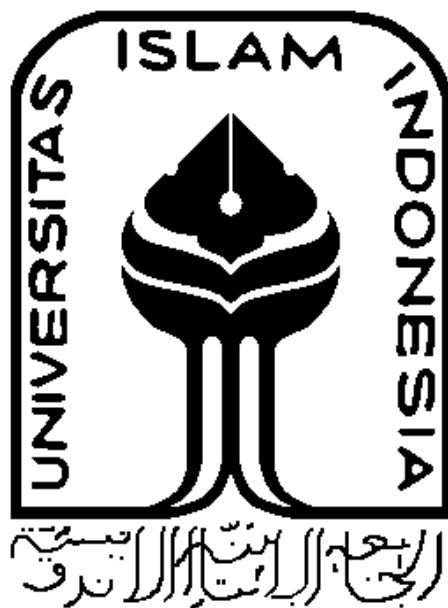


TUGAS AKHIR

**ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT PADA AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE *INVERSE DISTANCE
WEIGHTING* (IDW) DI NGAGLIK, KABUPATEN SLEMAN,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

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



**Muhammad Al Khuwarizmi
18513048**

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

TUGAS AKHIR

ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT PADA AIR TANAH MENGUNAKAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) DI NGAGLIK, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



Muhammad Al Khuwarizmi
18513048

Disetujui :

Dosen Pembimbing 1

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102

Tanggal : 15 Januari 2023

Dosen Pembimbing 2

Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.
NIK. 875110107

Tanggal : 14 Januari 2023



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401

Tanggal: 26 Mei 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT PADA AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE INVERSE DISTANCE
WEIGHTING (IDW) DI NGAGLIK, KABUPATEN SLEMAN,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jumat

Tanggal : 14 April 2023

Disusun Oleh :

Muhammad Al Khuwarizmi

18513048

Tim Penguji :

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

()

Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

(3 Mei 2023)

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.

()

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 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 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 tanggungjawab 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,

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Al Khuwarizmi

NIM: 18513048

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmanirrahim, dengan mengucapkan segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan ini di susun untuk memenuhi syarat akademik guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata 1 bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan serta kemampuan sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua, yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tiada henti. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan kebahagiaan dunia akhirat.
3. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan, saran, serta ilmunya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., Dosen Pembimbing II yang dengan sabar mengarahkan, membimbing, memotivasi, dan membagi ilmunya sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
6. Keluarga, yang selalu memberikan doa dan semangat.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2018 atas semangat serta doanya.
8. Sahabat-sahabat kontrakan Junio Gestimades, Lalu Aditya Julian Pratama, Muhammad Aulia Rahman, Bima Rejastra untuk bantuan, doa, dan semangatnya.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Akhir kata tidak ada yang sempurna, termasuk laporan ini. Semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 10 Januari 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Muhammad Al Khuwarizmi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Muhammad Al Khuwarizmi, ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT PADA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW) DI NGAGLIK, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. Di bimbing oleh Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. dan Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

Air tanah adalah sumber persediaan air yang sangat berperan penting dalam fungsi penghidupan bagi makhluk hidup didunia. Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk di Kapanewon Ngaglik maka menyebabkan penggunaan air tanah dan juga permasalahan kualitas air tanah meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kontaminasi logam berat (timbal, tembaga, besi) pada air tanah serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah di Kapanewon Ngaglik. Penentuan titik penelitian dilakukan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan terdapatnya area pemukiman penduduk, sedangkan pengujian kandungan logam berat (timbal, tembaga, besi) dilakukan dengan destruksi lalu diukur pada Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 pada klasifikasi Baku Mutu Air Minum. Berdasarkan hasil analisis terdapat kontaminasi logam berat (timbal, tembaga, besi) yang terkandung pada air tanah di Kapanewon Ngaglik yaitu timbal sebesar 0,0006 mg/L hingga 0,01609 mg/L, tembaga sebesar 0,0037 mg/L hingga 0,0189 mg/L, dan besi sebesar 0,0148 mg/L hingga 0,1039 mg/L. Namun demikian, terdapat kontaminasi timbal yang menunjukkan hasil diatas dari baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 yaitu sebesar 0,01 mg/L pada titik SP1 dan SP2. Pada parameter tembaga menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 masih jauh dibawah baku mutu yaitu sebesar 2 mg/L. Sedangkan baku mutu parameter besi menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 memiliki nilai sebesar 0,3 mg/L dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 memiliki nilai sebesar 0,2 mg/L. Ini menandakan bahwa parameter besi pada penelitian masih jauh dibawah baku mutu yang ada.

Kata kunci: Air Tanah, Kualitas Air Tanah, Logam Berat, *Inverse Distance Weighting* (IDW)

ABSTRACT

Muhammad Al Khuwarizmi, *ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN GROUNDWATER USING THE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) METHOD IN NGAGLIK, SLEMAN DISTRICT, SPECIAL REGION OF YOGYAKARTA*. Supervised by Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. and Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

Groundwater is a source of water supply which plays an important role in the function of livelihood for living things in the world. With the increasing population growth in Kapanewon Ngaglik, the use of groundwater and groundwater quality problems are also increasing. The purpose of this study was to analyze heavy metal contamination (lead, copper, iron) in groundwater and to identify the factors that affect the quality of groundwater in Kapanewon Ngaglik. Determination of research points was carried out by purposive sampling method based on the presence of residential areas, while testing for heavy metal content (lead, copper, iron) was carried out by destruction and then measured on Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) – flame. The test results were then compared with the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023 and Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 of 2010 on the classification of Drinking Water Quality Standards. Based on the results of the analysis, there is contamination of heavy metals (lead, copper, iron) contained in the ground water in Kapanewon Ngaglik, namely lead from 0,0006 mg/L to 0,01609 mg/L, copper from 0,0037 mg/L to 0,0189 mg/L, and iron from 0,0148 mg/L to 0,1039 mg/L. However, there is lead contamination which shows results above the quality standard according to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023 and Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 of 2010, namely 0,01 mg/L at the SP1 and SP2 points. In the copper parameter according to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 of 2010 is still far below the quality standard of 2 mg/L. Meanwhile, the quality standard for iron according to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 of 2010 has a value of 0,3 mg/L and Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023 has a value of 0,2 mg/L. This indicates that the iron parameter in this study is still far below the existing quality standards

Keywords: Groundwater, Groundwater Quality, Heavy Metal, Inverse Distance Weighting (IDW)

“Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	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.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Tanah.....	6
2.2 Pencemaran Air Tanah Ngaglik Kabupaten Sleman.....	8
2.3 Timbal (Pb)	9
2.4 Tembaga (Cu).....	10
2.5 Besi (Fe).....	10
2.6 Sistem Informasi Geografis.....	11
2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	12
2.8 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15

3.1.1	Batas Administrasi	16
3.1.2	Luas Wilayah	16
3.1.3	Letak Geografis.....	16
3.2	Tahapan Penelitian	16
3.2.1	Tahap Studi Literatur Penelitian	17
3.2.2	Tahap Penentuan Wilayah Penelitian	18
3.2.3	Tahap Pengumpulan Data	18
3.2.4	Tahap Analisis Data Kualitas Air Tanah	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Pola Persebaran Kualitas Air Tanah.....	22
4.1.1	Parameter Timbal (Pb).....	24
4.1.2	Parameter Tembaga (Cu)	29
4.1.3	Parameter Besi (Fe).....	31
4.2	Faktor Yang Terhubung Dengan Sebaran Kualitas Air Tanah	35
4.2.1	Kondisi Tanah.....	35
4.2.2	Aliran Air Tanah	36
4.2.3	Tata Guna Lahan.....	37
4.3	Hasil Observasi	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		xiii
LAMPIRAN.....		xvi

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Kualitas Air Minum.....	9
Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya.....	12
Tabel 3. 1 Titik Koordinat Penelitian	15
Tabel 4. 1 Data Wilayah Penelitian Air Tanah	23
Tabel 4. 2 Bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya	28
Tabel 4. 3 Hasil Observasi Sumur	39
Tabel 4. 4 Hasil Standar Deviasi.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Keberadaan Air Tanah di Bumi	7
Gambar 3. 1 Lokasi Titik Penelitian	15
Gambar 3. 2 Diagram Tahapan Penelitian	17
Gambar 3. 3 Diagram Analisa Observasi	19
Gambar 4. 1 Peta Pemantauan Kontaminan Timbal (Pb)	25
Gambar 4. 2 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Timbal (Pb).....	26
Gambar 4. 3 Akumulasi Timbal Pada Tubuh Manusia.....	29
Gambar 4. 4 Peta Pemantauan Kontaminan Tembaga (Cu)	30
Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Tembaga (Cu)	31
Gambar 4. 6 Peta Pemantauan Kontaminan Besi (Fe) Mengacu PERMENKES No. 2 Tahun 2023	32
Gambar 4. 7 Peta Pemantauan Kontaminan Besi (Fe) Mengacu PERMENKES No. 492 Tahun 2010	33
Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe)	34
Gambar 4. 9 Peta Aliran Air Tanah Sleman	37
Gambar 4. 10 Grafik Perubahan Penggunaan Lahan Utama	39
Gambar 4. 11 Konstruksi Sumur Gali.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lokasi Sumur dan Hasil Kualitas Air Tanah.....	33
Lampiran 2 Dokumentasi Observasi Sumur 1	34
Lampiran 3 Dokumentasi Observasi Sumur 2	34
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	35
Lampiran 5 Dokumentasi Uji Laboratorium.....	36
Lampiran 6 Lokasi Penelitian	37
Lampiran 7 Peta Persebaran Kontaminan Timbal (Pb)	38
Lampiran 8 Peta Persebaran Kontaminan Tembaga (Cu).....	39
Lampiran 9 Peta Persebaran Kontaminan Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 2 Tahun 2023	40
Lampiran 10 Peta Persebaran Kontaminan Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 492 Tahun 2010.....	41
Lampiran 11 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Timbal (Pb).....	42
Lampiran 12 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Tembaga (Cu)	43
Lampiran 13 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 492 Tahun 2010	43
Lampiran 14 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 2 Tahun 2023	44
Lampiran 15 Peta Aliran Tanah Sleman	44
Lampiran 16 Lembar Observasi.....	45
Lampiran 17 Grafik Penggunaan Lahan Utama	49
Lampiran 18 Standar Baku Mutu Air Minum.....	49
Lampiran 19 Lokasi Sumur Pantau.....	50
Lampiran 20 Keberadaan Air Tanah di Bumi.....	51
Lampiran 21 Konstruksi Sumur Gali	51
Lampiran 22 Akumulasi Timbal Pada Tubuh Manusia.....	52
Lampiran 23 Bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya.....	52
Lampiran 24 Hasil Standar Deviasi	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan sumber persediaan air yang sangat penting. Peraturan Pemerintah nomor 43 tahun 2008 menjelaskan bahwa air tanah mempunyai fungsi yang penting bagi kehidupan dan penghidupan rakyat karena keberadaan air tanah di Indonesia cukup melimpah. Pada dasarnya air tanah tidak mempunyai potensi merusak seperti air permukaan, namun daya rusak air tanah akan timbul jika kondisi dan lingkungan air tanah terganggu, baik akibat pengambilan air tanah yang melebihi daya dukungnya, pencemaran, maupun akibat kegiatan alam. Mengingat air tanah berada di bawah permukaan tanah maka kerusakan yang terjadi pada air tanah tidak terlihat secara langsung, sehingga apabila di eksploitasi tidak terkendali dapat mengakibatkan dampak negatif yang luas.

Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman pada tahun 2010 hingga 2017, laju pertumbuhan penduduk pada Kabupaten Sleman mencapai 1,13% dengan jumlah penduduk terbanyak adalah 1.193.512 jiwa. Sektor pemukiman dan industri yang meningkat setiap tahunnya di Kabupaten Sleman berpengaruh terhadap eksploitasi air tanah. Penurunan muka air tanah yang terjadi di Kabupaten Sleman sebesar lebih dari 0,3 meter/tahun. Sesuai dengan rencana pembangunan menengah dari tahun 2020 hingga 2024, pemerintah menargetkan target layak sanitasi sebesar 90% (Brontowiyono, 2022). Karena meningkatnya laju pertumbuhan penduduk, maka terdapat limbah domestik yang merupakan sumber pencemar pada air tanah atau air permukaan. Upaya Kabupaten Sleman untuk mengatasi pencemaran air tanah pada sumber air bersih adalah dengan melakukan kegiatan monitoring pada kualitas air tanah melalui sumur pantau. Karena keberadaan sumur pantau ini bisa saja terkontaminasi oleh aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, limbah industri, kegiatan transportasi, ataupun hasil dari MCK (Mandi, Cuci, Kakus).

Pada tahun 2011, Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta melakukan pemantauan kualitas air sumur pada Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul selama dua kali yaitu periode bulan April dan Juni. Parameter yang di uji oleh BLH Daerah Istimewa Yogyakarta antara lain meliputi parameter fisika, parameter kimia, serta parameter biologi. Guna penelitian lebih lanjut, untuk penelitian terkait pola persebaran

kandungan Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe) pada Kapanéwon Ngaglik dianalisis menggunakan pemetaan. Logam berat yang paling umum mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), arsenik (Ar), krom (Cr), nikel (Ni), dan besi (Fe). Logam berat dapat berdampak buruk bagi pengguna air dan kehidupan akuatik. Menurut Kahfindra (2022), penelitian pada 3 Kecamatan (Sardonoharjo, Sinduharjo, Sukoharjo) di Kapanewon Ngaglik menunjukkan bahwa terdapat limbah elektronik seperti (baterai, baterai, lampu listrik, kemasan cat, kabel listrik, kabel telepon) hasil masyarakat yang dibuang ke lingkungan atau ditimbun didalam tanah yang menyebabkan tanah bercampur dengan logam berat. Menurut PerMenKes RI 2010 menyebutkan bahwa logam yang terkandung dalam air minum adalah logam besi, timbal, tembaga, zink, serta kadmium dengan batas kadar maksimal berturut-turut sebesar 0.3, 0.01, 2.0, 3.0, 0.003 dengan satuan mg/L.

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Masalah utama yang dihadapi saat ini oleh sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus-menerus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun (Effendi, 2003). Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon (Chandra, 2006). Mengingat banyak masyarakat masih mengandalkan air sumur untuk kehidupan sehari-hari. Logam berat hasil limbah elektronik yang bercampur dalam jangka waktu yang lama dapat membuat *leaching* atau ekstraksi suatu padatan menjadi cair yang efeknya akan membuat lindi yang berakibat kepada pencemaran tanah serta air yang kemudian efeknya adalah terkontaminasi kepada tubuh makhluk hidup disekitarnya (Kahfindra, 2022).

Penelitian terkait pemetaan analisis kualitas air tanah sebelumnya telah dilakukan seperti (Nurochim, 2022; Shindi, 2022; David; 2023; Falin, 2021; Sheillia, 2021). Pemetaan pada penelitian ini menggunakan metode spasial *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang didukung dengan teknologi *Geographic Information System* (GIS). Menurut Yasrebi et al (2009), *Metode Inverse Distance Weighting* (IDW) ini memerlukan minimal 14 data saja jika sebaran datanya sudah mewakili. Serta metode interpolasi IDW ini merupakan analisis persebaran yang sering dipakai karena lebih mudah di pahami dan perhitungannya sederhana. Adanya logam berat pada makhluk hidup menunjukkan adanya potensi sumber logam berat yang berasal dari alam atau aktivitas manusia. Limbah yang biasa mengandung logam berat

berasal dari pabrik kimia, listrik dan elektronik, logam dan penyepuhan elektro (electroplating), kulit, metalurgi, dan cat serta bahan pewarna. Limbah padat permukiman juga mengandung logam berat (Yong, 1992). Fakta tadi menunjukkan bahwa logam berat yang masuk ke dalam lingkungan hidup kebanyakan berasal dari kegiatan manusia. Akan tetapi logam berat di dalam lingkungan tidak dengan sendirinya membahayakan kehidupan makhluk. Logam berat membahayakan apabila masuk ke dalam sistem metabolisme makhluk dalam jumlah melebihi ambang batas. Ambang batas untuk tiap macam logam berat dan untuk tiap jenis makhluk berbeda-beda. Pemasukan logam berat ke dalam sistem metabolisme manusia dan hewan dapat secara langsung atau tidak langsung. Pemasukan secara langsung terjadi bersama dengan air yang diminum, bersama udara yang dihirup, atau lewat singgungan dengan kulit. Pemasukan secara tidak langsung terjadi bersama dengan bahan yang dimakan. Logam berat juga sukar terurai secara fisik, kimia, maupun biologis. Ketersediaan logam berat di lingkungan dapat memberikan efek tertentu pada makhluk hidup seperti penyakit minamata, bibir sumbing, kerusakan sistem saraf, kelainan bayi, gangguan fungsi imun. Pada penelitian sebelumnya belum tersedia informasi spesifik mengenai penyebaran secara merata kualitas air tanah Sleman, sehingga belum dilakukan validasi data lapangan secara langsung (Rafsanjani, 2021).

Untuk mengetahui konsentrasi dan pola persebaran logam berat, maka diperlukan *Geographic Information System* (GIS) untuk menjelaskan mengenai pola persebaran kontaminasi logam besi, timbal, serta tembaga pada Kapanewon Ngaglik dan digambarkan secara spasial. Pemetaan pola persebaran dilakukan dengan analisis spasial *Inverse Distance Weighting* (IDW) sesuai perolehan data primer hasil dari pengujian di laboratorium dan data spasial pendukung berupa penggunaan lahan serta arah aliran tanah. Dengan demikian, hasil pemetaan sebaran konsentrasi logam berat Besi (Fe), Tembaga (Cu), Timbal (Pb) pada air tanah digunakan sebagai data pendukung untuk melakukan upaya pengendalian aktivitas apa saja berpotensi terjadinya pencemaran, monitoring kualitas air tanah, serta dapat membantu memetakan risiko pencemaran air tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah terkait penelitian ini.

1. Berapa konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe) yang terkandung pada air tanah yang terkandung pada sumur di Kapanewon Ngaglik?
2. Bagaimana pola persebaran kandungan logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe) pada air tanah yang terkandung pada sumur di Kapanewon Ngaglik?

3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah di Kapanewon Ngaglik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan terkait penelitian ini.

1. Mengidentifikasi kandungan logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe) pada air tanah yang terkandung pada sumur di Kapanéwon Ngaglik.
2. Memetakan pola persebaran kandungan logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe) pada air tanah yang terkandung pada sumur di Kapanéwon Ngaglik.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah di Kapanewon Ngaglik

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari tugas akhir ini.

1. Akademisi
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan, referensi pembelajaran, atau ilmu terkait data spasial dengan memanfaatkan teknologi GIS (*Geographic Informatic System*) mempermudah menampilkan data hasil dari penelitian.
2. Masyarakat
Memberikan informasi, pemahaman, atau menjadi referensi ilmu kepada masyarakat mengenai kualitas air tanah di Kapanéwon Ngaglik.
3. Instansi Pemerintah
Data dari penelitian diharapkan menjadi evaluasi atau masukan kepada Pemerintah guna menyelesaikan permasalahan air tanah dan pertimbangan dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Kapanéwon Ngaglik.

1.5 Ruang Lingkup

Berikut adalah ruang lingkup pada penelitian kali ini.

1. Penelitian dilakukan pada Kapanéwon Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Metode sampling mengacu kepada SNI 6989 bagian 58 tahun 2008 tentang air dan air limbah yang berisi metoda pengambilan contoh air tanah.
3. Analisis persebaran kandungan kontaminan diolah dengan *Geographic Informatic System* (GIS) menggunakan aplikasi teknologi QGIS dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

4. Parameter kualitas air tanah yang diuji adalah Timbal (Pb), Tembaga (Cu), serta Besi (Fe).
5. Metode uji Timbal (Pb) mengacu kepada SNI 6989 bagian 8 tahun 2009 tentang cara uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
6. Metode uji Tembaga (Cu) mengacu kepada SNI 6989 bagian 6 tahun 2009 tentang cara uji tembaga (Cu) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
7. Metode uji Besi (Fe) mengacu kepada SNI 6989 bagian 4 tahun 2009 tentang cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
8. Data yang digunakan sebagai data pendukung adalah pH, Suhu, Daya Hantar Listrik, Total Dissolved Solid, serta Kekeruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah

Air tanah adalah sumber air tawar terbesar yang menopang kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia. Menurut Rosseto (2018), pemasokan air tanah sangat berguna penting baik bagi manusia, irigasi pada pertanian, pemeliharaan ekosistem, serta produksi energi. Oleh sebab itu, masalah pengelolaan air tanah, eksploitasi air tanah, ketergantungan air tanah, penurunan kualitas air tanah, serta penipisan air tanah adalah suatu krisis yang terjadi di seluruh bagian dunia yang harus ditangani dengan hati-hati dan tertata baik. Air dapat dijumpai pada lapisan tanah yang membentuk cekungan atau aliran air sumur (Panguriseng, 2018). Berdasarkan Undang-Undang tentang Sumber Daya Air tentang ketentuan umum mengatakan bahwa air tanah adalah air yang terdapat pada lapisan tanah atau batuan yang ada dibawah permukaan tanah, diperoleh dari pengumpulan air pada lapisan tanah.

Pada dasarnya, pengisian air tanah terjadi ketika hujan di musim hujan yang menyebabkan air permukaan bergerak vertikal dan melintasi akuifer, pergerakan air sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi dan morfologi lapisan tanah (Darwis, 2018). Air yang terkandung pada akuifer mengalami proses pengaliran kepermukaan tanah yang kemudian munculnya mata air. Hal ini dapat menjadi sumber air yang dipakai untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat melalui sumur bor, sumur gali, dan sebagainya. Menurut Khare (2017) mengatakan bahwa akuifer pada tanah yaitu sebagai penyimpanan air yang berasal dari atas tanah. Air yang masuk melalui pori tanah akan disimpan di lapisan bawah pada tanah. Komposisi bahan-bahan pada akuifer tanah sendiri berbeda-beda antara lain seperti kerikil, pasir, batuan (batu pasir, batu gamping, batu kristal), dan vulkanik sebagai penyusun pada penyimpanan air tanah. Kandungan air tanah tergantung pada komposisi lapisan batuan tanah dan struktur geologi (Suparno, 2013). Karena hal inilah yang menyebabkan kandungan pada air tanah dapat bercampur dengan berbagai banyak unsur seperti kandungan kimia serta kandungan mineral.

