

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS GEOKIMIA DAN STATUS MUTU AIR TANAH AREA WINONGO KOTA YOGYAKARTA DENGAN PARAMETER LOGAM $Al^3$ DAN ION $Na^+$ , $K^+$ , $Cl^-$ , dan $NO_3^-N$**

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



**NABILA HASNA HANIFAH**

**18513096**

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

**2022**

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS GEOKIMIA DAN STATUS MUTU AIR TANAH AREA WINONGO KOTA YOGYAKARTA DENGAN PARAMETER LOGAM AL<sup>3+</sup> DAN ION Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N

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



**NABILA HASNA HANIFAH**

**18513096**

Disetujui,

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

Tanggal: 14 September 2022

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Tanggal: 14 September 2022

Megetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng.

NIK. 095130403

Tanggal : 14 September 2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS GEOKIMIA DAN STATUS MUTU AIR TANAH AREA  
WINONGO KOTA YOGYAKARTA DENGAN PARAMETER  
LOGAM AL DAN ION Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Rabu**

**Tanggal : 14 September 2022**

**Disusun Oleh :**

**NABILA HASNA HANIFAH**

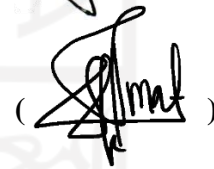
**18513096**

**Tim Penguji :**

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



**Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.**



**Nelly Marlina, S.T., M.T.**



## PENYATAAN

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 perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah 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 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 tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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, 10 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



**Nabila Hasna Hanifah**

18513096

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum warrahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah S.W.T. atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Geokimia dan Status Mutu Air Tanah Area Winongo Kota Yogyakarta dengan Parameter Logam Al<sup>3+</sup> dan Ion Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N<sup>-</sup>”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyelesaian laporan ini, penulis mendapatkan bantuan, bimbingan serta semangat dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pembuatan laporan ini:

1. Allah S.W.T yang atas limpahan rahmat, nikmat, ridho dan pertolonganNya penulis dapat menimba ilmu di Universitas Islam Indonesia dan dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta ridho sehingga penulis mendapatkan kelancaran untuk menyelesaikan penulisa laporan tugas akhir ini
3. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. sebagai dosen pemilik topik penelitian yang penulis teliti, Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. sebagai dosen Pembimbing I dan Ibu Noviani Ima Wantoputri S.T., M.T. sebagai dosen Pembimbing II yang telah sabar dan ikhlas dalam mendidik serta membimbing penulis selama ini.
4. Ibu Nelly Marlina, S.T., M.T. sebagai *reviewer* dan penguji tugas akhir penulis yang telah mengevaluasi dan menyetujui kevalidan hasil penelitian penulis.

5. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD sebagai DPA penulis yang telah menerima semua keluhan penulis selama kuliah dan dengan sabar memberikan masukan serta nasihat.
6. Helvia Nabella selaku sahabat baik penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam bentuk material maupun emosional.
7. Nabila Hasna Hanifah sebagai penulis yang telah berhasil menyelesaikan masa studi dengan tepat waktu setelah melalui banyak dan berbagai macam masalah. Baik masalah kehidupan, keluarga, teman, perkuliahan hingga psikis. Terlebih dari itu semua, penulis merupakan individu yang berani, kuat, optimis dan yakin mampu melewati semuanya hingga berada di tahap akhir studi.
8. Rika Sylvia NH, S.Psi (M.Psi) sebagai terapis psikis penulis selama penyelesaian laporan tugas akhir yang dengan sabar menghadapi segala macam masalah yang ada dalam diri penulis.
9. Rekan-rekan tugas akhir yang bersedia berdiskusi dan saling berbagi ilmu selama penulisan laporan tugas akhir ini dan,
10. Semua pihak yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Namun tidak lepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya laporan tugas akhir yang penulis susun ini belum mencapai sempurna. Maka penulis berharap kritik serta saran yang membangun untuk disampaikan sebagai koreksi bagi penulis dalam memperbaiki tugas akhir ini.

*Akhirul kalam*, semoga dari laporan tugas akhir ini dapat diambil manfaatnya.

*Wassalamu'alaikum Warrahmatullah Wabarakatuh*

Yogyakarta, 2022

**Penulis**

## ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan pada DAS winongo bertujuan untuk mengetahui konsentrasi terkait kandungan logam Al<sup>3+</sup> dan ion Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N. Mengetahui kandungan aluminium dikarenakan kawasan penelitian merupakan kawasan akuifer merapi sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi geologinya terdapat kandungan logam. Kawasan dengan tata guna lahan yang digunakan untuk pertanian yang mana menggunakan pupuk sebagai kebutuhan utama bertani. Sehingga adanya potensi kandungan natrium dan kalium di dalam tanah. Klorida sebagai senyawa yang mudah berikatan dengan unsur senyawa lain salah satunya dengan natrium. Sedangkan nitrat sebagai salah satu faktor pencemar yang keberadaannya selalu ditemukan karena nitrat sendiri merupakan senyawa yang secara alami terdapat di dalam tanah yang berperan sebagai nutrisi bagi tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan geokimia air tanah pada kawasan DAS Winongo dari hasil penelitian terdahulu. Selain itu, dari hasil perbandingan tersebut akan dilakukan analisis terkait status mutu air sebagai keperluan penggunaan dalam penentuan kualitas air bersih yang akan dikonsumsi terutama untuk keperluan sehari-hari. Penentuan status mutu air menggunakan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP) sebagai perbandingan penggunaan metode yang efektif bagi peruntukan kawasan penelitian. Konsentrasi dari aluminium secara keseluruhan memiliki rata-rata konsentrasi yang melebihi baku mutu dengan hasil 0,27 mg/L. Sedangkan untuk parameter natrium, kalium, klorida dan nitrat secara keseluruhan jika dilihat dari rata-rata konsentrasi masih memenuhi baku mutu dengan hasil 0,99 mg/L, 14,15 mg/L, 22,66 mg/L dan 9,97 mg/L secara berurutan. Hasil dari analisis yang dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu Metode STORET dan Metode Indeks Pencemaran (IP) menunjukkan bahwa hasil dari Metode STORET adalah cemaran ringan untuk Kecamatan Ngampilan dengan nilai -9 dan cemaran sedang untuk Kecamatan Gondomanan dengan nilai -11, Kraton -14, Mantriheron -19 dan Wirobrajan -22. Namun jika dilakukan analisis pada keseluruhan kawasan penelitian, hasil analisis menunjukkan bahwa kawasan tersebut termasuk dalam kategori cemaran berat dengan nilai -75. Sedangkan pada Metode Indeks Pencemaran (IP) hasil analisis menunjukkan termasuk dalam kategori cemaran ringan, baik untuk kawasan kecamatan maupun keseluruhan kawasan penelitian. Dengan nilai 4,23 untuk Kecamatan Gondomanan, 4,24 Kraton, 4,14 Mantriheron, 4,19 Ngampilan, 4,20 Wirobrajan dan 4,21 secara keseluruhan kawasan penelitian.

Kata Kunci : air tanah, geokimia, logam, status mutu air



## **ABSTRACT**

*The research conducted in the Winongo watershed aims to determine the concentration related to the metal content of  $Al^+$  and  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  and  $NO_3^-N$  ions. Knowing the aluminum content because the research area is an aquifer area of Merapi so it can be said that the geological conditions contain metal. Areas with land use used for agriculture which uses fertilizers as the main need for farming. So there is a potential content of sodium and potassium in the soil. Chloride is a compound that easily bonds with other elements, one of which is sodium. While nitrate as one of the pollutant factors whose presence is always found because nitrate itself is a compound that is naturally present in the soil that acts as a nutrient for plants. The purpose of this study was to determine the geochemical changes in groundwater in the Winongo watershed area from the results of previous studies. In addition, from the results of the comparison, an analysis will be carried out regarding the status of water quality as a necessity for use in determining the quality of clean water to be consumed, especially for daily purposes. Determination of water quality status using the STORET method and the Pollution Index (IP) as a comparison of the use of effective methods for the designation of the research area. The overall concentration of aluminum has an average concentration that exceeds the quality standard with a yield of 0.27 mg/L. As for the parameters of sodium, potassium, chloride and nitrate as a whole, when viewed from the average concentration, it still meets the quality standard with results of 0.99 mg/L, 14.15 mg/L, 22.66 mg/L and 9.97 mg/L sequentially. The results of the analysis carried out using two methods, namely the STORET method and the Pollution Index Method (IP) show that the results of the STORET method are light polluted for Ngampilan District with a value of -9 and Medium polluted for Gondomanan District with a value of -11, Kraton -14, Mantrijeron -19 and Wirobrajan -22. However, if an analysis is carried out on the entire research area, the results of the analysis show that the area is included in the heavily polluted category with a value of -75. While the Pollution Index Method (IP) analysis results show that it is included in the light polluted category, both for the sub-district area and the entire research area. With a value of 4.23 for Gondomanan District, 4.24 Kraton, 4.14 Mantrijeron, 4.19 Ngampilan, 4.20 Wirobrajan and 4.21 as a whole the research area.*

**Keywords:** groundwater, geochemistry, metals, water quality status.



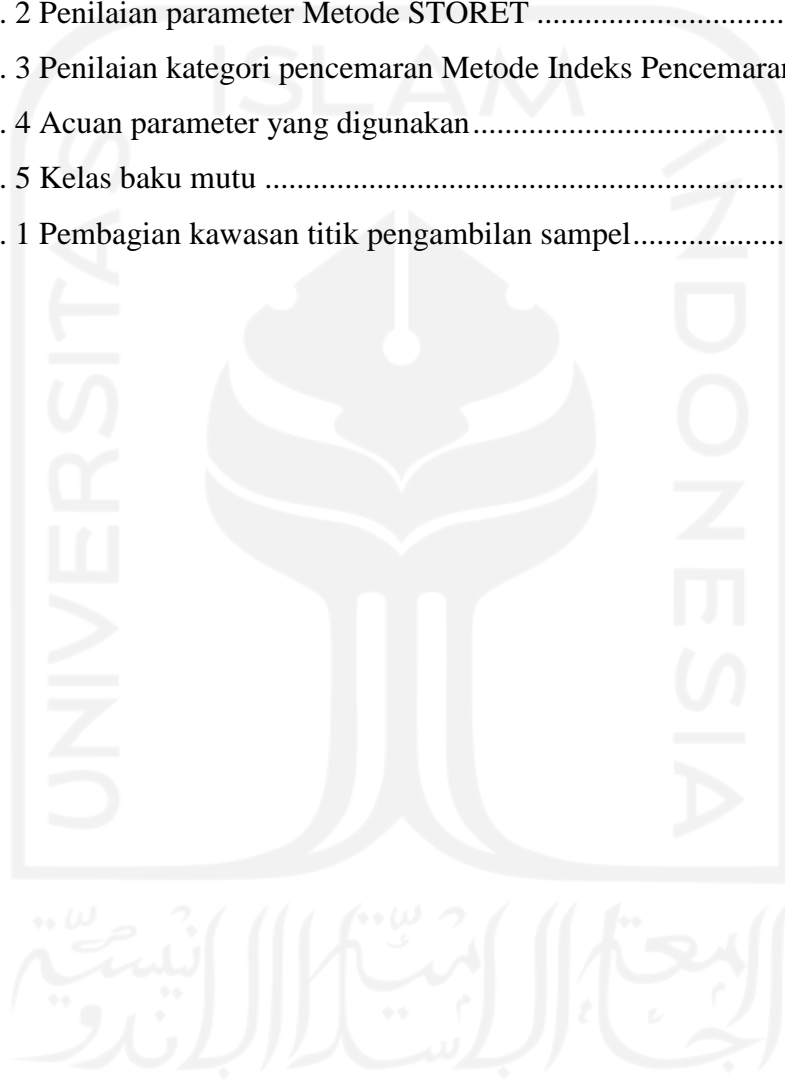
## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PENYATAAN .....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	5
2.2 Air Tanah.....	5
2.3 Kualitas Air .....	6
2.4 Geokimia Air Tanah .....	8
2.5 Analisa Geokimia .....	9
2.6 Status Mutu Air Tanah .....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	10
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	11
3.3 Tahapan Penelitian .....	12
3.3.1 Pengambilan Data Primer .....	12
3.3.2 Analisis Data Primer .....	13
3.3.3 Pengambilan Data Sekunder .....	15

3.3.4	Analisis Data Sekunder .....	16
3.3.5	Penentuan Status Mutu Air .....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		18
4.1	Pengambilan Sampel .....	18
4.1.1	Data Kondisi Lingkungan Pengambilan Sampel .....	18
4.1.2	Hasil Pengukuran Kualitas Air .....	19
4.2	Analisis Status Mutu Air Sumur Penduduk DAS Winongo.....	29
4.2.1	Analisis Metode STORET .....	30
4.2.2	Analisis Metode IP .....	30
4.3	Perbandingan Status Mutu Air .....	31
4.3.1	Perbandingan Metode.....	31
4.3.2	Perubahan Geokimia Kawasan Penelitian .....	33
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....		36
5.1	Simpulan.....	36
5.2	Saran .....	36
DAFTAR PUSTAKA .....		38
LAMPIRAN.....		43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kualitas air tanah tahun 2015 .....	7
Tabel 2. 2 Hasil penelitian tahun 2018 terkait kualitas air tanah .....	8
Tabel 3. 1 Kategori kelas pencemaran Metode STORET .....	13
Tabel 3. 2 Penilaian parameter Metode STORET .....	14
Tabel 3. 3 Penilaian kategori pencemaran Metode Indeks Pencemaran .....	15
Tabel 3. 4 Acuan parameter yang digunakan .....	16
Tabel 3. 5 Kelas baku mutu .....	16
Tabel 4. 1 Pembagian kawasan titik pengambilan sampel .....	29



