

TUGAS AKHIR
PEMETAAN PARAMETER GEOKIMIA AIR TANAH
DI AREA DAS WINONGO KOTA YOGYAKARTA

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata (S1) Teknik Lingkungan**



Wildan Malik
19513208

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR
PEMETAAN PARAMETER GEOKIMIA AIR TANAH DI
AREA DAS WINONGO KOTA YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

Wildan Malik
19513208

Disetujui:
Dosen Pembimbing:

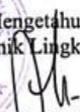
Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T

Tanggal: 23/10/2023

Dr. Anv Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

Tanggal: 23/10/23

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Dr. Anv Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

Tanggal: 27/10/23

HALAMAN PENGESAHAN
PEMETAAN PARAMETER GEOKIMIA AIR TANAH DI
AREA DAS WINONGO KOTA YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : ... *Senin*

Tanggal : ... *23-11-2023*

Disusun Oleh:

Wildan Malik
19513208

Tim Penguji :

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T

Dr. Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

(Signature) 23/11/23
(Signature) 23/11/23
(Signature) 19/11/2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ke tidak benaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Senin 23 November 2023

Yang membuat pernyataan,



Wildan Malik

NIM: 19513208

PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karuniaNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemetaan Parameter Geokimia Air Tanah Di Area DAS Winongo Kota Yogyakarta”. Penyelesaian tugas akhir merupakan salah satu syarat bagi penyusun untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Sebagai penyusun tugas akhir ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini baik dukungan materiil dan moril seperti dukungan, saran, serta nasehat. Pada kesempatan kali ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga mempermudah kelancaran proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua peneliti, yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan doa demi kelancaran penulisan tugas akhir ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Ibu Dr. Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
4. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Dr. Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. yang telah membimbing serta berkenan memberikan waktu dan masukan selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang sudah membagikan ilmu yang bermanfaat bagi peneliti.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penyusun sendiri maupun bagi para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,


Wildan Matik

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

This research aims to analyze the quality and geochemical distribution of groundwater in the Winongo watershed of Yogyakarta City, by considering the existing conditions of the region. The research site is located in the center of Yogyakarta City, which is an area with dense community activities. The area is also characterized by its constituent rocks which are young volcanic deposits. This research is important to determine the potential and mapping of groundwater in the location, given the need for clean water which is increasing along with population growth. The method used in this research involves the use of software such as Quantum GIS (QGIS) 3.30.0 to conduct groundwater quality mapping and Origin 2023 to create stiff diagrams and stiff maps. The parameters studied include cations (Na, K, Al, and Cu) and anions (Cl, SO₄, and NO₃) in groundwater. The results showed that the contents of pH, TDS, DHL, chloride, sulfate, and nitrate can be influenced by domestic activities in the study area. The presence of sodium, potassium and aluminum, meanwhile, can be attributed to the natural source of the constituent rocks. The stiff diagram shows that the dominant ion conditions in the study area are divided into two types, the first type is groundwater type I Na(K)-Cl with 24 sampling points, which is marked in red. The second type is type II Na(K)-SO₄ groundwater with 8 sampling points, which is marked with yellow color. Keywords: Mapping, stiff diagram, groundwater, Geochemistry, Winongo Watershed. This means that 75% of the study area has type I groundwater, with dominant cations Na + K and dominant anions Cl and SO₄. This study provides a better understanding of groundwater quality in the Winongo watershed of Yogyakarta City and its relationship with the existing conditions of the area. These findings can be useful in groundwater resource management and decision-making related to water supply in the area.

Keywords: Mapping, stiff diagram, groundwater, Geochemistry, Winongo watershed.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas dan penyebaran geokimia air tanah di DAS Winongo Kota Yogyakarta, dengan mempertimbangkan kondisi eksisting wilayah. Lokasi penelitian ini terletak di tengah Kota Yogyakarta yang merupakan daerah dengan aktivitas masyarakat yang padat. Kawasan tersebut juga ditandai dengan batuan penyusunnya yang merupakan endapan vulkanik muda. Penelitian ini penting untuk mengetahui potensi dan pemetaan air tanah di lokasi tersebut, mengingat kebutuhan akan air bersih yang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan software seperti Quantum GIS (QGIS) 3.30.0 untuk melakukan pemetaan kualitas air tanah dan Origin 2023 untuk membuat diagram stiff dan peta stiff. Parameter yang diteliti meliputi kation (Na, K, Al, dan Cu) dan anion (Cl, SO₄, dan NO₃) dalam air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan pH, TDS, DHL, klorida, sulfat, dan nitrat dapat dipengaruhi oleh kegiatan domestik di area penelitian. Sementara itu, keberadaan natrium, kalium dan aluminium, dapat dikaitkan dengan sumber alami batuan penyusunnya. Diagram stiff menunjukkan bahwa kondisi ion dominan di area penelitian terbagi menjadi dua tipe, yaitu Tipe pertama adalah air tanah tipe I Na(K)-Cl dengan 24 titik sampling, yang ditandai dengan warna merah. Tipe kedua adalah air tanah tipe II Na(K)-SO₄ dengan 8 titik sampling, yang ditandai dengan warna kuning. Hal ini berarti 75% dari daerah penelitian memiliki tipe air tanah tipe I, dengan kation dominan Na + K dan anion dominan Cl dan SO₄. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kualitas air tanah di DAS Winongo Kota Yogyakarta dan hubungannya dengan kondisi eksisting wilayah. Temuan ini dapat berguna dalam pengelolaan sumber daya air tanah dan pengambilan keputusan terkait penyediaan air bersih di daerah tersebut.

Kata kunci : Pemetaan, diagram stiff, air tanah, Geokimia, DAS Winongo.

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
ABSTRACT.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Tanah.....	4
2.2 Sifat Fisika dan Kimia Air Tanah.....	4
2.3 Geologi dan Hidrogeologi	5
2.4 Diagram Stiff.....	6
2.5 Penelitian Sebelumnya	6
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Lokasi Penelitian.....	9
3.2 Tahapan Penelitian	10

3.3 Metode Penelitian.....	10
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	12
4.1 Analisis Deskriptif.....	12
4.2 Pemetaan Parameter Umum	15
4.2.1 Temperatur (T).....	15
4.2.2 pH.....	17
4.2.3 Total Dissolved Solid (TDS).....	19
4.2.4 Daya Hantar Listrik (DHL) dan Salinitas	21
4.3 Pemetaan Parameter Khusus	24
4.3.1 Natrium (Na)	24
4.3.2 Kalium (K)	26
4.3.3 Aluminium (Al).....	28
4.3.4 Tembaga (Cu).....	30
4.3.5 Klorida (Cl)	31
4.3.6 Sulfat (SO ₄)	33
4.3.7 Nitrat (NO ₃).....	35
4.4 Diagram Stiff dan Peta Stiff	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	47
Riwayat Hidup	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian sebelumnya.....	6
Tabel 4.2 Analisis deskriptif	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi penelitian	9
Gambar 3.2 Tahapan penelitian	10
Gambar 4.1 Boxplot Temperatur (32 titik sampling).....	13
Gambar 4.2 Boxplot TDS (32 titik sampling).....	13
Gambar 4.3 Boxplot DHL (32 titik sampling).....	14
Gambar 4.4 Boxplot K, Cl, SO ₄ , & NO ₃ (32 titik sampling).....	14
Gambar 4.5 Boxplot Na & Al (32 titik sampling).	14
Gambar 4.6 Boxplot Al & Cu (32 titik sampling).	15
Gambar 4.7 Boxplot pH (32 titik sampling).	15
Gambar 4.8 Temperatur air tanah di tiap titik sampling	16
Gambar 4.9 Peta sebaran temperatur air tanah.....	17
Gambar 4.10 pH air tanah di tiap titik sampling.....	18
Gambar 4.11 Peta sebaran pH air tanah	19
Gambar 4.12 TDS air tanah di tiap titik sampling	20
Gambar 4.13 Peta sebaran TDS air tanah	21
Gambar 4.14 DHL air tanah di tiap titik sampling.....	22
Gambar 4.15 Peta sebaran DHL air tanah.....	23
Gambar 4.16 Salinitas air tanah di tiap titik sampling.....	23
Gambar 4.17 Peta sebaran salinitas air tanah.....	24
Gambar 4.18 Natrium air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 20 mg/L)	25
Gambar 4.19 Peta sebaran natrium air tanah	26
Gambar 4.20 Kalium air tanah di tiap titik sampling.....	27
Gambar 4.21 Peta sebaran kalium air tanah.....	28
Gambar 4.22 Aluminium air tanah di tiap titik sampling	29
Gambar 4.23 Peta sebaran aluminium air tanah.....	29
Gambar 4.24 Tembaga air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 2 mg/L).....	31
Gambar 4.25 Peta sebaran tembaga air tanah	31
Gambar 4.26 Klorida air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 250 mg/L)	32

Gambar 4.27 Peta sebaran klorida air tanah.....	33
Gambar 4.28 Sulfat air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 250 mg/L)	34
Gambar 4.29 Peta sebaran sulfat air tanah	35
Gambar 4.30 Nitrat air tanah di tiap titik sampling	36
Gambar 4.31 Peta sebaran nitrat air tanah	37
Gambar 4.32 Diagram stiff	39
Gambar 4.33 Peta stiff.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data konsentrasi parameter umum dan khusus	47
---	----

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin bertambahnya penduduk, permintaan akan kebutuhan air juga meningkat. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhan mereka. Indonesia memiliki potensi air tanah sekitar 4700000000 m³/tahun (Rejekiingrum, 2009). Posisi air tanah yang terletak di bawah permukaan tanah menjadikan kualitasnya cukup baik karena kemungkinan terjadinya pencemaran sangat kecil (Wahyuningsih, 2015).

Air bawah tanah, atau yang lebih dikenal sebagai air tanah, adalah air yang terletak di bawah permukaan tanah dalam lapisan tanah yang mengandung air (akuifer) (Sedana, 2015). Air memiliki kriteria kualitas berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi. Sifat fisik air tanah mencakup warna, suhu, bau, kekeruhan, dan rasa, sedangkan sifat kimia meliputi Total Dissolved Solid (TDS), pH, Daya Hantar Listrik (DHL), dan kandungan ion. Kualitas air tanah dapat ditentukan dengan mengetahui kualitas fisik dan hidrokimia air tanah (Maulana dkk, 2019).

Pada penelitian sebelumnya, pemetaan digunakan untuk menganalisis kualitas air tanah berdasarkan sifat fisik dan kimia di lokasi penelitian, dan dibandingkan dengan standar mutu yang berlaku (Anna dkk, 2015; Widya, 2022; Brahmantya, 2010; dan Rizkullah, 2018). Pemetaan air tanah dapat digunakan untuk mengetahui atau membatasi potensi air tanah di setiap titiknya, sehingga potensi pada setiap titik air tanah dapat diketahui. Hal ini berguna untuk pengembangan dan pengelolaan air tanah (Rejekiingrum, 2009). Dengan melakukan pemetaan, kita juga dapat mengetahui penyebaran konsentrasi per parameter dari setiap titik sampel, yang dapat dihubungkan dengan kondisi wilayah penelitian. Diagram stiff dan peta stiff juga dapat digunakan untuk menganalisis persebaran kualitas air tanah berdasarkan dominasi ion (Anna, 2015).

Oleh karena itu, sangat penting dilakukan pemetaan di area studi agar dapat melihat tren penyebaran kandungan parameter yang terkait dengan kondisi wilayah

di area studi tersebut. Penelitian ini dilakukan di area air tanah DAS Winongo Kota Yogyakarta, dengan menggunakan metode diagram stiff dan pemetaan, diharapkan dapat menganalisis kualitas mutu air tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana penyebaran kualitas air tanah di DAS Winongo Kota Yogyakarta.
2. Bagaimana hidrokimia dan penyebaran hidrokimia air tanah DAS Winongo Kota Yogyakarta.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui dan menganalisis penyebaran kualitas air tanah di DAS Winongo Kota Yogyakarta.
2. Mengetahui dan menganalisis hidrokimia dan penyebaran hidrokimia air tanah menggunakan diagram stiff di DAS Winongo Kota Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Dapat digunakan sebagai referensi maupun kajian untuk penelitian selanjutnya dan pemerintah.
2. Memberikan informasi terkait kualitas, hidrokimia, dan penyebaran air tanah kepada masyarakat area studi penelitian.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini, yaitu:

1. Lokasi penelitian dilaksanakan pada air tanah di DAS Winongo Kota Yogyakarta di 5 kecamatan yaitu Kecamatan Wirobrajan, Kraton, Gondomanan, Ngampilan, dan Mantrirejon.
2. Penelitian menggunakan data sekunder yang diambil dari Hanifah (2022) dan Prasetyo (2022).

3. Unsur kimia yang diteliti meliputi kation (Na, K, Al, dan Cu), anion (Cl, SO₄, dan NO₃), dan parameter onsite (suhu, pH, TDS, DHL, dan salinitas).
4. Metode yang digunakan untuk mengetahui ion dominan yaitu menggunakan diagram stiff.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi yang menghubungkan aliran permukaan, curah hujan, evapotranspirasi, infiltrasi, dan air tanah. Ketika terjadi hujan, sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan menjadi air tanah. Air permukaan seperti sungai dan danau juga dapat menjadi sumber air tanah ketika air tersebut meresap ke dalam tanah dan mengalir menuju daerah pelepasan.

Menurut Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan (DGTLKP) (2004), aliran air dalam akifer, yaitu lapisan batuan atau material yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah, membutuhkan waktu yang lama, bahkan puluhan hingga ribuan tahun, tergantung pada jarak dan jenis batuan yang dilewati. Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan air tanah dalam akifer bersifat lambat. Air tanah adalah semua air yang ada dibawah permukaan tanah dan mengisi ruang pori batuan (Rejekiningrum, 2009).

2.2 Sifat Fisika dan Kimia Air Tanah

Hidrokimia air tanah terdiri dari kation (ion positif), anion (ion negatif), dan zat non-ion. Unsur dalam air tanah terbentuk melalui interaksi antara air tanah dengan batuan, yang biasa disebut pelarutan. Selain pelarutan, elemen-elemen juga dapat menggabungkan diri membentuk mineral, diserap oleh permukaan aktif, atau mengendap (Maulana, 2019).

Mengetahui kondisi fisik dan hidrokimia air tanah di suatu daerah dapat memberikan informasi yang berguna untuk pengelolaan yang lebih baik terhadap air tanah. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat fisik air tanah meliputi warna, bau, rasa, suhu, daya hantar listrik (DHL), dan total zat terlarut (TDS). Sedangkan faktor-faktor kimia air tanah meliputi pH dan ion-ion mayor seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), sulfat (SO₄), klorida (Cl), kalium (K), dan bikarbonat (HCO₃) (Widya, 2022).

2.3 Geologi dan Hidrogeologi

Gunung Merapi memiliki kemampuan untuk menghasilkan aliran piroklastik, aliran lava, lahar, dan awan panas. Fenomena ini dapat memberikan kontribusi sebagai reservoir untuk sumber air tanah. Dalam area penelitian, endapan vulkanik dari Gunung Merapi berperan sebagai batuan penyusun cekungan air tanah. Endapan tersebut dibedakan menjadi formasi Yogyakarta (bagian atas) dan formasi Sleman (bagian bawah) (Listyani, 2020).

Di wilayah penelitian, batuan dasar di bagian barat daya terdiri dari batu gamping nonklastik dan batu gamping napal dari formasi Sentolo. Sementara di wilayah selatan, terdapat batu pasir tuf dari formasi Semilir yang berumur Oligosen-Miosen, serta lava bantal basal yang berada di bawah batu pasir tuf secara stratigrafi. Di bagian barat, terdapat batuan breksi dan lava andesit dari formasi Andesit Tua. Di atas batuan dasar tersebut, terdapat endapan gunung berapi yang terdiri dari perselingan endapan lahar, fluvial, dan endapan awan panas. Pada beberapa lokasi, terdapat endapan lempung hitam dengan ketebalan antara 1,5 hingga 2 meter yang terletak di antara batuan dasar dan endapan gunung berapi (Mulyaningsih dkk, 2006). Di sekitar wilayah Kaliurang, terdapat susunan formasi lava, breksi vulkan, dan tuf sebagai hasil endapan lahar gunung berapi (Humas Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2020).

Dalam cekungan air tanah Yogyakarta, terdapat sumur bor yang memiliki data log litologi sebanyak 96 sumur, serta data karakteristik akuifer dari 61 sumur, dari total setidaknya 400 sumur bor. Berdasarkan log litologi dari sumur bor tersebut, terlihat bahwa akuifer di area penelitian ini sebagian besar terdiri dari akuifer bebas dan setengah bebas, karena sebagian besar sumur bor tersebut belum mencapai lapisan yang impermeabel. Namun, terdapat beberapa sumur yang menembus lensa-lensa lempung yang tipis. Hidrogeologi air tanah di Yogyakarta sering kali ditemukan akuifer yang terdiri dari endapan berukuran pasir, kerikil, dan beberapa bagian juga tersusun oleh lensa breksi, dengan dasar akuifer yang terdiri dari endapan Gunung Merapi tua, formasi Sentolo, dan formasi Semilir (Hendrayana & Prakasa, 2004).