Jenis-jenis air tanah ada beberapa macam, yang memiliki klasifikasi berdasarkan kondisi dan letaknya didalam lapisan pada tanah. Menurut Herlambang (2005), jenis-jenis air tanah adalah sebagai berikut:

1. Air Tanah Freatis

Air Tanah Freatis adalah air tanah dangkal yang memiliki letak antara air permukaan dan lapisan *impermeable layer* (kedap air).

2. Air Tanah Artesis

Air Tanah Artesis adalah air tanah dalam yang memiliki letak antara lapisan akuifer dengan lapisan akuifer terkekang (batuan kedap air).

3. Air Tanah Meteorit

Air Tanah Meteorit adalah air tanah yang diakibatkan dari proses hujan (presipitasi) yang terkondensasi dengan campuran debu meteorit

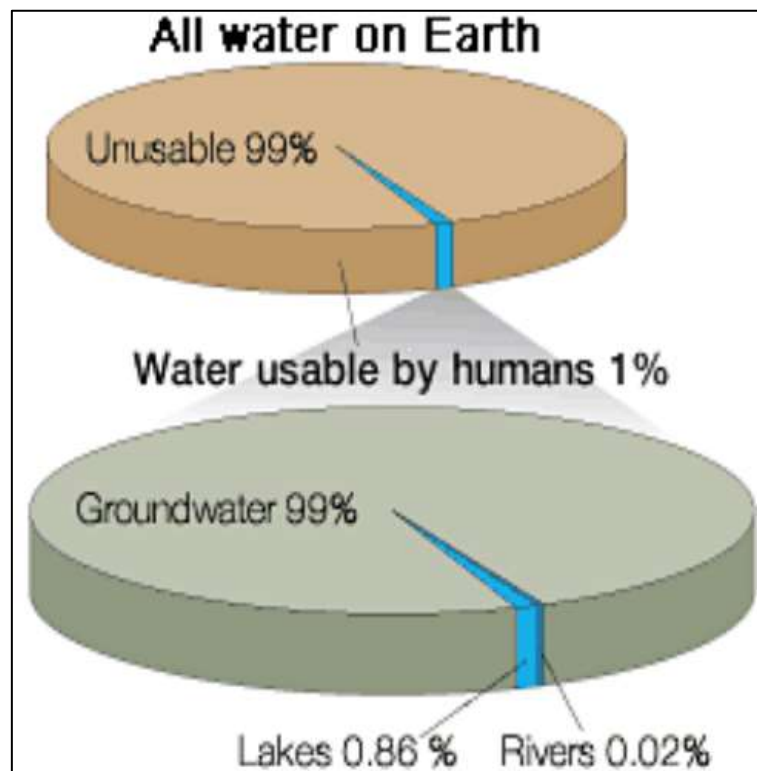
4. Air Tanah Baru

Air Tanah Baru atau yang disebut *juvenil* adalah air tanah yang diakibatkan intrusi magma dari dalam bumi. Air tanah ini biasanya ditemukan dengan suhu yang tinggi atau panas (geyser)

5. Air Tanah Konat

Air Tanah Konat adalah air tanah yang terjebak dilapisan batuan purba (*fossil water*)

Keberadaan air tanah memiliki peran penting dan merupakan salah satu dari elemen pada siklus hidrologi. Air tanah juga menjadi penyanggah pada kehidupan seluruh makhluk hidup yang ada di dunia. Keberadaan air tanah dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Keberadaan Air Tanah di Bumi

(Sumber: *Groundwater Foundation*, 2017)

2.2 Pencemaran Air Tanah Ngaglik Kabupaten Sleman

Dalam meminimalisir pencemaran air tanah, perlu dilakukan perawatan teratur secara rutin guna meminimalisir bahkan mencegah dampak negatif seperti rusak bahkan musnah terutama kepada lingkungan serta sumber daya alam. Perlunya dilakukan konservasi pada air tanah guna terjaganya kesediaan pasokan air tanah dengan kualitas dan kuantitas yang cukup guna memenuhi keperluan hidup (Kodoatie, 2008). Ditambah lagi dengan pertumbuhan mobilisasi masyarakat seperti ekspansi pembangunan wilayah mengakibatkan perubahan kualitas air tanah. Karena daerah Kapanéwon Ngaglik ini adalah daerah cekungan air tanah Yogyakarta-Kabupaten Sleman, dan juga cekungan ini mencakupi Sebagian besar daerah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, bahkan Sebagian Bantul (Purwantara, 2018).

Keadaan air tanah pada Kapanéwon Ngaglik mempunyai akuifer bebas dengan kedalaman air tanah yang rendah atau dangkal. Dengan keadaan kondisi air tanah ini, Kapanéwon Ngaglik memiliki permeabilitas tinggi. Kedalaman sumur pada tanah ini memiliki variasi antara 0,5 meter hingga 17 meter pada kemarau yang berkisar dari bulan September. Pada bulan Oktober sampai November Sebagian permukaan pada air tanah mencapai kedalaman 20 meter. Tetapi Ketika Januari sampai April kedalamannya hanya sekitar 9 meter. Ditambah lagi dengan jenis tanah yang dimiliki oleh Kapanéwon Ngaglik ini adalah tanah regosol yang berbahan dari material vulkanik yang berasal dari gunung Merapi muda dan terbawa karena aliran sungai, sehingga jenis tanah ini mempunyai porositas besar sehingga memiliki kemampuan peresapan air yang tinggi (Purwantara, 2018).

Kandungan kualitas air tanah juga berubah karena intervensi oleh aktivitas manusia seperti pembuangan limbah dan kegiatan pertanian yang menghasilkan pestisida. Karena aktivitas organisme hidup, sangat mungkin bahwa air tanah dapat terkontaminasi. Pencemaran air tanah adalah perpindahan senyawa pencemar ke air tanah, baik perpindahan maupun pencampuran, tercipta dalam proses infiltrasi yang berarti masuknya air permukaan ke dalam lapisan tanah sebagai akibat dari tindakan orang yang mencemari air tanah (Widyantira, 2019).

Berikut adalah standar baku mutu yang dipakai terdapat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Kualitas Air Minum

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu
Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023		
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,2
Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	Tidak diatur
Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010		
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3
Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	2

2.3 Timbal (Pb)

Timbal atau yang lebih di kenal dengan timah hitam memiliki nama ilmiah plumbum (Pb). Timbal memiliki warna kebiruan atau abu-abu perak dengan titik didih sebesar 1740 °C serta titik leleh 327,5 °C (Gusnita, 2012). Timbal merupakan *trace metals* karena memiliki berat jenis yang lebih daripada berat jenis pada air yaitu 5 kalinya. Timbal alami terdapat pada penguapan lava, tanah, batuan, serta tumbuhan. Timbal bersifat karsinogenik dan merupakan logam yang berbahaya sehingga perlunya perhatian khusus. Pemukiman rumah tangga, aktivitas perdagangan, serta industri menghasilkan produk pemakaian yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Menurut Sudarwin (2008), kontaminasi timbal pada lingkungan didasarkan pada beberapa faktor yaitu aktivitas pada area industri, tempat pembuangan sampah, serta jalan raya. Sehingga kontaminasi timbal yang ditemukan pada lingkungan kemungkinan diakibatkan oleh air minuman, lahan pertanian, udara, bahkan makanan.

Bentuk kontaminan timbal yang masuk ke tubuh makhluk hidup dari makanan akan mengendap di jaringan tubuh, dan sisa yang tidak terserap pada tubuh akan dibuang bersamaan dengan sisa metabolisme. Dampak bagi tubuh manusia juga sangat berbahaya jika terkontaminasi berlebih oleh timbal karena bersifat toksik (Saeni, 1995). Rata-rata kontaminasi timbal pada tubuh ditemukan pada hati, aorta, tulang, limpa, testes, otak, dan pankreas. Dalam jangka waktu yang lama, timbal dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dari fisik hingga

mental, kerusakan pada tulang, iritasi pada gusi, kerusakan otak, kekurangan darah, gangguan fungsi ginjal, bahkan gangguan pernapasan (Nuraini, 2015). Sehingga hal ini sangat bahaya jika tubuh terakumulasi oleh timbal dengan jumlah yang tinggi.

2.4 Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan Golongan logam berat esensial. Tembaga memiliki sifat toksisitas yang tinggi. Tembaga ini memiliki sifat fisik yang lunak, berwarna merah muda, liat, serta mudah untuk ditempa. Logam ini secara alami mengalami siklus rotasi dari kerak bumi ke lapisan tanah, organisme, kolom air, sedimen, dan akhirnya kembali ke kerak bumi. Unsur tembaga alami berasal dari pengikisan (erosi) bijih, debu, dan partikel tembaga di lapisan udara yang dibawa oleh air hujan. Jalur non-alami unsur tembaga masuk ke dalam tatanan lingkungan melalui aktivitas manusia, seperti limbah industri yang menggunakan bahan baku Cu, industri perkapalan, industri pengolahan kayu, dan limbah rumah tangga (Widowati, 2006).

Pada jumlah yang sedikit, tembaga diperlukan oleh tubuh manusia. Tetapi, jika tembaga yang terakumulasi memiliki jumlah yang berlebihan maka sifatnya adalah toksik dan berbahaya bagi tubuh manusia. Menurut Irianti (2008), logam tembaga merupakan logam berat esensial, beracun, tetapi dibutuhkan dalam jumlah kecil oleh tubuh manusia. Pada konsentrasi rendah, tembaga dapat merangsang pertumbuhan organisme, tetapi pada konsentrasi tinggi tembaga menjadi penghambat (Palar, 2004). Tembaga (Cu) dapat masuk ke lingkungan melalui jalur alami dan non-alami. Sejumlah besar tembaga dapat menyebabkan rasa tidak enak di lidah dan menyebabkan kerusakan hati. Efek yang ditimbulkan yaitu skizofrenia (Liu, 2015), toksisitas hati, serta berpengaruh terhadap fungsi adrenal (Gaetke, 2014)

2.5 Besi (Fe)

Menurut Alaerts (1987), besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/l, tetapi didalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Besi yang murni adalah logam berwarna putih-perak yang kukuh. Ia melebur pada 1535°C. Titik didih besi murni juga mencapai 2862 °C. Biasanya, besi ditemukan dalam bentuk bijih seperti lemonit, siderite, hemafit, dan magnetit. Jarang terdapat besi komersial yang murni, biasanya besi mengandung sejumlah kecil karbida, silisida, fosfida, dan sulfida dari besi serta sedikit grafit. Besi dapat dimagnetkan. Asam klorida encer atau pekat dan asam sulfat encer melarutkan besi. (Svehla,1985).

Buangan limbah hasil rumah tangga berasal dari daerah pemukiman, daerah rekreasi, aktivitas perdagangan, serta aktivitas perkantoran yang menghasilkan *output* buangan dari kegiatan mandi, mencuci, serta memasak. Limbah cair ini memiliki beberapa kandungan diantaranya lemak, garam fosfat, protein, karbohidrat, bakteri, bahkan logam berat (Bahlo, 1992). Limbah ini sebagian besar dihasilkan dari bagian kamar mandi, *laundry*, serta dapur (Lange, 1997). Kandungan kontaminan besi pada limbah rumah tangga cair diakibatkan dari korosi pada pipa air. Korosi sendiri disebabkan oleh adanya padatan terlarut yang tinggi serta memiliki kemampuan daya hantar listrik yang membuat terjadinya korosi (Ginting, 2007). Menurut Bourguignon (2015), kontaminan besi juga bisa berasal dari kendaraan, rumah tangga, serta industri logam. Instalasi air pada industri rumah tangga juga memungkinkan peningkatan limbah besi.

Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Zat besi merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia yang penting di dalam tubuh. (Nainggolan, 2011). Menurut Sutrisno (2008), besi dibutuhkan pada tubuh tetapi dengan jumlah tidak lebih dari 35 mg unsur setiap harinya. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin, banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Tubuh manusia tidak dapat mengeskresikan Fe. Karenanya mereka yang sering mendapat transfusi, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe (Slamet, 2013).

2.6 Sistem Informasi Geografis

Awal penggunaan Sistem Informasi Geografis modern yang berbasis komputer atau digital di mulai pada tahun 1960-an, dalam menjalankannya diperlukan komputer yang khusus dan mahal pada saat itu. Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi semakin maju dan semakin terjangkau harganya, maka Sistem Informasi Geografis sekarang dapat diakses dengan mudah dan murah. Sistem Informasi Geografis sendiri adalah sistem berbasis teknologi komputer yang dapat memuat data geografi mulai dari pemasukan data, manajemen data, manipulasi data, serta analisis data yang hasil akhirnya dapat menjadi acuan dalam mengambil keputusan pada permasalahan yang berkaitan dengan geografi (Adil, 2017). Pada penelitian terdahulu, pomodelan ini dilakukan dengan pengambilan sampel dengan sistem akuifer bebas melalui sumur warga (Widiawaty, 2018). Sistem Informasi Geografis dapat membantu dalam mengolah data yang merupakan data spasial dimana pengguna dapat menggabungkan data pada

suatu titik di bumi, menganalisis, dan hasilnya akan dipetakan bahkan bisa ditampilkan dalam format grafik maupun tabel.

2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Menurut Skoog (2000), spektrometri Serapan Atom (SSA) adalah metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya di dasari oleh penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu dalam keadaan bebas oleh atom logam. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (Hollow Cathode Lamp) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur menurut panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Sutrisna, Juliantara, dan Aprilianti, 2018).

2.8 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya, data yang dimuat berisikan tentang nama peneliti, judul penelitian, metode penelitian, serta hasil penelitian. Data penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah. Penelitian ini juga menjadi acuan referensi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini sebagai perbandingan hasil data dari penelitian saat ini.

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
1	Shindi Ramania Wulandari (2021)	Mengidentifikasi konsentrasi nitrat dan nitrit yang terkandung dalam air tanah di Kecamatan Depok Untuk mengetahui pola persebaran kualitas air tanah	Analisis spasial menggunakan metode interpolasi <i>Inverse Distance Weighting</i> (IDW)	Pada peta sebaran kualitas air tanah adanya perubahan pada warna yaitu warna merah yang menunjukkan nilai konsentrasi nitrit dan nitrat yang paling tinggi. Konsentrasi nitrit tertinggi pada SD 2 yaitu Kecamatan Caturtunggal dan bentuk pola penyebaran menyebar di beberapa titik yaitu Kecamatan Caturtunggal, Maguwoharjo dan Condongcatur dan untuk

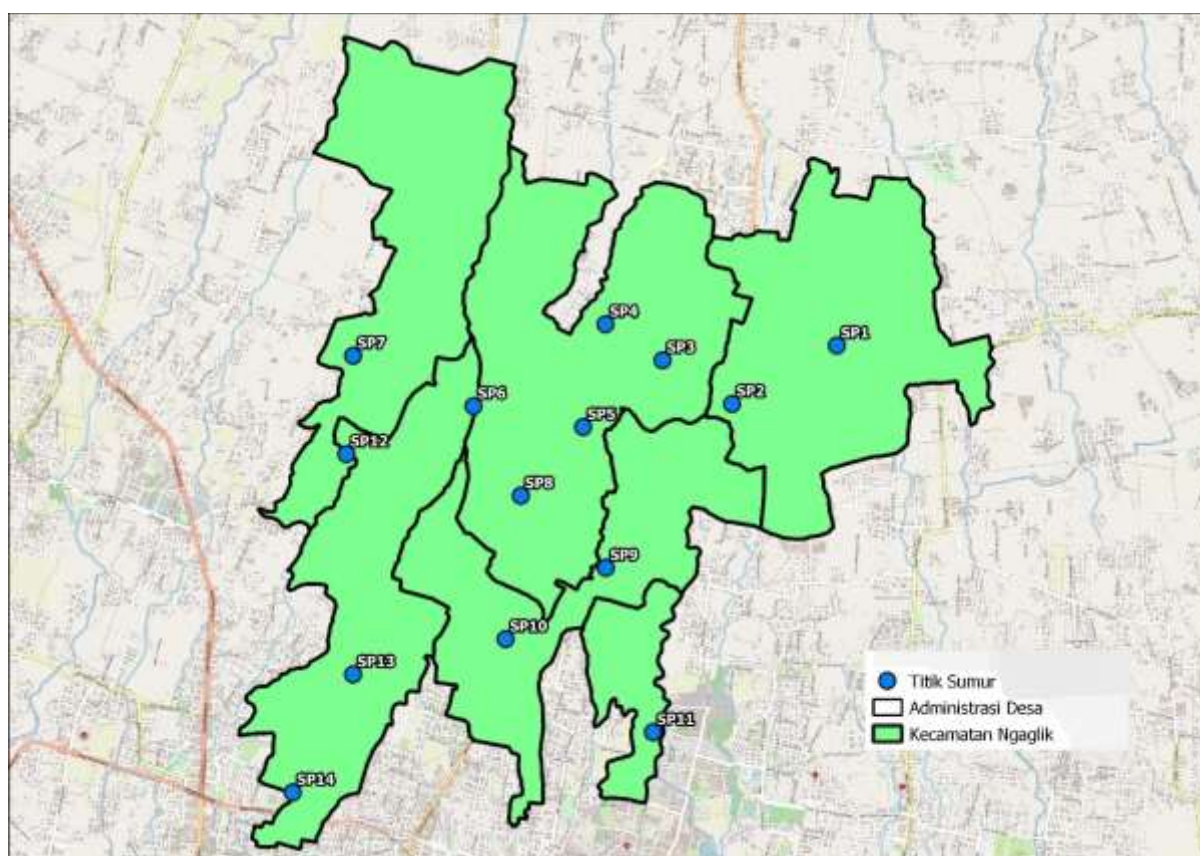
No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
				konsentrasi nitrat tertinggi berpusat di satu titik pada SD 9 yaitu Kecamatan Maguwoharjo
2	Falin Diah Ekarini (2021)	Menentukan pola persebaran kualitas air tanah terhadap keberadaan IPAL Komunal serta Mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan sebaran kualitas air tanah di sekitar IPAL Komunal	Metode interpolasi spasial <i>Inverse Distace Weighting</i> (IDW)	Pola persebaran dalam pemetaan kualitas air tanah secara langsung tidak berhubungan oleh keberadaan IPAL Komunal. Keadaan pola persebaran di setiap cluster cenderung fluktuatif. Hal tersebut terjadi karena terdapat faktor lain terhadap kualitas air tanah yaitu faktor alami seperti, arah aliran dan jenis tanah dan non alami yaitu penggunaan lahan, operasional IPAL Komunal dan kondisi sumur
3	Herdiana Larasati (2021)	Analisis kadar logam Pb (timbal), Cu (tembaga), dan Zn (zink) pada air sumur dan air sungai Cinambo Bandung	Spektrofotometri Serapan Atom	Nilai kadar tertinggi logam Timbal (Pb) pada sampel adalah 0,0717 mg/L yang terdapat pada sampel air sungai 3, logam Tembaga (Cu) 0,0756 mg/L terdapat pada sampel air sungai 3, dan Zink (Zn) 0,1707 mg/L yang terdapat pada sampel air sungai 1. Secara umum kadar pada sungai lebih

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan
				tinggi dibandingkan pada air sumur.
4	Arjuna Rifqi Sandyatama Hibatullah (2022)	Menganalisis sebaran kandungan logam berat (Cr, Mn, dan Pb) pada air tanah dengan	Metode interpolasi spasial <i>Inverse Distace Weighting</i> (IDW)	Hasil konsentrasi logam berat pada logam berat Pb di satu titik penelitian melebihi baku mutu. Akan tetapi untuk titik dan jenis logam berat lain tidak ada yang melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu Permenkes No 32 Tahun 2017

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian kali ini di mulai dari bulan September 2022 dan selesai pada bulan Februari 2023. Lokasi penelitian bertempat di Kapanéwon Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang tersebar pada 14 titik sumur warga. Berikut untuk lokasi penelitian titik sumur dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Lokasi Titik Penelitian

Terkait dengan titik koordinat penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Penelitian

Titik	Koordinat	Titik	Koordinat
SP1	-7.703536	SP8	-7.718808
	110.427105		110.394919
SP2	-7.709475	SP9	-7.726133
	110.416435		110.403578

Titik	Koordinat	Titik	Koordinat
SP3	-7.705034	SP10	-7.733378
	110.40935		110.393373
SP4	-7.701371	SP11	-7.742841
	110.403544		110.408374
SP5	-7.711822	SP12	-7.714576
	110.401262		110.377145
SP6	-7.709699	SP13	-7.736972
	110.390103		110.377833
SP7	-7.704578	SP14	-7.748963
	110.377839		110.371692

3.1.1 Batas Administrasi

Batas-batas wilayah Kapanéwon Ngaglik adalah:

1. Sebelah Utara : Kapanéwon Pakem
2. Sebelah Timur : Kapanéwon Ngemplak
3. Sebelah Selatan : Kapanéwon Depok
4. Sebelah Barat : Kapanéwon Mlati

3.1.2 Luas Wilayah

Kapanéwon Ngaglik terletak pada Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki luas wilayah sebesar 38,52 km².