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsentrasi parameter kualitas air tanah Kota Yogyakarta tahun 2013.....	7
Gambar 3. 1 Peta kawasan penelitian titik pengambilan sampel.....	11
Gambar 3. 2 Skema alur penelitian.....	12
Gambar 3. 3 Perubahan konsentrasi kandungan air tanah penelitian terdahulu ...	15
Gambar 4. 1 Kondisi sumur pengambilan sampel.....	19
Gambar 4. 2 Pengukuran temperatur (T air).....	20
Gambar 4. 3 Pengukuran pH.....	21
Gambar 4. 4 Pengukuran TDS.....	22
Gambar 4. 5 Pengukuran DHL.....	23
Gambar 4. 6 Pengukuran Salinitas.....	23
Gambar 4. 7 Pengukuran Klorida (Cl- ).....	24
Gambar 4. 8 Pengukuran Kalium (K+).....	25
Gambar 4. 9 Pengukuran Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N).....	27
Gambar 4. 10 Pengukuran Alumunium (Al <sup>-</sup> ).....	28
Gambar 4. 11 Pengukuran Natrium (Na <sup>+</sup> ).....	29
Gambar 4. 12 Status mutu air Metode STORET.....	30
Gambar 4. 13 Status mutu air Metode Indeks Pencemaran (IP).....	31
Gambar 4. 14 Perubahan geokimia air tanah Kota Yogyakarta.....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner sumur penduduk kawasan penelitian .....	43
Lampiran 2 Ringkasan kuisisioner sumur penduduk kawasan penelitian .....	44
Lampiran 3 Perhitungan Metode STORET .....	45
Lampiran 4 Perhitungan Metode Indeks Pencemaran (IP) .....	47



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kualitas air tanah memiliki banyak faktor yang mempengaruhi, diantaranya korelasi antara kualitas air tanah dan pembangunan masyarakat. Interaksi dari air-tanah-batuan dan sumber antropogenik lalu adanya evaluasi proses hidrogeokimia merupakan hal yang penting untuk perlindungan dan pengelolaan bagi sumber daya air tanah untuk pembangunan masyarakat yang berkelanjutan (Putra, 2015). Tata guna lahan dalam hal pembangunan maupun non pembangunan menjadi salah satu faktor yang menjadi penyebab terganggunya kualitas air. Penggunaan lahan akan meningkat seiring meningkatnya angka urbanisasi yang mampu mengakibatkan terganggunya kawasan resapan air tanah. Pentingnya kawasan resapan air mengingat pada sumber resapan utama di perkotaan yaitu air hujan, air limbah, dan kebocoran utama dari sistem penyediaan air. Maka dalam hal ini terjadinya urbanisasi sangat mempengaruhi peningkatan dari laju infiltrasi ke air tanah. Hal tersebut menimbulkan kombinasi kontaminan dari sanitasi, selokan bocor, ataupun berbagai macam air limbah umum yang buruk dan mampu menurunkan kualitas air tanah di kawasan perkotaan (Doza dkk, 2016).

Kondisi air tanah Kota Yogyakarta pada umumnya tergolong baik, namun terdapat pada beberapa daerah khususnya kandungan Nitrat yang memiliki konsentrasi lebih tinggi. Hal tersebut dibuktikan dari penelitian yang dilakukan pada akhir 80-an hingga awal 90-an jika kualitas anorganik kimia pada air tanah memiliki rerata hasil yang cukup baik. Diantaranya yang menjadi parameter penentu adalah nilai dari sifat fisik-kimia air seperti Konduktivitas Listrik Spesifik (EC) sebesar 100 S/cm dan TDS 70 mg/L pada sumber air. Sedangkan pada batas geologis sisi selatan, timur dan barat adalah 600 S/cm untuk EC dan TDS 500 mg/L. Lalu pada tahun 2015 dilakukan penelitian terkait kualitas air tanah dengan tambahan parameter pengukuran sebagai perbandingan yakni  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  sebagai kation utama dan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  sebagai anion utama. Juga kandungan  $\text{NO}_3^- \text{N}$  termasuk dalam parameter pengukuran karena nitrat merupakan

salah satu faktor pencemar yang terjadi pada kawasan perkotaan (Putra, 2015). Penelitian lain juga dilakukan terhadap kualitas air tanah Kota Yogyakarta pada tahun 2013 (Brahmantya, 2013) dan 2018 (Wijayanti, 2018) dengan hasil kandungan parameter  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{Cl}^-$  yang meningkat. Dengan hasil konsentrasi maksimum sebesar 7 mg/L dan 12,2 mg/L untuk  $\text{NO}_3^-$ . Sedangkan 30 mg/L dan 48,9 mg/L untuk kandungan  $\text{Cl}^-$ .

Telah dilakukan beberapa upaya oleh para peneliti dalam menanggapi masalah kualitas air tanah tersebut. Salah satunya dengan melakukan analisis terhadap geokimia air tanah untuk mengetahui apakah adanya indikasi pencemaran atau tidak. Seperti adanya kandungan natrium dan kalium yang berasal dari penggunaan pupuk pada aktivitas pertanian. Karena masih banyak masyarakat yang tinggal di kawasan penelitian melakukan kegiatan bertani sebagai salah satu bentuk pemanfaatan lahan. Kedua unsur tersebut merupakan ion utama yang mudah terkontaminasi sehingga kandungannya lebih mudah mengalami peningkatan yang tinggi. Sedangkan unsur klorida akan bergabung dengan ion natrium dan menjadi satuan senyawa. Karena klorida sendiri memiliki sifat yang mudah berikatan dengan unsur lain sehingga dalam pencemarannya bergerak dalam satu kesatuan (Siringoringo, 2019). Kandungan alumunium dan nitrat dalam penelitian ini berasal dari limbah domestik dan industri yang berada di sekitar pemukiman titik pengambilan sampel (Vaiphei, 2021). Karena pemakaian bahan baku berbau alumunium paling banyak digunakan pada alat dapur seperti wajan, panci, dan alat masak lainnya. Meskipun demikian, keberadaan alumunium juga terdapat secara alami pada lapisan batuan kawasan penelitian yang merupakan kawasan yang memiliki gunung api. Nitrat juga merupakan unsur alami yang berperan sebagai nutrisi bagi tanaman. Sehingga unsur tersebut akan selalu ditemukan dalam analisis kualitas air tanah (Amrin, 2013). Lalu dilakukannya analisis status mutu air dengan menggunakan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Kedua metode tersebut digunakan sebagai perbandingan analisis terhadap status mutu air dengan hasil penelitian yang didapatkan.



Oleh karena itu dilakukannya penelitian ini dengan mengetahui kualitas air tanah dan perubahan geokimia yang terjadi pada air tanah Kota Yogyakarta bertujuan sebagai salah satu acuan data yang digunakan dalam penelitian lebih lanjut maupun sebagai penentu layak tidaknya air pada kawasan tersebut untuk digunakan sesuai peruntukan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka didapatkan rumusan masalah seperti berikut:

1. Bagaimana perubahan geokimia air tanah di kawasan Kota Yogyakarta?
2. Bagaimana kualitas air tanah di kawasan Kota Yogyakarta dengan parameter logam  $Al^+$  dan ion  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ , dan  $NO_3^-N$  ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis perubahan geokimia air tanah di kawasan Kota Yogyakarta
2. Menganalisis kualitas air tanah kawasan DAS Winongo Kota Yogyakarta

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi maupun bahan kajian bagi penelitian selanjutnya terlebih untuk penelitian tentang status mutu air tanah di kawasan Kota Yogyakarta
2. Memberikan informasi kepada masyarakat sekitar kawasan studi terkait kualitas air tanah di lingkungan tempat tinggal
3. Dapat mengembangkan dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan di bidang teknik lingkungan yang telah didapat selama masa perkuliahan. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan bekal bagi mahasiswa/i kedepannya

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

1. Penentuan kualitas air tanah di kawasan DAS Winongo meliputi kadar logam  $Al^+$  dan ion  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  dan  $NO_3^-N$

2. Pengambilan sumber sampel yang dilakukan pada kawasan DAS Winongo Kecamatan Gondomanan, Kraton, Mantrijeron, Ngampilan dan Wirobrajan Kota Yogyakarta
3. Sumber sampel berasal dari sumur penduduk
4. Dilakukan satu kali pengambilan dalam kurun waktu tujuh hari pada bulan Januari 2022



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah aliran sungai (DAS) sebagai guna lahan memiliki faktor penting dalam aktivitas masyarakat seperti bertani, berkebun dan berjalannya industri rumahan. Dari serangkaian aktivitas tersebut menghasilkan buangan yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan dan berpotensi sebagai salah satu faktor pencemaran. Ketika adanya ketidakseimbangan kualitas air tanah akan berpengaruh pada kesehatan masyarakat sekitar tempat tinggal seperti adanya pencemaran air tanah akibat limbah domestik atau pemakaian pupuk selama proses bertani. Kota Yogyakarta sebagai kawasan penelitian didapat dari data yang tercatat pada tahun 2020 mengalami penurunan kualitas tata guna lahan dan kuantitas air tanah. Faktor terjadinya hal tersebut diantaranya diakibatkan oleh buangan limbah industri rumahan, pengalihan lahan menjadi pembangunan dan kondisi dari daerah resapan air yang berkurang. Masih banyak industri kecil rumahan yang membuang hasil limbah produksi ke lingkungan tanpa memperhatikan dampaknya. Disisi lain berkurangnya lahan juga mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air meskipun sistem drainase mampu menjadi alternatif. Namun tidak dapat dipungkiri jika aliran drainase mengalami pendangkalan akibat pencemaran limbah domestik. Sehingga saat musim hujan akan terjadinya banjir dan air tidak dapat meresap ke dalam tanah dan terjadinya genangan yang seharusnya air meresap dan mampu menyuplai ke dalam tanah dan menjadi air cadangan pada saat musim kemarau (DLH Kab. Bantul, 2020).

#### **2.2 Air Tanah**

Air tanah merupakan air yang mengalir secara gravitasi melalui lapisan-lapisan tanah dengan partikel batuan dan sifat tanah yang berbeda. Air tanah sering kali dijumpai pada sumur penduduk yaitu pada jenis sumur gali maupun bor. Biasanya pada kawasan sulit ditemukannya air dikarenakan kawasan dengan tanah kering, jauh dari sumber air dan memiliki persentase musim kemarau yang lebih tinggi dari kawasan lainnya. Sehingga pergerakan partikel air di dalam tanah sangat

dipengaruhi oleh kondisi geologi yang mencakup litologi, struktur dan porositas batuan. Tersedianya air tanah untuk manusia dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan, aktivitas industri dan pertanian. Selain itu banyak ekosistem lain yang sangat bergantung pada tersedianya air terlebih pada saat musim kemarau (Permana, 2019).

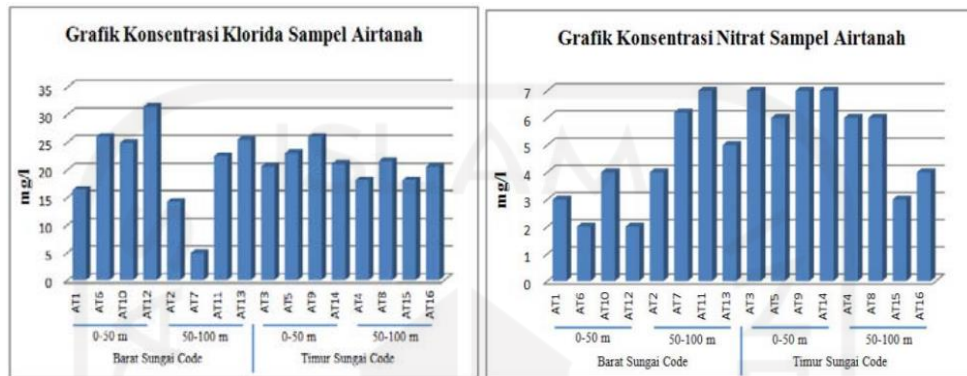
Air tanah di Kota Yogyakarta mengalami penurunan muka air tanah dan pencemaran air tanah dari tahun ke tahun berdasarkan data yang tercatat pada penelitian di tahun 1996 dan tahun 2003. Hal tersebut terjadi karena Kota Yogyakarta sebagai salah satu kota di Indonesia yang mengalami perkembangan cukup besar. Sehingga menjadikan salah satu kota dengan perubahan pembangunan yang cukup tinggi. Pemakaian lahan untuk pembangunan maupun non pembangunan akan berdampak pada penggunaan air yang meningkat akibat dari jumlah pemakaian air yang bertambah. Dari kemampuan resapan air oleh tanah juga akan ikut berkurang karena dampak pembangunan tersebut (Cahyadi dkk, 2020).

### **2.3 Kualitas Air**

Kualitas air menentukan kelayakan peruntukan terutama jika dikonsumsi oleh manusia. Terganggunya kualitas air dapat dipengaruhi beberapa faktor lingkungan yang terjadi. Sebagai contoh DAS yang terletak dekat dengan industri yang menghasilkan limbah, lahan pertanian pengguna pestisida, kebiasaan buruk masyarakat yang membuang sampah sembarang bahkan terjadinya resapan air lindi yang ada di TPA. Sebagian besar dampak yang terjadi akibat kualitas air yang buruk adalah penyakit yang diderita oleh manusia yaitu seperti terkenanya penyakit hepatitis, diare, kolera dan masih banyak lagi. Hal tersebut berasal dari mikroorganisme patogen yang terkandung dalam air yang telah tercemar (Rawat dkk, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa kandungan air tanah di Kota Yogyakarta mengandung beberapa konsentrasi parameter yang mengindikasikan pencemaran seperti nitrat. Dibawah ini merupakan grafik pengukuran kandungan nitrat dan klorida pada kawasan Kota Yogyakarta di tahun

2013 dengan rentang kandungan klorida 5 sampai 30 mg/L dan kandungan maksimal nitrat sebesar 7 mg/L (Brahmantya, 2013). Grafik dapat dilihat pada Gambar 2. 1.