2.4 Diagram Stiff

Diagram stiff digunakan untuk mencerminkan konsentrasi ion mayor atau dominan dalam air. Metode ion dominan didasarkan pada perbandingan rasio kation dominan dan rasio anion dominan. Ion mayor dapat dikategorikan menjadi ion positif dan ion negatif. Ion positif meliputi Ca, Mg, Na, dan K, sedangkan ion negatif meliputi Cl, SO₄, dan HCO₃. Sebelum menggambar diagram stiff, satuan konsentrasi ion dikonversikan dari mg/L menjadi meq/L. Dengan menggunakan diagram stiff, kita dapat melihat konsentrasi ion yang sesuai dengan konsentrasinya (Sudarmadji, 1989).

Perubahan dalam diagram stiff dapat menggambarkan sifat kimia air dalam suatu daerah. Beberapa hal yang dapat diamati adalah sebagai berikut: jika bentuk dan ukuran diagram stiff tetap sama, berarti tidak ada perbedaan dalam sifat kimianya. Jika terjadi perubahan bentuk namun ukurannya relatif sama, maka perubahan sifat kimia dapat dilihat dari luasan daerah pada diagram. Jika bentuk diagram tetap namun ukurannya berubah, maka terdapat perbedaan dalam konsentrasi ion dominan dalam air tanah, meskipun sifat kimianya tetap sama. Jika bentuk dan ukuran diagram berbeda, maka terdapat perbedaan baik dalam konsentrasi ion dominan maupun sifat kimianya (Brahmantya, 2010).

2.5 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, digunakan penelitian sebelumnya sebagai sumber referensi atau acuan yang bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian sebelumnya

No	Sumber	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Anna dkk, 2015	Analisis Kualitas Air Tanah Untuk Konsumsi Pada Lereng Vulkan Daerah Klaten Jawa Tengah.	Metode analisis kualitas air tanah menggunakan diagram stiff.	Dilihat dari parameter fisik maupun kimia, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut memenuhi baku mutu yang berlaku. Sebagian besar daerah

No	Sumber	Judul Penelitian	Metode	Hasil
				penelitian didominasi oleh Mg, SO ₄ +Cl dan HCO ₃ +CO ₃ .
2	Widya, 2022	Analisis Kualitas Dan Fasies Airtanah Di Daerah Kelurahan Titian Antui Kecamatan Pinggir Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau.	Metode diagram stiff digunakan untuk mengetahui kualitas air tanah.	Hasil dari penelitian terbagi atas 2 macam kelompok fasies yaitu Na (K) HCO ₃ kelompok yang dominan pada barat laut hingga tenggara, dan Ca (Mg) HCO ₃ yang dominan pada barat daya hingga timur laut daerah penelitian, dan dari 22 stasiun sumur yang diambil air tanahnya tidak ada yang memenuhi baku mutu yang digunakan.
3	Brahmantya, 2010	Kualitas Airtanah Sub DAS Code Kota Yogyakarta Pasca Erupsi Merapi Tahun 2010.	Metode untuk mengkaji kualitas air dengan teknik pengolahan peta menggunakan software ArcGIS9.3, sedangkan tabel dan grafik menggunakan excel (grafik yang dihasilkan diagram stiff).	Kualitas air tanah tergolong kelas II, sedangkan unsur Fe sebagai pembanding sebelum dan sesudah erupsi menunjukkan peningkatan konsentrasi, tipe air tanah pada area studi sebagian besar tiper air CaSO ₄ .
4	Rizqullah, 2018	Geologi Dan Kualitas Air Tanah Berdasarkan Sifat Fisik Dan Kimia Daerah Putat dan Sekitarnya, Kecamatan Patuk, Kabupaten	Metode diagram stiff digunakan untuk mengetahui dominasi zat	Berdasarkan diagram stiff, tipe zat terlarut dalam air tanah dapat diklasifikasikan sebagai kalsium

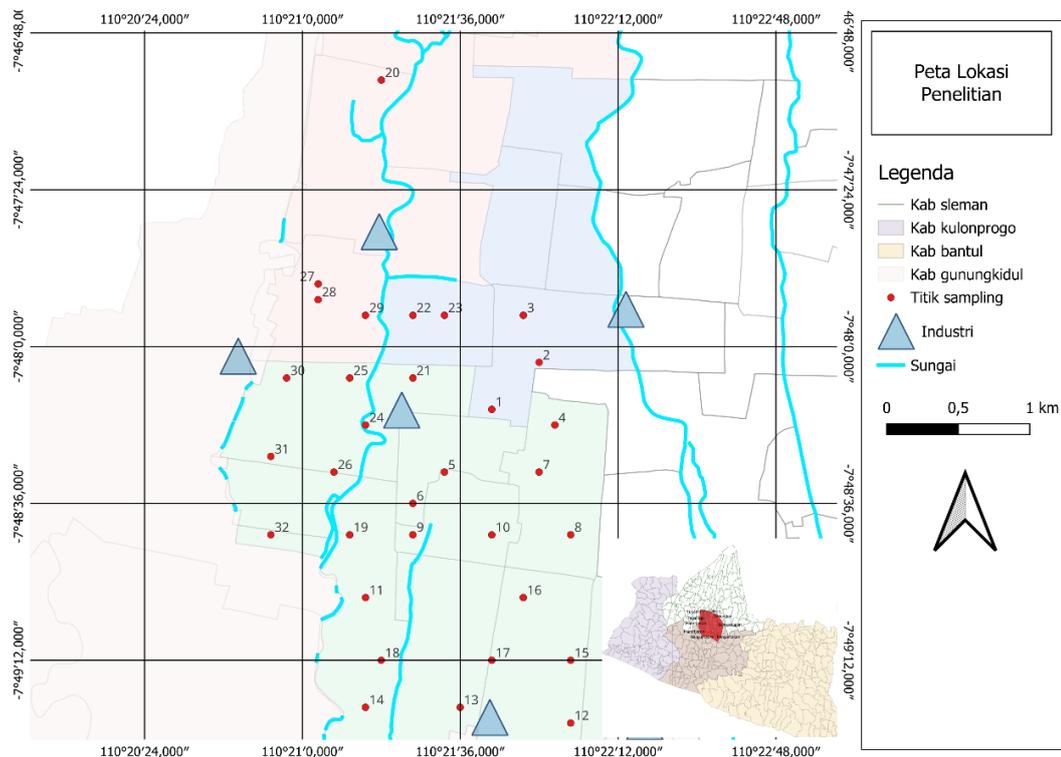
No	Sumber	Judul Penelitian	Metode	Hasil
		Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta.	yang terlarut dalam air untuk mengetahui kualitas air tanah.	bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Dominasi kation dan anion dalam air tanah dipengaruhi oleh jenis batuan andesit. Hal ini menunjukkan bahwa dalam air tanah di daerah penelitian, kandungan kalsium (Ca) dan bikarbonat (HCO_3) memiliki kontribusi yang signifikan terhadap komposisi kimianya. Adanya pengaruh batuan andesit menunjukkan bahwa karakteristik hidrokimia air tanah ini secara langsung terkait dengan sifat geologi dan komposisi batuan di daerah tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

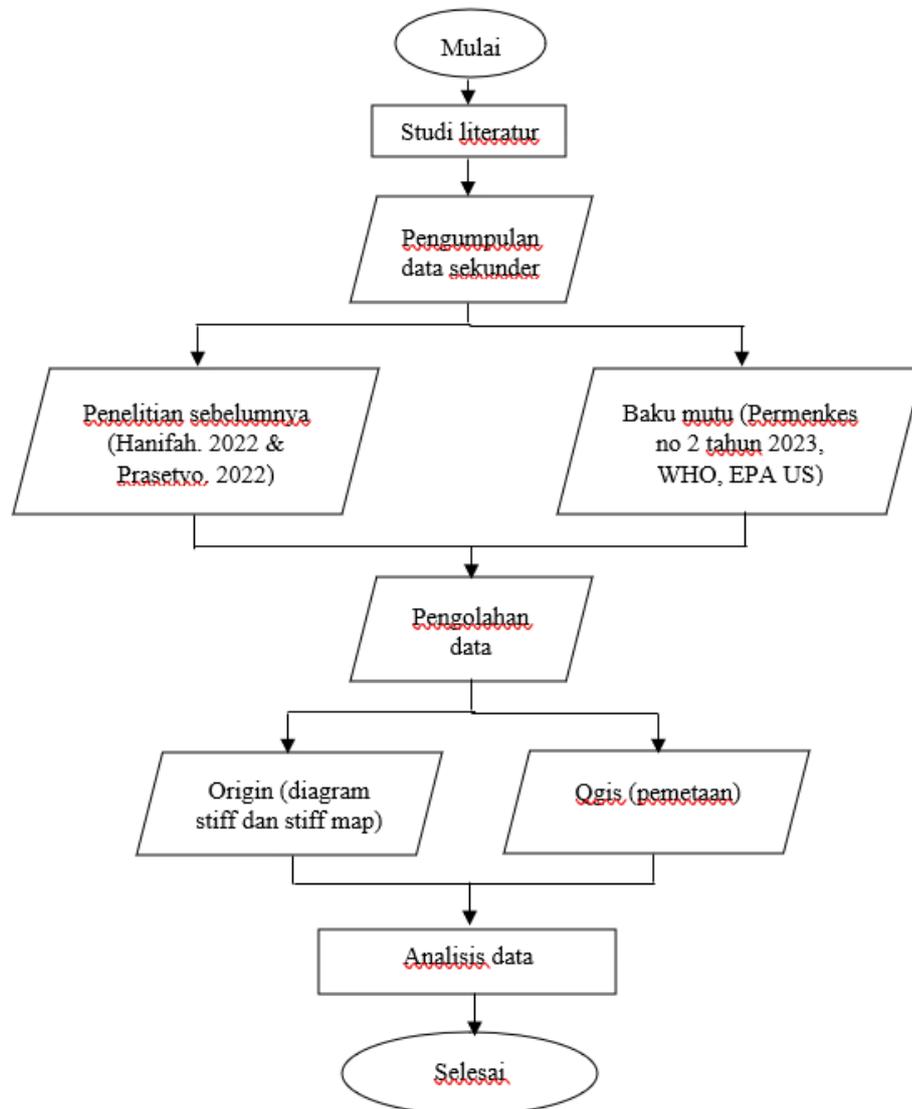
Penelitian ini dilakukan di DAS Winongo, Yogyakarta. Secara geografis lokasi ini bertepatan di $8^{\circ}30'$ - $7^{\circ}20'$ lintang selatan dan $109^{\circ} 40'$ - $111^{\circ} 0'$ bujur timur. Sungai Winongo memiliki bagian hilir yang terletak di Kabupaten Bantul dan bagian hulu yang berada di Kabupaten Sleman. Namun, penelitian ini difokuskan pada air tanah yang terdapat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air tanah sebanyak 32 titik yang tersebar di 5 kecamatan, yaitu Wirobrajan, Kraton, Gondomanan, Ngampilan, dan Mantrirejon di wilayah Kota Yogyakarta.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2, antara lain:



Gambar 3.2 Tahapan penelitian

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan data sekunder yang diambil dari penelitian sebelumnya (Hanifah, 2022 (T, pH, TDS, DHL salinitas, Na, K, Al, Cl, dan NO₃) dan Prasetyo, 2022 (Cu dan SO₄)) untuk memperoleh informasi mengenai hidrokimia dan penyebaran unsur kimia mayor air tanah di DAS Winongo. Data

yang digunakan mencakup konsentrasi dari parameter umum/onsite dan parameter khusus. Parameter umum/onsite meliputi suhu, pH, TDS, DHL, dan salinitas, sementara parameter khusus mencakup kation (Na, K, Al, dan Cu) dan anion (Cl, SO₄, dan NO₃). Data tersebut akan dibandingkan dengan baku mutu air minum yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 tahun 2023, World Health Organization (WHO), dan Environmental Protection Agency United State (EPA US).

Data konsentrasi parameter khusus akan diolah menggunakan perangkat lunak Origin 2023, untuk menghasilkan diagram stiff dan peta stiff. Diagram stiff akan memperlihatkan ion mayor dominan, sedangkan peta stiff akan menggambarkan penyebaran ion mayor dominan di daerah penelitian. Dalam analisis, software QGIS 3.30.0 digunakan untuk mengidentifikasi penyebaran parameter-parameter tersebut sesuai dengan kategori, baik memenuhi baku mutu, tidak memenuhi baku mutu, maupun menimbulkan dampak lain pada konsentrasi tertentu. Dari hasil diagram stiff, peta stiff, dan peta penyebaran ini, dilakukan analisis yang mendalam terkait kondisi hidrokimia dan penyebaran unsur kimia mayor air tanah di DAS Winongo.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

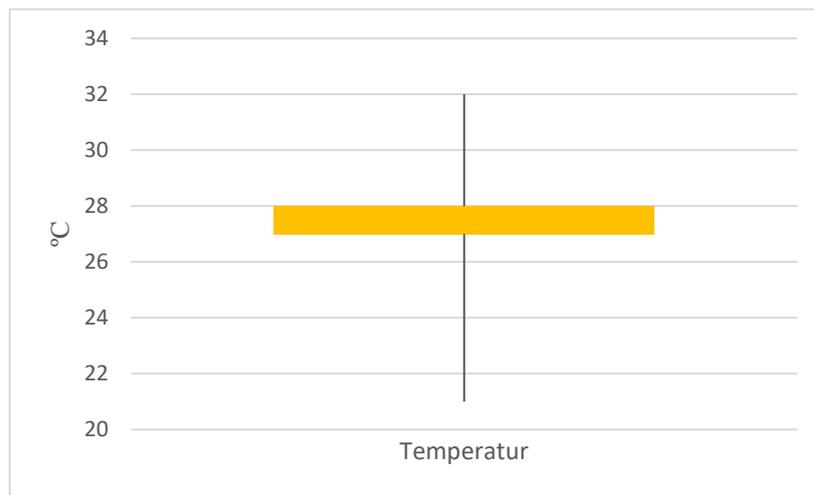
4.1 Analisis Deskriptif

Berikut merupakan data analisis deskriptif, antara lain:

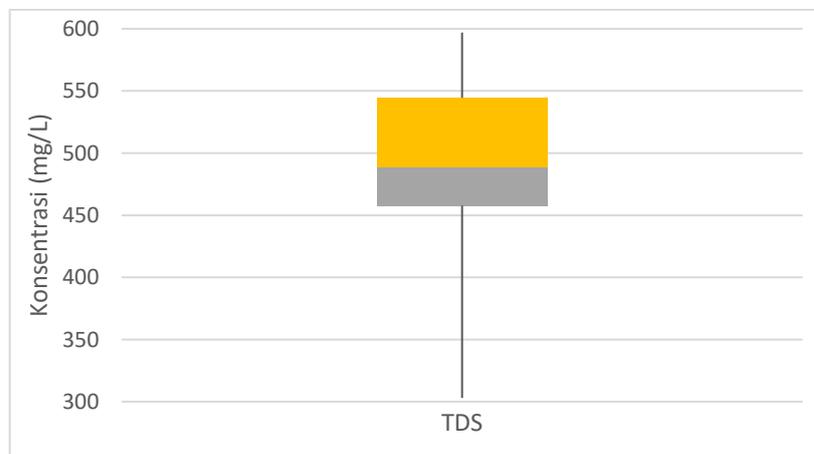
Tabel 4.1 Analisis deskriptif

No	Parameter	Minimal	Median	Maksimal	Baku mutu	Satuan	Sumber baku mutu
1	Suhu (T)	21	27	32	dev 3	derajat celcius	Permenkes RI No 2 Tahun 2023
2	pH	6,6	7,82	8,83	6,5-8,5	-	
3	Total Dissolve Solid (TDS)	303	488,5	597	< 300	mg/L	
4	Daya Hantar Listrik (DHL)	402	490,5	581	1000	mmhos/cm	Todd & Mays 2005
5	Salinitas	0,02	0,2	0,2	0,5	%	Ruseffandi & Gusman
6	Na	0,895	0,948	1,143	20	mg/L	EPA (Environmental Protection Agency)
7	K	8,192	13,761	21,773	12	mg/L	Meride & Ayenew 2016
8	Al	0,001	0,268	0,564	0,2	mg/L	Permenkes RI No 2 Tahun 2023
9	Cu	0,002	0,018	0,108	2	mg/L	WHO 2018
10	Cl	15,820	22,670	35,850	250	mg/L	EPA (Environmental Protection Agency)
11	SO ₄	13,096	27,091	41,317	250	mg/L	

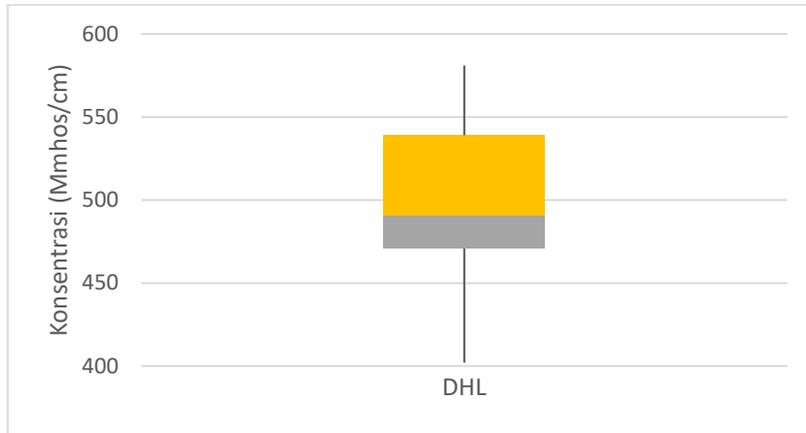
No	Parameter	Minimal	Median	Maksimal	Baku mutu	Satuan	Sumber baku mutu
12	NO ₃	3,60	7,390	42,560	20	mg/L	Permenkes RI No 2 Tahun 2023



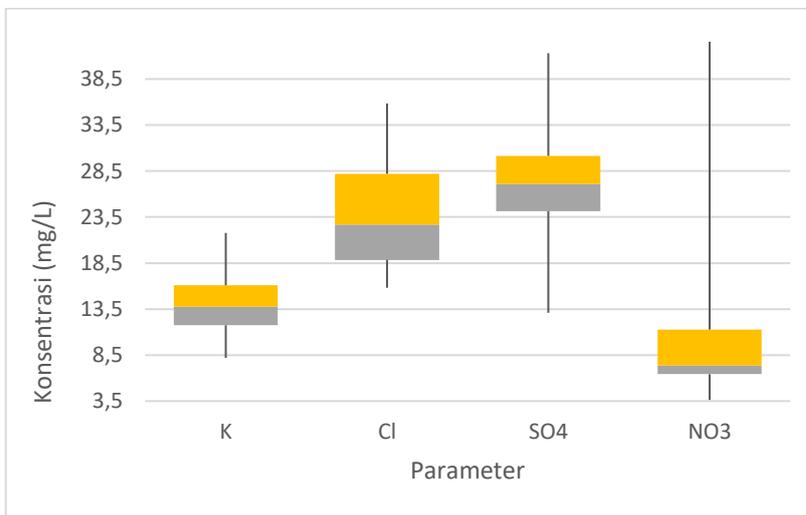
Gambar 4.1 Boxplot Temperatur (32 titik sampling).