3.1.3 Letak Geografis

Secara geografis, Kapanéwon Ngaglik terletak pada posisi antara:

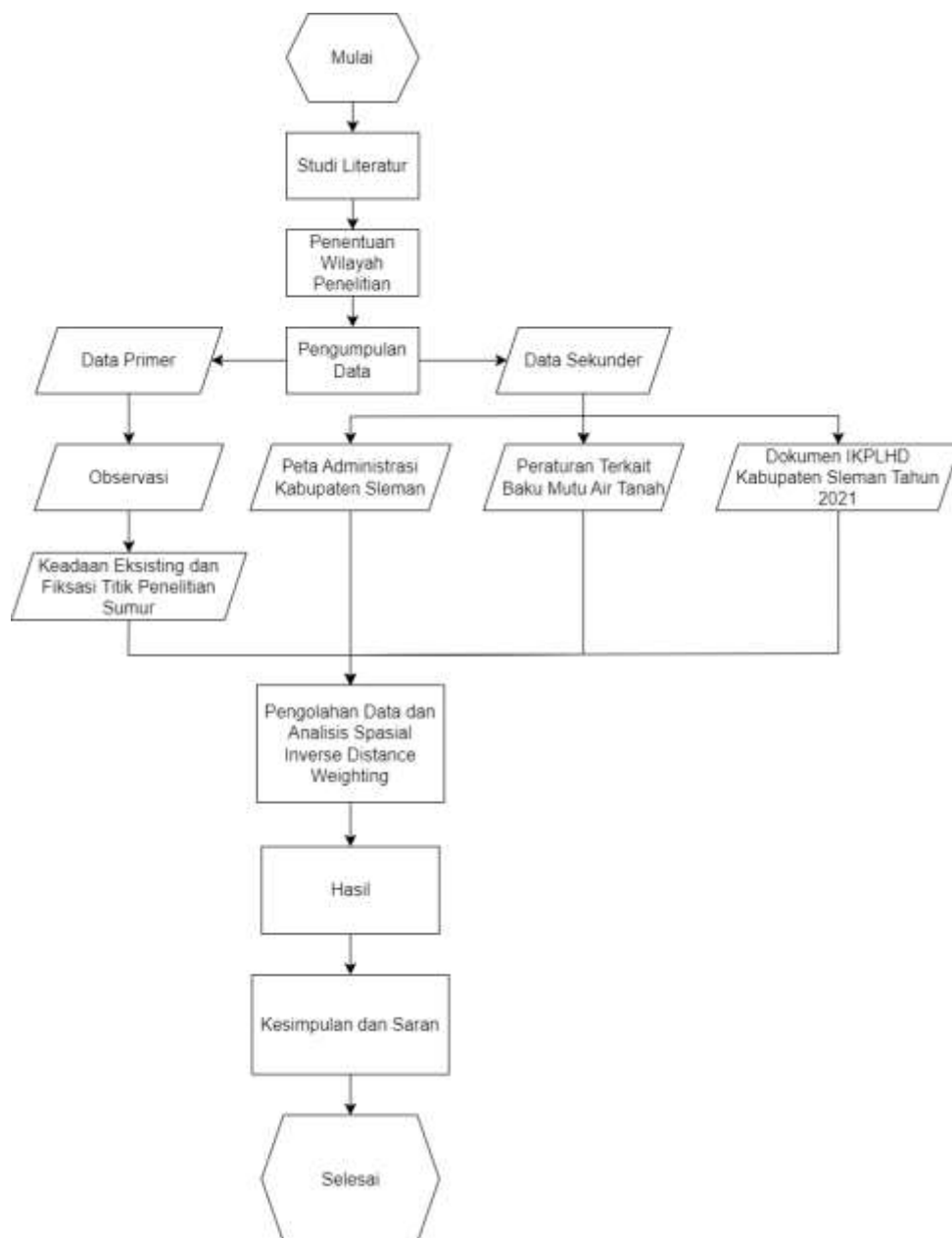
1. Utara : 7°34'51" Lintang Selatan
2. Timur : 110°13'00" Bujur Timur
3. Selatan : 7°47'03" Lintang Selatan
4. Barat : 110°33'00" Bujur Timur

3.2 Tahapan Penelitian

Metode pada penelitian ini sesuai dengan tahapan yang ada pada kerangka penelitian. Tujuan dari tahapan penelitian adalah untuk mensintesis dan memandu atau memandu penelitian, serta pedoman untuk analisis intervensi. Fungsi kunci dari kerangka berfikir adalah untuk menggambarkan hubungan antara variabel dan konsep yang diteliti (Swarjana, 2012). Tahapannya adalah pada Gambar 3.2 dibawah.

3.2.1 Tahap Studi Literatur Penelitian

Pada tahap pertama yaitu mencari studi literatur yang sesuai dengan topik pada penelitian kali ini. Isu lingkungan yang dicari terkait pencemaran air tanah dipublikasikan oleh Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kabupaten Sleman yang berjudul Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kabupaten Sleman Tahun 2021. Penelitian ini menggambarkan tingkat kualitas pada air tanah dimana sumur ini digunakan oleh masyarakat Kapanéwon Ngaglik untuk kebutuhan sehari-hari. Berikut merupakan tahapan diagram alir terdapat pada Gambar 3.2 dibawah.



Gambar 3. 2 Diagram Tahapan Penelitian

3.2.2 Tahap Penentuan Wilayah Penelitian

Air tanah (sumur gali) yang diambil pada penelitian ini di rencanakan pada Kapanéwon Ngaglik. Penentuan titik sampling air tanah (sumur gali) ini dengan metode purposive sampling dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Air tanah yang diambil adalah sumur gali
- 2) Sumur gali selalu digunakan dalam kegiatan sehari-hari
- 3) Jarak antara sumur gali dengan titik kontaminan minimal 10 meter

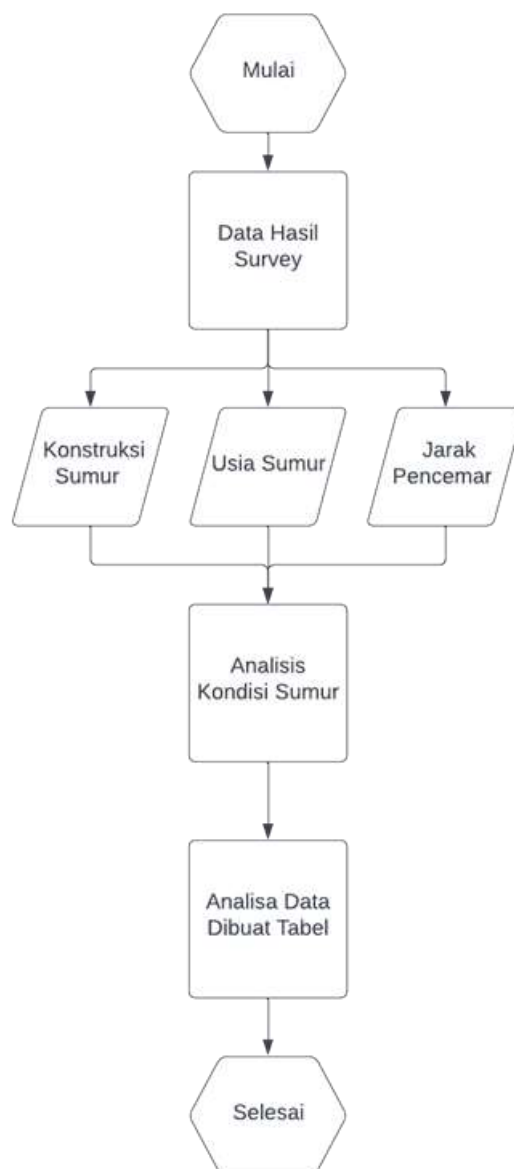
Penelitian ini menggambarkan tingkat kualitas pada air tanah dimana sumur ini digunakan oleh masyarakat Kapanéwon Ngaglik untuk kebutuhan sehari-hari. Penentuan titik pengambilan sampel ini di dasari oleh kemudahan akses, waktu, maupun biaya yang dikeluarkan pada penelitian.

3.2.3 Tahap Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang di dapatkan dari hasil penelitian serta keterlibatan langsung pada lapangan. Data primer pertama pada penelitian kali ini adalah dengan melakukan observasi ke lokasi peneltian guna melihat kondisi eksisting lingkungan yang menjadi rencana titik pengambilan sampel sumur pantau. Setelah tahap observasi selesai, maka lanjut kepada proses fiksasi titik penelitian. Observasi ini dilakukan sebagai penunjang atau pendukung pada data penelitian. Diagram alir observasi dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah.



Gambar 3. 3 Diagram Analisa Observasi

Berikutnya yaitu dilakukan pengambilan sampel air sumur. Pengambilan sampel dilakukan dengan regulasi yang sesuai. Metode sampling mengacu kepada SNI 6989 bagian 58 tahun 2008 tentang air dan air limbah yang berisi metoda pengambilan contoh air tanah, dimana parameter logam berat Timbal, Tembaga, dan Besi diawetkan menggunakan HNO_3 setelah pengambilan sampel dengan menggunakan instrument *cool box*, ember plastik, gayung, botol plastik (*polyethylene*, PP), serta pipet ukur. Tahap selanjutnya adalah pengujian sampel dimana terdapat beberapa regulasi yang dipakai, antara lain:

- 1) Parameter Timbal mengacu kepada SNI 6989 bagian 8 tahun 2009 tentang cara uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
- 2) Parameter Tembaga mengacu kepada SNI 6989 bagian 6 tahun 2009 tentang cara uji tembaga (Cu) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.
- 3) Parameter Besi mengacu kepada SNI 6989 bagian 4 tahun 2009 tentang cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan proses pencarian data melalui referensi penelitian terkait dan tidak langsung terjun ke lapangan. Data yang diambil sendiri merupakan data kualitas air tanah dari Dokumen Informasi Kinerja Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2021, BAB II Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sleman, Dokumen Kabupaten Sleman Dalam Angka 2022 guna penunjang data wilayah penelitian, serta akses peta lokasi sebagai penggambaran data spasial yang di akses menggunakan aplikasi Maps. Seluruh data yang terkumpul dijadikan penunjang guna melengkapi data yang proses akhirnya adalah diolah menggunakan analisis spasial menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

3.2.4 Tahap Analisis Data Kualitas Air Tanah

Tahapan analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode teknologi canggih. Analisa deskriptif digunakan pada penelitian ini guna mendeskripsikan data hasil penelitian yang telah dilakukan. Data air tanah ini disajikan dalam bentuk spasial guna mengolah data dalam bentuk Sistem Informasi Geografis (GIS) yang menampilkan persebaran kontaminan zat Timbal, Tembaga, dan Besi pada air tanah yang sudah di teliti pada laboratorium terpadu Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Persebaran kontaminan logam berat mengacu kepada Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum, timbal memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah sebesar 0,01 mg/L, besi sebesar

0,2 mg/L, serta tembaga tidak ada. Tetapi jika mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010, parameter tembaga memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah 2 mg/L

Dalam pemetaannya, analisis ini menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang berisikan data total zat Timbal, Tembaga, dan Besi pada air tanah sesuai titik koordinatnya. Menurut Yasrebi (2009) Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) ini memerlukan minimal 14 data saja jika sebaran datanya sudah mewakili. Serta metode interpolasi IDW ini merupakan analisis persebaran yang sering dipakai karena lebih mudah di pahami dan dimengerti oleh orang awam karena penyajiannya yang sederhana. Dalam membuat analisis spasial diperlukan data pendukung yaitu titik koordinat dimana titik ini yang menjadi tempat penelitian. Selanjutnya adalah pengolahan data kualitas air tanah, peta administrasi Kabupaten Sleman diolah menggunakan *Software QGIS3* guna menganalisis persebaran kontaminan logam berat Timbal, Tembaga, serta Besi. Terkait dengan analisa deskriptif pada air tanah terdapat beberapa data guna pendukung pada penelitian yaitu kondisi tanah, aliran air tanah, serta tata guna lahan yang terkait dengan area yang menjadi lokasi penelitian,

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pola Persebaran Kualitas Air Tanah

Berdasarkan hasil olah data yang daerah penelitiannya telah difiksasi, maka hasilnya adalah didapatkan 14 titik sumur gali yang menjadi tempat pengambilan sampel air yang dimana lokasi penelitian ini berada pada wilayah Kapanéwon Ngaglik. Menurut Modul Jaringan Irigasi Air Tanah yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada tahun 2017, terdapat beberapa kriteria sumur adalah sebagai berikut:

1. Sumur gali (*dugwell*)

Sumur yang dibuat dengan cara digali menggunakan tenaga manusia sampai kedalaman kurang lebih 10 M - 15 M yang dikonstruksi dengan batu bata, penyadapan air menggunakan timba, pompa listrik atau pompa selam (pompa submersible).

2. Sumur dangkal (*shallow tubewell*)

Sumur dengan kedalaman kurang lebih 30 M - 40 M yang dikonstruksi dengan pipa berdiameter 2", penyadapan air menggunakan pompa hisap kurang lebih 1 liter/detik - 8 liter/detik untuk mengairi lahan seluas 1 Ha - 8 Ha.

3. Sumur bor menengah (*intermediate tubewell*)

Sumur dengan kedalaman kurang lebih 40 M - 60 M yang dikonstruksi dengan pipa berdiameter 6" ke 4", penyadapan air menggunakan pompa turbin dengan debit kurang lebih 10 liter/detik untuk mengairi lahan seluas 8 Ha - 15 Ha.

4. Sumur bor dalam (*deep tubewell*)

Sumur dengan kedalaman kurang lebih 60 M - 150 M yang dikonstruksi dengan pipa berdiameter 12" ke 10" atau 10" ke 8" , penyadapan air menggunakan pompa turbin atau pompa selam (*submersible*) dengan debit kurang lebih 15 liter/detik - 60 liter/detik untuk mengairi lahan seluas 15 Ha - 60 Ha.

Jadi menurut Modul Jaringan Irigasi Air Tanah yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum bisa dikatakan bahwa pada penelitian kali ini dilakukan pada sumur gali sesuai kriteria sumur yang telah dijelaskan. Data kedalaman sumur pada penelitian ini bisa dilihat dibagian sub-bab hasil observasi pada Tabel 4.3 dibawah. Adapun lokasi penelitian mencakup total 14 dusun yang terbagi atas 6 Kelurahan yaitu Kelurahan Sukoharjo, Kelurahan Donoharjo, Kelurahan Sardonoarjo, Kelurahan Sariharjo, Kelurahan Sinduharjo, serta

Kelurahan Minomartani. Data studi wilayah penelitian kali ini tercantum pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Data Wilayah Penelitian Air Tanah

Kapanéwon	Kelurahan	Dusun	Jumlah Titik Sumur
Ngaglik	Sukoharjo	Klidon	1
		Mendiro	1
	Donoharjo	Bantaran	1
	Sardonoharjo	Candi Karang	1
		Turen	1
		Bulusari	1
		Dayakan	1
	Sariharjo	Tambak Rejo	1
		Tegal Weru	1
		Mudal	1
		Jongkang	1
	Sinduharjo	Nglaban	1
		Tambakan	1
	Minomartani	Mlandangan	1

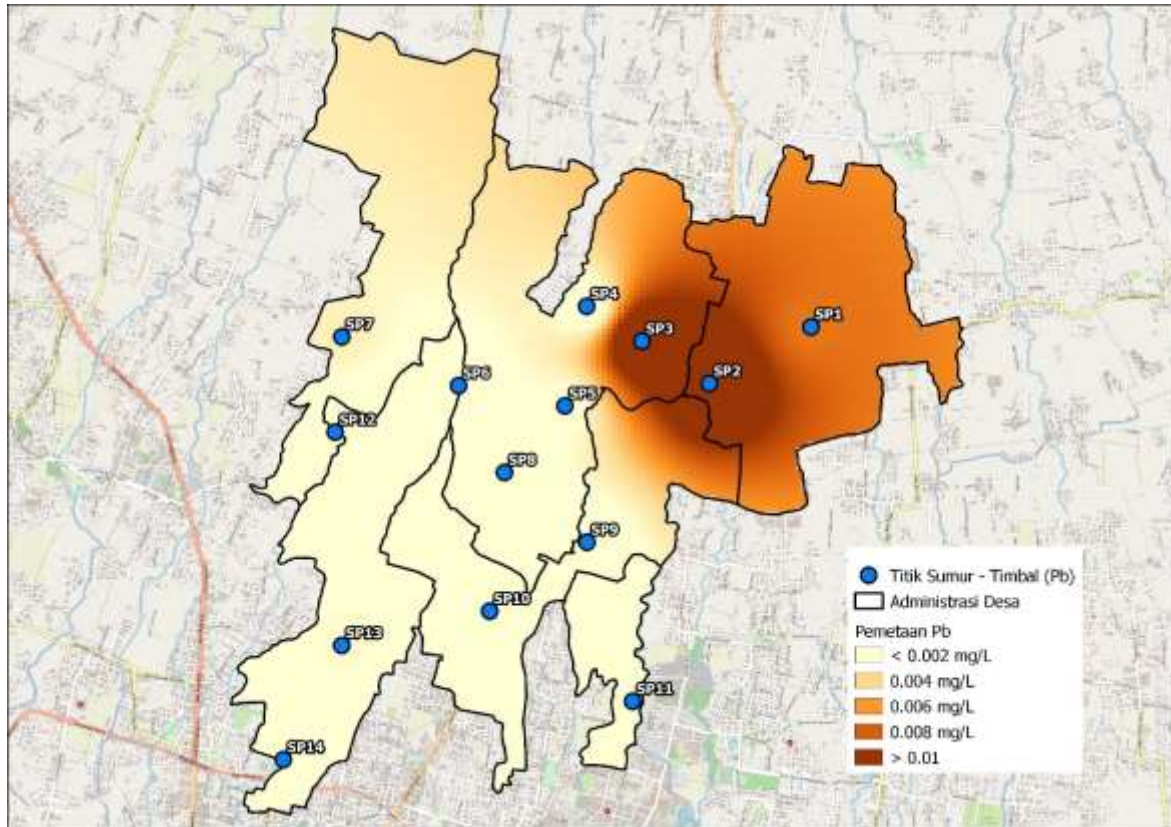
Data yang telah didapatkan selanjutnya diolah dengan menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Menurut Voltz dan Webster (1990) untuk mendapatkan model variogram yang stabil memerlukan 100 sampai 150 data, sedangkan metode IDW memerlukan minimal 14 data bila sebaran data cukup mewakili (Yasrebi, 2009). Serta metode interpolasi IDW ini merupakan analisis persebaran yang sering dipakai karena lebih mudah di pahami dan perhitungannya sederhana, tidak seperti metode geostatistik kriging yang memerlukan tahapan pemodelan variogram sebelum proses perhitungan kriging itu sendiri. Selain itu metode kriging memerlukan data yang lebih banyak dibandingkan untuk metode IDW. Metode IDW ini memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode IDW umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh dari persamaan matematika. Nilai kekuatan pada interpolasi IDW ini menentukan pengaruh terhadap titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak dimana permukaan yang dihasilkan kurang detail dan terlihat lebih halus, jika nilai kekuatan diperbesar berarti nilai keluaran (*output*) menjadi lebih terlokalisasi dan memiliki nilai rata-rata yang rendah.

Penurunan nilai kekuatan akan memberikan keluaran dengan rata-rata yang lebih besar, karena akan memberikan pengaruh untuk area yang lebih luas. Jika nilai kekuatan diperkecil, maka dihasilkan permukaan yang lebih halus (Pasaribu, 2012). Jadi, jika jarak antara lokasi sampel yang diukur dengan lokasi estimasi semakin besar maka bobot atau pengaruh titik ukuran terhadap estimasi akan berkurang secara eksponensial. Metode IDW ini dipilih karena penentuan titik yang digunakan dalam penelitian dapat ditentukan secara langsung berdasarkan area yang akan diinterpolasi. Dibandingkan dengan metode interpolasi *Sibson* memiliki kekurangan dimana titik sampel harus berada pada area terdekat sekitar titik yang akan diinterpolasi dan juga metode interpolasi *Spline* yang memiliki kekurangan ketika ada perbedaan nilai yang sangat signifikan pada titik yang berdekatan menyebabkan metode interpolasi ini tidak bekerja dengan baik. Sehingga metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) ini dipilih karena lebih unggul dalam proses interpolasi dengan nilai yang memiliki perbedaan yang sangat signifikan.

Berikut adalah hasil dari analisis persebarannya.

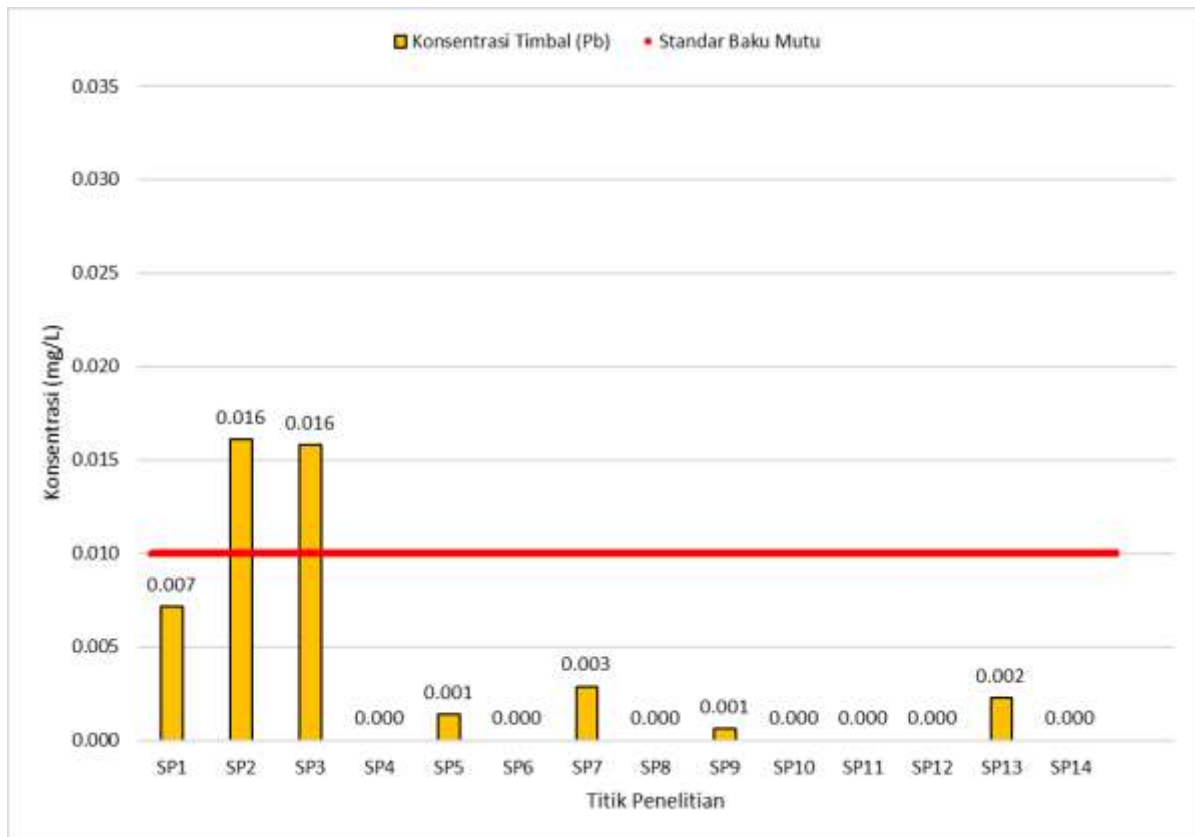
4.1.1 Parameter Timbal (Pb)

Menurut Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum parameter timbal memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah 0,01 mg/L, kadar maksimal ini juga sama dengan yang diatur pada Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Persebaran parameter timbal pada Kapanéwon Ngaglik dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Peta Pemantauan Kontaminan Timbal (Pb)

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa terdapat 2 titik parameter timbal yang telah diinterpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) memiliki nilai paling tinggi yaitu pada titik SP2 sebesar 0,01609 mg/L dan SP3 sebesar 0,01578 mg/L dan mendapatkan hasil warna cokelat gelap pada peta. Pada pemetaan ini hasil kontaminasi dapat dilihat berdasarkan warna dari kontaminasi rendah yang diwakili dengan warna coklat muda hingga kontaminasi tinggi yang diwakili dengan warna coklat gelap. Untuk titik yang berada pada warna yang gelap maka menandakan bahwa hasil dari kontaminasi timbal pada titik tersebut tinggi. Hasil dari pengujian parameter Timbal (Pb) pada penelitian kali ini berkisar dari 0,0006 hingga yang tertinggi adalah sebesar 0,01609 mg/L. Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Timbal mengacu Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Timbal (Pb)

Mengacu kepada Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum, timbal memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah 0,01 mg/L. Hasil ini menandakan bahwa sumur air tanah pada penelitian parameter Timbal (Pb) ini terdapat 2 titik yang melebihi baku mutu air minum. Indikasi adanya pencemaran timbal pada lingkungan bisa saja diakibatkan oleh 4 sumber distribusi yaitu udara, air, tanah, serta bahan pangan. Sumber-sumber timbal buatan manusia memainkan peranan yang paling besar dalam lingkungan (Sodhi, 2015). Contoh timbal pada lingkungan:

1. Pada udara

Komponen lingkungan yang memiliki konsentrasi kadar timbal tinggi dan harus diwaspadai adalah udara. Hasil pengukuran yang dilakukan pada 2010 menurut Agus (2010) Konsentrasi PM10 di Kabupaten Sleman berkisar antara 91-171 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hampir di semua titik lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Sleman memiliki konsentrasi PM10 di bawah baku mutu yang dipersyaratkan. Kendaraan bermotor memberikan kontribusi terbesar dalam menyumbang timbal di udara. Sebagai ilustrasi, menurut

Kantor Pelayanan Pajak Daerah (KPPD) mencatat penambahan jumlah sepeda motor di Sleman kurang lebih 3.700 unit per tahun atau naik 12%. Sementara mobil penambahannya 650-an unit per tahun atau naik 14%. Jumlah ini terus meningkat sampai hari ini, yang artinya kadar timbal di udara juga terus meningkat. Debu, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, garam laut yang terpencair adalah beberapa fenomena alam lain yang membuat penyebaran dan konsentrasi timbal terjadi di alam (Sodhi, 2015). Partikel timbal yang terdapat dalam asap kendaraan bermotor berukuran 0,02–1,00 μm , dengan masa tinggal di udara mencapai 4–40 hari. Partikel yang sangat kecil ini memungkinkan timbal terhirup dan masuk sampai ke paru paru. Timbal dalam bentuk gas akan masuk ke dalam tubuh dan dapat terikat di dalam darah (Agus, 2010).

