

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS SPASIAL KUALITAS AIR TANAH  
BERDASARKAN PARAMETER MIKROBIOLOGI  
DI KECAMATAN DEPOK, SLEMAN**

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



**NUROCHIM IBNU SIDIQ**

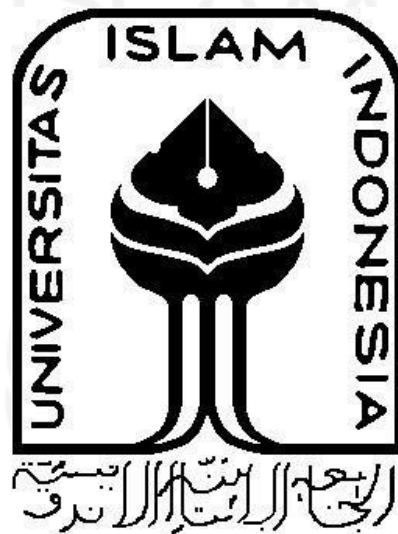
**18513175**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2022**

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS SPASIAL KUALITAS AIR TANAH BERDASARKAN PARAMETER MIKROBIOLOGI DI KECAMATAN DEPOK, SLEMAN

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



NUROCHIM IBNU SIDIQ  
18513175

Disetujui,  
Dosen Pembimbing :

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

NIK. 875110107

Tanggal : 23 Desember 2022

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



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

NIP. 095130403

Tanggal : 23/12/2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS SPASIAL KUALITAS AIR TANAH  
BERDASARKAN PARAMETER MIKROBIOLOGI  
DI KECAMATAN DEPOK, SLEMAN**

**Hari : Jumat**

**Tanggal : 23 Desember 2022**

**Disusun Oleh :**

**Nurochim Ibnu Sidiq**

**18513175**

**Tim Penguji :**

1. **Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.** ( **23122022** )
2. **Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.** ( **Adk** )
3. **Annisa Nur Lathifah, S.Si, M.Biotech, M.Agr, Ph.D.** ( **Annisa** )

# 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, 12 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



**Nurochim Ibnu Sidiq**

NIM: 18513175

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warohmatuallahi wabarakatuh*

Puji syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta' ala* yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Naskah Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Mikrobiologi Di Kecamatan Depok, Sleman**” yang sudah dilaksanakan sejak bulan Maret 2022. Tujuan dari disusunnya Laporan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka untuk memenuhi syarat akademik dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah *Subhanahu wa ta' ala* atas segala rahmat, kemampuan dan kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini
2. Kedua Orang tua saya, Bapak Ir. Muryadi dan Ibu Tuginem yang selalu memberikan doa dan dukungan agar diberikan kelancaran dalam menjalankan masa studi
3. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Prof. Dr.Ing.Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan dukungan selama masa penelitian dan penyusunan tugas akhir
5. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T, M.Eng selaku dosen pembimbing II yang memberikan arahan dan membimbing serta perbaikan kekurangan dalam penyusunan laporan
6. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji atas ilmu dan koreksi yang diberikan

7. Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si, M.Biotech, M.Agr, Ph.D., selaku dosen penguji atas ilmu dan koreksi yang diberikan
8. Mbak Rina selaku laboran mikrobiologi yang mendampingi dan membimbing pada proses pengujian sampel di laboratorium
9. Rekan-rekan Tugas Akhir “Kualitas Air Tanah Kecamatan Depok” Anindya Hesti Ayu Wulandari dan Shindi Rmania Wulandari yang saling menyemangati bersama satu sama lain dalam kelompok penelitian
10. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu
11. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang belum tercantum namanya satu persatu.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

***Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta, 12 Oktober 2022



Nurochim Ibnu Sidiq



*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## ABSTRAK

NUROCHIM IBNU SIDIQ. Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Mikrobiologi Di Kecamatan Depok, Sleman. Dibimbing oleh Prof. Dr.-Ing. Ir. WIDODO BRONTOWIYONO, M.Sc. dan ADELIA ANJU ASMARA., S.T., M.Eng.

Peraturan zonasi untuk sistem perkotaan provinsi DIY yang merupakan salah satu hasil dari Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kecamatan Depok masuk dalam klasifikasi pusat pelayanan yaitu Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dan kawasan strategis kepentingan ekonomi. Hal ini menjadikan perkembangan pembangunan permukiman, perekonomian dan sektor pendidikan secara cepat mendorong pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi sehingga berpengaruh pada peningkatan kebutuhan air yang digunakan berbagai keperluan setiap harinya dalam memenuhi kebutuhan air bersih dari air tanah. Dengan adanya perkembangan di kawasan tersebut, pada penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis dan memetakan pola persebaran parameter mikrobiologi yaitu Total *Coliform* dan *Escherichia coli* serta faktor – faktor yang berkaitan dengan sebaran kualitas air tanah berdasarkan standar baku mutu di lokasi pemantauan yang dilakukan pada 12 lokasi titik sampel pengguna sumur. Analisis konsentrasi mikrobiologi dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN) dan dimodelkan menggunakan metode analisis spasial dengan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi parameter mikrobiologi sebagian besar melebihi baku mutu dan telah tercemar oleh bakteri Total *Coliform* serta *Escherichia coli* yang mengacu pada PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010. Pola persebaran yang didapatkan dalam analisis persebaran kualitas air tanah cenderung terpusat di suatu daerah dan bervariasi serta tidak merata diseluruh wilayah, hanya beberapa titik yang menunjukkan nilai konsentrasi yang cukup tinggi. 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 dan kondisi sumur.

Kata kunci: Kecamatan Depok, Total *Coliform* dan *Escherichia coli*, *Most Probable Number* (MPN), *Inverse Distance Weighting* (IDW), Kualitas Air Tanah



## **ABSTRACT**

*NUROCHIM IBNU SIDIQ. Spatial Analysis Of Groundwater Quality Based On Microbiological Parameters In Depok Sub-District, Sleman. Supervised by Prof. Dr.-Ing. Ir. WIDODO BRONTOWIYONO, M.Sc. and ADELIA ANJU ASMARA., S.T., M.Eng.*

*The zoning regulations for the urban system of DIY province which is one of the results of the Depok Sub-District Spatial and Regional Planning are included in the classification of service centers, namely the National Activity Center and strategic areas of economic interest. This makes the development of residential development, the economy and the education sector rapidly encourage population growth that is quite high so that it has an effect on increasing the need for water used for various needs every day in meeting the needs of clean water from groundwater. With the developments in the area, the study aims to identify, analyze and map the distribution patterns of microbiological parameters, namely Total Coliform and Escherichia coli as well as factors related to the distribution of groundwater quality based on quality standards at monitoring sites carried out at 12 sample point locations of well users. Microbiological concentration analysis was carried out using the Most Probable Number (MPN) method and modeled using the spatial analysis method with the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation method. The results showed that the concentration of microbiological parameters mostly exceeded the quality standards and had been polluted by the bacteria Total Coliform and Escherichia coli which refers to PerMenKes No 492 / Menkes / Per / IV / 2010. The distribution patterns obtained in the analysis of the distribution of groundwater quality tend to be centralized in an area and vary and are uneven throughout the region, only a few points indicate a fairly high concentration value. This happens because there are other factors to groundwater quality, namely natural factors such as, flow direction and soil type and non-natural, namely land use and well conditions.*

*Keywords: Depok Sub-district, Total Coliform and Escherichia coli, Most Probable Number (MPN), Inverse Distance Weighting (IDW), Groundwater Quality*



*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gambaran Umum Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman.....	6
2.1.1 Luas Wilayah dan Letak geografis.....	6
2.2 Air Tanah.....	7
2.3 Standar Mikrobiologi Kualitas air.....	9
2.4 Penggunaan Tataguna lahan.....	11
2.5 Sistem Informasi Geografis.....	12
2.6 Penelitian sebelumnya.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Tahapan Penelitian.....	18
3.2 Waktu dan lokasi penelitian.....	19
3.3 Alat dan Bahan.....	21
3.4 Pengumpulan Data.....	24
3.4.1 Penentuan lokasi.....	24
3.4.2 Pengumpulan Data Primer dan Sekunder.....	25
3.5 Metode pengambilan sampel.....	27
3.5.1 Sampel Air Tanah.....	27
3.5.2 Sampel wawancara dan kuisisioner.....	27
3.6 Pengujian sampel air tanah.....	28

3.7 Analisis Data .....	29
3.7.1 Analisis Data Kualitas Air Tanah (Sumur Dangkal).....	29
3.7.2 Analisis Data Observasi dan Wawancara .....	30
3.7.3 Analisis Data Pendukung Kualitas Air Tanah .....	31
3.8 Metode Analisis Data Spasial .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Analisis Konsentrasi Bakteri Total <i>Coliform</i> dan <i>E. coli</i> .....	34
4.1.1 Pengukuran Parameter Pendukung .....	38
4.2 Pola Persebaran Kualitas Air Tanah Menggunakan Metode IDW .....	41
4.3 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Persebaran Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Depok .....	50
4.3.1 Hasil wawancara dan observasi .....	51
4.3.2 Penggunaan lahan ( <i>Land Use</i> ) .....	59
4.3.3 Pola Arah Aliran Air Tanah .....	61
4.3.4 Jenis Tanah.....	63
4.3.5 Matriks Pembagian Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kondisi Kualitas Air Tanah Parameter Mikrobiologi.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>78</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>104</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir.....	21
Tabel 3. 2 Alat dan bahan untuk pengambilan sampel air tanah .....	22
Tabel 3. 3 Alat dan bahan pembuatan media .....	23
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan Pengujian.....	24
Tabel 4. 1 Lokasi sampling air tanah tiap kelurahan.....	43
Tabel 4. 2 Hasil wawancara dan observasi sumur .....	51



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan antara bakteri Total <i>Coliform</i> , Fekal <i>Coliform</i> , dan <i>E.coli</i> .....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	18
Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kecamatan Depok.....	20
Gambar 3. 3 Wawancara pengguna sumur .....	26
Gambar 3. 4 Pengambilan sampel air sumur melalui keran.....	27
Gambar 3. 5 Diagram alir analisis kualitas air tanah pada air sumur dangkal dengan metode IDW .....	29
Gambar 3. 6 Diagram alir analisis data observasi dan wawancara.....	30
Gambar 3. 7 Diagram alir analisis arah aliran air tanah.....	32
Gambar 4. 1 Konsentrasi Total <i>Coliform</i> Air Tanah di Kecamatan Depok (n=12) .....	34
Gambar 4. 2 Konsentrasi <i>E. coli</i> Air Tanah di Kecamatan Depok (n=12) .....	35
Gambar 4. 3 (a). Distribusi data konsentrasi parameter Total Coliform (b). Distribusi data konsentrasi parameter E.coli.....	35
Gambar 4. 4 Nilai parameter suhu air tanah .....	39
Gambar 4. 5 Nilai parameter pH air tanah .....	39
Gambar 4. 6 a). Distribusi Paramater Temperatur Air Tanah (b). Distribusi Parameter Suhu Air Tanah.....	40
Gambar 4. 7 Peta Titk Sampling Kecamatan Depok dan Titik Pengambilan Sampel Air Tanah .....	42
Gambar 4. 8 Konsentrasi Total <i>Coliform</i> dengan rentang 0 - 430 mg/ 100 ml.....	44
Gambar 4. 9 kondisi eksisting pada titik sampling SD 9 .....	46
Gambar 4. 10 Konsentrasi <i>E.coli</i> dengan rentang 0 - 110 MPN/ 100 ml .....	48
Gambar 4. 11kondisi eksisting pada titik sampling SD 9 .....	49
Gambar 4. 12 (a). Jarak antara <i>septic tank</i> dan sumur (b). Adanya sistem drainase (Saluran air limbah) yang memadai di dekat sumur .....	52
Gambar 4. 13 (a). Saluran drainase air limbah SD 4 (b). Saluran drainase air limbah SD 9 .....	53

Gambar 4. 14 a). Saluran drainase air limbah SD 6 (b). Saluran drainase air limbah SD 12 .....	53
Gambar 4. 15 Hasil observasi penggunaan sistem sanitasi (b) Pengurasan tangki septik .....	54
Gambar 4. 16 (a). Penutup <i>Septic Tank</i> SD 4 (b). Penutup <i>Septic Tank</i> SD 8....	55
Gambar 4. 17 Hasil observasi dinding parapet sumur .....	55
Gambar 4. 18 Kondisi sumur di titik sampling SD 7 .....	56
Gambar 4. 19 Kondisi sumur pada titik sampling SD 1 .....	57
Gambar 4. 20 (a). Kondisi penutup sumur SD 8 (b). Kondisi penutup sumur SD 10.....	57
Gambar 4. 21 (a). Kondisi sumur titik sampling SD 5 (b). Kondisi sumur titik sampling SD 10.....	58
Gambar 4. 22 Peta Penggunaan Lahan di Kecamatan Depok.....	60
Gambar 4. 23 Peta Arah Aliran Air Tanah .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Matriks Pembahasan Kondisi Kualitas Air Tanah Parameter Total <i>Coliform</i> dan <i>E.coli</i> .....	79
Lampiran 2. Lokasi pengambilan sampling dan hasil kualitas air tanah .....	82
Lampiran 3. Rekapitulasi perhitungan bakteri Total <i>Coliform</i> & <i>E.coli</i> .....	84
Lampiran 4. Prosedur pengambilan sampel air sumur dari keran.....	86
Lampiran 5. Formulir wawancara dan observasi pengguna sumur .....	87
Lampiran 6. Sampel kuisioner dan observasi pengguna sumur .....	88
Lampiran 7. Prosedur Pembuatan Media .....	90
Lampiran 8. Prosedur Pengujian Total <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i> .....	94
Lampiran 9. Prosedur pengujian parameter lapangan.....	97
Lampiran 10. Surat Izin Permohonan Survei dan Pengambilan Data Penelitian	98
Lampiran 11. Dokumentasi kegiatan sampling dan pengujian sampel.....	101







*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan kawasan perkotaan di wilayah Kabupaten Sleman termasuk kawasan cepat tumbuh dalam kurun waktu tahun 1990 - 2019. Kabupaten Sleman dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu kabupaten cepat tumbuh di Pulau Jawa khususnya (Mardiansjah, 2013). Letak geografis berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta yang merupakan pusat aktivitas secara ekonomi dan wilayah. Selain itu, dengan adanya banyak universitas yang berdiri menyebabkan laju pertumbuhan penduduk cukup tinggi dengan nilai rata-rata dari data Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman sebesar 1,07% pada tahun 2019. Perkembangan pembangunan permukiman, perekonomian dan sektor pendidikan secara cepat mendorong pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi sehingga berpengaruh pada kepadatan penduduk menurut Badan Pusat Statistik di Kabupaten Sleman sebesar 1.958 jiwa/km<sup>2</sup> pada tahun 2020. Menurut pada Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 data kependuduk Kabupaten Sleman memiliki kepadatan dan distribusi penduduk Kabupaten Sleman terbesar pada Kecamatan Depok sebesar 3.685 jiwa/km<sup>2</sup>. Jumlah distribusi penduduk dapat menjadi acuan dalam peningkatan kebutuhan air di Kecamatan Depok secara khusus yang digunakan berbagai keperluan setiap harinya dalam memenuhi kebutuhan air bersih dari air tanah.

Keberadaan air tanah di Kecamatan Depok tidak bisa dipastikan mengenai kualitasnya karena masih ada sebagian rumah warga yang masih memanfaatkan air sumur sebagai sumber air utamanya dengan meletakkan lokasi sumur tidak sesuai standar lokasi lokasi yang dipersyaratkan yaitu dekat dengan berbagai sumber pencemar seperti limbah MCK (Mandi, Cuci, Kakus), letak sumur berdekatan dengan tempat – tempat sumber pengotor seperti limbah rumah tangga, lubang galian untuk air kotor, dan penampungan sampah (Aswadi, 2006). Hal tersebut dapat memungkinkan adanya pencemaran oleh bakteri *coliform*. Dengan adanya

*septic tank* bocor dan merembes karena tidak kedap air yang terletak di tanah berpasir membuat sumur sangat rentan terhadap kontaminasi tinja.. Selain itu kondisi fisik dalam keadaan baik atau buruk sumur juga dapat mempengaruhi kandungan bakteriologis air sumur (Soemirat, 2011).

Penelitian terkait analisis kualitas air tanah masih terbatas, mengingat Kecamatan Depok berdasarkan PERDA DIY No. 5 Tahun 2019 dalam peraturan zonasi untuk sistem perkotaan masuk kawasan strategis kepentingan ekonomi dan Pusat Kegiatan Nasional (PKN). Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengecekan kualitas air tanah pada air sumur, terutama berdasarkan parameter mikrobiologi untuk mengetahui status kondisi kualitas air sumur yang digunakan tercemar atau tidak oleh bakteri Total *Coliform* dan *E.coli* sehingga kehadirannya dapat menjadi indikasi adanya bakteri-bakteri patogen yang berbahaya pada air tanah yang merupakan mikroba pencemar yang berbahaya bagi kesehatan (Arisman, 2010). Beberapa macam penyakit yang penularannya melibatkan air yang mengandung kuman patogen yaitu *waterborne-disease* seperti diare, tipus, disentri, dan lain sebagainya (Priyanto, 2019). Penderita penyakit diare pada tahun 2020 di DIY mencapai 10.276 jiwa dan berdasarkan urutan 10 penyakit yang paling banyak di DIY, diare menjadi peringkat kedua setelah hipertensi (DIKPLHD DIY, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya tentang pemetaan air tanah di Yogyakarta telah dilakukan, seperti (Savitri, 2016; Nurroh 2020; Prajoko 2007; Kurniawan 2013; Wijayanti dkk, 2018; Rafsanjani, 2021). Wijayanti dkk (2018), pada penelitiannya menerapkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam menggambarkan dan menganalisis serta memetakan kualitas air tanah. Dengan tujuan untuk mengklasifikasikan kualitas air tanah berdasarkan tingkat pencemaran di wilayah studi tetapi didominasi pada parameter fisik dan kimia, tidak spesifik untuk parameter mikrobiologi (Total *Coliform* dan *E.coli*). Pada penelitian Prajoko (2007), dilakukan pemetaan awal kualitas air tanah berdasarkan parameter mikroba di Yogyakarta. Karena penelitian ini dilakukan lebih dari 1 dekade sehingga sebelumnya menghasilkan gambaran dan resolusi spasial yang rendah. Penelitian juga dilakukan Rafsanjani (2021), mengenai analisis kualitas air tanah terhadap

IPAL Komunal yang berada di Kecamatan Depok dalam pengumpulan data menggunakan data sekunder kualitas air tanah yang bersumber dari Dokumen Informasi Kinerja Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Provinsi DIY pada tahun 2016 - 2019. Pada penelitian sebelumnya belum tersedia informasi spesifik mengenai penyebaran secara merata kualitas air tanah sehingga belum dilakukan validasi data lapangan secara langsung.

Lebih lanjut, untuk mengetahui konsentrasi dan pola persebaran memerlukan *Geographic Information System* (GIS) sehingga dapat menjelaskan mengenai lokasi, letak atau titik yang menyimpan informasi tentang kondisi suatu kawasan dan digambarkan secara spasial. Berdasarkan titik sampling yang menampilkan hasil pemetaan dengan analisis spasial metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) sesuai perolehan data primer pengujian di laboratorium dan data spasial pendukung berupa penggunaan lahan serta arah aliran tanah. Dengan demikian, hasil pemetaan sebaran konsentrasi bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* pada air tanah digunakan sebagai data pendukung untuk melakukan upaya *monitoring* kualitas air tanah dan pengendalian aktivitas apa saja berpotensi terjadinya pencemaran serta dapat membantu dalam pemetaan risiko pencemaran air tanah.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Berapa kandungan bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* yang terkandung dalam air tanah pada sumur dangkal di Kecamatan Depok?
2. Bagaimana pola persebaran kandungan bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* di Kecamatan Depok?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran kualitas air tanah di Kecamatan Depok ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi konsentrasi bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli* yang terkandung dalam air tanah pada sumur dangkal di Kecamatan Depok
2. Memetakan pola persebaran bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli* di Kecamatan Depok.
3. Mengetahui faktor-faktor yang berkaitan dengan pola sebaran kualitas air tanah di Kecamatan Depok

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Memperoleh informasi mengenai kondisi kualitas air tanah dengan menyajikan data bentuk spasial yaitu dengan memanfaatkan GIS (*Geographic Informatic System*) untuk memudahkan menampilkan kondisi secara keseluruhan dari hasil analisis.
2. Memberikan pemahaman dan penerapan ilmu yang di pelajari serta didapatkan pada saat perkuliahan khususnya berkaitan dengan kualitas air tanah dan parameter mikrobiologis.
3. Memberikan informasi yang bisa menjadi rujukan bagi masyarakat maupun instansi terkait dalam pemantauan air sumur.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan berada di Kecamatan Depok, Sleman, DIY
2. Data kualitas air tanah pada sumur dangkal dengan 2 parameter meliputi parameter mikrobiologi (Total *Coliform* dan *Escherichia coli*). Parameter ini dipilih karena pada data kualitas air tanah cenderung mengalami perubahan yang berarti (signifikan) terhadap bakteri dibandingkan dengan parameter lainnya seperti, kekeruhan.

3. Baku mutu yang digunakan dalam pemeriksaan kualitas air tanah pada parameter mikrobiologi (*Total Coliform* dan *Escherichia coli*) yaitu PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
4. Metode sampling pada air tanah menggunakan acuan SNI 6989.58 Tahun 2008 tentang pengambilan sampel air tanah.
5. Metode pengukuran kandungan bakteri *Total Coliform* mengacu *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater* Ed. 23,9221, 2021 dengan menggunakan metode (*Most-probable number*) MPN.
6. Data yang dipakai untuk mendukung analisis yaitu meliputi data penggunaan lahan (*land use*), jenis tanah, pola aliran air tanah, hasil observasi, kuisioner dan wawancara.
7. Pengolahan dan analisis data spasial untuk mengetahui persebaran bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* di area Kecamatan Depok dilakukan dengan *Geographic Informatic System* (GIS) menggunakan *software Arc.GIS* dengan metode *Interpolasi Inverse Distance Weighting* (IDW).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman**

##### **2.1.1 Luas Wilayah dan Letak geografis**

Depok merupakan kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman. Kecamatan Depok memiliki luas wilayah 35,55 km<sup>2</sup> atau secara geografis terletak antara 7°46'43"LS dan 110°23'21"BT dengan ketinggian 100 mdpl – 200 mdpl atau ketinggian rata-ratanya yaitu 140 mdpl sedangkan jumlah penduduk yaitu 123.689 jiwa yang terdiri dari 61.159 laki-laki dan 62.530 perempuan dan memiliki kepadatan penduduk 3.479/ km<sup>2</sup> (Kecamatan Depok Dalam Angka 2021). Kecamatan Depok terdapat 3 desa/ kalurahan yaitu Desa/ Kalurahan Caturtunggal, Desa/ Kalurahan Condongcatur dan Desa/ Kalurahan Maguwoharjo. Secara administratif terdiri 58 Dusun/Padukuhan, 93 RW dan 296 RT (Kecamatan Depok Dalam Angka, 2021). Kecamatan Depok memiliki batas :

- Utara : Kecamatan Ngaglik dan Ngemplak
- Timur : Kecamatan Kalasan dan Ngemplak
- Selatan : Kecamatan Banguntapan, Berbah dan Gondokusuman
- Barat : Kecamatan Mlati dan Ngaglik

Secara keadaan geografis berdasarkan peta ketinggian pada Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman tahun 2005-2014, Kecamatan Depok mempunyai elevasi antara 101-300 mdpl. Berdasarkan Peta Lereng Kabupaten Sleman yang tertuang pada RTRW Kecamatan Depok berada pada kemiringan lereng 0-2%. Jenis tanah yang dominan adalah jenis tanah regosol yang berasal dari material vulkanik gunung berapi yang terletak di wilayah bagian utara Kabupaten Sleman, serta lapisan solum tebal yang memiliki tingkat kesuburan yang baik (gembur) dan berporus (mempunyai porositas) serta memiliki tekstur kasar (mempunyai butiran) bercampur dengan pasir.

## 2.2 Air Tanah

Pengertian dari air tanah adalah semua air yang terkandung dalam lapisan pengandung air (akifer) yang mengisi rongga – rongga batuan dan terletak di bawah muka air tanah. Akifer adalah formasi geologis yang mengandung air jenuh dan memiliki kemampuan untuk melewati dan menyimpan air serta membentuk cekungan air tanah pada kedalamannya. Cekungan air tanah adalah suatu daerah yang dibatasi oleh batas hidrogeologi dimana semua kejadian hidrologi seperti pengisian, pelepasan, dan pengaliran air tanah terjadi. Dalam suatu cekungan terdapat potensi air tanah yang bergantung pada porositas dan permeabilitas tanah. Kecepatan aliran air tanah bervariasi tergantung pada jenis tanah. Di tanah berpasir, air tanah bergerak lebih cepat daripada di tanah liat atau tanah lempung (Popi, 2009).

Menurut (Daryanto, 2004) air tanah dapat dibedakan menjadi 2 yaitu air tanah yang tertekan (*confined aquifer*) dan yang bebas/ tidak tertekan (*unconfined aquifer*). Air tanah yang terapat pada lapisan atau layer yang kedap pada bagian atas dan bawahnya serta memiliki tekanan jenuh yang lebih besar daripada tekanan atmosfer merupakan jenis air tanah tertekan dan biasa dikenal sebagai sumur dalam atau air artesis. Air artesis ini jika dilakukan pengeboran tanah dan menjumpai air artesis dapat menyembur keluar dengan sendirinya. Sedangkan yang dimaksud dengan akuifer bebas atau biasa dikenal sebagai air tanah dangkal (*soil water*), yakni jenis air tanah yang letaknya tidak terapat pada lapisan kedap air dan memiliki muka air tanah yang merupakan batas atas air tanah bebas dan dibawahnya terdapat batas lajur jenuh (*saturated zone*). Jenis air ini bisa ditemukan dan dimanfaatkan secara mudah pada saat membuat sumur gali yang digunakan sumber air. Air tanah (*groundwater*) bergerak ke bawah tanah melalui proses perkolasi yang dipengaruhi secara gravitasi dan kemudian mengalir ke dalam saluran sebagai rembesan (*seepage*) melalui batuan dan lapisan-lapisan tanah.

Pada kedalaman kurang dari 40 dari permukaan tanah keberadaan air tanah dangkal biasanya ditemukan. Air tanah dangkal memiliki sifat bebas atau *unconfined aquifer*, rentan dipengaruhi kondisi lokasi lingkungan setempat, karena



tidak adanya lapisan batuan yang kedap yang digunakan sebagai pemisah antara air tanah dan permukaan. Pada saat hujan yang terjadi adalah air akan meresap langsung ke dalam tanah dan mengisi (*recharge*) air tanah. Berbeda dengan halnya akuifer yang memiliki sifat tertekan tidak berdampak langsung pada kondisi air permukaan karena adanya lapisan batuan yang kedap untuk memisahkan antara permukaan tanah dengan air tanah dalam. Jenis air tanah ini mengalir dari daerah resapan air bertopografi tinggi atau memiliki elevasi tinggi dan kemiringan lahan relatif besar (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, 2008).