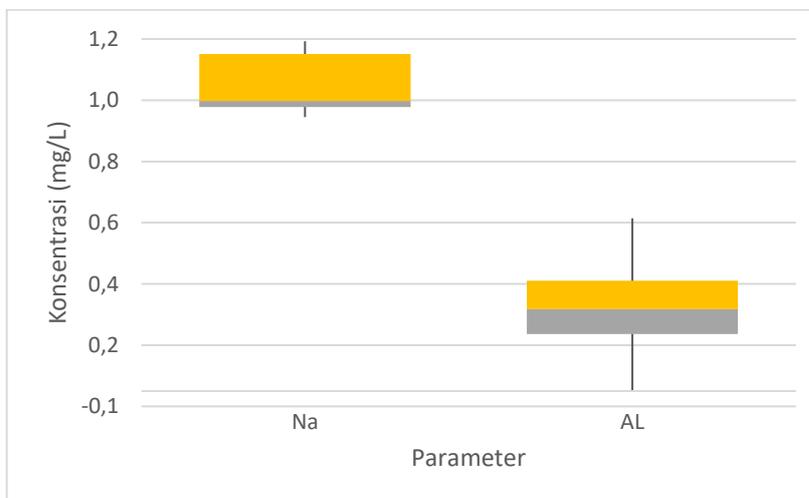
Gambar 4.2 Boxplot TDS (32 titik sampling).



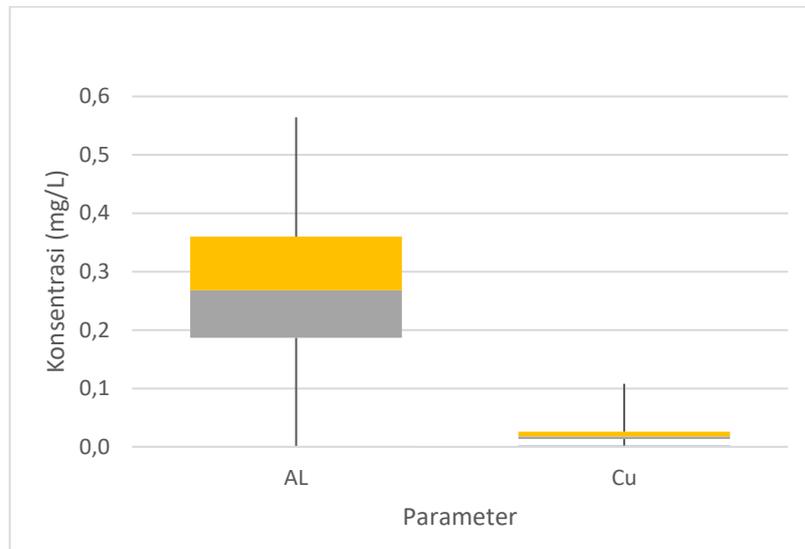
Gambar 4.3 Boxplot DHL (32 titik sampling).



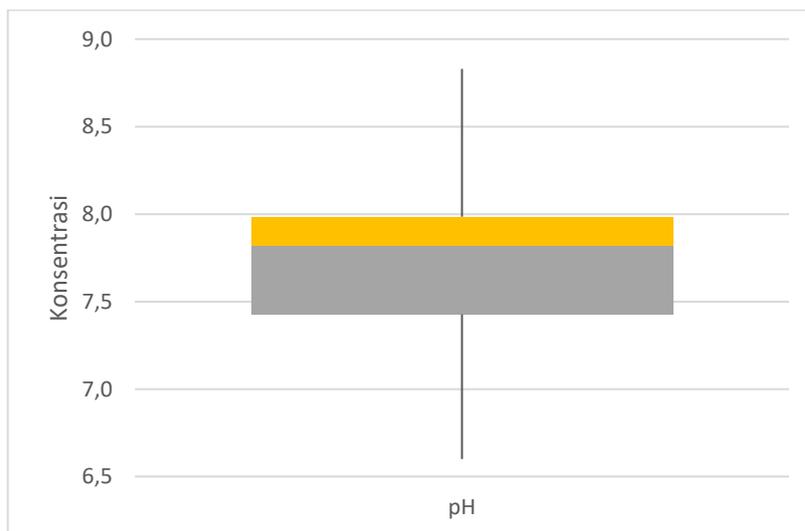
Gambar 4.4 Boxplot K, Cl, SO₄, & NO₃ (32 titik sampling).



Gambar 4.5 Boxplot Na & Al (32 titik sampling).



Gambar 4.6 Boxplot Al &Cu (32 titik sampling).



Gambar 4.7 Boxplot pH (32 titik sampling).

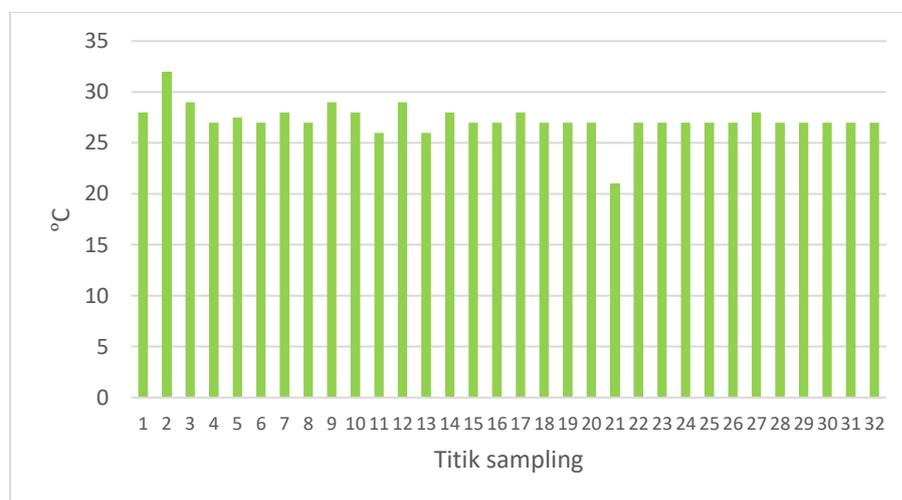
4.2 Pemetaan Parameter Umum

4.2.1 Temperatur (T)

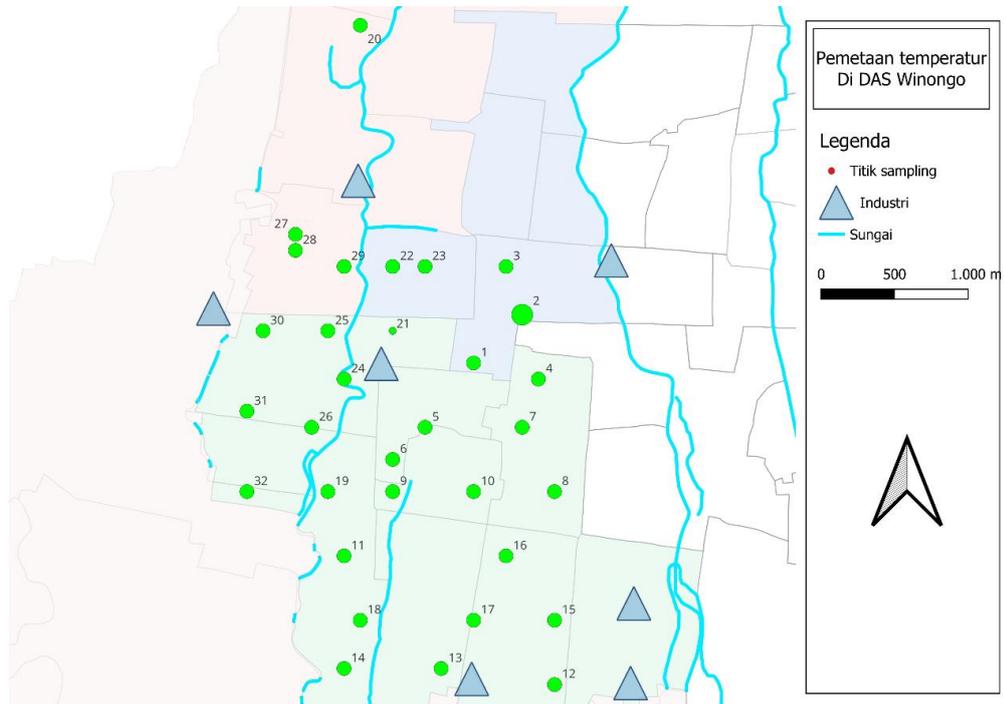
Dari pengukuran suhu air pada 32 titik sampling, diperoleh data yang menunjukkan variasi yang beragam. Rata-rata suhu dari beberapa titik sampel berkisar antara 27 °C hingga 28 °C. Terdapat dua titik sampling dengan suhu terendah dan tertinggi, yaitu titik 21 dengan suhu 21 °C dan titik 2 dengan suhu 32 °C.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, standar baku mutu suhu untuk air minum adalah deviasi 3 °C. Suhu air dapat mempengaruhi proses fisik, kimia, dan biologi dalam badan air, dan hal ini berdampak pada kesehatan pengguna air (Leluno dkk, 2020). Saat suhu rendah, TDS akan rendah, dengan dominasi unsur HCO₃, Ca, dan Mg. Jika suhu tinggi, TDS akan meningkat, dengan dominasi unsur Na dan Cl, serta berkurangnya unsur CO₂ dan O₂ (secara relatif) (Kadoatie, 2021).

Jika dilihat dari penyebarannya pada Gambar 4.7, besarnya suhu dari satu titik ke titik lainnya relatif sama. Kondisi cuaca dan lingkungan dapat mempengaruhi suhu, dan suhu maksimal dapat dipengaruhi oleh paparan sinar matahari dan kondisi lingkungan. Di sisi lain, suhu rendah mungkin disebabkan oleh kondisi cuaca yang mendung saat pengambilan sampel, terutama selama musim hujan (Hanifah, 2022). Namun, jika diperhatikan, besaran konsentrasi perparameter pada semua titik sampling, suhu tidak memiliki pengaruh terhadap besarnya kandungan konsentrasi pada semua parameter tersebut.



Gambar 4.8 Temperatur air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.9 Peta sebaran temperatur air tanah

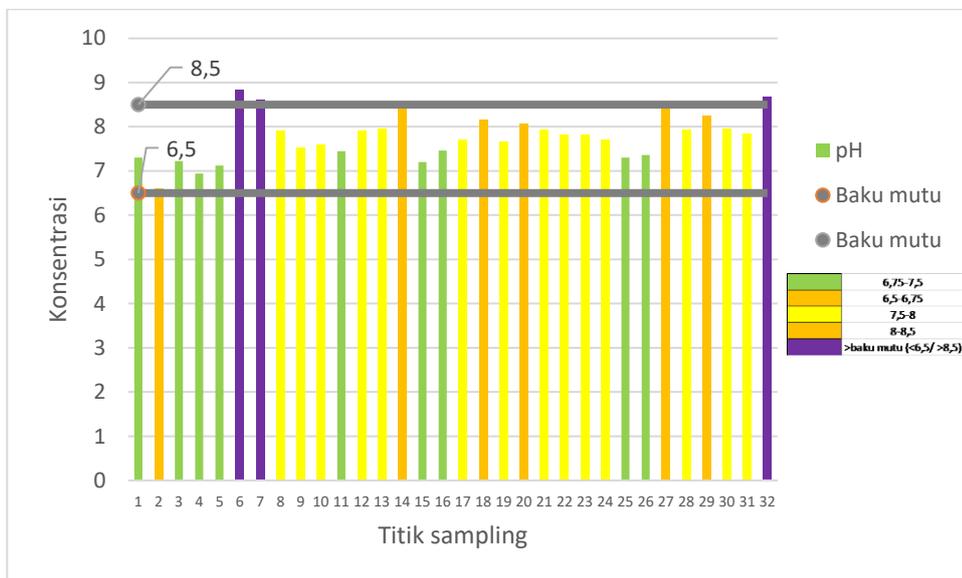
4.2.2 pH

Pada pengukuran pH yang dilakukan, diperoleh rentang nilai antara 6,6 hingga 8,83. Dalam hasil tersebut, terdapat 3 titik yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu titik 6 dengan nilai 8,83, titik 7 dengan nilai 8,6, dan titik 32 dengan nilai 8,67. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, standar baku mutu pH untuk air minum adalah rentang 6,5 hingga 8,5.

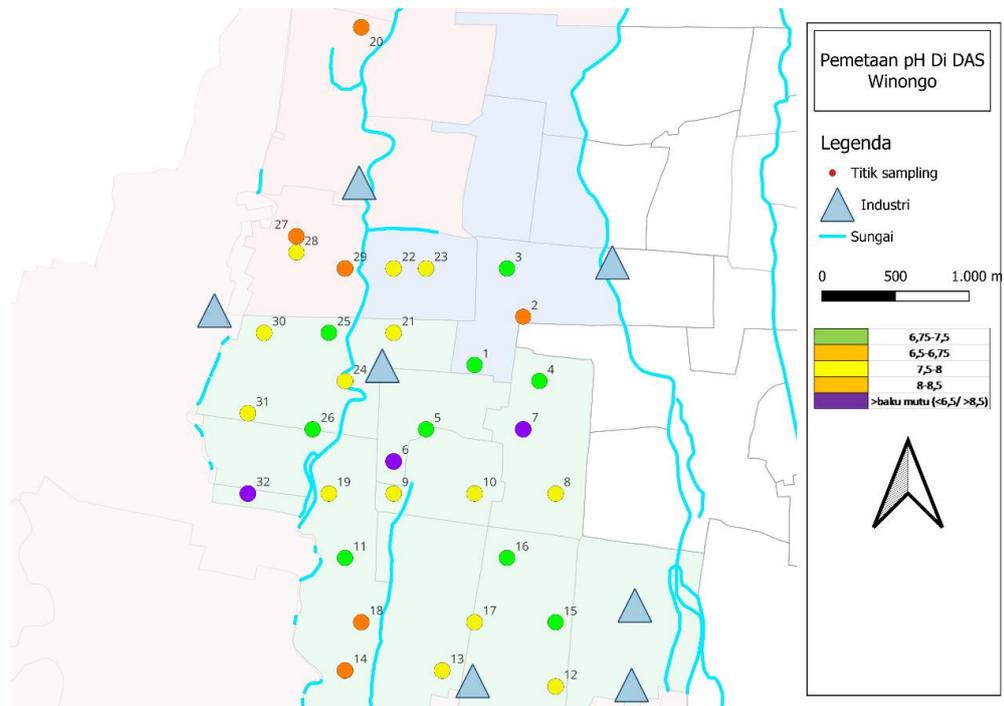
Kondisi pH yang baik memiliki nilai 7 atau bersifat netral. pH air di bawah 6,5 akan memiliki rasa pahit atau asam, sedangkan pH di atas 8,5 akan terasa tidak enak (kental/licin). Tubuh manusia memiliki pH netral, dan jika tubuh manusia bersifat asam, dapat memudahkan terbentuknya penyakit degeneratif dan sel-sel kanker. Namun, pH di atas 8,5 tidak langsung menimbulkan masalah kesehatan (Emilia, 2019).