Gambar 2. 1 Konsentrasi parameter kualitas air tanah Kota Yogyakarta tahun 2013

Lalu pada tahun 2015 juga dilakukan penelitian kualitas air tanah dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 2. 1 dengan rerata kandungan nitrat sebesar 28,7 mg/L dan klorida sebesar 28 mg/L (Putra, 2015). Tiga tahun berikutnya pada tahun 2018 terkait kualitas air tanah di kawasan yang sama juga diteliti, terutama kandungan nitrat dan klorida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kandungan nitrat sebesar 1,23 mg/L dan klorida sebesar 19,921 mg/L (Wijayanti, 2018). Keseluruhan data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Kualitas air tanah tahun 2015

Sample	EC	TDS	pH	K	Ca	Mg	Na	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>
MI-01	282	200	6.6	9	20.0	8.2	15	8	10.9	5	72
MI-02	305	200	6.8	9	22.2	12.6	13	26	3.7	10	102
MI-03	1080	700	7.2	1	124	29.0	52	96	25.1	100	258
MI-04	654	400	7.1	14	49.7	21.3	63	76	12.9	35	215
MI-05	753	500	6.8	13	57.7	13.5	93	76	147	52	132
MI-06	370	200	6.4	11	24.8	14.0	25	25	44.6	17	97
MI-07	423	300	6.9	10	29.2	15.5	29	68	4.7	25	88
MI-08	265	100	6.6	7	16.6	9.1	13	30	12.6	14	52
MI-09	298	200	7.1	9	18.4	10.6	17	44	1.6	12	68
MI-10	254	200	6.7	7	19.6	11.1	11	35	24.1	6	67
Average	468	300	6.8	9	38.2	14.5	33	51	28.7	28	115

Tabel 2. 2 Hasil penelitian tahun 2018 terkait kualitas air tanah

2018															
No.	Parameter (mg/L)			No.	Parameter (mg/L)			No.	Parameter (mg/L)			No.	Parameter (mg/L)		
	TDS	NO3-	Cl-		TDS	NO3-	Cl-		TDS	NO3-	Cl-		TDS	NO3-	Cl-
1	204	0,4	4	18	223	0,1	5,9	35	204	2,2	22,5	52	166,1	0	14,3
2	308	1,3	15,6	19	225	0,6	15,7	36	255	1,7	35,5	53	132,2	0,5	8,9
3	385	1,5	26,8	20	198	0,4	19,6	37	215	0,4	29,6	54	173,7	0	14,3
4	292	0,8	31,3	21	258	6,9	14,2	38	159,7	0	13,8	55	148,6	0	13,3
5	326	1,4	19,2	22	258	0,3	42,1	39	154,8	0	14,3	56	133	0	16,3
6	402	0,2	28,1	23	223	0,7	22	40	157,3	0	13,3	57	191	0	17,2
7	744	0,4	19,21	24	167	1	6,4	41	163,1	0	17,3	58	405	0	27,3
8	165	0,4	23,1	25	180	0,9	18,1	42	254	0,8	26,6	59	224	0	11,1
9	110	0,3	15,2	26	386	1,7	48,9	43	184,6	0,2	12,8	60	305	0	22,7
10	163	1,4	23	27	166	1,1	24,7	44	117,4	0,4	3,9	61	222	0	17,7
11	196	1	27,3	28	249	1,1	19,6	45	207	1,6	23,9	62	268	0	10,33
12	264	0,8	27,6	29	219	6,8	23	46	136,8	0,3	8,4	63	406	0,1	19,7
13	194	0,3	25,4	30	224	1,8	10,3	47	215	0,1	19,2	64	191,5	1,6	22,7
14	255	0,6	15,2	31	224	12,2	38,6	48	249	0	22,7	65	151	0,2	10,3
15	213	0,3	16,1	32	689	12,2	43,5	49	295	0,1	44,3	66	805	0	5,9
16	210	0,8	15,6	33	262	3,6	27,4	50	216	0	17,2	67	170	0	17,7
17	229	0,2	14,7	34	224	9,7	30,8	51	234	0,2	15,5	68	102,9	0,2	5,9
Rata-rata												244,82	1,23	19,921	

## 2.4 Geokimia Air Tanah

Air tanah merupakan sumber utama dalam keperluan sebagian besar populasi dunia. Adanya faktor geogenik dan antropogenik mengakibatkan perubahan yang signifikan terhadap pencemaran kondisi tanah (Mukherjee, 2022). Kandungan geokimia air tanah memiliki komposisi selama prosesnya yang terdiri dari presipitasi, perubahan mineral dan proses secara biologi. Unsur senyawa dalam tanah secara alami memiliki banyak komponen kompleks. Diantaranya adalah  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  yang berperan sebagai faktor pengontrol kandungan senyawa air tanah. Dan urutan dari kandungan senyawa tersebut berdasarkan tingkat konsentrasi masing-masing ion kation dan anion. Susunan anion terdiri dari  $\text{F}^- < \text{NO}_3^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{HCO}_3^- < \text{Cl}^-$  dan untuk kation  $\text{K}^+ < \text{Mg}^{+2} < \text{Ca}^{+2} < \text{Na}^+$  (Vaiphei, 2021). Disisi lain, kawasan penelitian berada pada kawasan akuifer merapi bagian atas yakni Kota Yogyakarta. Akuifer merapi disusun oleh lima lapisan kuartar yang terdiri dari heterogen komposit kerikil, pasir, pasir lempung dan fesies lempung pada setiap lapisannya. Kondisi semipermeabel yang secara tidak terus menerus pada lapisan mengakibatkan adanya celah yang tidak sempurna antara akuifer dan adanya hidraulik jendela. Oleh karena itu lapisan-lapisan pada akuifer akan terhubung satu dengan yang lainnya. Sehingga adanya kemungkinan kontaminasi yang terjadi pada lapisan atas akuifer yang diinduksi ke lapisan akuifer bawah (Putra, 2015).

## **2.5 Analisa Geokimia**

Proses geokimia di dalam tanah sangat penting terhadap salah satu cara mengontrol pertahanan logam dalam tanah. Kota Yogyakarta yang memiliki tingkat populasi tinggi dan termasuk pusat industri mengakibatkan peningkatan kasus pencemaran terhadap lingkungan terutama pada tanah. Hal tersebut dapat terjadi karena limbah yang berasal dari kegiatan industri maupun domestik yang kian meningkat seiring bertambahnya angka populasi dan imigrasi (Xaixongdeth, 2012). Dengan adanya proses tersebut berfungsi sebagai alat pelacakan mobilitas ionik di dalam tanah dengan faktor utama yaitu iklim, kandungan unsur kimia tanah, variasi topografi dan masa tinggal air tanah tersebut dalam memodifikasi unsur kimia air tanah itu sendiri. Seperti yang sudah disebutkan diatas bahwa kegiatan manusia sangat berpengaruh dalam modifikasi geokimia hidrologi dan lingkungan (Gaikwad, 2020).

## **2.6 Status Mutu Air Tanah**

Status mutu air merupakan pengertian dari seberapa tingkatan kualitas dari air yang telah mengalami pencemaran atau tidak. Penentuan tersebut dilakukan dengan membandingkan baku mutu air yang telah ditetapkan apakah sesuai dengan ketentuan atau tidak dan berada di tingkatan cemar ringan, cemar sedang atau cemar berat (Arnop, 2019). Menurut KEMEN LH untuk penentuan status mutu air lebih umum digunakan dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Hal itu dapat diacu pada DIRJEN PU SDA Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Dengan Menggunakan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP) no.QA/HDR/ANL/04/2011. Penggunaan metode STORET memiliki tujuan sebagai pemantauan kualitas air apakah telah sesuai dengan peraturan yang berlaku dengan dibawah atau melampaui baku mutu. Dengan perbandingan konsentrasi dari parameter fisika, kimia dan biologi yang nantinya hasil konsentrasi tersebut akan dibandingkan dengan ketentuan baku mutu sesuai peruntukannya, sebagai contoh digunakan untuk konsumsi sehari-hari atau sebagai air minum sedangkan Metode Indeks Pecnemanan (IP) bertujuan menentukan tingkat pencemaran sesuai peruntukan melalui perhitungan tingkat pencemaran (Walukow, 2010).



## **BAB III**

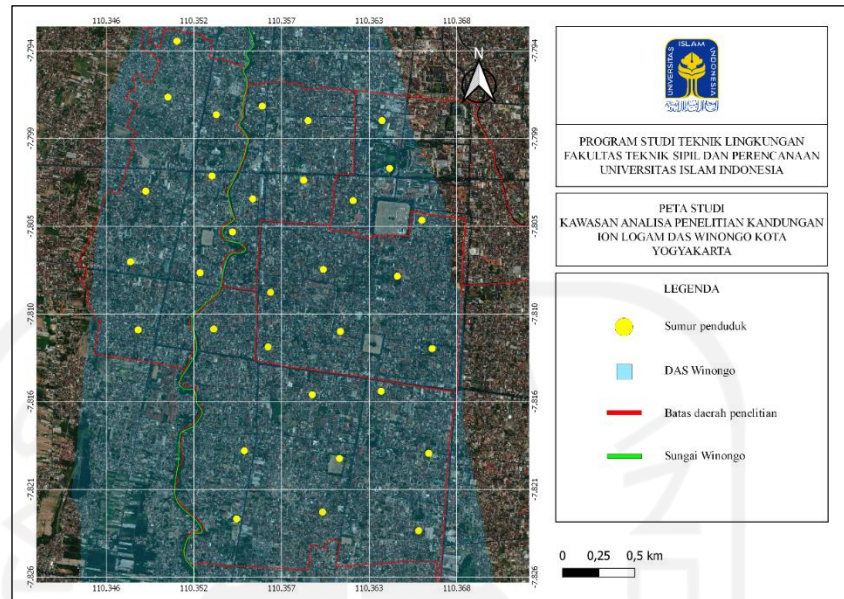
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Daerah yang menjadi kawasan penelitian kali ini adalah DAS Winongo Kota Yogyakarta. Luas dari Kota Yogyakarta sendiri seluas 32,5 km<sup>2</sup> dan luas dari masing-masing kecamatan yang termasuk dalam DAS Winongo sekaligus sebagai lingkup penelitian adalah 3,99 km<sup>2</sup> untuk Kecamatan Gondomanan, 1,40 km<sup>2</sup> Kecamatan Kraton, 2,61 km<sup>2</sup> Kecamatan Mantriheron, 0,82 km<sup>2</sup> Kecamatan Ngampilan dan 1,76 km<sup>2</sup> Kecamatan Wirobrajan (Ciptakarya DIY).

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2022 s/d Maret 2022. Berdasarkan metode *grid sampling* yang dapat dilihat pada Gambar 3. 1, pengambilan sampel air sumur penduduk ditetapkan sebanyak 32 titik. Penetapan 32 titik sampel tersebut berdasarkan pertimbangan jumlah kecamatan yang menjadi kawasan penelitian yakni 5 kecamatan yang berdasarkan suvey lokasi terdapat industri batik sebagai salah satu faktor pencemaran air tanah pemukiman warga sekitar kawasan penelitian.

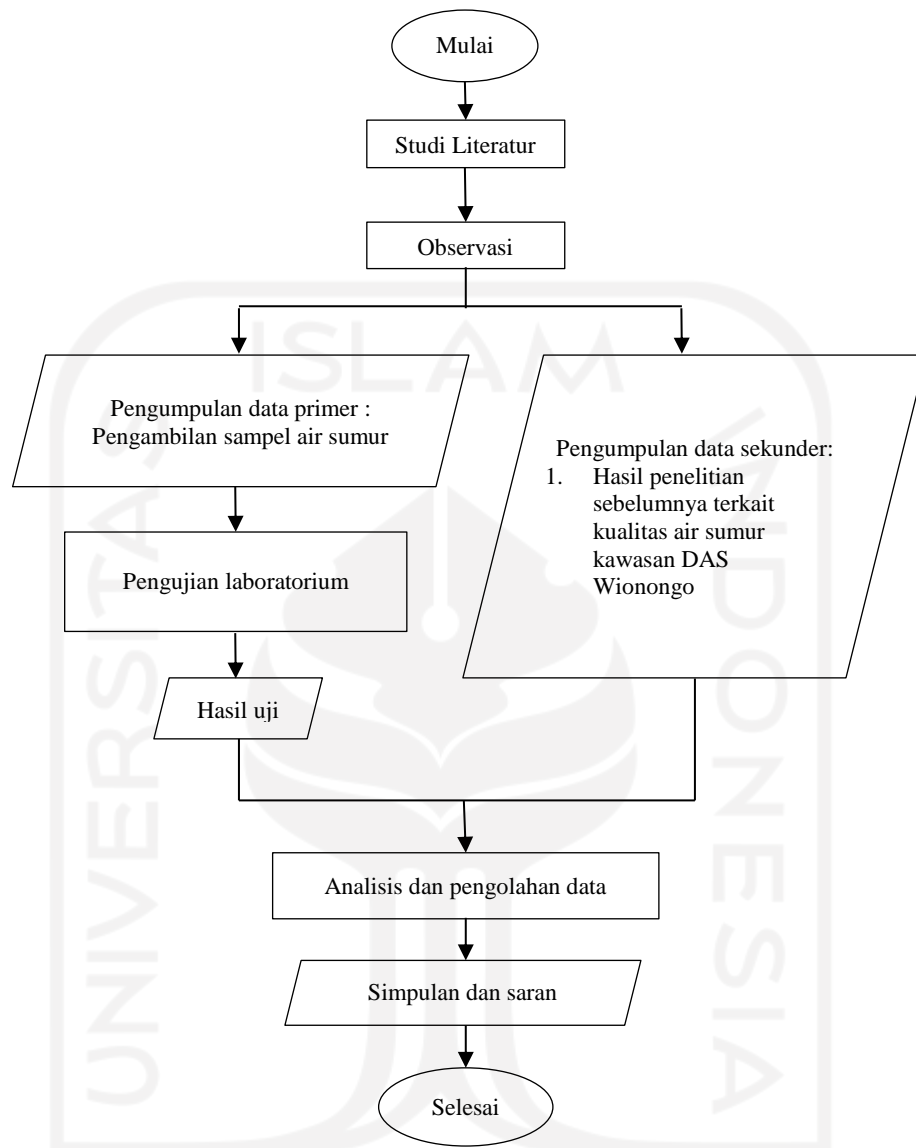
Pengambilan sampel memperhatikan kondisi fisik dari lokasi *sampling* sehingga data yang didapat berupa parameter fisika (temperatur dan TDS) dan kimia (pH, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N, Al<sup>-</sup> dan Na<sup>+</sup>). Lokasi dari masing-masing titik *sampling* dapat dilihat pada Gambar 3. 1. Setelah pengambilan sampel, selanjutnya dilakukan Analisis sampel di Laboratorium Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (Lab. Lingkungan FTSP) dan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (Lab. Terpadu UII).



