

Analisis dan Distribusi Spasial Kesadahan Air Tanah di Kelurahan Kota Uneng Kabupaten Sikka

Anna A M Solo¹, Agustina Mogi², Maria Orivan Juanda³

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas San Pedro, Kupang, Indonesia

^{2,3}Program Studi Farmasi, Akademi Farmasi Santo Fransiskus Xaverius, Sikka, Indonesia

Email korespondensi: annaamsolo@gmail.com

Abstrak

Kesadahan air di dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi geologi lokasi air tanah. Kondisi geologi yang banyak mengandung Ca dan Mg akan menyebabkan tingginya kesadahan air yang dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesadahan total, Konsentrasi kalsium, dan Konsentrasi magnesium dalam air sumur beserta pola distribusi spasialnya. Penelitian dilakukan pada 5 sumur di Kelurahan Kota Uneng Kabupaten Sikka pada bulan September 2024. Analisis tingkat kesadahan total, Konsentrasi kalsium, dan Konsentrasi magnesium dilakukan menggunakan metode kompleksometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan konsentrasi kesadahan total (675 - 1.212,5 mg/L CaCO₃), Konsentrasi kalsium (80 - 230 mg/L), dan Konsentrasi magnesium (115 - 154,91 mg/L) dalam 5 sumur di Kelurahan Kota Uneng Kabupaten Sikka tidak memenuhi standar baku mutu untuk keperluan higienis dan sanitasi menurut PerMenKes No.32 Tahun 2017 dan standar air minum menurut WHO. Adapun tingkat penyebaran parameter dipengaruhi oleh jenis batuan, kemiringan, dan arah aliran air tanah. Semakin rendah suatu daerah maka semakin tinggi nilai kesadahan total, konsentrasi kalsium dan konsentrasi magnesium.

Masuk:

28 Februari 2025

Diterima:

24 Maret 2025

Diterbitkan:

29 Maret 2025

Kata kunci:

Distribusi spasial, Air tanah, Kesadahan, Kalsium, Magnesium.

1. Pendahuluan

Kesadahan air adalah kondisi dimana sejumlah besar air mengandung logam divalen yang tidak mudah larut seperti logam Ca²⁺ (Kalsium) dan Mg²⁺ (Magnesium). Kedua logam ini dihasilkan dari aktivitas alami melalui siklus hidrologi dimana terjadi melalui penyerapan air hujan ke dalam tanah dan akhirnya mengalir pada lapisan tanah. Selama air tersebut mengalir, air akan berinteraksi dengan CO₂ (Karbon dioksida) yang dihasilkan melalui respirasi mikroba sehingga menghasilkan HCO₃⁻ (Asam Karbonat). HCO₃⁻ yang dihasilkan akan melarutkan batuan kapur di dalam tanah (limestone dan batuan dolomit) sehingga menghasilkan Ca(HCO₃)₂ (Kalsium bikarbonat) dan Mg(HCO₃)₂ (Magnesium bikarbonat) sehingga menyebabkan air tanah menjadi air sadah. Kedua logam tersebut ditemukan dalam air dalam bentuk garam sulfat, klorida, dan bikarbonat [1]. Secara umum, kesadahan air dibagi atas 2 jenis yaitu kesadahan air sementara dan kesadahan air tetap. Kesadahan air sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO₃⁻) yang dapat dihilangkan dengan metode pemanasan. Sedang kesadahan tetap adalah air sadah yang mengandung ion non bikarbonat seperti ion klorida (Cl) dan sulfat (SO₄²⁻) yang tidak dapat dihilangkan dengan metode pemanasan [2].

Kesadahan air yang tinggi dapat menyebabkan tingginya kekeruhan air akibat tingginya padatan CaCO₃ yang tersuspensi dalam air. Peningkatan ini dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Air yang memiliki kesadahan tinggi dapat menyebabkan sabun tidak berbusa akibat adanya pengikatan molekul sabun oleh ion Ca dan Mg [3]. Hal ini menyebabkan adanya penggunaan sabun yang tinggi sehingga menimbulkan efek samping di lingkungan seperti terjadinya eutrofikasi. Adapun masalah kesehatan yang ditimbulkan oleh konsumsi air yang mengandung kesadahan tinggi misalnya penyumbatan pembuluh darah di jantung yang menyebabkan *cardio vascular disease*, batu ginjal (*urolithiasis*), dan tingginya Konsentrasi kalsium dalam darah yang menyebabkan *hiperkalsemia* [4][5]. Berdasarkan Permenkes No.32 Tahun 2017 tentang Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, baku mutu kesadahan air adalah 500 mg/L.