Perbedaan nilai pH dapat disebabkan oleh adanya kandungan organik dari kegiatan domestik, pertanian, dan industri di sekitar pemukiman. Bahan organik dapat menyebabkan dekomposisi tanah dan mengakibatkan penurunan nilai pH

(Hanifah, 2022). Jika dilihat pada Gambar 4.9, nilai pH di seluruh area lokasi cenderung berada di bawah baku mutu. Namun, di bagian utara dan selatan terdapat beberapa titik dengan nilai yang relatif lebih tinggi (ditunjukkan dengan warna oranye). Di bagian timur, tengah, dan barat, masing-masing terdapat satu titik yang melebihi baku mutu (ditunjukkan dengan warna ungu). Nilai pH pada lokasi penelitian mungkin dipengaruhi oleh adanya kegiatan domestik. Jika diperhatikan pada Google Earth, wilayah penelitian tersebut sangat padat dengan pemukiman dan fasilitas umum.



Gambar 4.10 pH air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.11 Peta sebaran pH air tanah

4.2.3 Total Dissolved Solid (TDS)

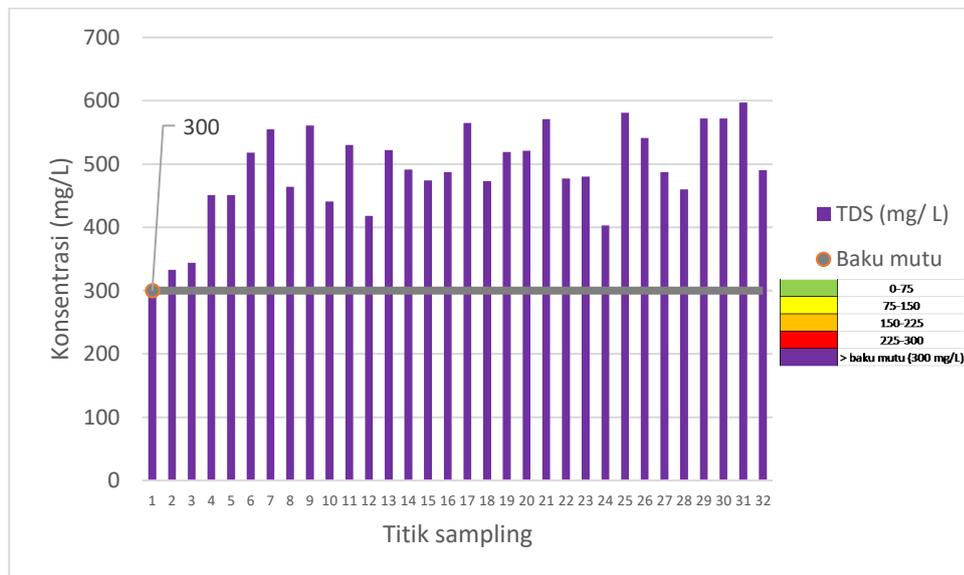
Pada pengukuran TDS dalam penelitian ini, terdapat variasi nilai yang diamati. Nilai terendah tercatat di titik 1 dengan nilai 303 mg/L, sedangkan nilai tertinggi terdapat di titik 31 dengan nilai 597 mg/L. Namun, dari total 32 titik sampling yang dilakukan, tidak ada nilai TDS yang memenuhi standar baku mutu yang berlaku.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, standar baku mutu TDS untuk air minum adalah kurang dari 300 mg/L. World Health Organization (WHO) tidak memberikan pedoman spesifik mengenai nilai TDS dalam air minum, dan dampak kesehatan yang mungkin timbul akibat konsumsi TDS dalam air minum juga tidak tersedia. Namun, nilai TDS yang tinggi dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi konsumen (WHO, 2022).

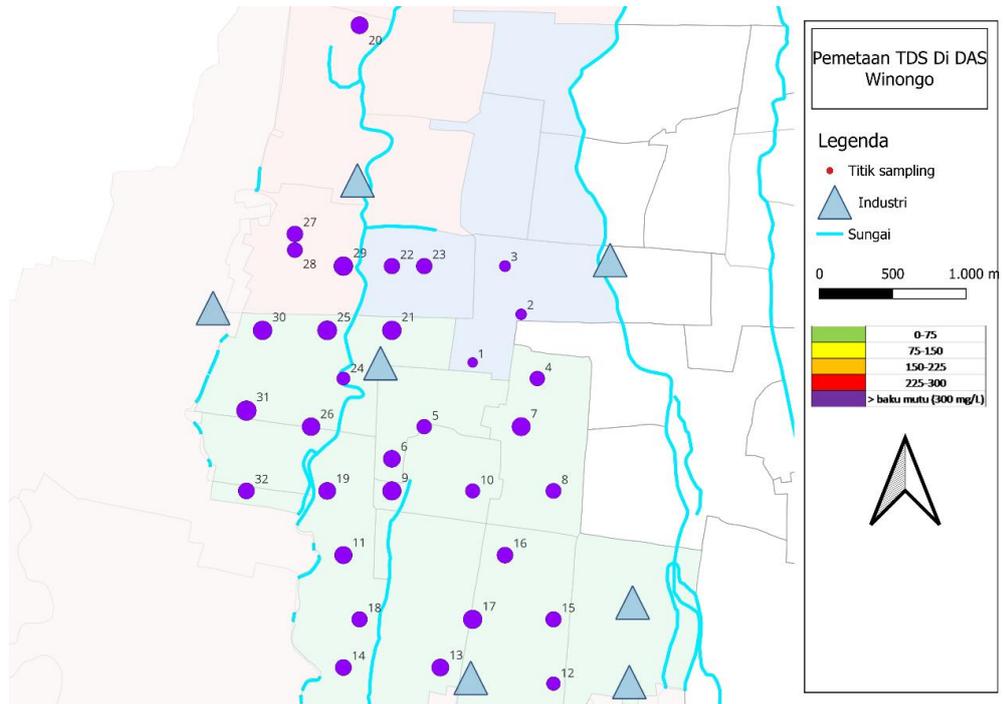
Perbedaan nilai TDS dapat disebabkan oleh adanya senyawa organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah industri maupun domestik. Meskipun tidak semua titik sampel berdekatan dengan industri, konsentrasi sulfat, klorida, bikarbonat, dan kalsium dapat berkontribusi pada kandungan TDS yang tinggi.

Senyawa natrium dan klorida dapat bergabung membentuk natrium klorida, yang pada gilirannya mempengaruhi konduktivitas air. Konduktivitas air sendiri berkaitan secara positif dengan jumlah garam terlarut (Hanifah, 2022).

Apabila dilihat pada Gambar 4.11, seluruh area atau titik sampling ditandai dengan warna ungu, yang menunjukkan penyebaran TDS yang seragam dan tidak ada yang memenuhi standar baku mutu. Tingginya nilai TDS pada lokasi penelitian mungkin disebabkan oleh tingginya kepadatan pemukiman di wilayah tersebut. Hal ini dapat berkontribusi pada peningkatan kandungan senyawa limbah domestik dalam air tanah (melalui Google Earth).



Gambar 4.12 TDS air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.13 Peta sebaran TDS air tanah

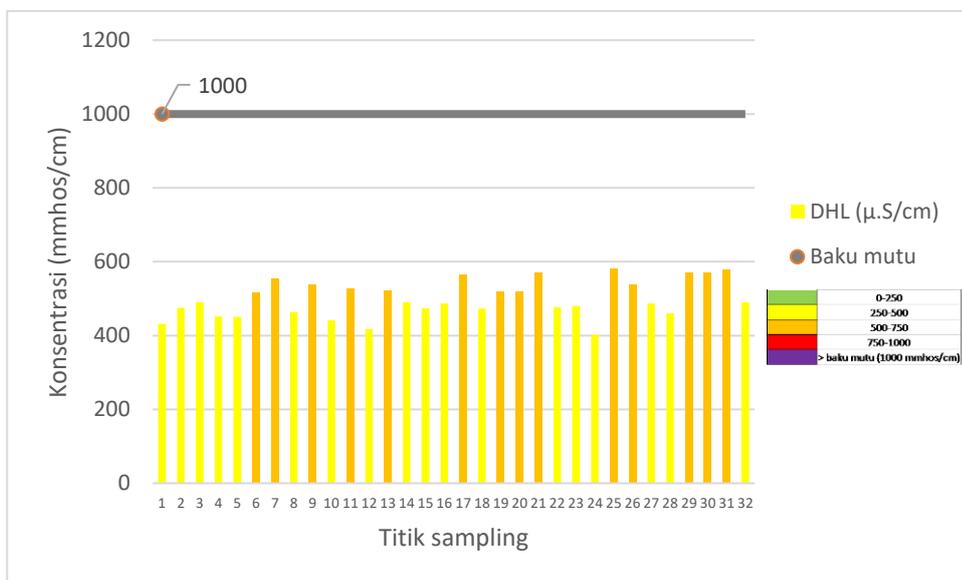
4.2.4 Daya Hantar Listrik (DHL) dan Salinitas

Pada pengukuran DHL dan salinitas dalam penelitian ini, tidak ada nilai yang melebihi baku mutu yang berlaku. Rentang nilai DHL adalah 418-581 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan untuk dikategorikan sebagai air tawar, nilai DHL harus berada di bawah 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sedangkan rentang nilai salinitas adalah 0,2-0,3, dan untuk dikategorikan sebagai air tawar, nilai salinitas harus berada di bawah 0,5. Jika kedua parameter ini melebihi nilai baku mutu masing-masing, maka termasuk dalam kategori air payau.

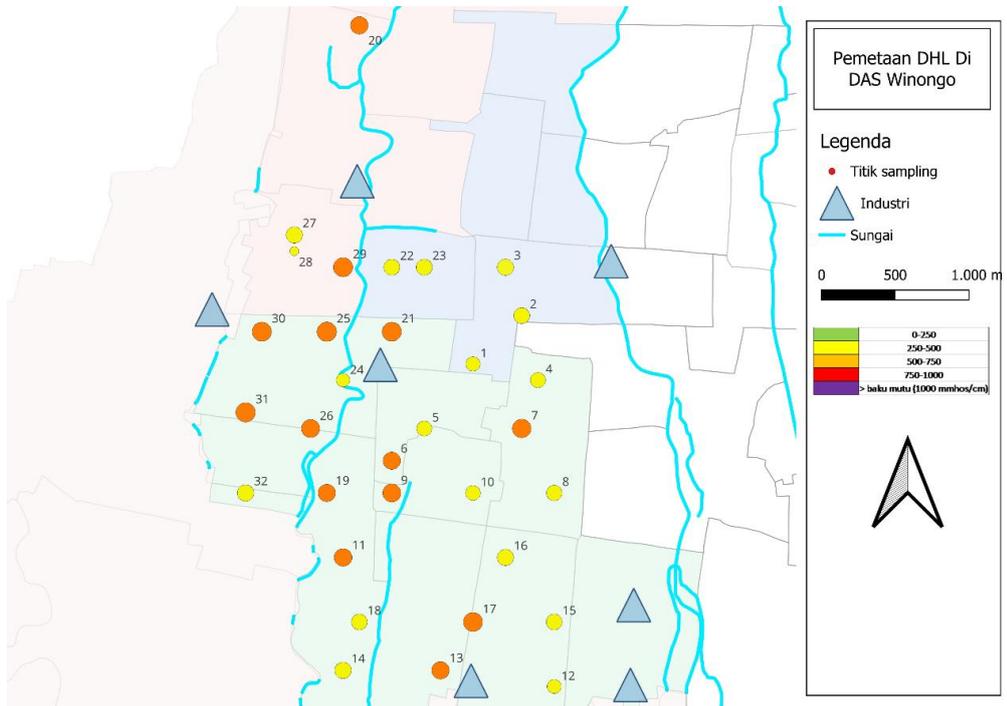
DHL merupakan ukuran kemampuan air untuk menghantarkan listrik, dimana semakin tinggi konsentrasi garam yang terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL (Ruseffandi & Gusman, 2020). Salinitas mengacu pada tingkat keasinan atau kadar garam dalam perairan, dan umumnya nilai salinitas air tawar berada di bawah 0,5. Tingkat salinitas yang tinggi dapat menyebabkan masalah kesehatan pada manusia, seperti penyakit jantung, hipertensi, dan ginjal kronis (Tamim, 2021).

Kandungan DHL dan salinitas yang rendah dalam penelitian ini mungkin disebabkan oleh adanya gabungan antara natrium dan klorida menjadi natrium

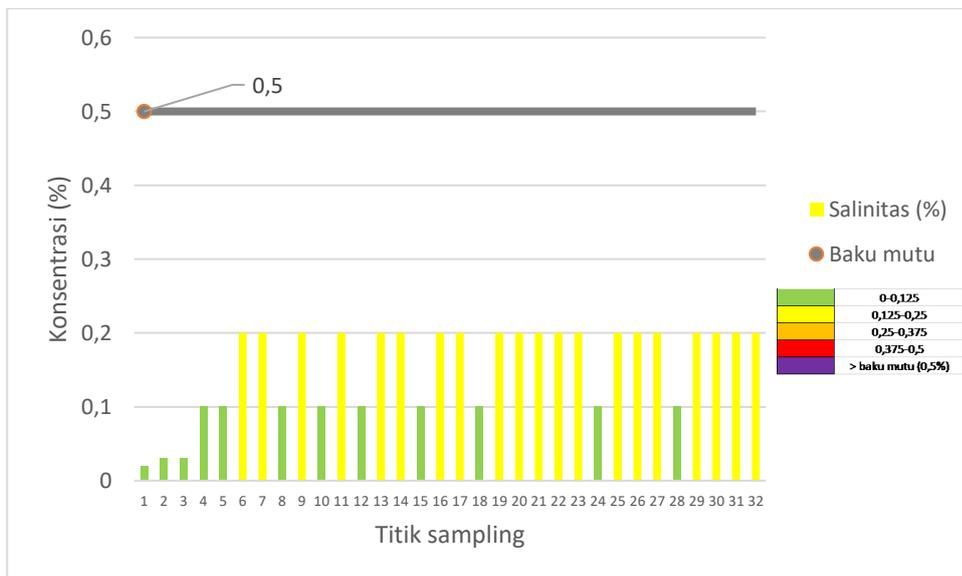
klorida, yang mempengaruhi daya hantar listrik (konduktivitas) dan berkaitan dengan jumlah garam terlarut (Hanifah, 2022). Jika diperhatikan pada Gambar 4.13 dan 4.15, nilai kandungan DHL dan salinitas cenderung lebih rendah di wilayah timur dibandingkan dengan wilayah lain yang ditandai dengan warna kuning. Meskipun demikian, terdapat beberapa titik di wilayah selatan, barat, dan utara yang juga memiliki nilai DHL dan salinitas yang rendah.



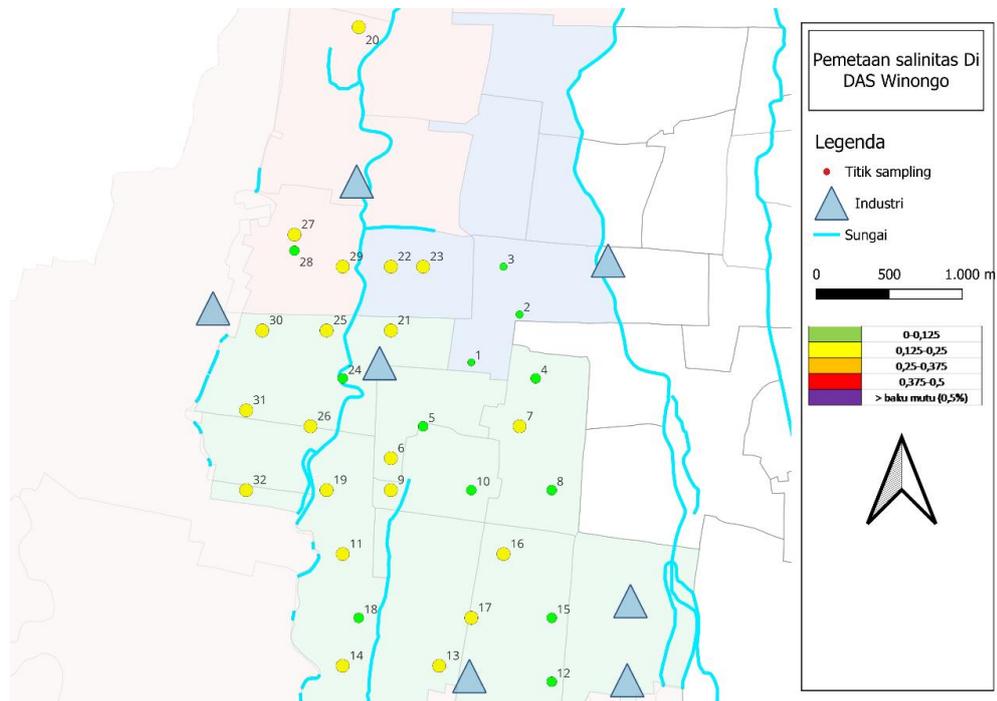
Gambar 4.14 DHL air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.15 Peta sebaran DHL air tanah



Gambar 4.16 Salinitas air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.17 Peta sebaran salinitas air tanah

4.3 Pemetaan Parameter Khusus

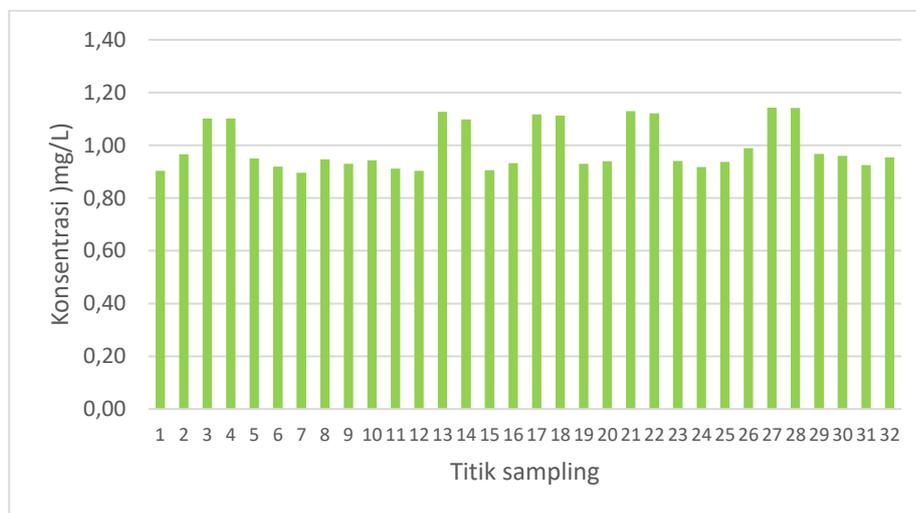
4.3.1 Natrium (Na)

Nilai konsentrasi natrium yang diukur pada 32 titik sampling air tanah DAS Winongo berada di bawah baku mutu yang berlaku. Nilai minimum natrium adalah 0,895 mg/L, sementara nilai maksimumnya adalah 1,141 mg/L. Berdasarkan Environmental Protection Agency United States (EPA US) edisi 2018 tentang Standar Air Minum dan Pedoman Kesehatan, baku mutu untuk konsentrasi natrium adalah 20 mg/L. Sedangkan menurut World Health Organization (WHO), nilai natrium yang melebihi 200 mg/L dapat menyebabkan rasa yang tidak dapat diterima.