2. Pada air

Sumber utama adanya timbal di air berasal dari pembuangan limbah yang mengandung timbal. Salah satu industri yang dalam air limbahnya mengandung timbal adalah industri aki penyimpanan di mobil, di mana elektrodanya mengandung 93% timbal dalam bentuk timbal oksida (PbO_2), bahan produksi batere pada kendaraan bermotor, produksi logam-logam lainnya biasanya juga mengandung timbal seperti amunisi, kabel, dan solder. Timbal juga digunakan dalam industri percetakan, sekering, dan alat listrik lainnya. Timbal murni biasanya dipakai untuk melapisi logam lain sehingga tidak mudah berkarat, serta campuran pembuatan cat sebagai bahan pewarna karena daya larutnya yang rendah dalam air (Darmono, 1994).

3. Pada tanah

Keberadaan timbal di dalam tanah dapat berasal dari limbah rumah tangga, pertanian, industri masyarakat, serta emisi kendaraan bermotor dimana partikel timbal yang terlepas ke udara secara alami dengan adanya gaya gravitasi maka timbal tersebut akan turun ke tanah. Kandungan timbal dalam tanah bervariasi misalnya karena kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya dan kondisi transportasi. Logam berat hasil limbah yang bercampur pada tanah juga berpengaruh signifikan. Dalam jangka waktu yang lama, maka dapat membuat *leaching* atau ekstraksi suatu padatan menjadi cair yang efeknya akan membuat lindi yang berakibat kepada pencemaran tanah serta air yang kemudian efeknya adalah terkontaminasi kepada tubuh makhluk hidup disekitarnya (Kahfindra, 2022). Kandungan timbal lebih banyak ditemukan pada permukaan tanah sampai beberapa centimeter di bawahnya. Logam berat timbal di dalam tanah ditemukan juga dalam bentuk ion. Logam yang tidak terikat dengan senyawa kompleks bersifat larut dan relatif tersedia bagi tanaman. Adanya senyawa organik di dalam tanah dapat

mengikat logam menjadi senyawa kompleks sehingga dapat mengurangi bahaya akumulasi logam di dalam tanaman (Shiela, 1994).

4. Pada bahan pangan

Bahan pangan yang dikonsumsi manusia juga mengandung timbal secara alami. Pada ikan dan binatang lain mengandung timbal 0,2-2,5 mg/kg, pada daging atau telur mengandung timbal sebesar 0-0,37 mg/kg, padi-padian mengandung timbal sebesar 0-1,39 mg/kg dan sayur-sayuran mengandung 0- 1,3 mg/kg (Naria, 2005). Indonesia mempunyai batas maksimum cemaran timbal (Pb) pada bahan makanan yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral Pengawas Obat dan Makanan pada lampiran dalam Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 9 Tahun 2022 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan.

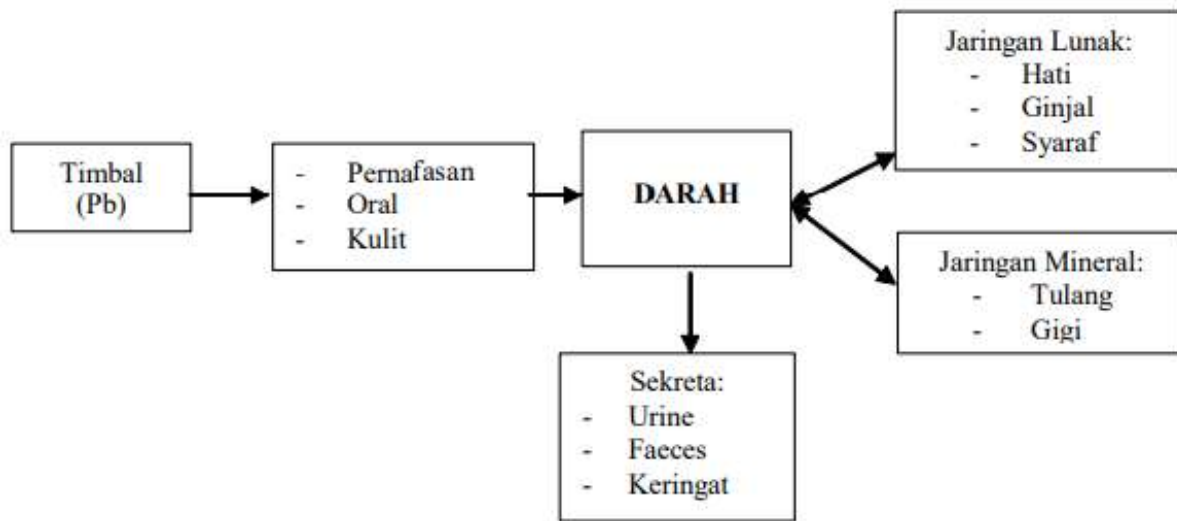
Menurut Palar (2004) juga menyebutkan bahwa terdapat bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya. Bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya

Bentuk persenyawaan	Kegunaan
Pb + As + Sn + Bi	Kabel listrik
Pb + Sb	Kabel telepon
Pb + Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Pb + Ni	Senyawa azida untuk bahan peledak
Pb + Cr + Mo + Cl	Pewarnaan pada cat
Pb – asetat	Pengkilap keramik dan bahan anti api
<i>Tetrametil – Pb dan Tetraetil - Pb</i>	<i>Aditive</i> bahan bakar kendaraan bermotor

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia, sekitar 40% timbal masuk melalui pernapasan diabsorpsi sampai ke saluran pernafasan. Sekitar 5-10% dari senyawa timbal masuk diserap oleh saluran gastrointestinal. Timbal yang masuk dari jalur makanan masuk ke saluran cerna dan masuk kedalam darah pada anak-anak tingkat penyerapan mencapai 53% sementara orang dewasa sebesar 10%. Berikut

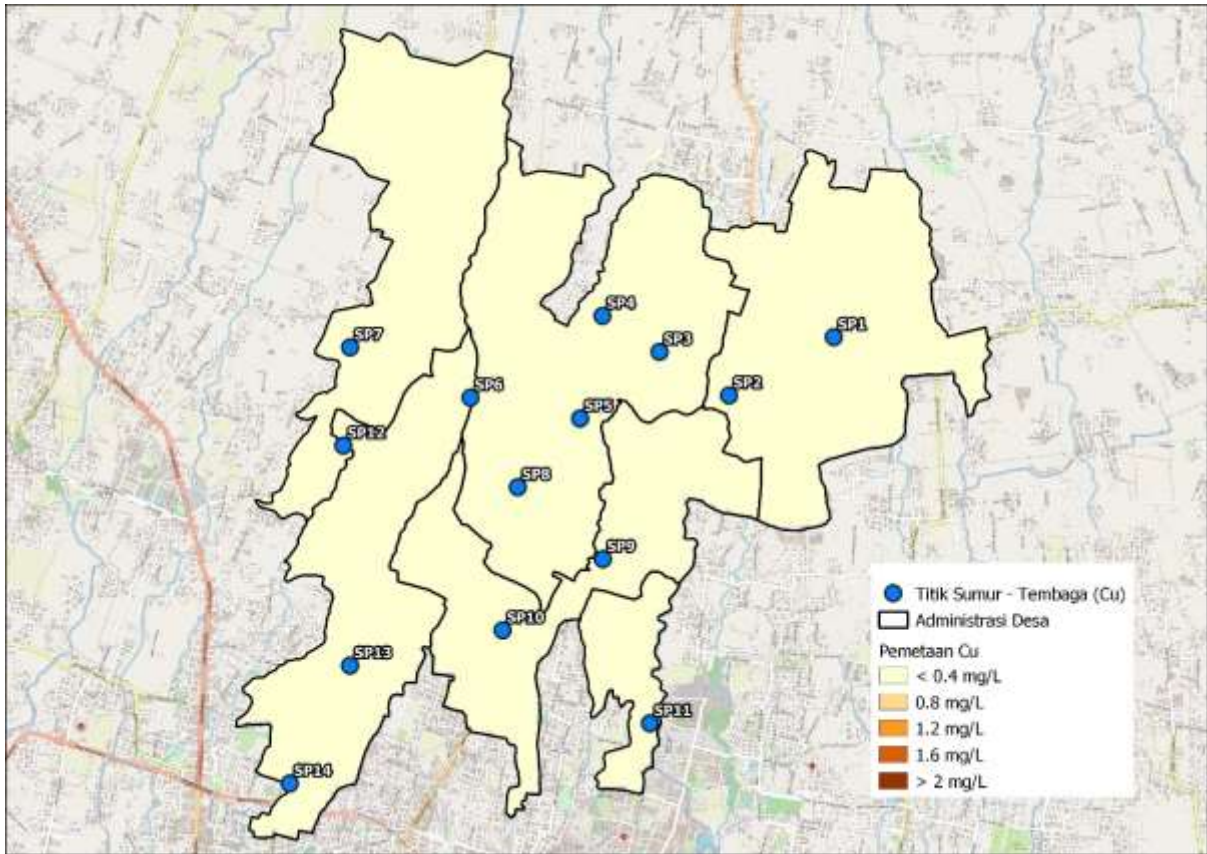
merupakan akumulasi timbal dalam tubuh manusia dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Akumulasi Timbal Pada Tubuh Manusia

4.1.2 Parameter Tembaga (Cu)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, tembaga memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah sebesar 2,0 mg/L. Sementara itu, parameter tembaga pada Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air kadar maksimalnya tidak diatur baku mutunya atau tidak ada. Persebaran parameter tembaga pada Kapanéwon Ngaglik dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.

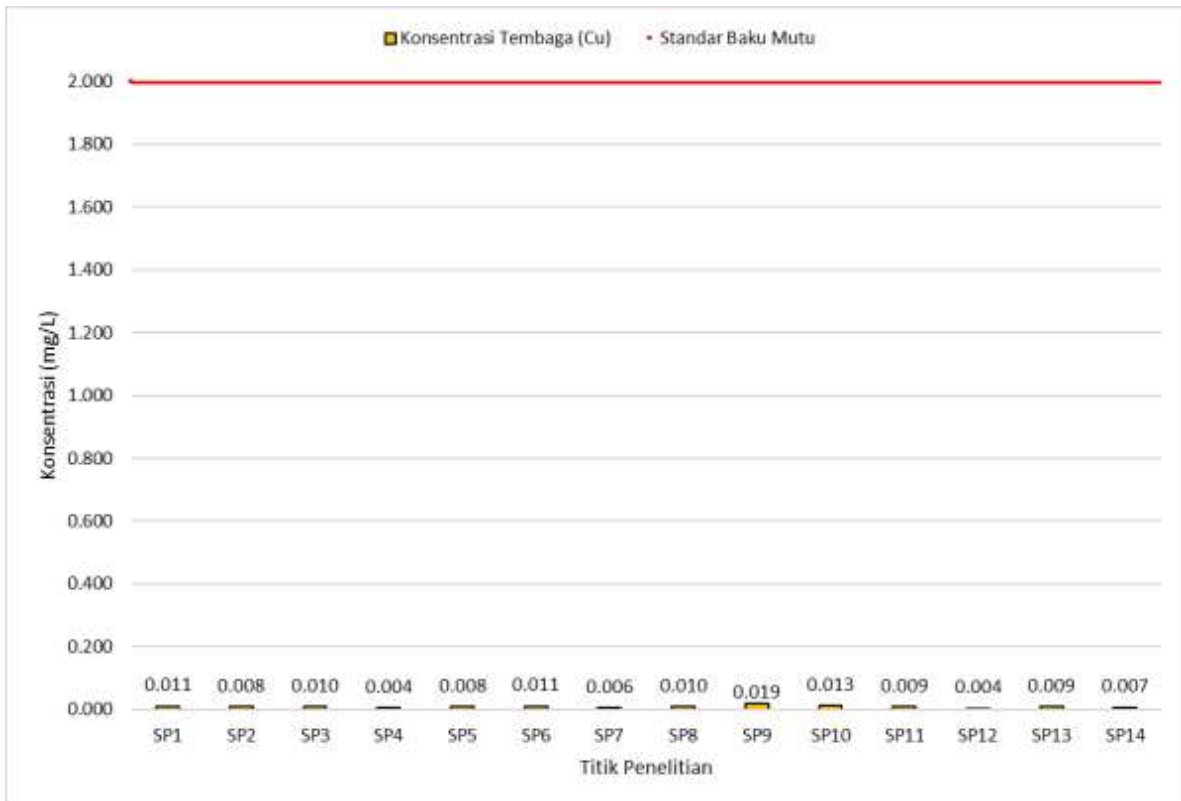


Gambar 4. 4 Peta Pemantauan Kontaminan Tembaga (Cu)

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa hasil penelitian dari parameter tembaga yang telah diinterpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) memiliki nilai dibawah dari 0,2 mg/L. Hasil dari pengujian parameter Tembaga (Cu) pada penelitian kali ini berkisar dari 0,0037 mg/L hingga yang tertinggi adalah sebesar 0,0189 mg/L. Mengacu kepada Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, tembaga memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah sebesar 2,0 mg/L. Pada pemetaan ini hasil kontaminasi pada Gambar 4.4 dapat dilihat berdasarkan warna dari kontaminasi rendah yang diwakili dengan warna coklat muda hingga kontaminasi tinggi yang diwakili dengan warna coklat gelap. Untuk titik yang berada pada warna yang gelap maka menandakan bahwa hasil dari kontaminasi timbal pada titik tersebut tinggi. Tetapi pada penelitian parameter tembaga ini tidak terdapat hasil kontaminasi tinggi karena sesuai dengan hasil pemetaan mendapatkan warna cerah. Dapat disimpulkan bahwa parameter ini masih jauh dibawah baku mutu yang ada.

Manusia dapat terpapar oleh tembaga melalui makanan, minuman, pernapasan, kontak udara dengan kulit, atau tembaga yang terkandung dalam air. Terpaparnya

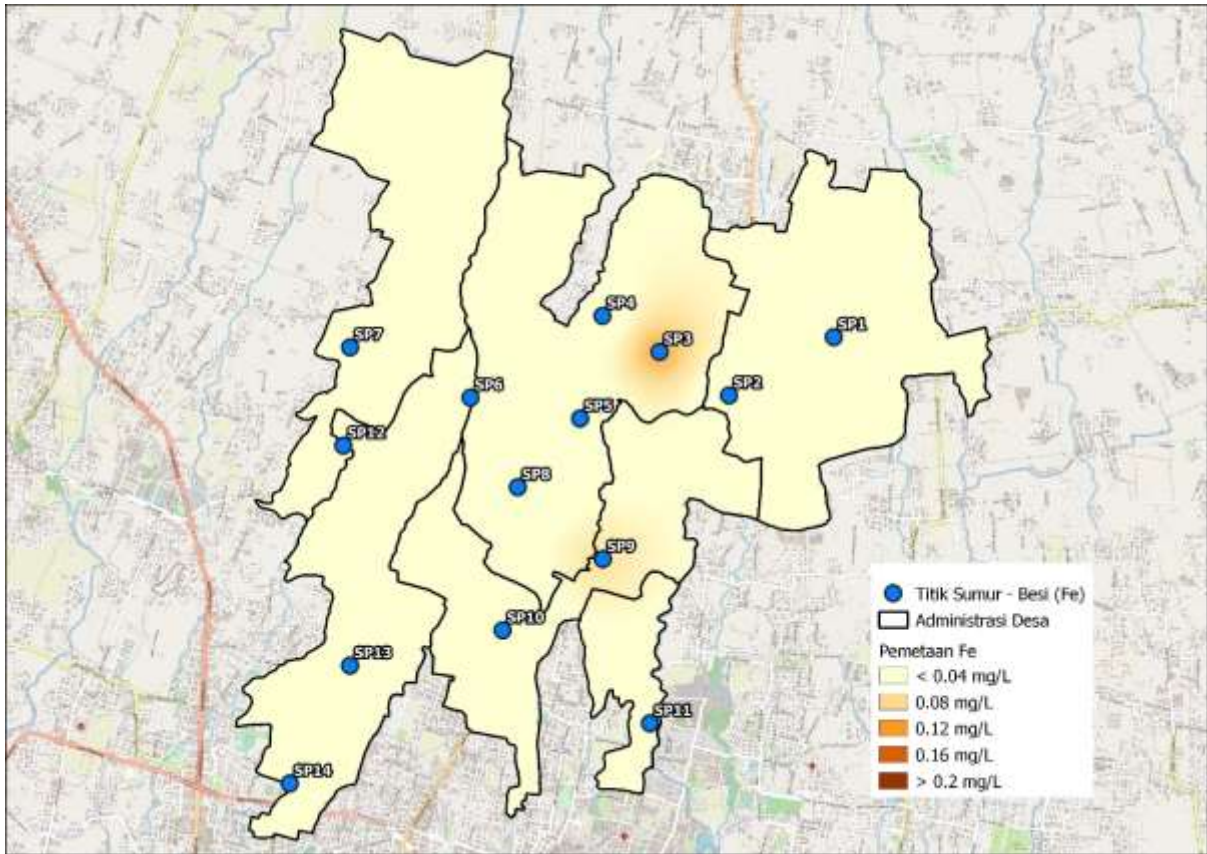
tembaga dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan masalah pada kesehatan seperti anemia, sintesa darah merah, kematian, penurunan intelegensia pada anak-anak, sorosis hati, degenatif pada otak, penyakit pada paru-paru, Sehingga menandakan bahwa sumur air tanah pada penelitian parameter Tembaga (Cu) ini masih dalam batas aman untuk dikonsumsi oleh tubuh manusia. Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Tembaga sendiri dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah.



Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Tembaga (Cu)

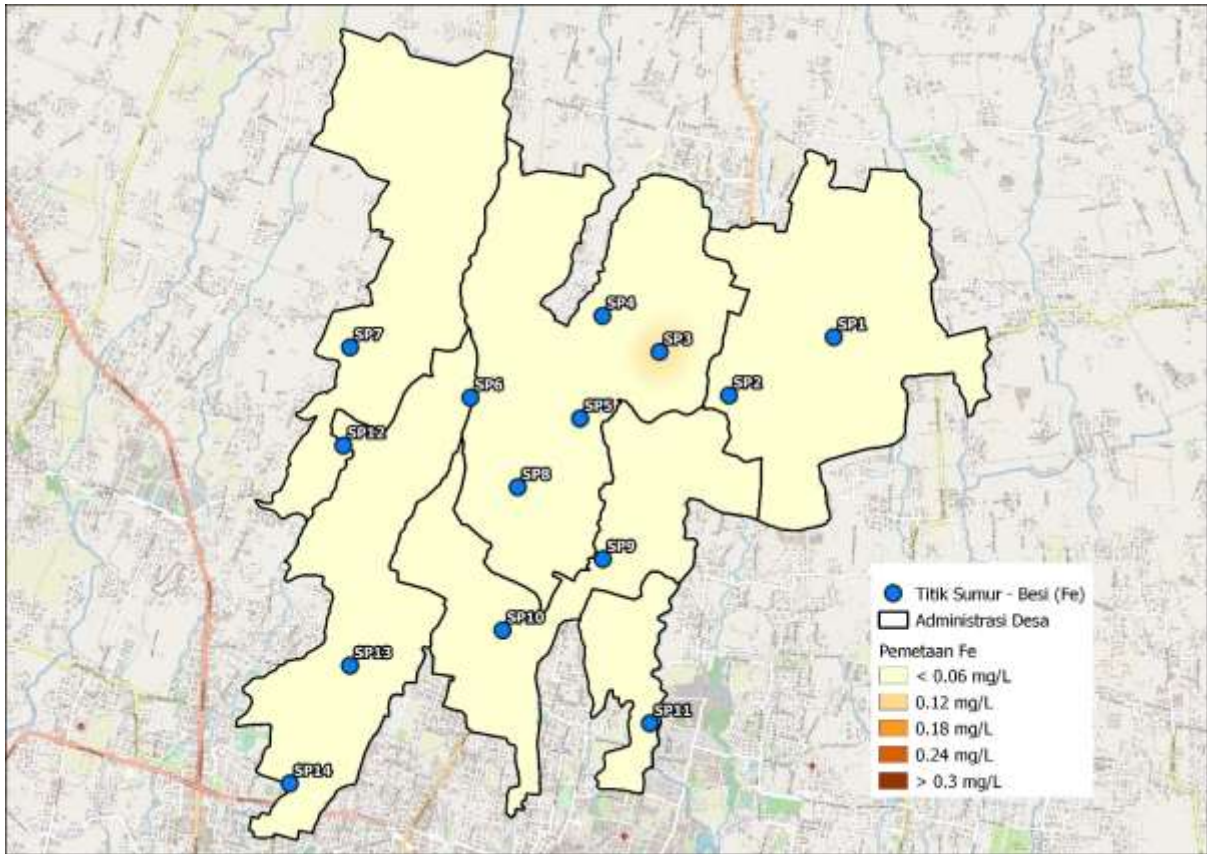
4.1.3 Parameter Besi (Fe)

Menurut Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum, besi memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar 0,2 mg/L. Tetapi menurut Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum parameter timbal memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah 0,3 mg/L. Persebaran parameter besi pada Kapanéwon Ngaglik dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Peta Pemantauan Kontaminan Besi (Fe) Mengacu PERMENKES No. 2 Tahun 2023

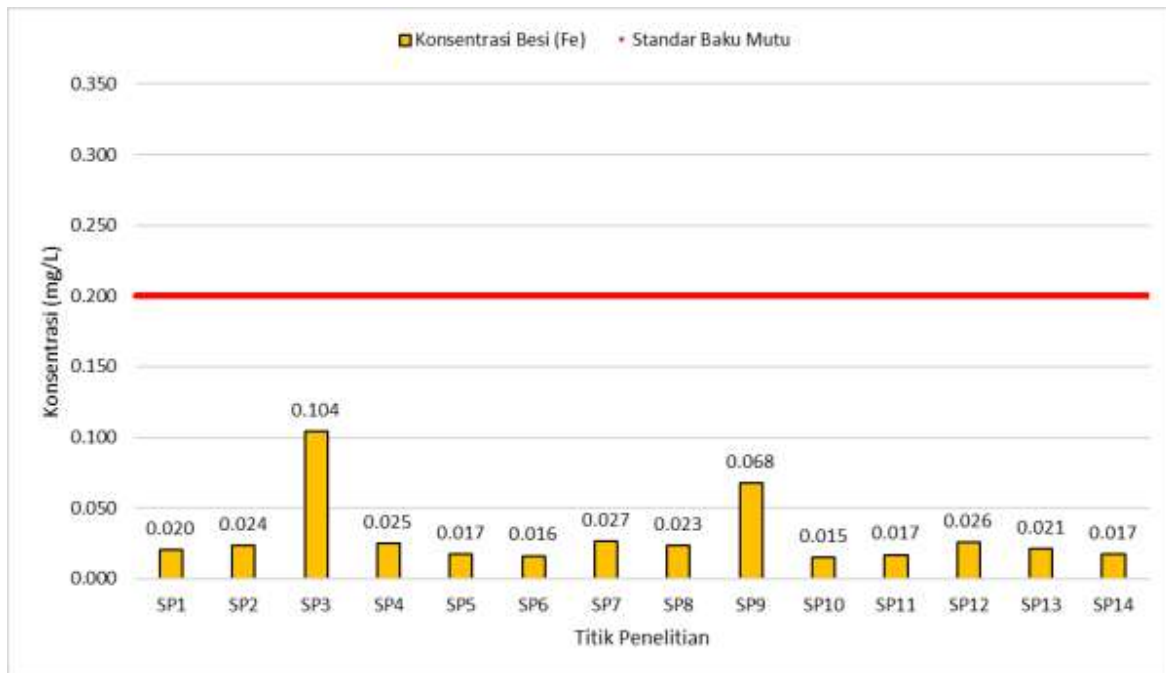
Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa hasil penelitian dari parameter besi yang telah diinterpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) memiliki nilai dibawah dari 0,2 mg/L. Hasil dari pengujian parameter Besi (Fe) pada penelitian kali ini berkisar dari 0,0148 mg/L hingga yang tertinggi adalah sebesar 0,1039 mg/L. Mengacu BAB II Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air bagian parameter wajib air minum, besi memiliki kadar maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar 0,2 mg/L. Sedangkan jika mengacu kepada BAB II Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air, pola persebarannya dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah. Sehingga menandakan bahwa sumur air tanah pada penelitian parameter Besi (Fe) ini masih dalam batas aman untuk dikonsumsi oleh tubuh manusia.



Gambar 4. 7 Peta Pemantauan Kontaminan Besi (Fe) Mengacu PERMENKES No. 492 Tahun 2010

Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa terdapat 2 titik yang memiliki warna gelap yaitu pada titik SP3 dan SP9. Berdasarkan hasil observasi pada titik penelitian, hasil kontaminasi dapat dilihat berdasarkan warna dari kontaminasi rendah yang diwakili dengan warna coklat muda hingga kontaminasi tinggi yang diwakili dengan warna coklat gelap. Untuk titik yang berada pada warna yang gelap maka menandakan bahwa hasil dari kontaminasi timbal pada titik tersebut tinggi.

Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi mengacu kepada BAB II Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air sendiri dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah.



Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe)

Dengan adanya kadar besi pada air, ini mengindikasikan bahwa terdapat masalah juga yang dapat ditimbulkan dari adanya parameter ini, contohnya:

1. Gangguan Teknis Sistem Perpipaan

Efek yang merugikan karena adanya endapan dari besi adalah bersifat korosif terutama kepada pipa galvanis yang akan mengendap pada saluran pipa yang akan mengakibatkan kebuntuan, mengotori bahan yang terbuat dari seng seperti wastafel atau kloset.

2. Gangguan Fisik

Efek yang ditimbulkan karena adanya endapan dari besi terlarut adalah munculnya warna, rasa, serta bau yang terasa tidak enak jika konsentrasinya tinggi.

3. Gangguan Kesehatan

Tubuh manusia tidak bisa mensekresi kandungan besi. Jika dalam jumlah yang kecil, besi dibutuhkan untuk tubuh manusia yaitu sekitar 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi jika dosis yang diterima melebihi dosis maksimal maka akan menimbulkan masalah kesehatan. Dalam dosis yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada dinding usus, iritasi pada mata, iritasi pada kulit, menyebabkan sirosis hati, kerusakan pancreas sehingga menimbulkan diabetes

4. Gangguan Ekonomis

Efek yang ditimbulkan oleh adanya parameter ini secara tidak langsung mengakibatkan kerusakan pada peralatan sehari-hari yang digunakan serta fasilitas-fasilitas lain yang dikemudian hari akan memerlukan biaya lebih untuk melakukan penggantian alat.

4.2 Faktor Yang Terhubung Dengan Sebaran Kualitas Air Tanah

Faktor yang menjadi pengaruh pada penelitian terhadap kualitas air tanah sendiri adalah sebagai berikut.

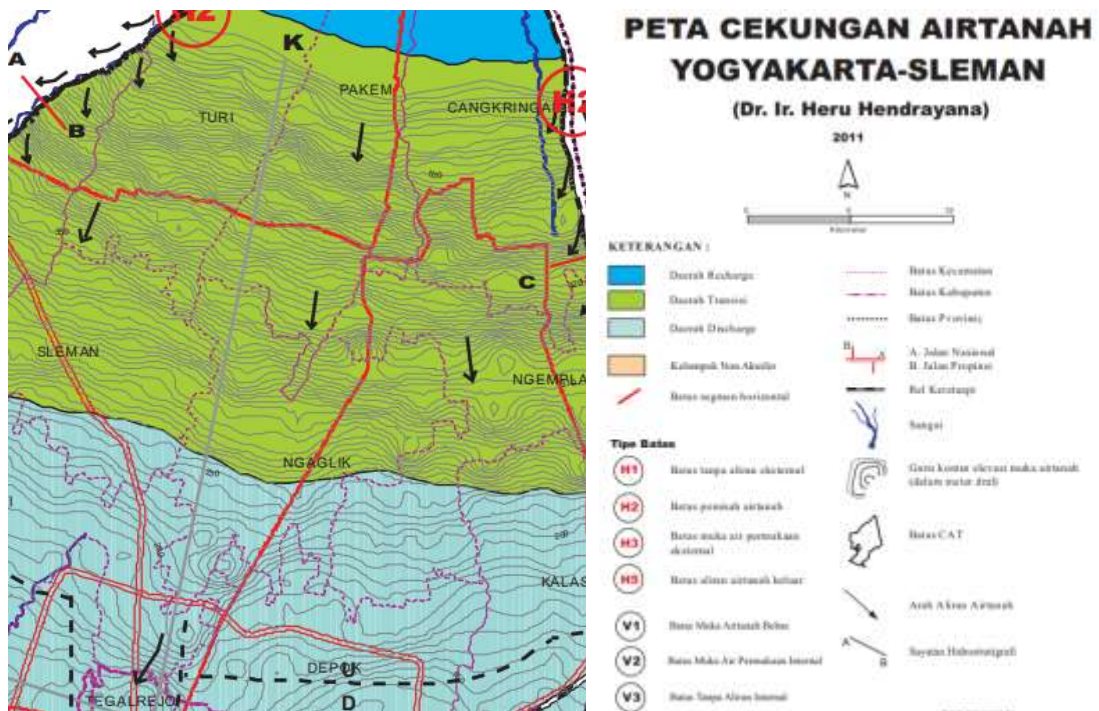
4.2.1 Kondisi Tanah

Pada Kabupaten Sleman, terdapat 4 jenis tanah dimana dominasi tanah paling banyak adalah tanah regosol. Jenis-jenisnya sendiri terbagi menjadi regosol, mediteran, litosol, serta grumusol. Dimana jumlah jenis tanah regosol memiliki area sebaran sebesar 85,69% (49.262 ha) wilayah Kabupaten Sleman, disusul dengan tanah mediteran yaitu sebesar 6,69% (3.851 ha), tanah jenis litosol sebesar 4,03% (2.317 ha), serta grumusol sebesar 3,03% (1.746 ha). Kondisi air tanah pada Kapanéwon Ngaglik mempunyai akuifer bebas dengan kedalaman air tanah yang rendah atau dangkal. Dengan keadaan kondisi air tanah ini, air tanah pada Kapanéwon Ngaglik memiliki permeabilitas tinggi sehingga memudahkan masuknya kontaminasi logam berat. Ditambah lagi dengan jenis tanah yang dimiliki oleh Kapanéwon Ngaglik ini adalah tanah regosol yang berbahan dari material vulkanik yang berasal dari gunung Merapi muda dan terbawa karena aliran sungai, sehingga jenis tanah ini mempunyai porositas besar sehingga memiliki kemampuan peresapan air yang tinggi (Purwantara, 2018). Karena permeabilitas tanah jenis regosol ini memiliki kemampuan yang tinggi pada peresapan air, maka bisa dikatakan bahwa jenis tanah ini memiliki daya distribusi yang bagus. Tanah mempunyai dampak yang langsung dan sangat signifikan dari jumlah *recharge* air yang meresap kedalam tanah hingga mencapai muka airtanah dan juga mempengaruhi pergerakan kontaminan logam berat. Karena media akuifer juga mempengaruhi jumlah dari material permukaan yang terkontaminasi dalam menembus lapisan akuifer. Rute dimana kontaminan logam berat akan mengalir tergantung dari sifat fisik dari media akuifer, yaitu retakan, porositas atau permeabilitas. Semakin besar kemampuan akuifer untuk menahan kontaminan logam berat maka waktu tempuh pergerakan kontaminan akan semakin lama sehingga potensi kontaminasi airtanah akan semakin kecil.

4.2.2 Aliran Air Tanah

Arah aliran air tanah merupakan salah satu faktor pencemaran air tanah sebab sudah menjadi sifat alamiah air yang mengalir dari tempat tinggi ke rendah. Arah aliran air tanah ini dapat membantu dalam mengidentifikasi distribusi dan tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu wilayah. Aliran air tanah adalah bagian dari sebuah siklus hidrologi dimana air hujan memiliki peran penting dalam masuknya air ke dalam tanah sehingga tersipan ke dalam akuifer. Kabupaten Sleman sendiri memiliki 4 jalur aliran mata air yaitu jalur air Ngaglik, Jalur air Sleman-Cangkringan, Jalur air Yogyakarta, serta jalur air Bebeng. Menurut Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sleman, daerah ini juga menjadi daerah resapan air. Akuifer dapat membawa air tanah dengan kemampuan masing-masing. Karena akuifer ini adalah lapisan batuan yang memiliki dimensi batu yang berbeda beda maka memungkinkan memiliki kemampuan dalam membawa air yang terkontaminasi logam berat dengan tingkat produktifitas tinggi, tingkat produktifitas rendah, bahkan ada juga yang tidak memiliki tingkat produktifitas dalam membawa air. Kapanéwon Ngaglik terletak pada wilayah selatan lereng Gunung api Merapi. Kondisi topografi Kapanéwon Ngaglik berada pada ketinggian mulai dari yang terendah adalah 100 meter diatas permukaan laut hingga yang tertinggi 499 meter diatas permukaan laut. Dengan posisi wilayah yang berada pada lereng Gunung Merapi ini, maka aliran tanah pada Kapanéwon Ngaglik ini berjalan menurun ke dataran yang paling rendah yaitu menuju wilayah selatan. Sistem akuifer tersebut merupakan sistem yang potensial karena terus menerus membawa air dari utara ke selatan yang secara administratif mengalir kepada daerah Kota Yogyakarta bahkan hingga ke Kabupaten Bantul. Peluruhan padatan yang terdapat kandungan logam berat memiliki proses jangka waktu yang lama. Potensi yang diakibatkan adalah dapat membuat leaching atau ekstraksi suatu padatan menjadi cair yang efeknya akan membuat lindi yang berakibat kepada pencemaran tanah serta air yang kemudian efeknya adalah terkontaminasi kepada tubuh makhluk hidup disekitarnya. Sifat alamiah air yang mengalir dari tempat tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah menjadi salah satu faktor penentu distribusi kontaminasi logam berat. Menurut Hendrayana (2013), berikut merupakan arah aliran air tanah Kabupaten Sleman dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.

Gambar 4. 9 Peta Aliran Air Tanah Sleman



(Sumber: Cadangan Air Tanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Airtanah Yogyakarta-Sleman)

4.2.3 Tata Guna Lahan

Kapanéwon Ngaglik terletak pada Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki luas wilayah sebesar 38,52 km². Menurut Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sleman, daerah ini juga menjadi kawasan aglomerasi (penyangga pengembangan) dari Kota Yogyakarta ke arah Utara. Pada tahun 2020, menurut buku yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa penduduk pada Kapanéwon Ngaglik memiliki populasi sekitar 96.996 jiwa dengan kepadatan penduduk sekitar 2.519 km². Pertumbuhan penduduk pada wilayah ini tercatat memiliki persentase laju pertumbuhan sekitar 2,25%. Dimana pembangunan berdampak kepada kuantitas dan kualitas air tanah. Mengingat banyaknya masyarakat yang masih enggan dalam menjaga dan merawat lingkungannya. Karena faktor inilah yang menyebabkan air tanah sukar dalam meresap air.

Tata guna lahan pada Kapanéwon Ngaglik sendiri terdiri dari lahan non pertanian dan pertanian. Dengan laju pertumbuhan penduduk yang pesat dan ditambah oleh faktor banyaknya pendatang karena wilayah ini merupakan area pariwisata dan juga area Pendidikan, jelas wilayah ini mendapatkan imbas terkait dengan

perkembangan wilayah perkotaan. Menurut Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman Tahun 2021, perubahan tata guna lahan mulai tahun 2019 hingga 2020 pemukiman penduduk adalah perubahan yang paling signifikan pertumbuhannya yaitu sekitar 60,5 ha. Jumlah 60,5 ha itu sendiri merupakan perubahan mulai dari menambahnya bangunan pada pedesaan sebesar 31,69 ha serta bangunan pada perkotaan sebesar 28,82 ha. Dari faktor perubahan lahan tersebut yang paling berkurang pesat areanya adalah persawahan.

Mulai dari periode 2 tahun yaitu tahun 2019 hingga 2020 area persawahan seluas 57,33 ha telah berubah menjadi bangunan rumah penduduk. Grafik perubahan penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah. Dengan catatan, pada Luas Lahan Kering (grafik warna kuning) mendapatkan hasil 0 dikarenakan data Luas Lahan Kering pada Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman Tahun 2019 adalah tidak ada. Pengaruh pada pembangunan pada decade ini membawa perubahan yang besar yaitu mulai dari ekonomi dan sosial masyarakat. Tapi pola penggunaan lahan ini memberikan dampak terhadap fungsi hidrologi, serta fungsi lahan pertanian. Lahan-lahan terbuka untuk peresapan air hujan banyak berubah fungsi menjadi bangunan fisik seperti hotel, apartemen, perumahan, dan pertokoan tanpa diimbangi dengan pembangunan infrastruktur drainase yang memadai. Kondisi tersebut telah memberi dampak nyata terhadap penurunan luasan area terbuka dan menurunnya kapasitas infiltrasi air sehingga berpengaruh terhadap semakin meningkatnya frekuensi banjir genangan dan sumur kering. Penurunan infiltrasi air mengakibatkan terjadinya aliran permukaan (run-off) yang bermuara di saluran-saluran drainase yang sudah disediakan. Kapasitas saluran drainase yang masih belum mencukupi, kondisi topografi yang menurun dan kapasitas aliran permukaan yang cukup besar menciptakan genangan-genangan bahkan banjir di beberapa wilayah Sleman, terutama kawasan perkotaan. Berikut merupakan grafik perubahan lahan terdapat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 10 Grafik Perubahan Penggunaan Lahan Utama

(Sumber: Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kabupaten Sleman Tahun 2017 - 2021)

4.3 Hasil Observasi

Berikut adalah hasil observasi dari penelitian yang telah dicari adalah pada Tabel 4.3 dibawah.

Tabel 4. 3 Hasil Observasi Sumur

No.	Nama	Koordinat	Kedalaman Sumur	Umur Sumur	Konsentrasi (mg/L)		
			(m)	(Tahun)	Timbal (Pb)	Tembaga (Cu)	Besi (Fe)
1	SP1	-7.703536	7	20	0.00713	0.0106	0.0204
		110.427105					
2	SP2	-7.709475	5-6	30	0.01609	0.0079	0.0236
		110.416435					
3	SP3	-7.705034	7	2	0.01578	0.0096	0.1039
		110.40935					
4	SP4	-7.701371	5	30	0	0.004	0.0246
		110.403544					
5	SP5	-7.711822	12	50	0.00136	0.0083	0.0173
		110.401262					
6	SP6	-7.709699	4	40	0	0.0108	0.0161
		110.390103					

No.	Nama	Koordinat	Kedalaman Sumur	Umur Sumur	Konsentrasi (mg/L)		
			(m)	(Tahun)	Timbal (Pb)	Tembaga (Cu)	Besi (Fe)
7	SP7	-7.704578	7	10	0.00288	0.0056	0.0266
		110.377839					
8	SP8	-7.718808	12	30	0	0.0097	0.0231
		110.394919					
9	SP9	-7.726133	6	22	0.0006	0.0189	0.0678
		110.403578					
10	SP10	-7.733378	5	7	0	0.0132	0.0148
		110.393373					
11	SP11	-7.742841	8	15	0	0.0086	0.0168
		110.408374					
12	SP12	-7.72551	6	4	0	0.0037	0.0256
		110.374833					
13	SP13	-7.736972	6	12	0.00227	0.0091	0.0208
		110.377833					
14	SP14	-7.748963	8	15	0	0.0069	0.0173
		110.371692					

Tabel 4. 4 Hasil Standar Deviasi

Timbal (Pb)		Tembaga (Cu)		Besi (Fe)	
<i>Mean</i>	0.0033	<i>Mean</i>	0.0091	<i>Mean</i>	0.0299
<i>Standard Error</i>	0.0015	<i>Standard Error</i>	0.0010	<i>Standard Error</i>	0.0067
<i>Median</i>	0.0003	<i>Median</i>	0.0089	<i>Median</i>	0.0220
<i>Mode</i>	0.0000	<i>Mode</i>	#N/A	<i>Mode</i>	0.0173
<i>Standard Deviation</i>	0.0057	<i>Standard Deviation</i>	0.0038	<i>Standard Deviation</i>	0.0250
<i>Sample Variance</i>	0.0000	<i>Sample Variance</i>	0.0000	<i>Sample Variance</i>	0.0006
<i>Kurtosis</i>	2.2098	<i>Kurtosis</i>	2.5135	<i>Kurtosis</i>	6.2264
<i>Skewness</i>	1.8504	<i>Skewness</i>	1.1271	<i>Skewness</i>	2.5490
<i>Range</i>	0.0161	<i>Range</i>	0.0152	<i>Range</i>	0.0891
<i>Minimum</i>	0.0000	<i>Minimum</i>	0.0037	<i>Minimum</i>	0.0148
<i>Maximum</i>	0.0161	<i>Maximum</i>	0.0189	<i>Maximum</i>	0.1039
<i>Sum</i>	0.0461	<i>Sum</i>	0.1272	<i>Sum</i>	0.4187
<i>Count</i>	14.000	<i>Count</i>	14.000	<i>Count</i>	14.000
<i>Confidence Level(95.0%)</i>	0	<i>Confidence Level(95.0%)</i>	0	<i>Confidence Level(95.0%)</i>	0
	0.0033		0.0022		0.0144

Nilai *standard deviation* merupakan suatu nilai yang digunakan dalam menentukan persebaran data pada suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean*. Standar deviasi atau simpangan baku merupakan ukuran penyebaran yang paling baik, karena menggambarkan besarnya penyebaran tiap-tiap unit observasi (Ghozali, 2016). Standar deviasi adalah nilai akar kuadrat dari suatu varian dimana digunakan untuk menilai rata-rata

atau yang diharapkan. Standar deviasi atau simpangan baku dari data yang telah disusun dalam tabel frekuensi. Nilai *standard deviation* merupakan suatu nilai yang digunakan dalam menentukan persebaran data pada suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean* (Sekaran, 2016). Secara statistika dinyatakan bahwa ukuran sampel yang semakin besar diharapkan akan memberikan hasil yang semakin baik. Dengan sampel yang besar, *mean* dan standar deviasi yang diperoleh mempunyai probabilitas yang tinggi untuk menyerupai mean dan standar deviasi populasi. Hal ini karena jumlah sampel ada kaitannya dengan pengujian hipotesis statistika. Meskipun sampel yang besar akan semakin baik, sampel yang kecil bila dipilih secara acak dapat mencerminkan pula populasi dengan akurat (Hajar, 1996). Nilai *standard deviation* merupakan suatu nilai yang digunakan dalam menentukan persebaran data pada suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean*. Sebagai contoh nilai Nilai *standard deviation* pada variabel sebaran kontaminasi timbal (Pb) adalah 0.0057, tembaga (Cu) adalah 0.0038 dan besi (Fe) adalah 0.025. Semakin besar nilai *standard deviation* maka semakin beragam nilai-nilai pada sebaran kontaminasi atau semakin tidak akurat dengan mean, sebaliknya semakin kecil *standard deviation* maka semakin serupa nilai-nilai pada item atau semakin akurat dengan *mean*.