Kesadahan air pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh aktivitas alam melalui siklus hidrologi dan juga dipengaruhi oleh kondisi geologi. Dalam siklus hidrologi air akan mengalami infiltrasi dan masuk ke dalam aliran air tanah dan akan

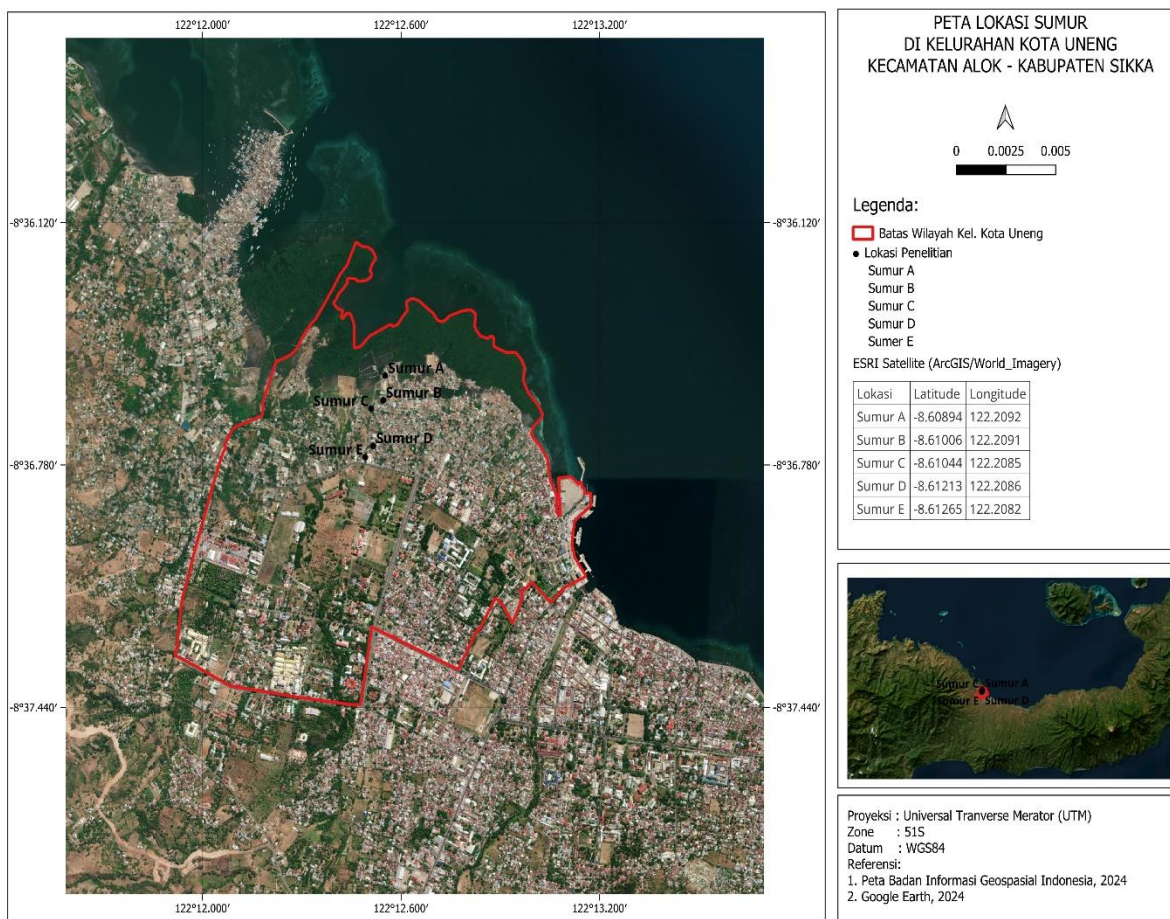
mengalir sesuai arah alirannya. Air yang mengalir di dalam tanah akan mengalami kontak dengan daerah yang dilaluinya seperti batuan yang ada di daerah sekitarnya. Hal ini dapat mempengaruhi kesadahan air di dalam tanah [6].

Kelurahan Kota Uneng merupakan daerah yang berada di Kecamatan Alok Kabupaten Sikka yang berada dekat dengan laut. Dalam memenuhi kebutuhan air bersihnya, masyarakat Kelurahan Kota Uneng umumnya menggunakan air tanah berupa sumur. Dilihat dari topografi daerahnya, Kabupaten Sikka merupakan wilayah yang didominasi oleh batuan dataran alluvium dan endapan pantai, formasi kiro dan batuan gunung api tua [7]. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} ke dalam air dan berpotensi menyebabkan kesadahan pada air tanah. Selain itu, kemiringan wilayahnya berada pada kemiringan 0-70% [7]. Sehingga dapat diprediksikan bahwa pada daerah yang lebih rendah jumlah kesadahan akan jauh lebih meningkat dibandingkan dengan daerah yang lebih tinggi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya aliran air tanah sehingga dapat mengakumulasi total kesadahan pada wilayah-wilayah tertentu yang memiliki elevasi yang lebih rendah. Tujuan Penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kesadahan air berdasarkan Permenkes No.32 Tahun 2017 tentang Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dan mengetahui pola distribusi spasialnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sumur yang ada di Kelurahan Kota Uneng, Kecamatan Alok, Kabupaten Sikka. Sampling air tanah dilakukan pada 5 sumur masyarakat pada bulan september tahun 2024. Lokasi Pengambilan sampel air sumur dilakukan di 5 titik seperti terlihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi Sumur di Kelurahan Kota Uneng

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air Sumur

Lokasi	Titik Sampling		Elevasi (m)
	E	S	
A	122°12'33.27"	8°36'32.17"	3
B	122°12'32.78"	8°36'36.21"	7
C	122°12'30.66"	8°36'37.57"	8
D	122°12'30.91"	8°36'43.67"	17
E	122°12'29.58"	8°36'45.53"	17