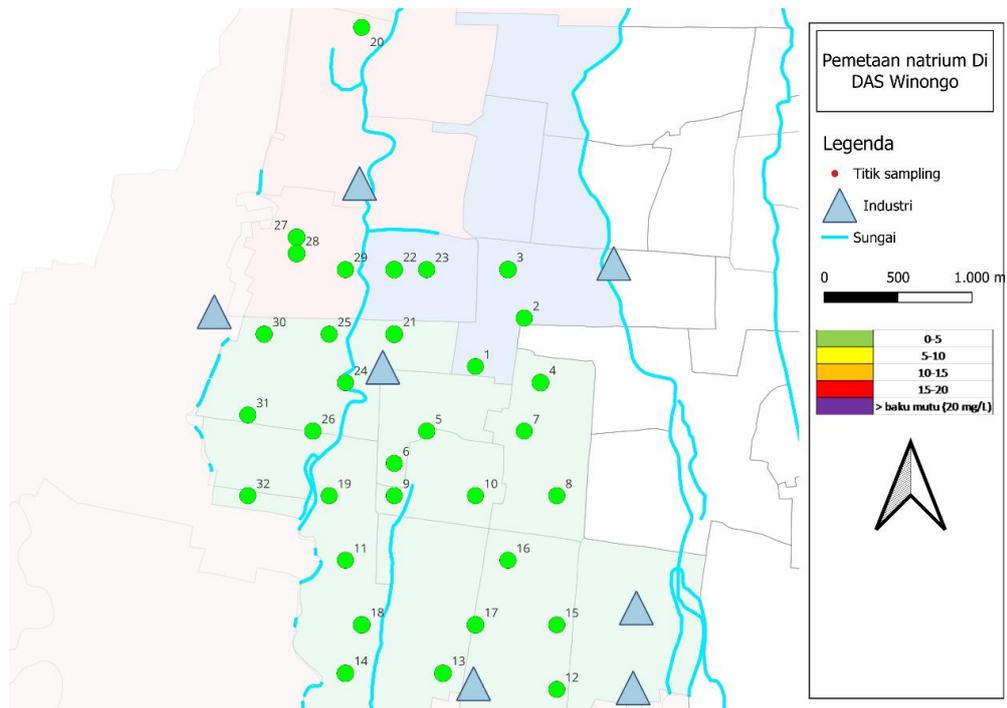
Natrium umumnya ditemukan dalam batuan beku yang termasuk dalam kelompok alkali. Kandungan natrium dalam batuan beku dapat berasal dari beberapa sumber, seperti satuan batuan yang mengandung evaporit (NaSO_4), mineral albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), pertukaran kation kalium oleh natrium pada mineral ortoklas dan mikroklin, serta material semen pada batuan sedimen (Sunarwan dkk, 2015). Peningkatan kadar natrium dapat terjadi akibat pelapukan yang lebih lanjut

dari debu vulkanik (Sanjaya dkk, 2014). Natrium juga banyak terdapat dalam batuan sedimen, dan unsur ini dapat berasal dari intrusi air laut yang larut dalam pelapukan batuan beku dan terbawa ke laut serta terakumulasi. Sumber utama natrium adalah air laut (Murtianto, 2010). Komposisi natrium dalam batuan basalt sekitar 3,356% (Nuringjati, 2022), sementara dalam kimia andesit standar sekitar 1,93% (Taslimah, 1999).

Jika diperhatikan pada Gambar 4.17, seluruh area penelitian menunjukkan nilai kandungan natrium yang cenderung seragam dan tidak ada perbedaan yang signifikan (di bawah baku mutu), ditandai dengan warna hijau. Karena lokasi penelitian cukup jauh dari laut, pengaruh air laut terhadap konsentrasi natrium sangatlah kecil. Kemungkinan adanya natrium berasal dari batuan penyusun lokasi penelitian, yaitu batuan beku andesit dan basalt. Komposisi kimia andesit standar memiliki kandungan natrium sekitar 1,93% (Taslimah, 1999), sedangkan komposisi natrium dalam batuan basalt sekitar 3,356% (Nuringjati, 2022).



Gambar 4.18 Natrium air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 20 mg/L)



Gambar 4.19 Peta sebaran natrium air tanah

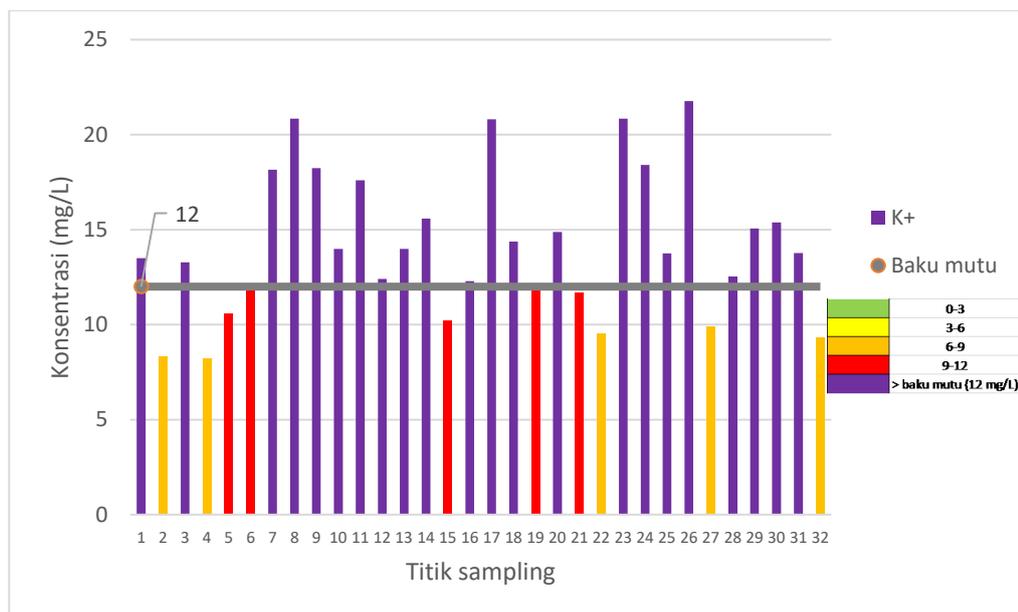
4.3.2 Kalium (K)

Berdasarkan pengukuran konsentrasi kalium pada 32 titik sampling air tanah DAS Winongo, nilai konsentrasi terendah dan tertinggi berturut-turut adalah 8,192 dan 20,847 mg/L. Terdapat 21 titik sampling yang melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh WHO, yaitu 12 mg/L (Meride & Ayenew, 2016). Meskipun paparan kalium dalam air minum yang diolah dengan pelembut air menggunakan klorida tidak menjadi perhatian bagi masyarakat umum, namun peningkatan paparan kalium dapat menyebabkan gangguan signifikan bagi individu dengan penyakit ginjal, penyakit jantung, penyakit arteri koroner, hipertensi, dan diabetes (Arega, 2020).

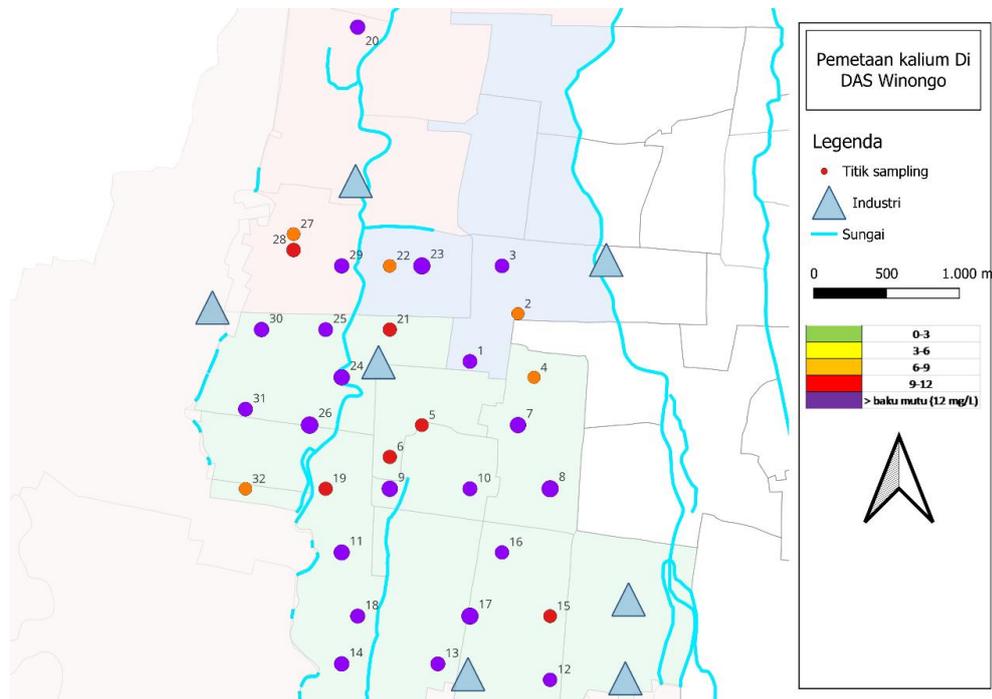
Kalium cenderung berikatan dengan produk pelapukan, terutama pada jenis mineral lempung tertentu. Sumber kalium dalam air tanah meliputi mineral felspar, partikel mika, mineral illit, serta mineral lempung lainnya; batuan kaya silikat seperti felspar ortoklas dan mikroklin (KAISi_3O_8), mineral mika, leusit felspatoid (KAIS_2O_6); dan batuan evaporit yang mengandung lapisan garam kalium (Sunarwan dkk, 2015). Peningkatan kadar kalium dapat terjadi akibat pelapukan

yang lebih lanjut dari debu vulkanik (Sanjaya dkk, 2014). Selain itu, penggunaan pupuk pada tanaman juga dapat menjadi sumber kalium dalam air tanah (Hanifah, 2022). Komposisi kalium dalam batuan basalt sekitar 0,636% (Nuringjati, 2022), sedangkan dalam kimia andesit standar sekitar 1,6% (Taslimah, 1999).

Apabila diperhatikan pada Gambar 4.19, penyebaran konsentrasi kalium yang tidak memenuhi baku mutu terjadi hampir di seluruh wilayah penelitian, ditandai dengan warna ungu. Pada wilayah selatan lokasi penelitian, kandungan kalium cenderung tinggi. Sumber kalium pada area studi kemungkinan berasal dari batuan penyusun lokasi penelitian, yaitu batuan basalt dan batuan andesit. Komposisi kimia andesit standar memiliki kandungan kalium sekitar 1,6% (Taslimah, 1999), sedangkan komposisi kalium dalam batuan basalt sekitar 0,636% (Nuringjati, 2022).



Gambar 4.20 Kalium air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.21 Peta sebaran kalium air tanah

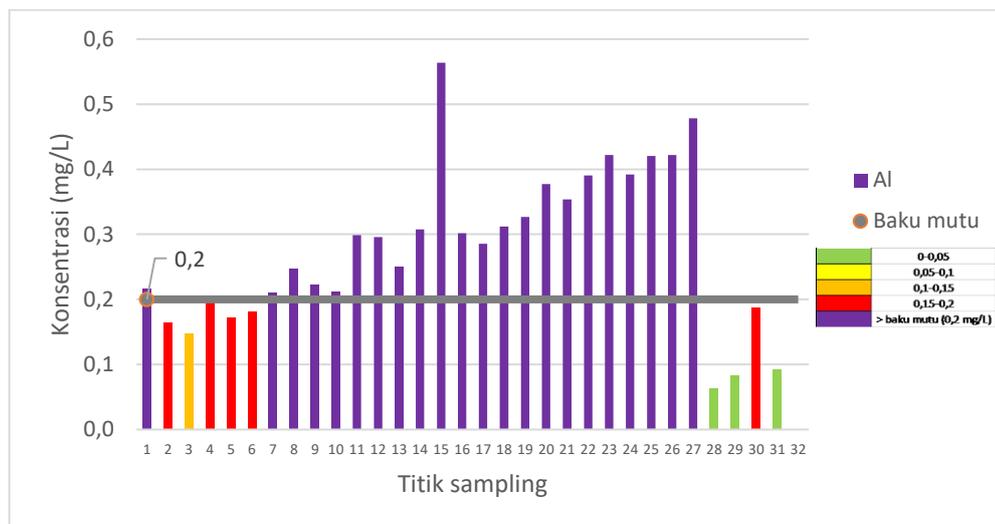
4.3.3 Aluminium (Al)

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi aluminium di wilayah penelitian, beberapa wilayah menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu dan dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan. Nilai terendah adalah 0,0005 mg/L, sedangkan nilai tertinggi adalah 0,564 mg/L. Baku mutu aluminium untuk air minum, sesuai Permenkes RI No 2 Tahun 2023, adalah 0,2 mg/L. Menurut WHO, nilai aluminium yang melebihi 0,1 mg/L relatif dapat menjadi faktor risiko perkembangan dan percepatan timbulnya penyakit Alzheimer pada manusia (WHO, 2022).

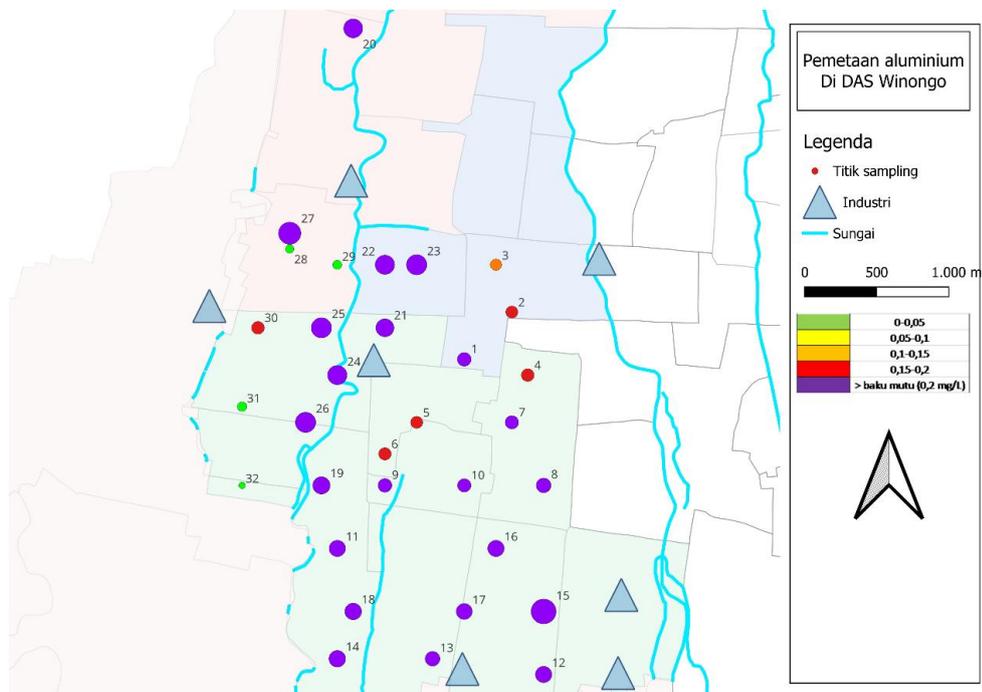
Apabila diperhatikan pada Gambar 4.21, kandungan aluminium yang tidak memenuhi baku mutu ditandai dengan warna ungu dan terdapat di wilayah selatan, barat, dan utara lokasi penelitian. Sementara itu, wilayah timur, tengah, dan sebagian wilayah barat memiliki kandungan aluminium yang masih di bawah baku mutu.