Gambar 3. 1 Peta kawasan penelitian titik pengambilan sampel

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Alur dari dilakukannya penelitian dapat dimulai dengan studi literatur lalu mengumpulkan data primer dan sekunder. Jika data yang dibutuhkan sudah cukup mencakup keseluruhan tujuan penelitian maka dilakukannya analisis dan pengolahan data. Tahap akhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian dan selesai. Secara sistematis dapat dilihat pada Gambar 3. 2 yang merupakan skema alur penelitian.



Gambar 3. 2 Skema alur penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

#### 3.3.1 Pengambilan Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan secara langsung (insitu) di setiap titik lokasi pengambilan sampel yang telah ditentukan sesuai metode *grid sampling* pada peta kawasan studi penelitian yaitu DAS Winongo, Kota Yogyakarta. Sejumlah 32 sampel dari 5 kecamatan yang diambil dari masing-masing titik akan dibagi menjadi dua pengukuran untuk dua jenis parameter yaitu parameter umum dan

parameter khusus. Data parameter umum didapat dengan pengukuran menggunakan seperangkat alat konduktivitas dan salinitas. Sedangkan parameter khusus berasal dari pengujian alat laboratorium dengan acuan SNI masing-masing ion. Yang diukur sebagai parameter umum adalah suhu, pH, TDS, DHL dan salinitas air. Lalu untuk parameter khusus terdiri dari logam  $Al^+$  dan ion  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$  dan  $NO_3^-N$ .

### 3.3.2 Analisis Data Primer

Setelah dilakukannya pengambilan data primer, data tersebut disusun dan diolah dalam data *excel* dengan menggunakan skoring STORET dan rumus persamaan Indeks Pencemaran (IP). Untuk mempermudah perhitungan dan analisis, penyajian data dibuat dalam bentuk tabel dan grafik batang. Dengan penyamarataan satuan, penelusuran kadar konsentrasi dan penyesuaian titik koordinat *sampling* sebagai langkah mudah dalam melakukan analisa selanjutnya terkait status mutu air dengan menggunakan metode yang ditentukan. Acuan yang digunakan dalam penentuan status mutu air adalah baku mutu yang tertulis pada PP No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Berikut merupakan metode yang digunakan untuk penentuan status mutu air dengan melakukan skoring dan perhitungan dari dua metode yaitu Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan DIRJEN PU SDA No. QA/HDR/ANL/04/2011 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Dengan menggunakan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP).

#### 1. Metode STORET

Metode STORET merupakan metode penentuan status mutu air dengan melakukan perbandingan dengan baku mutu dengan tujuan guna pemakaiannya. Metode ini menggunakan penilaian dengan sistem dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) yang mana pembagian nilai dibagi menjadi empat kategori yaitu :

Tabel 3. 1 Kategori kelas pencemaran Metode STORET

Kelas	Kategori Kelas	Skor	Kategori
A	Baik sekali	0	Memenuhi Baku
B	Baik	-1 s/d -10	Cemar ringan
C	Sedang	-11 s/d -30	Cemar sedang
D	Buruk	≤ -31	Cemar berat

Penentuan kategori tersebut melalui perhitungan rumus setiap parameter dengan perbandingan baku mutu. Yaitu melalui ketentuan penilaian fisika, kimia dan biologi.

Tabel 3. 2 Penilaian parameter Metode STORET

Jumlah parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maks	-1	-2	-3
	Min	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
> 10	Maks	-2	-4	-6
	Min	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

## 2. Metode Indeks Pencemaran (IP)

Metode Indeks Pencemaran (IP) merupakan metode penentuan kategori status mutu air dengan menggunakan hasil evaluasi dari tingkat pencemaran yang relatif untuk peruntukan tertentu. Hasil tersebut didapat dari hasil perhitungan menggunakan rumus:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Li}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Li}\right)_R^2}{2}}$$

Dimana :

IP<sub>j</sub> = Indeks Pencemaran (IP) bagi peruntukan j

C<sub>i</sub> = Konsentrasi hasil uji parameter

- Lij = Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air
- j
- (Ci/Li)M = Nilai Ci/Lij maksimum
- (Ci/Lij)R = Nilai Ci/Lij rerata

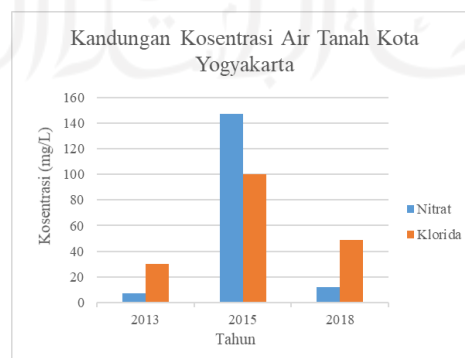
Dan berikut merupakan acuan evaluasi mutu air metode IP untuk penentuan kategori status mutu air.

Tabel 3. 3 Penilaian kategori pencemaran Metode Indeks Pencemaran

Rentang Nilai Indeks	Kategori
$0 \leq IP_j \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu
$1,0 < IP_j \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 < IP_j \leq 10$	Cemar sedang
$IP_j > 10$	Cemar berat

### 3.3.3 Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder didapat dari data hasil penelitian sebelumnya di kawasan Kota Yogyakarta terkait konsentrasi kandungan air tanah yang dilakukan pada tiga tahun acuan penelitian. Penelitian pertama dilakukan oleh Yoga Brahmantya pada tahun 2013, Eka Putra pada tahun 2015 dan pada tahun 2018 oleh Yureana Wijayanti dkk. Dari data penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. 3 bahwa nilai maksimum kandungan nitrat dan klorida mengalami perubahan dengan rentang waktu 2 sampai 3 tahun.



Gambar 3. 3 Perubahan konsentrasi kandungan air tanah penelitian terdahulu

### 3.3.4 Analisis Data Sekunder

Semua gabungan dari data sekunder yang didapat, selanjutnya dilakukan penginputan data sebagai data *excel* yang akan dikonfirmasi kadar konsentrasi terkait masing-masing parameter terhadap acuan baku mutu yang digunakan. Berikut (Tabel 3. 4) merupakan tabel dari metode dan ketentuan yang digunakan sebagai acuan selama penelitian.

Tabel 3. 4 Acuan parameter yang digunakan

Parameter khusus	SNI	Judul
Aluminium (Al-)	SNI 6989.34:2009	Cara uji aluminium (Al) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) -nyala
Natrium (Na+)	SNI 6989.84:2019	Cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) - nyala
Kalium (K+)	SNI 6989.69:2009	Cara uji klorida (Cl-) dengan metode argentometri
Klorida (Cl-)	SNI 6989.19:2009	Cara uji klorida (Cl-) dengan metode argentometri
Nitrat (NO <sub>3</sub> -)	SNI 01.3554:2006	Cara uji air minum dalam kemasan

### 3.3.5 Penentuan Status Mutu Air

Data yang telah diperoleh dari perhitungan dan perbandingan menggunakan metode STORET dan IP (Indeks Pencemaran) selanjutnya ditentukan status mutu air berdasarkan kelas dari baku mutu air PP No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Berikut merupakan Tabel 3. 5 sebagai acuan yang digunakan :

Tabel 3. 5 Kelas baku mutu

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0



No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-Organik		
	1) Arsen	mg/L	0,1
	2) Fluorida	mg/L	1,5
	3) Total Kromium	mg/L	0,05
	4) Kadmium	mg/L	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/L	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> -)	mg/L	50
	7) Sianida	mg/L	0,07
	8) Selenium	mg/L	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) TDS	mg/L	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	oC	suhu udara +-3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Alumunium	mg/L	0,2
	2) Besi	mg/L	0,3
	3) Kepadatan	mg/L	500
	4) Klorida	mg/L	250
	5) Mangan	mg/L	0,4
	6) pH		6,5 - 8,5

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

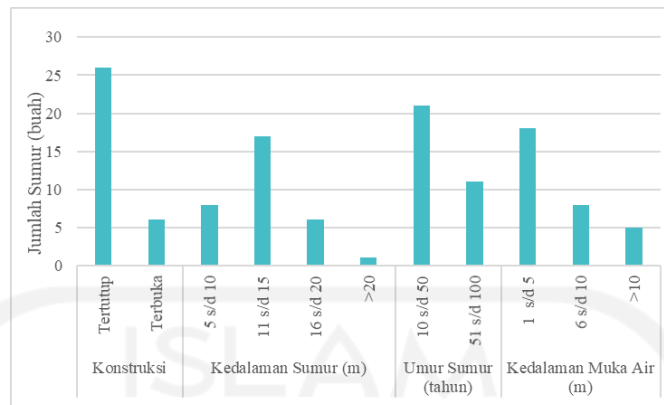
#### **4.1 Pengambilan Sampel**

Cara pengambilan air sumur pada tiap titik sampel mengikuti aturan SNI sebagai acuan yang digunakan pada penelitian ini. SNI yang digunakan adalah SNI Air dan Air Limbah bagian 58 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Meskipun semua rumah penduduk sebagai titik sampel memiliki sumur, baik itu sumur bor ataupun gali. Pengambilan air dilakukan sama rata melalui keran air terdekat dari titik sumur.

Air yang diambil sebagai sampel sejumlah 1 liter akan dimasukkan ke dalam botol PE putih yang sudah disterilkan dengan pencucian menggunakan sabun lalu dibilas menggunakan air bersih. Air yang disimpan dalam botol selanjutnya akan dibawa ke laboratorium (sampel eksitu) yang nantinya akan dilakukan serangkaian pengujian parameter sesuai dengan prosedur acuan dari masing-masing parameter. Sedangkan untuk pengujian parameter lapangan dilakukan saat itu juga di lokasi pengambilan (insitu) dengan mewadahi air yang diambil menggunakan jerigen yang juga sudah disterilkan.

##### **4.1.1 Data Kondisi Lingkungan Pengambilan Sampel**

Selain pengambilan sampel berupa air sumur penduduk, survei lokasi juga dilakukan melalui pengisian kuisioner terkait kondisi lingkungan tempat tinggal yang mana sebagai titik pengambilan sampel air yang akan diteliti. Dengan mengetahui kondisi lingkungan seperti kualitas air bersih yang digunakan sehari-hari untuk dikonsumsi maupun tidak, jenis sumur dan kedalaman sumur. Rekapitan dari hasil pengisian kuisioner setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 2. Dan dari data tersebut dibuat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4. 1 dengan berdasarkan rentang nilai dari masing-masing aspek penilaian kondisi lingkungan pengambilan sampel.



Gambar 4. 1 Kondisi sumur pengambilan sampel

#### 4.1.2 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran dari masing-masing parameter untuk setiap sampel air sumur dilakukan sesuai dengan prosedur yang digunakan sebagai acuan yaitu yang telah dijelaskan dalam SNI untuk setiap parameternya. Terbagi menjadi dua untuk pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran insitu (parameter umum) dan eksitu (parameter khusus) sehingga dalam pengukurannya pun dilakukan pada lokasi yang berbeda, jika insitu pengukuran dilakukan langsung saat pengambilan sampel sedangkan eksitu pengukuran dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

##### 4.1.2.1 Parameter Umum

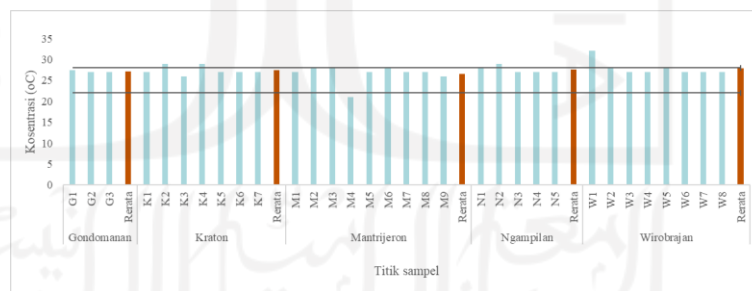
Berikut merupakan hasil dari pengukuran parameter umum yang tercantum pada batas baku mutu kualitas air PP No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

##### a. Temperatur Air

Pengukuran temperatur air menghasilkan banyak data yang sama dari satu titik dengan titik lain. Lebih dari 20 dari 32 sampel memiliki kondisi temperatur yang sama yaitu antara 27°C hingga 28°C. Berdasarkan PP No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum memiliki standar baku mutu maksimum sebesar

deviasi 3 yang mana untuk air bersih kelas I sampai kelas III dengan keadaan suhu air normal berada pada rentang 22°C hingga 28°C. Temperatur maksimum didapatkan pada 32°C pada titik sampel W1 dan minimum 21°C pada titik sampel M4.

Adanya kemungkinan yang mempengaruhi temperatur saat diukur di lokasi pengambilan sampel yaitu kondisi cuaca dan lingkungan. Pertukaran energi panas dari sinar matahari pada udara dengan air dan minimnya vegetasi yang tumbuh di lingkungan pengambilan sampel (BPUSDAPR, 2017). Sehingga dengan nilai temperatur maksimum yang didapat akibat suhu lingkungan dan kondisi cuaca yang terik dari biasanya, sehingga *exposure* suhu luar saat itu mampu mencapai lapisan tanah dan mengakibatkan tingkatan temperatur air sumur meningkat. Sedangkan temperatur minimum dikarenakan cuaca mendung dan pengambilan sampel dilakukan saat musim hujan. Dimana kondisi lingkungan pada umumnya yaitu dalam keadaan temperatur yang rendah. Sehingga mengakibatkan kondisi air sumur terutama dalam segi temperatur juga ikut berubah.