Air tanah bergerak dari daerah imbuhan (*recharge area*) yang menjadi tempat terbentuk dan mengalir ke daerah *discharge area* melalui beberapa ruang dari batuan penyusun. Dalam pergerakan tersebut air tanah dapat melarutkan mineral batuan dan dipengaruhi oleh kondisi di dalamnya. Oleh sebab itu mutu air di setiap tempat beragam berdasarkan dari jenis batuan dan lapisan tanah, dimana air tersebut mengalir, meresap, dan berkumpul. Sifat fisik, unsur kimia, bakteriologi, dan komposisi secara alami seperti jenis tanah/ batuan yang dialui, jenis air dari asal air tanah sangat menunjukkan mutu air tanah. Dan mengalami perubahan apabila terjadi campur tangan atau tindakan manusia pada penggunaan air tanah dalam hal ini seperti pengambilan secara berlebihan, pembuangan limbah, dan lain - lain (BPSDM, 2017).

Jenis air tanah dangkal (*vulnerable*) terkena terkontaminasi oleh polutan dari permukaan. Jenis tanah maupun batuan memiliki kemampuan mengurangi kadar polutan, sehingga besaran tingkat pencemaran yang terjadi pada air tanah dangkal sangat tergantung pada lokasi akuifer, jenis dan jumlah polutan, batuan yang membentuk akuifer, serta jenis polutan tanah/batuan di zona tidak jenuh (*unsaturated zone*). Berdasarkan variasi pola imbuhan tersebut, di daerah perkotaan yang memanfaatkan air tanah dalam secara terus menerus menjadi sangat rentan terkena pencemaran air, apabila air tanah dangkalnya sudah terkontaminasi dan dapat membawa penyakit yang terbawa melalui media air (*water borne disease*) (Darwis, 2018).

### 2.3 Standar Mikrobiologi Kualitas air

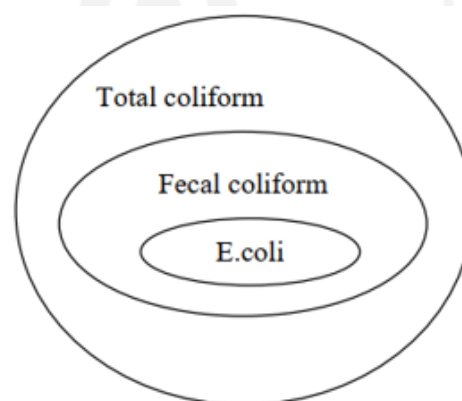
Kualitas air yaitu kandungan organisme pada makhluk hidup dan sifat air, energi, zat atau komponen lain di dalam air yang termasuk beberapa parameter, yaitu parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi (Effendi, 2003). Kualitas air tanah rata - rata dipengaruhi oleh berbagai macam kompleksitas dan berhubungan aktivitas manusia dengan banyak hal salah satunya pertumbuhan penduduk yang tidak terlepas dari meningkatnya buangan atau limbah yang dihasilkan serta terjadi penambahan instalasi pengolahan untuk mengatasi masalah sanitasi. Hal ini juga selaras dengan penggunaan air tanah, tetapi kondisi ini tidak didukung oleh pengelolaan lingkungan yang baik dan tertata, karena merupakan sumber utama dari pencemaran air tanah. Kualitas air tanah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan parameter mikrobiologis yang merupakan indikator pencemaran limbah organik manusia maupun hewan. Dari segi kualitas air, terdapat standar baku mutu yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan batas nilai atau konsentrasi parameter yang diketahui dan untuk mengontrol keadaan kualitas air. Dalam hal ini, baku mutu dipakai untuk mengetahui kualitas air tanah yang ada dengan membandingkannya hasil dengan regulasi yang berlaku.

Menurut PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum yang meliputi Bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli*. Dalam persyaratan keperluan air minum memuat ketentuan-ketentuan yang biasanya dibuat dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan ketentuan minimum yang harus dicapai dan dipenuhi agar air minum dapat digunakan tanpa menimbulkan gangguan bagi kesehatan maupun penyakit.

*Coliform* adalah sekelompok bakteri usus yang dapat ditemukan di saluran pencernaan manusia atau hewan maupun pada kotoran manusia atau hewan yang dapat ditemukan dalam jumlah banyak sehingga sering digunakan sebagai petunjuk dan keterangan adanya kehadiran polutan dengan kondisi yang buruk untuk air, makanan serta minuman (produk susu). Kehadiran bakteri dalam air minum menunjukkan sanitasi yang buruk. *Coliform* digunakan sebagai indikator kemurnian air ditinjau dari kualitas mikrobiologisnya. Munculnya bakteri dari

kelompok *coliform* menunjukkan adanya bakteri patogen (mikroorganisme parasit yang dapat menyebabkan penyakit) di dalam air (Treyens, 2009).

Bakteri *coliform* dalam air tanah dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu Total *Coliform*, *Fecal coliform*, dan *E. coli*. Total *Coliform* merupakan bakteri yang secara alami dapat ditemukan dalam material tanah, tanaman, kotoran manusia atau hewan, dan air yang sudah dipengaruhi oleh air permukaan sehingga memungkinkan telah terkontaminasi. Fekal *coliform* adalah bagian dari kelompok Total *coliform* yang memiliki karakteristik lebih spesifik hanya untuk bakteri yang dapat hidup di saluran pencernaan atau feses manusia dan hewan berdarah panas (Ayam, kucing, anjing, burung dan hewan mamalia). Fekal *coliform* dianggap sebagai indikator yang lebih akurat dari kontaminasi air oleh kotoran manusia atau hewan berdarah panas daripada jumlah Total *Coliform* karena asal usulnya dari *fecal coliform* lebih spesifik. Sedangkan *E.coli* merupakan spesies utama dalam kelompok fekal *coliform*, dari lima kelompok umum bakteri *coliform*, hanya *E.coli* yang umumnya tidak berkembang biak, hidup dan tumbuh di lingkungan. Dengan begitu *E.coli* dianggap sebagai spesies bakteri *coliform* untuk indikator terbaik dari pencemaran tinja dan dapat dikaitkan dengan adanya kehadiran bakteri yang patogen (New York State Department of Health, 2011).



**Gambar 2. 1 Hubungan antara bakteri Total *Coliform*, Fekal *Coliform*, dan *E.coli***

(Sumber Gambar : New York State Departement Of Health, 2011)

Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri yang merupakan bagian dari mikroflora yang biasanya terdapat pada saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri heterotrofik yang mengkonsumsi makanan berupa bahan organik dari lingkungan karena tidak dapat secara mandiri menghasilkan bahan organik yang diperlukan. Bahan organik diperoleh dari sisa-sisa organisme lain. Bakteri ini menguraikan bahan organik dalam makanan menjadi zat anorganik seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, energi dan mineral. Di lingkungan, bakteri pembusuk ini berperan sebagai dekomposer dan memberikan nutrisi bagi tanaman (Kusuma, 2010).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan kelompok dari bakteri *Coliform* yang menandakan semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *Coliform* semakin tinggi juga resiko munculnya bakteri patogen lainnya yang biasa hidup dalam kotoran manusia. Diare juga disebabkan karena munculnya bakteri patogen, dengan memiliki tingkat penyakit diare yang kaitan erat dengan bakteri *Escherichia coli* yang terdapat di Indonesia, khususnya di kota-kota. Masyarakat awam minim tentang bahaya bakteri *Escherichia coli* dapat terjadi karena kurangnya pengetahuan dan kesadaran untuk mendeteksi serta mengambil langkah pencegahan terhadap bakteri yang buruk bagi kesehatan manusia (Boekoesoe, 2010).

#### **2.4 Penggunaan Tataguna lahan**

Kesesuaian lahan merupakan kecocokan suatu lahan untuk tujuan penggunaan tertentu sesuai peruntukannya. Melalui penilaian menurut kelas lahan serta pola tata guna tanah yang dihubungkan dengan kondisi eksisting wilayah, sehingga dapat diperkirakan dan disesuaikan penggunaan lahan yang lebih terarah berikut aktivitas pemeliharaan kelestariannya. Penilaian secara sistematis dari kesesuaian lahan kualitatif yang ditentukan berdasarkan atas penilaian karakteristik (kualitas) dilakukan dengan cara menyandingkan atau membandingkan kriteria masing-masing kelas kesesuaian lahan ditentukan oleh faktor fisik berdasarkan karakteristik kualitas lahan (A Susanto, 2016).

Dampak perubahan penggunaan lahan tidak semuanya berdampak negatif terhadap lingkungan, namun bisa memberikan dampak positif yaitu tersedianya lahan bermukim untuk masyarakat, sehingga dampaknya daerah tersebut akan lebih cepat berkembang dan fasilitas umum tersedia dengan mudah. Adapun dampak negatif yang dimaksud adalah degradasi lahan, berkurangnya lahan alami (*natural space*), berkurangnya lahan pertanian produktif, adanya polusi kendaraan, dan menurunnya kemampuan sistem biologis dalam mendukung kebutuhan manusia (Lambin, 2007; Aguayo dkk., 2019). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap lingkungan banyak mendapat perhatian, liputan dan publikasi di berbagai media dibandingkan dengan dampak sosial ekonomi, hal ini disebabkan efek yang ditimbulkan dalam jangka waktunya lebih panjang dan bersifat tidak terlihat serta faktor – faktor lain yang menyertai timbul menjadikan pemicunya lebih kompleks (Briassoulis & Ph, 2000).

## **2.5 Sistem Informasi Geografis**

Sistem informasi geografi (SIG) dalam definisi merupakan suatu sistem yang penyimpanannya berbasis data dengan kemampuan khusus untuk mengelola data yang bereferensi keruangan (spasial) dengan tujuan untuk mengumpulkan, memasukkan, menyimpan, mengolah dan menganalisis dengan menyajikan dan menggambarkan informasi dan data dari suatu fenomena dalam bentuk spasial (Nirwansyah, 2016).

Dalam aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) pada bidang teknik lingkungan berfungsi sebagai alat bantu untuk mempermudah dan mempercepat analisis spasial yang diperlukan sebagai acuan dasar pertimbangan penyelesaian secara teknis dan analisis pokok permasalahan lingkungan meliputi : pemetaan, pemodelan dan analisis pencemaran air tanah maupun permukaan, monitoring kualitas lingkungan, pemetaan dan analisis sebaran air tanah, dan sebagainya (Wacano, 2016)

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pengolahan data dalam bentuk digital dengan proses penyajian data dengan cara memanfaatkan GIS (*Geographic Informatic System*) sebagai alat atau fasilitas untuk menyajikan hasil

evaluasi dan memonitoring pekerjaan. Penyajian data ini dilakukan untuk mempermudah dalam melihat hasil evaluasi secara informatif dan mudah dipahami. Pada saat menganalisis data spasial dalam format vektor dan raster, perlu untuk mempelajari area tersebut untuk memperoleh data dalam bentuk spasial. Oleh karena itu, interpolasi harus dilakukan untuk memperoleh nilai antar titik sampel (Santoso, 2021).

Menurut Pramono (2008) menjelaskan terdapat metode yang dapat dipakai untuk menginterpolasi seperti *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan *kriging* yang menampilkan hasil interpolasi beragam. D.L. Krige pada tahun 1951 yang merupakan insinyur Afrika Selatan menemukan istilah *kriging* yang pada awalnya untuk mengestimasi nilai suatu mineral. Kelemahan dari metode ini adalah tidak dapat menunjukkan puncak, lembah, atau nilai yang berubah secara signifikan pada jarak dekat. Metode yang cocok dan tepat dalam pemilihan interpolasi akan memperoleh proyeksi data yang lebih valid dan mendekati dengan data uji.

Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* merupakan metode *deterministic* mudah dan simpel dengan memperhitungkan titik yang ada disekitarnya dan umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh dari persamaan matematika (NCGIA, 2007). Hipotesa dari metode IDW adalah hasil nilai interpolasi bisa menjadi lebih serupa pada sampel dengan titik yang dekat daripada titik yang lebih jauh. Nilai *power* pada metode menentukan pengaruh terhadap titik masukan (*input*) yang mana pengaruh akan lebih besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Nilai *power* yang tinggi akan menunjukkan hasil seperti menggunakan interpolasi metode *nearest-neighbor* yang mana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data terdekat. Bobot atau *weight* didasarkan pada jaraknya dari data sampel yang berubah secara garis lurus (*linear*) dan tidak akan terpengaruh oleh lokasi data sampel (Pasaribu & Haryani, 2012).

Keunggulan dari metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) adalah menampilkan nilai interpolasi cenderung mendekati nilai minimum dan maksimum data sampel dengan cara menaksir suatu nilai pada suatu lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data sampel disekitarnya yang diketahui nilainya. Bisa juga dilakukan pemilihan nilai *power* pada jumlah data yang minimalis yang berpengaruh pada hasil interpolasi. Kekurangan dari metode ini adalah hasil dari nilai interpolasi terbatas dan ditentukan pada nilai data sampel yang didapatkan dari hasil rata – rata dan tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik-titik sampel. Untuk memperoleh hasil nilai interpolasi yang baik dan mendekati kondisi lapangan, data sampling yang diambil harus rapat dan merata. (Pramono, 2008).

## **2.6 Penelitian sebelumnya**

Pada **Tabel 2.1.** memuat informasi mengenai penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai salah satu rujukan ataupun referensi penulis untuk mendukung pembahasan dan juga dapat relevan dan berkaitan dengan penelitian yang sedang diteliti. Disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan nama peneliti/ penulis, tahun, tujuan penelitian, metode penelitian, dan kesimpulan.



**Tabel 2.1** Studi Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tujuan Penelitian	Metode	Kesimpulan
1	Kurniasih & Sumaryo, 2021	Untuk menentukan nilai konsentrasi Total <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i> pada air sumur gali dan sumur bor di Kabupaten Gianyar	Dilakukan dengan memeriksa menggunakan metode ( <i>Most-probable number</i> ) MPN dari 15 sampel air sumur	Hasil konsentrasi kandungan bakteri pada air sumur gali dan air sumur bor di Kabupaten Gianyar tidak memenuhi syarat baku mutu air menurut PerMenKes RI No.32 tahun 2017
2	Umiyati Sari Lating, 2017	Untuk menguji bakteri <i>Coliform</i> pada air sumur gali yang jaraknya < 10 meter dari sumber pencemar ( <i>septictank</i> ) di Kelurahan Kemaraya , Kota Kendari	Menggunakan metode ( <i>Most-probable number</i> ) MPN dengan memperhatikan keadaan jarak kurang dari 10 meter dari <i>septictank</i> pada saat pengambilan sampel air sumur gali	Didapatkan hasil 7 sampel (100% positif) melampaui batas cemaran (>1).
3	Rr.Diah Nugraheni Setyowati, 2018	Mengetahui pengaruh penggunaan lahan(hutan, pertanian, permukiman dan industri) terhadap kualitas air.	Menggunakan metode studi literatur	Penggunaan lahan dan berbagai aktivitas manusia yaitu di daerah permukiman, industri, dan pertanian telah memberikan kontribusi sumbangan bahan organik sehingga mempengaruhi kualitas air tanah



4	Rizki Adrianto, 2018	Pemantauan untuk mengetahui jumlah bakteri <i>coliform</i> di perairan sungai Provinsi Lampung di 8 titik lokasi pengambilan sampling air	Survei lapangan dan dilakukan pengambilan sampel, wawancara dan observasi, serta analisis laboratorium (Bakteri <i>Coliform</i> )	Hasil Pengujian menunjukkan jumlah <i>Coliform</i> tertinggi yaitu pada rentang 25394-24413 JPT/100 mL, hasil terendah pada rentang 8564-12034 JPT/100 mL. Hal ini menunjukkan telah melewati ambang batas persyaratan sungai kelas I (1000 Jumlah/100mL) sehingga dapat dikatakan kondisi perairan Sungai Provinsi Lampung tercemar bakteri <i>coliform</i>
5	Shelia Enri Rafsanjani, 2021	Mengidentifikasi pola persebaran kualitas dan Mengetahui faktor yang berhubungan dengan sebaran kualitas air tanah terhadap IPAL Komunal	Pengambilan data sekunder dari data Kualitas Air Tanah Sumur Pantau (DIKPLHD Sleman Tahun 2011 - 2019) , observasi dan wawancara, pemetaan menggunakan <i>Inverse Distance Weighting</i> (IDW)	Kualitas air tanah tidak secara langsung memiliki hubungan yang mana pola persebarannya cenderung mengalami peningkatan dan dengan adanya IPAL nilai parameter (nitrit, nitrat, dan total <i>coliform</i> ) menurun. Tetapi faktor-faktor lain mempengaruhi kualitas air seperti kondisi sumur, jenis tanah, arah aliran air tanah dan penggunaan lahan serta alih status fungsi IPAL

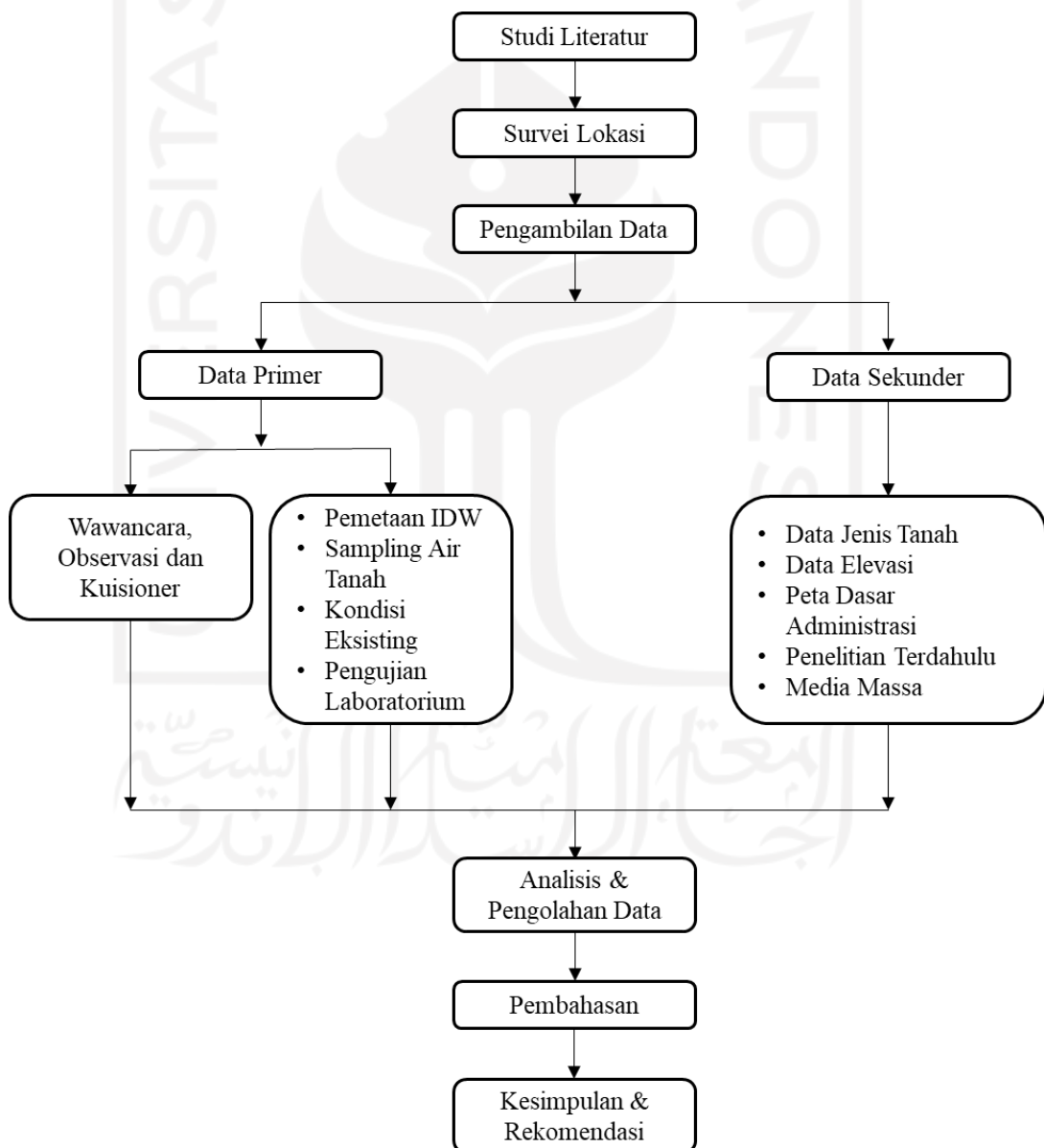


*"Halaman ini Sengaja Dikosongkan"*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan rancangan yang tersusun dalam kerangka penelitian. Kerangka penelitian menunjukkan *input*, tahapan/proses dari tahap persiapan, pelaksanaan dan *output* berupa laporan dari penelitian yang dilakukan. Diagram alir pengerjaan tugas akhir ditujukan pada **Gambar 3.1**



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian**

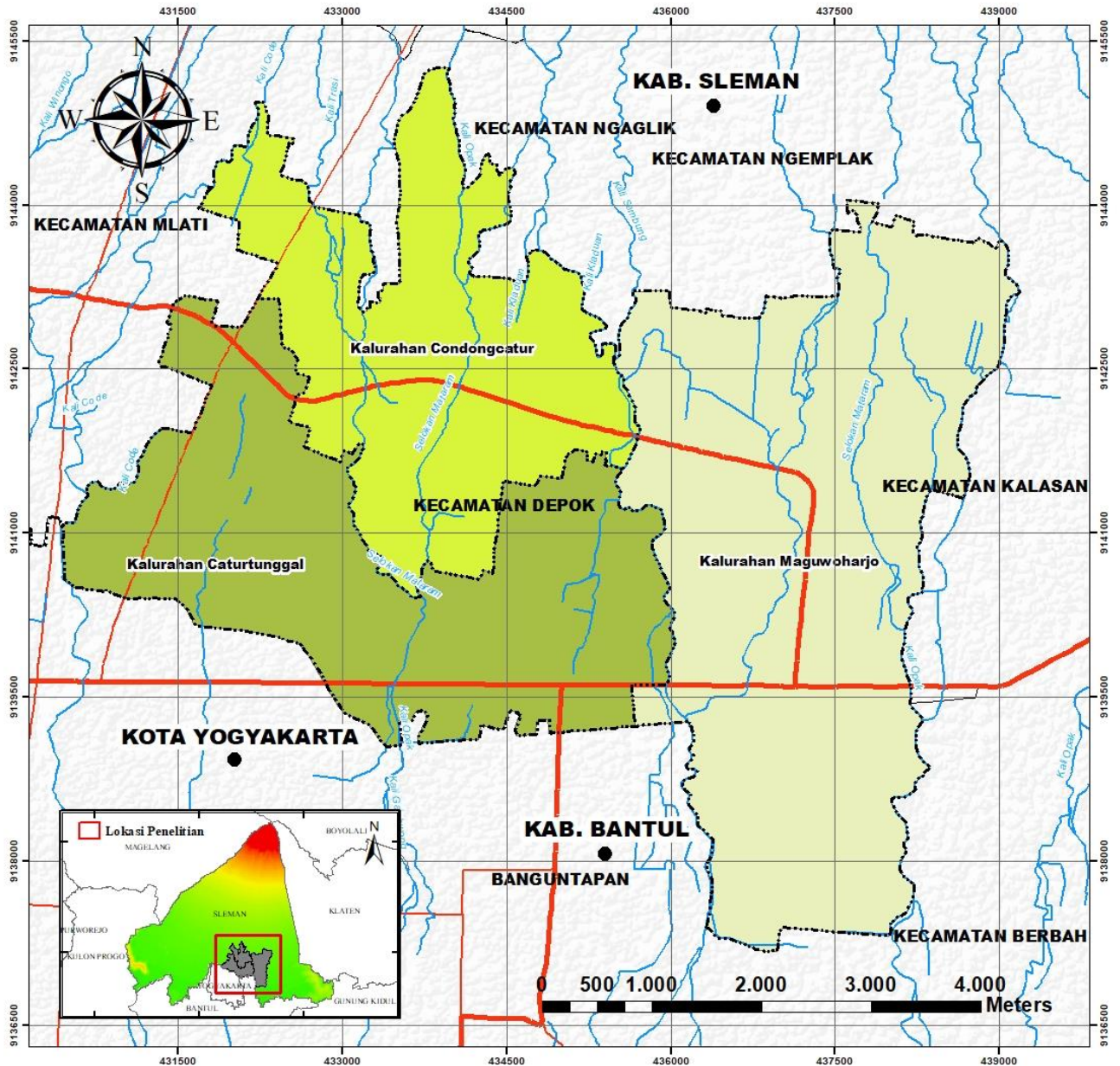
### **3.2 Waktu dan lokasi penelitian**

#### **1. Waktu Penelitian**

Waktu yang digunakan peneliti untuk melakukan penelitian ini dalam kurun waktu kurang lebih 5 (lima) bulan yang dimulai dari awal bulan Maret 2022 hingga bulan Agustus 2022 , dimulai dari memproses perizinan tempat lokasi kemudian pengumpulan data (pengambilan sampel air tanah) selanjutnya pengujian sampel dan pengolahan data yang pada akhirnya disajikan dalam bentuk Tugas Akhir dan diiringi dengan bimbingan.