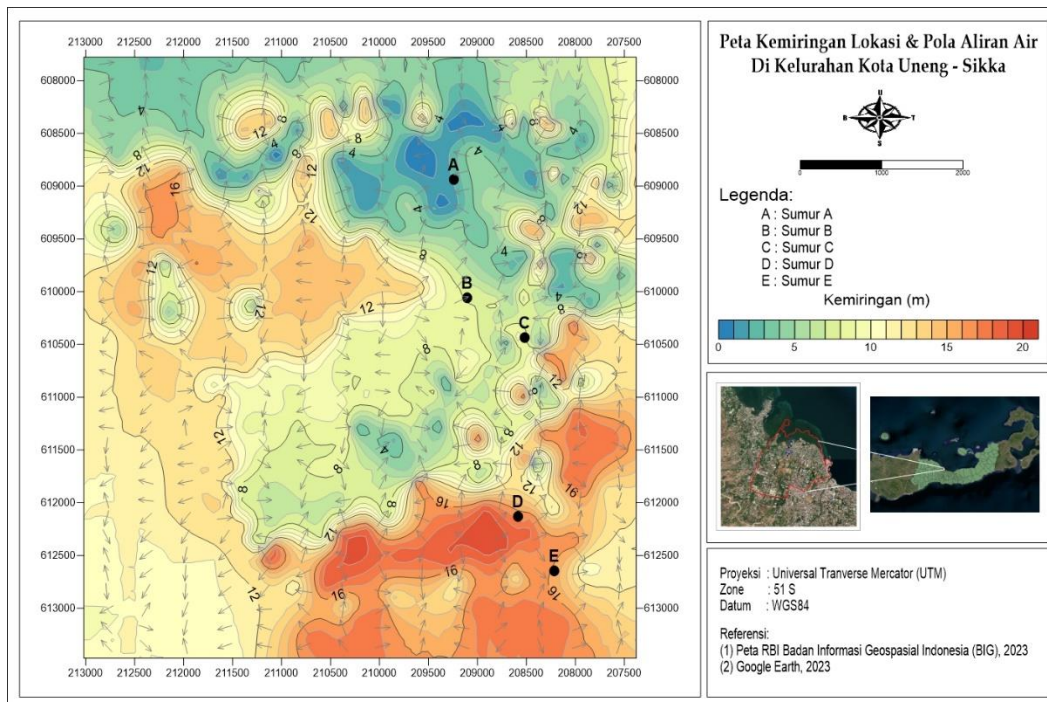
2.2. Metode Pengambilan sampel, Analisis Laboratorium, dan Analisis Sebaran Parameter

Pengambilan contoh air sumur yang telah dilakukan didasarkan pada SNI 6989.58:2008. Analisis sampel dilakukan secara *ex situ* dengan mengukur tingkat kesadahan total (mg/L CaCO_3), kalsium (mg/L Ca^{2+}), dan magnesium (mg/L Mg^{2+}) menggunakan metode kompleksometri berdasarkan SNI 06-6989.12-2004. Adapun analisis sebaran kesadahan total, kalsium, dan magnesium menggunakan *Software Surfer*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Arah Aliran Air Tanah, Kemiringan Tanah, dan Jenis Geologi

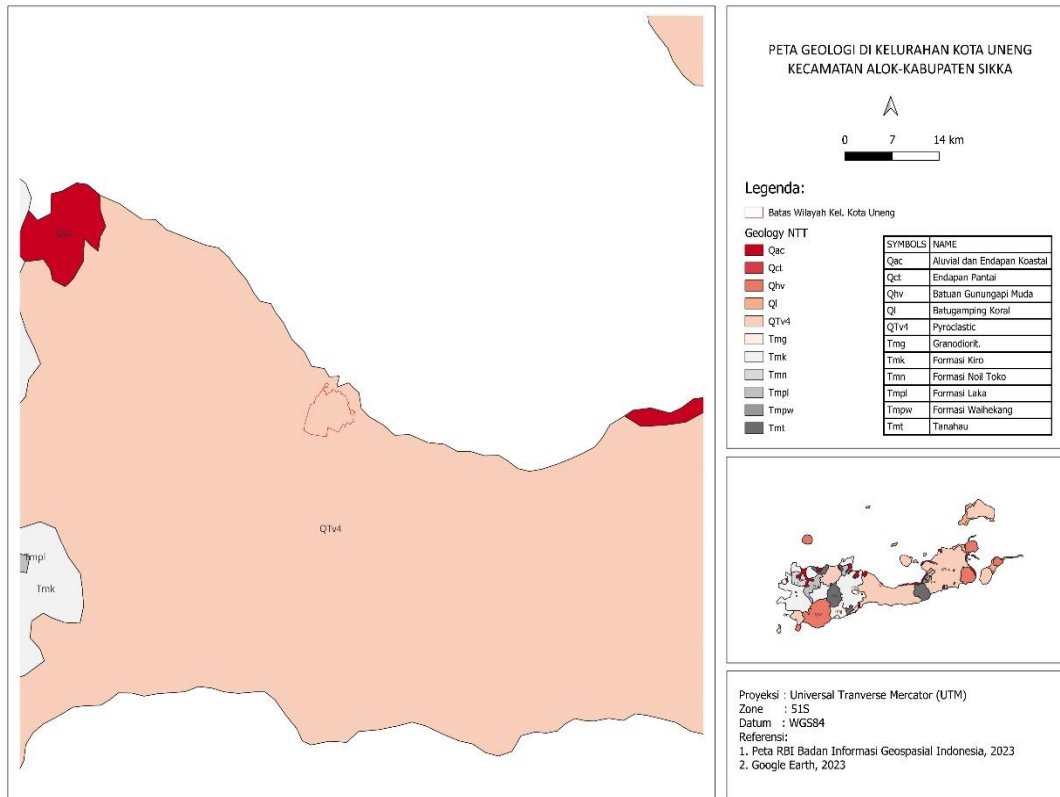
Sumur di 5 lokasi di Kelurahan Kota Uneng Kecamatan Alok Kabupaten Sikka merupakan sumur yang berada pada elevasi berkisar antara 3 - 17 m. Pola dan aliran air tanah di lokasi kelima sumur dibuat menggunakan aplikasi *Software Surfer*. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa aliran air akan mengarah dari arah selatan sumur E dan D menuju ke arah utara sumur A melewati sumur B dan sumur C. Air tanah selalu tegak lurus 90° terhadap kontur air tanahnya dan akan mengalir dari kontur tanah yang lebih tinggi ke kontur tanah yang lebih rendah [8]. Hal ini karena lokasi sumur E dan D berada pada ketinggian yang lebih tinggi yaitu 17 m, sedangkan lokasi sumur C berada pada ketinggian 8 m, lokasi sumur B berada pada ketinggian 7m sedangkan lokasi sumur A berada pada lokasi yang lebih rendah dengan ketinggian 3 m.