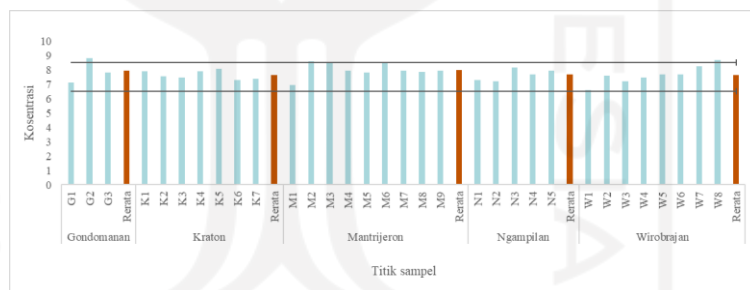
Gambar 4. 2 Pengukuran temperatur (T air)

b. pH

Hasil yang didapat dari pengukuran pH air termasuk dalam kategori normal dan baik dikarenakan masih tergolong dalam rentang konsentrasi yang diperbolehkan atau sesuai dengan baku mutu acuan

yaitu sebesar 6,5 sampai 8,5 pada PP No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Air menjadi menjadi salah satu unsur pokok dalam kehidupan sehari-hari yang paling banyak digunakan dan tinggi rendahnya pH mampu berdampak pada kesehatan manusia. Pendistribusian air melalui pipa mampu mempercepat masa korosi pada pipa tersebut. Selain itu, pH rendah dapat menimbulkan bau dan perubahan warna pada air yang mana kedua hal tersebut termasuk dalam karakteristik penilaian kualitas air bersih (Putra, 2019). Perbedaan nilai pH disetiap titik sampel dapat terjadi karena kandungan organik kegiatan domestik, pertanian maupun industri yang berada di sekitar pemukiman. Bahan organik dari buangan aktivitas sehari-hari menjadikan tanah mengalami dekomposisi, sehingga terjadinya penurunan derajat keasaman (pH) pada tanah (Simaptupang, 2018).



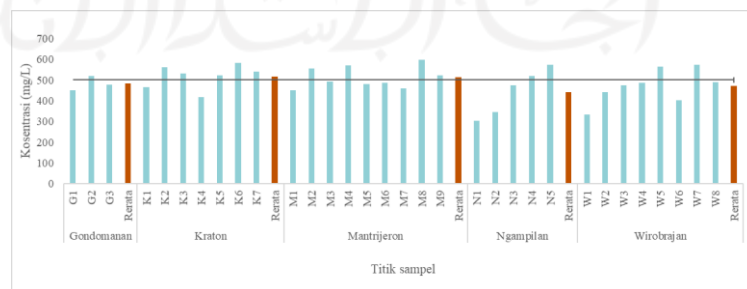
Gambar 4. 3 Pengukuran pH

c. TDS

Pengukuran TDS yang dilakukan mendapatkan hasil yang sangat beragam. Jika dibandingkan dengan baku mutu, pada beberapa titik sampel hasil konsentrasi TDS yang didapat melebihi baku mutu yaitu diatas 500 mg/L. Terdapat 14 dari 32 titik sampel yang melebihi baku mutu. Titik sampel tersebut terdiri dari G2, K2, K3, K5, K6, K7, M4, M8, M9, N4, N5, W5 dan W7 dengan nilai konsentrasi maksimum yaitu sebesar 597 mg/L pada titik sampel M8.

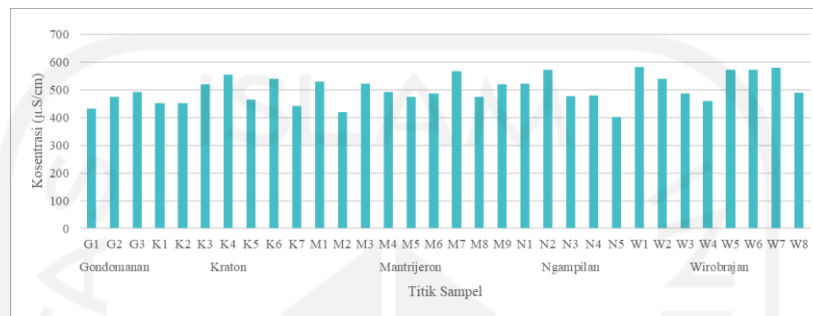
Perbedaan dari konsentrasi TDS tiap titik sampel salah satu faktor yang mempengaruhi adalah dari senyawa organik anorganik yang terkandung dalam limbah domestik maupun industri (Putra, 2019). Karena tidak semua titik sampel yang diambil dari sumur penduduk adalah dekat dengan industri maka dari itu adanya perbedaan nilai TDS pada tiap titik sampel. Selain hal tersebut kemungkinan yang dapat terjadi karena kandungan sulfat, klorida, bikarbonat dan kalsium yang juga memiliki konsentrasi yang juga tinggi. Karena senyawa natrium yang bergabung dengan klorida dan membentuk senyawa natrium klorida juga mempengaruhi konduktivitas yang mana konduktivitas sendiri menjadi indikator sebagai penentuan jumlah garam yang terlarut dalam menghantarkan arus listrik. Jadi dapat dikatakan bahwa kandungan senyawa natrium klorida mempengaruhi konduktivitas air yang juga berpengaruh dalam pengukuran kandungan TDS dalam air (Wijayanti, 2018).

Nilai TDS yang melebihi baku mutu ditemukan berada pada titik pengambilan sampel yang dekat dengan industri batik rumahan. Salah satunya titik M8 sebagai titik sampel air sumur dengan kandungan TDS paling tinggi yang berada di Mantrijeron. Berdasarkan korelasi pemilihan kawasan penelitian bahwa lokasi M8 berada dekat dengan lokasi industri batik rumahan yaitu Batik Sekar Kinasih yang berada pada Kecamatan Wirobrajan.

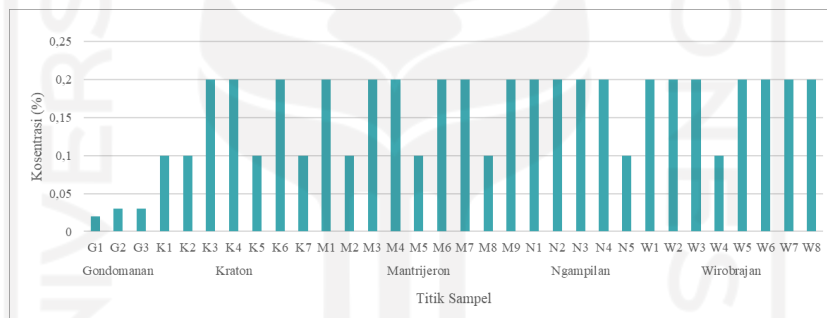


Gambar 4. 4 Pengukuran TDS

Terlepas dari parameter yang tertulis dalam peraturan baku mutu, namun parameter pengukuran lainnya seperti DHL dan salinitas termasuk dalam pengukuran insitu. Dapat dilihat seperti pada Gambar 4. 5 dan Gambar 4. 6 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Pengukuran DHL



Gambar 4. 6 Pengukuran Salinitas

#### 4.1.2.2 Parameter Khusus

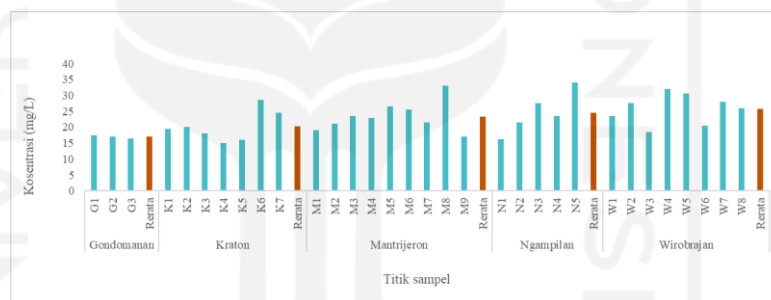
##### a. Klorida (Cl<sup>-</sup>)

Kandungan klorida yang terkandung dalam air tanah setiap titik sampel bervariasi. Dengan nilai minimum konsentrasi sebesar 15 mg/L pada titik K4 dan nilai konsentrasi maksimum sebesar 33,99 mg/L pada titik N5. Tinggi rendahnya konsentrasi klorida dalam air dipengaruhi oleh faktor resapan dari limbah, pemakaian pupuk pada pertanian dan air lindi. Meskipun senyawa klorida secara alami telah terkandung dalam perairan, namun tidak secara kompleks terbentuk suatu satuan senyawa sehingga dengan mudah akan bereaksi atau terlarut. Meskipun klorida tidak bersifat



toksik namun jika kandungan dalam air melebihi baku mutu, hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas air jika peruntukannya untuk dikonsumsi (Achmad, 2004).

Nilai konsentrasi klorida pada kawasan studi yang diteliti semuanya dalam keadaan baik dimana hasil pengukuran tidak melampaui baku mutu. Baku mutu yang digunakan adalah dari PP No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dengan maksimum konsentrasi 250 mg/L. Dapat dilihat pada Gambar 4. 7 bahwa dari kelima kecamatan, Kecamatan Gondomanan merupakan kecamatan yang memiliki rata-rata terendah konsentrasi kloridanya dengan nilai 16,99 mg/L sedangkan yang paling tinggi terdapat pada Kecamatan Mantrijeron dengan nilai 23,33 mg/L.



Gambar 4. 7 Pengukuran Klorida (Cl-)

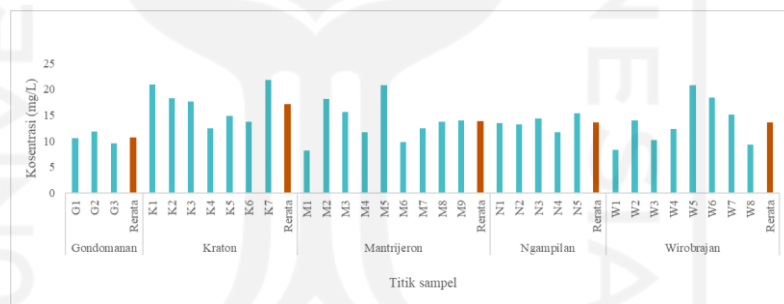
b. Kalium (K)

Senyawa kalium pada air tanah telah terkandung secara alami dan kehadirannya berdampingan dengan keseimbangan senyawa lainnya sebagai nutrisi. Selain itu adanya kandungan kalium berasal dari dampak pemakaian pupuk pada aktivitas pertanian (Isnani, 2015). Karena senyawa kalium dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman terutama pertanian bersama dengan nitrogen, fosfor dan sulfur (Subandi, 2013).

Hasil dari pengukuran kalium pada air sumur menunjukkan bahwa setiap titik sampel memiliki kandungan konsentrasi berbeda dan pada rentang nilai yang cukup jauh. Nilai konsentrasi maksimum ada pada

sampel K7 dengan hasil 21,77 mg/L dan nilai minimum ada pada sampel M1 dengan hasil 8,19 mg/L. Meskipun dengan demikian jika hasil pengukuran konsentrasi kalium pada penelitian kali ini jika dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan oleh WHO tahun 2006 dengan maksimum konsentrasi 55 mg/L maka kandungan kalium pada kawasan studi masih termasuk baik dan tidak tercemar karena tidak melebihi dari batas baku mutu yang ditentukan. Bila kandungan tersebut melebihi baku mutu dapat berdampak pada kesehatan manusia yakni hipertensi yang mampu menyebabkan kardiovaskular dan *stroke* (WNPG, 2004).

Data dari pengukuran konsentrasi juga disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4. 8. Jika dilihat pada gambar grafik tersebut, dari kelima kecamatan sebagai lokasi penelitian Kecamatan Kraton memiliki rata-rata kandungan kalium paling tinggi diantara empat kecamatan lainnya.



Gambar 4. 8 Pengukuran Kalium (K+)

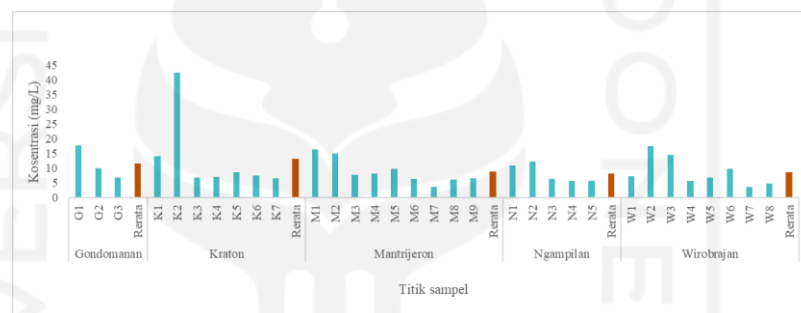
c. Nitrat ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ )

Kandungan nitrat pada air tanah lebih banyak dibandingkan dengan senyawa lainnya. Karena senyawa nitrat merupakan senyawa yang berasal dari kegiatan sehari-hari manusia dan sebagai salah satu senyawa penting bagi tanaman. Sehingga kandungannya paling banyak ditemukan dan menjadikan nitrat sebagai salah satu penentu kandungan faktor pencemaran terhadap air tanah. Kandungan nitrat secara alami membantu dalam pertumbuhan tanaman. Namun jika konsentrasi dari nitrat melebihi dari skala kebutuhan yang dikonsumsi maka dapat mengakibatkan dampak

samping yang beresiko bagi manusia maupun lingkungan (Aisyah, 2017). Sebagai contoh penyakit akibat dari terkonsumsinya air yang mengandung kadar nitrat yang tinggi adalah Metamoglobinemia terhadap bayi yang baru lahir (Setiowati, 2015). Penyakit yang menyerang sistem pernafasan dengan potensi kematian. Kanker lambung pada orang dewasa karena nitrat bereaksi dengan amina dan amida di dalam tubuh (Madhav, 2019). Maka dari itu konsentrasi dari kandungan senyawa nitrat sangat penting untuk dimonitor keadaannya. Apakah dari waktu ke waktu keseimbangan nitrat masih berada dibawah baku mutu bagi peruntukan atau telah melebihi baku mutu sehingga menimbulkan beberapa dampak yang tidak secara langsung dan perlahan telah berlangsung.

Pada penelitian kali ini hasil dari pengujian kadar konsentrasi senyawa nitrat yang terkandung dalam sampel air berada pada rata-rata 10 mg/L. Konsentrasi maksimum yang didapat sebesar 42,56 mg/L pada sampel K2 sedangkan konsentrasi minimum sebesar 3,60 mg/L pada sampel W7. Lalu pada sampel K2 memiliki konsentrasi yang jauh berbeda dengan 31 sampel lainnya karena adanya faktor kondisi lingkungan pada saat itu yang mana pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan. Dengan kondisi cuaca dan temperatur udara yang lembab dapat mengakibatkan penguapan yang tidak maksimal sehingga terjadinya kepekatan kandungan senyawa. Selain itu kondisi akuifer yang tidak baik juga mengakibatkan kepekatan dalam kandungan di tanah yang terhalang masuk kedalam tanah sehingga mencemari akuifer melalui rembesan dengan kuantitas yang sedikit (Madhav, 2019). Akuifer dapat dikatakan baik ketika mampu mengalirkan, menyimpan dan berperan sebagai resapan air. Berdasarkan permeabilitas penyusunnya yakni batuan yang berupa pasir, kerakal dan kerikilnya dibagi menjadi tiga yaitu lapisan permeabel yang mampu menyerap air, semi permeabel yang semi menyerap air dan impermeabel yang kedap air (Buwana, 2020).

