539–3552, 2017, doi: 10.1007/s13201-017-0621-6.
- [10] P. Ravikumar and R. K. Somashekar, "Principal component analysis and hydrochemical facies characterization to evaluate groundwater quality in Varahi river basin, Karnataka state, India," *Applied Water Science*, vol. 7, no. 2, pp. 745–755, 2017, doi: 10.1007/s13201-015-0287-x.
- [11] T. T. Putranto, W. K. Hidayat, and S. D. Prayudi, "Pemetaan Hidrogeologi dan

- Analisis Geokimia Air Tanah Cekungan Air Tanah (CAT) Kendal,” *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 305–318, 2020, doi: 10.14710/jil.18.2.305-318.
- [12] R. Singh, D. . Deolia, and S. Tignath, “A Comparative Study on Usage of Piper and Durov Diagrams to Interpret Hydro Chemical Processes in Groundwater of Bichhiya Tehsil, Mandla District, Madhya Pradesh, India,” *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, vol. 2, no. 8, pp. 481–485, 2019.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