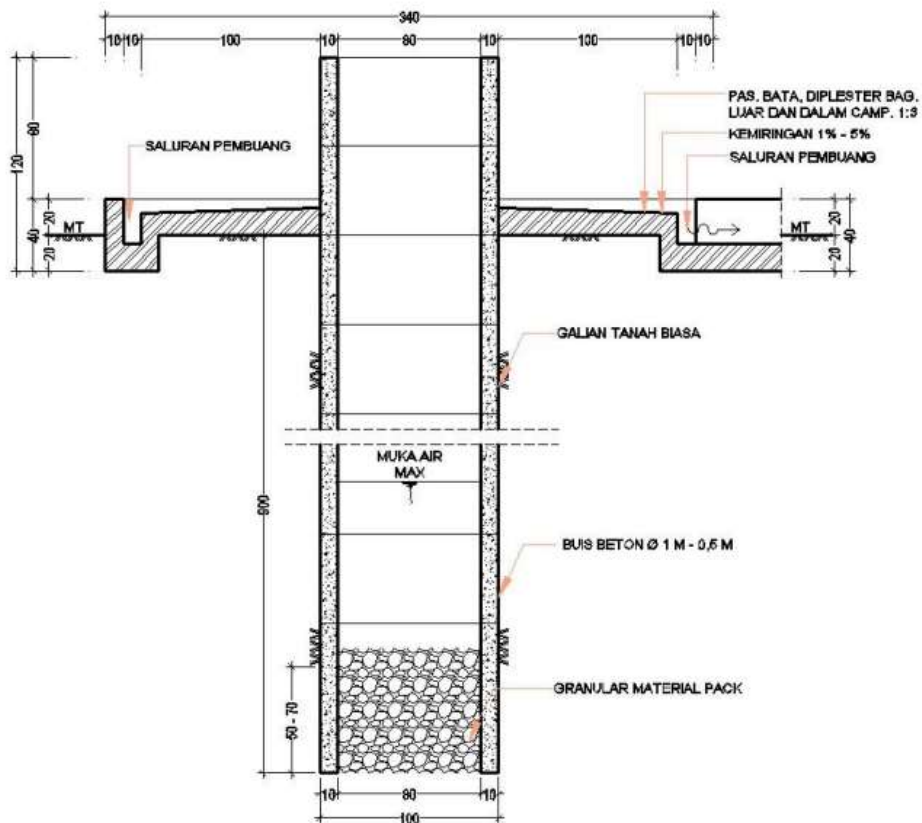
Sumur gali adalah sebuah sarana penyimpanan air bersih dengan kedalaman tertentu yang dibuat dengan cara digali hingga ketemunya sumber air dalam tanah dan berguna untuk menyimpan ketersediaan air. Spesifikasi sumur sendiri menurut Departemen Kesehatan (1996), adalah memiliki komponen bibir sumur, dinding sumur, lantai sumur, saluran air limbah, lubang peresapan, penutup sumur, serta katrol dan ember guna mengambil air pada dalam sumur. Sumur gali memiliki persyaratan konstruksi dan persyaratan lokasi. Berikut merupakan syarat dalam membuat sumur gali.

1. Syarat Konstruksi

Berikut merupakan syarat dalam konstruksi pembangunan sumur gali. Ilustrasi konstruksi sumur dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah.

- 1) Bangunan sumur terdiri dari dinding, lantai, dan bibir sumur yang dibuat dari bahan yang kuat, tahan lama, serta kedap terhadap air.
- 2) Dinding pada sumur harus diplester dengan bahan yang kedap terhadap air, hal ini guna meminimalisir bahkan mencegah tanah yang mengandung bakteri atau kontaminan lain marembe ke dalam air.

- 3) Lantai pada sumur harus memiliki luas seminimal mungkin 1 meter dari bibir tepi dengan ketebalan 10 cm. Serta kemiringan sekitar 1% sampai dengan 5% guna mengaliri air ke saluran pembuangan.
- 4) Saluran limbah (septic tank, tempat buangan sampah rumah) harus memiliki jarak minimal 10 meter dari area sumur. Dan juga pada dalam sumur lebih baik ditempatkan batu krikil maupun pecahan dari batu lain guna meminimalisir lumpur yang ada.



Gambar 4. 11 Konstruksi Sumur Gali

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)

2. Syarat Lokasi

- 1) Ditempatkan pada area sumber tanah dangkal.
- 2) Dibangun pada area yang tersedia air tawar, baik pada musim kemarau ataupun musim hujan.
- 3) Penempatan lokasi harus melibatkan tokoh masyarakat dan penduduk sekitar karena diprioritaskan kepada masyarakat penghasilan rendah serta daerah penyakit menular.
- 4) Mudah dijangkau oleh pemakai dan bisa mencakup kelompok penduduk sekitar 50 orang.
- 5) Sumur tidak boleh terendam oleh banjir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah didapat, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada hasil penelitian air tanah pada Kapanéwon Ngaglik melalui sumur warga mendapatkan hasil konsentrasi logam berat Pb berkisar antara 0,0006 mg/L hingga 0,01609 mg/L. Konsentrasi Cu berkisar 0,0037 mg/L hingga 0,0189 mg/L. Serta konsentrasi Fe berkisar dari 0,0148 mg/L hingga 0,1039 mg/L. Kondisi air tanah pada parameter Timbal (Pb) terdapat hasil yang tidak memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 dan Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 yaitu sebesar 0,01 mg/L.
2. Pada hasil pemetaan sebaran kualitas air tanah menggunakan analisis spasial dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW), terdapatnya kontaminasi logam berat diakibatkan oleh faktor alami, faktor non-alami, jenis tanah, perubahan tata guna lahan, kondisi sumur, serta faktor akuifer.

5.2 Saran

Berdasarkan data yang telah didapat, dapat disarankan bahwa:

1. Pemetaan analisis spasial dengan metode IDW harus menentukan minimal 14 titik guna mewakili objek atau wilayah yang diteliti. Lebih dari 14 maka metode interpolasi dapat bekerja lebih maksimal dan dapat merepresentatifkan wilayah persebaran.
2. Penentuan daerah pada pemetaan analisis spasial dengan metode IDW harus dibatasi luasnya. Karena dalam mewakili suatu daerah harus mempunyai data yang detail, sehingga semakin kecil daerah penelitian maka semakin merepresentatifkan wilayah persebarannya.
3. Pada penentuan titik penelitian metode ini, disarankan dilakukan pada titik yang sama atau lebih agar persebarannya dapat dilacak dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A., dan Kom, S. (2017). Sistem Informasi Geografis. Penerbit Andi.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. (2018). Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kapanéwon di Kabupaten Sleman Tahun 2010, 2016, dan 2017.
- Basuki, A. T., & Saptutyingsih, E. (2012). Pemetaan Polusi Udara Perkotaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Bourguignon, D. (2015). *Water reuse. European Parliamentary Research Service* 1(1): 1-8.
- Brontowiyono, W., Boving, T., Asmara, A. A., Rahmawati, S., Yulianto, A., Wantoputri, N. I., and Andriansyah, Y. (2022). *Communal Wastewater Treatment Plants' Effectiveness, Management, and Quality of Groundwater: A Case Study in Indonesia. Water*, 14(19), 3047.
- Darmono. (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit: Kanisius. Yogyakarta.
- Ekarini, F. D. (2021). Analisis Kualitas Air Tanah Terhadap Keberadaan Ipal Komunal Dengan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) Di Kecamatan Ngaglik, Yogyakarta.
- Gaetke LM, Chow-Johson HS, and Chow CK. (2014). *Copper: Toxicological Relevance and Mechanisms. Archives of Toxicology*, 88, (11),1929–1938.
- Ghozali, I. (2016) Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ginting, P. (2007). Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Yrama Widya, Bandung.
- Groundwater Foundation*. (2017). “*Groundwater Contamination*”. ©*The Groundwater Foundation* 2017.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran logam berat timbal (Pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal. *Berita Dirgantara*, 13(3).
- Hajar, Ibnu, 1996. Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada.
- Hendrayana, H., Riyanto, I. A., & Nuha, A. (2020). Tingkat Pemanfaatan Airtanah di Cekungan Airtanah (CAT) Yogyakarta-Sleman. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 4(2), 127-137.

- Hibatullah, A. R. S. (2022). Analisis Sebaran Kandungan Logam Berat Cr, Mn, Dan Pb Pada Air Tanah Di Sekitar Tpa Piyungan Menggunakan Pemodelan IDW.
- Irianti T., Budiyantri A., Kuswandi., dan Nuranto S. (2017). Logam Berat dan Kesehatan. Yogyakarta.
- Khare, D., Jat, M. K., and Mishra, P. K. (2017). *Groundwater Hydrology: An Overview. Journal Sustainable Holistic Water Resources Management*, 27.
- Lange, J. and Otterpohl, R. (1997). *Wastewater Manual for a Future Oriented Water Management*. Verlag, Germany.
- Liu TB, Lu QB, Yan LL, Guo Jj, Feng FB, Qiu JY, and Wang JG. (2015). *Comparative Study on Serum Levels of 10 Trace Elements in Schizophrenia. Plos One*, 1-8.
- Naria, E. (2005). Mewaspada dampak bahan pencemar timbal (Pb) di lingkungan terhadap kesehatan. *Jurnal komunikasi penelitian*, 17(4), 66-72.
- Palar H. (2004). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Pasaribu, Juwita dan Nanik S. (2012). Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spline. *Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 9 No. 2 Desember 2012* : 126-139.
- Panguriseng, D. (2018). Pengelolaan Air Tanah (A. Khodir (ed.); *Issue March*). Pena Indis.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.
- Rafsanjani, S. E. (2021). Analisis Kualitas Air Tanah Terhadap Keberadaan Ipal Komunal Dengan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) Kecamatan Depok Dan Mlati, Yogyakarta.
- Rosseto, R. (2017). *Integrating free and open source tools and distributed modelling codes in GIS environment for data-based groundwater management. Environmental Modelling & Software* 107. 210-230.
- Saeni, M. S., (1995). Kimia Lingkungan. Pusat Antar University Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sanjaya, D. (2023). Analisis Kualitas Air Tanah Di Kapanewon Ngaglik, Sleman Berdasarkan Parameter Mikrobiologi.
- Sekaran, U. and Bougie, R.J. (2016). *Research Methods for Business: A skill Building Approach. 7th Edition*, John Wiley & Sons Inc. New York, US.

- Shiela, M. (1994). *Toxic Metal in Soil-Plant System*. University of Bristol. UK.
- Sidiq, N. I. (2022). Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Mikrobiologi Di Kecamatan Depok, Sleman.
- Skoog, D. A., Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch. (2000). *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Hardcover: 992 pages, Publisher: Brooks Cole.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). Cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. 6989. Bagian 4.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). Cara uji tembaga (Cu) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. 6989. Bagian 6.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). Cara uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. 6989. Bagian 8.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Metoda pengambilan contoh air tanah. 6989. Bagian 58.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). Cara Uji Derajat Keasaman (pH) menggunakan pH Meter. 6989. Bagian 11.
- Sudarwin. (2008). Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Sutrisno. (2008). Penentuan Salinitas Air dan Jenis Pakan Alami yang Tepat Dalam Pemeliharaan Benih Ikan Sidat (*Anguilla Bicolor*). Jurnal Akuakultur Indonesia, 7(1), 71-77.
- Suprihatin, dan Suparno, O. (2013). Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri. IPB Press. Bogor.
- Wardani, S. P. R., and Kodoatie, R. J. (2008). *Disaster management in Central Java Province, Indonesia*. In *Geotechnical Engineering for Disaster Mitigation and Rehabilitation: Proceedings of the 2nd International Conference GEDMAR08*, Nanjing, China 30 May–2 June, 2008 (pp. 254-259). Springer Berlin Heidelberg.
- Widiawaty, M.A., Dede. M., dan Ismail, A., (2018). Kajian Komparatif Pemodelan Air Tanah Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Desa Kayuambon, Kabupaten Bandung Barat. *Gea. Jurnal Pendidikan Geografi*. Vol 18. No.1.
- Widowati, W. (2008). Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan pencemaran. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Widyantira, D. L. (2019). Hubungan kondisi fisik sumur dan jarak kandang kandungan bakteri coliform air sumur gali di Desa Buluharjo. STIKES Bhakti Husada Mulia. Madiun.

- Wulandari, S. R. (2022). Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Yogyakarta Dengan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).
- Yasrebi, J., Saffari, M., Fathi, H., Karimian, N., Moazallahi, M and Gazni, R., (2009). *Evaluation and Comparison Of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Method For Prediction Of Spatial Variability Of Some Soil Chemical Parameters. Research Journal of Biological Science* 4(1): 93-102.

LAMPIRAN

No.	Nama	Sumur	Koordinat	Kedalaman Sumur	Umur Sumur	pH	Konsentrasi (mg/L)		
				(m)	(Tahun)		Timbal (Pb)	Tembaga (Cu)	Besi (Fe)
1	SP1	Kran Sumur	-7.703536	7	20	6.76	0.00713	0.0106	0.0204
			110.427105						
2	SP2	Kran Luar	-7.709475	5-6	30	7.06	0.01609	0.0079	0.0236
			110.416435						
3	SP3	Kran Luar	-7.705034	7	2	6.86	0.01578	0.0096	0.1039
			110.40935						
4	SP4	Kran Luar	-7.701371	5	30	7.24	0	0.004	0.0246
			110.403544						
5	SP5	Kran Luar	-7.711822	12	50	7.05	0.00136	0.0083	0.0173
			110.401262						
6	SP6	Kran Luar	-7.709699	4	40	6.87	0	0.0108	0.0161
			110.390103						
7	SP7	Kran Luar	-7.704578	7	10	6.84	0.00288	0.0056	0.0266
			110.377839						
8	SP8	Kran Rumah	-7.718808	12	30	6.97	0	0.0097	0.0231
			110.394919						
9	SP9	Kran Rumah	-7.726133	6	22	6.83	0.0006	0.0189	0.0678
			110.403578						
10	SP10	Kran Rumah	-7.733378	5	7	7.15	0	0.0132	0.0148
			110.393373						
11	SP11	Kran Luar	-7.742841	8	15	7.53	0	0.0086	0.0168
			110.408374						
12	SP12	Kran Luar	-7.72551	6	4	7.29	0	0.0037	0.0256
			110.374833						
13	SP13	Kran Luar	-7.736972	6	12	7.25	0.00227	0.0091	0.0208

			110.377833						
14	SP14	Kran Luar	-7.748963	8	15	7.52	0	0.0069	0.0173
			110.371692						

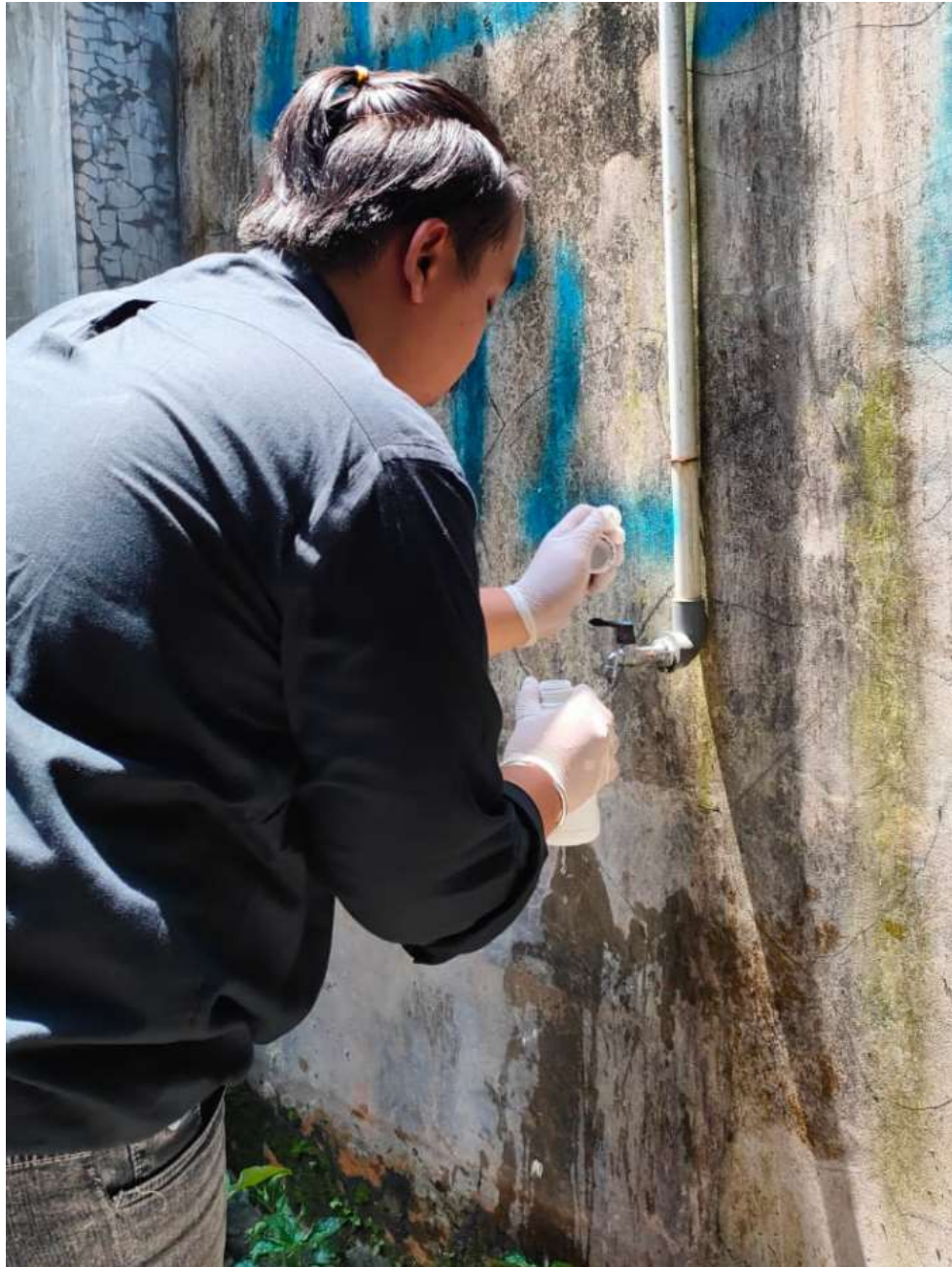
Lampiran 1 Lokasi Sumur dan Hasil Kualitas Air Tanah



Lampiran 2 Dokumentasi Observasi Sumur 1



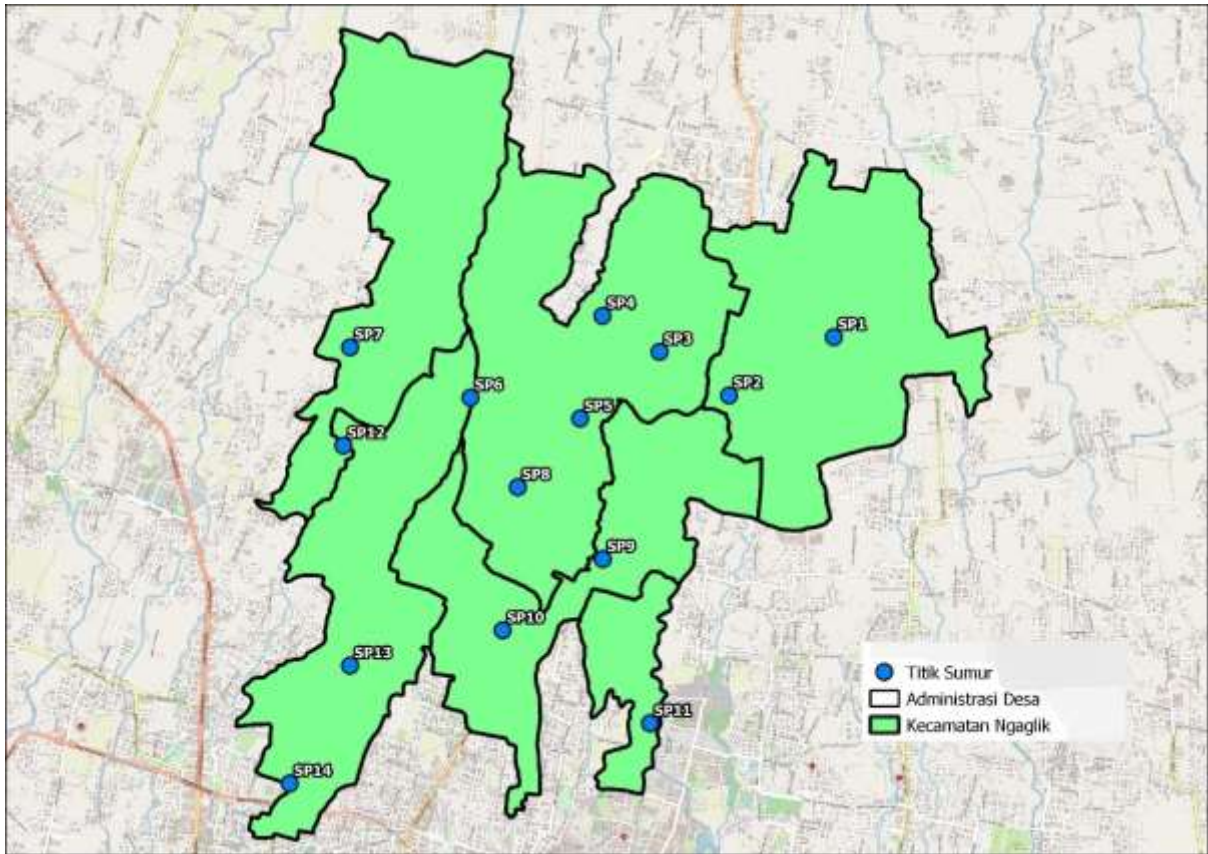
Lampiran 3 Dokumentasi Observasi Sumur 2