Sebagai mineral penyusun batuan dan sebagai nutrient bagi tanaman, senyawa aluminium secara alami terdapat dalam tanah (Hanifah, 2022). Aluminium juga

mendominasi pada batuan andesit (Yuliandini & Putra, 2013). Pada daerah penelitian, yang salah satu batuan penyusunnya adalah andesit dan basalt, dapat menjadi sumber aluminium di lokasi tersebut. Komposisi kimia andesit standar memiliki kandungan aluminium sekitar 18,27% (Taslimah, 1999), sedangkan komposisi aluminium pada batuan basalt sekitar 18,82% (Nuringjati, 2022).



Gambar 4.22 Aluminium air tanah di tiap titik sampling



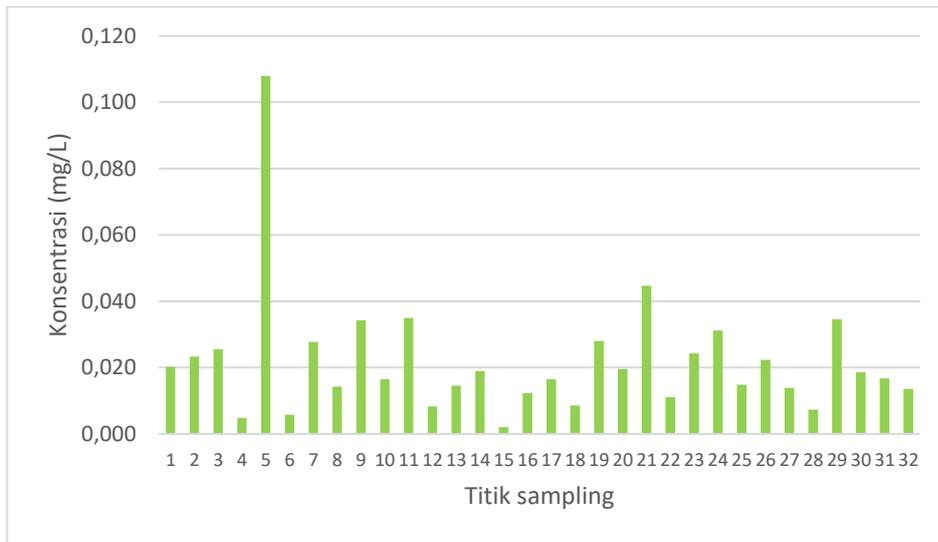
Gambar 4.23 Peta sebaran aluminium air tanah

4.3.4 Tembaga (Cu)

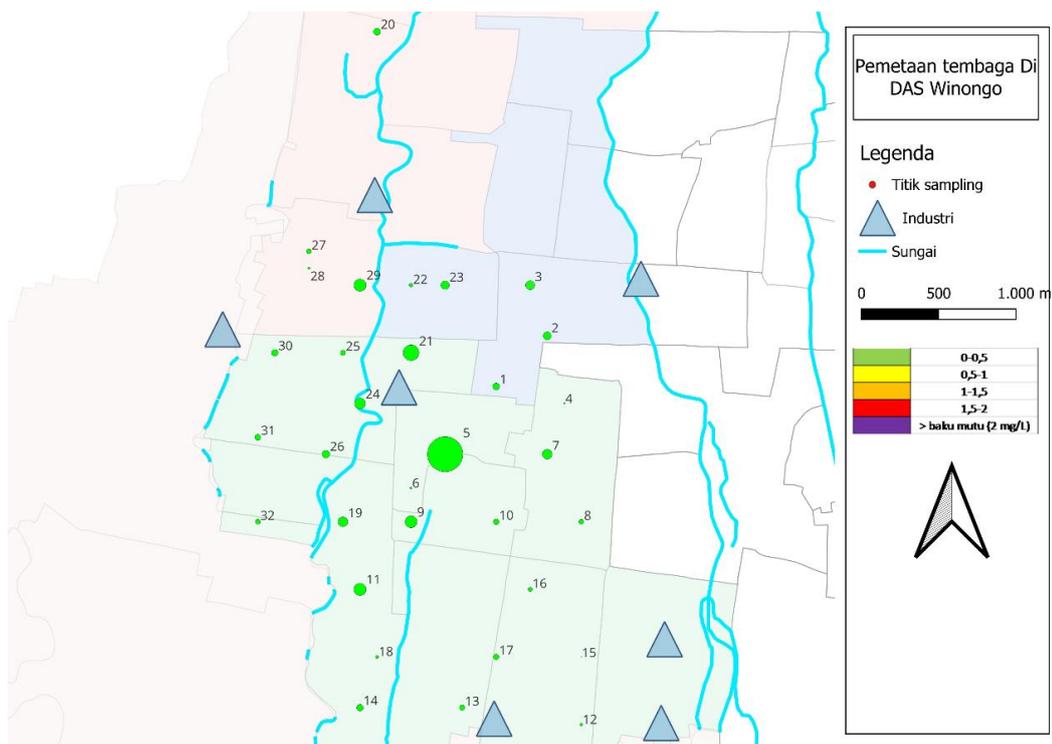
Hasil pengukuran konsentrasi tembaga dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang melebihi baku mutu dari 32 titik sampling. Nilai konsentrasi tembaga terendah dan tertinggi masing-masing terdapat di titik 15 dan 5 dengan nilai berurut 0,002 dan 0,108 mg/L. Berdasarkan panduan WHO tahun 2022 tentang Guidelines for drinking-water quality, nilai baku mutu untuk tembaga adalah 2 mg/L. Konsentrasi tembaga di atas 2,5 mg/L dapat menyebabkan rasa pahit pada air, sedangkan asupan oral yang dapat diterima bagi orang dewasa adalah sekitar 2-3 mg/hari, dan konsumsi tembaga sebanyak 10 mg/hari dapat menyebabkan efek gastrointestinal (WHO, 2022).

Jika diperhatikan pada Gambar 4.23, penyebaran konsentrasi tembaga di wilayah penelitian relatif seragam dari setiap lokasi sampling. Terdapat satu titik di tengah lokasi penelitian yang cukup menonjol, namun nilai tersebut masih jauh dari baku mutu. Di wilayah selatan, kandungan tembaga relatif lebih rendah.

Tembaga merupakan salah satu mineral alami yang terdapat dalam batuan (Safitri & Pratama, 2018). Dalam industri tekstil, tembaga digunakan sebagai pewarna mordant (Mentari dkk, 2022). Tembaga sering ditemukan dalam limbah industri tekstil (Cahyanto dkk, 2008). Kemungkinan adanya tembaga dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh adanya industri batik di area lokasi. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4.23 yang menunjukkan adanya beberapa industri, termasuk industri batik, yang ditandai dengan segitiga berwarna abu-abu di area lokasi penelitian. Dalam penelitian lain yang berada di lokasi yang sama, Kegiatan industri mempengaruhi parameter tembaga (Jana, 2021). Industri batik dari beberapa titik sampling memiliki kandungan tembaga, akan tetapi tidak ada korelasi antara jarak limbah dengan titik sampling (Gestimades, 2022). Adanya industri yang menggunakan zat pewarna dalam prosesnya menjadi penyumbang tembaga (Andini, 2021).



Gambar 4.24 Tembaga air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 2 mg/L)



Gambar 4.25 Peta sebaran tembaga air tanah

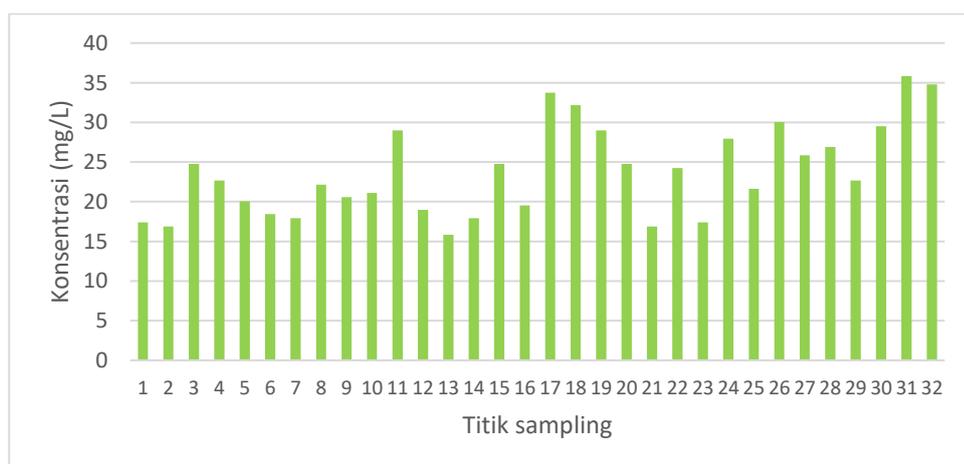
4.3.5 Klorida (Cl)

Hasil pengukuran konsentrasi klorida dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang melebihi baku mutu dari 32 titik sampling. Nilai konsentrasi klorida terendah dan tertinggi masing-masing terdapat di titik 12 dan 30 dengan

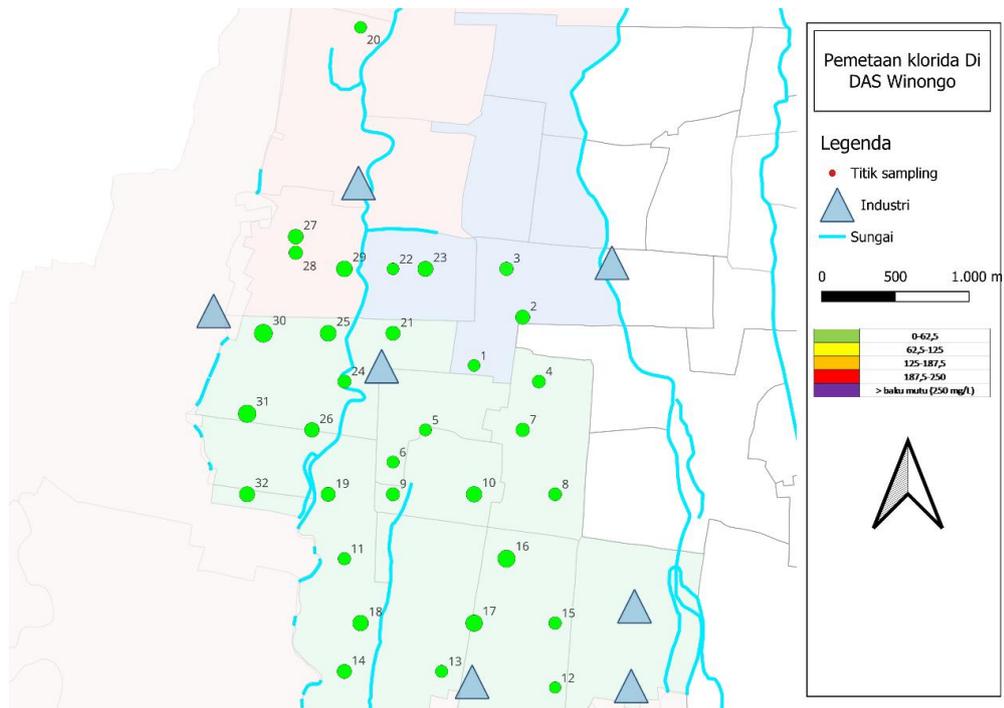
nilai berurut 0,015 dan 0,034 mg/L. Menurut panduan Environmental Protection Agency United States (EPA US) dalam 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables, nilai baku mutu untuk klorida adalah 250 mg/L. Menurut WHO, nilai klorida yang melebihi 250 mg/L dapat menyebabkan rasa terdeteksi dalam air (WHO, 2022).

Jika diperhatikan pada Gambar 4.25, penyebaran konsentrasi klorida di wilayah penelitian relatif seragam dari setiap lokasi sampling (di bawah baku mutu) yang ditandai dengan warna hijau. Namun, di wilayah barat dan utara, kandungan klorida relatif lebih tinggi.

Sumber klorida dapat berasal dari kegiatan manusia seperti penggunaan pupuk anorganik, air limbah, limbah septik tank, air lindi, limbah industri, pakan ternak, drainase, irigasi, dan intrusi air laut. Senyawa klorida juga dapat terjadi secara alami (Munfiah dkk, 2013). Walaupun senyawa klorida secara alami dalam perairan akan tetapi tidak terbentuk suatu satuan senyawa yang kompleks, sehingga dengan mudah terlarut atau bereaksi (Hanifah, 2022). Meskipun konsentrasi klorida dalam penelitian ini relatif rendah, kemungkinan sumber klorida berasal dari limbah septik tank. Klorida dapat berasal dari urine manusia dengan jumlah yang hampir sama dengan yang dikonsumsi melalui air dan makanan (Fajarini, 2014).



Gambar 4.26 Klorida air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 250 mg/L)



Gambar 4.27 Peta sebaran klorida air tanah

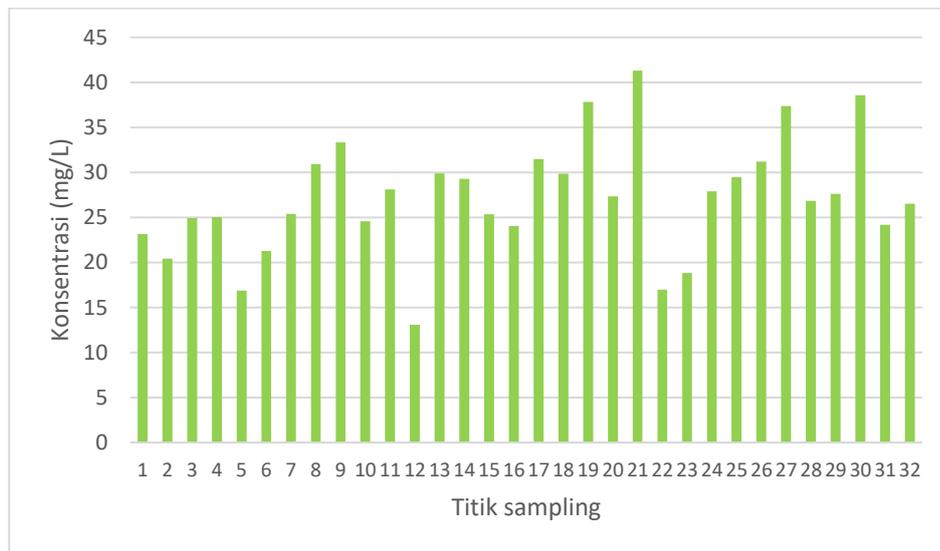
4.3.6 Sulfat (SO₄)

Pada pengukuran konsentrasi sulfat dalam penelitian ini, tidak ada nilai yang melebihi baku mutu dari 32 titik sampling. Nilai konsentrasi sulfat terendah dan tertinggi masing-masing terdapat di titik 12 dan 21 dengan nilai berurut 13,096 dan 41,317 mg/L. Menurut panduan Environmental Protection Agency United States (EPA US) dalam 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables, nilai baku mutu untuk sulfat adalah 250 mg/L. Nilai sulfat yang melebihi 500 mg/L dapat menimbulkan efek gastrointestinal (WHO, 2022).

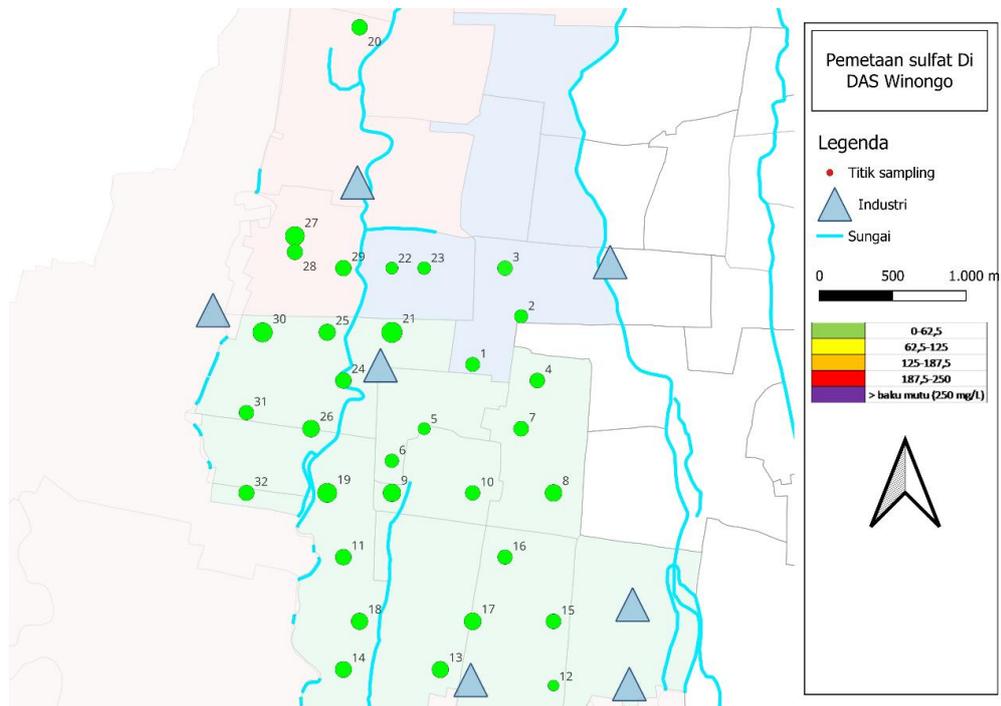
Jika diperhatikan pada Gambar 4.27, penyebaran konsentrasi sulfat di wilayah penelitian relatif tidak jauh berbeda dari setiap lokasi sampling (di bawah baku mutu) yang ditandai dengan warna hijau. Namun, di wilayah timur dan selatan, kandungan sulfat relatif lebih rendah.