Gambar 2. Pola Aliran Air Tanah

Air tanah dalam akuifer mengalami pergerakan sesuai dengan pola aliran air tanah dengan kecepatan tertentu menimbulkan potensi adanya kontak air tanah dengan batuan yang ada di sekitarnya [8]. Berdasarkan data geologi, jenis batuan pada daerah Kelurahan Kota Uneng merupakan jenis batuan piroklastik yang mengandung material vulkanik seperti

abu, lapilli, bom vulkanik, dan batuan vulkanik. Jenis batuan tersebut mengandung mineral feromagnesia yang kaya akan kandungan ikatan Fe-Mg Silikat dan juga Ca-Silikat yang ditemukan dalam kelompok mineral piroksen dan olivin. [9]. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas air tanah yang melewati batuan tersebut yang berdampak pada peningkatan kesadahan air.



Gambar 3. Jenis Geologi

3.2. Analisis dan Pola Sebaran Air Tanah

a. Kesadahan Total (mg/L CaCO_3)

Air sumur yang berada pada Kelurahan Kota Uneng digunakan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan air bersih dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, kualitas air perlu diperhatikan sehingga dapat memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan. Adapun parameter air yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air adalah parameter kesadahan total air.

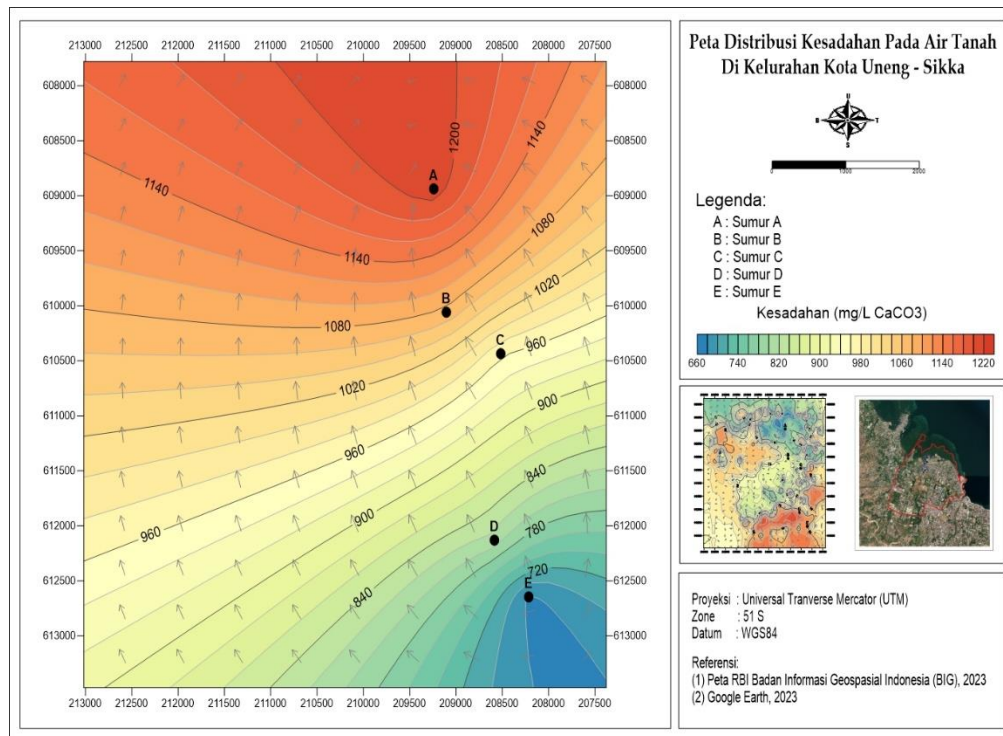
Kesadahan air adalah kondisi dimana sejumlah besar air mengandung logam divalen yang tidak mudah larut seperti logam Ca^{2+} (Kalsium) dan Mg^{2+} (Magnesium) akibat adanya kontak antara air dengan tanah atau batuan yang dilewatinya. Tingkat kesadahan air dapat dinyatakan dalam satuan mg/L CaCO_3 [10]. Kesadahan air dibagi dalam beberapa kriteria berdasarkan Konsentrasi kesadahan totalnya. Berdasarkan DWI (*Drinking Water Inspectorate*), kesadahan total dengan konsentrasi 0-50 mg/L digolongkan sebagai air lunak (*soft hardness*), konsentrasi 51-100 mg/L digolongkan sebagai air lunak menengah (*moderately soft*), konsentrasi 101-150 mg/L digolongkan sebagai air sedikit keras (*slightly hard*), konsentrasi 151-200 mg/L digolongkan sebagai air sadah menengah (*moderately hard*), dan konsentrasi >300 mg/L digolongkan sebagai air sangat sadah (*very hard*) [11].