#### **2. Tempat Penelitian**

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah di pengguna sumur di wilayah Kecamatan Depok dan analisis pengujian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Lokasi penelitian Kecamatan Depok masuk pada administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



<p><b>PETA ADMINISTRASI KECAMATAN DEPOK KABUPATEN SLEMAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA</b></p>	<p><b>SUMBER PETA :</b> 1. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000 2. Citra DEMNAS</p>	<p><b>TANGGAL PEMBUATAN PETA :</b> 11 November 2022</p>	<p>Datum .....World Geodetic System 1984 Proyeksi .....UTM Zona .....49S System Grid : ...Grid UTM - Interval 1500 Meter &amp; Grid Geografi Interval 10 Minutes</p>
<p><b>INFORMASI UMUM:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>----- BATAS DESA/ KALURAHAN</li> <li>----- BATAS KE CAMATAN</li> <li>----- BATAS KABUPATEN</li> <li> SUNGAI</li> <li> JALAN</li> </ul>	<p><b>DE SA/ KALURAHAN :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> CATURTUNGGAL</li> <li> CONDONGCATUR</li> <li> MAGUWOHARJO</li> </ul>		

**Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kecamatan Depok**

### 3.3 Alat dan Bahan

Dalam proses penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa alat dan bahan. Berikut ini merupakan alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir**

No.	Nama Alat
1.	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>ArcGis/ Arc. Map 10.8</i></li><li>- <i>Avenza Maps &amp; GPS Status</i> untuk memperoleh koordinat titik lokasi pengambilan sampel</li><li>- <i>Google Earth Pro</i> dan <i>SAS Planet 2019</i> untuk mendapatkan Citra Satelit</li><li>- <i>Microsoft Excel &amp; Microsoft Word</i></li></ul>
2.	Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) <ul style="list-style-type: none"><li>- Laptop Asus <i>Memory 4.0 GB SSD 256 GB, Hard Drive 500 GB</i></li><li>- Kamera atau <i>Hand Phone</i> Android</li></ul>

**Tabel 3. 2 Alat dan bahan untuk pengambilan sampel air tanah**

<b>ALAT dan BAHAN Sampling:</b>			
<b>No.</b>	<b>Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>
1	Gayung	1	Buah
2	Ember + tali	1	Buah
3	Botol duran 250 MI	20	Buah
4	<i>Multiparameter</i>	1	Buah
5	<i>Cool box</i>	1	Buah
6	Pipet tetes 2 MI	1	Buah
7	<i>TDS Meter</i>	1	Set
<b>Bahan</b>			
1	Tissue	1	Buah
2	Korek api	1	Buah
3	<i>Alumunium foil</i>	2	Buah
4	Alkohol semprot 70%	-	mL
5	Sarung tangan	1	Pack
6	Akuades	1	Liter
7	Kertas pH indikator	1	Pack



**Tabel 3. 3 Alat dan bahan pembuatan media**

Alat dan BAHAN			
No.	Alat	Jumlah	Satuan
1	Gelas beaker 1000 MI	2	Buah
2	Gelas beaker 50/ 100 MI	1	Buah
3	Spatula/ sendok	1	Buah
4	Pengaduk kaca	1	Buah
5	Pipet ukur	5	Buah
6	karet penghisap (bulb)	1	Buah
7	Cawan petri	30	Buah
8	Gelas Ukur	2	Buah
9	Erlenmeyer 500 MI	1	Buah
10	Tabung Reaksi + Rak Tabung	250	Buah
11	Kompur Listrik	1	Buah
12	Timbangan	1	Buah
13	Autoklaf	1	Buah
14	Oven	1	Buah
15	<i>Magnetic Stirrer/ Hot Plate</i>	1	Buah
Bahan			
1	Aquades	0,5	Liter
2	<i>Lactosa Broth, BGLB, EC. MUG, EMB (EosIn Methylene Blue)</i>	-	-
3	Kapas	1	Set
4	Alumunium foil/ Kertas sampul	1	Set



**Tabel 3. 4 Alat dan Bahan Pengujian**

No.	Alat	Jumlah	Satuan
1	Tabung Durham	250	Buah
2	Tabung Reaksi	250	Buah
3	Pipet steril 1 ml	5	Buah
4	Pipet steril 10 ml	5	Buah
5	Pipet steril 0,1 ml	5	Buah
6	Cawan Petri	30	Buah
7	Botol media	1	Buah
8	Gunting	1	Buah
9	Pinset	1	Buah
10	Jarum inokulasi (ose)	1	Buah
11	Pembakar bunsen	1	Buah
12	Lemari pendingin ( <i>refrigerator</i> )	1	Buah
13	Inkubator 35 <sup>0</sup> C.	1	Buah
14	LAF/ <i>Laminar Air Flow</i>	1	Buah
<b>Bahan</b>			
1	Suspensi Bakteri	-	-
2	Tabung fermentasi dari hasil positif tes pendugaan	-	-
3	Larutan alkohol 70%		

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk mendukung hasil pembahasan kesimpulan, maka data yang dipakai adalah berupa data primer (*Primary Data*) dan data sekunder (*Secondary Data*).

#### 3.4.1 Penentuan lokasi

Penentuan lokasi mengetahui lokasi titik sumur pantau air tanah yang akan dilakukan penelitian yang kemudian untuk pengambilan sampel yang akan diujikan di laboratorium. Metode penentuan titik sampling air tanah (sumur dangkal) yang digunakan adalah menggunakan metode *purposive sampling* dengan beberapa pertimbangan untuk pemilihan titik lokasi yang nantinya untuk diambil sampel air tanah yang masuk dalam *grid* sebagai berikut :

1. Air tanah yang diambil dari sumur untuk dijadikan sampel adalah jenis sumur dangkal
2. Sumur dangkal yang dijadikan sampel dipakai aktivitas sehari-hari oleh pengguna

*Purposive Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yg dipercaya dan dipandang bisa mewakili secara keseluruhan (*holistic*) sampel yang ada diperlukan dengan pertimbangan di atas. Metode penentuan titik sampling berdasarkan titik koordinat yang terletak dalam bagian persegi (*grid*) atau masuk dalam *grid* yang telah dibuat dengan interval jarak 1500 m x 1500 m dengan menyesuaikan lokasi penelitian, dapat mengurangi waktu untuk menuju titik di lokasi penelitian dikarenakan lokasi sampling dan luas sampling.

Pengambilan sampel air tanah menggunakan bantuan *grid* ini juga memudahkan dalam penulisan. Selain untuk pengambilan sampel, penentuan berdasarkan *grid* ini juga memudahkan dalam koordinasi penamaan peta. Lokasi titik pengambilan sampel air tanah dilakukan tersebar sejumlah 12 titik sumur dengan penentuan jumlah sampel berdasarkan *grid* lokasi sumur pantau yang menggunakan data primer. Lokasi penelitian data observasi, wawancara dilakukan di beberapa titik sumur pantau sesuai penentuan lokasi pengambilan sampel air sumur yang ada di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman.

### **3.4.2 Pengumpulan Data Primer dan Sekunder**

Data primer diperoleh dari hasil observasi/ eksisting, dan pengamatan langsung di lapangan yang sifatnya lebih akurat dan disertai dengan wawancara. Data yang dipakai sebagai landasan dalam memberikan pertimbangan bahwa air tanah pada lokasi yang ada apakah mengalami pencemaran atau tidak. Berikut data utama yang diperlukan :

1. Letak lokasi titik sampling air sumur, dibutuhkan untuk melihat jumlah titik pengambilan air sumur yang nantinya akan diujikan yang ditentukan menggunakan metode *purposive sampling* untuk mengetahui letak pengambilan air sumur dengan berdasarkan kriteria dan pertimbangan dalam penentuan titik sampling.

2. Sampel air tanah (sumur dangkal) dari keran air bersumber dari sumur, digunakan untuk diujikan dan mengetahui kadar parameter Total *Coliform* dan *Escherichia coli*.
3. Pada observasi pengamatan dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting dari lokasi penelitian meliputi mem-plot koordinat sumur pantau menggunakan *Avenza Maps / GPS Status*. Dalam observasi dapat diikuti dengan menanyakan pertanyaan kepada responden kepada pengguna sumur untuk mengetahui kondisi sumur yang digunakan. Berikut merupakan contoh bentuk observasi dan wawancara yang dilakukan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3. 3 Wawancara pengguna sumur**

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Data sekunder digunakan sebagai pendukung data utama dan didapatkan secara tidak langsung perlu mengakses atau menggunakan dokumen penelitian dan sumber data yang sesuai dengan penelitian ini. Data tersebut berupa standar baku mutu kualitas air yaitu PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Air Minum. Peta administrasi lokasi penelitian, data penggunaan lahan (*Land use*), peta elevasi wilayah menggunakan peta dasar *Digital Elevation Model (DEM)* juga diperlukan untuk menggambarkan pola aliran air tanah serta data jenis tanah pada

penelitian yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah/ BAPPEDA Kabupaten Sleman. Berdasarkan perolehan data spasial yang sudah ada kemudian diolah dengan menggunakan *software Arc.Gis 10.8*.

### **3.5 Metode pengambilan sampel**

#### **3.5.1 Sampel Air Tanah**

Sampling air tanah untuk keperluan analisa kandungan mikrobiologis Total *Coliform* dan *Escherichia coli* dilakukan dengan acuan SNI 6989 : 58 Tahun 2008 mengenai tatacara metode pengambilan contoh air tanah. Jika sudah didapatkan dan ditentukan titik pengambilan sampling air sumur, kemudian melakukan prosedur pengambilan untuk langkah kerja pengambilan sampel dilampirkan pada **Lampiran 3**. Berikut tata cara pengambilan sampel air tanah melalui keran sumur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3. 4 Pengambilan sampel air sumur melalui keran**

#### **3.5.2 Sampel wawancara dan kuisioner**

Wawancara adalah suatu teknik pengumpulan data yang dilaksanakan secara langsung dengan mengajukan dan menanyakan beberapa pertanyaan terkait masalah tertentu kepada pengguna (responden) (Sugiyono, 2018). Dari *interview* atau wawancara langsung dengan pemilik sumur didapatkan dari hasil keterangan atau pendapat warga yang menggunakan air tanah untuk mengetahui kondisi sumur

di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman. Jumlah responden sesuai dengan penentuan titik lokasi sampling air sumur yaitu 12 responden. Formulir pertanyaan untuk wawancara lebih detail dilampirkan pada **Lampiran 4**.

### **3.6 Pengujian sampel air tanah**

Sampel air diuji berdasarkan standar pengujian parameternya, parameter yang diuji adalah parameter wajib yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu Total *coliform* dan *Escherichia coli* serta parameter pendukung yaitu derajat keasaman (pH) dan suhu (temperatur) berdasarkan standar dan metode dalam melakukan pengujian. Berikut metode dan standar yang digunakan dalam pengujian parameter.

- Bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli*

Metode pengujian untuk menentukan konsentrasi menggunakan (*Most-probable number*) MPN dari Total *Coliform* dan *Escherichia coli* dalam 100 ml sampel. Tes terbagi atas 3 tahap yaitu tes pendugaan (*presumptive test*), tes penegasan (*confirmed test*), dan tes pelengkap (*completed test*) mengacu pada *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater* Ed. 23,9221, 2021.

- Derajat Keasaman (pH)

Pengujian pH dapat langsung menggunakan kertas pH atau SNI 06-6989.11 : 2019 menggunakan Alat pH meter elektroda.

- Suhu

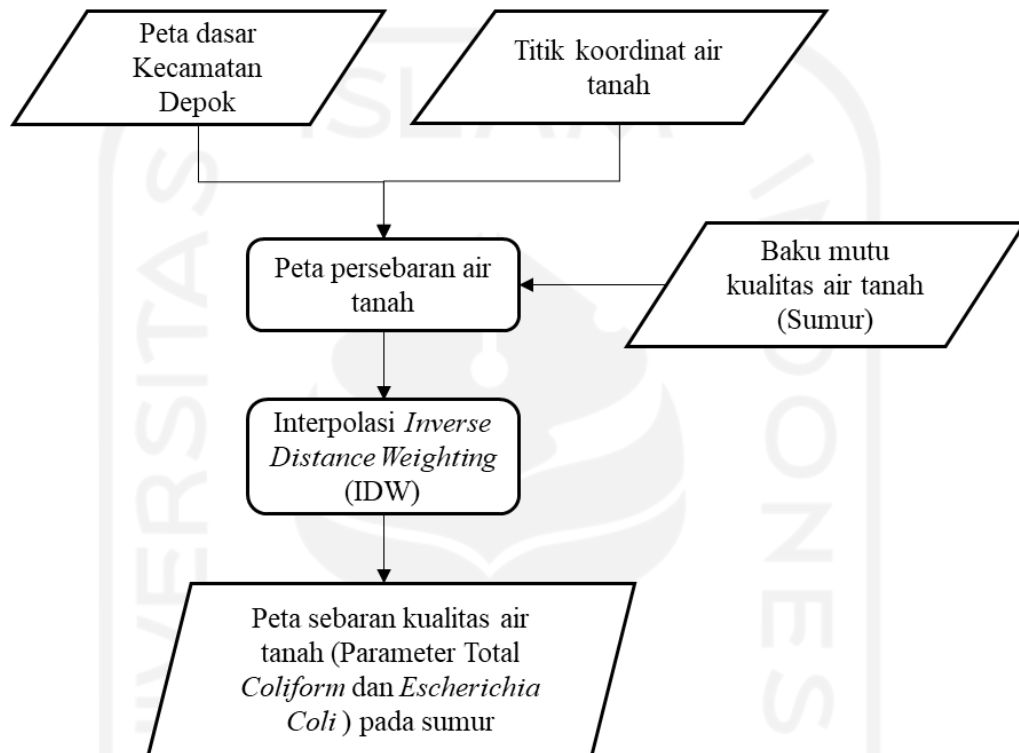
Pengujian suhu menggunakan termometer mengacu pada SNI 06- 6989.23-2005.

Pada **Lampiran 5 dan Lampiran 6** terlampir langkah kerja untuk setiap pembuatan media pengujian dan tatacara pengujian

### 3.7 Analisis Data

#### 3.7.1 Analisis Data Kualitas Air Tanah (Sumur Dangkal)

Berikut ini dapat dilihat pada **Gambar 3.5.** yang merupakan proses analisis kualitas air tanah sumur dangkal di wilayah studi.



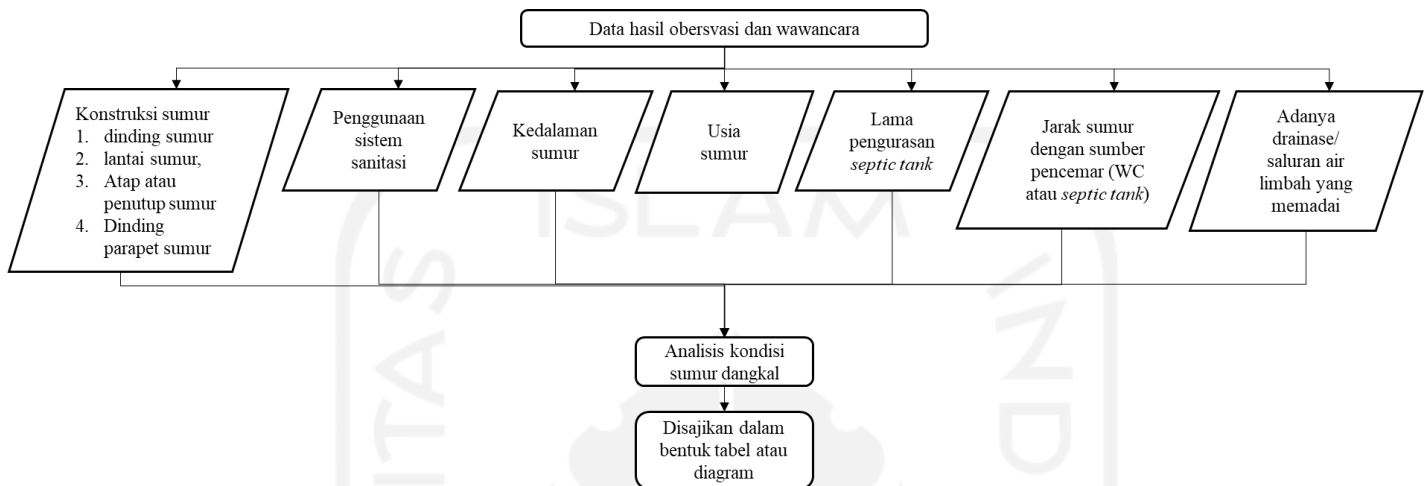
**Gambar 3. 5 Diagram alir analisis kualitas air tanah pada air sumur dangkal dengan metode IDW**

Analisis kualitas air tanah pada sumur dangkal dalam penelitian ini menggunakan salah satu metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighting* (IDW) untuk memperkirakan nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Pada umumnya metode ini digunakan karena terbatas dan minimnya jumlah persebaran data yang didapatkan sebanyak 12 data/ titik sumur pantau. Pengumpulan data menggunakan koordinat titik sumur yang diplotkan pada peta dasar administrasi, selanjutnya ditampilkan dalam bentuk peta persebaran sumur dan penggabungan data (*merge*) kualitas air tanah antara metode IDW dengan Standar Baku Mutu menurut PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang air minum.



### 3.7.2 Analisis Data Observasi dan Wawancara

Berikut dapat dilihat pada **Gambar 3.6** yang merupakan diagram alir proses analisis hasil observasi dan wawancara pengguna sumur.



**Gambar 3. 6 Diagram alir analisis data observasi dan wawancara**

Analisis ini bersifat uraian atau penjelasan berisi informasi mengenai usia penggunaan sumur, kedalaman sumur, jarak sumur dengan sumber pencemar terdekat ( WC atau *septic tank*), konstruksi sumur, penggunaan sistem sanitasi, lama pengurasan *septic tank* dan adanya drainase/ saluran air limbah yang memadai. Ada beberapa pertanyaan dalam bentuk kuisioner untuk responden yang dijadikan sumber data penelitian. Pengisian informasi yang relevan dan sesuai pada formulir wawancara ditulis dan ditanyakan dengan bahasa yang mudah dipahami. Pencacatan dengan rinci diperlukan setelah dilakukannya wawancara dan observasi agar mempermudah dalam pemilahan dan pengolahan data. Penggunaan metode perolehan presentase hasil pengisian kuisioner mempermudah dalam memberikan penilaian dan analisis data survei pada beberapa kategori keadaan sumur pantau. Setelah itu dilakukan analisis dari hasil yang didapatkan berdasarkan pada hasil jawaban kuisioner dan wawancara yang diperoleh dengan menyajikan dalam diagram.

### 3.7.3 Analisis Data Pendukung Kualitas Air Tanah

Terdapat beberapa data yang digunakan untuk analisis dan mempermudah dalam mengelola data penelitian dalam pola persebaran kualitas air tanah yaitu antara lain penggunaan lahan (*land use*), jenis tanah dan arah aliran tanah.

#### A. Penggunaan Lahan (*Land Use*)

Terdapat data Penggunaan lahan (*land use*) yang digunakan untuk menganalisis yang memberikan pengaruh terhadap penyebaran pencemaran air tanah di Kecamatan Depok. Peta tutupan DIY tahun 2019 dan peta dasar administrasi untuk diketahui luas berdasarkan klasifikasi yang dibuat.

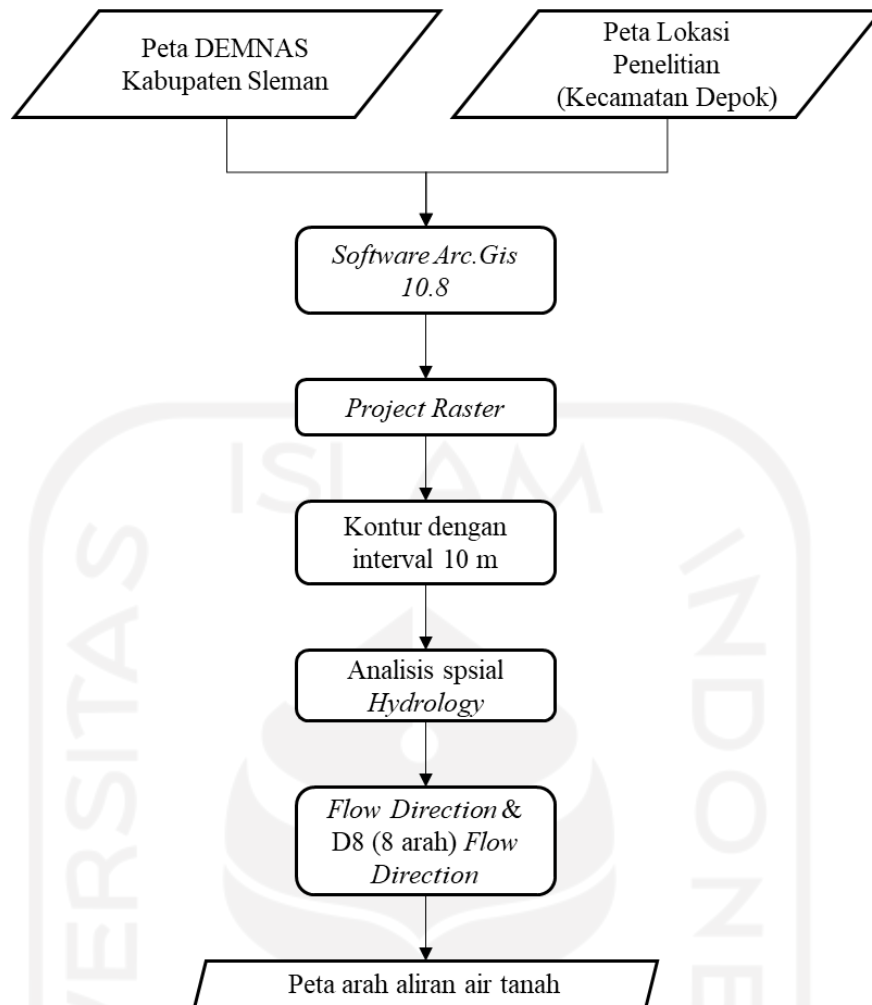
#### B. Jenis Tanah

Data yang digunakan merupakan data sekunder jenis tanah berasal dari Studi literatur BAPPEDA Sleman dengan cakupan kabupaten. Yang termasuk dalam data sekunder ini antara lain adalah sumber terbentuknya, karakteristik, kandungan, dan kondisi tanah.

#### C. Arah aliran air tanah

Pada pengolahan yang digunakan untuk analisis arah aliran tanah digunakan jenis peta topografi yang menunjukkan elevasi dalam bentuk *Digital Elevation Model* (DEM) yang bersumber dari inageoportal melalui DEMNAS dan peta area lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Depok dengan *me-input* titik koordinat sumur. Dari peta data yang memiliki kontur air tanah untuk mengetahui arah aliran air tanah perlu di buat *flow direction* sehingga dapat terlihat arah aliran pada daerah tersebut. Berikut di bawah ini Gambar 3.7 yang merupakan diagram analisis arah aliran tanah.





**Gambar 3. 7 Diagram alir analisis arah aliran air tanah**

### 3.8 Metode Analisis Data Spasial

Analisis data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif dengan medeskripsikan data dan menampilkan data yang telah dikumpulkan. Dalam hal ini perlu dilakukan lebih lanjut analisis spasial untuk mengolah data menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan *software* yaitu *Arc.Gis* versi 10.8. Dalam menampilkan pemetaan kualitas air tanah parameter mikrobiologis (*Total Coliform* dan *Escherichia coli*) menerapkan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting (IDW)* setelah mengetahui konsentrasi pada setiap titik sampling dan dilakukan plotting untuk menampilkan peta berdasarkan nilai konsentrasinya. Penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran secara kasar pola persebaran kualitas air tanah (sumur dangkal) dan mencari korelasi antara kualitas air tanah dengan data pendukung wilayah studi seperti penggunaan lahan (*land use*), pola aliran air tanah dan jenis tanah.



*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

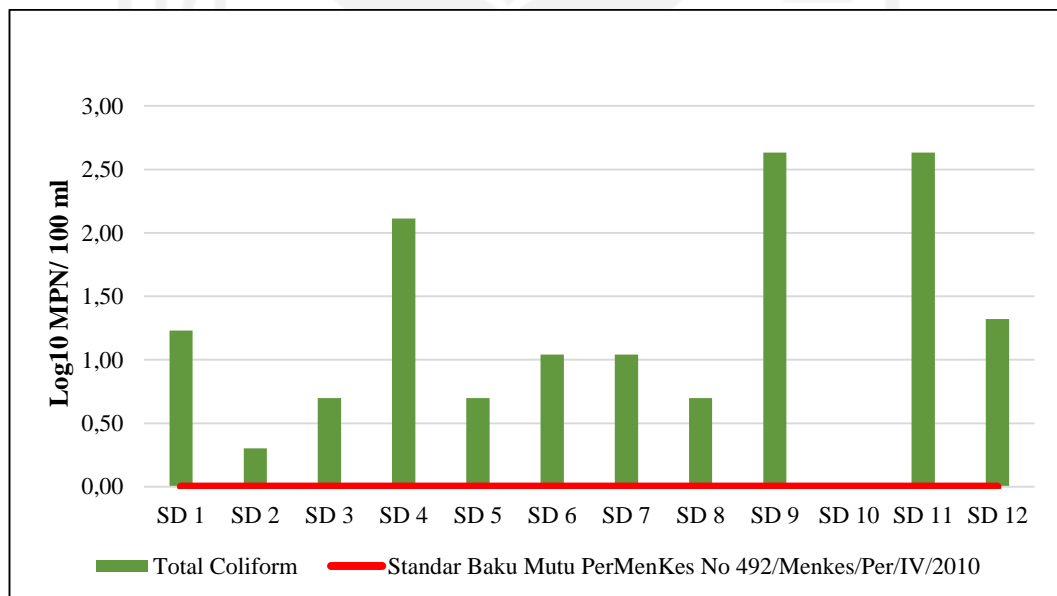
الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Konsentrasi Bakteri Total *Coliform* dan *E. coli*

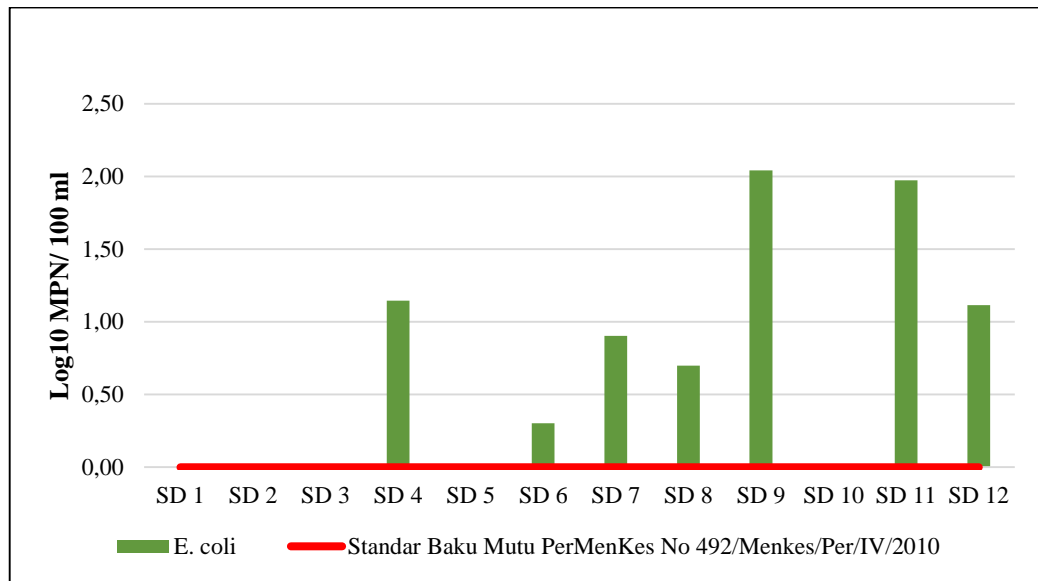
Konsentrasi bakteri Total *Coliform* dan *E. coli* di lokasi penelitian tersebar di Kecamatan Depok yang terdiri dari 3 kalurahan yaitu Kalurahan Caturtunggal, Kalurahan Condongcatur dan Kalurahan Maguwoharjo telah dilakukan pengujian Total *Coliform* dan *E.coli* mengacu pada *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater* Ed. 23,9221, 2021 dengan menggunakan metode pengujian (*Most-probable number*) MPN.

Dari perolehan hasil analisis kemudian dibandingkan dengan acuan atau standar baku mutu PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010. Berikut hasil analisis parameter mikrobiologi (Total *Coliform* dan *E. coli*) diambil dari 12 titik sumur dangkal yang tersebar di Kecamatan Depok.