Sulfat dapat ditemukan dalam batuan beku dan sedimen dalam bentuk sulfida logam. Ion sulfat dapat berasal dari sulfur dioksida yang terbawa oleh air selama proses pelapukan. Dalam batuan beku, sulfat dapat berupa feldspatoid, sementara dalam batuan sedimen evaporit dapat berupa gypsum, anhidrit, dan barit

(Murtianto, 2010). Pupuk juga dapat menjadi sumber sulfat melalui pelarutan mineral sulfat. Senyawa sulfur dari kendaraan bermotor dan gas buang industri yang terbawa oleh air hujan juga dapat menjadi sumber sulfat (Pujiindiyati & Pratikno, 2010). Garam sulfat dalam deterjen juga dapat menjadi sumber sulfat (Nipu, 2022). Dalam penelitian ini, sumber sulfat kemungkinan berasal dari senyawa sulfur yang terbawa oleh air hujan dari kendaraan bermotor dan deterjen, mengingat lokasi penelitian yang padat dengan aktivitas masyarakat. Hal ini dapat menjadikan sumber sulfat berasal dari aktivitas kendaraan bermotor dan penggunaan deterjen yang mengandung sulfat.



Gambar 4.28 Sulfat air tanah di tiap titik sampling (Baku mutu: 250 mg/L)



Gambar 4.29 Peta sebaran sulfat air tanah

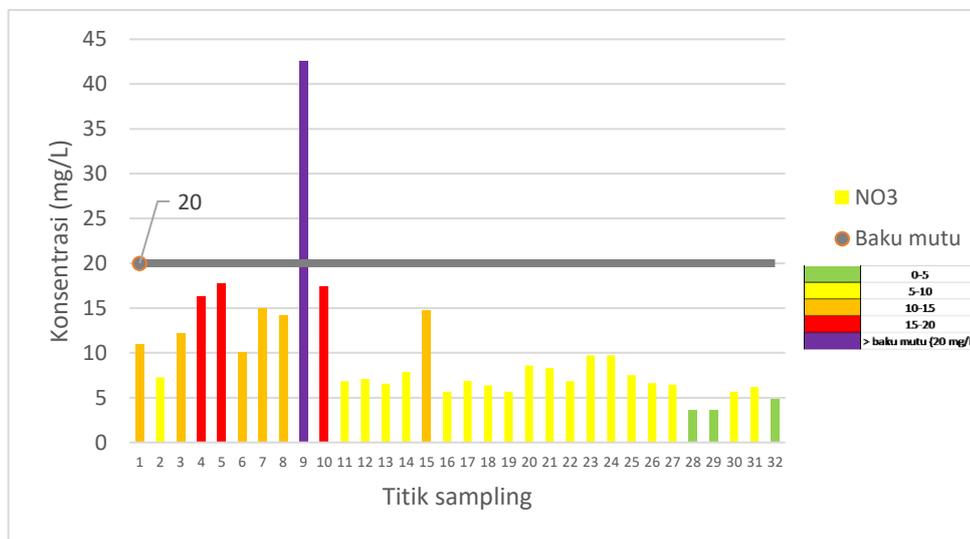
4.3.7 Nitrat (NO_3)

Pada pengukuran konsentrasi nitrat dalam penelitian ini, hanya terdapat satu titik yang melebihi baku mutu. Nilai konsentrasi nitrat terendah dan tertinggi masing-masing terdapat di titik 29 dan 9 dengan nilai berurut 3,600 dan 42,560 mg/L. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023, nilai baku mutu untuk nitrat adalah 20 mg/L. Nilai nitrat yang melebihi 50 mg/L dapat menyebabkan efek metahemoglobinemia (WHO,2022).

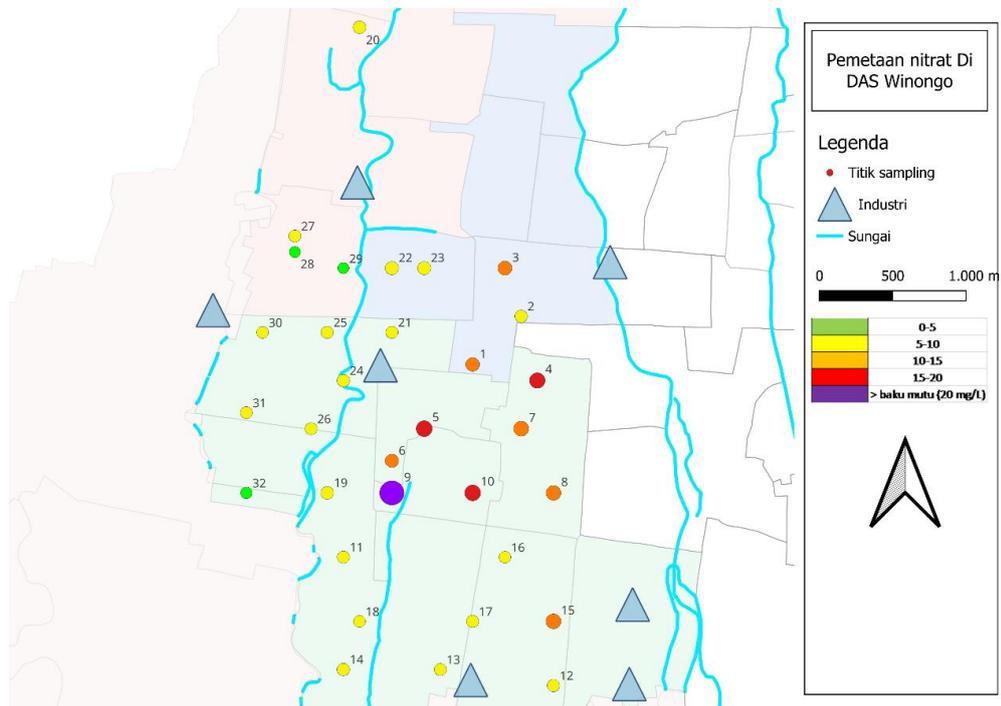
Jika diperhatikan pada Gambar 4.29, hanya terdapat satu titik yang tidak memenuhi baku mutu, ditandai dengan warna ungu, yang berada di tengah lokasi penelitian. Namun, apabila dilihat dari tren warnanya, wilayah timur lokasi penelitian cenderung memiliki kandungan nitrat yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah lainnya, meskipun masih memenuhi baku mutu (warna kuning menandakan kandungan nitrat yang memenuhi baku mutu, sedangkan warna oranye menandakan kandungan nitrat yang lebih besar).

Sumber alami nitrat berasal dari batuan beku, drainase tanah, dan pelapukan hewan atau tanaman (Munfiah, 2013). Nitrat juga dapat berasal dari penggunaan

pupuk, kegiatan pertanian, kotoran hewan, dan manusia (Khoiriyah, 2021). Kebocoran dari septik tank dan saluran pembuangan juga dapat menjadi sumber nitrat (Safitri W, 2015). Dalam penelitian ini, sumber nitrat kemungkinan berasal dari limbah domestik, termasuk limbah dari septik tank dan saluran pembuangan. Hal ini dapat diperkuat oleh fakta bahwa area penelitian memiliki padat penduduk yang tinggi, sehingga menghasilkan banyak limbah domestik yang berasal dari septik tank.



Gambar 4.30 Nitrat air tanah di tiap titik sampling



Gambar 4.31 Peta sebaran nitrat air tanah

4.4 Diagram Stiff dan Peta Stiff

Diagram stiff memiliki dua sumbu, yaitu sebelah kiri untuk kation dan sebelah kanan untuk anion, dengan garis tengah sebagai pemisah antara keduanya. Pada diagram stiff, ion dominan ditunjukkan oleh konsentrasi yang paling besar, yang terletak pada titik terjauh baik di sebelah kanan maupun kiri dari garis tengah. Pada penelitian ini, diagram stiff dibagi menjadi dua sifat kimia, yaitu unsur kation (Na, K, Al, dan Cu) dan anion (Cl, SO₄, dan NO₃).

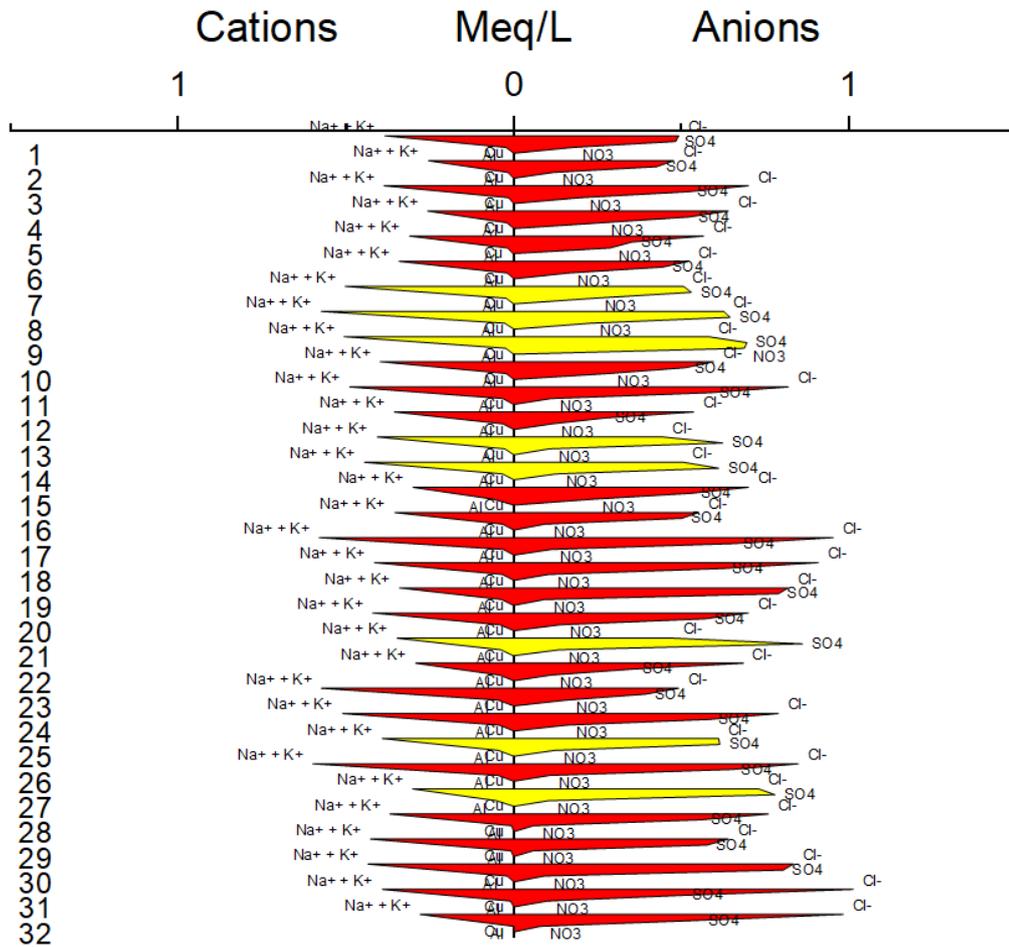
Berdasarkan Gambar 4.30, diagram stiff menunjukkan adanya dua tipe air tanah dominan. Tipe pertama adalah air tanah tipe I Na(K)-Cl dengan 24 titik sampling, yang ditandai dengan warna merah. Tipe kedua adalah air tanah tipe II Na(K)-SO₄ dengan 8 titik sampling, yang ditandai dengan warna kuning. Hal ini berarti 75% dari daerah penelitian memiliki tipe air tanah tipe I, dengan kation dominan Na + K dan anion dominan Cl dan SO₄.

Pada air tanah tipe I terbentuk tipe air tanah natrium klorida (NaCl), dimana natrium biasanya ditemukan pada batuan beku seperti batuan andesit (1,93%) dan basalt (3,356%) (Taslimah, 1999 & Nuringjati, 2022). Mengingat bahwa batuan

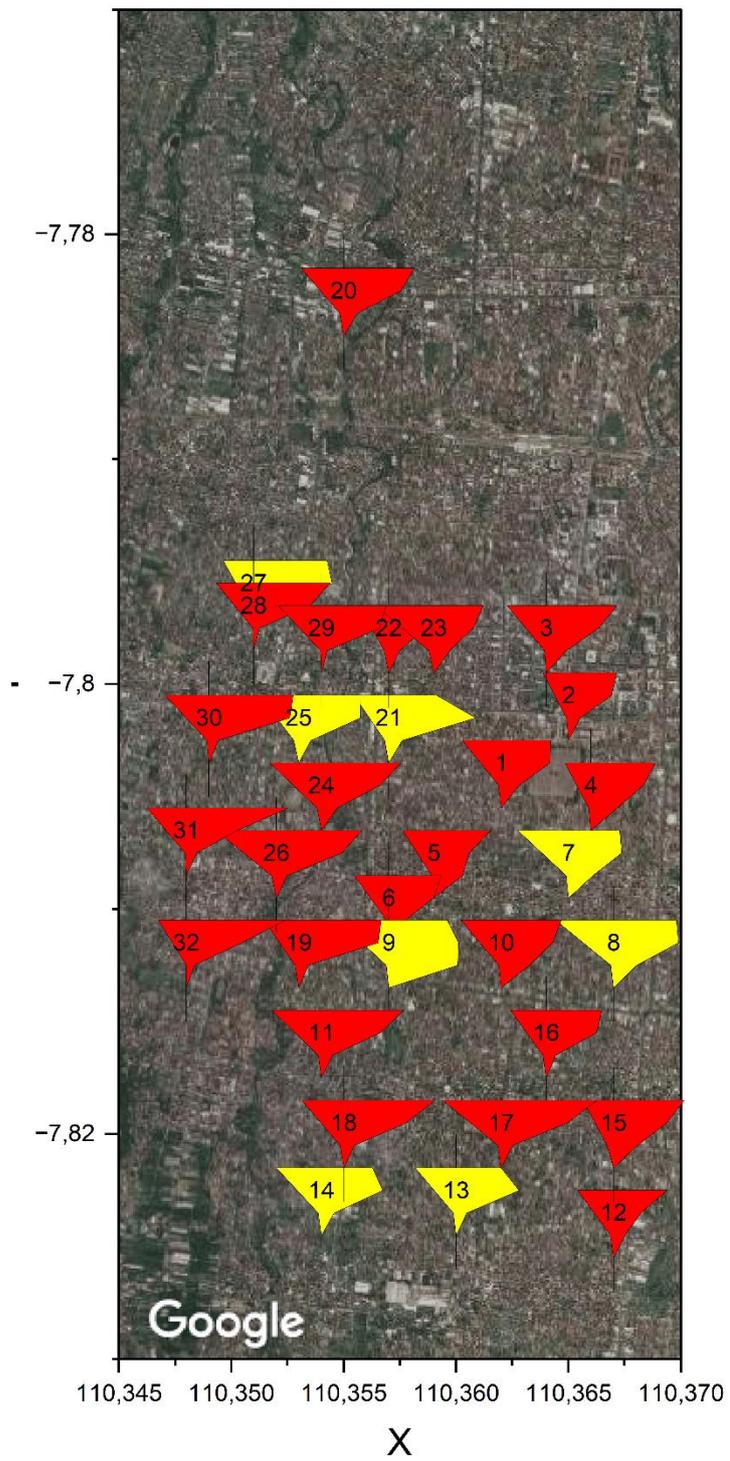
andesit dan basalt merupakan bagian dari batuan penyusun daerah penelitian, maka sumber natrium diperkirakan berasal dari batuan tersebut. Sementara itu, sumber klorida dapat berasal dari septik tank yang mengandung urine manusia (Fajarini, 2014). Lokasi penelitian yang padat dengan pemukiman penduduk dan aktivitas masyarakat juga dapat menyebabkan peningkatan klorida yang berasal dari septik tank (urine).

Pada air tanah tipe II terbentuk tipe air tanah natrium sulfat (NaSO_4). Sulfat dapat ditemukan dalam senyawa sulfur yang terbawa oleh air hujan dari kendaraan bermotor (Pujiindiyati & Pratikno, 2010), dan garam sulfat dapat menjadi sumber sulfat yang terdapat dalam deterjen (Nipu, 2022). Mengingat lokasi penelitian yang padat dengan aktivitas masyarakat, sumber sulfat dapat berasal dari kendaraan bermotor dan aktivitas mencuci menggunakan deterjen yang mengandung sulfat.

Berdasarkan Gambar 4.31, air tanah tipe I menyebar di seluruh lokasi penelitian, ditandai dengan warna merah, sedangkan air tanah tipe II menyebar di beberapa titik sampling di bagian timur, selatan, tengah, dan utara wilayah penelitian, ditandai dengan warna kuning. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sebagian besar daerah penelitian memiliki tipe air tanah yang didominasi oleh natrium klorida, yang menunjukkan bahwa ion-ion dalam air tanah sebagian besar disebabkan oleh batuan penyusunnya (andesit dan basalt) serta pengaruh dari septik (urine) yang berasal dari manusia.