Gambar 4. 9 menyajikan data konsentrasi rerata nitrat per kecamatan. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat jika Kecamatan Kraton memiliki nilai kandungan konsentrasi nitrat yang paling tinggi diantara ke-4 kecamatan lainnya. Hal tersebut dikarenakan salah satu titik sampel yang memiliki kandungan nitrat yang tinggi yaitu K2 dan dengan jumlah 7 titik sampel. Meskipun demikian jika hasil analisis kandungan nitrat dibandingkan dengan baku mutu yang diacu yaitu PP No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dengan maksimum konsentrasi 50 mg/L. Hal ini termasuk aman dan masih diperbolehkan. Terlebih pada sampel dengan nilai maksimum yang didapat tidak melebihi batas baku mutu.



Gambar 4. 9 Pengukuran Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )

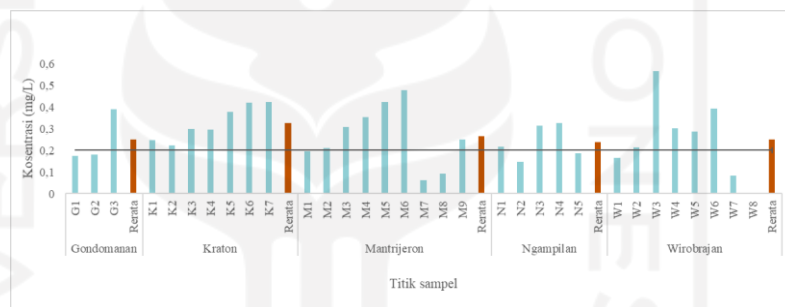
d. Alumunium (Al)

Senyawa alumunium secara alami berada di dalam tanah sebagai salah satu penyusun mineral batuan yang berperan sebagai nutrisi bagi tanaman dan penting pada proses produktivitas tanah. Dengan sifat alumunium yang ringan dan reaktif sehingga sangat mudah bereaksi dengan oksigen. Karena alumunium sendiri merupakan senyawa logam dengan presentase paling banyak yang ditemukan pada lapisan tanah bersama dengan silikon dan oksigen (Amrin, 2013).

Meningkatnya konsentrasi hingga melampaui baku mutu dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya perubahan pH tanah dan kondisi cuaca lingkungan yang tidak stabil. Karena adanya hal tersebut mengakibatkan percepatan mobilisasi ion alumunium saat transformasi pH

tanah dan air hujan yang bersifat asam mengakibatkan peningkatan pengasaman atmosfer aspek lainnya yang berdampak pada lingkungan (Madhav, 2019).

Pada pengujian air sumur kawasan studi kali ini menunjukkan bahwa sebagian besar dan hampir seluruh titik sampel memiliki kandungan aluminium yang melebihi baku mutu yakni 0,2 mg/L. Dengan nilai maksimum sebesar 0,56 mg/L dan nilai minimum yang lebih dari limit deteksi (LoD < 0,001 mg/L) alat uji yakni Spektrofotometer AAS. Dan dari Gambar 4. 10 menunjukkan bahwa Kecamatan Kraton memiliki tingkatan rata-rata kandungan aluminium paling tinggi diantara kecamatan lainnya.

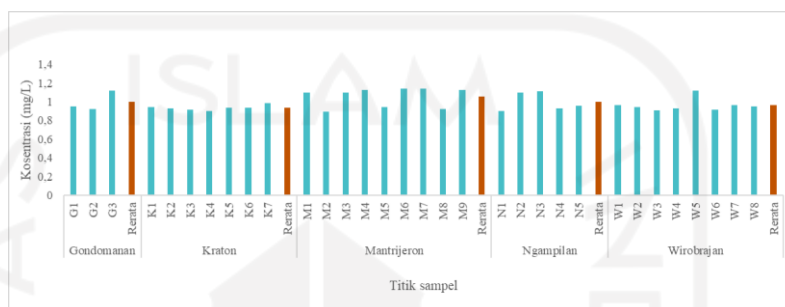


Gambar 4. 10 Pengukuran Aluminium (Al<sup>3+</sup>)

e. Natrium (Na<sup>+</sup>)

Unsur natrium pada air tanah berasal dari pertukaran kation dan akumulasi intrusi air laut. Natrium merupakan unsur dominan yang terdapat pada air laut, sehingga jarak antara lokasi pengambilan sampel dengan laut menjadi salah satu faktor pengaruh dari tingginya konsentrasi natrium. Namun jarak antara lokasi pengambilan sampel sangat jauh dari perairan air laut (Murtianto, 2010). Sehingga pada penelitian kali ini didapatkan hasil konsentrasi natrium dari keseluruhan titik sampel memiliki tingkat konsentrasi yang masih memenuhi baku mutu. Keseluruhan hasil konsentrasi natrium tidak memiliki rentang konsentrasi yang besar satu titik dengan yang lainnya. Dengan memiliki rentang selisih yang sedikit yakni 0,11 mg/L dengan nilai konsentrasi maksimum sebesar

1,14 mg/L pada M6 dan M7. Sedangkan nilai konsentrasi minimum sebesar 0,90 mg/L pada K4, M2 dan N1. Seperti yang disebutkan pada pembahasan kandungan kalium, sama dengan antrium jika kandungannya melebihi baku mutu mampu mengakibatkan hipertensi sehingga mengalami kardiovaskular dan *store* (WNPG, 2004).



Gambar 4. 11 Pengukuran Natrium (Na+)

#### 4.2 Analisis Status Mutu Air Sumur Penduduk DAS Winongo

Dari data yang telah diperoleh dari ke-32 sampel DAS Winongo Kota Yogyakarta selanjutnya menentukan status mutu air tersebut dengan cara menganalisis menggunakan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Dalam analisis ini dilakukan dengan pembagian berdasarkan kecamatan sehingga terdapat 5 pembagian kawasan yaitu kawasan I Gondomanan, kawasan II Kraton, kawasan III Mantriheron, kawasan IV Ngampilan dan kawasan V Wirobrajan dengan jumlah keseluruhan 32 sampel.

Tabel 4. 1 Pembagian kawasan titik pengambilan sampel

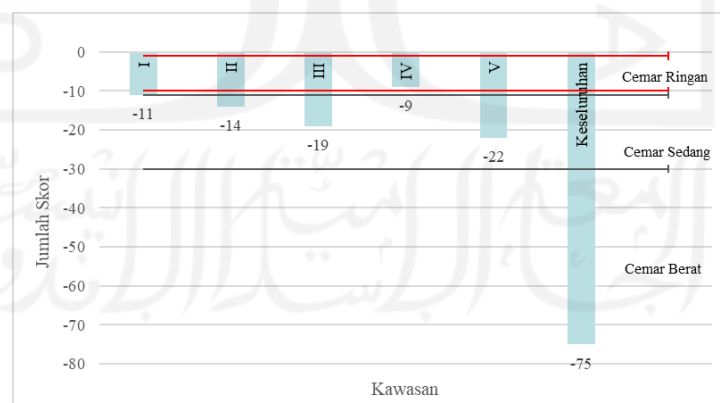
No.	Kecamatan	Nama Sampel	No.	Kecamatan	Nama Sampel
1	Gondomanan	G1	17	Mantriheron	M7
2		G2	18		M8
3		G3	19		M9
4	Kraton	K1	20	Ngampilan	N1
5		K2	21		N2
6		K3	22		N3
7		K4	23		N4
8		K5	24		N5
9		K6	25	Wirobrajan	W1
10		K7	26		W2
11	M1	27	W3		
12	Mantriheron	M2	28	W4	
13		M3	29	W5	
14		M4	30	W6	
15		M5	31	W7	
16		M6	32	W8	

Dari ke-32 sampel dikelompokkan menjadi 5 kawasan sesuai dengan kecamatan letak titik sampel. Dengan begitu hal ini dapat mempermudah analisis terkait hasil pengujian konsentrasi dari masing-masing parameter sesuai dengan metode yang digunakan.

#### 4.2.1 Analisis Metode STORET

Pengolahan data menggunakan metode STORET adalah dengan penarikan kesimpulan perbandingan baku mutu dengan tingkatan skor yang telah ditetapkan oleh US-EPA. Skoring dilakukan pada dua lingkup kawasan yang berbeda yaitu berdasarkan perkawasan dan secara keseluruhan kawasan.

Hasil skoring yang telah dilakukan bahwa kelima kawasan mendapatkan hasil yang tidak sama karena empat kawasan termasuk kelas mutu sedang atau termasuk dalam kategori kelas cemar ringan yaitu terdiri dari Kawasan I, II, IV dan V. Sedangkan untuk Kawasan III termasuk dalam kelas mutu baik atau termasuk dalam kategori kelas cemar ringan. Lalu dilakukan juga skoring terhadap keseluruhan kawasan penelitian yang menunjukkan bahwa Kota Yogyakarta dengan lingkup lima kecamatan termasuk kelas mutu buruk atau termasuk dalam kategori kelas cemar berat. Hasil dapat dilihat seperti pada Gambar 4. 12.



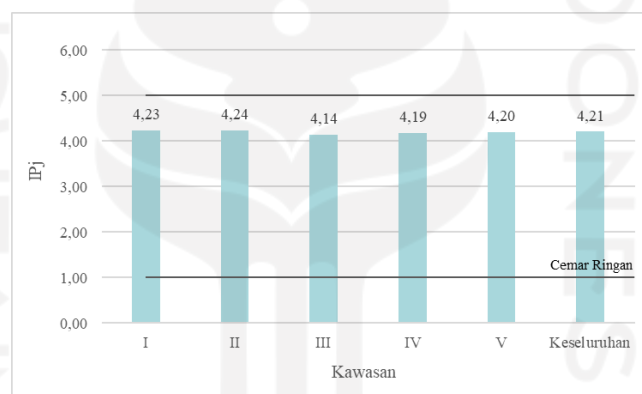
Gambar 4. 12 Status mutu air Metode STORET

#### 4.2.2 Analisis Metode IP

Pengolahan data menggunakan metode IP adalah dengan perhitungan terkait nilai pencemaran yang dapat digunakan dalam suatu peruntukan yang

nantinya dapat diartikan sebagai acuan tindak lanjut terhadap seluruh bagian badan air atau hanya sebagian dari sungai.

Begitu juga dengan metode IP yang dilakukan dengan dua lingkup kawasan, yaitu perkawasan dan keseluruhan kawasan penelitian. Dan setelah dilakukannya serangkaian perhitungan analisis, didapatkan hasil bahwa kedua cara perhitungan tersebut baik perkawasan maupun secara keseluruhan kawasan penelitian didapatkan hasil yang sama yaitu kategori cemar ringan. Kawasan I Gondomanan dengan nilai akhir 4,224; Kawasan II Kraton 4,234; Kawasan III Mantrijeron 4,135; Kawasan IV Ngampilan 4,182; Kawasan V Wirobrajan 4,200 dan keseluruhan kawasan penelitian 4,202. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4. 13.



Gambar 4. 13 Status mutu air Metode Indeks Pencemaran (IP)

### 4.3 Perbandingan Status Mutu Air

Perbandingan hasil penelitian dengan analisis melalui perhitungan bertujuan agar mengetahui seberapa mendekati hasil penelitian dengan metode teori yang digunakan. Sehingga dapat mempermudah penarikan kesimpulan sesuai dengan peruntukan penelitian.

#### 4.3.1 Perbandingan Metode

Analisis menggunakan perhitungan dua metode yang berbeda yaitu Metode STORET dan Metode Indeks Pencemaran (IP). Pada metode STORET menggunakan skor skoring perparameter sedangkan metode IP menggunakan perhitungan rumus untuk mendapatkan hasil nilai tertentu. Kedua metode tersebut



dilakukan pada dua lingkup yaitu lingkup perkecamatan dan lingkup keseluruhan lokasi penelitian. Hal tersebut dilakukan agar dapat dilihat apakah adanya perbedaan atau tidak jika dalam suatu analisis dilakukan pada masing-masing kecamatan atau keseluruhan kawasan penelitian.

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis menggunakan metode STORET mendapatkan hasil bahwa analisis perkecamatan memiliki tingkat pencemaran cemar ringan dan cemar sedang. Cemar ringan ada pada kawasan IV yaitu Kecamatan Ngampilan dengan jumlah skor -9. Sedangkan yang termasuk tingkatan cemar sedang ada pada empat kecamatan yaitu Kawasan I Kecamatan Gondomanan dengan jumlah skor -11, Kawasan II Kecamatan Kraton dengan jumlah skor -14, Kawasan III Kecamatan Mantrijeron dengan jumlah skor -19 dan Kawasan V Kecamatan Wirobrajan dengan jumlah skor -22. Sedangkan jika analisis pencemaran dilakukan pada lingkup keseluruhan kawasan penelitian mendapatkan hasil bahwa tingkatan pencemaran berada pada kelas Cemar Berat dengan jumlah skor -75.

Berbeda dengan metode STORET, metode IP mendapatkan hasil yang sama pada tingkat kategori pencemaran yaitu cemar ringan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada poin 4.2.2 yang diterapkan pada dua lingkup yaitu perkecamatan dan keseluruhan wilayah penelitian. Dengan hasil IP kawasan I Kecamatan Gondomanan sebesar 4,224, kawasan II Kecamatan Kraton sebesar 4,234, kawasan III Kecamatan Mantrijeron sebesar 4,135, kawasan IV Kecamatan Ngampilan sebesar 4,182 dan wilayah V Kecamatan Wirobrajan sebesar 4,200. Sedangkan hasil IP untuk keseluruhan wilayah penelitian sebesar 4,202.