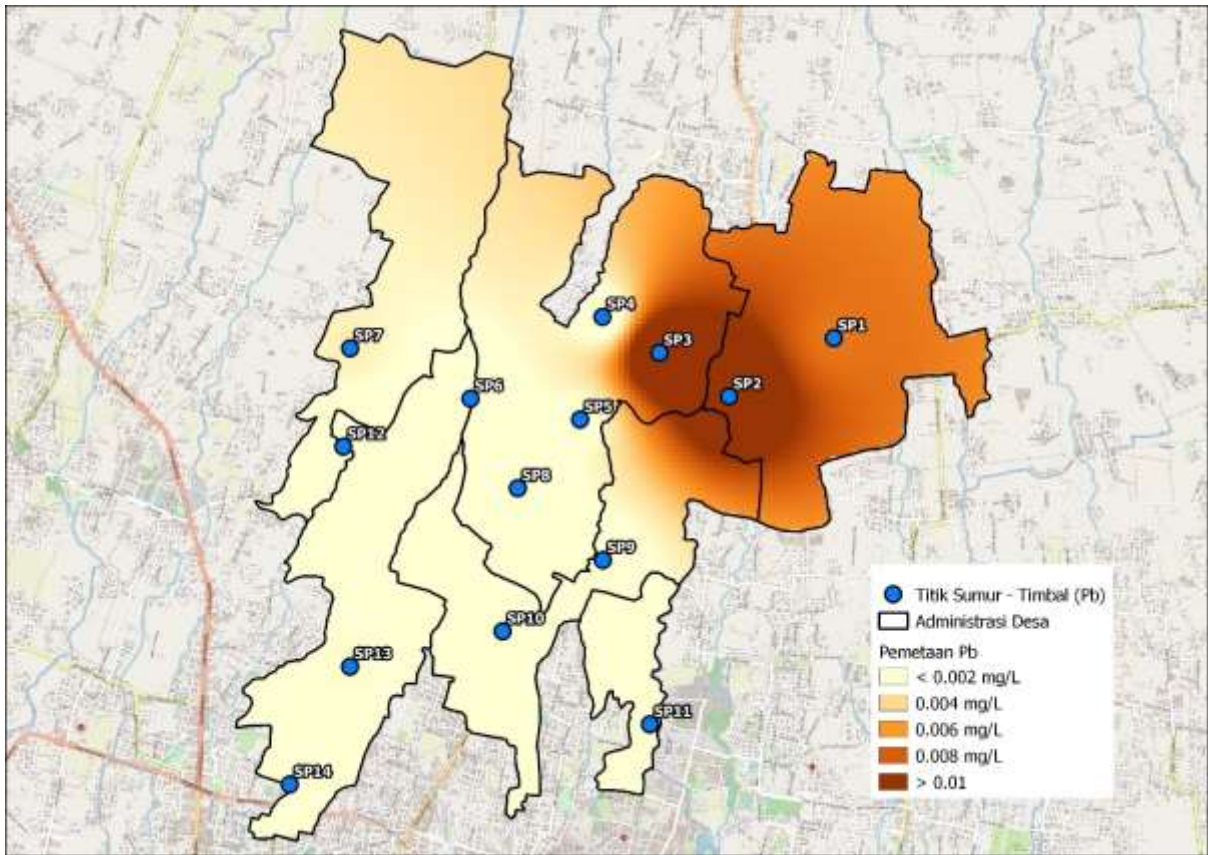
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Sampel



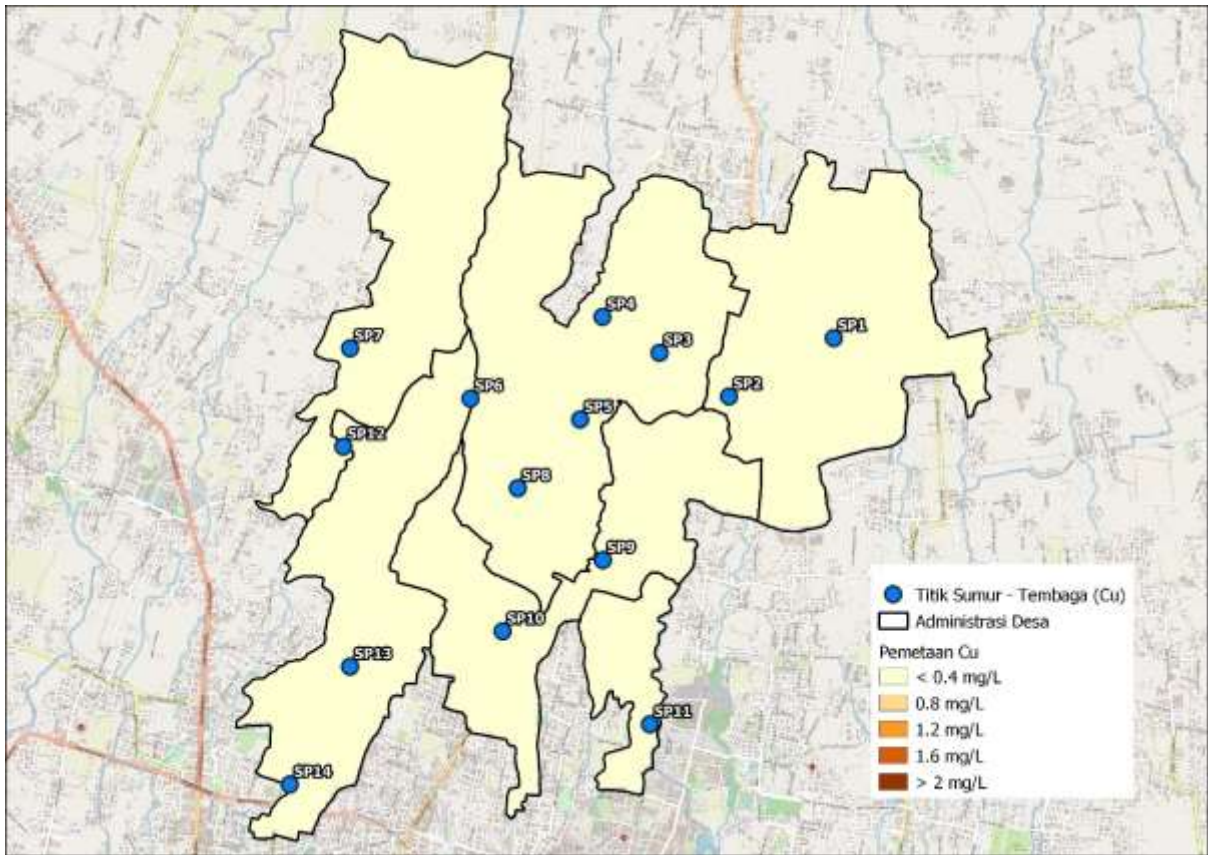
Lampiran 5 Dokumentasi Uji Laboratorium



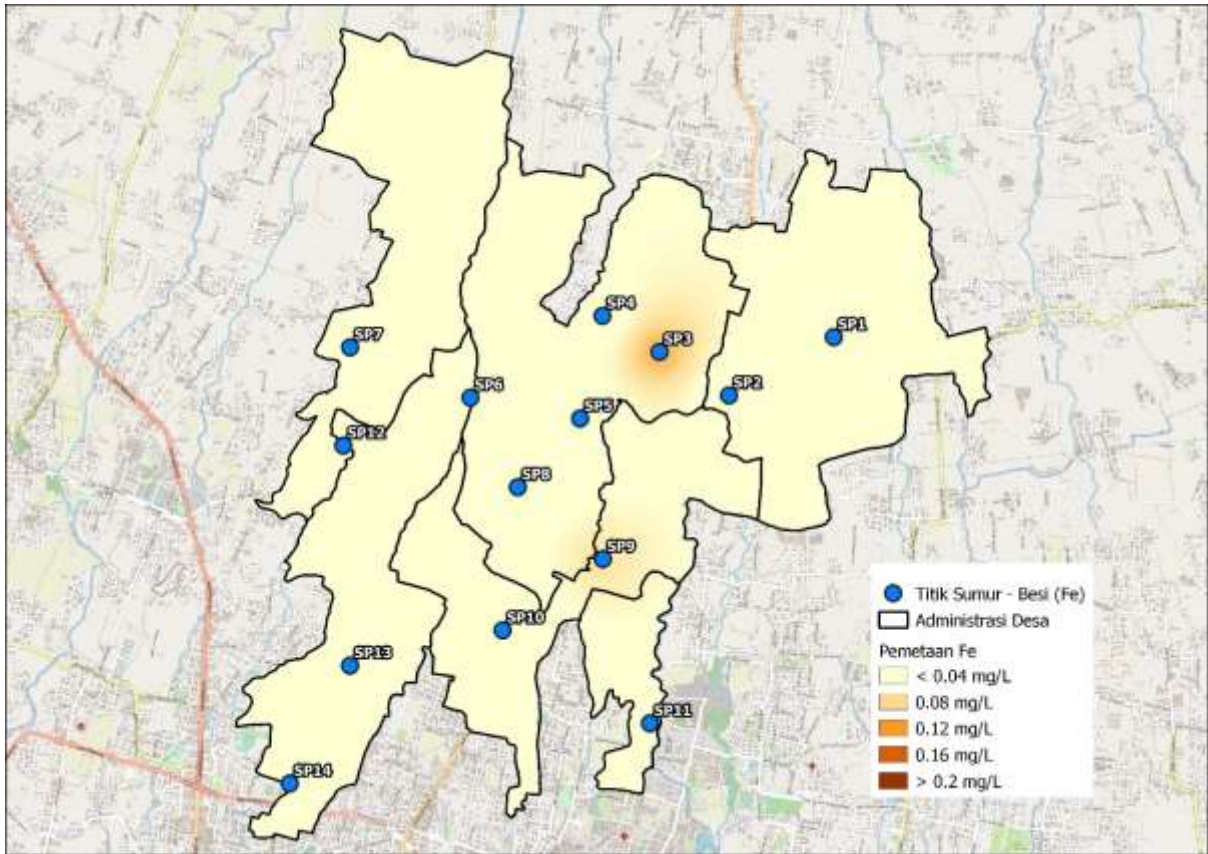
Lampiran 6 Lokasi Penelitian



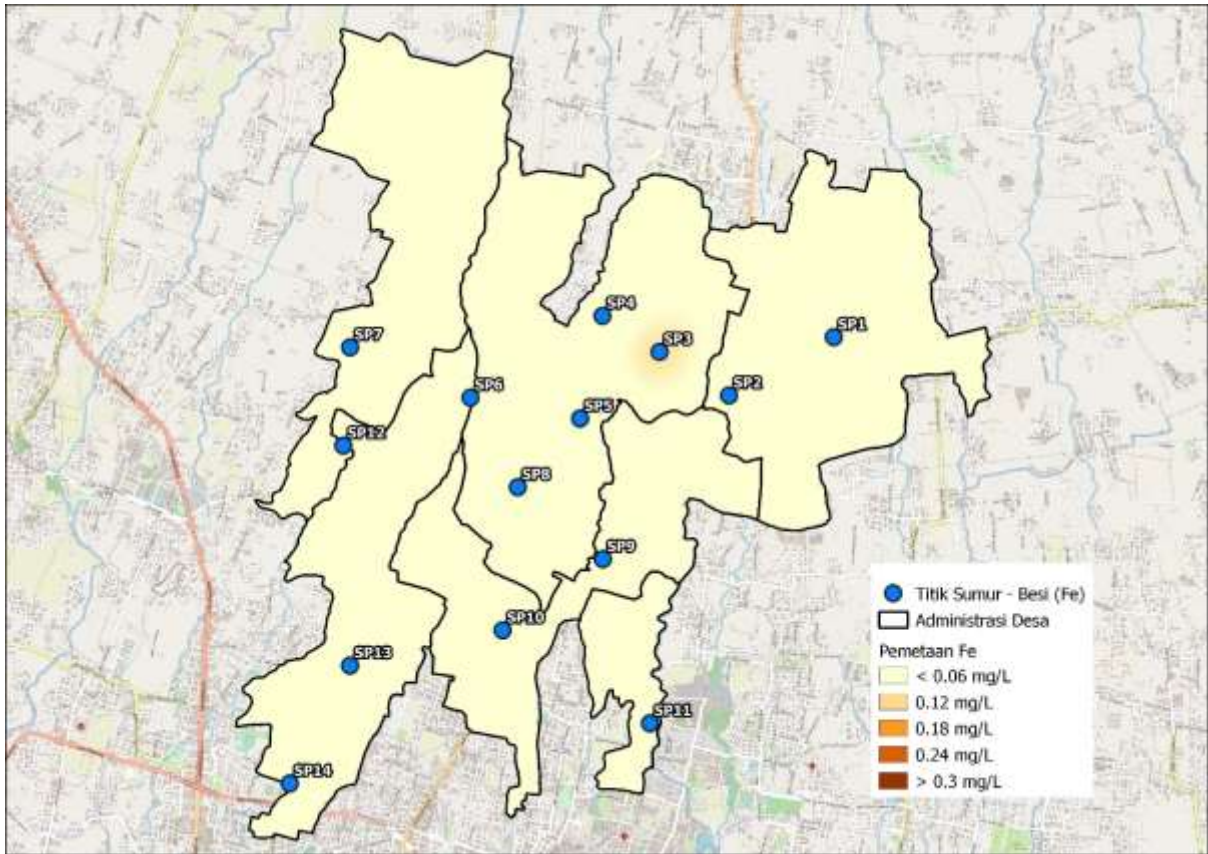
Lampiran 7 Peta Persebaran Kontaminan Timbal (Pb)



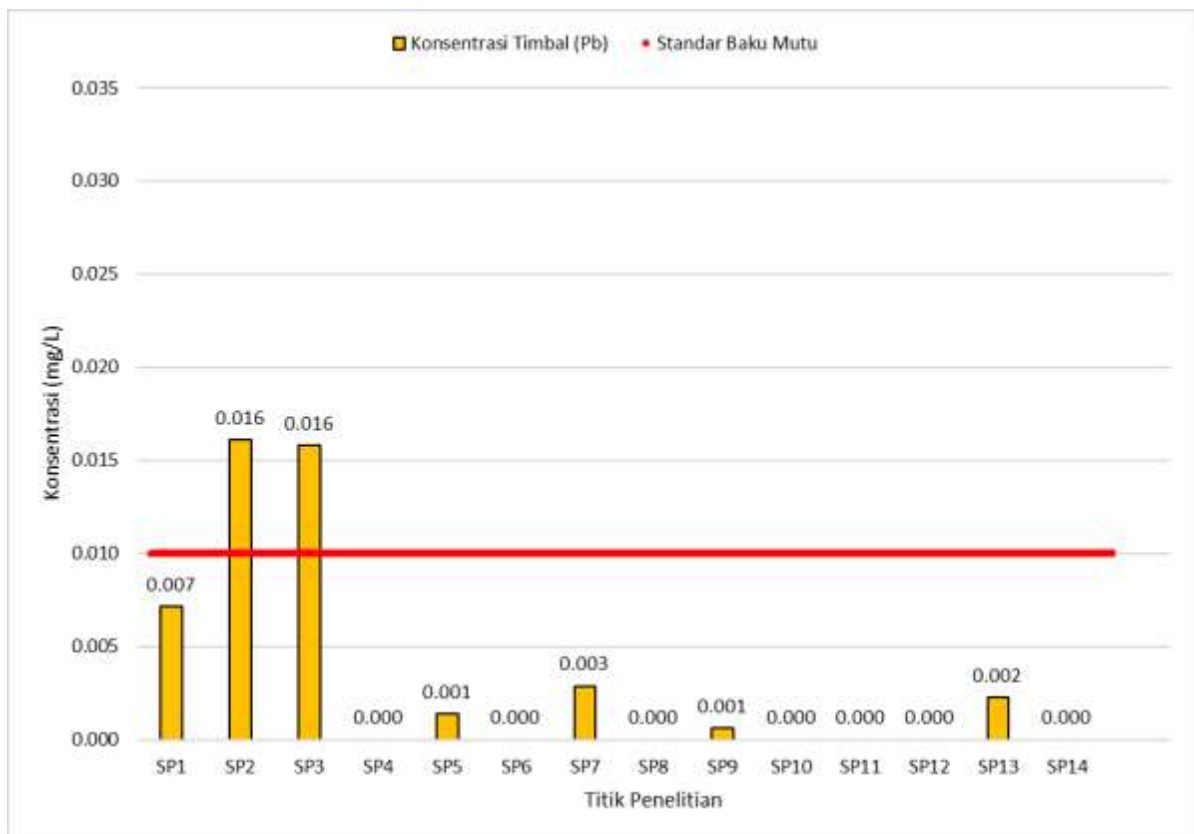
Lampiran 8 Peta Persebaran Kontaminan Tembaga (Cu)



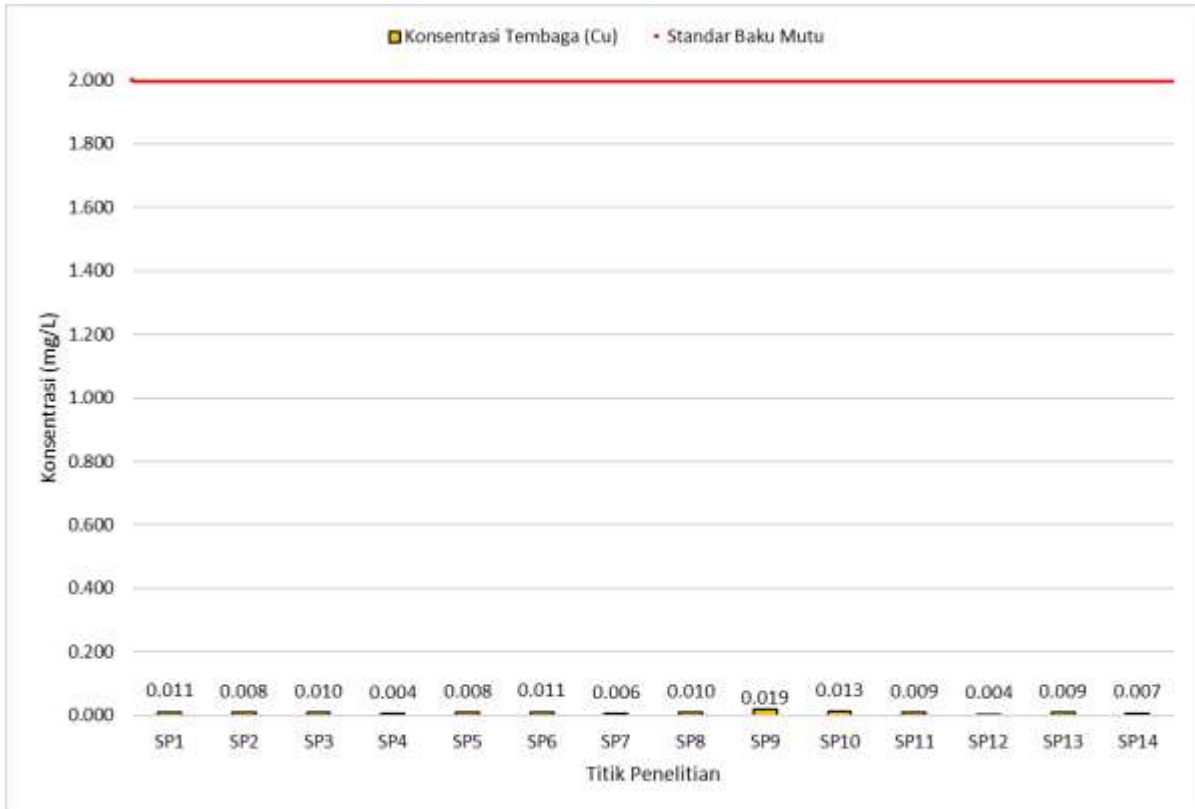
Lampiran 9 Peta Persebaran Kontaminan Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 2 Tahun 2023