Gambar 4.32 Diagram stiff



Gambar 4.33 Peta stiff

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Berdasarkan data sekunder, dapat disimpulkan bahwa nilai daya hantar listrik, salinitas, natrium, tembaga, klorida, dan sulfat masih memenuhi baku mutu. Namun, nilai konsentrasi temperatur, pH, TDS, kalium, aluminium, dan nitrat di beberapa lokasi sampling masih tidak memenuhi baku mutu sehingga berpotensi menimbulkan dampak bagi kesehatan masyarakat.
2. Berdasarkan pemetaan dan hubungannya dengan kondisi daerah penelitian, kandungan pH, TDS, DHL, klorida, sulfat, dan nitrat dapat dipengaruhi oleh kegiatan domestik. Sementara itu, adanya kandungan natrium, kalium, dan aluminium dapat disebabkan secara alami oleh batuan penyusunnya.
3. Berdasarkan diagram stiff, terdapat dua tipe kondisi ion dominan di area lokasi. Tipe pertama adalah air tanah tipe I Na-K-Cl dan tipe kedua adalah air tanah tipe II Na-K-SO₄. Kedua tipe ini secara umum menyebar di seluruh lokasi penelitian, namun tipe II hanya ditemukan pada satu titik di tengah lokasi penelitian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menambahkan unsur ion seperti kalsium, magnesium, dan bikarbonat dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini S C. 2021. **Analisis Nilai Kadar Logam Berat Pada Pore Water dan Air Permukaan Di Sungai Winongo Yogyakarta.** *Tugas Akhir.* 1-113
- Anna A N, Suharjo, Kaeksi R W, & Rudiyanto (2015). **Analisis Kualitas Air Tanah Untuk Konsumsi Pada Lereng Volkan Daerah Klaten Jawa Tengah.** *The 2nd University Research Coloquium 2015:* 8-17.
- Arega T (2020). **Sodium and Potassium Analysis of Drinking Water Quality Assessment and Its Health Effects in Ethiopia: A Retrospective Study.** *Journal of Oral Health & Dentistry.* 4(1). 261-266.
- Bramantya Y (2010). **Kualitas Airtanah Sub DAS Code Kota Yogyakarta Pasca Erupsi Merapi Tahun 2010.** *Jurnal Bumi Indonesia:* 19-29.
- Cahyanto M D, Aida Y, & Pranata F S (2008). **Pemanfaatan Kitin Udang Sebagai Penyerap Timbal dan Tembaga pada Limbah Cair Industri Batik di Solo.** *Biota.* 13(1). 31-36.
- Emilia I (2019). **Analisa Kandungan Nitrat Dan Nitrit Dalam Air Minum Isi Ulang Menggunakan Metoda Spektrofometri UV-Vis.** *Jurnal Indobiosains.* 1(1). 38-44.
- Fajarini S (2013). **Analisis Kualitas Air Tanah Masyarakat Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kelurahan Sumur Batu Bantar Gebang, Bekasi Tahun 2013.** *SKRIPSI.* 1-63.
- Ferdiansyah B (2022). **Pengaruh Jenis Dan Dosis Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan, Produksi Dan Kemanisan Buah Melon (Cucumis melo L).** *SKRIPSI.* 1-44.
- Gestimades J. 2022. **Analisis Pengaruh Aktivitas Industri Batik Terhadap Kandungan Logam Berat Pada Topsoil DAS Winongo Kota Yogyakarta.** *Tugas Akhir.* 1-57
- Gusril H (2016). **Studi Kualitas Air Minum PDAM Di Kota Duri Riau.** *Jurnal Geografi.* 8. (2). 190-196.
- Hakim I (2021). **Pemetaan Zonasi Dan Analisis Hidrokimia Air Tanah Dangkal Di Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau.** *TUGAS AKHIR.* 1-60.
- Hanifah N H (2022). **Analisis Geokimia Dan Status Mutu Air Tanah Area Winongo Kota Yogyakarta Dengan Parameter Logam Al- Dan Ion Na+, K+,Cl-, dan NO₃- N.** *TUGAS AKHIR.* 1-49.

- Hendrayana H & Prakasa D EP (2004). **The Improvement of Yogyakarta Groundwater Basin Concept**. *Jurusan Teknik Geologi-Fakultas Teknik-universitas Gadjah Mada*. 1-9.
- Humas Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. (2020). **Informasi Geologi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta**. <https://jogjaprov.go.id/berita/geologi>. Diakses pada 4 September 2023 22:21
- Jana R. 2021. **Analisis Multivariat dan Spasiotemporal Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo Yogyakarta**. *Tugas Akhir*. 1-75
- Kadoatie R J (2021). **Tata Ruang Air Tanah**. *ANDI Yogyakarta*
- Khoiriyah D R A (2021). **Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Nitrat Di Sungai Winongo Dengan Metode QUAL2KW**. *Tugas Akhir*. 1-89
- Leluno Y, Kembarawati, & Basuki (2020). **Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA Km 14 Kota Palangka Raya**. *Journal of Environment and Management*. 76-82.
- Listyani R A (2020). **Identifikasi Petrofisik Batuan Sebagai Pendukung Karakteristik Hidrolik Akuifer Pada Sub Das Code, Yogyakarta**. *Jurnal GEOSAPTA*. 6(2). 103-109.
- Marfai M A, dkk (2015). **Karakteristik Hidrogeokimia Air Tanah Di Pesisir Kabupaten Demak, Jawa Tengah**. *Makalah dalam seminar nasional pekan ilmiah tahunan ikatan geograf Indonesia*. 1-11.
- Maulana A N, Miftahussalam, & Dwi I P (2019). **Karakteristik Hidrogeokimia dan Implikasinya Terhadap Kualitas Airtanah pada Desa Buaran, Kecamatan Mayong, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah**. *Jurnal Teknomineral*. 1(2): 63-70.
- Mentari R J, Soenardjo N, & Yulianto B (2022). **Potensi Fitoremediasi Mangrove *Rhizophora mucronata* Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) di Kawasan Mangrove Park, Pekalongan**. *Journal of Marine Research*. 11(2). 183-188.
- Meride Y & Ayenew B (2016). **Drinking water quality assessment and its effects on residents health in wondo genet campus, Ethiopia**. *Environmental System Resesarch*. . 5 (1). 1-7.

- Mifta C & Adji T N (2014). **Karakteristik Mataair Karst Di Kecamatan Tambakboyo, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.** *Jurnal Bumi Indonesia.* 1-10.
- Mulyaningsih S, dkk (2006). **Perkembangan Geologi pada Kuartar Awal sampai Masa Sejarah di Dataran Yogyakarta.** *Jurnal Geologi Indonesia.* 1 (2). 103-113.
- Munfiah S, Nurjazuli, & Setiani O (2013). **Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak.** *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia.* 12 (2). 154-159.
- Murtianto H (2010). **Studi Kualitas Airtanah Untuk Pengembangan Wisata Di Kawasan Parangtritis, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.** *Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI.* 1-10.
- Nipu. L P (2022). **Penentuan Kualitas Air Tanah Sebagai Air Minum Dengan Metode Indeks Pencemaran Lidia Paskalia Nipu.** *Research Journal Of Physics and It's Application.* 2(1). 106-111.
- Nuringjati S (2022). **Pengaruh Variasi Komposisi Basalt Dan Lime Glass Terhadap Pembentukan Pori Batuan Basalt Skoria Dengan Pendinginan Annealed Dan Normalizing.** *SKRIPSI.* 1-50.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.
- Prasetyo F (2022). **Analisis Status Mutu Air Tanah Dengan Parameter Cu, Mg, Ca, Dan Sulfat Pada Daerah Aliran Sungai Winongo Kota Yogyakarta.** *TUGAS AKHIR.* 1-50.
- Pratama D A & Setyaningsih D W (2014). **Pengaruh Dosis Pupuk Dan Varietas Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Padi (Oryza Sativa).** 29-36.
- Pujiindiyati E R & Pratikno B (2010). **Studi Terhadap Faktor Yang Mempengaruhi Kandungan Isotop Oksigen-18 Dari Senyawa Sulfat Terlarut Dalam Air Tanah Dangkal Di Daerah Karawang.** *Jurnal Imiah Aplikasi Isotop dan Radiasi.* 8(1). 17-30.
- Ragilang (2021). **Eksplorasi Sumber Daya Air Tanah Di Pulau Bengkalis Dengan Pendekatan Analisis Geokimia.** *TUGAS AKHIR.* 1-79.
- Rekeningrum P (2009). **Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air.** *Jurnal Sumberdaya Lahan.* 3 (2): 85-96.
- Rizqullah S R, Puji P, & Carolus P (2018). **Geologi Dan Kualitas Air Tanah Berdasarkan Sifat Fisik Dan Kimia Daerah Putat Dan Sekitarnya,**

Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangae.* 5(2): 1-16.

- Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2020). **Pemetaan Kualitas Air Tanah berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DJL) dengan Metode Ordinary Kringing di Kec. Padang Barat, Kota Padang.** *Jurnal Bina Tambang,* 5(1), 153–162.
- Safitri B R A & Pratama L (2018). **Analisis Kandungan Mineral Tembaga (Cu) Yang Terdapat Pada Struktur Batu Tambang Dengan Metode Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS).** *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram.* 5(2). 105-108.
- Safitri W (2015). **Kandungan Nitrat Pada Air Tanah Di Sekitar Lahan Pertanian Padi, Palawija, Dan Tembakau (Studi Di Desa Tanjung Rejo Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember).** *SKRIPSI.* 1-130.
- Sanjaya dkk (2014). **Pelindian Unsur Kalium (K) Dan Natrium (Na) Material Vulkanik Hasil Erupsi Gunung Merapi 2010 (Simulasi Laboratorium).** *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian.* XXIX (2). 87-95.
- Sedana D, As'ari, & Adey T (2015). **Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis.** *Jurnal Ilmiah Sains.* 15(2): 33-37.
- Sinta ND, Joko T, & Nikie A Y D (2016). **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Nitrat (NO₃) Pada Air Sumur Gali Di Kawasan Pertanian Desa Tumpukan Kecamatan Karangdowo Kabupaten Klaten.** *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT.* 4(5). 204-212.
- Sudarmadji (1989). **Penggunaan Diagram Stiff Untuk Analisis Perubahan Mutu Air Tanah Di Daerah Kotamadya Yogyakarta:** 1-40.
- Sunarwan B, Kamal N, & Luthfi M (2015). **Identifikasi Parameter Fisika Dan Kimia Airtanah Pada Akifer Endapan Produk Gunung Api.** *Jurnal Teknologi.* 53-68.
- Tamim T dkk (2021). **Identifikasi Pencemaran Air Tanah akibat Intrusi Air Lat di Pulau Kadatua, Kabupaten Buton Selatan.** *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia.* 33-41.
- Taslimah (1999). **Analisis Batuan Andesit Dengan Metode Difraksi Sinar-X.** *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* 2(1). 34-38.
- Thoriq A N (2021). **Evaluasi Kualitas Air Ipa Siron Pdam Tirta Mountala Kabupaten Aceh Besar Terhadap Penyisihan Parameter Kekerusuhan Dan Alumunium.** *TUGAS AKHIR.* 1-43.

- Todd D K & Mays L W (2005). **Groundwater Hydrology**. *John Wiley & Sons, Inc.*
- US Environmental Protection Agency (2018). **2018 Edition of the drinking water standards and health advisories tables**. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/dwtable2018.pdf>. Diakses pada 6 Mei 2023.
- Wahyuningsih, D N (2015). **Kajian Kualitas Airtanah Berdasarkan Bentuklahan Di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah**. *Jurnal Bumi Indonesia*: 1 -10.
- WHO (2018). **Drinking-water. World Health Organization fact sheets**.<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> . Diakses pada 4 Mei 2023.
- Widya L H S (2022). **Analisis Kualitas Dan Fasies Airtanah Di Daerah Kelurahan Titian Antui Kecamatan Pinggir Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau**. *Laporan Tugas Akhir*: 1-69.
- Yuliandini A & Putra A (2013). **Pengaruh Formasi Batuan Terhadap Karakteristik Hidrokimia Lima Sumber Mata Air Panas Di Daerah Sapan, Pinang Awan, Kecamatan Alam Pauah Duo, Kabupaten Solok Selatan**. *Jurnal Fisika Unand*. 2(4). 212-219.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data konsentrasi parameter umum dan khusus

Titik Sampling	T (°C)	pH	TDS (mg/L)	DHL (mmhos/cm)	Salinitas (%)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	NO ₃ mg/L
1	28	7,3	303	432	0,02	0,904	13,498	0,22	0,020	17,4	23,166	10,950
2	32	6,6	333	475	0,03	0,966	8,310	0,17	0,023	16,87	20,417	7,260
3	29	7,22	344	491	0,03	1,102	13,274	0,15	0,026	24,78	24,926	12,220
4	27	6,94	451	452	0,1	1,101	8,192	0,19	0,005	22,67	25,029	16,330
5	27,5	7,12	451	451	0,1	0,950	10,560	0,17	0,108	20,04	16,885	17,740
6	27	8,83	518	518	0,2	0,919	11,845	0,18	0,006	18,45	21,278	10,080
7	28	8,6	555	555	0,2	0,895	18,157	0,21	0,028	17,93	25,401	14,990
8	27	7,9	464	464	0,1	0,946	20,847	0,25	0,014	22,15	30,938	14,170
9	29	7,53	561	539	0,2	0,930	18,237	0,22	0,034	20,56	33,340	42,560
10	28	7,59	441	441	0,1	0,942	13,993	0,21	0,016	21,09	24,579	17,440
11	26	7,45	530	529	0,2	0,912	17,601	0,30	0,035	29	28,125	6,830
12	29	7,91	418	418	0,1	0,904	12,405	0,30	0,008	18,98	13,096	7,080
13	26	7,95	522	522	0,2	1,127	13,984	0,25	0,015	15,82	29,898	6,550
14	28	8,5	491	491	0,2	1,098	15,581	0,31	0,019	17,93	29,295	7,860
15	27	7,2	474	474	0,1	0,906	10,233	0,56	0,002	24,78	25,363	14,700
16	27	7,46	487	487	0,2	0,932	12,296	0,30	0,012	19,51	24,027	5,650
17	28	7,7	565	566	0,2	1,117	20,800	0,29	0,016	33,74	31,503	6,890

Titik Sampling	T (°C)	pH	TDS (mg/L)	DHL (mmhos/cm)	Salinitas (%)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Cl mg/L)	SO ₄ mg/L)	NO ₃ mg/L)
18	27	8,15	473	473	0,1	1,113	14,375	0,31	0,009	32,16	29,858	6,380
19	27	7,67	519	519	0,2	0,930	11,762	0,33	0,028	29	37,823	5,650
20	27	8,06	521	521	0,2	0,939	14,882	0,38	0,020	24,78	27,328	8,580
21	21	7,94	571	571	0,2	1,130	11,683	0,35	0,045	16,87	41,317	8,310
22	27	7,82	477	477	0,2	1,121	9,541	0,39	0,011	24,25	16,975	6,830
23	27	7,82	480	480	0,2	0,940	20,834	0,42	0,024	17,4	18,812	9,730
24	27	7,7	403	402	0,1	0,918	18,402	0,39	0,031	27,94	27,919	9,730
25	27	7,3	581	581	0,2	0,937	13,751	0,42	0,015	21,62	29,473	7,520
26	27	7,36	541	539	0,2	0,989	21,773	0,42	0,022	30,05	31,207	6,610
27	28	8,5	487	487	0,2	1,143	9,874	0,48	0,014	25,84	37,386	6,440
28	27	7,3	460	460	0,1	1,141	12,495	0,06	0,007	26,89	26,853	3,610
29	27	8,25	572	572	0,2	0,967	15,068	0,08	0,035	22,67	27,636	3,600
30	27	7,96	572	572	0,2	0,960	15,382	0,19	0,019	29,53	38,568	5,660
31	27	7,84	597	579	0,2	0,925	13,770	0,09	0,017	35,85	24,181	6,180
32	27	8,67	490	490	0,2	0,954	9,316	0,00	0,014	34,8	26,506	4,890

Riwayat Hidup



Saya Wildan Malik, saya lahir di Pemalang pada 20 Januari 2001. Saya merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara, dari pasangan suami istri Bapak Suyitno dan Ibu Peni Indriati. Saya menempuh Pendidikan sekolah menengah pertama selama tiga tahun di SMP N 1 Moga, dan melanjutkan jenjang Pendidikan sekolah menengah atas selama tiga tahun di SMA N 1 Randudongkal. Setelah itu, saya melanjutkan Pendidikan Strata 1 selama empat tahun di Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam menjalani masa perkuliahan saya aktif dalam berbagai aktivitas non akademik, salah satunya pada awal semester (2019) saya diberi amanat sebagai koordinator divisi kesekretariatan dalam acara Enviro Champions (Echamp). Disini saya bertanggung jawab dalam mengkoordinasi pendaftaran peserta dan absensi peserta. Saya juga mengikuti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan UII sebagai staff Departemen Hubungan Luar pada tahun 2021, disini saya bertanggung jawab terhadap pendataan alumni dan diselenggarakannya acara kelas alumni.