Perbedaan hasil kategori pencemaran dari metode STORET dapat diakibatkan karena perbedaan luas lingkup kawasan yang diteliti dan perbedaan jumlah sampel dari masing-masing kecamatan juga dapat mempengaruhi. Karena penentuan titik sampel berdasarkan area *grid* pada peta sehingga tidak dapat ditentukan secara merata untuk jumlah titik sampel pada masing-masing

kecamatan. Sehingga pada saat analisis perkecamatan jumlah dan rerata kandungan konsentrasi tiap parameter juga akan berbeda. Karena hal tersebut berdampak pada skoring yang dilakukan pada metode STORET meskipun selisih nilai yang didapat tidak jauh berbeda namun berada di kategori kelas yang berbeda. Lain halnya pada metode IP yang mendapatkan hasil kategori kelas pencemaran yang sama baik yang dilakukan analisis data perkecamatan maupun seluruh kawasan penelitian.

#### **4.3.2 Perubahan Geokimia Kawasan Penelitian**

Dari hasil analisis yang telah dilakukan bahwasannya pada konsentrasi senyawa khususnya nitrat dan klorida mengalami perubahan. Jika berdasarkan data penelitian pada kandungan senyawa nitrat mengalami perubahan yang dilihat dari nilai maksimum konsentrasi senyawanya sebesar 7 mg/L di tahun 2013 dan pada tahun 2015 meningkat nilai maksimum konsentrasinya menjadi 96 mg/L. Lalu pada tahun 2018 turun menjadi 12,2 mg/L. Untuk klorida pada tahun 2015 mengalami kenaikan dari tahun 2013 yaitu 100 mg/L dari 30 mg/L. Menurun lagi pada tahun 2018 dengan nilai maksimum konsentrasi 48,9 mg/L. Lalu pada penelitian ini konsentrasi dari nitrat meningkat yaitu dengan nilai maksimum 42,56 mg/L dan klorida mengalami penurunan dengan hasil 33,99 mg/L.

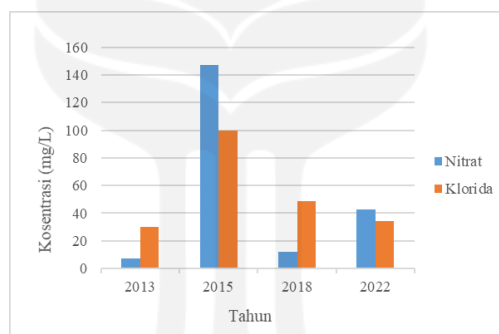
Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa kandungan nitrat secara alami keberadaanya dapat ditemukan karena nitrat sendiri berperan penting dan merupakan hasil dari proses fiksasi nitrogen, nitrifikasi dan dinitrifikasi. Jika terjadinya peningkatan kadar nitrat dalam air dapat disebabkan oleh beberapa faktor kondisi lingkungan yakni kedalaman sumur dan jarak antara letak sumur dengan *septic tank*. Jarak yang terlalu dekat dapat terjadinya rembesan pada tanah dan mengakibatkan kontaminasi yang disebabkan oleh kotoran dari *septic tank* atau dari limbah organik manusia. Lalu kedalaman sumur yang semakin dalam akan mempengaruhi rendahnya konsentrasi nitrat. Dengan kata lain rendahnya tingkat kontaminasi air tanah dapat terjadi karena kedalaman sumur yang semakin dalam karena jauh dari muka air tanah (Setiowati, 2015).

Terjadinya penurunan konsentrasi klorida terjadi akibat senyawa klorida yang mudah larut dalam air dan dengan mudah bergabung dengan ion lainnya yang akan membentuk satuan senyawa seperti dengan natrium menjadi natrium klorida, kalium menjadi kalium klorida, dan kalsium menjadi kalsium klorida (Wijayanti, 2018). Dan dengan sifat yang mudah terlarut dengan air, klorida yang mengalami disosiasi dimana adanya perpecahan ion-ion dari satuan senyawa kompleks. Dengan begitu dengan mudah kation yang berasal dari garam klorida akan mudah dalam air. Selain itu klorida merupakan anion anorganik yang memiliki presentase lebih banyak dari ion-ion halogen lainnya. Kandungan klorida juga dengan mudah diperkirakan keberadaannya pada kawasan yang dekat dengan air laut (Ngibad, 2019).

Berdasarkan data penelitian sebelumnya dan yang telah didapat, dilihat pada Gambar 4. 14 yang mana merupakan grafik pengukuran pada tahun 2013, 2015, 2018 dan 2022. Grafik menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan konsentrasi maksimum pada nitrat dan penurunan pada klorida untuk tahun terakhir penelitian yaitu 2018. Dalam penelitian kali ini juga dilakukan survei terkait kondisi sumur titik pengambilan sampel. Dari hasil survei tersebut terkait kandungan nitrat dapat disimpulkan bahwa kemungkinan terjadinya peningkatan konsentrasi maksimum disebabkan oleh dua faktor yakni konstruksi sumur terhadap aspek kedalaman sumur. Kedalaman sumur yang paling banyak adalah dengan rentang kedalaman 11-15 m sebanyak 17 sumur, diurutkan kedua para rentang 5-10 m sebanyak 8 sumur, urutan ketiga 16-20 m sebanyak 6 sumur dan terakhir lebih dari 20 m sebanyak satu sumur. Sehingga semakin dangkal kedalaman sumur akan semakin tinggi potensi tercemarnya air. Selain itu jika berdasarkan penelitian pada tahun 1985 dan 2005 terjadinya peningkatan konsentrasi dengan rentang kandungan nitrat sebesar 5-10 mg/L. Terjadinya peningkatan yang cukup besar pada kandungan nitrat di perairan air dangkal selama 20 tahun terakhir karena perbandingan dari luas kawasan yang mengalami peningkatan konsentrasi. Lalu dengan perbandingan kepadatan penduduk juga mempengaruhi peningkatan konsentrasi dikarenakan semakin padatnya populasi pada suatu kawasan akan mempengaruhi tingginya nilai

konsentrasi dari nitrat yang terkandung pada air tanah kawasan tersebut (Putra, 2015).

Sedangkan pada rendahnya kandungan klorida disebabkan oleh tingkat persentase salinitas yang normal atau memenuhi baku mutu sebesar 0,16%. Dengan tingkat salinitas yang rendah dan adanya hubungan dengan garam klorida sehingga kedua hal tersebut akan berbanding lurus. Selain itu kondisi sumur yang menjadi lokasi sampel merupakan sumur dengan konstruksi tertutup sehingga meminimalisir adanya kontaminasi atau faktor lain yang disebabkan oleh sinar matahari ataupun kondisi cuaca udara luar. Lokasi dari titik pengambilan sampel juga sangat jauh dengan lokasi pantai yang dimana air laut menjadi salah satu pertimbangan sebagai faktor perubahan konsentrasi klorida (Ngibad & Herawati, 2019).



Gambar 4. 14 Perubahan geokimia air tanah Kota Yogyakarta

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Geokimia air tanah yang terjadi pada kawasan Kota Yogyakarta mengalami perubahan konsentrasi terutama pada nitrat dan klorida karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yaitu pada tahun 2013, 2015 dan 2018. Konsentrasi maksimum pada kandungan nitrat mengalami peningkatan dari tahun acuan yang digunakan. Sedangkan klorida mengalami penurunan konsentrasi maksimum di tahun penelitian ini dilakukan yakni tahun 2022. Faktor peningkatan nitrat disebabkan oleh faktor konstruksi sumur pada aspek kedalaman sumur. Dan penurunan kadar klorida disebabkan oleh tingkat persentase salinitas yang normal atau memenuhi baku mutu. Karena hal tersebut memiliki hubungan dengan konsentrasi salinitas dan konstruksi sumur yang tertutup.
2. Hasil analisis yang dilakukan terhadap kawasan penelitian DAS Winongo Kota Yogyakarta yakni Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Kraton, Kecamatan Mantrijeron, Kecamatan Ngampilan dan Kecamatan Wirobrajan dengan menggunakan dua metode yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda. Analisis pencemaran menggunakan Metode STORET tergolong kategori cemar ringan, cemar sedang dan cemar berat. Sedangkan analisis pada Metode IP hanya menunjukkan bahwa hasil penelitian tergolong pada kategori cemar ringan.

#### **5.2 Saran**

Saran terhadap penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis penelitian pada rentang waktu yang cukup jauh namun tidak terlalu berdekatan dengan parameter pengujian yang sama ataupun

berbeda. Karena sebagai hal pertimbangan yaitu kondisi dan situasi lokasi yang berubah karena faktor lingkungan sekitar maupun secara alami.

2. Menentukan jumlah titik *sampling* pada setiap kawasan atau kecamatan dengan jumlah yang sama. Pengambilan sampel juga dilakukan setidaknya dua kali pengampilan pada rentang waktu tertentu. Lalu analisis yang digunakan sedikitnya dua metode untuk pengerjaan suatu penelitian terlebih dengan tujuan tertentu. Karena hal tersebut menjadikan hasil dari suatu analisis data yang spesifik dikarenakan jumlah dan frekuensi pengambilan sampel yang sama. Selain itu metode yang digunakan dapat menjadi pembandingan dan salah satu cara penentuan penggunaan metode yang efektif pada penelitian tersebut. Sehingga data dan kesimpulan yang didapat memiliki kevalidan dan adanya pertimbangan yang dapat dipertanggung jawabkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Cetakan Pertama. Jakarta: Penerbit Andi
- Aisyah, Asmi Nur., Utomo, Kiki Prio & Jati, Dian Rahayu. (2017). Analisis Dan Identifikasi Status Mutu Air Tanah Di Kota Singkawang Studi Kasus Kecamatan Singkawang Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 5 (1), 1-10
- Amrin & Ardilla, Dita. (2013). Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) Dalam Tanah Lempung Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 1 (1). 17-22
- Arnop, Operi., Budiyanto & Rustama. (2019). Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas Dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran. *NATURALIS*. 8 (1). 15-24
- Balai Pekerja Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Bodri Kuto Provinsi Jawa tengah. 2017
- Buwana, Bayu., Priyantari, Nurul & Supriyadi. (2020) Identifikasi Akuifer di Fakultas MIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 1D Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal ILMU DASAR*. 21 (2). 123-132
- Cahyadi, Ahmad dkk. (2020) Indeks Pemakaian Air Tanah Di Kota Yogyakarta. *Jurnal Tunas Geografi*. 09, 01. 43-54
- Dhanasekarapandian, M. dkk. (2016). Spatial and temporal variation of groundwater quality and its suitability for irrigation and drinking purpose using GIS and WQI in an urban fringe. *Journal of African Earth Science*. 124. 270-288

- Doza, Bodrus., Islam, Towfiqul., dkk. (2016). Characterization of Groundwater Quality Using Water Evaluation Indices, Multivariate Statistics and Geostatistics In Central Bangladesh. *Water Science*. 30, 19-40.
- Fernando, Mhd Rizki. (2015) Penggunaan Air Limbah Industri. Bandung: *Institut Teknologi Bandung*
- Gaikwad, Satyajid K dkk. (2020). Assessment of The Groundwater Geochemistry From A Part of West Coast of India Using Statistical Methods And Water Quality Index. *Hydro Research*. 3. 48-60
- Isnani, Soni. (2005). Kandungan Amonium dan Kalium tanah Dan Serapan Serta Hasil Padi Akibat Perbedaan Pengolahan Tanah Yang Dipupuk Nitrogen Dan Kalium Pada tanah Sawah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 7, 23-34
- KEMEN PU DIRJEN SDA Prosedur Dan Instruksi Kerja Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode STORET Dan Metode Indeks Pencemaran no.QA/HDR/ANL/04/2011
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air
- Laporan Akhir Konsultasi Penelitian Konservasi Sungai Winongo. (2020). *Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul*.
- Laporan Akhir Konsultasi Penelitian Konservasi Sungai Winongo. (2014). *Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul*.
- Madhav, Sugosh., dkk. (2019). Sources and Impact on The Environment and Human Health. *Water Pollutans*. 10.1007/978-981-15-0671-0\_4
- Mukherjee, Indrani & Singh, Umesh Kumar. (2022). Environmental fate and health exposures of the geogenic and anthropogenic contaminants in potable groundwater of Lower Ganga Basin, India. *Geoscience Fronties*. 13




- Murtianto, Hendro. (2010). Studi Kualitas Airtanah Untuk Pengembangan Wisata Di Kawasan Parangtritis, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia : Bandung*
- Ngibad, Khoirul & Herawati, Dheasy. (2019). Analisis Kadar Klorida Dalam Air Sumur dan PDAM Di Desa Ngelom Siduarjo. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 4 (1). 1-6
- Permana, Aang Panji. (2019). Analisis Kedalaman dan Kualitas Air Tanag di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Ilmu Lingkungan*. 17 (1), 15-22
- Permana, Dhanny Indra. (2012) Studi Perubahan Kualitas Air Sungai Winongo Tahun 2003 dan 2012. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- Putra, Arief Yandra dan Yulis, Putri Ade Rahma. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*. 10 (2). 103-109
- Putra, Doni Prakasa Eka. (2015). Evolution of Groundwater Chemistry On Shallow Aquifer of Yogyakarta City Urban Area. *Journal of Applied Geology*, 3, 116-124.
- Rao, Subba., Chaudhary, Maya. (2019). Hydrogeochemical Processes Regulating The Spatial Distribution of Groundwater Contamination, Using Pollution Index of Groundwater (PIG) and Hierarchical Cluster Analysis (HCA): A Case Study. *Groundwater for Sustainable Development*. 9, 100238.
- Rawat, Kishan., Pradhan, Sanatan., dkk. (2019). Statistical Approach to Evaluate Groundwater Contamination For Drinking and Irrigation Suitability. *Groundwater for Sustainable Development*. 9, 100251.