Hasil analisis kesadahan total pada 5 sumur yang ada di Kelurahan Kota Uneng yang terlihat pada Tabel 2, menunjukkan bahwa kesadahan total berkisar antara 675 - 1.212,5 mg/L CaCO_3 . Nilai kesadahan total pada sumur A sebesar 1.212,5 mg/L , kesadahan total sumur B sebesar 1.075 mg/L , kesadahan total sumur C sebesar 962,5 mg/L , kesadahan total sumur D sebesar 812,5 mg/L , dan kesadahan total sumur E sebesar 675 mg/L . Kesadahan total pada 5 sumur tersebut tergolong dalam air sangat sadah (*very hard*). Kesadahan yang sangat tinggi pada kelima sumur tersebut disebabkan oleh kondisi geologi yang ada di lokasi tersebut. Kelima sumur berada pada lokasi yang didominasi oleh batuan piroklastik yang banyak mengandung Ca dan Mg.

Berdasarkan PerMenKes No.32 Tahun 2017 tentang parameter kimia dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene dan sanitas, kesadahan total pada 5 sumur tersebut tidak memenuhi baku mutu air yang ditetapkan untuk keperluan higiene dan sanitasi. Oleh sebab itu, sebelum dikonsumsi sebaiknya air sumur tersebut dioalah terlebih dahulu untuk meminimalisir resiko lingkungan dan kesehatan yang dapat ditimbulkan akibat penggunaan air tersebut.

Tabel 2. Kesadahan Total Air Sumur di Kelurahan Kota Uneng

Sumur	Elevasi (m)	Kesadahan Total (mg/L CaCO ₃)	Baku Mutu (mg/L CaCO ₃)	Pemenuhan Baku Mutu	Kategori Tingkat Kesadahan
A	3	1.212,5	500	Tidak Memenuhi	Sangat Sadah (<i>very hard</i>)
B	7	1.075		Tidak Memenuhi	Sangat Sadah (<i>very hard</i>)
C	8	962,5		Tidak Memenuhi	Sangat Sadah (<i>very hard</i>)
D	17	812,5		Tidak Memenuhi	Sangat Sadah (<i>very hard</i>)
E	17	675		Tidak Memenuhi	Sangat Sadah (<i>very hard</i>)



Gambar 4. Distribusi Kesadahan Total

Berdasarkan peta distribusi spasial tingkat kesadahan total dan pola aliran air tanah pada Gambar 4, terlihat bahwa tingkat kesadahan di Kelurahan Kota Uneng umumnya sangat tinggi dan tergolong dalam air sangat sadah (*very hard*). Sumur E merupakan sumur dengan konsentrasi kesadahan total terendah yaitu 675 mg/L CaCO₃ yang ditandai dengan warna biru tua, sedangkan sumur A merupakan sumur dengan konsentrasi kesadahan total tertinggi yaitu 1.212,5 mg/L CaCO₃ yang ditandai dengan warna merah tua. Tingginya konsentrasi kesadahan total di sumur A disebabkan adanyapengaruh aliran air tanah menuju ke arah utara sumur A sehingga terjadi akumulasi dari kandungan CaCO₃ dari daerah yang lebih tinggi menuju sumur A. Selain itu, posisi sumur A yang berada dekat laut menyebabkan adanya akumulasi mineral ke dalam air tanah karena adanya intrusi air laut.

b. Kalsium (mg/L Ca²⁺)