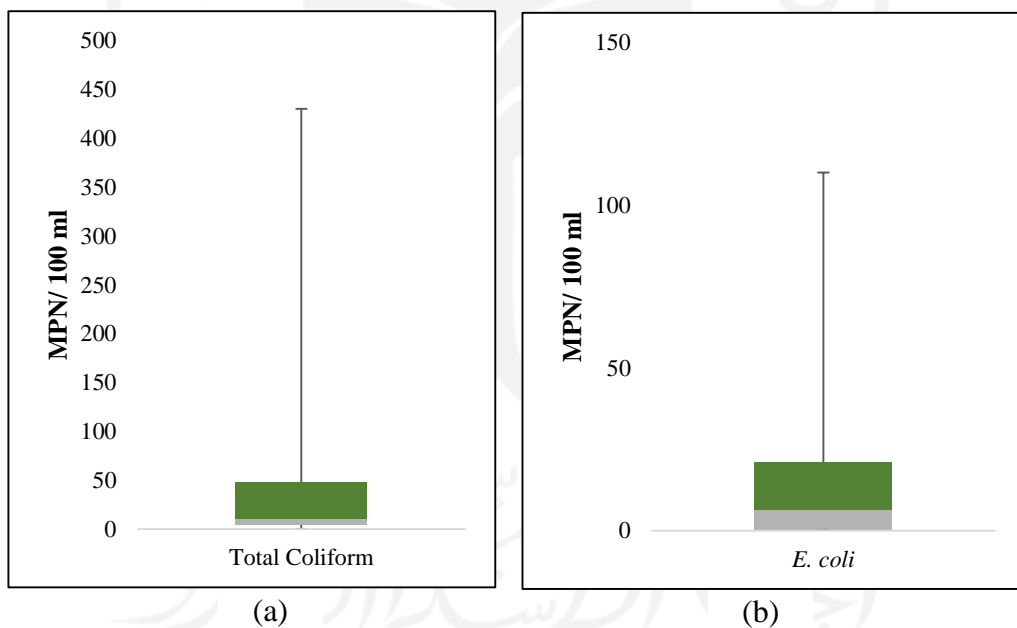


**Gambar 4. 1 Konsentrasi Total *Coliform* Air Tanah di Kecamatan Depok (n=12)**

(Sumber : Data Primer, 2022)



**Gambar 4.2** Konsentrasi *E. coli* Air Tanah di Kecamatan Depok (n=12)  
(Sumber : Data Primer, 2022)



**Gambar 4.3 (a).** Distribusi data konsentrasi parameter Total Coliform **(b).** Distribusi data konsentrasi parameter *E.coli*

Pada **Gambar 4.3 (a)**, dapat dilihat distribusi data total *coliform* cenderung menceng ke kanan (*positive skewness*) karena nilai total *coliform* cenderung mengelompok di sebelah kiri distribusi atau frekuensi nilai total *coliform* yang lebih

besar dari nilai rata-rata yaitu sebesar 88,67 MPN/ 100 ml lebih banyak dibandingkan nilai *total coliform* yang lebih rendah dari rata-rata.

Pada **Gambar 4.3 (b)** dapat dilihat distribusi data *E.coli* cenderung menceng ke kanan (*positive skewness*) karena nilai *E.coli* cenderung mengelompok di sebelah kiri distribusi atau frekuensi nilai *E.coli* yang lebih besar dari nilai rata-rata yaitu sebesar 23,58 MPN/ 100 ml lebih banyak dibandingkan nilai konsentrasi *E.coli* yang lebih rendah dari rata-rata.

Berdasarkan **Gambar 4.1**, terlihat konsentrasi parameter Total *Coliform* pada air tanah berkisar pada rentang 0 – 430 MPN/ 100 ml. Kandungan Total *Coliform* tertinggi sebesar 430 MPN/ 100 ml, sedangkan kandungan Total *Coliform* terendah pada sampel 1 titik sampel dengan kode SD 10 yaitu sebesar 0 MPN/ 100 ml yang mana sampel dari total semua sampel ini diambil di area permukiman. Hal ini dapat disebabkan oleh padatnya permukiman penduduk di Kecamatan Depok memperbesar potensi kontaminasi, salah satu faktornya mengingat tidak adanya pemantauan dari fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga dan kondisi tangki septik.

Konsentrasi maksimum yang dapat digunakan untuk air minum tidak adanya kandungan bakteri yang terdeteksi per 100 mL. Artinya, agar sesuai dengan pedoman, untuk setiap 100 mL air minum yang diuji, tidak ada Total *Coliform* ataupun *E.coli* yang terdeteksi (Permenkes, 2010; EPA, 2021). Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi Total *Coliform* di 12 sampel terdapat 11 sampel melebihi standar yang ditetapkan untuk air minum dilihat pada **Gambar 4.1** sedangkan konsentrasi *E.coli* pada 12 sampel terdapat 8 sampel melebihi standar yang ditetapkan untuk air minum dilihat pada **Gambar 4.2** atau lebih dari 50 % dari total sampel mengandung *E.coli* yang mengindikasikan terjadinya pencemaran yang berasal dari saluran pencernaan (feses) manusia maupun hewan. Dari semua hasil konsentrasi yang didapatkan mengindikasikan adanya pencemaran air tanah khususnya pada area sampling.

Menurut Fitri, L. (2015) nilai indeks *Most-probable number* (MPN) yang didapatkan berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen, dalam artian apabila nilai indeks MPN rendah maka organisme patogen akan jauh lebih rendah bahkan bisa saja tidak ada sama sekali, begitu pula sebaliknya.

Dari hasil analisis yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2** dapat dilihat hampir semua kualitas air tanah di Kecamatan Depok sudah tercemar. Apabila dilihat dari distribusi sampel, menunjukkan memiliki kecenderungan air tanah yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari tidak layak digunakan hal ini dilihat dari kondisi eksisting terdapat yang tidak memenuhi syarat ketentuan teknis terkait lokasi pengambilan air tanah pada air sumur. Jika ingin digunakan memerlukan langkah - langkah pengolahan untuk mengurangi konsentrasi bakteri yang ada. Faktor yang mempengaruhi tingginya konsentrasi bakteri di dalam air tanah ialah kebersihan sekitar sumur, adanya keretakan bangunan dinding/ cincin sumur, kebersihan kamar mandi, jarak kamar mandi atau closet terlalu dekat dengan sumur dan jarak antara *septic tank* tidak lebih dari 10 m juga mempengaruhi perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi lingkungan sekitar ini menjadi salah satu faktor yang penting apakah keadaan bersih atau kotor dan juga faktor jarak dengan sumber pencemar dapat mempengaruhi jumlah konsentrasi bakteri di dalam air (Marsono, 2009).

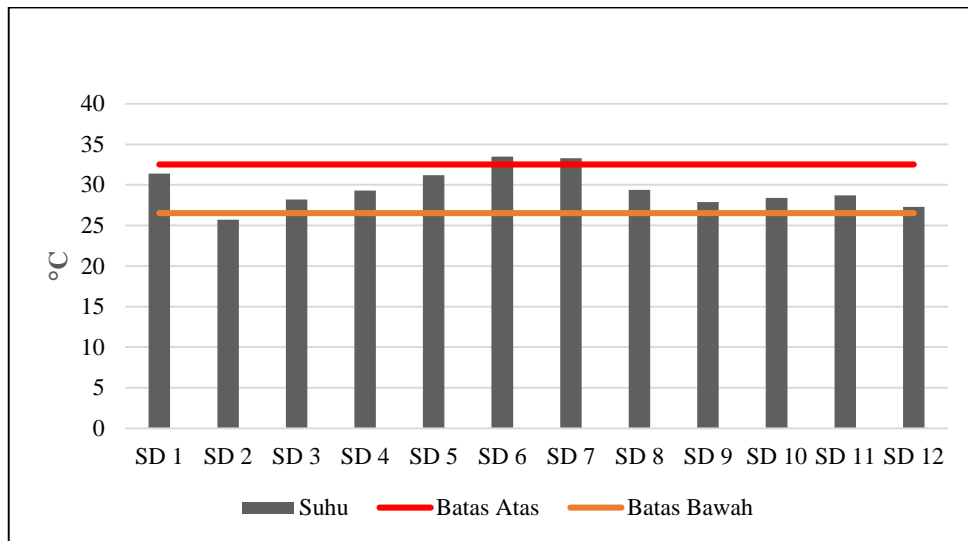
Air tanah yang memperoleh hasil konsentrasi yang tinggi menunjukkan kondisi fisik sumur dan sekitarnya belum sesuai yaitu lokasinya dekat dengan sumber pencemaran seperti kakus (jamban), kandang ternak, tempat yang lembab, sumur diletakkan diruang terbuka dan dekat dengan tempat pembuangan serta tempat sampah. Pencemaran pada sumur di wilayah Kecamatan Depok ditunjukkan dengan tingginya konsentrasi di beberapa titik lokasi sampling dapat terjadi dari kembalinya air limbah langsung ke dalam sumur atau melalui retakan konstruksi dan kebocoran di dalam tanah, misalnya dari jamban (kakus) jarak sumur yang terlalu dekat atau dari pipa yang bocor.

Menurut Rompas dkk (2017) Bakteri *Coliform* merupakan organisme yang dipakai sebagai indikator untuk memberikan tanda atau sinyal apakah sumber air terkontaminasi patogen atau tidaknya. Sebab, bakteri *Coliform* berasal dari sumber yang sama dengan organisme penyebab penyakit. Dapat dilihat dari sebaran lokasi di Kecamatan Depok jumlah bakteri Total *Coliform* sangat tinggi dibandingkan dengan *E.coli*. Hal ini dapat disebabkan karena bakteri jenis *coliform* terdiri dari kumpulan beberapa bakteri, baik patogen maupun *non*-patogen sehingga terdeteksi masuk dalam golongan *coliform*. Bakteri *non*-patogen, bukan berasal dari pencernaan manusia yang masuk dalam genus *Enterobacter* dan beberapa genus *Klebsiella* juga dapat menyebabkan uji tes *coliform* menjadi positif. Tes uji *coliform* dilakukan lebih cepat karena hanya uji pendugaan dan pengujian penegasan. Jika ada *coliform*, lanjutkan ke pengujian penegasan. Jika koliform tidak ada dalam uji duga, tidak diperlukan pengujian pelengkap untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *E.coli* (Kuswiyanto, 2016).

#### 4.1.1 Pengukuran Parameter Pendukung

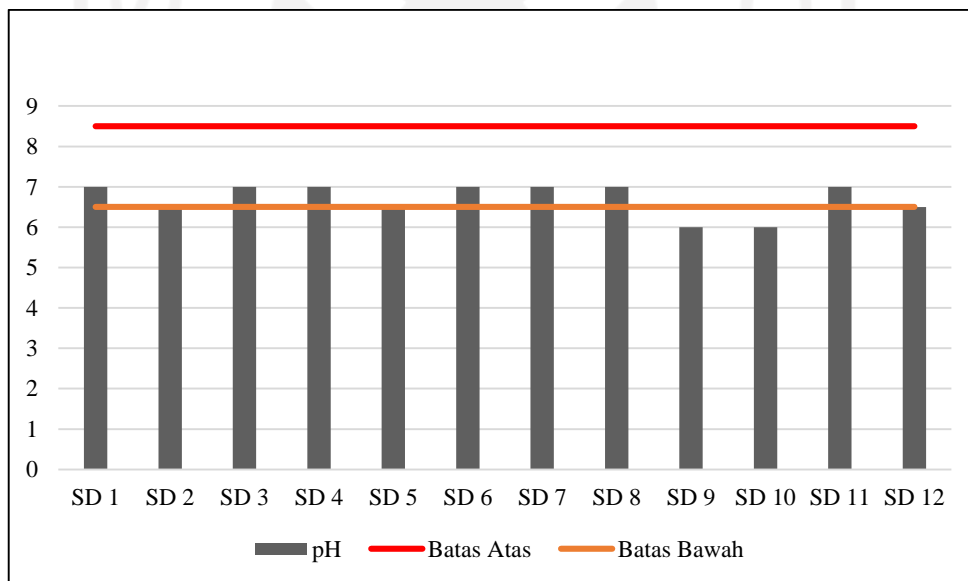
Terdapat parameter pendukung yang diuji yaitu derajat keasaman (pH) dan suhu/ temperatur yang merupakan data pendukung dari penelitian dengan tujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kondisi sampel air tanah yang dianalisis. pH merupakan parameter yang menggambarkan tingkat keasamaan atau kebasaan suatu larutan, sedangkan suhu adalah derajat panas pada kondisi lingkungan yang menjadi salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi berlangsungnya pertumbuhan organisme (Perko, 2011).

Baku mutu untuk pH air tanah keperluan air minum yaitu pH netral pada rentang 6,5 – 8,5 dan baku mutu untuk suhu air tanah dalam rentang  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dari suhu udara sekitar. Berikut dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5** yang merupakan hasil dari pengukuran parameter lapangan pada air tanah.



**Gambar 4. 4 Nilai parameter suhu air tanah**

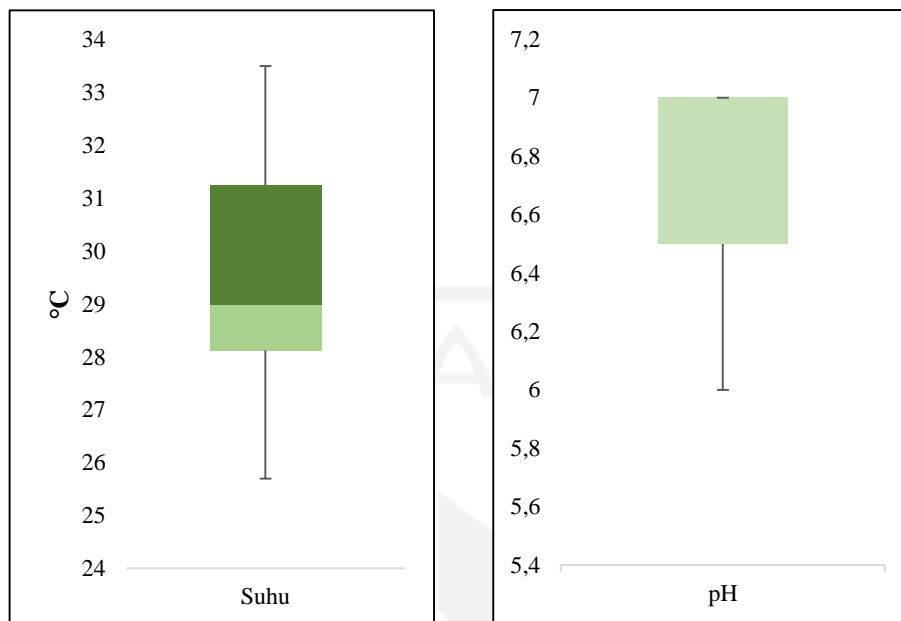
(Sumber : Data Primer, 2022)



**Gambar 4. 5 Nilai parameter pH air tanah**

(Sumber : Data Primer, 2022)





**Gambar 4. 6 a). Distribusi Paramater Temperatur Air Tanah (b).  
Distribusi Parameter Suhu Air Tanah**

Pada **Gambar 4.6 (a)**, dapat dilihat distribusi data temperatur cenderung menceng ke kanan (*positive skewness*) karena nilai temperatur cenderung mengelompok di sebelah kiri distribusi atau frekuensi nilai temperatur yang lebih kecil dari rata-rata yaitu sebesar 29,53°C lebih banyak dibandingkan nilai temperatur yang lebih tinggi dari rata-rata. Distribusi data pada **Gambar 4.6 (b)**, cenderung menceng ke kiri (*negative skewness*) karena nilai pH cenderung mengelompok di sebelah kanan distribusi. Hal tersebut juga dapat dilihat bahwa frekuensi nilai temperatur yang lebih kecil dari rata-rata yaitu sebesar 6,71 lebih banyak dibandingkan frekuensi nilai pH yang lebih besar dari rata-rata.

Berdasarkan **Gambar 4.4** menunjukkan bahwa temperatur air berkisar 26 – 34°C. Temperatur yang menunjukkan nilai tertinggi terdapat pada kode sampel SD 6 yakni sebesar 33,5°C, sedangkan nilai terendah kode sampel yaitu 25,7°C. Hasil dari temperature yang bervariasi dari rendah hingga tinggi dapat dipengaruhi oleh kondisi lokasi sekitar dan waktu pengambilan sampel. Pada suhu optimum pertumbuhan bakteri terbaik terjadi. Sedangkan pada suhu minimum terjadi perlambatan proses transportasi karena terjadinya penggumpalan pada membran bakteri dan pada suhu maksimum jaringan dinding sel dan membran sitoplasma dan

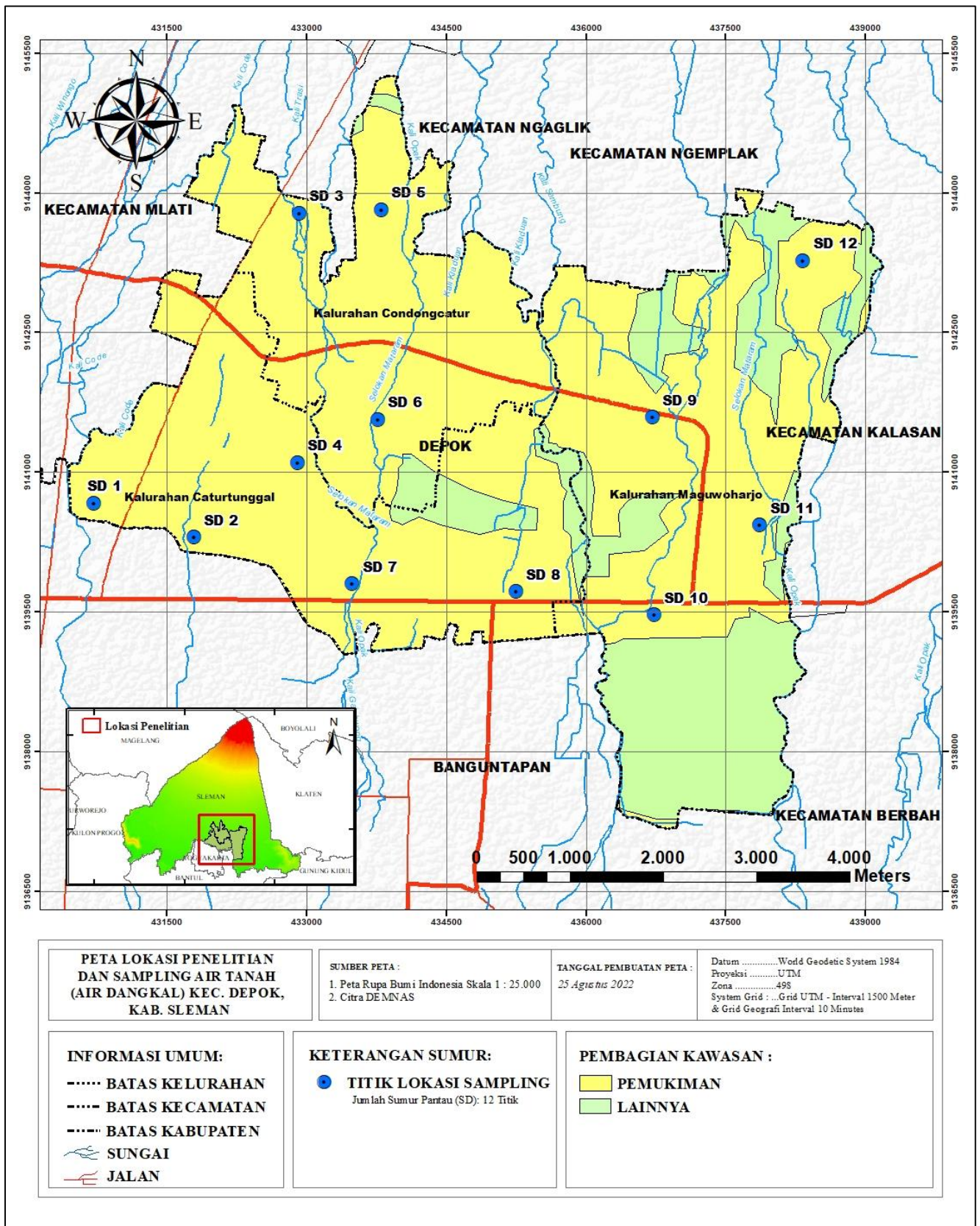
akan rusak pada beberapa komponen fungsional dan struktural penting dari sel yang menyebabkan menurunnya daya tahan bakteri dan terjadi lisis (Mirnawati dkk, 2016).

Pada semua kode sampel berada pada rentang 20 - 40°C yang merupakan suhu pertumbuhan yang masuk dalam kategori mesofilik. Salah satu golongan bakteri mesofilik adalah bakteri *e.coli* yang memiliki suhu pertumbuhan dengan rentang 14 - 40°C, sedangkan suhu optimalnya antara 25 – 40°C dan suhu minimum untuk pertumbuhan lebih dari 7-8°C, jenis bakteri *E.coli* mampu bertumbuh hingga 44° (Allen, 2011).

Berdasarkan pada **Gambar 4.5** menunjukkan bahwa pH air berkisar 6,5 - 7. Hasil tersebut menunjukkan dari beberapa sampel memiliki kesamaan nilai yang ada di lingkungan memiliki pH antara 5 – 9. Konsentrasi pH dapat dipengaruhi oleh konsentrasi  $O_2$  maupun  $CO_2$ , suhu, konsentrasi karbonat dan biokarbonat serta proses dekomposisi bahan organik. Pada umumnya bakteri mempunyai pH optimum pada rentang 6,5 - 7,5. Sedangkan nilai pH medium berpengaruh langsung pada aktifitas fisiologis dan permeabilitas sel (Mangan dkk. 2016).

#### **4.2 Pola Persebaran Kualitas Air Tanah Menggunakan Metode IDW**

Berdasarkan penentuan dan pemilihan lokasi pengambilan sampel lokasi yang telah dijelaskan dan dilakukan pada **Sub Bab 3.4.1** maka diperoleh sebanyak 12 titik lokasi sampling sumur yang dapat mewakili keseluruhan sampel, dengan syarat responden menggunakan sumur sebagai sumber air bersih, yaitu digunakan untuk keperluan rumah tangga/ domestik seperti menggosok gigi, mandi, mencuci piring dan mencuci pakaian. Dari pemilihan lokasi tersebut diperoleh data wilayah studi dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dengan menunjukkan jumlah titik lokasi pengambilan sampel kualitas air tanah di Kecamatan Depok.



**Gambar 4. 7** Peta Titk Sampling Kecamatan Depok dan Titik Pengambilan Sampel Air Tanah

**Tabel 4. 1 Lokasi sampling air tanah tiap kelurahan**

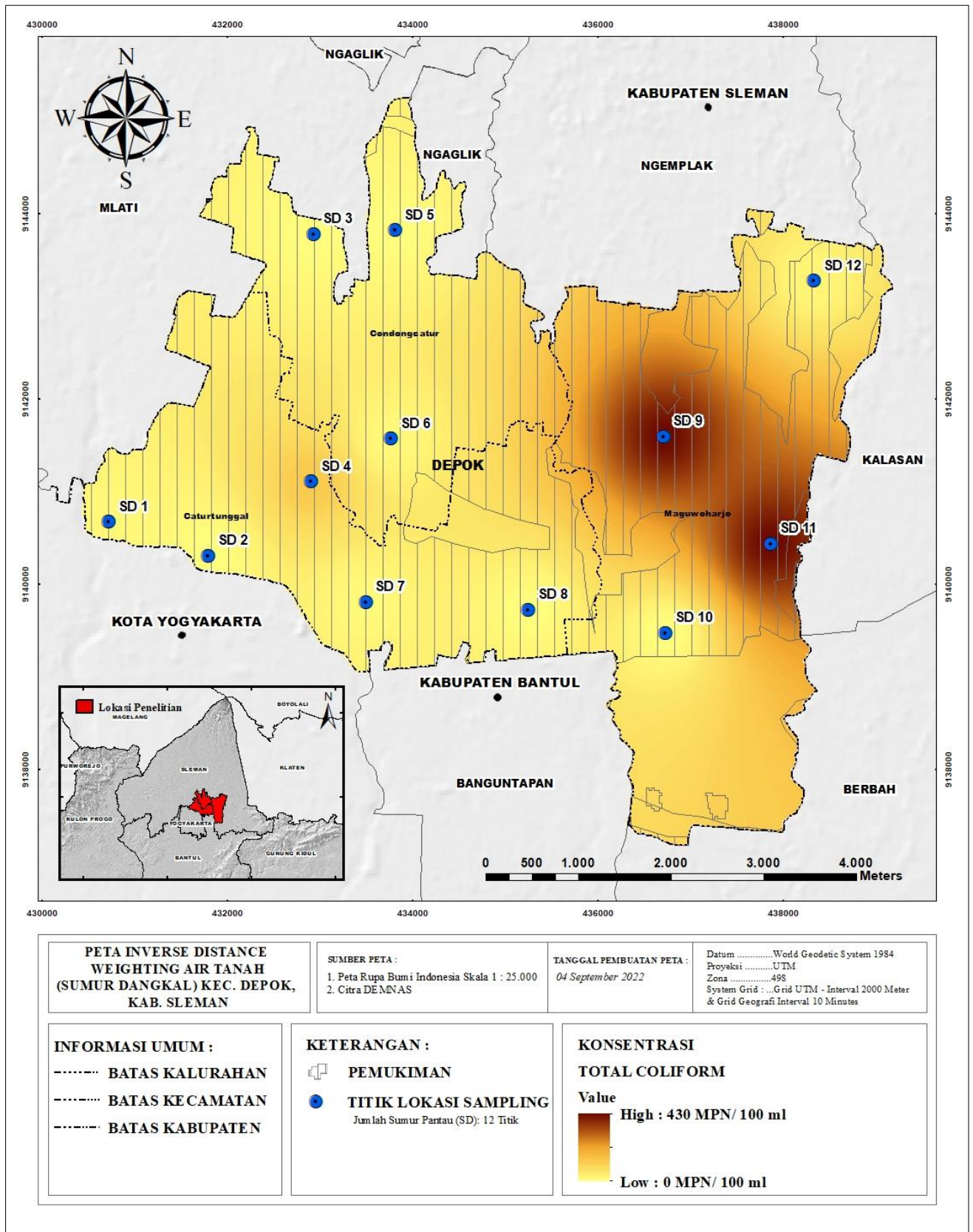
Kecamatan	Kalurahan	Jumlah Titik Sampel	Kode Sampel
Depok	Caturtunggal	5	SD 1, SD 2, SD 4, SD 7, SD 8
	Condongcatur	3	SD 3, SD 5 , SD 6
	Maguwoharjo	4	SD 9 - SD 12

Selanjutnya analisis persebaran bakteri *Total Coliform* dan *E.coli* dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi nilai konsentrasi bakteri disetiap titik agar dapat diketahui faktor pendukung dan penyebab dari hasil dari masing-masing nilai konsentrasi. Dari data hasil uji dan hasil sampling laboratorium diolah untuk dilakukan analisis kualitas air tanah dengan menggunakan *software Arc.Gis* dengan perangkat ini, dimungkinkan untuk dengan mudah memproses data spasial dengan menerapkan teknik interpolasi yaitu metode *Inverse Distance Weighting (IDW)* menggunakan *spatial analyst tools*. Metode ini merupakan metode *deterministic* yang dilakukan secara sederhana ada pertimbangan dengan nilai pada titik-titik nilai disekitarnya. Minimnya jumlah persebaran data yang didapatkan yaitu sebanyak 12 data maka metode interpolasi seperti *spline* dan *kringing* tidak dipilih untuk analisis.