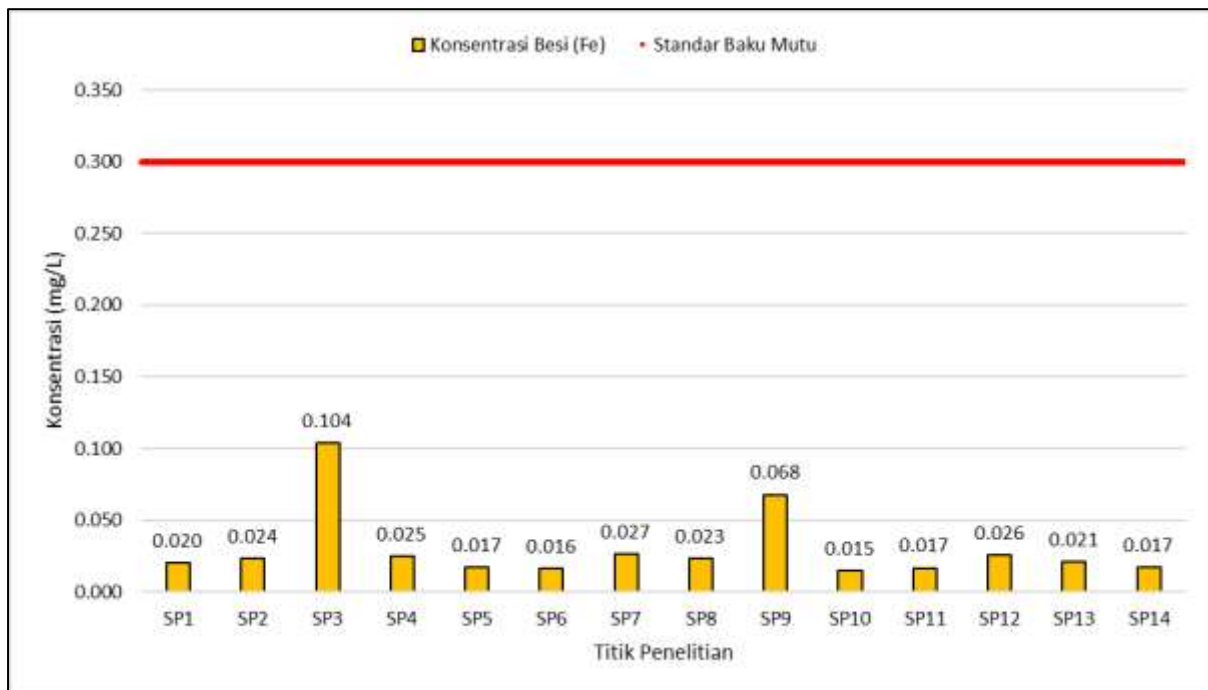
Lampiran 10 Peta Persebaran Kontaminan Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 492 Tahun 2010



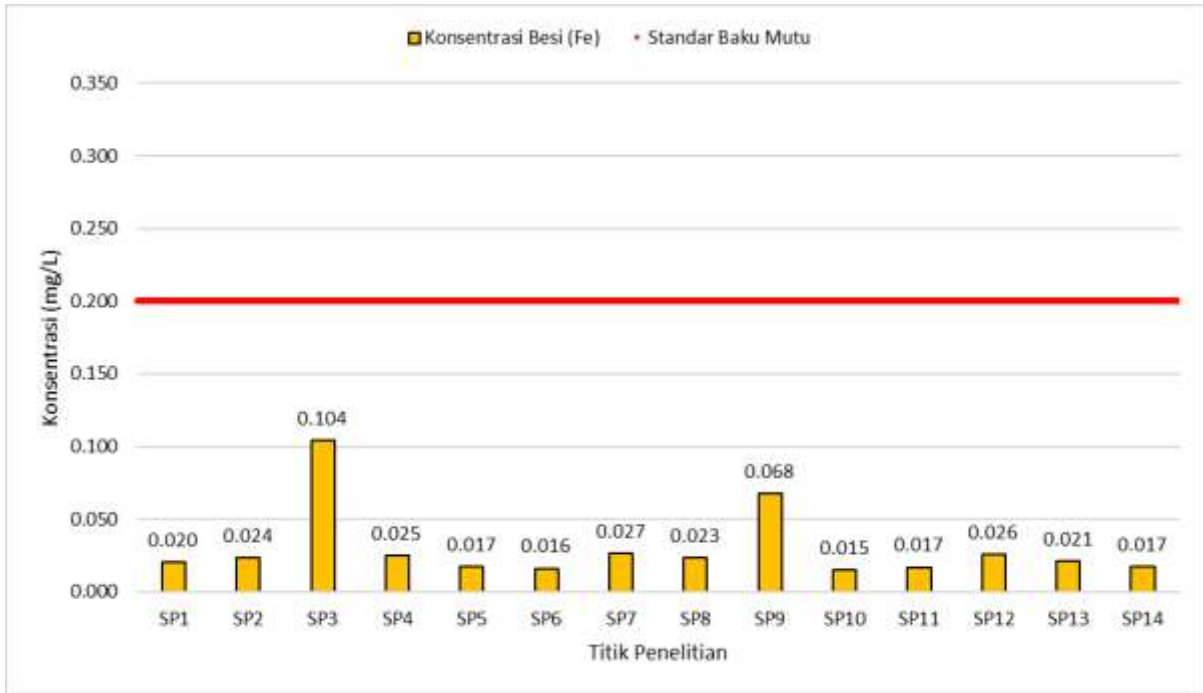
Lampiran 11 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Timbal (Pb)



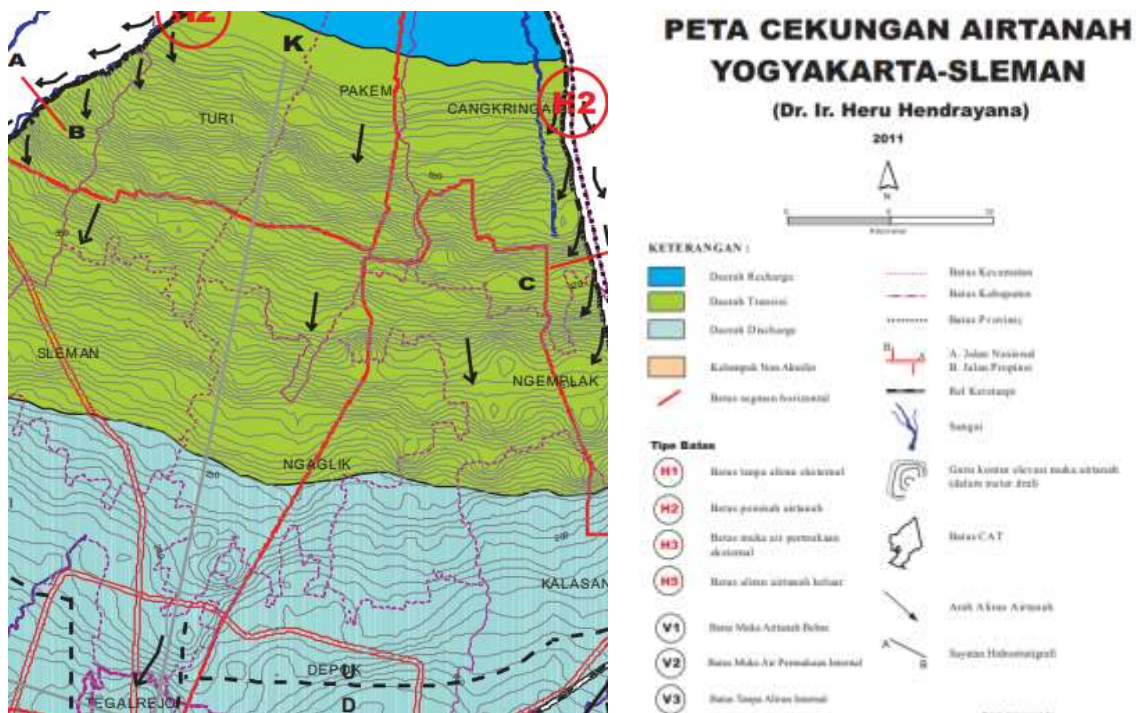
Lampiran 12 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Tembaga (Cu)



Lampiran 13 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 492 Tahun 2010



Lampiran 14 Grafik Konsentrasi dan Baku Mutu Besi (Fe) Menurut PERMENKES No. 2 Tahun 2023



Lampiran 15 Peta Aliran Tanah Sleman

Lampiran 16 Lembar Observasi

PENELITIAN ANALISIS KUALITAS AIR TANAH		FORMULIR OBSERVASI SUMUR
---	---	-------------------------------------

Tanggal survey :

Surveyor :

Kode sampel :

Apakah pernah di ambil sampel airnya? :

No.	Kegiatan	Hasil Pengamatan
1.	Koordinat lokasi sumur (<i>Google Earth Pro</i>)	
2.	<ul style="list-style-type: none"> - Foto sumur (dari atas dan samping) . Hasil foto menunjukkan dengan jelas kondisi sumur - Foto sumber pencemar, jika ada - Foto kondisi sekitar sumur 	

3.	Kondisi 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"/> Bibir sumur (cincin) tidak sempurna sehingga memungkinkan air merembes kedalam sumur <input type="checkbox"/> Dinding semen sedalam 3 (tiga) meter dari atas <input type="checkbox"/> Permukaan tanah tidak diplester cukup rapat/tidak sempurna <input type="checkbox"/> Tidak ada satu dari tujuh hal di atas <input type="checkbox"/> Hasil pengamatan lain :
4.	Kondisi sekitar sumur	<input type="checkbox"/> Ada sumber pencemar lain <input type="checkbox"/> Ada saluran pembuangan air limbah yang <input type="checkbox"/> Rusak/tidak ada <input type="checkbox"/> Lantai semen yang mengitari sumur mempunyai radius kurang dari 1 (satu) meter <input type="checkbox"/> Ada keretakan pada lantai sekitar sumur yang memungkinkan air merembes ke dalam sumur
5.	Pengambilan sampel air sumur dan pemeriksaan (Gunakan gelas bening)	<input type="checkbox"/> Jernih <input type="checkbox"/> Berwarna <input type="checkbox"/> Lainnya :

6.	Aroma bau air dari sumur tersebut	[<input type="checkbox"/>] Bau [<input type="checkbox"/>] Tidak Berbau [<input type="checkbox"/>] Lainnya :
7.	Kontinuitas air sumur di musim kemarau	[<input type="checkbox"/>] Ada Air [<input type="checkbox"/>] Sedkit air [<input type="checkbox"/>] Kering
8.	Jarak sumur dengan septic tank (bisa dihitung dengan pendekatan langkah kaki)	
9.	Ada saluran air hujan / limbah di sekitar rumah (depan, belakang, samping dan tidak terhalang bangunan)	[<input type="checkbox"/>] Iya [<input type="checkbox"/>] Tidak

10.	Gejala kesehatan yang pernah dialami selama mengonsumsi atau menggunakan air sumur	<input type="checkbox"/> Gatal-Gatal <input type="checkbox"/> Diare <input type="checkbox"/> Disentri <input type="checkbox"/> Mual <input type="checkbox"/> Muntah <input type="checkbox"/> Nyeri saat buang air kecil <input type="checkbox"/> Lainnya,.....
-----	--	--



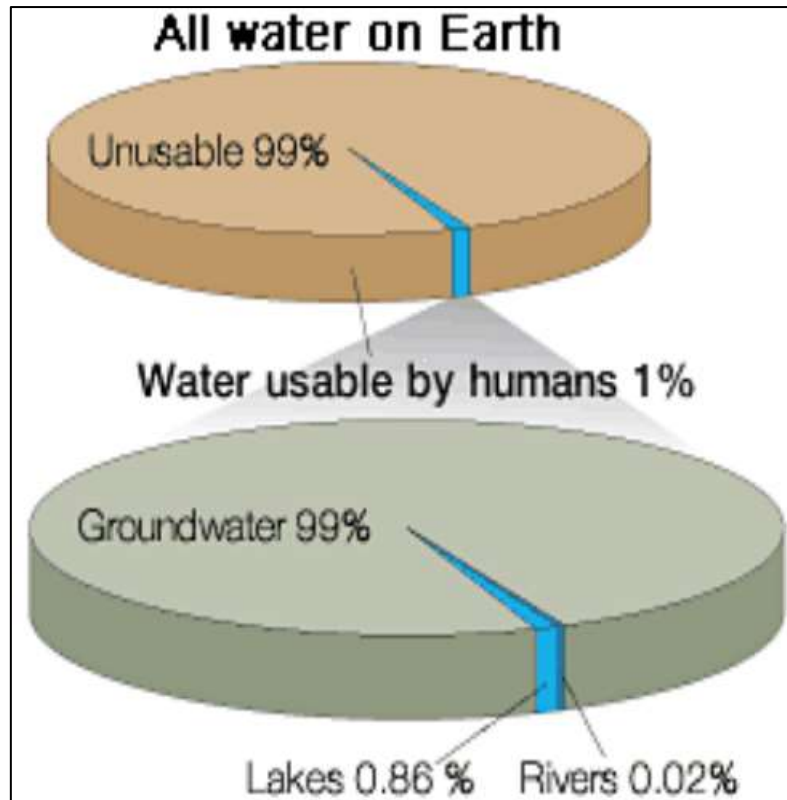
Lampiran 17 Grafik Penggunaan Lahan Utama

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu
Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023		
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,2
Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	Tidak diatur
Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010		
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3
Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	2

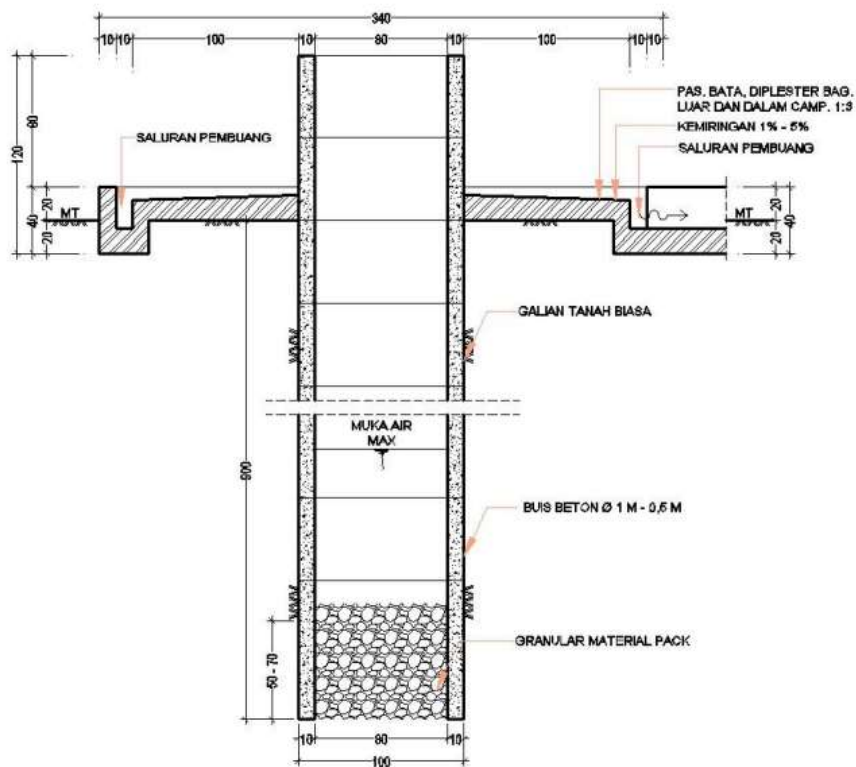
Lampiran 18 Standar Baku Mutu Air Minum

No.	Titik	Koordinat	Alamat
1	SP1	-7.703536	Jl. Besi Jangkang KM 1, Klidon, Sukoharjo, Kec. Ngaglik
		110.427105	
2	SP2	-7.709475	Jl. Jagalan, Nlendiro, Sukoharjo, Kec. Ngaglik
		110.416435	
3	SP3	-7.705034	Jl. Melati Candi 3, Candi Dukuh, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik
		110.40935	
4	SP4	-7.701371	Jl. Dusun Turen 2, Turen, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik
		110.403544	
5	SP5	-7.711822	Jl. Bias, Tegalmindi RT.03, RW.39, Bulusari, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik
		110.401262	
6	SP6	-7.709699	Tambak Rejo, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Sleman, Yogyakarta 55581
		110.390103	
7	SP7	-7.704578	Bantaran, Donoharjo, Ngaglik, Sleman
		110.377839	
8	SP8	-7.718808	Jl. Cendrawasih, Dayakan, Sardonoharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman
		110.394919	
9	SP9	-7.726133	Jl. Bima, Nglaban, Sinduharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
		110.403578	
10	SP10	-7.733378	Jl. Dayu Baru, Kavling B, No. B, Sinduharjo, Ngaglik, Sleman
		110.393373	
11	SP11	-7.742841	Jl. Kakap 1 RT.10/RW18, Minomartani, Ngaglik, Sleman
		110.408374	
12	SP12	-7.714576	Tegal Weru, Sariharjo, Ngaglik, Sleman 55581
		110.377145	
13	SP13	-7.736972	Jl. Bima No.178c, Mudal, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
		110.377833	
14	SP14	-7.748963	Sumberan, Sariharjo, Ngaglik, Sleman 55581
		110.371692	

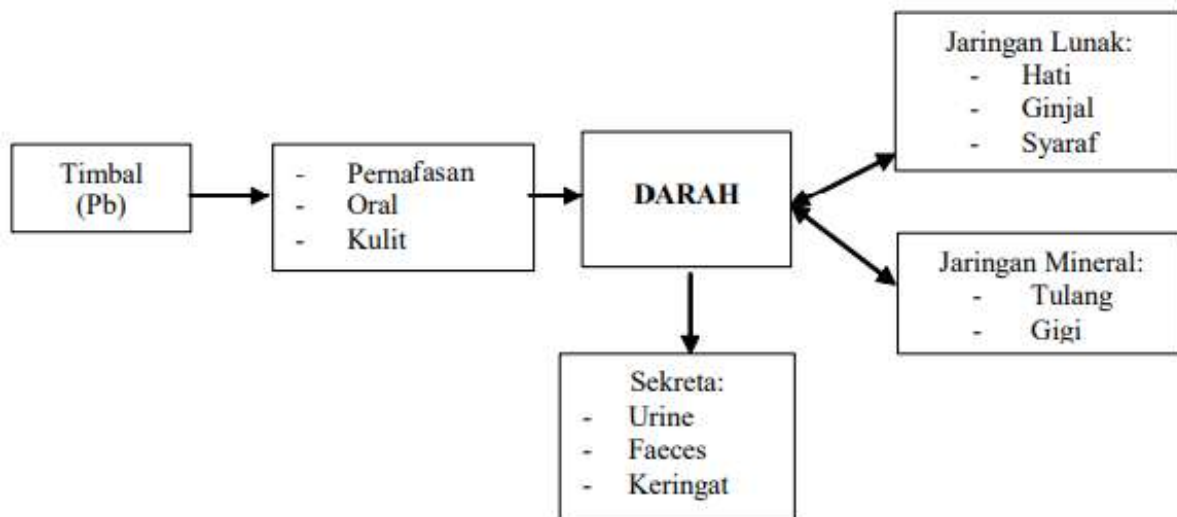
Lampiran 19 Lokasi Sumur Pantau



Lampiran 20 Keberadaan Air Tanah di Bumi



Lampiran 21 Konstruksi Sumur Gali



Lampiran 22 Akumulasi Timbal Pada Tubuh Manusia

Lampiran 23 Bentuk persenyawaan timbal dan kegunaannya

Bentuk persenyawaan	Kegunaan
Pb + As + Sn + Bi	Kabel listrik
Pb + Sb	Kabel telepon
Pb + Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Pb + Ni	Senyawa azida untuk bahan peledak
Pb + Cr + Mo + Cl	Pewarnaan pada cat
Pb – asetat	Pengkilap keramik dan bahan anti api
<i>Tetrametil – Pb dan Tetraetil - Pb</i>	<i>Aditive bahan bakar kendaraan bermotor</i>

Lampiran 24 Hasil Standar Deviasi

Timbal (Pb)		Tembaga (Cu)		Besi (Fe)	
<i>Mean</i>	0.0033	<i>Mean</i>	0.0091	<i>Mean</i>	0.0299
<i>Standard Error</i>	0.0015	<i>Standard Error</i>	0.0010	<i>Standard Error</i>	0.0067
<i>Median</i>	0.0003	<i>Median</i>	0.0089	<i>Median</i>	0.0220
<i>Mode</i>	0.0000	<i>Mode</i>	#N/A	<i>Mode</i>	0.0173
<i>Standard Deviation</i>	0.0057	<i>Standard Deviation</i>	0.0038	<i>Standard Deviation</i>	0.0250
<i>Sample Variance</i>	0.0000	<i>Sample Variance</i>	0.0000	<i>Sample Variance</i>	0.0006
<i>Kurtosis</i>	2.2098	<i>Kurtosis</i>	2.5135	<i>Kurtosis</i>	6.2264
<i>Skewness</i>	1.8504	<i>Skewness</i>	1.1271	<i>Skewness</i>	2.5490
<i>Range</i>	0.0161	<i>Range</i>	0.0152	<i>Range</i>	0.0891
<i>Minimum</i>	0.0000	<i>Minimum</i>	0.0037	<i>Minimum</i>	0.0148
<i>Maximum</i>	0.0161	<i>Maximum</i>	0.0189	<i>Maximum</i>	0.1039

Timbal (Pb)		Tembaga (Cu)		Besi (Fe)	
<i>Sum</i>	0.0461	<i>Sum</i>	0.1272	<i>Sum</i>	0.4187
	14.000		14.000		14.000
<i>Count</i>	0	<i>Count</i>	0	<i>Count</i>	0
<i>Confidence</i>		<i>Confidence</i>		<i>Confidence</i>	
<i>Level(95.0%)</i>	0.0033	<i>Level(95.0%)</i>	0.0022	<i>Level(95.0%)</i>	0.0144

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada 17 Oktober 1999 di Cirebon. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Ir. Gasba Rahmeka dan Yenny Widiyari, S.E. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri Karya Mulya 1 Kota Cirebon pada tahun 2006 sampai 2012, lalu melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Kota Cirebon pada tahun 2012 sampai 2015, dan melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Akhir (SMA) Negeri 1 Kota Cirebon pada tahun 2015 sampai 2018.

Sedari jadi siswa penulis mengikuti kegiatan olahraga yaitu basket skala Kota Cirebon dan menjadi juara 1 mewakili Kecamatan, serta mengikuti organisasi yaitu Praja Muda Karana (PRAMUKA) pada masa SMP.

Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi pada tahun 2018 di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sedari jadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan pada kampus seperti *event* fakultas, jurusan, maupun himpunan seperti panitia Musyawarah Nasional Badan Kerja Bersama (BAKERMA) Teknik Lingkungan pada tahun 2019. Pada organisasi kampus maupun diluar kampus penulis juga ikut berperan aktif seperti menjadi Pengurus Besar pada Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) pusat, Kepala Bidang Kajian Strategis pada Lembaga Eksekutif Mahasiswa (LEM) FTSP UII, serta Koordinator Senat Mahasiswa (KOSEMA) Teknik Lingkungan UII angkatan 2018. Pada bulan Maret 2021 penulis melakukan Kerja Praktik sebagai syarat akademik pada sub-kontraktor PT. Chevron Pacific Indonesia yaitu PT. Bukaka Teknik Utama di Duri, Riau dengan judul Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Perusahaan. Lalu sampai hingga tahap terakhir yaitu Tugas Akhir atau Skripsi yang dilakukan dari bulan September 2022 hingga Maret 2023 guna menyelesaikan studi atau syarat akademik di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.