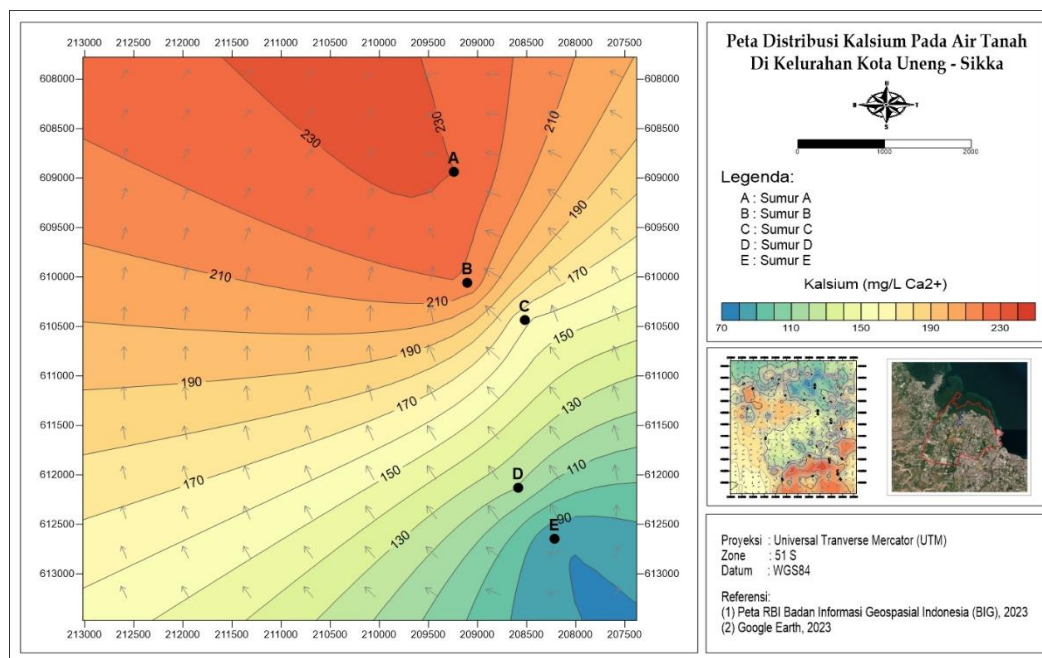
Kalsium merupakan logam yang dapat menentukan kesadahan suatu air. Kalsium merupakan logam yang sangat reaktif terhadap air sehingga ketika suatu batuan yang mengandung kalsium di dalam tanah mengalami kontak dengan air tanah maka akan menghasilkan basa alkali (Ca(OH)₂). Ion kalsium (Ca²⁺) dapat terkandung dalam air tanah melalui pelarutan mineral karbonat dan penguraian mineral sulfat, fosfat, dan silikat [12].

Hasil analisis Konsentrasi kalsium (Ca²⁺) pada 5 sumur yang ada di Kelurahan Kota Uneng yang terlihat pada Tabel 3, menunjukkan bahwa Konsentrasi kalsiumnya berkisar antara 80 - 230 mg/L. Konsentrasi kalsium pada sumur A, sumur B,

sumur C, sumur D, dan sumur E secara berturut-turut sebesar 230 mg/L, 220 mg/L, 160 mg/L, 120 mg/L, dan 80 mg/L. Kelima sumur berada pada lokasi yang didominasi oleh batuan piroklastik yang banyak mengandung Ca dan Mg sehingga kecenderungan Konsentrasi kalsium akan meningkat dalam air sumur. Berdasarkan standar WHO, Konsentrasi kalsium dalam air minum berkisar antara 40-80 mg/L [10]. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa air pada lokasi E masih memenuhi baku mutu air minum, sedangkan air pada sumur A, B, C, dan D tidak memenuhi baku mutu. Oleh sebab itu, sebelum dikonsumsi air sumur A, B, C, dan D perlu diolah terlebih dahulu untuk menurunkan Konsentrasi kalsium dalam air sehingga dapat mencegah terjadinya masalah kesehatan dan lingkungan.

Tabel 3. Konsentrasi Kalsium dalam Air Sumur di Kelurahan Kota Uneng

Sumur	Elevasi (m)	Konsentrasi Kalsium (mg/L Ca ²⁺)	Baku Mutu (mg/L)	Pemenuhan Baku Mutu
A	3	230	40-80	Tidak Memenuhi
B	7	220		Tidak Memenuhi
C	8	160		Tidak Memenuhi
D	17	120		Tidak Memenuhi
E	17	80		Memenuhi



Gambar 5. Distribusi Kalsium

Berdasarkan analisis Konsentrasi kalsium dan pola aliran air tanah, terlihat bahwa sumur E merupakan sumur dengan konsentrasi kalsium terendah yaitu 30 mg/L yang ditandai dengan warna biru muda, sedangkan sumur A merupakan sumur dengan konsentrasi kalsium tertinggi yaitu 230 mg/L yang ditandai dengan warna merah tua. Berdasarkan pola alirannya, air akan mengalir dari selatan ke utara karena elevasi daerah selatan lebih tinggi dari elevasi daerah utara. Tingginya konsentrasi kalsium di sumur A disebabkan adanya kontak yang lama antara air yang mengalir dengan batuan yang ada didalam tanah sepanjang aliran air tanah sehingga mengakumulasi logam Ca²⁺ yang lebih banyak pada air sumur yang berada di daerah yang lebih rendah dibandingkan sumur B, C, D, dan E yang berada didaerah yang lebih tinggi. Gambar distribusi kalsium pada 5 sumur dapat dilihat pada Gambar 5.