#### A. Parameter *Total Coliform*

Hasil analisis dari pemetaan pola persebaran kualitas pada parameter *Total Coliform* di wilayah kecamatan Depok dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)* dapat dilihat pada Gambar berikut ini.





Gambar 4. 8 Konsentrasi Total Coliform dengan rentang 0 - 430 mg/ 100 ml

Dari **Gambar 4.8** di klasifikasikan perolehan konsentrasi dengan menggunakan kode warna. Cara ini untuk mengetahui berapa nilai konsentrasi dan persebaran bakteri Total *Coliform* di kecamatan Depok, selain itu pemberian kode warna memberi maksud agar lebih mempermudah dalam pembacaan peta pola persebaran. Wilayah yang menunjukkan kode warna coklat tua memiliki konsentrasi bakteri Total *Coliform* yang paling tinggi. Daerah sekitar yang mendekati lokasi titik sampel yang memiliki nilai konsentrasi yang tinggi maka akan memiliki kandungan yang juga semakin tinggi. Begitu pula sebaliknya yang mana lokasi titik menjauhi dari wilayah pengambilan sampel yang memiliki konsentrasi Total *Coliform* yang rendah maka semakin menurun dengan ditandai kode warna coklat muda/ krem. Susunan atau urutan dari besarnya konsentrasi ditunjukkan dengan warna muda atau terang sampai dengan warna gelap.

Dilihat dari **Gambar 4.8** menunjukkan warna terang /krem mendominasi area penelitian dimana warna terang ini menunjukkan konsentrasi total *coliform* yang nilainya telah melewati standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 0 MPN/ 100 ml. Pada wilayah yang berada di bagian timur (Kalurahan Maguwoharjo) menunjukkan bahwa gradasi warna yang mencolok dari coklat muda hingga coklat tua/ gelap dimana didaerah tersebut didapatkan konsentrasi bakteri Total *Coliform* yang tertinggi sehingga hal tersebut mempengaruhi kondisi lingkungan wilayah sekitar.

Pada wilayah utara dan timur gradasi warna didominasi oleh warna terang/ krem dimana wilayah tersebut memiliki nilai konsentrasi yang rendah. Wilayah/ daerah yang menunjukkan warna terang hingga gelap, jika dihubungkan ke semua daerah tersebut masuk dalam kawasan permukiman. Munculnya bakteri *coliform* yang terdapat di air tanah pada daerah permukiman bisa mengganggu kesehatan manusia apabila dikonsumsi secara langsung tanpa pengolahan lebih lanjut. Bakteri *coliform* dapat dijadikan parameter mikrobiologis air bersih yang terkontaminasi bakteri jenis *colifom* yang melebihi 50 MPN/ 100ml dapat menyebabkan beberapa penyakit seperti diare yang masuk melalui *fecal oral* (Konsumsi minuman dan makanan) (Muthaz dkk, 2016).

Berdasarkan hasil observasi kondisi eksisting sumur dapat dilihat pada **Gambar 4.9**, adanya kandungan bakteri Total *Coliform* yang paling tinggi di Kecamatan Depok pada kode sampel SD 9 dapat disebabkan dekatnya antara jarak sumber pencemar berupa kolam yaitu berdampingan secara langsung dengan dinding parapet dengan sumur yang ada. Sumber pencemar yang memungkinkan yaitu limbah rumah tangga, dekatnya jarak kamar mandi dengan sumur, kolam yang dibiarkan terbuka disamping dinding sumur dan penutup atas sumur terdapat tanaman serta atap sumur tidak ada.



**Gambar 4. 9** kondisi eksisting pada titik sampling SD 9

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

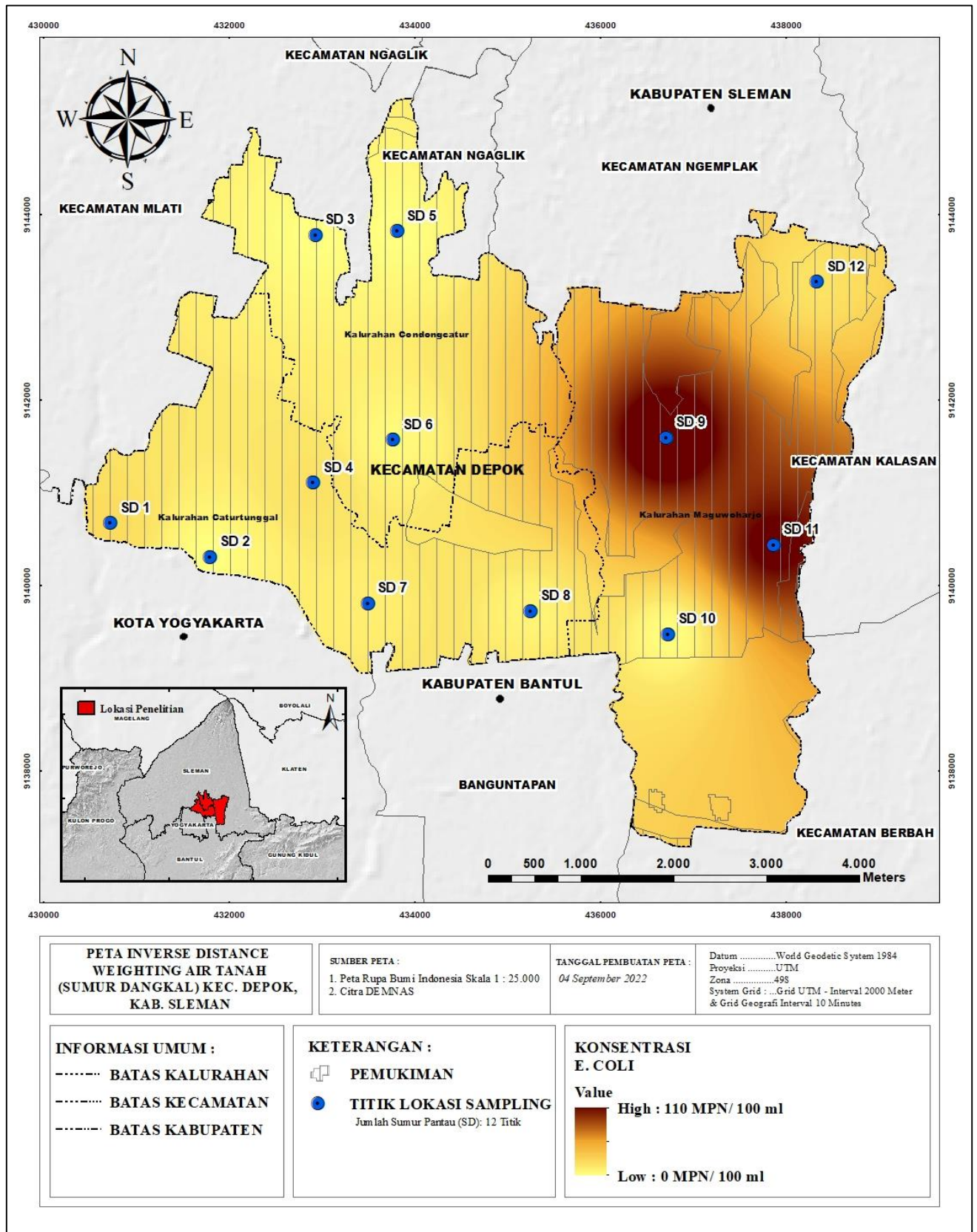
Hal ini sejalan oleh penelitian yang dilakukan oleh Rafsanjani (2021) menunjukkan pola persebaran menggunakan pemetaan dari data sekunder berupa hasil konsentrasi Total *Coliform* melalui pemantauan sumur dari data PKAM DIY tentang kualitas air sumur dan minum pada DIKPLHD DIY 2019 yang menyatakan bahwa dari 24 sampel sumur di Kecamatan Depok sebanyak 19 sampel sumur tidak memenuhi syarat baku mutu bakteri Total *Coliform*.

Terdapat banyak faktor yang memicu ditemukannya bakteri Total *Coliform* pada air tanah (sumur dangkal) dan juga dapat mengindikasikan secara kuat adanya cemaran dari akibat tinja manusia (feses), sehingga mempengaruhi kualitas dari sumber daya air yang ada. Adanya cemaran yang terjadi bukan akibat kegiatan industri karena wilayah penelitian tidak ada industri yang ada disekitar lokasi sampling. Faktor yang terbesar karena adanya limbah domestik berupa bahan yang memungkinkan terdegradasi oleh mikroorganisme mengakibatkan menaikkan populasi mikroorganisme dan patogen yang berasosiasi maka turut berkembang biak dan menimbulkan penyakit (Efrianti, 2012).

#### B. Parameter *E.coli*

Hasil analisis dari pemetaan pola persebaran kualitas pada parameter *E.coli* di wilayah Kecamatan Depok dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dapat dilihat pada Gambar berikut ini





**Gambar 4. 10** Konsentrasi *E.coli* dengan rentang 0 - 110 MPN/ 100 ml

Pembacaan interpolasi persebaran konsentrasi menggunakan kode warna untuk membedakan nilai konsentrasi pada setiap gradasi perubahan warna. Didalam peta juga terdapat legenda yang menjelaskan tentang rentang nilai konsentrasi *E. coli* dengan warnanya. Warna coklat tua dimaksudkan bahwa konsentrasi bakteri *E. coli* tertinggi pada area yang berada di timur (Kalurahan Maguwoharjo) pada peta dengan kode sampel SD 9. Berdasarkan peta persebaran yang didapat pada **Gambar 4.10**, wilayah tersebut adalah wilayah permukiman penduduk.

Berdasarkan hasil observasi kondisi eksisting sumur dapat dilihat pada **Gambar 4.11**, adanya kandungan *E. coli* yang paling tinggi di Kecamatan Depok pada kode sampel SD 9 dapat sebabkan kondisi fisik sumber air bersih yang tidak memenuhi standar kesehatan dapat menjadi sumber pencemar karena air yang sudah tercampur dengan bakteri patogen lain atau sumber pencemar lain dapat meresap melalui pori-pori dinding ataupun lantai sumur, bibir sumur dan sekeliling sumur. Material yang digunakan pada konstruksi sumur tidak kedap air sehingga masuk kedalam sumber air bersih serta menyebabkan pencemaran (Radjak,2013).



**Gambar 4. 11 Kondisi eksisting pada titik sampling SD 9**  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Bakteri *E. coli* yang terdapat pada air tanah di kawasan permukiman penduduk bisa jadi berbahaya atau mungkin membahayakan kesehatan manusia apabila digunakan sebagai air minum tanpa dimasak hingga mendidih terlebih dahulu, sebab bakteri *E. coli* merupakan jenis bakteri apabila terdapat di air minum dapat menghasilkan racun dan menjadi penyebab diare. Penyakit ini merupakan salah satu dari sekian banyak penyakit yang dapat disebabkan oleh buruknya kualitas mikrobiologis air minum.

Hal ini juga didukung dengan hasil Rekapitulasi Triwulan III 2020 PKAM DIY Kualitas Air Sumur dan Minum 2020 pada Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah DIY. Tahun 2020 yang sumber data dari DINKES DIY menyatakan bahwa jumlah sampel sebanyak 133 sampel sumur di Kabupaten Sleman dengan sebanyak 105 sarana tidak memenuhi syarat dan menjadi terbanyak dibandingkan dengan kabupaten/ kota yang lain di wilayah DIY (DLHK DIY, 2021). Salah satu dampak adanya pencemaran air tanah adalah timbulnya beberapa macam penyakit yang penularannya melibatkan air yang mengandung kuman patogen yaitu *waterborne-disease* seperti diare, tipus, disentri, dan lain sebagainya (Priyatno, 2011). Dari data DIKPLHD DIY 2020 menyatakan bahwa penderita penyakit diare pada tahun 2020 di DIY mencapai 10.276 jiwa dan berdasarkan urutan 10 penyakit yang paling banyak di DIY, diare menjadi peringkat kedua setelah hipertensi.

#### **4.3 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Persebaran Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Depok**

Dalam melakukan analisis kualitas air tanah perlu diketahui faktor - faktor yang mempengaruhi pola persebaran kualitas air tanah menggunakan data pendukung yang dapat berpotensi mempengaruhi kualitas air tanah, seperti, tataguna lahan, arah aliran air tanah dan jenis tanah.

### 4.3.1 Hasil wawancara dan observasi

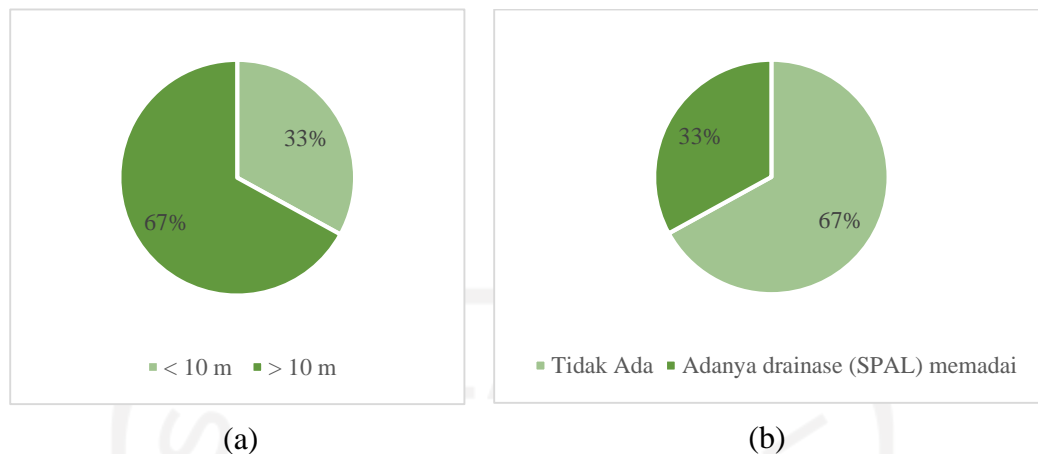
Jumlah penggunaan air sumur di Kabupaten Sleman  $\pm$  93 % dan sebagian sisanya memakai jaringan perpipaan dan air permukaan yaitu mata air, sungai serta danau. Air sumur digunakan untuk berbagai keperluan mandi, memasak, minum, mencuci baju, mencuci piring, dan beberapa kegiatan lainnya seperti cuci motor, menyirami tanaman. Pada hasil survey sumur diketahui jarak antara sumur dengan *septic tank* dan kedalaman sumur. Usia sumur yang ada di Kecamatan Depok bervariasi penggunaannya dari rentang 2 – 73 tahun karena sumur yang digunakan adalah sumur milik sendiri.

Berikut hasil observasi dan wawancara sumur pada kecamatan Depok.

**Tabel 4. 2 Hasil wawancara dan observasi sumur**

Kode Sampel	Jarak Sumur dan <i>Septictank</i> (m)	Adanya Drainase (Saluran Pembuangan Air Limbah) yang memadai	Kedalaman Sumur (m)	Umur Sumur (thn)
SD 1	25	Ada	12	> 50
SD 2	12	Tidak Ada	12	50
SD 3	8	Tidak Ada	20	> 50
SD 4	13	Tidak Ada	10	> 20
SD 5	11	Tidak Ada	20	50
SD 6	5	Ada	20	2
SD 7	9	Tidak Ada	12	73
SD 8	12	Ada	10	> 25
SD 9	13	Tidak Ada	10	20
SD 10	14	Tidak Ada	7	20
SD 11	8	Tidak Ada	10	>20
SD 12	15	Ada	7	22

(Sumber : Data Primer, 2022)



**Gambar 4. 12 (a). Jarak antara *septic tank* dan sumur (b). Adanya sistem drainase (Saluran air limbah) yang memadai di dekat sumur**

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi eksisting dan kondisi fisik air tanah melalui sumur, rata – rata konstruksi sumur (dinding sumur, saluran drainase, lantai sumur, atap atau penutup dan penutup sumur) kondisinya cukup buruk, dilihat pada **Gambar 4.12 (a)** sebanyak 67% (8 titik) sumur mempunyai jarak antara sumur dengan *septic tank* >10 m dan sisanya sebanyak 33 % (4 titik) sumur yang tidak memenuhi syarat sanitiasi yang baik. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi perpindahan bakteri melalui air tanah, seperti tingginya muka air tanah, tingkat kemiringan dan permeabilitas tanah (Soeparman, 2002).

Dilihat dari **Gambar 4.12 (b)** sebanyak 67% (8 titik) sampling tidak terdapat saluran drainase yang memadai atau layak dan tersambung dengan SPAL (Saluran Pembuangan Air Limbah) domestik rumah tangga, seperti kegiatan mencuci piring, mencuci baju, mencuci baju, dan lain-lain di dekat sumur seperti di titik sampling SD 4 & SD 9 pada **Gambar 4.13 (a) & Gambar 4.13 (b)** sebagai akibatnya memungkinkan sisa air meresap & mencemari air sumur gali yg dikonsumsi pengguna sumur gali dan sisanya 33% (4 titik) sebagai contoh titik sampling SD 6 & 12 pada **Gambar 4.14 (a) & Gambar 4.14 (b)** memiliki drainase atau saluran pembuangan air limbah sebagainya dengan kondisi yang memadai di dekat sumur





(a)

(b)

**Gambar 4. 13 (a). Saluran drainase air limbah SD 4 (b). Saluran drainase air limbah SD 9**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)



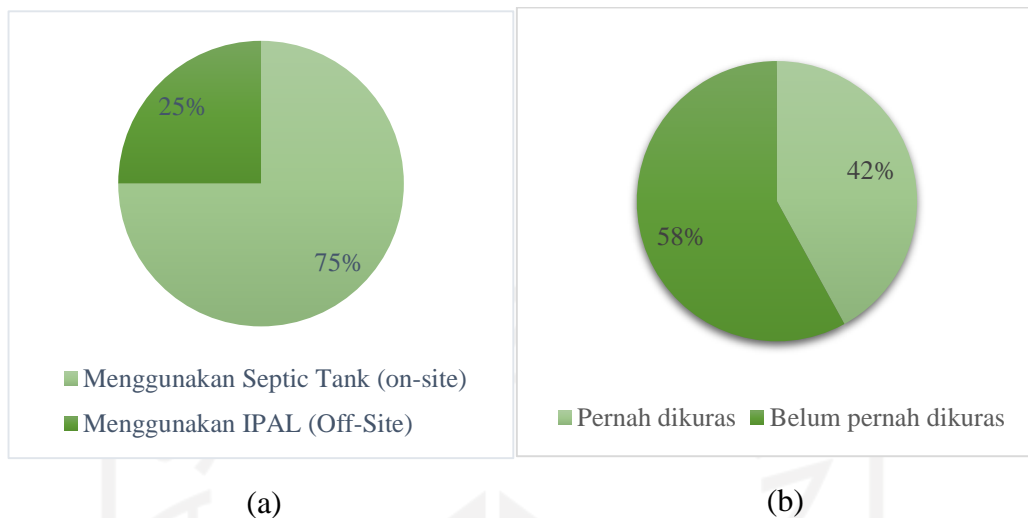
(a)



(b)

**Gambar 4. 14 a). Saluran drainase air limbah SD 6 (b). Saluran drainase air limbah SD 12**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)



**Gambar 4. 15 (a) Hasil observasi penggunaan sistem sanitasi (b) Pengurasan tangki septik**

Berdasarkan hasil observasi sumur di Kecamatan Depok pada **Gambar 4.14 (a)** mayoritas pengguna menerapkan sistem sanitasi setempat (*on-site*) yaitu dengan ditampung dipengolahan awal berupa tangki septik sebesar 75%. Sedangkan 25% diantara langsung menuju IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Berdasarkan Peraturan Daerah DIY No. 2 Tahun 2013 tentang pengelolaan air limbah domestik menetapkan bahwa sarana prasarana air limbah domestik yang menggunakan tangki septik perlu dilakukan pemeliharaan sesuai dengan pedoman yang digunakan. Pemeliharaan pengguna di Kecamatan Depok sebagian besar belum dilakukan. Bentuk pemeliharanya dengan cara melakukan pengurasan lumpur tinja yang secara berkala dilakukan 2-5 tahun sehingga apabila dalam jangka waktu tersebut tidak pernah penuh atau dikuras dimungkinkan tidak kedap air dan bocor merembes ke tanah dan dapat mencemari sumber air. Berdasarkan hasil **Gambar 4.14 (b)** dapat diketahui bahwa sebesar 58% dari sampel air tanah tidak pernah dilakukan pengurasan sedangkan sisanya 42% persen sudah pernah dikuras atau langsung menuju ke IPAL.

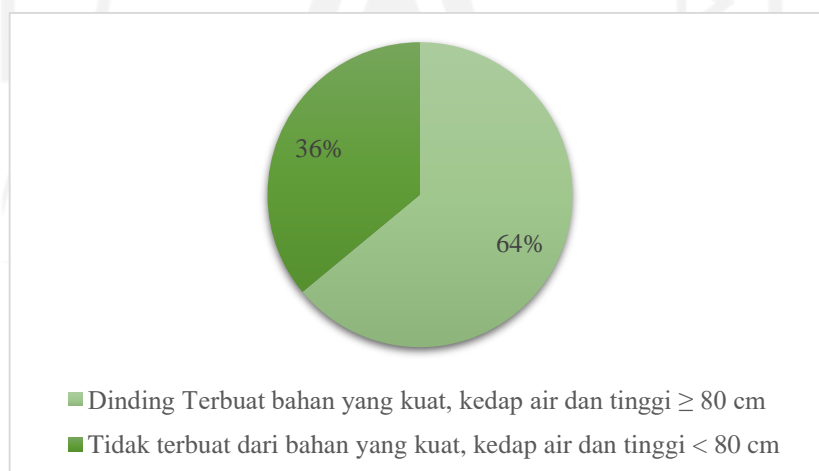
Bangunan *septic tank* yang ada di Kecamatan Depok pada umumnya merupakan jenis *septic tank* konvensional. Sebagian besar letaknya di dalam rumah dan berada di bagian belakang rumah. Peletakan *septic tank* yang posisinya di belakang rumah ini dapat menghambat ketika dilakukan pengurasan saat penuh.

Banyak dari bangunan *septic tank* tersebut ditutup semen maupun keramik. Bahkan ada yang tidak ditemukan lobang pengurasan pada sebagian lokasi titik sampling. Sehingga dari 12 sampel 7 diantaranya belum pernah dilakukan pengurasan. Lubang pengurasan yang terdapat pada *septic tank* di kode sampel SD 8 dapat dilihat pada **Gambar 4.16 (b)** Sedangkan contoh pada **Gambar 4.16 (a)** lokasi titik sampling dengan kode SD 4 sudah tertutup semen dengan rapat.



**Gambar 4. 16 (a). Penutup *Septic Tank* SD 4 (b). Penutup *Septic Tank* SD 8**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)



**Gambar 4. 17 Hasil observasi dinding parapet sumur**



Bibir sumur merupakan struktur berbentuk cincin dengan ketinggian minimal 80 cm dari lantai dasar sumur. Dinding parapet berfungsi ini tidak hanya untuk mengamankan keselamatan pengguna sumur, namun juga berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran ke dalam sumur. Tetapi saat melakukan penelitian, kami menemukan bahwa tidak semua kondisi fisik sumur gali yang diteliti dan diamati memiliki dinding parapet pada cincin sumur yang memenuhi syarat. Dikarenakan sumur gali tidak dilengkapi dengan dinding pembatas (penahan) yang terbuat dari material yang kuat dan kedap air. Berdasarkan rekapitulasi pada **Gambar 4.17** hasil observasi yang dilakukan menunjukkan bahwa dinding parapet sumur pada 12 sumur (36%) tidak terbuat dari bahan yang kokoh, kedap air, dan tingginya kurang dari 80 cm dari permukaan lantai sumur. Berikut **Gambar 4.18** yang merupakan contoh kondisi sumur pada titik sampling SD 7 yang tidak mempunyai dinding parapet.



**Gambar 4. 18 Kondisi sumur di titik sampling SD 7**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kondisi sumur yang ada di wilayah Kecamatan Depok terdapat sumur tanpa tutup, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.19**. Jika sumur dibiarkan terbuka dan dibangun tanpa atap atau penutup, akan menciptakan kondisi mudah masuknya kotoran dan polusi sehingga mencemari sumber air, padahal penutup sumur merupakan pelengkap dalam konstruksi sumur (Soemarwoto, 2004). Menurut hasil penelitian ini, sebagian besar sumur terdapat penutup sumur dan hanya 4 atau

sebagian kecil sumur gali dibiarkan terbuka, tanpa penutup, hanya penutup pelindung seng ataupun kayu, meskipun tutup sumur adalah bagian tambahan atau aksesoris dari konstruksi sumur. Penting untuk menutup sumur setelah digunakan dan meminimalkan risiko kontaminasi pada sumur gali dan perlunya menutup secara rapat pada dinding bukaan sumur.



**Gambar 4. 19 Kondisi sumur pada titik sampling SD 1**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)



(a)



(b)

**Gambar 4. 20 (a). Kondisi penutup sumur SD 8 (b). Kondisi penutup sumur SD 10**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kondisi fisik sumur menjadi perhatian, sumur yang terletak dekat dengan sumber pembuangan limbah, saluran atau pengolahan limbah dan sejenisnya, jika dibangun dengan buruk, dapat menciptakan kondisi untuk masuknya kontaminan. Salah satu sumber air bersih yang menggunakan air tanah adalah sumur gali yang menjadi sangat rentan terhadap pencemaran karena letaknya yang dekat dengan permukaan dan bibir sumur yang cukup lebar. Kedalaman rata-rata sumur pantau berkisar antara 7 hingga 20 m dan tidak ada bau saat pengambilan sampel air tanah. Penting untuk mengetahui jarak antara *septic tank* dengan sumur pantau air tanah karena bakteri patogen dari *septic tank* memiliki kemampuan menembus tanah 3 m/hari (Muthaz dkk, 2016).

Beberapa kondisi adanya retak pada lantai sumur, tidak dibersihkan dibersihkan bahkan terjadi lumutan, dan tergenang air seperti pada **Gambar 4.21**. Kondisi lantai sumur kebanyakan tidak terbuat dari bahan yang kokoh, kedap air, dan dibuat apa adanya. Untuk ukuran lantai, permukaan harus setidaknya 1 meter dari dinding sumur, dinaikkan 20 cm di atas tanah, dan miring ke luar untuk memungkinkan air limbah mengalir keluar menjauhi sumur.