- Reza, Kemal. (2021). Penentuan Status Mutu Air Sungai Winongo Dan Sungai Gajahwong Pada Parameter Fosfat, Nitrat dan Amonia Menggunakan Metode STORET, Indeks Pencemaran, CCMEWQI dan BCWQI. Yogyakarta: FTSP UII
- Setiowati., Roto & Wahyuni, Endang Tri. (2015). Monitoring Kadar Nitrit dan Nitrat Pada Air Sumur Di Daerah Catur Tunggal Yogyakarta Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23 (2). 143-148
- Simatupang, Darbin Astiani, Dwi dan Widiastuti, Tri. (2018). Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Beberapa Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Gambut Di Desa Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*. 6 (4). 988-1008
- Siringoringo, Luhut Pardamean., Reza, Rizki & Nababan, Janner. (2019). Hydrogeochemical and Groundwater Assessment for Drinking Purpose at ITERA Campus Area and Its Surroundings. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. 04 (01). 40-48
- SNI 01.3554 (2006). Tentang Cara uji air minum dalam kemasan
- SNI 6989.19 (2019). Tentang Cara uji klorida (Cl-) dengan metode argentometri
- SNI 6989.34 (2009). Tentang Cara uji aluminium (Al) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) -nyala
- SNI 6989.69 (2009). Tentang Cara uji kalium (K) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) -nyala
- SNI 6989.84 (2019). Tentang Cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) -nyala
- Subandi. (2013). Peran Dan Pengelolaan Hara Kalium Untuk Produksi Pangan Di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 6 (1), 1-10

- Sudaryono. (2000). Tingkat Pencemaran Air Permukaan di Kodya Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 1, No.3. 247-252
- Vaiphei, Suantak Paolalsiam & Kurakalva, Rama Mohan. (2021). Hydrochemical characteristics and nitrate health risk assessment of groundwater through seasonal variations from an intensive agricultural region of upper Krishna River basin, Telangana, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 213.
- Vaiphei, Suantak Paolalsiam & Kurakalva, Rama Mohan. (2021). Hydrochemical characteristics and nitrate health risk assessment of groundwater through seasonal variations from an intensive agricultural region of upper Krishna River basin, Telangana, India. *Ecotoxilogy and Environmental Safety*. 213
- Walukow, Auldry F. (2010). Penentuan Status Mutu Air Dengan Menggunakan Metode STORET Di Danau Sentani Jayapura Provinsi Papua. *Berita Biologi*. 10 (3). 277-281
- Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. (2004). Ketahanan Pangan Dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi. Jakarta: LIPI. 8
- World Health Organization. (2006). *Guidelines for Drinking Water Quality*. Vol-1. World Health Organization, Geneva.
- Xaixongdeth, Phetnakhone dkk. (2012). Copper Mobility Assessment Using Speciation Scheme: Case Study-Mantrijeron District, Yogyakarta, Indonesia. *Asian App. Geological*. 4 (2). 68-76

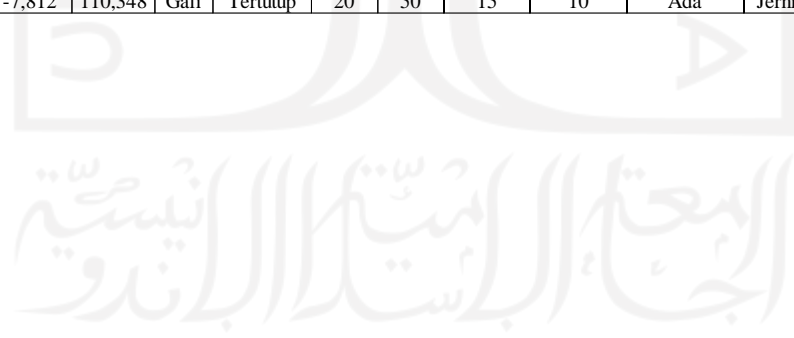
## LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner sumur penduduk kawasan penelitian

<b>RAHASIA HANYA UNTUK PENELITIAN</b>		<b>FORM OBSERVASI SUMUR</b>
Tanggal :	Surveyor :	Nama Sampel :
No	Kegiatan	Hasil Pengamatan
1	Koordinat Sumur	
2	Jenis Sumur	<input type="checkbox"/> Bor <input type="checkbox"/> Gali
3	Konstruksi Sumur	<input type="checkbox"/> Tertutup <input type="checkbox"/> Lantai sumur disemen <input type="checkbox"/> Ada cincin di mulut sumur <input type="checkbox"/> Lantai sumur dengan saluran air buangan <input type="checkbox"/> Tidak ada satu dari empat hal di atas <input type="checkbox"/> Hasil pengamatan lain :
4	Kedalaman Sumur	..... m
5	Umur Sumur	..... tahun
6	Kedalaman Muka Air	..... m
7	Jarak Sumur ke <i>Septictank</i>	..... m
8	Resapan <i>Septictank</i>	<input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak Ada
9	Warna Air	<input type="checkbox"/> Jernih <input type="checkbox"/> Kekuningan <input type="checkbox"/> Coklat
10	Bau Air	<input type="checkbox"/> Tidak ada bau <input type="checkbox"/> Amis <input type="checkbox"/> Anyir Lainnya .....

## Lampiran 2 Ringkasan kuisisioner sumur penduduk kawasan penelitian

Nama Sampel	Koordinat		Sumur						Resapan septictank	Air	
	LS	LB	Jenis	Konstruksi	Kedalaman (m)	Umur (tahun)	Kedalaman muka air (m)	Jarak sumur - septictank		Warna air	Bau air
G1	-7,804	110,362	Gali	Tertutup	12	15	2	5	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
G2	-7,801	110,365	Gali	Terbuka	15	30	10	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
G3	-7,798	110,364	Gali	Tertutup	10	30	5	4	Ada	Jernih	Tidak ada bau
K1	-7,805	110,366	Bor	Tertutup	15	30	10	10	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
K2	-7,808	110,359	Gali	Tertutup	15	55	5	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
K3	-7,810	110,357	Gali	Tertutup	12	33	5	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
K4	-7,808	110,365	Gali	Terbuka	8	50	5	20	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
K5	-7,812	110,367	Gali	Tertutup	20	50	13	10	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
K6	-7,812	110,357	Gali	Terbuka	20	50	16	5	Ada	Jernih	Tidak ada bau
K7	-7,812	110,362	Gali	Terbuka	13	60	3	2	Ada	Jernih	Tidak ada bau
M1	-7,816	110,354	Gali	Tertutup	10	10	3	5	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M2	-7,824	110,367	Bor	Tertutup	14	80	2	4	Ada	Jernih	Tidak ada bau
M3	-7,823	110,360	Bor	Tertutup	15	20	10	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
M4	-7,823	110,354	Gali	Tertutup	10	10	5	20	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M5	-7,820	110,367	Gali	Tertutup	15	50	8	5	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M6	-7,816	110,364	Bor	Tertutup	15	50	3	20	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M7	-7,820	110,362	Gali	Tertutup	15	50	8	2	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M8	-7,820	110,355	Gali	Terbuka	13	100	2	15	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
M9	-7,812	110,353	Gali	Tertutup	20	100	15	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
N1	-7,783	110,355	Gali	Tertutup	15	50	12	3	Ada	Jernih	Tidak ada bau
N2	-7,802	110,357	Gali	Tertutup	18	50	2	5	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
N3	-7,798	110,357	Gali	Tertutup	10	50	3	10	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
N4	-7,798	110,359	Gali	Terbuka	15	100	7	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
N5	-7,805	110,354	Gali	Tertutup	15	55	8,5	8	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
W1	-7,802	110,353	Gali	Tertutup	6	100	4	5	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
W2	-7,808	110,352	Gali	Tertutup	15	100	8	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
W3	-7,796	110,351	Gali	Tertutup	25	80	8	8	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
W4	-7,797	110,351	Gali	Tertutup	7	70	5	10	Tidak ada	Jernih	Tidak ada bau
W5	-7,798	110,354	Gali	Tertutup	15	50	2	7	Ada	Jernih	Tidak ada bau
W6	-7,802	110,349	Bor	Tertutup	10	50	2	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau
W7	-7,807	110,348	Bor	Tertutup	20	10	5	6	Ada	Jernih	Tidak ada bau
W8	-7,812	110,348	Gali	Tertutup	20	50	15	10	Ada	Jernih	Tidak ada bau



### Lampiran 3 Perhitungan Metode STORET

Berikut merupakan contoh perhitungan Kawasan I yaitu Gondomanan dengan jumlah data kurang dari 10 data.

- Suhu (T)

Baku mutu suhu	=	deviasi 3	
Konsentrasi maksimum	=	27,5	= 0
Konsentrasi minimum	=	27	= 0
Konsentrasi rerata	=	27,2	= 0
Skor total	=	0 + 0 + 0	= 0
- pH

Baku mutu pH	=	6,5 – 8,5	
Konsentrasi pH maksimum	=	8,83	= -2
Konsentrasi pH minimum	=	7,12	= 0
Konsentrasi pH rerata	=	7,92	= 0
Skor total	=	-2 + 0 + 0	= -2
- TDS

Baku mutu TDS	=	500	
Konsentrasi TDS maksimum	=	518	= -1
Konsentrasi TDS minimum	=	451	= 0
Konsentrasi TDS rerata	=	482	= 0
Skor total	=	-1 + 0 + 0	= -1
- Cl-

Baku mutu Cl-	=	250	
Konsentrasi Cl- maksimum	=	0,017	= 0
Konsentrasi Cl- minimum	=	0,016	= 0
Konsentrasi Cl- rerata	=	0,017	= 0
Skor total	=	0 + 0 + 0	= 0
- K+

Baku mutu K+	=	200	
Konsentrasi K+ maksimum	=	11,84	= 0

Konsentrasi K<sup>+</sup> minimum = 9,54 = 0  
 Konsentrasi K<sup>+</sup> rerata = 10,65 = 0  
 Skor total = 0 + 0 + 0 = 0

- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N

Baku mutu NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N = 50  
 Konsentrasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N maksimum = 17,74 = 0  
 Konsentrasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N minimum = 6,83 = 0  
 Konsentrasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N rerata = 11,55 = 0  
 Skor total = 0 + 0 + 0 = 0

- Al<sup>-</sup>

Baku mutu Al = 0,2  
 Konsentrasi Al maksimum = 0,39 = -2  
 Konsentrasi Al minimum = 0,17 = 0  
 Konsentrasi Al rerata = 1,00 = -6  
 Skor total = -2 + 0 + -6 = -8

- Na<sup>+</sup>

Baku mutu Na<sup>+</sup> = 200  
 Konsentrasi Na<sup>+</sup> maksimum = 1,12 = 0  
 Konsentrasi Na<sup>+</sup> minimum = 0,92 = 0  
 Konsentrasi Na<sup>+</sup> rerata = 1,00 = 0  
 Skor total = 0 + 0 + 0 = 0

Skor total semua parameter kawasan I = 0 + -2 + -1 + 0 + 0 + 0 + -8 + 0  
 = -11

Kelas mutu kualitas air = Sedang

Kategori kelas kualitas air = Tercemar Sedang

#### Lampiran 4 Perhitungan Metode Indeks Pencemaran (IP)

Berikut merupakan contoh dalam melakukan perhitungan Metode IP pada kawasan I yaitu Gondomanan.

- Suhu (T)

$$\text{Konsentrasi suhu (Ci)} = 27,2^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Baku mutu suhu (Lij)} = \text{deviasi } 3$$

$$\begin{aligned}\text{Ci/Lij} &= 27,2 : 3 \\ &= 29,056\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ci/Lij baru} &= 1 + 5 \text{ Log Ci/Lij (jika } > 0) \\ &= 1 + (5 \times \text{Log } 29,056) \\ &= 5,785\end{aligned}$$

- pH

$$\text{Konsentrasi pH (Ci)} = 7,92$$

$$\begin{aligned}\text{Baku mutu pH (Lij)} &= (\text{pH minimum} + \text{pH maksimum}) : 2 \\ &= (6,5 + 8,5) : 2 \\ &= 7,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ci/Lij} &= 7,92 : 7,5 \\ &= 0,423\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ci/Lij baru} &= \text{Ci/Lij (jika } < 0) \\ &= 0,423\end{aligned}$$

- TDS

$$\text{Konsentrasi TDS (Ci)} = 482 \text{ mg/L}$$

$$\text{Baku mutu TDS (Lij)} = 500 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}\text{Ci/Lij} &= 482 : 500 \\ &= 0,964\end{aligned}$$

$$\text{Ci/Lij baru} = 0,964$$

- Cl-

$$\text{Konsentrasi Cl- (Ci)} = 0,017 \text{ mg/L}$$

$$\text{Baku mutu Cl- (Lij)} = 250 \text{ mg/L}$$

$$\text{Ci/Lij} = 0,017 : 250$$



$$= 0,000068$$

Ci/Lij baru = 0,000068

- K
 

Konsentrasi K (Ci) = 10,65 mg/L

Baku mutu K (Lij) = 200 mg/L

Ci/Lij = 10,65 : 200

$$= 0,053$$

Ci/Lij baru = 0,053
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N
 

Konsetrasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N (Ci) = 11,55 mg/L

Baku mutu NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N (Lij) = 50 mg/L

Ci/Lij = 11,50 : 50

$$= 0,231$$

Ci/Lij baru = 0,231
- Al
 

Konsentrasi Al (Ci) = 1 mg/L

Baku mutu Al (Lij) = 0,2 mg/L

Ci/Lij = 1 : 0,2

$$= 4,983$$

Ci/Lij baru = 1 + 5 Log (Ci/Lij)

$$= 1 + 5 \text{ Log } 1,983$$

$$= 4,488$$
- Na<sup>+</sup>

Konsentrasi NA<sup>+</sup> (Ci) = 1 mg/L

Baku mutu Na<sup>+</sup> (Lij) = 200 mg/L

Ci/Lij = 1 : 200

$$= 0,00498$$

Ci/Lij baru = 0,00498

Maka untuk keseluruhan parameter,

$$\text{Ci/Lij rerata} = \sum \text{Ci/Lij baru parameter} : \sum \text{parameter}$$

$$= \frac{(5,785 + 0,423 + 0,964 + 0,000068 + 0,053 + 0,231 + 4,488 + 0,00498)}{8}$$

$$= 1,494$$

$$Ci/Lij \text{ maks} = 4,785$$

$$IPj = \sqrt{\frac{\frac{Ci}{Lij} maks^2 + \frac{Ci}{Lij} rerata^2}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{4,785^2 + 1,494^2}{2}}$$

$$= 4,224$$

$$\text{Kategori} = \text{Cemar ringan}$$