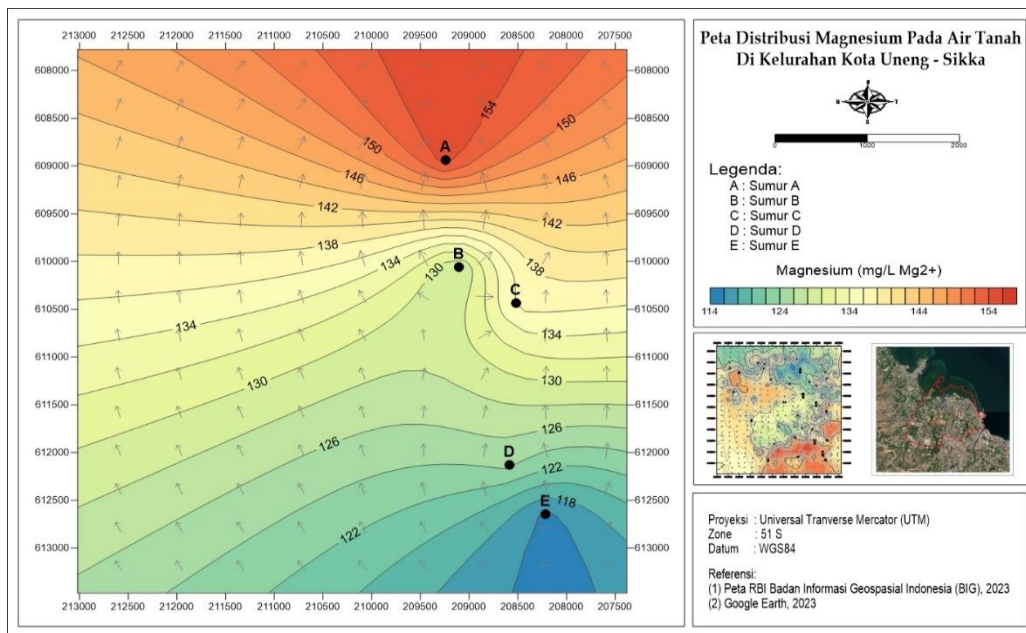
c. Magnesium (mg/L Mg²⁺)

Magnesium merupakan logam yang dapat menentukan kesadahan suatu air. Sumber utama magnesium dalam air tanah berasal dari dolomit, biotit, dan piroksen[12]. Hasil analisis Konsentrasi magnesium (Mg²⁺) pada 5 sumur yang ada di Kelurahan Kota Uneng yang terlihat pada Tabel 4, menunjukkan bahwa Konsentrasi magnesiumnya berkisar antara 115-154 mg/L. Konsentrasi magnesium pada sumur A, sumur B, sumur C, sumur D, dan sumur E secara berturut-turut sebesar 154,91 mg/L, 127,58 mg/L, 136,69 mg/L, 124,54 mg/L, dan 115,43 mg/L. Kelima sumur berada pada lokasi yang didominasi oleh batuan piroklastik. Berdasarkan standar WHO, Konsentrasi magnesium dalam air berkisar antara 20-30

mg/L [10]. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa air pada sumur A, B, C, D, dan E tidak memenuhi baku mutu. Oleh sebab itu, sebelum dikonsumsi air sumur A, B, C, D, dan E perlu diolah terlebih dahulu untuk menurunkan Konsentrasi magnesium dalam air sehingga dapat mencegah terjadinya masalah kesehatan dan lingkungan.

Tabel 4. Konsentrasi Magnesium dalam Air Sumur di Kelurahan Kota Uneng

Sumur	Elevasi (m)	Konsentrasi Magnesium (mg/L Mg ²⁺)	Baku Mutu (mg/L)	Pemenuhan Baku Mutu
A	3	154,91	20-30	Tidak Memenuhi
B	7	127,58		Tidak Memenuhi
C	8	136,69		Tidak Memenuhi
D	17	124,54		Tidak Memenuhi
E	17	115,43		Tidak Memenuhi



Gambar 6. Distribusi Magnesium

Berdasarkan analisis konsentrasi magnesium dan pola aliran air tanah, terlihat bahwa sumur E merupakan sumur dengan konsentrasi magnesium terendah yaitu 115,43 mg/L yang ditandai dengan warna biru tua, sedangkan sumur A merupakan sumur dengan konsentrasi magnesium tertinggi yaitu 154,91 mg/L yang ditandai dengan warna merah tua. Berdasarkan pola alirannya, air akan mengalir dari selatan ke utara karena elevasi daerah selatan lebih tinggi dari elevasi daerah utara. Tingginya konsentrasi magnesium di sumur A disebabkan adanya kontak yang lama antara air yang mengalir dengan batuan yang ada didalam tanah sepanjang aliran air dari lokasi yang lebih tinggi dari sumur A sehingga magnesium lebih banyak terakumulasi pada sumur tersebut. Gambar distribusi magnesium pada 5 sumur dapat dilihat pada Gambar 6.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kesadahan total, konsentrasi kalsium, dan konsentrasi magnesium pada beberapa sumur di Kelurahan Kota Uneng dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter kesadahan air pada sumur A, B, C, D dan E tidak memenuhi baku mutu air yang dapat digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023. Kesadahan pada kelima sumur tergolong dalam *very hard* karena lokasi sumur didominasi oleh batuan piroklastik yang mengandung mineral feromagnesia yang kaya akan kandungan ikatan Fe-Mg Silikat dan juga Ca-Silikat.
2. Kesadahan total pada sumur A, B, C, D, dan E secara berturut-turut sebesar 1.212,5 mg CaCO₃/L; 1.075 mg CaCO₃/L; 962,5 mg CaCO₃/L; 812,5 mg CaCO₃/L; dan 675 mg CaCO₃/L. Konsentrasi kalsium pada sumur A, B, C, D, dan E secara berturut-turut sebesar 230 mg/L; 220 mg/L; 160 mg/L; 120 mg/L; dan 80 mg/L. Sedangkan Konsentrasi kalsium

pada sumur A, B, C, D, dan E secara berturut-turut sebesar 154,91 mg/L; 127,58 mg/L; 136,69 mg/L; 124,54 mg/L; dan 115,43 mg/L.

3. Berdasarkan hasil analisis pola sebaran parameter terlihat bahwa distribusi total kesadahan air, kalsium, dan magnesium dalam air tanah sesuai dengan arah aliran air tanah dari sumur E yang berada pada ketinggian 17 m menuju ke sumur A yang berada pada ketinggian 3m. Sehingga Konsentrasi kesadahan total, kalsium, dan magnesium di sumur E lebih rendah di dibandingkan dengan sumur A.

Daftar Pustaka

- [1] A. Apriani Maniuk Solo, "Characteristic of Cellulose Isolated From Papyrus Fibers (*Borrassus flabelifer* L) And Its Citrate Ester," *J. Pure Appl. Chem. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 239-246, 2018, doi: 10.21776/ub.jpacr.2018.007.03.410.
- [2] S. R. Amelia, E. N. J. Prakoso, I. Ferdiyansah, R. A. Richo, and Y. B. Kuncara, "Analisis Konsentrasi Kesadahan Total Pada Air Sumur dan Air PDAM Metode Kompleksometri di Kaliabang Bekasi," *J. Sains Teknol. dalam Pemberdaya. Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 115-120, 2023, doi: 10.31599/jstpm.v4i2.1927.
- [3] Laetti Rahma Melati, Septiani, and Apriyani Riyanti, "Penetapan Kesadahan Total Air Sumur dengan Menggunakan Metode Kompleksometri di Desa Cikeusal Kidul Brebes Jawa Tengah," *J. Multidisiplin Madani*, vol. 2, no. 10, pp. 3628-3633, 2022, doi: 10.55927/mudima.v2i10.1476.
- [4] Herdini, V. Hadi, and Trianisa Novalina, "Analisis kesadahan total (CaCO_3), kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) pada air sumur tanah di Jakarta Utara," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 1-11, 2023, doi: 10.37373/tekn.v10i1.192.
- [5] F. Kozisek, "Regulations for calcium, magnesium or hardness in drinking water in the European Union member states," *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 112, no. January, p. 104589, 2020, doi: 10.1016/j.yrtph.2020.104589.
- [6] S. Sahidin *et al.*, "Analysis of Lime Content (CaCO_3) in Clean Water Sources in Tampo Village, Napabalano District, Muna Regency," *J. Rekayasa Geofis. Indones.*, vol. 6, no. 01, pp. 51-61, 2024, doi: 10.56099/jrgi.v6i01.69.
- [7] Y. Jone, "Kajian Potensi Air Tanah Dan Pembagian Wilayah Potensi di Cekungan Air Tanah Maumere," *J. IPTEK*, vol. 22, no. 1, p. 21, 2018, doi: 10.31284/j.ipitek.2018.v22i1.229.
- [8] S. Suwarsito, "Kajian Pola Aliran Air Tanah Di Area Kampus Utama Universitas Muhammadiyah Purwokerto," *Sainteks*, vol. 17, no. 1, p. 19, 2020, doi: 10.30595/sainteks.v17i1.8507.
- [9] A. A. Fathonah, ; Moch, R. Saputra, ; Nisa, H. Fazira, and W. Kurniawati, "Eksplorasi Kompleksitas Batuan Piroklastik: Studi Tentang Sifat, Proses Pembentukan, Komposisi Mineral, dan Strukturnya," *J. Mat. dan Ilmu Pengelatan Alam*, vol. 2, no. 1, pp. 319-326, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.59581/konstanta.v2i1.2430>
- [10] A. A. A. Belal and L. K. V. Reddy, "Estimation of Hardness Level and Total Dissolved Solids in Ground Water at Shendi Town, River Nile State, Sudan," *Appl. Sci. Res. Period.*, vol. 2, no. 4, pp. 21-29, 2024, doi: 10.63002/asrp.24.442.
- [11] J. Wilson-Nieuwenhuis and J. Holah, *An Overview of the Chemistry of Open Plant Cleaning and Disinfection*. Elsevier, 2019. doi: 10.1016/b978-0-08-100596-5.21204-3.
- [12] S. B. B. M. Saana, S. A. Fosu, G. E. Sebiawu, N. Jackson, and T. Karikari, "Assessment of the quality of groundwater for drinking purposes in the Upper West and Northern regions of Ghana," *Springerplus*, vol. 5, no. 1, pp. 1-15, 2016, doi: 10.1186/s40064-016-3676-1.