(a)



(b)

**Gambar 4. 21 (a). Kondisi sumur titik sampling SD 5 (b). Kondisi sumur titik sampling SD 10**

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

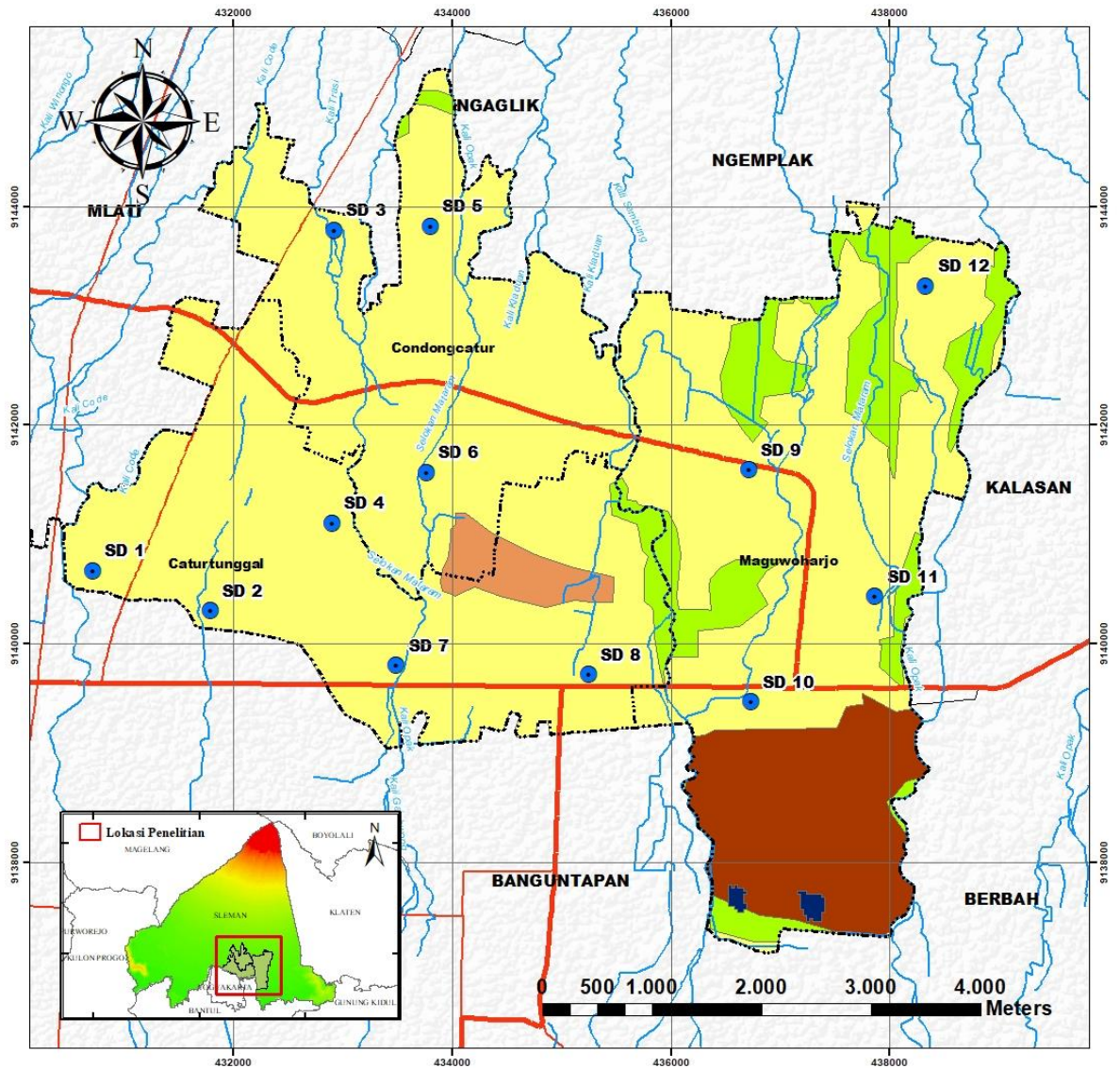
Penggunaan air sumur yang terus menerus membutuhkan pemantauan sumur secara berkala. Salah satu pemeriksaan yang perlu dilakukan yaitu pada saat pembangunan sumur, apabila kondisi sumur tidak memenuhi syarat dalam konstruksi sumur, dapat menunjukkan adanya sumber pencemaran dengan kualitas bakteriologis yang ada pada air sumur (Mangarey, 2011). Kondisi ini dapat menyebabkan fluktuasi pada parameter mikrobiologis Total *Coliform* dan juga terdapat faktor risiko yang berkorelasi erat dengan kualitas mikroba pada air sumur antara kakus dan kualitas kosentrasi bakteri pada sumur (Khomariyatika, 2011).

Menurut Katiho, dkk (2016) tingkat ekonomi dan pengetahuan yang mempengaruhi setiap keluarga maupun pengguna sumur tentang persyaratan konstruksi sumur yang sesuai standar dalam mengupayakan sanitasi dasar, termasuk fasilitas yang berfungsi sebagai penyediaan air bersih yang memenuhi persyaratan, dan tentunya aman atau layak untuk dikonsumsi serta tidak mengganggu kesehatan. Dalam hal ini untuk membuat konstruksi sumur dengan standar sumur gali Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 tahun 2016 memerlukan dana yang lebih besar.

#### **4.3.2 Penggunaan lahan (*Land Use*)**

Analisa ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi bakteri Total *Colifom* dan *E.coli* dengan penggunaan lahan. Data yang dihubungkan dengan penggunaan lahan adalah permukiman/ lahan terbangun, pertanian lahan kering, sawah, tanah terbuka dan bandara. Penggunaan lahan di Kecamatan Depok memiliki batasan masing-masing. Berikut merupakan hasil analisis spasial penggunaan lahan pada Kecamatan Depok di bawah ini.





<p><b>PETA PENGGUNAAN LAHAN KECAMATAN DEPOK KABUPATEN SLEMAN D.I. YOGYAKARTA</b></p>	<p><b>SUMBER PETA :</b> 1. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000 2. Peta Tutupan Lahan MenLHK 2019</p>	<p><b>TANGGAL PEMBUATAN PETA :</b> 14 September 2022</p>	<p>Datum .....Wodd Geodetic System 1984 Proyksi .....UTM Zona .....498 System Grid : ...Grid UTM - Interval 2000 Meter &amp; Grid Geografi Interval 10 Menutas</p>
<p><b>INFORMASI UMUM:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>----- BATAS KELURAHAN</li> <li>----- BATAS KE CAMATAN</li> <li>----- BATAS KABUPATEN</li> <li>~~~ SUNGAI</li> <li>— JALAN</li> </ul>	<p><b>KETERANGAN SUMUR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>TITIK LOKASI SAMPLING</b> Jumlah Sumur Pantau (SD): 12 Titik</li> </ul>	<p><b>PEMBAGIAN KAWASAN :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ BANDARA</li> <li>■ PEMUKIMAN</li> <li>■ PERTANIAN LAHAN KERING</li> <li>■ SAWAH</li> <li>■ TANAH TERBUKA</li> </ul>	

**Gambar 4. 22** Peta Penggunaan Lahan di Kecamatan Depok

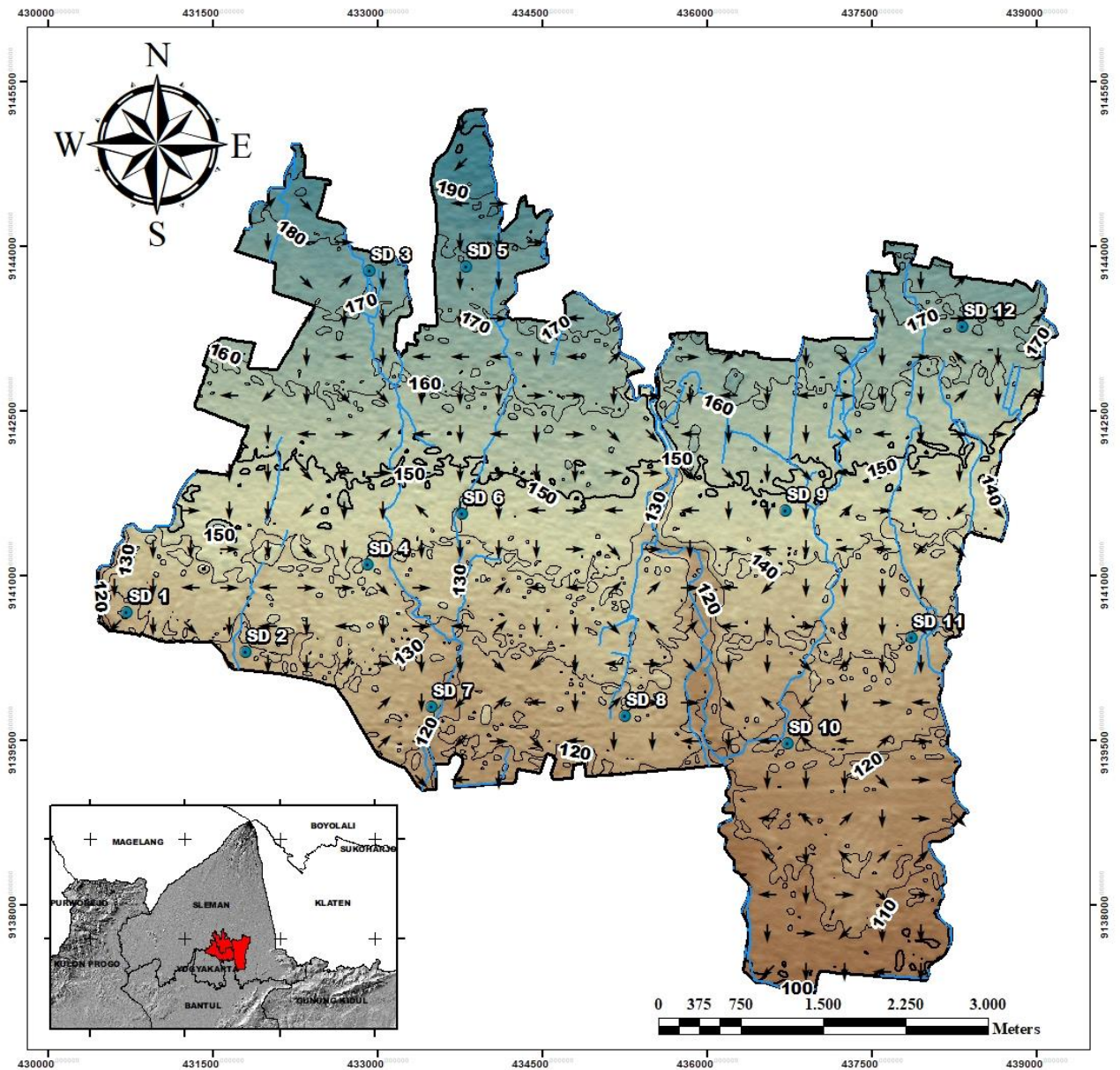
Jenis kegiatan dan aktivitas sosial yang dijalankan berhubungan kuat dengan penggunaan lahan disuatu wilayah, artinya jika beberapa jenis klasifikasi lahan digunakan untuk suatu keperluan baik sesuai dengan yang ditetapkan peruntukannya atau tidak, maka kegiatan yang berlangsung akan menghasilkan produk sesuai dengan yang dilakukan. Misalnya di lahan permukiman berpotensi memiliki kecenderungan kegiatan yang menghasilkan limbah rumah tangga daripada jenis lahan yang digunakan untuk perkebunan maupun pertanian. Dari hasil tampilan analisis spasial peta penggunaan lahan pada **Gambar 4.22** didapatkan luas masing-masing penggunaan lahan menggunakan *calculate geometry* pada *software ArcGis*.

Dari keseluruhan titik pengambilan sampling letaknya yang tersebar berada pada wilayah permukiman dan dapat dilihat secara visual dari 5 kawasan didominasi permukiman lebih besar dan luas dibandingkan kawasan lainnya. Permukiman yang terdapat pada Kecamatan Depok tingkat permukimannya tergolong padat dan beragam jenis aktivitas di dalamnya sehingga semakin mudah tercemar dan meningkatkan peluang bertambahnya sumber pencemar. Dari hasil tersebut menunjukkan didominasi oleh permukiman/ lahan terbangun sebesar 27,45 km<sup>2</sup> atau sekitar 91% dari total penggunaan lahan seperti pertanian lahan kering sebesar 0,75 km<sup>2</sup>, sawah memiliki luas sebesar 3,18 km<sup>2</sup>, tanah terbuka sebesar 0,08 km<sup>2</sup> sedangkan sisanya wilayah bandara yaitu sebesar 3,39 km<sup>2</sup> sehingga total luas studi 30,210 km<sup>2</sup>.

Penggunaan lahan pada permukiman dapat memiliki hubungan dan memberi pengaruh terhadap kualitas air tanah serta berdampak meningkatnya konsentrasi bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli*. Berbagai aktivitas manusia di kawasan permukiman menghasilkan limbah dan dampak dari alih fungsi lahan menjadi permukiman berdampak negatif terhadap kualitas air tanah (Suharjo, 2006).

#### **4.3.3 Pola Arah Aliran Air Tanah**

Berikut Gambar 4.24 yang merupakan hasil pemetaan arah aliran air tanah berdasarkan elevasi di Wilayah Kecamatan Depok.



<p><b>PETA ARAH ALIRAN AIR TANAH KECAMATAN DEPOK KABUPATEN SLEMAN</b></p>	<p><b>SUMBER PETA :</b> 1. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000 2. Citra DEMNAS</p>	<p><b>TANGGAL PEMBUATAN PETA :</b> 05 November 2022</p>	<p>Datum .....World Geodetic System 1984 Proyeksi .....UTM Zona .....49S System Grid : ...Grid UTM - Interval 1500 Meter &amp; Grid Geografi Interval 10 Menutas</p>
<p><b>INFORMASI UMUM :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— KONTUR MINOR 10 M</li> <li>— KONTUR MAYOR 50 M</li> <li>▭ KECAMATAN DEPOK</li> <li>~ SUNGAI</li> </ul>	<p><b>KETERANGAN SUMUR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>TITIK LOKASI SAMPLING</b> Jumlah Sumur Pantau (SD): 12 Titik</li> </ul>	<p><b>ELEVASI (m)</b></p> <p>Value</p> <p>High : 208 Low : 96</p>	

**Gambar 4. 23 Peta Arah Aliran Air Tanah**



Analisis yang dilakukan pada pengolahan **Sub Bab 3.7.1** didapatkan arah aliran di Kecamatan Depok dominan menurun dari arah utara menuju ke selatan berdasarkan peta ketinggian (elevasi) Kabupaten Sleman yang terdapat pada peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman tahun 2005 - 2014, wilayah Kecamatan Depok memiliki ketinggian antara 101-300 mdpl dan memiliki kemiringan lereng 0-2% dimana wilayah Kecamatan Depok wilayah dataran. Arah aliran tanah dapat dipengaruhi dengan adanya gaya gravitasi yang menarik secara vertikal ke bawah kemudian mengalir menuju ke tempat yang lebih rendah dan gaya kapiler yang bergerak bebas ke seluruh arah dalam keadaan kering maupun lembab. Menurut (Purwanta, 2018) pola persebaran kontaminan dapat dipengaruhi arah aliran tanah dimana air mengalir dari elevasi yang tinggi ke elevasi yang lebih rendah, semakin rendah ketinggian (elevasi) dan dangkalnya ketinggian muka air tanah cenderung mudah terkontaminasi karena limbah – limbah atau aktivitas disekitar sumur dan masuknya air ke dalam tanah melalui rembesan. Pada hasil konsentrasi pada SD 4, SD 9, SD 11 yang menunjukkan konsentrasi Total *Coliform* dan *E.coli* hasil tertinggi di Kecamatan Depok pada ketinggian 130 m – 140 m.

#### **4.3.4 Jenis Tanah**

Dalam data Sistem Informasi Pemerintahan Daerah (SIPD) Jenis tanah di Kabupaten Sleman Sebagian besar didominasi jenis tanah regosol. Pada penelitian khususnya diseluruh wilayah Kecamatan Depok adalah jenis tanah regosol yang berasal dari material vulkanis gunung berapi, endapan vulkanik ini secara umum memiliki kesuburan yang bagus sehingga sangat cocok dijadikan sebagai lahan pertanian, namun pada kondisi eksistingnya didominasi permukiman, hal ini menjadi tidak sesuai dengan kecocokan jenis tanah dengan keadaan eksisting yang ada di wilayah Kecamatan Depok. Tanah jenis regosol ini memiliki tekstur kasar (mempunyai butiran) bercampur dengan pasir atau cukup baik dalam meloloskan air sehingga mudah meresap dalam tanah, hal ini dapat memberikan suatu pengaruh terhadap potensi pencemaran. Tanah dengan solum tebal yang mana solum ini

merupakan kedalaman efektif tanah dari permukaan yang masih dapat dijangkau oleh akar tanaman (Bappeda Sleman, 2020).

Menurut Aisyah (2017) bahwa kondisi tanah di sekitar sumur memiliki pengaruh yang disebabkan oleh faktor alami yang dapat berasal dari jenis tanah maupun batuan penyusun yang ada wilayah lokasi penelitian terhadap kondisi tingginya potensi cemaran bakteri dalam tanah dan keadaan tanah di sekitar sumur mempengaruhi tingkat cemaran bakteri *Coliform* dalam tanah serta terjadi infiltrasi air ke dalam air tanah dapat meningkat karena mempunyai kemampuan daya serap air tanah yang tinggi sehingga dapat mudah masuk ke dalam air tanah. Hal ini ditunjukkan dengan kondisi eksisting yang hasil konsentrasinya tertinggi pada titik sampel SD 4, SD 9 dan SD 11 dekatnya sumur dengan sumber pencemar yaitu limbah rumah tangga, kolam yang berdampingan, kamar mandi yang jaraknya dekat dengan sumur sehingga bisa memberikan pengaruh terhadap penyerapan polutan pada air tanah dan pergerakan polutan yang tinggi.

#### **4.3.5 Matriks Pembagian Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kondisi Kualitas Air Tanah Parameter Mikrobiologi**

Dari penjelasan yang dijabarkan, dapat disajikan dalam bentuk matriks mengenai kondisi yang menyebabkan terbentuknya pola persebaran dari parameter Total *Coliform* dan *E. coli* yang terjadi dari potensi polutan berupa bahan organik dan limbah rumah tangga. Potensi sumber pencemar mikrobiologi yang cukup besar berasal dari sejumlah kegiatan berupa kegiatan rumah tangga (cuci mencuci piring, sisa makanan dari aktivitas disekeliling lokasi sumur, peletakan barang – barang bekas, pot tanaman, sekeliling sumur digunakan untuk kolam ikan dan didukung dengan konstruksi sumur yang tidak memenuhi syarat seperti tidak adanya atap, penutup sumur, dinding sumur, lantai sumur. Secara fisik kondisi air sumur seluruhnya terlihat jernih dan tidak berbau. Sistem Pembuangan/ pengolahan yang berpotensi mengalami pencemaran yaitu pada sistem Pengolahan di tempat *On-Site* (*Septic Tank* & Resapan). Pada wilayah yang elevasinya rendah pada daerah penelitian berdasarkan arah aliran air tanah rata – rata memiliki kondisi kualitas air

yang cukup buruk atau tercemar dengan variasi konsentrasinya beragam. Jarak dengan *septic tank* tidak sepenuhnya menunjukkan pengaruh kuat mengenai kualitas air tanah, terdapat kasus jarak sumber air dengan *septic tank* sudah memenuhi syarat tetapi menunjukkan konsentrasi yang tinggi karena disebabkan faktor lain.

Pada **Lampiran 1** terlampir uraian matriks masing - masing titik sampel dan komponen yang mempengaruhinya.





*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian tentang Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Pada Sumur Dangkal Berdasarkan Kandungan Total *Coliform* dan *Escherichia coli* di Kecamatan Depok, Sleman, Yogyakarta, dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan PerMenKes No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum dapat dikatakan kualitas air tanah pada air sumur dangkal sebagian besar telah tercemar oleh bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli* dengan hasil konsentrasi Total *Coliform* rentang 0 – 430 MPN/ 100 ml dan *Escherichia coli* rentang 0 – 110 MPN/ 100 ml.
2. Pola persebaran yang didapatkan dalam analisis persebaran kualitas air tanah dengan parameter Total *Colifom* dan *E.coli* cenderung terpusat di suatu daerah. Keadaan pola persebaran bervariasi dan tidak merata diseluruh wilayah, hanya beberapa titik yang menunjukkan nilai konsentrasi yang cukup tinggi. 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 dan kondisi sumur.
3. Terdapat beberapa faktor yang diyakini berhubungan dan mempengaruhi terhadap persebaran kualitas air tanah antara lain :
  - a) Kondisi sumur meliputi jarak dengan sumber pencemar (*septic tank*), kedalaman sumur, umur sumur, pengurasan dan konstruksi sumur yang meliputi dinding parapet sumur, lantai sumur, drainase saluran air limbah, atap atau penutup sumur pada kondisi eksisting berpengaruh pada tingkat pencemaran yang sering terjadi karena di sekitar sumur digunakan untuk berbagai keperluan yang saling berdampingan langsung antara sumur dengan sumber pencemar.
  - b) Penggunaan lahan (*land use*) didominasi oleh lahan permukiman sebesar 91% yang menunjukkan konsentrasi terbesar terdapat pada kawasan permukiman akibat berbagai aktivitas yang menghasilkan

limbah organik, hal ini dapat memberi pengaruh terhadap kualitas air tanah serta berdampak meningkatnya konsentrasi bakteri Total *Coliform* dan *Escherichia coli*.

- c) Arah aliran air tanah dominan mengalami pergerakan dari arah utara menuju ke arah selatan atau mengalir ke elevasi yang lebih rendah secara gravitasi dengan kontur yang bervariasi yaitu antara 100 - 230 mdpl dan menunjukkan konsentrasi tertinggi Total *Coliform* dan *E.coli* pada ketinggian 130 m – 140 m.
- d) Jenis tanah yaitu memiliki tekstur pasir dan keseluruhan wilayah Kecamatan Depok adalah masuk dalam jenis tanah regosol yang mempunyai porositas yang tinggi sehingga mempunyai kemampuan cukup baik dalam penyerapan memiliki potensi untuk mempengaruhi pergerakan polutan.

Berdasarkan faktor - faktor di atas tidak dapat dengan mudah menentukan faktor yang utama dan berpengaruh secara langsung terhadap kualitas air tanah, sebab terdapat mekanisme yang ada di dalam tanah khususnya tidak dapat diketahui lebih lanjut dan cukup kompleks, namun ada faktor yang memperkuat dan terlihat secara fisik yang didasarkan data hasil observasi secara langsung ditandai dengan kondisi sumur yang ada.

## 5.2 Saran

1. Dari hasil pembahasan pada penelitian, maka disarankan untuk perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai kualitas air tanah yang ada di Kecamatan Depok berupa penambahan jumlah lokasi pemantauan sumur secara berkala dan diusahakan tersebar secara merata. Data kualitas air tanah yang lengkap menjadi hal yang penting sebagai bahan rujukan dari berbagai komponen untuk melakukan langkah secara terukur baik berupa perencanaan yang kemudian dilaksanakan dan perlunya evaluasi serta monitoring lebih lanjut. Karena sebagian besar kualitas air tanah masih terdapat Total *Coliform* dan *E.coli*, selain itu perlu adanya pengelolaan lingkungan terhadap kualitas air sehingga parameter kualitas air tidak melewati baku mutu.



*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- A, Susanto. 2016. *Tinjauan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan*. Dalam repository.unpas.ac.id. diunduh pada 17 Januari 2018.
- Aisyah, Asmi Nur. 2017. *Analisis Dan Identifikasi Status Mutu Air Tanah Di Kota Singkawang Studi Kasus Kecamatan Singkawang Utara*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah 5 (1): 1–10.
- Adrianto, R. 2018. *Pemantauan jumlah bakteri coliform di perairan sungai Provinsi Lampung*. Majalah Tegi, 10(1).
- Arisman. 2010. *Gizi dalam daur Kehidupan*. Jakarta: Ilmu Kedokteran EGC
- Aswadi. 2006. *Pemodelan Fluktuasi Nitrogen (Nitrit) pada Aliran Sungai Palu*. Jurnal Smartek, Vol.4, No.2, Mei 2006 112-125
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. 2019. *Sleman Salam Angka 2019*. BPS, Sleman.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. 2020. *Sleman Salam Angka 2020*. BPS, Sleman.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *SNI 06-6989.23-2005 tentang Uji Suhu Dg Termometer*
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 6989.58-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujain cemaran mikroba dalam daging, telur, susu serta hasil olahannya*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 06-6989.11-2019 tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) menggunakan pH Meter*.
- Balitklimat. 2008. *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi Vol. 10*. Balai Penelitian Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Kementerian Pertanian.

- Boekoesoe, L. 2010. *Tingkat Kualitas Bakteriologis Air Bersih Di Desa Sosial Kecamatan Paguyaman Kabupaten Balemo*. Jurnal Biologi.
- Briassoulis, Helen. 2000. *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches*. The Web Book of Regional Science, Scott Loveridge, ed. Regional Research Institute, West Virginia University, USA
- Darwis. 2018. *Pengelolaan Air Tanah di Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM) (pp. 57–60).
- Daryanto. 2004. *Masalah Pencemaran*. Bandung: Tarsito
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Sleman*. Kab. Sleman : Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2019. *Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 5 Tahun 2019 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2019-2039*. Yogyakarta : PUPR.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta
- Efriyanti, Susi. 2012. *Menurunnya Kualitas Air Akibat Kerusakan Lingkungan*. Online at [Uwityangyoyo.wordpress.com/2012/02/01/menurunnya-kualitas-air-akibat-kerusakanlingkungan](http://Uwityangyoyo.wordpress.com/2012/02/01/menurunnya-kualitas-air-akibat-kerusakanlingkungan), accessed 3 September 2022.
- Fitri, LINDIA. 2015. *Analisa Bakteri Coliform dan Identifikasi Escherichia coli pada Es Batu yang Digunakan Pedagang Minuman Kaki Lima Di Lingkungan Sekitar Universitas Sumatera Utara Tahun 2015* . Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Hafiz Fauzi. 2019. *Studi Kualitas Mikrobiologis Air Minum dan Sanitasi pada Depot Air Minum (DAM) Di Wilayah Kerja Puskesmas Kemangkon Kabupaten Purbalingga Tahun 2019*. Karya tulis Ilmiah. Poltekkes Kemenkes Semarang

- Gaman, 1994. Gaman PM, Sherrington KB. 1994. *Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. edisi ke-2. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Katiho, Suryani, Joseph, dan Nancy. 2011. *Gambaran Kondisi Fisik Sumur, Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Pengguna Sumur Gali di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado*. Laporan Penelitian. Fakultas Ilmu Lingkungan - Universitas SamRatulangi.
- Khomariyatika, T., & Pawenang, E. T. 2011. *Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali*. KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 7(1), 63-72.
- Korniasih, N. W., & Sumarya, I. M. 2021. *Total Coliform Dan Escheria Coli Air Sumur Bor Dan Sumur Gali Di Kabupaten Gianyar*. Jurnal Widya Biologi, 12(02), 90-97.
- Kurniawan, Y. ., & Budianta. 2013. *Studi kandungan Bakteri Coli di Kota Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6, 0, 445–454.
- Kusuma, S.A. 2010. *Escherichia coli*. Universitas Padjadjaran Fakultas Farmasi.
- Kuswiyanto, 2016. *Bakteriologi 2*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Lambin EF, Geist H. 2006. *Land-Use and Land-Cover Change*. Local Processes and Global Impact. Berlin: Springer
- Mangan, N. M., Flamholz, A., Hood, R. D., Milo, R., & Savage, D. F. 2016. *PH determines the energetic efficiency of the cyanobacterial CO2 concentrating mechanism*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113(36), E5354–E5362. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525145113>
- Mangarey F, Brain R, Sondakh C, Paul A T, and Kawatu. 2011. *Relationship Between Construction of Dug Wells and Distance to Pollutant Sources with Bacteriological Quality of Dug Well Water in Moyongkota Village, West Modayag District* (e-journal: Faculty of Public Health, Sam Sam Ratulangi University)

- Mardiansjah, F. H. 2013. *Urbanisation Durable Des Territoires Et Politiques De Développement Urbain En Indonésie: Étude De Trois Kabupaten En Voie D'urbanisation Rapide Dans l'île De Java*. A Smart System for Garden Watering Using Wireless Sensor Networks, 4(2), 1–494.
- Marsono. 2009. *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali Di Permukiman*. Semarang. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang. Thesis.
- Soemarwoto, Otto. 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan Edisi ke-10*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Suharjo, Sartono Putro., Anna, alif. 2006. Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah di Sukoharjo Sebagai Daerah Penyangga Kota. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 7(1): 42 - 54
- Mirawati BS, Hadri L, Saimah. 2016. *Dekontaminasi Bakteri Escherichia coli dan Staphylococcus aureus pada Sarang Burung Walet dengan Perlakuan Pemanasan*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Muthaz, B., Rabbani, S., dan Ardiansyah, R. 2016. *Studi Kualitas Air Minum di Desa Balo Kecamatan Kabaena Timur Kab.Bombana Tahun 2016*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat, 2(5)
- NCGIA. 2007. *Interpolation: Inverse Distance Weighting*. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html> (2 September 2022)
- New York State Department of Health, 2011. *Coliform Bacteria in Drinking Water Supplies*. Diakses dari : health.ny.gov [Diakses: 1 September 2022]
- Nirwansyah, A. W. 2016. *Dasar Sistem Informasi Geografi dan Aplikasinya Menggunakan ARCGIS 9 . 3 (Ed 01, Cet)*. Sleman: DEEPUBLISH

- Nurroh, S., Gunawan, T., & Kurniawan, A. 2020. *Assessment of groundwater pollution risk potential using DRASTIC Model in Yogyakarta City, Indonesia*. E3S Web of Conferences, 200. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020002002>
- Panguriseng, Darwis. 2018. *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta : Pena Indish
- Pasaribu, Junita Monika, and Nanik Suryo Haryani. 2012. *Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor Dan Spline (Comparison of DEM SRTM Interpolation Techniques Using Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor and Spline Method)*. Jurnal Penginderaan Jauh 9(2): 126–39.
- Pemerintah Sleman. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sleman 2010*. 2010. Pemerintah Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
- PERDA kabupaten Sleman. 2016. *Rencana pembangunan jangka menengah daerah tahun 2016-2021*. Pemerintah Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
- Perko, B. 2011. *Effect of prolonged storage and microbiological quality of raw milk. microbiological quality of raw milk*. Mjekar Stvo. 61(2):114-124
- Permenkes, 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/IV/ tentang persyaratan kualitas air minum*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Prajoko, B. I. 2007. *Mapping of Groundwater Quality in Bumijo and Gowongan Sub-districts, Jetis District, Yogyakarta with Total E. coli Bacteria Examination (Pemetaan Kualitas Air Tanah di Kelurahan Bumijo dan Gowongan, Kecamatan Jetis, Yogyakarta Dengan Jumlah Pemeriksaan Bakteri E. coli)* (Undergraduate thesis, Departement of Environemntal Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Islam Indonesia)

- Pramono G. H., 2008. *Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan*. Forum Geografi, Vol. 22, No. 1, pp. 145-158
- Priyanto, D. 2019. *Peran Air Dalam Penyebaran Penyakit*. Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara, 7(1), 27-28. <https://doi.org/10.22435/blb.v7i1.760>
- Purwanta, Suhardi. 2018. *Konservasi Sumberdaya Air Tanah Di Wilayah Ngaglik Sleman*. Geo Media: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian 16 (2): 59–70.
- Radjak, N.F. 2013. *Pengaruh Jarak Septic Tank dan Kondisi Fisik Sumur terhadap Keberadaan Bakteri Eschericia Coli pada Sumur Gali*. Jurusan Kesehatan Masyarakat. Universitas Negeri Gorontalo.
- Rafsanjani, S. E. 2021. *Analisis Kualitas Air Tanah Terhadap Keberadaan Ipal Komunal Dengan Metode Inverse Distance Weighting (IDW) Kecamatan Depok Dan Mlati, Yogyakarta*.
- Rejekiningrum, Popi. 2009. *Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air Capturing the Benefit of Groundwater for Water Resources Sustainability*. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 3 NO. 2 3(2): 85–96.
- Rompas, R. m., kawung, N. j., & tilaar, S. o. 2017. *Bahan Bakar Nabati*. Yogyakarta: CV. Budi Utama
- Santoso, J.T. 2021. *GIS (Sistem Informasi Geografi)*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik, 7(1), 1-619. Retrieved from <https://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/160>
- Savitri, A.R. 2016. *Quality Of Unconfined Groundwater In Prenggan Vilage, Kotagede District, Yogyakarta City*. (Undergraduate thesis, Geography Education Department, Faculty of Social Sciences, State University of Yogyakarta)

- Setyowati, R. D. N. 2005. Studi Literatur Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik-Sistem*, 12(1), 7–15.
- Soemirat, J, 2011, *Kesehatan Lingkungan*, Gajahmada University, Yogyakarta
- Soeparman dan Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: UGC.
- Subkhi & Mardiansjah. 2019. *Pertumbuhan dan Perkembangan Kawasan Perkotaan di Kabupaten: Studi Kasus Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan* Vol.7 No. 2 105-120.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta
- Tortora GJ, Frunke BR, Case CL. 1986. *Microbiology an introduction*. third edition. New York: The Benjamins Cumings Publishing Company, Inc.
- Treyens, C., 2009. *Bacteria and Private Wells.*, pp. 19-22. Available from: Google [www.nesc.wvu.edu]
- Umiyati Sari Lating, P., Mongan, R., & Saranani, M. 2017. *Identifikasi Bakteri Coliform Pada Air Sumur Gali Yang Jaraknya Kurang 10 Meter Dari Septictank Di Kelurahan Kemaraya Kota Kendari Sulawesi Tenggara* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Kendari).
- Wijayanti, Y., Yuniasih, B., Verma, N., Krisdiarto, A. W., & Safitri, L. 2018. Groundwater quality mapping of Yogyakarta City, Sleman, Kulonprogo and Bantul regency area of Yogyakarta Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012012>





*“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”*

## LAMPIRAN



*Terlampir.*

Lampiran 1. Tabel Matriks Pembahasan Kondisi Kualitas Air Tanah Parameter Total *Coliform* dan *E.coli*

KODE SAMPEL	POTENSI SUMBER PENCEMAR	POTENSI POLUTAN	KONDISI KONSTRUKSI SUMUR	JARAK SUMUR DENGAN SEPTIC TANK	KONDISI FISIK SUMUR	SISTEM PEMBUANGAN/ PENGOLAHAN AIR LIMBAH	ARAH ALIRAN AIR TANAH	JENIS TANAH	PENGUNAAN LAHAN	KUALITAS AIR TANAH STANDAR KUALITAS AIR MINUM (PERMENKES NO. 492/ IV/ 2010)	
										TOTAL COLIFORM	E. COLI
SD 1	Konstruksi sumur dibiarkan terbuka dan dibangun tanpa atap atau penutup, akan menciptakan kondisi mudah masuknya kotoran dan polusi sehingga mencemari sumber air , padahal penutup sumur merupakan pelengkap dalam konstruksi sumur (Soemarwoto, 2004). Letak titik sampel yang berada di bagian ujung selatan penelitian	Bahan Organik	Buruk (Tidak adanya Atap, Penutup sumur, Dinding sumur terdapat lumut)	25 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	IPAL Komunal	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)
SD 2	Tidak adanya saluran pembuangan air limbah rumah tangga (kegiatan cuci mencuci baju dan piring) disekitar yang memadai menyebabkan air merembes melalui celah lantai. Letak titik sampel yang berada di bagian ujung selatan penelitian	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Saluran air limbah disekitar sumur terbuka dan lantai sumur kondisi berair)	12 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat On-Site (Septic Tank & Selokan)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Baik (Memenuhi Syarat)
SD 3	Dekat dengan sumber pencemar (Septic Tank) yang sudah tidak terpakai dan tidak dilakukannya pengurasan lumpur tinja yang secara berkala dilakukan 2-5 tahun sehingga apabila dalam jangka waktu tersebut tidak pernah penuh atau dikuras dimungkinkan tidak kedap air dan bocor merembes ke tanah serta dapat mencemari sumber air	Limbah rumah tangga	Baik (Memenuhi Syarat konstruksi sumur)	8 m (Tidak memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	IPAL Komunal	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Baik (Memenuhi Syarat)
SD 4	Tidak terdapat saluran pembuangan yang memadai atau layak dan tersambung dengan SPAL (Saluran Pembuangan Air Limbah) domestik rumah tangga, seperti kegiatan mencuci piring. Letak titik sampel yang berada di bagian selatan penelitian	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Kondisi sumur tanpa penutup, banyaknya lumut pada dinding parapet sumur dan lantai sumur mengalami keretakan serta terdapat berair)	13 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat On-Site (Septic Tank & Sumur Resapan)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)

KODE SAMPEL	POTENSI SUMBER PENCEMAR	POTENSI POLUTAN	KONDISI KONSTRUKSI SUMUR	JARAK SUMUR DENGAN SEPTIC TANK	KONDISI FISIK SUMUR	SISTEM PEMBUANGAN/ PENGOLAHAN AIR LIMBAH	ARAH ALIRAN AIR TANAH	JENIS TANAH	PENGGUNAAN LAHAN	KUALITAS AIR TANAH	
										STANDAR KUALITAS AIR MINUM (PERMENKES NO. 492/ IV/ 2010)	
										TOTAL COLIFORM	E. COLI
SD 5	Kegiatan pembuangan air limbah rumah tangga (kegiatan cuci piring) di sekitar sumur	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Saluran air limbah disekitar sumur terbuka dan berlumutserta lantai sumur kondisi berair)	11 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> (Septic Tank & Selokan)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Baik (Memenuhi Syarat)
SD 6	Dekat dengan sumber pencemar (Septic Tank), tidak dilakukannya pengurasan lumpur tinja yang secara berkala dilakukan 2-5 tahun sehingga apabila dalam jangka waktu tersebut tidak pernah penuh atau dikuras dimungkinkan tidak kedap air dan bocor merembes ke tanah serta dapat mencemari sumber air	Limbah rumah tangga	Baik (Kondisi sumur tertutup dibawah lantai)	5 m (Tidak memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> (Septic Tank & Penampungan/ Galian)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)
SD 7	Masuknya polutan melalui kegiatan cuci mencuci piring yang ada di sekitar sumur dan dekat dengan sumber pencemar (Septic Tank) serta lama pengurasan dilakukan terakhir 20 tahun yang lalu, dimungkinkan bocor merembes ke tanah	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Kondisi sumur tertutup di bawah lantai, saluran air limbah di sekitar terbuka dan air menggenang di lantai )	9 m (Tidak memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> (Septic Tank, Selokan dan Resapan)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)
SD 8	Kondisi sumur dibangun tanpa atap atau penutup dan tidak adanya lantai disekitar sumur serta pengurasan belum pernah dilakukan dimungkinkan bocor merembes ke tanah. Letak titik sampel yang berada di ujung selatan penelitian	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Tidak adanya lantai sekitar sumur dan atap sumur tidak ada)	12 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> (Septic Tank & Selokan/ drainase)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)
SD 9	Kondisi sumur dibangun dekat dengan kolam ikan berdampingan langsung dengan dinding parapet sumur. Kolam ikan memiliki air yang keruh dan bau ,lantai sumur tidak kedap air dan licin dengan lumut dan pada Penutup sumur diberi pot tanaman dan barang bekas memungkinkan polutan masuk	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Kondisi sumur di luar rumah, dan saluran air limbah di sekitar terbuka)	13 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> (Septic Tank & Bak Resapan)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)

KODE SAMPEL	POTENSI SUMBER PENCEMAR	POTENSI POLUTAN	KONDISI KONSTRUKSI SUMUR	JARAK SUMUR DENGAN SEPTIC TANK	KONDISI FISIK SUMUR	SISTEM PEMBUANGAN/ PENGOLAHAN AIR LIMBAH	ARAH ALIRAN AIR TANAH	JENIS TANAH	PENGUNAAN LAHAN	KUALITAS AIR TANAH	
										STANDAR KUALITAS AIR MINUM (PERMENKES NO. 492/ IV/ 2010)	
										TOTAL COLIFORM	E. COLI
SD 10	Tidak adanya saluran pembuangan air cuci mencuci dan ada beberapa sumur sekitar mengandung adanya besi karat tetapi sumur sudah tidak digunakan lagi. Di lokasi sekitar ditenggarai adanya pabrik logam pada jaman dahulu. Letak titik sampel yang berada di ujung selatan penelitian	Bahan Organik , Limbah rumah tangga dan Logam Berat	Buruk (Saluran air limbah di sekitar sumur terbuka dan berlumut serta lantai sumur ada genangan air)	14 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	IPAL Komunal	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Baik (Memenuhi Syarat)	Baik (Memenuhi Syarat)
SD 11	Tidak memenuhi jarak aman sumber air dengan <i>septic tank</i> dan belum pernah dilakukan pengurasan, sumur dibangun diluar rumah tanpa atap atau penutup mudah masuknya kotoran dan polusi, Letak titik sampel yang berada di bagian selatan penelitian	Bahan Organik & Limbah rumah tangga	Buruk (Berada di luar rumah dan tidak adanya lantai sumur)	8 m (Tidak memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Pengolahan di tempat <i>On-Site</i> ( <i>Septic Tank</i> & selokan/ drainase)	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)
SD 12	Tidak dilakukannya pengurasan lumpur tinja yang secara berkala dilakukan 2-5 tahun	Limbah rumah tangga	Baik (Memenuhi Syarat konstruksi sumur)	15 m (Memenuhi Syarat)	Jernih, Tidak Berbau	Penampungan/ Resapan	Dari arah utara menuju selatan	Regosol	Permukiman	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)	Buruk (Tidak memenuhi Syarat)

Lampiran 2. Lokasi pengambilan sampling dan hasil kualitas air tanah

No	Kode Sampel	Koordinat UTM		Sumur	Alamat Lengkap	Parameter Pendukung		Hasil Konsentrasi	
		X	Y			Suhu (°C)	ph	Total Coliform	E.coli
1	SD 1	430720	9140672	Keran Rumah Bp. Yoyok	Blimbingsari Catur Tunggal 4 RT 01, Kecamatan Depok	31,4	7	17	17
2	SD 2	431797	9140306	Keran Sumur Ibu Saminah	Jl. Samirono CT VI No. 74 RT/RW 02/01 Caturtunggal, Kecamatan Depok	25,7	6,5	2	0
3	SD 3	432930	9143782	Keran Rumah Bp. Sahat	Jl. Nasaret No.3 Joho, Condong Catur, Kecamatan Depok	28,2	7	5	0
4	SD 4	432910	9141105	Keran Sumur Ibu Ponirah	Santren RT/RW 01/001, Caturtunggal, Kecamatan Depok	29,3	7	130	14
5	SD 5	433812	9143822	Keran Sumur Ibu. Pariyem	Manukan RT/RW 06/ 04 Condong Catur, Kecamatan Depok	31,2	6,5	5	0
6	SD 6	433772	9141571	Keran Rumah Ibu Azizah	Jl. Garboruci RT/RW 07/35 No. 13, Kaliwaru, Condongcatur, Kecamatan Depok	33,5	7	11	2
7	SD 7	433498	9139803	Keran Sumur Ibu Rustin	Jl. Oni No.15 D RT/RW 06/02 Caturtunggal, Kecamatan Depok	33,3	7	11	8



No	Kode Sampel	Koordinat UTM		Sumur	Alamat Lengkap	Parameter Pendukung		Hasil Konsentrasi	
		X	Y			Suhu (°C)	ph	Total Coliform	E.coli
8	SD 8	435253	9139721	Keran Rumah Bp. M. Ferdiansyah	Gg. Delima 1 No. 23 RT/RW 05/02, Ngentak Pecinan, Caturtunggal, Kecamatan Depok	29,4	7	5	5
9	SD 9	436715	9141593	Keran Sumur Ibu Wasingatun	Jl. Nangka RT/RW 08/13 Karangnongko, Maguwoharjo, Kecamatan Depok	27,9	6,5	430	110
10	SD 10	436736	9139473	Keran Rumah Bp. Dedi Dwi	Kalongan RT/RW 03/27 Maguwoharjo, Kecamatan Depok	28,4	7	0	0
11	SD 11	437872	9140436	Keran Rumah Ibu Supajar	Sambilegi Lor RT/RW 05/54 Maguwoharjo, Kecamatan Depok	28,7	7	430	94
12	SD 12	438334	9143273	Keran Rumah Bp. Tri Andi Syaifuddin	Jl. Stadion Baru/ Jl Ponpes Sunan Ampel RT/RW 06/36 Banjeng, Maguwoharjo, Kecamatan Depok	27,3	6,5	21	13

### Lampiran 3. Rekapitulasi perhitungan bakteri Total Coliform & E.coli

Parameter : Total Coliform dan E.coli

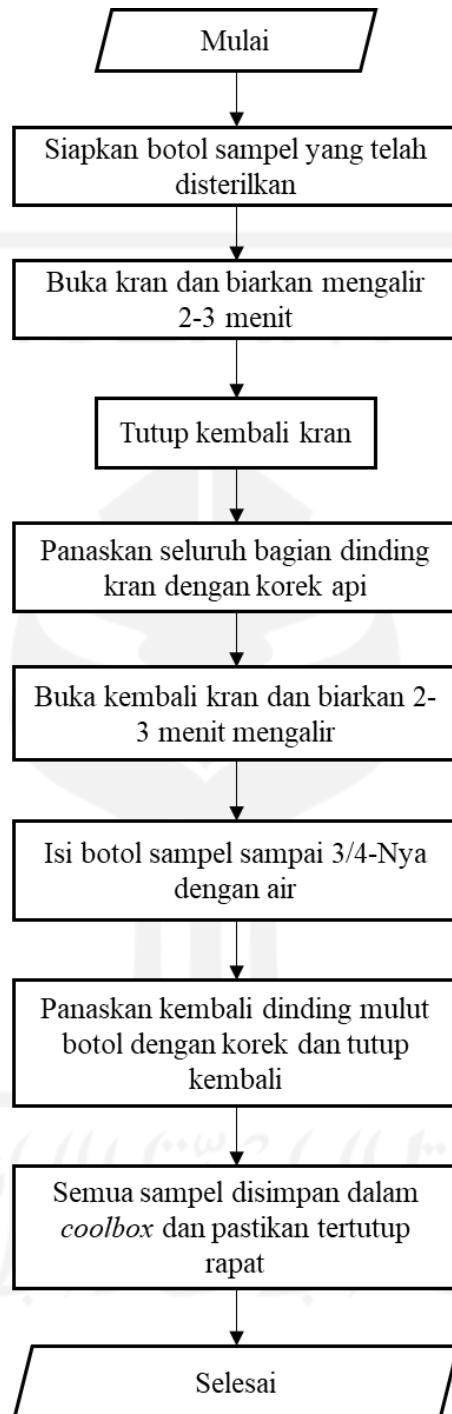
Standar acuan : APHA 9221

Kode	Tanggal Mulai Analisis	Pendugaan (LB)		Penegasan (BGLB)	Total Coliform (MPN/100 mL)	Penegasan (EC-MUG)		Pelengkap (EMB)	E. coli (MPN/100 mL)
		10 mL	3			10 mL	1		
SD 2	18/07/2022	10 mL	3	1	2	10 mL	1	0	<2
		1 mL	0	0		1 mL	0	0	
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	
SD 3	18/07/2022	10 mL	5	2	5	10 mL	2	0	<2
		1 mL	0	0		1 mL	0	0	
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	
SD 5	18/07/2022	10 mL	5	2	5	10 mL	2	0	<2
		1 mL	4	0		1 mL	0	0	
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	
SD 9	25/07/2022	10 mL	5	5	430	10 mL	3	2	110
		1 mL	5	4		1 mL	0	0	
		0,1 mL	5	5		0,1 mL	0	0	
SD 10	25/07/2022	10 mL	1	0	<2	10 mL	3	2	<2
		1 mL	0	0		1 mL	0	0	
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	
SD 11	25/07/2022	10 mL	5	5	430	10 mL	3	2	94
		1 mL	5	4		1 mL	0	0	
		0,1 mL	5	5		0,1 mL	0	0	
SD 12	25/07/2022	10 mL	5	3	21	10 mL	5	4	13
		1 mL	5	4		1 mL	4	0	
		0,1 mL	1	0		0,1 mL	0	0	
SD 1	01/07/2022	10 mL	5	3	17	10 mL	5	3	17
		1 mL	4	3		1 mL	3	3	
		0,1 mL	1	0		0,1 mL	0	0	
SD 4	01/07/2022	10 mL	5	5	130	10 mL	5	2	14
		1 mL	5	4		1 mL	5	3	
		0,1 mL	1	0		0,1 mL	1	1	
SD 6	01/07/2022	10 mL	5	3	11	10 mL	3	0	2
		1 mL	1	1		1 mL	1	1	
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	
SD 7	01/07/2022	10 mL	5	3	11	10 mL	5	1	8
		1 mL	5	1		1 mL	3	2	
		0,1 mL	4	0		0,1 mL	4	1	

Kode	Tanggal Mulai Analisis	Pendugaan (LB)		Penegasan (BGLB)	Total Coliform (MPN/100 mL)	Penegasan (EC-MUG)		Pelengkap (EMB)	<i>E. coli</i> (MPN/100 mL)
		10 mL	5	2		10 mL	4		
SD 8	01/07/2022	1 mL	2	0	5	1 mL	0	0	5
		0,1 mL	0	0		0,1 mL	0	0	



#### Lampiran 4. Prosedur pengambilan sampel air sumur dari keran



**Lampiran 5. Formulir wawancara dan observasi pengguna sumur**  
**KUESIONER PENGGUNA SUMUR KECAMATAN DEPOK**

<b>IDENTITAS WILAYAH</b>		
1.	Nama Responden	
2.	Alamat	
3.	Jumlah Anggota keluarga	
4.	Jumlah pendapatan per-bulan	a. < 1.000.000 b. 1.000.000 – 2.500.000 c. 2.500.000 <
5.	Luas bangunan rumah	_____m <sup>2</sup> / Berapa kamar
6.	Sumber air bersih	a. PDAM b. Sumur gali c. Sumur Artetis / sumur bor d. Penjual air keliling e. Lainnya, sebutkan .....
7.	Memiliki septictank	a. iya b. tidak
8.	Jarak <i>septictank</i> dengan sumur	_____m
9.	Lama pengurasan septictank & Kapan dibangun	_____Tahun
10.	Ke mana air limbah di buang?	a. sungai b. bangunan selokan / drainase c. selokan tanah d. Lainnya, sebutkan .....
11.	Kondisi fisik sumur	a. baik b. jelek
12.	Umur sumur	.....
13.	Kedalaman Sumur	
14.	Jarak drainase ke sumur	_____m
15.	Kebutuhan Air bersih / bulan	Rp .....
16.	Riwayat penyakit	
17.	Permasalahan air	
18.	Koordinat lokasi sumur (Plotting)	
19.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foto sumur (Dari atas dan samping). Hasil foto menunjukkan dengan jelas kondisi sumur</li> <li>- Foto saluran air buangan yang terlihat/ yang ada didekat sumur, jika ada</li> <li>- Foto kondisi sekitar sumur</li> </ul>	

## Lampiran 6. Sampel kuisioner dan observasi pengguna sumur

**KUESIONER**

(DESA \_\_\_\_\_ RT \_\_\_\_ / RW \_\_\_\_)

SD 12

IDENTITAS WILAYAH		
1.	Nama Responden	ibu Azizah <span style="float: right;">No.</span>
2.	Alamat	Jl. Barboruci RT 07 Ruj 35 / B
3.	Jumlah Anggota keluarga	8 <span style="float: right;">kal. keluarga, 1 orang eat</span>
4.	Jumlah pendapatan per-bulan	a. < 1.000.000 b. 1.000.000 – 2.500.000 c. 2.500.000 <
5.	Luas bangunan rumah	_____ m <sup>2</sup>
6.	Sumber air bersih	a. PDAM b. Sumur gali ✓ c. Sumur Artetis / sumur bor d. Penjual air keliling e. Lainnya, sebutkan .....
7.	Memiliki septictank	a. iya ✓ b. tidak
8.	Jarak septictank dengan sumur	< 10 m
9.	Lama pengurasan septictank	_____ Tahun + septic tank dibangun kapan? belum pernah
10.	Ke mana air limbah di buang?	a. sungai b. bangunan selokan / drainase c. selokan tanah d. Lainnya, sebutkan ..... kampung buak galian
11.	Kondisi fisik sumur	a. baik b. jelek
12.	Umur sumur	2 tahun
13.	Kedalaman Sumur	20 m
14.	Jarak drainase ke sumur	_____ m
15.	Kebutuhan Air bersih / bulan	1000 L
16.	Riwayat penyakit	-
17.	Permasalahan air	-
18.	Koordinat lokasi sumur (Plotting)	43372 0191571
19.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foto sumur (dari atas dan samping) . Hasil foto menunjukkan dengan jelas kondisi sumur</li> <li>- Foto saluran air buangan yang terlihat / yang ada di dekat sumur , jika ada</li> <li>- Foto kondisi sekitar sumur</li> </ul>	

00

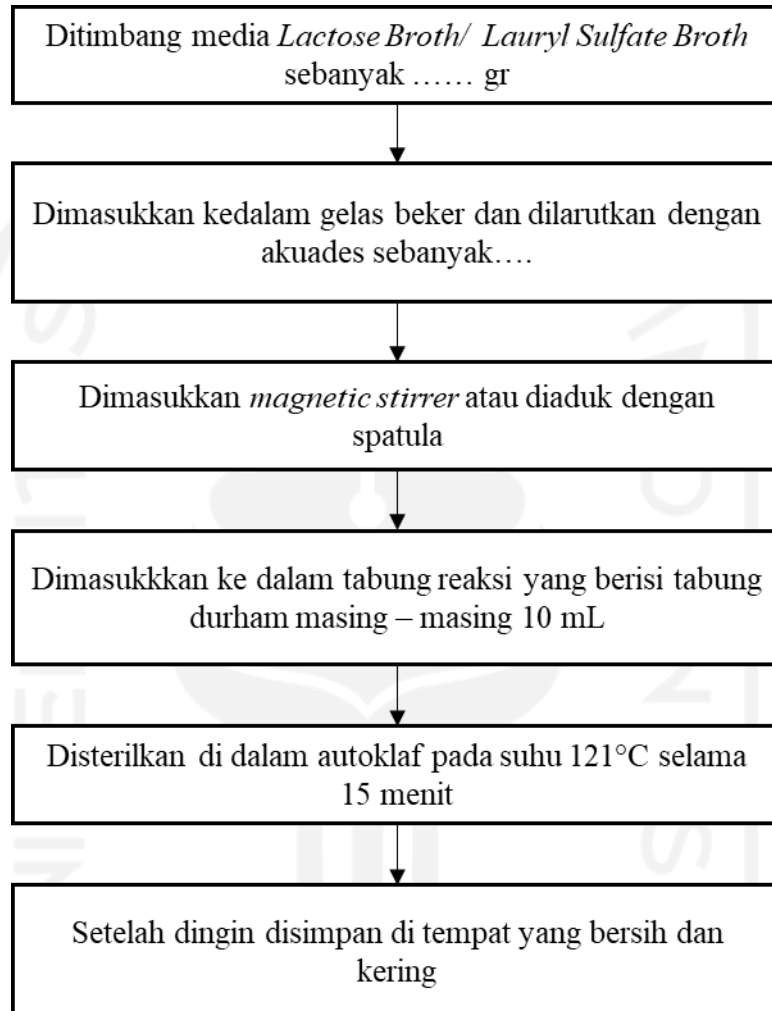


**KUESIONER**  
(DESA Tanjung RT D1 / RW 001)

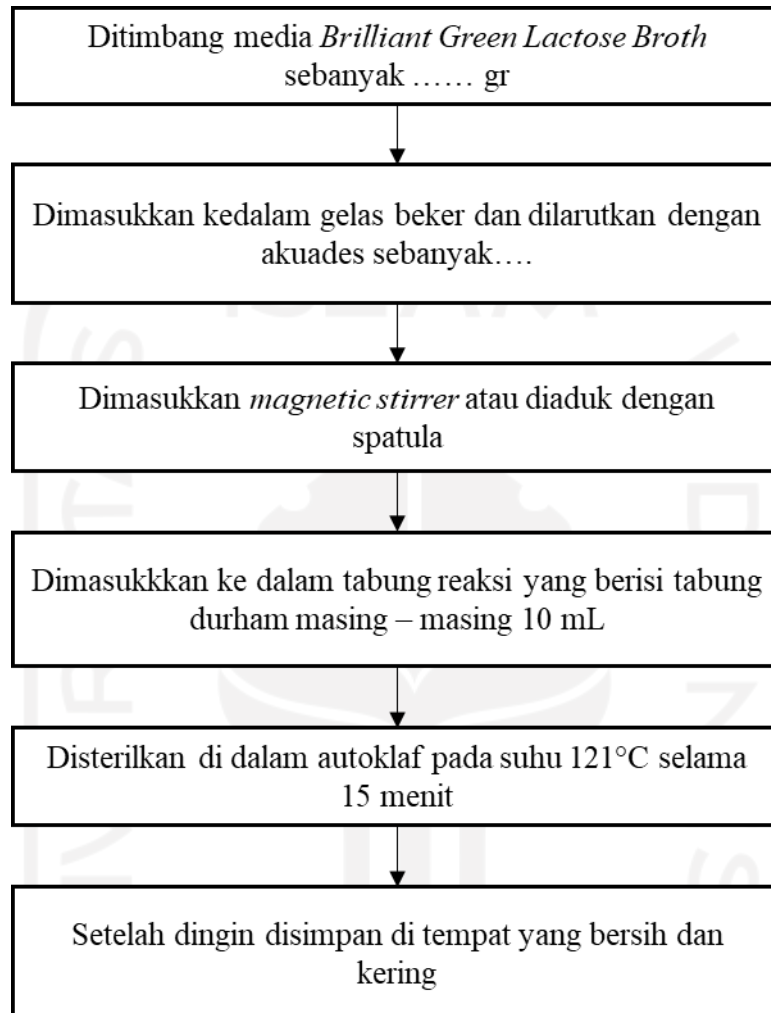
IDENTITAS WILAYAH		
1.	Nama Responden	Ibu Penirah
2.	Alamat	Santren
3.	Jumlah Anggota keluarga	5
4.	Jumlah pendapatan per-bulan	a. < 1.000.000 b. 1.000.000 – 2.500.000 ✓ c. 2.500.000 <
5.	Luas bangunan rumah	200 m <sup>2</sup>
6.	Sumber air bersih	a. PDAM b. Sumur gali ✓ c. Sumur Artetis / sumur bor d. Penjual air keliling e. Lainnya, sebutkan .....
7.	Memiliki septictank	a. iya ✓ b. tidak
8.	Jarak septictank dengan sumur	> 3 m
9.	Lama pengurasan septictank	_____ Tahun + septic tank dibangun kapan?
10.	Ke mana air limbah di buang?	a. sungai b. bangunan selokan / drainase c. selokan tanah d. Lainnya, sebutkan .....
11.	Kondisi fisik sumur	a. baik b. jelek
12.	Umur sumur	..... 20 thn
13.	Kedalaman Sumur	± 10 m
14.	Jarak drainase ke sumur	_____ m
15.	Kebutuhan Air bersih / bulan	1 x 1000 m <sup>3</sup> (+ andon)
16.	Riwayat penyakit	-
17.	Permasalahan air	-
18.	Koordinat lokasi sumur (Plotting)	91A1105 932910
19.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foto sumur (dari atas dan samping) . Hasil foto menunjukkan dengan jelas kondisi sumur</li> <li>- Foto saluran air buangan yang terlihat / yang ada di dekat sumur , jika ada</li> <li>- Foto kondisi sekitar sumur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> <li>✓</li> <li>✓</li> <li>✓</li> </ul>

## Lampiran 7. Prosedur Pembuatan Media

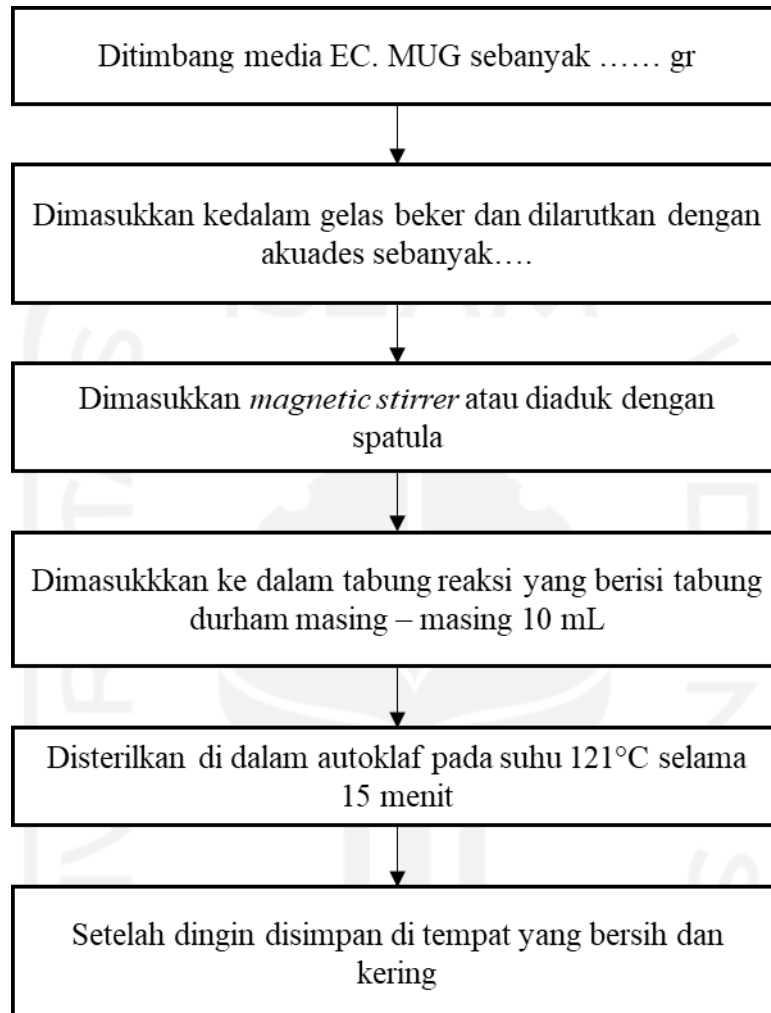
### A. Media *Lactose Broth*



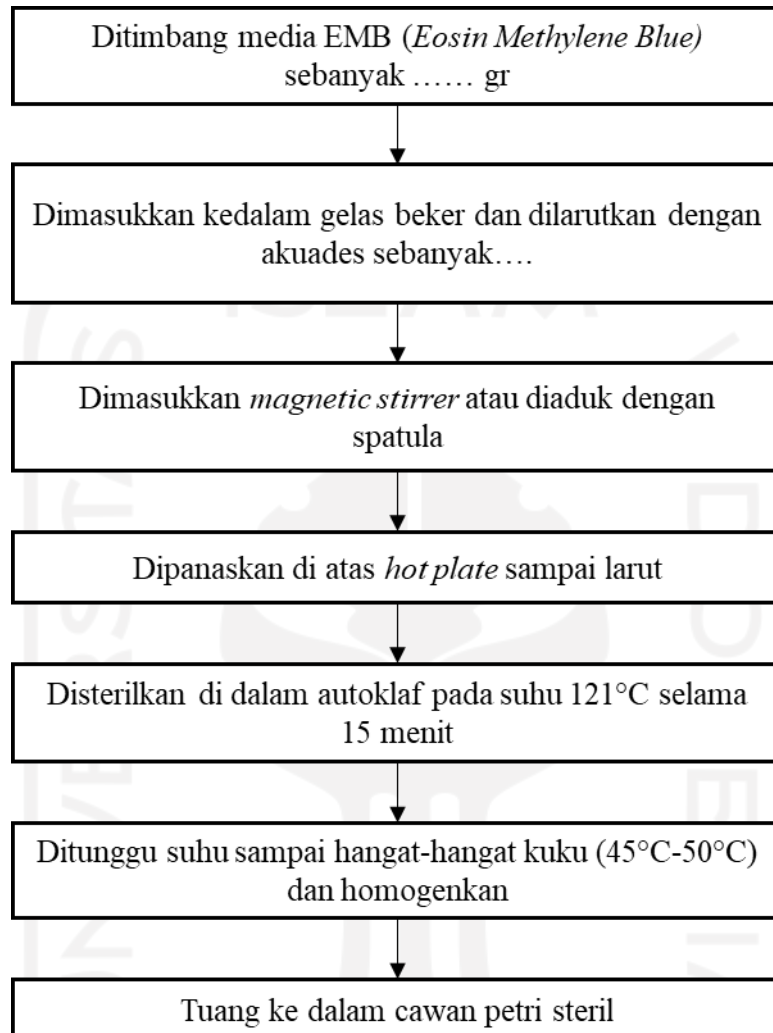
B. Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*)



### C. Pembuatan Media EC. MUG

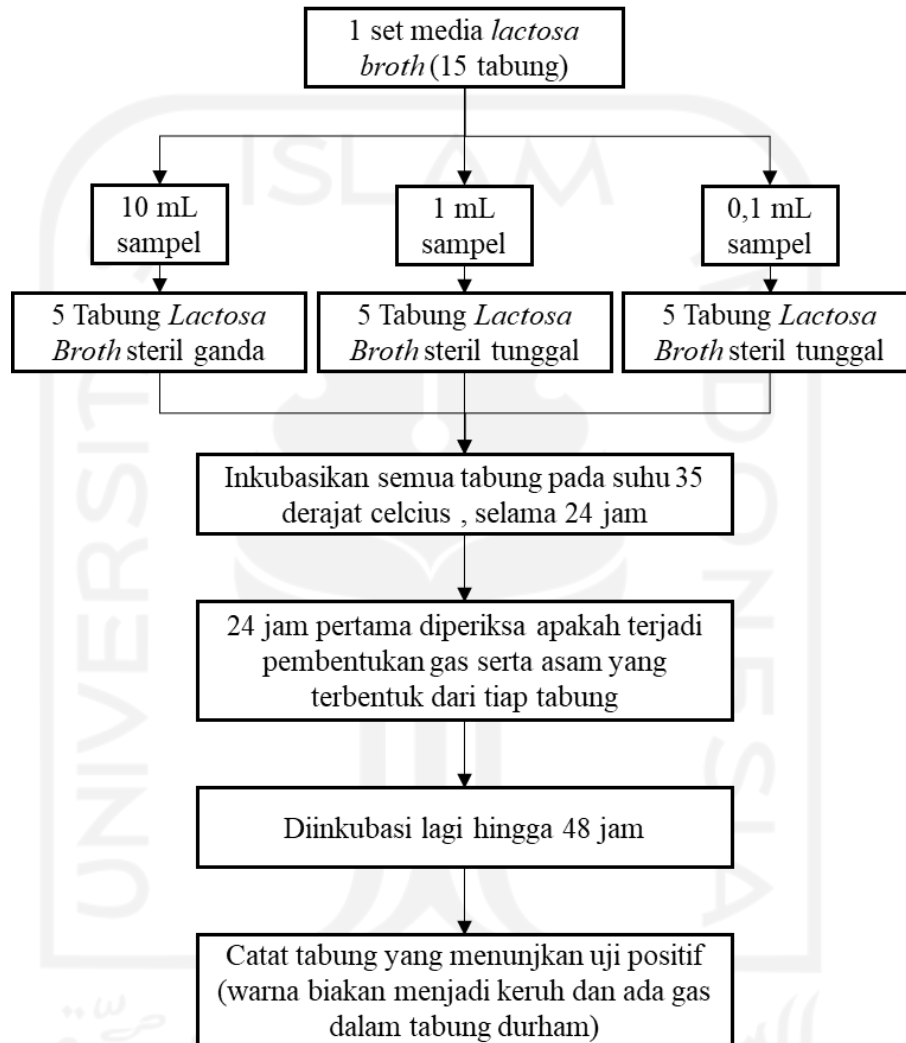


D. Pembuatan media EMB (*Eosin Methylene Blue*)



### Lampiran 8. Prosedur Pengujian Total *Coliform* dan *Escherichia coli*

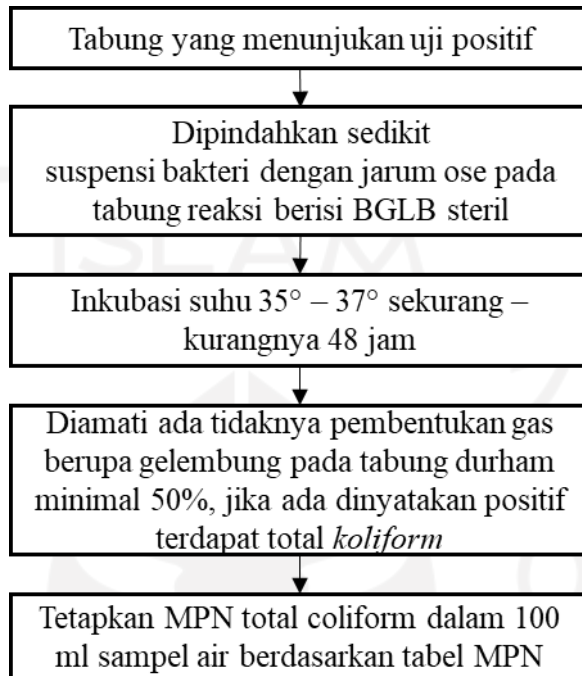
1. Prosedur pengujian bakteri Total *Coliform* dengan metode MPN
  - a) Tes pendugaan (*Presumptive test*)



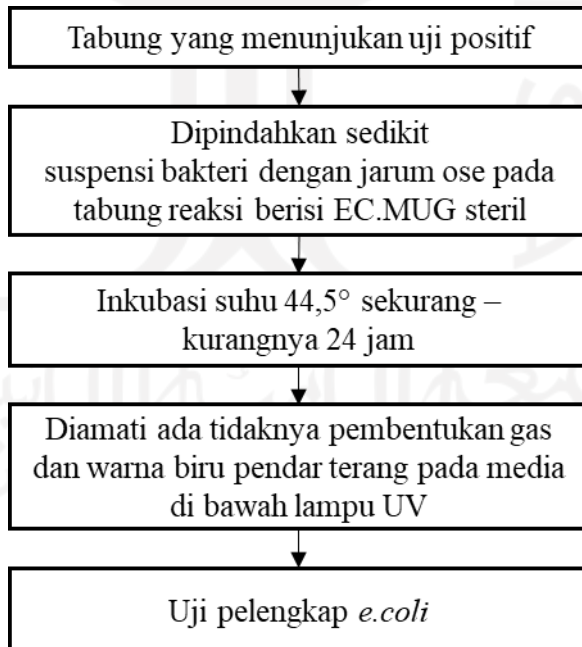


b) Test penegasan (*Confirmed test*)

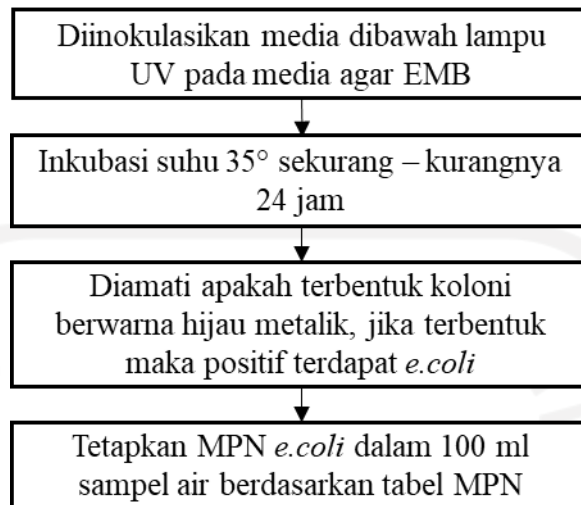
1) Total *Coliform*



2) *E.coli*

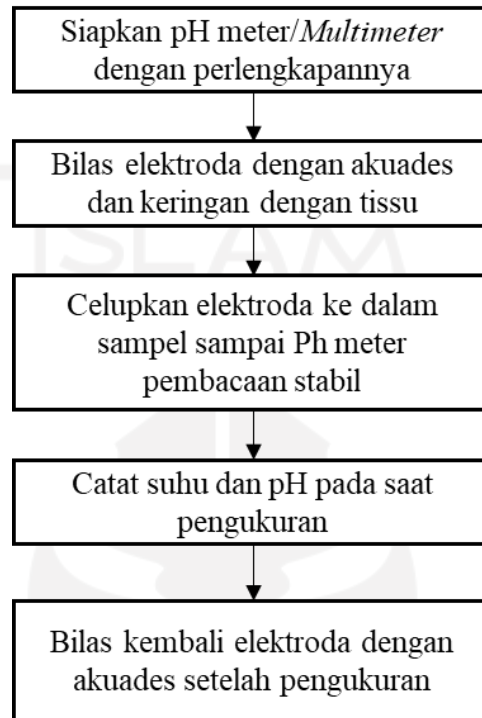


c) Tes Pelengkap

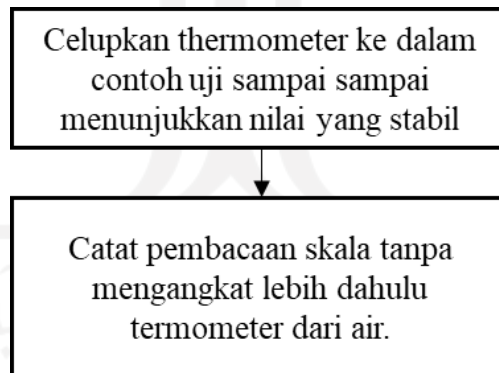


## Lampiran 9. Prosedur pengujian parameter lapangan

### A) Prosedur pengujian derajat keasaman menggunakan pH meter



### B) Prosedur pengujian suhu



## Lampiran 10. Surat Izin Permohonan Survei dan Pengambilan Data Penelitian



FAKULTAS  
**TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
Akreditasi Institusi "A"

PROGRAM STUDI  
**TEKNIK LINGKUNGAN**  
Akreditasi Program Studi "A"  
Akreditasi Internasional "ABET & IABEE"

Nomor : 245/Ka.Prodi.TL/10/TL/VI/2022  
Perihal : Permohonan Survei dan Pengambilan Data Penelitian

Kepada Yth,  
**Panewu Kapanewon Depok, Sleman,  
D.I. Yogyakarta**

Dengan hormat,

Dalam rangka penelitian **Kajian Pengaruh Keberadaan Ipal Komunal terhadap Kondisi Air Tanah di Lingkungannya** yang dilakukan oleh mahasiswa/i semester VII Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, maka dengan ini Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu dapat memberikan izin kepada mahasiswa/i Kami untuk dapat melakukan Survei dan Pengambilan Data Penelitian di Lingkungan wilayah (Kecamatan) yang Bapak/Ibu pimpin.

Penelitian ini akan dilaksanakan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 1 Juli 2022 sampai dengan Rabu, 31 Agustus 2022  
Pukul : *Tentative* (08.00 – 16.00 WIB)  
Tempat : IPAL Komunal di Kecamatan Depok dan sumur warga sekitar  
Nama mahasiswa/i : *Terlampir*

Demikian surat permohonan ini Kami sampaikan. Besar harapan Kami agar permohonan ini dapat ditindaklanjuti. Atas perhatian dan kerja samanya, Kami ucapkan terima kasih.

Mengctahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D

Yogyakarta, 24 Juni 2022  
Ketua Penelitian,

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

Gedung Moh. Natsir Lantai 2  
Kaliurang Km.14,5 Yogyakarta, Kodepos 55584  
Telp. (0274) 896440 ext : 3210; Fax. (0274) 895330  
E mail: environment@uii.ac.id  
www.environment.uui.ac.id



Lampiran

<b>No.</b>	<b>Nama Mahasiswa</b>	<b>NIM</b>
1.	Anindya Hesty Ayu Wulandari	18513074
2.	Nurochim Ibnu Sidiq	18513175
3.	Shindi Ramania Wulandari	18513156

NB: Semua nama yang terlampir akan mentaati protokol kesehatan yang diberlakukan pada saat pelaksanaan survei dan pengambilan data di lapangan.



**PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN  
KAPANEWON DEPOK**

ꦏꦧꦸꦥꦠꦺꦤ꧀ꦱꦭꦺꦩꦤ꧀  
ꦏꦏꦤꦺꦮꦺꦤ꧀ꦢꦺꦑꦏ

Jalan Padjajaran, Gandok, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55283  
Telepon (0274) 889874, Faksimile (0274) 889874  
Laman: depok.slemankab.go.id, Surel: depok@slemankab.go.id

**SURAT IZIN PENELITIAN**

Nomor : 070 / 519

Menunjuk Surat dari Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Program Studi Teknik Lingkungan Nomor 245/Ka.Prodi.TL/10/VI/2022 tanggal 24 Juni 2022 tentang Permohonan Survei dan Pengambilan Data Penelitian

1. Memberikan persetujuan kepada :  
Nama : Nurochim Ibnu Sidiq  
NIM. : 18513175  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas/Akademik : Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Izin Penelitian dan Pengambilan Data untuk Tugas Akhir
2. Lokasi : Kalurahan Caturtunggal, Kalurahan Condongcatur,  
Kalurahan Maguwoharjo Kapanewon Depok
3. Waktu : 1 Juli – 31 Agustus 2022

Dengan ketentuan :

1. Terlebih dahulu melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat/berwenang (Lurah atau Dukuh)
2. Wajib menjaga tata tertib dan menaati ketentuan-ketentuan yang berlaku
3. Ijin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan dan hanya untuk kepentingan ilmiah
4. Surat ijin ini dapat diajukan lagi untuk mendapatkan perpanjangan bila diperlukan
5. Surat ijin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan tersebut diatas.

Demikian diharapkan Pejabat Pemerintah Setempat memberikan bantuan seperlunya.

Dikeluarkan : Depok  
Pada tanggal : 29 Juni 2022  
a.n. Panewu Depok  
Panewu Anom



DJOKO MULJANTO., S.P.  
Pembina, IV/a

NIP 19680327 199803 1 006



## Lampiran 11. Dokumentasi kegiatan sampling dan pengujian sampel



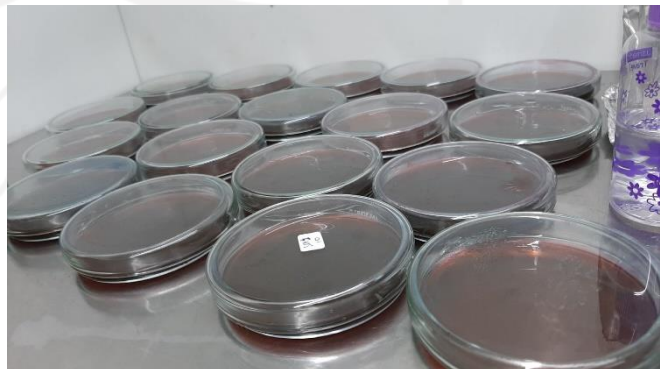
Preparasi dan Sterilisasi



Sampling



Pengujian  
Laboratorium





Observasi





## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sleman, 1 November 1998. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara dari pasangan Ir. Muryadi dan Tuginem. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 1 Maguwoharjo pada tahun 2005-2011 di Kabupaten Sleman, DIY. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Depok Sleman pada tahun 2011-2014. Kemudian melanjutkan jenjang pendidikan di STM Negeri Pembangunan Yogyakarta pada tahun 2014 - 2018 jurusan Geologi Pertambangan yang menempuh masa studi lebih lama dibanding standar SMA atau SMK lainnya, yaitu butuh waktu 4 tahun yang pada tahun keempat atau kelas 13 dilanjutkan dengan praktik kerja industri untuk memperoleh pengalaman kerja. Penulis melakukan praktek kerja di Puslitbang tekMIRA Kementerian ESDM pada Laboratorium Geomekanika Tanah dan Batuan. Setelah lulus dari jenjang SMK, penulis melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi swasta tahun 2018 di Universitas Islam Indonesia dengan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Adapun beberapa kegiatan yang dilakukan pada saat menjadi mahasiswa yaitu mengikuti beberapa seminar dan webinar yang kaitannya dengan bidang lingkungan. Pada bulan Desember 2022 penulis melakukan Kerja Praktek di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY dengan topik pembahasan yaitu Studi Pelaksanaan Monitoring Dan Evaluasi Limbah. Pada bulan Maret - September 2022 penulis melakukan penelitian terkait Analisis Spasial Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Mikrobiologi di Kecamatan Depok, Sleman untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan.