

**TUGAS AKHIR**

**KAJIAN PENERAPAN *WATER SAFETY PLAN* PADA  
PERUMDA PDAM TIRTAMARTA UNIT  
KOTAGEDE**

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



**JANGGAN PRIYAMBODO  
20513218**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2025**

## TUGAS AKHIR

# KAJIAN PENERAPAN *WATER SAFETY PLAN* PADA PERUMDA PDAM TIRTAMARTA UNIT KOTAGEDE

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



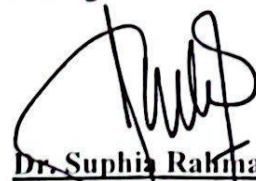
Disusun Oleh :

**JANGGAN PRIYAMBODO**  
20513218

Disetujui,  
Dosen Pembimbing :

  
Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., IPM  
NIK. 025100407

Tanggal : 21/5/2005

  
Dr. Suphia Rahmahawati, S.T., M.T.  
NIK. 155101313

Tanggal : 22/5/2005



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

Tanggal :

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**KAJIAN PENERAPAN WATER SAFETY PLAN PADA**  
**PERUMDA PDAM TIRTAMARTA UNIT KOTAGEDE**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari :**  
**Tanggal :**

**Disusun Oleh :**




**JANGGAN PRIYAMBODO**  
**20513218**

**Tim Penguji :**

**Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., IPM**

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

**Ir. Niesa Hanum Mistoro, S.T., M.T., IPP.**

(  21/5 2025 )  
(  22/5 2025 )  
(  )

## 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 tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari terdapat penyingan 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, 24 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



**Janggan Priyambodo**

NIM: 20513218

## PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, karunia serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **Kajian Penerapan *Water Safety Plan* Pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede**. Shalawat dan salam penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga dan sahabatnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat akademis gelar sarjana teknik mahasiswa S1 Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung serta membantu dalam kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir baik dalam bentuk dukungan moral maupun materi. Dengan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kesehatan, kelancaran dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII.
3. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T, Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat serta arahan selama penelitian ini berlangsung.
5. Bapak dan Ibu selaku orang tua penulis yang sangat penulis cintai yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
6. Seluruh Pegawai PDAM Tirtamarta yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan memberikan informasi yang dibutuhkan. Serta

seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.

Penulis mengharapkan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan memberikan manfaat kepada pembaca sebagai wawasan pengetahuan. Saran dan kritik diperlukan sebagai bagian dari perbaikan baik untuk diri saya atau karya ilmiah yang saya buat ini.

Yogyakarta, 24 Mei 2025

Penulis,



**JANGGAN PRIYAMBODO**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **ABSTRACT**

*Water Safety Plan (WSP)* is an approach for comprehensive risk assessment and risk management aimed at ensuring the safety of drinking water, covering every stage of the water supply system from the source to the customer. The purpose of implementing *WSP* is to improve efficiency and achieve effective drinking water services to the community, focusing on the achievement of the 2K aspects (Quality and Quantity). This research used data collection methods including field observations and interviews with the management, as well as water sample testing (raw water and drinking water). The data analysis stage was carried out using a semi-quantitative risk assessment method with a 5x5 matrix. The initial risk assessment identified 4 medium-risk categories and 8 low-risk categories. After implementing control measures, the risk distribution shifted to 12 low risk categories. The controls implemented by Perumda PDAM Tirtamarta such as enhancing operational procedures, optimizing infrastructure maintenance, and regular water quality monitoring were effective in reducing the likelihood of hazardous events. Based on observations and risk assessments of the *Water Safety Plan* implementation at Perumda PDAM Tirtamarta Kotagede unit, it can be concluded that overall, the Kotagede unit has implemented the WSP properly. However, there are still four initial risk events categorized as medium risk, which have been effectively controlled.

**Keywords:** PDAM, Risk Assessment, RPAM, *Water Safety Plan*, 2K

## ABSTRAK

*Water Safety Plan (WSP)* merupakan suatu pendekatan untuk menilai risiko secara komprehensif dan pendekatan untuk manajemen risiko yang bertujuan memastikan keamanan air minum yang mencakup tiap tahapan pasokan air, mulai dari sumber sampai pelanggan. Tujuan pelaksanaan RPAM yaitu untuk meningkatkan efisiensi dan mencapai efektifitas pelayanan air minum kepada masyarakat dengan pencapaian terhadap aspek 2K (Kualitas dan Kuantitas) Pada penelitian ini menggunakan metode pengambilan data yaitu observasi lapangan dan wawancara dengan pengelola, serta pengujian sampel air (air baku dan air minum). Tahapan analisis data dilakukan dengan menggunakan penilaian risiko semi kuantitatif dengan matriks (5x5). Pada penilaian risiko awal yang teridentifikasi terdiri dari 4 kategori sedang, dan 8 kategori rendah. Setelah penerapan langkah-langkah pengendalian, terjadi perubahan distribusi risiko menjadi 12 kategori rendah. Pengendalian yang dilakukan Perumda PDAM Tirtamarta, seperti peningkatan prosedur operasional, optimalisasi pemeliharaan infrastruktur, dan pengawasan kualitas air secara berkala efektif menurunkan kemungkinan terjadinya peristiwa bahaya yang terjadi. Berdasarkan hasil pengamatan dan penilaian risiko pada penerapan *Water Safety Plan* di Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede menunjukkan bahwa secara keseluruhan Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede telah menerapkan WSP dengan baik, namun masih terdapat empat kejadian risiko awal dengan tingkat risiko sedang dan sudah dilakukan pengendalian secara efektif.

**Kata Kunci :** PDAM, Penilaian Risiko, RPAM, *Water Safety Plan*, 2K,

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PENGANTAR .....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	14
1.1 Latar Belakang .....	14
1.2 Rumusan Masalah .....	16
1.3 Tujuan Penelitian.....	16
1.4 Manfaat Penelitian .....	16
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	17
BAB II.....	18
2.1 Sumber Air Baku.....	18
2.2 Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan Air .....	18
2.2.1 Kualitas Air .....	18
2.2.2 Kuantitas Air .....	20
2.2.3 Kontinuitas Air.....	21
2.2.4 Keterjangkauan Air .....	21
2.3 Perumda PDAM Tirtamarta .....	22
2.4 <i>Water Safety Plan</i> .....	24
2.5 Penilaian Risiko .....	25
2.6 Pengendalian Risiko.....	26
2.7 Penelitian Terdahulu .....	26
BAB III.....	29
METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Waktu dan Lokasi.....	30
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	30
3.3 Parameter dan Metode Uji .....	31

3.4 Prosedur Analisis Data.....	32
3.4.1 Identifikasi Bahaya, Kejadian Bahaya, Penilaian Risiko .....	32
3.4.2 Tindakan Pengendalian .....	36
BAB IV .....	38
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1 Gambaran Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede.....	38
4.2 Penilaian Kualitas Air Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede .....	42
4.3 Analisis Risiko pada Perumda PDAM Tirtamarta.....	49
BAB V.....	65
KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA .....	66
LAMPIRAN.....	68
Lampiran 1 Daftar Pertanyaan Wawancara.....	68
Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara .....	77
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air .....	78
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Data Parameter Insitu .....	80
Lampiran 5 Laporan Hasil Uji Laboratorium.....	82
Lampiran 6 Tata Guna Lahan 10 Tahun Terakhir (2014-2024) .....	86
RIWAYAT HIDUP .....	91

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	27
Tabel 3.1 Parameter dan Metode Uji Pengujian Sampel Kualitas Air.....	31
Tabel 3.2 Contoh Jenis Bahaya.....	32
Tabel 3.3 Contoh Kejadian Bahaya .....	34
Tabel 3.4 Contoh Tindakan pengendalian .....	37
Tabel 3.5 Kemungkinan dampak risiko .....	35
Tabel 3.6 Keparahan Risiko.....	35
Tabel 3.7 Matriks Risiko (5x5) .....	36
Tabel 4.1 Identifikasi Risiko.....	50
Tabel 4.2 Kejadian Risiko.....	50
Tabel 4.3 Penilaian Risiko Awal .....	52
Tabel 4.4 Penilaian Residual.....	525
Tabel 4.5 Kriteria Design Unit Sedimentasi.....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengolahan Air Perumda Kotagede .....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian .....	30
Gambar 4.1 Proses Pengolahan Air Perumda Kotagede.....	38
Gambar 4.2 Unit Aerasi .....	39
Gambar 4.3 Unit Sedimentasi .....	40
Gambar 4.4 Unit Filtrasi .....	41
Gambar 4.5 Unit Reservoir .....	42
Gambar 4.6 Nilai pH air Perumda PDAM Kotagede.....	43
Gambar 4.7 Nilai suhu air Perumda PDAM Kotagede .....	44
Gambar 4.8 Nilai TDS air Perumda PDAM Kotagede .....	45
Gambar 4.9 Nilai Kekeruhan air Perumda PDAM Kotagede .....	45
Gambar 4.10 Nilai Nitrit Air Perumda PDAM Kotagede.....	46
Gambar 4.11 Nilai Nitrat air Perumda PDAM Kotagede .....	47
Gambar 4.12 Nilai <i>Total Coliform</i> air Perumda PDAM Kotagede.....	48
Gambar 4.13 Nilai <i>Escherichia Coli</i> air Perumda PDAM Kotagede.....	49
Gambar 4.14 Grafik Penilaian Risiko awal.....	54
Gambar 4.15 Grafik Penilaian Tahap Dua.....	62

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Daftar Pertanyaan Wawancara.....	68
Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara .....	77
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air .....	78
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Data Parameter Insitu .....	80
Lampiran 5 Laporan Hasil Uji Laboratorium .....	82
RIWAYAT HIDUP .....	91

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Masyarakat Indonesia khususnya di wilayah Yogyakarta, memanfaatkan air permukaan seperti sungai dan air tanah dari sumur untuk kebutuhan mereka. Air bersih sendiri merupakan jenis sumber daya air yang memiliki kualitas baik dan umumnya digunakan oleh manusia untuk konsumsi maupun berbagai aktivitas harian, termasuk keperluan sanitasi. (Syuhada et al., 2021).

Yogyakarta merupakan salah satu daerah di Indonesia yang mengalami peningkatan jumlah penduduk secara signifikan. Seiring dengan pertumbuhan tersebut, pemerintah daerah telah menetapkan berbagai kebijakan untuk mendukung aktivitas masyarakat dalam proses pembangunan kota, termasuk pembangunan pabrik, kawasan perumahan, perkantoran, serta fasilitas dan infrastruktur lainnya. Namun, perkembangan ini juga menimbulkan permasalahan baru, salah satunya adalah pencemaran air di kawasan perkotaan. Pencemaran air ini dapat berdampak pada berbagai aktivitas masyarakat yang bergantung pada ketersediaan air bersih. Kondisi ini mendorong meningkatnya minat masyarakat terhadap layanan penyediaan air bersih, sehat, dan aman yang dikelola oleh perusahaan penyedia layanan air bersih di wilayah Yogyakarta. (Iriyanti, 2014)

Pengelolaan sistem penyediaan air minum di Kota Yogyakarta dilakukan oleh Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda) Tirtamarta. Berdasarkan Peraturan Wali Kota Yogyakarta Nomor 45 Tahun 2022, Perumda PDAM Tirtamarta bertanggung jawab dalam menyediakan layanan air minum untuk wilayah Kota Yogyakarta dan sekitarnya. Perusahaan ini beroperasi di sektor penyediaan air bersih bagi masyarakat, dengan tujuan utama untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta menjadi salah satu sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD). Selain memperhatikan kuantitas, kualitas air yang disalurkan juga harus sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan. Mengacu pada Peraturan Menteri

Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 sebagai pelaksanaan dari Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, air minum didefinisikan sebagai air yang telah melalui proses pengolahan ataupun belum, namun tetap memenuhi persyaratan kesehatan dan dapat dikonsumsi secara langsung. Air tersebut digunakan untuk berbagai keperluan seperti minum, memasak, mencuci peralatan makan dan minum, mandi, mencuci bahan makanan, aktivitas sanitasi, serta ibadah.

*Water Safety Plan (WSP)* merupakan suatu pendekatan yang bersifat menyeluruh dalam menilai dan mengelola risiko, dengan tujuan untuk menjamin keamanan air minum di setiap tahap rantai pasokannya, mulai dari sumber air hingga sampai ke konsumen. Melalui penerapan WSP, PDAM dapat mendeteksi serta mengontrol potensi risiko yang mungkin terjadi, sehingga kualitas dan keamanan air tetap terjaga. WSP mencakup penetapan target kesehatan terkait mutu air, penerapan penilaian menyeluruh terhadap sistem pasokan, pelaksanaan pemantauan operasional untuk pengendalian risiko, penyusunan dokumentasi rencana pengelolaan, serta pelaksanaan pengawasan kesehatan masyarakat dan verifikasi terhadap kualitas air. (Effendi, 2013).

Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede memiliki peran penting dalam penyediaan air bersih bagi masyarakat di wilayah Yogyakarta, khususnya di daerah Kotagede. Namun, tantangan seperti potensi pencemaran sumber air, keterbatasan sarana dan prasarana, serta meningkatnya permintaan terhadap air bersih menjadikan evaluasi terhadap penerapan *Water Safety Plan (WSP)* semakin diperlukan. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem penyediaan air minum di Kotagede dapat menjamin ketersediaan air yang aman dan memenuhi standar kualitas sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan masalah yang ada, rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana penerapan konsep *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM unit Kotagede ?
2. Apa saja potensi risiko yang dapat mengancam keamanan air di Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede dengan standar *Water Safety Plan* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini :

1. Melakukan penilaian terhadap konsep *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.
2. Menganalisis potensi risiko yang dapat mengancam keamanan air dengan standar *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pelaksanaan penelitian antara lain :

1. Manfaat bagi perguruan tinggi

Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi pembelajaran, terkhusus mengenai *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede guna mendukung mahasiswa/I menjadi sarjana yang handal di bidangnya serta berguna bagi orang lain.

2. Manfaat bagi masyarakat

Hasil penelitian ini dapat menjadi sarana informasi untuk masyarakat dan dijadikan bahan evaluasi bagi pengelola tentang penerapan. *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.

3. Manfaat bagi mahasiswa

Penelitian ini menjadi syarat akhir akademik bagi mahasiswa untuk dinyatakan lulus dan hasil penelitian ini dapat menjadi bekal dan sarana untuk menambah pengetahuan yang lebih mendalam mengenai penerapan *Water Safety*

*Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian antara lain :

1. Penelitian dilakukan pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.
2. Penelitian akan dilakukan menggunakan metode penilaian risiko semi kuantitatif dengan mengidentifikasi risiko dan penilaian risiko dengan matriks (5x5), serta analisis risiko terkait 2K (kualitas air dan kuantitas air).
3. Penelitian akan dilakukan dengan metode analisis data yang mengacu pada metode matriks penilaian risiko menggunakan matriks (5x5) dengan standar *Water Safety Plan* WHO, guna mengidentifikasi masalah terkait keamanan air dengan menilai risiko dan tindakan pengendalian.
4. Metode pengumpulan data primer yaitu dengan observasi lapangan, dan wawancara kepada pengelola Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede, serta melakukan wawancara dan pengambilan sampel uji.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sumber Air Baku**

Air baku merupakan air yang berasal dari sumber alami dan dapat memerlukan proses pengolahan sebelum digunakan sebagai air bersih untuk keperluan domestik, layanan publik, maupun sektor industri. Untuk menjadikan air baku layak konsumsi, diperlukan penanganan atau proses pengolahan tertentu. Oleh karena itu, air baku perlu dianalisis terlebih dahulu di laboratorium guna memastikan bahwa proses pengolahannya dapat menghasilkan air bersih yang memenuhi standar kualitas atau baku mutu yang telah ditetapkan. (Subekti, 2012).

Sumber air yang digunakan oleh Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede berasal dari sumur bor dengan kedalaman 8 meter. Sumur bor (pompa) merupakan sumber air tanah yang diperoleh melalui pengeboran ke lapisan yang lebih dalam, atau lapisan tanah yang lebih jauh dari permukaan, sehingga air yang diambil cenderung kurang terpengaruh oleh kontaminasi dari permukaan (Oktavia, 2018). Sumur bor (pompa) dilakukan dengan pengeboran untuk mencapai lapisan akuifer dalam yang berada cukup jauh dari permukaan tanah. Lapisan ini lebih terlindung dari kontaminasi yang berasal dari permukaan, seperti limbah domestik, limbah pertanian, atau limbah industri. Selain itu, air tanah yang terdapat pada akuifer dalam umumnya memiliki waktu tinggal yang lebih lama di bawah permukaan, sehingga proses filtrasi alami melalui lapisan tanah dan batuan dapat meningkatkan kualitas air. Meski demikian, air yang diambil dari sumur bor masih berpotensi mengandung kontaminan alami, seperti zat besi, mangan, atau senyawa sulfur, yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi..

#### **2.2 Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan Air**

##### **2.2.1 Kualitas Air**

Setiap jenis kegiatan memerlukan tingkat kualitas air yang berbeda, sehingga diperlukan pengujian untuk memastikan kesesuaian kualitas air dengan tujuan penggunaannya. Berdasarkan hal ini, analisis kualitas air perlu dilakukan

dengan mengacu pada beberapa parameter, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. (Sulistiyorini et al., 2017). Kelayakan dan aman untuk dikonsumsi manusia serta sesuai standar air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Berikut penjelasan kualitas air berdasarkan aspek fisika, kimia, dan mikrobiologi :

#### A. Parameter Fisik

Suhu air dapat mempengaruhi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut dan juga dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam proses pengolahan, terutama jika suhu air sangat tinggi. Suhu yang ideal adalah sekitar  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  lebih rendah dari suhu udara sekitar, yang dapat memberikan kesan segar, meskipun iklim setempat atau jenis sumber air dapat memengaruhi temperatur air. Selain itu, temperatur air juga berpengaruh langsung terhadap toksisitas bahan kimia pencemar, serta pertumbuhan mikroorganisme dan virus. (Sulistiyorini et al., 2017). Akan tetapi berdasarkan Permenkes Nomor 2 tahun 2023 bahwa temperatur adalah parameter yang tidak berhubungan dengan kesehatan manusia.

Total Dissolved Solids (TDS) adalah padatan terlarut yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan padatan tersuspensi. Padatan ini berasal dari berbagai sumber, baik organik maupun anorganik. Sumber organik meliputi daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lain yang dapat menyumbang TDS adalah limbah rumah tangga, pestisida, dan lainnya. Sedangkan, sumber anorganik TDS berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi, fosfor, sulfur, serta berbagai mineral lainnya. (Oktavia, 2018).

Kekeruhan air disebabkan oleh adanya partikel terlarut, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik biasanya berasal dari pelapukan tanaman dan hewan, sementara zat anorganik berasal dari pelapukan batuan dan logam. Kehadiran zat organik dalam air dapat menjadi sumber makanan bagi bakteri, sehingga mendukung pertumbuhannya. (Saputra, 2016). Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter kekeruhan menunjukkan kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu kurang dari 3 NTU.

## B. Parameter Kimia

pH adalah ukuran yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Untuk mengukur pH air dengan akurat, digunakan alat yang disebut pH meter. Pemahaman tentang derajat keasaman air sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, karena kualitas air yang dikonsumsi secara langsung mempengaruhi kualitas hidup manusia. Kadar pH air yang ideal untuk dikonsumsi oleh tubuh berkisar antara 6 hingga 7. (Fish, 2020),

Senyawa nitrogen, seperti nitrit dan nitrat, di perairan secara alami dihasilkan melalui metabolisme organisme perairan dan proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Kadar nitrit dan nitrat pada air sumur di daerah perkotaan cenderung lebih tinggi akibat kontaminasi limbah organik manusia. Keberadaan septic-tank dapat mempengaruhi kualitas air tanah, karena sumur yang berlokasi dekat dengan septic-tank berisiko mengalami peningkatan kontaminasi yang berasal dari kotoran. (Setiowati et al., 2016). Berdasarkan Permenkes No. 2 tahun 2023 jumlah maksimum nitrit dan nitrat dalam air masing-masing adalah 3 mg/L dan 20 mg/L.

## C. Parameter Mikrobiologi

*Total Coliform* adalah kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi dari kotoran. Kehadiran *Total Coliform* dalam makanan atau minuman dapat menunjukkan kemungkinan adanya mikroba toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. *Total Coliform* dibagi menjadi dua kategori, yaitu *Coliform fekal*, seperti *Escherichia coli*, yang berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas, serta *Coliform nonfekal*, seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella*, yang bukan berasal dari tinja manusia, melainkan dari hewan atau tanaman yang telah mati. (Pakpahan et al., 2015). Kadar maksimal *Total Coliform dan Escherichia Coli* berdasarkan Permenkes No. 2 tahun 2023 adalah 0 CFU/100 ml.

### 2.2.2 Kuantitas Air

Kuantitas air bersih merujuk pada jumlah air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat atau aktivitas tertentu. Ketersediaan air bersih dalam jumlah yang cukup sangat vital untuk mendukung kesehatan, sanitasi, dan kegiatan sehari-

hari. Berdasarkan standar WHO, setiap individu memerlukan minimal 50-100 liter air per hari untuk memenuhi kebutuhan dasar, seperti minum, memasak, dan menjaga kebersihan pribadi.

Untuk memastikan ketersediaan kuantitas air bersih, pihak PDAM mengembangkan Instalasi Pengolahan Air (IPA) dan memperluas jaringan pipa guna meningkatkan pelayanan kepada pelanggan serta memperluas cakupan pelayanan agar distribusi air bersih ke rumah-rumah dapat lebih optimal. (Astuti, 2014).

### **2.2.3 Kontinuitas Air**

Kontinuitas air bersih merujuk pada konsep ketersediaan pasokan air bersih yang terus-menerus dan tidak terputus dalam jangka waktu tertentu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kontinuitas ini tercatat melalui pemantauan debit air secara rutin, sehingga memungkinkan pemantauan kualitas air yang mengalir. Selain itu, penting juga untuk melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan peralatan pencatatan debit serta perangkat lainnya, seperti pompa, saringan, dan pintu air, guna menjaga kelancaran aliran air yang stabil. (Astuti, 2014).

### **2.2.4 Keterjangkauan Air**

Konsep keterjangkauan merujuk pada kemudahan akses dan jarak tempuh menuju suatu titik. Dengan kata lain, keterjangkauan adalah sejauh mana satu wilayah dapat dijangkau dengan maksimal dari wilayah lainnya. Keterjangkauan tidak hanya bergantung pada jarak, tetapi juga pada ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung. (Fanataf et al., 2020).

Secara ekonomi, keterjangkauan berarti bahwa biaya untuk memperoleh air bersih tidak boleh memberatkan pengeluaran rumah tangga secara signifikan. Berdasarkan standar internasional yang ditetapkan oleh WHO, pengeluaran untuk kebutuhan air bersih sebaiknya tidak melebihi 3-5% dari total pendapatan rumah tangga. Menurut Permendagri Nomor 21 Tahun 2020, tarif air bersih dianggap terjangkau jika pengeluaran rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan air minum tidak melebihi 4% dari Upah Minimum Provinsi (UMP) atau pendapatan rata-rata

rumah tangga pelanggan.

### **2.3 Perumda PDAM Tirtamarta**

Perumda PDAM Tirtamarta Yogyakarta memiliki sejarah panjang dalam menyediakan air bersih bagi masyarakat, termasuk di wilayah Kotagede. Pada masa kolonial Belanda, tepatnya pada tahun 1918, sumber air minum pertama dibangun di Karanggayam dengan debit 20 liter per detik. Kemudian, antara tahun 1923 hingga 1925, sumber air Umbul Lanang di Kali Kuning dikembangkan dengan debit 100 liter per detik, dan perusahaan air minum "Hoogdrink Water Leiding Bedrijf" didirikan. Selama pendudukan Jepang, nama perusahaan diubah menjadi "Tepas Tirto Marto" yang dipimpin oleh KRT. Ir. Mertonegoro. Pada tahun 1970, sesuai dengan Peraturan Daerah Nomor 6, nama perusahaan diubah menjadi Perusahaan Jawatan Air Minum Tirtamarta.

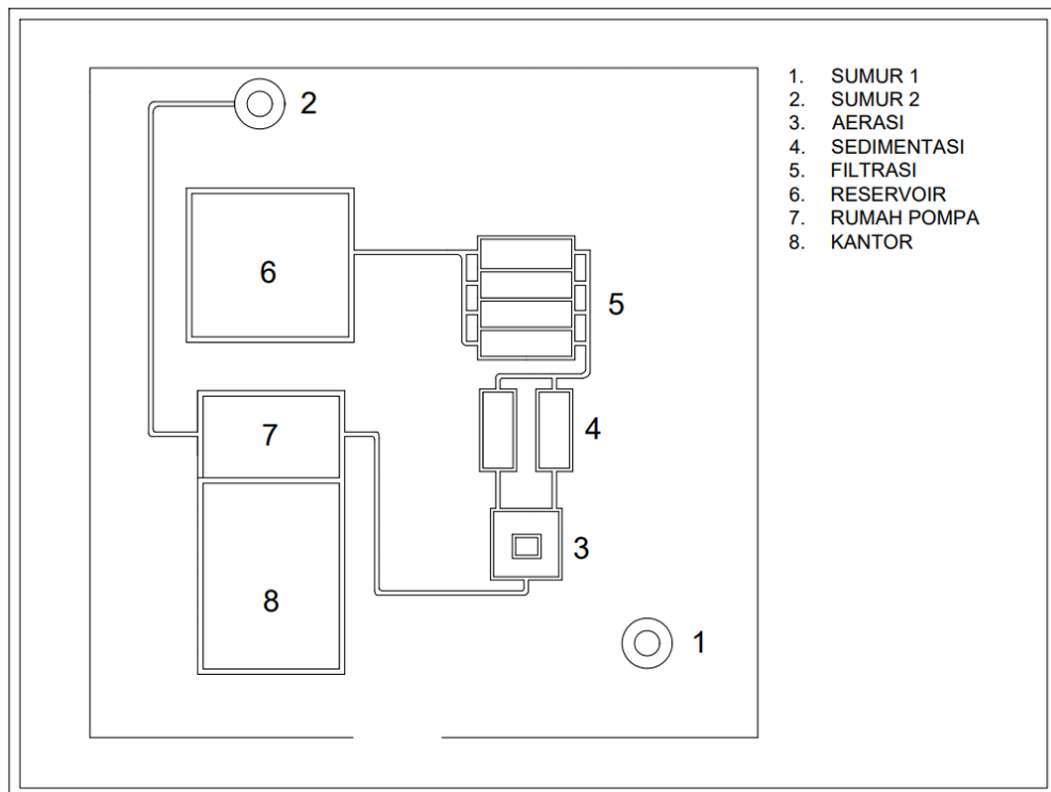
Seiring berjalannya waktu, berbagai proyek pengembangan dilakukan, seperti pembangunan sumur dalam di Blambangan dan Winongo pada akhir tahun 1977, serta pengembangan sumur dalam di Ngaglik pada periode 1982-1986. Infrastruktur tambahan juga dibangun, termasuk bak pengumpul, instalasi aerasi bawah tanah, dan bangunan penangkap air di Umbul Wadon. Pada periode 1996-2001, dilakukan rehabilitasi gedung, pembangunan instalasi pengolahan air, dan pengeboran ulang sumur dalam. Pada tahun 2012, Pemerintah Kota Yogyakarta mengeluarkan Peraturan Daerah Nomor 14 yang mengatur pengelolaan perusahaan, yang kemudian diperbarui dengan Peraturan Daerah Nomor 16 Tahun 2018.

Pada tahun 2022, PDAM Tirtamarta meluncurkan produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) "Ayo Tirtamarta" yang bersertifikat SNI dan terdaftar di BPOM. Unit Kotagede menjadi bagian penting dalam distribusi air bersih di wilayah tersebut. Melalui berbagai upaya pengembangan, PDAM Tirtamarta terus berkomitmen untuk meningkatkan kualitas layanan kepada masyarakat.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan unit usaha milik pemerintah daerah yang bertugas menyediakan layanan air minum atau air bersih bagi masyarakat. Keberadaan PDAM sebagai BUMD bertujuan untuk memberikan pelayanan air bersih yang merata ke seluruh lapisan masyarakat, mendukung pengembangan usaha, dan menetapkan tarif yang disesuaikan dengan tingkat

kemampuan kota. (Mawarti et al., 2022).

IPA Unit Kotagede merupakan sarana pengolahan air minum yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengolahan air ini bertujuan untuk memenuhi air minum kepada masyarakat secara berkesinambungan dengan kapasitas pengolahannya mencapai 15,28 l/detik. Proses pengolahan air minum pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede antara lain sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Proses Pengolahan Air Perumda Kotagede

a. Aerasi

Proses aerasi IPA Kotagede menggunakan sistem Tray Aerator dengan dimensi tower yaitu 3 x 3 x 6 meter. Jumlah tray sebanyak 3 buah, dimensi tray dengan panjang 2 m, lebar 2 m, diameter 0.3 m, jarak antar sprai 0.2 m dan jumlah lubang tray sebanyak 625 lubang.

b. Sedimentasi

Proses sedimentasi IPA Kotagede berbentuk persegi dengan gutter outlet air pengolahan pada ujung bak sedimentasi. Pada pengolahan sedimentasi yang berjumlah 2 bak dengan dimensi yaitu 5,3 x 1,4 x 3,5 m. Bak sedimentasi menggunakan sistem gravitasi untuk mengendapkan flok. Pada proses ini terjadi penambahan gas klor sebanyak 7 kg/hari.

c. Filtrasi

Setelah melewati proses sedimentasi, proses pengolahan selanjutnya yaitu filtrasi atau penyaringan. Pada unit filtrasi IPA 18 Kotagede memiliki 5 bak filtrasi, yang masing masing bak memiliki dimensi sama yaitu panjang 4,2 meter, lebar 1,35 meter, dan tinggi 2 meter. Unit filtrasi menggunakan sistem penyaringan menggunakan media berbutir yaitu batu apung, kerikil dan pasir kuarsa.

d. Reservoir

Reservoir merupakan bak penampung air hasil pengolahan sebelum didistribusikan ke konsumen. Reservoir pada IPA Kotagede dapat menampung air dengan kapasitas 15,28 l/s , dengan jumlah bak reservoir yaitu 1 bak. Dimensi pada masing-masing bak yaitu panjang 1,5 meter, lebar 10,5 meter, tinggi 2 meter. Pada proses ini terjadi penambahan gas klor sebanyak 2 kg/hari.

## **2.4 Water Safety Plan**

WSP (*Water Safety Plan*) adalah pendekatan yang sistematis dan proaktif untuk penilaian dan manajemen risiko, yang bertujuan untuk memahami secara mendalam sistem pasokan air, mengidentifikasi potensi sumber kontaminasi, menilai risiko kesehatan yang mungkin timbul, memperkirakan langkah-langkah mitigasi yang diperlukan, serta menetapkan sistem pengendalian dan pemantauan yang efektif. (WHO, 2019).

Komponen WSP mencakup pengamanan sistem penyediaan air minum yang melibatkan sasaran atau target berbasis kesehatan untuk kualitas air, pendekatan penilaian sistem, pemantauan operasional pengendalian, pengembangan dokumentasi rencana manajemen, serta pengawasan kesehatan publik dan verifikasi kualitas air. Konsep WSP yang dikembangkan meliputi empat elemen dasar, yaitu: WSP-Sumber, WSP-Operator, WSP-Komunitas, dan WSP-Konsumen. Penerapan WSP di Indonesia lebih ditekankan pada konsep WSP-Komunitas (Effendi, 2013).

Tujuan pelaksanaan RPAM adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas layanan air minum kepada masyarakat dengan fokus pada pencapaian empat aspek utama, yaitu Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan (4K). Aspek-aspek tersebut didasarkan pada kondisi penyediaan air minum yang masih perlu perbaikan. Beberapa permasalahan yang dihadapi antara lain terkait dengan keamanan air minum dari segi kualitas, kuantitas yang masih kurang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, kontinuitas yang belum mencakup pengaliran 24 jam, serta keterjangkauan yang mencerminkan tingkat kesetaraan ekonomi masyarakat dalam memperoleh akses air minum. (SHANTY & S DJ, 2020).

## **2.5 Penilaian Risiko**

Penilaian risiko adalah serangkaian evaluasi terhadap risiko-risiko yang muncul akibat adanya bahaya, dengan mempertimbangkan kemampuan pengendalian yang tersedia dan menentukan apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak. Oleh karena itu, diperlukan manajemen risiko sebagai proses untuk mengelola dan mengendalikan risiko yang ada dalam setiap kegiatan. (Ihsan et al., 2020).

Penilaian risiko merupakan elemen penting dalam konsep *Water Safety Plan* (WSP) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan sistem penyediaan air minum. *Water Safety Plan* adalah pendekatan yang komprehensif dalam menilai risiko, dengan mempertimbangkan sumber air, instalasi pengolahan air, sistem distribusi air, dan sistem sanitasi. Masyarakat adalah salah satu pihak yang terlibat dalam penilaian risiko ini. Berdasarkan

panduan WHO, langkah-langkah dalam penilaian risiko meliputi identifikasi bahaya, penilaian karakteristik dan tingkat bahaya, penilaian kerentanan, dan penilaian risiko akhir (WHO, 2023).

## **2.6 Pengendalian Risiko**

Dalam konsep *Water Safety Plan*, pengendalian risiko bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, mengevaluasi, dan mengurangi risiko yang berhubungan dengan keamanan air minum. Pengendalian risiko difokuskan pada risiko-risiko yang paling penting, dengan mengutamakan pendekatan yang efektif dan ekonomis dalam mengurangi bahaya tersebut. Langkah-langkah yang efektif dalam pengendalian risiko mencakup pengendalian teknis, kebijakan operasional, dan pelatihan. (WHO, 2023).

Jika tujuan manajemen risiko dalam sektor penyediaan air adalah untuk memastikan keamanan air, maka pemahaman mengenai konsep keamanan air terkait dengan tujuan yang mendasari perencanaan keselamatan air sangatlah penting. Bagian pertama membahas konsep dan tujuan dari rencana keselamatan air, sementara bagian kedua dan ketiga mengulas literatur yang ada mengenai WSP di negara maju dan berkembang. (Alazaiza., 2022).

## **2.7 Penelitian Terdahulu**

Pada Penelitian ini telah dilampirkan penelitian terdahulu yang dijadikan acuan sebagai referensi dalam pemilihan metode penelitian dan pengolahan data yang dilakukan. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua penelitian berfokus pada keamanan air dengan menganalisis risiko dan pengendalian risiko pada sistem penyediaan air minum dengan penggunaan metode yang berbeda. Berikut penelitian terdahulu di lampirkan pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

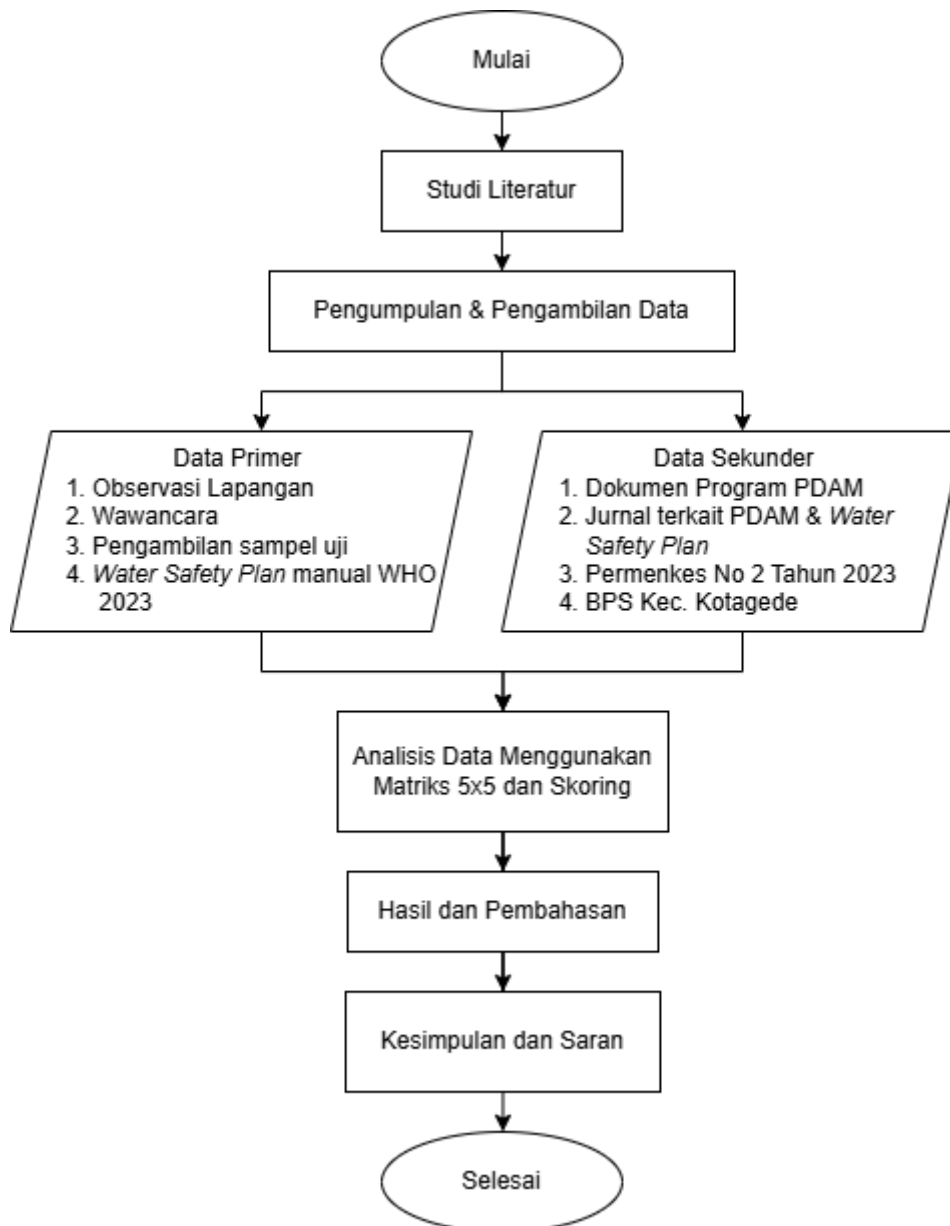
No	Penulis	Hasil Rangkuman
1	(Maloho, 2023). Kajian Penerapan <i>Water Safety Plan</i> pada Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat di Dusun Kemiri Donokerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman	Hasil penilaian risiko tipe kualitas menunjukkan 2 risiko kategori tinggi, 3 kategori sedang dan 3 kategori rendah. Pada tipe kuantitas menunjukkan 5 risiko rendah, tipe kontinuitas menunjukkan 3 risiko termasuk risiko rendah, dan tipe aksesibilitas air menunjukkan 4 risiko termasuk 3 risiko sedang dan 1 risiko rendah. Pelaksanaan program Pamsimas di Dusun Kemiri sudah menerapkan beberapa konsep WSP tetapi belum semua komponen tercapai dimana dalam identifikasi risiko dan tindakan pengendalian hanya berfokus pada infrastruktur tidak berfokus pada segi keamanan kualitas air.
2	(Effendi, 2013). Penerapan <i>Water Safety Plans (WSP)-Komunitas</i> dalam Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat di Kelurahan Bangetayu Kulon Kecamatan Genuk Kota Semarang	Pamsimas dikelurahan Bangetayu Kulon Semarang belum sesuai dengan konsep WSP- Komunitas. Peran serta masyarakat masih rendah karena tidak semua masyarakat berperan aktif dalam kegiatan pelatihan dan pengelolaan Pamsimas. Hal ini berdampak pada aspek keberlanjutan dan efektivitas sarana air minum pada masa yang akan datang.
3	(Belinda Praga <sup>1</sup> , Rachmawati S. DJ, 2020). Evaluasi Pelaksanaan dan Manfaat Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Operator di PDAM Kota Payakumbuh	PDAM Kota Payakumbuh perlu melakukan tindakan koreksi terhadap tindakan pengendalian yang telah dilakukan, serta PDAM Kota Payakumbuh juga perlu melakukan upaya tindak pengendalian lainnya guna dapat menangani kejadian bahaya dan risiko secara tepat dan efektif; sehingga pemenuhan aspek 4K dapat tercapai.
4	(Iqbal, Rachmawati S DJ, 2019). Tipikal Rencana Pengamanan Air Minum	Hasil penelitian dengan membuat tipikal RPAM- Operator untuk sumber air baku dari mata air. Dari hasil didapatkan 48

	(RPAM) Operator Untuk Sumber Air Baku Dari Mata Air	kejadian bahaya dan 44 rencana perbaikan yang dapat di gunakan PDAM penyelenggara sebagai acuan dalam menyusun RPAM di perusahaannya.
5	(Muslimin, 2022). Kajian Penerapan Water Security pada Program Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat di Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, DIY	Hasil wawancara dan kuisisioner terhadap masyarakat menunjukkan bahwa indeks kualitas air mendapatkan nilai 75,3%, kuantitas air mendapatkan nilai 96,8%, Kontinuitas air mendapatkan nilai 75,0%, dan keterjangkauan mendapatkan nilai 62,7%. Tingkat penerapan keamanan air di Desa Tirtomartani mendapatkan nilai 77,5% dengan kategori program pamsimas dikelola dengan baik dan aman sehingga tahan terhadap ancaman dan resiko di masa depan, kategori tersebut menunjukkan indeks tingkat keamanan tinggi untuk semua komponen water Security.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

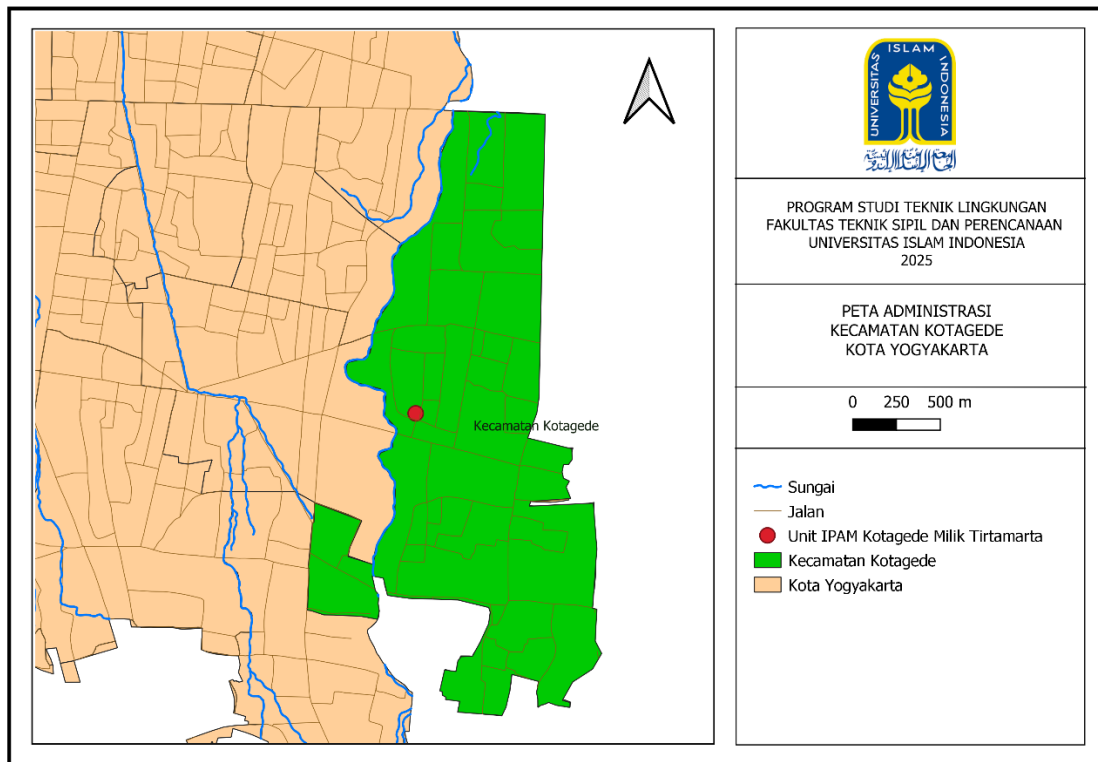
Berikut merupakan diagram alir penelitian yang berisi tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Waktu dan Lokasi

Waktu penelitian dilaksanakan dalam waktu kurang lebih 6 bulan, terhitung dari bulan Juni – Desember 2024. Penelitian ini dilakukan di IPA Unit Kotagede yang terletak di Jalan Wiji Adhisoro No.39, Prenggan, Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55172 dengan titik koordinat  $7^{\circ}49'4.94''S$   $110^{\circ}23'44.32''E$ . Lokasi ini dipilih karena IPA Unit Kotagede menggunakan unit IPA lengkap dan proses desinfeksi nya menggunakan gas klor. Selain itu, IPA Unit Kotagede menggunakan jenis sumber air untuk memenuhi kebutuhan produksinya, yaitu sumur dalam. Gambar 3.2 merupakan lokasi penelitian pada IPA Unit Kotagede.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan 2 jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Berikut metode atau cara pengumpulan data berdasarkan data primer dan sekunder.

#### A. Data Primer

Data primer berupa hasil observasi lapangan, wawancara, dan diskusi dengan operator mengenai kondisi eksisting dan permasalahan terkait kejadian bahaya pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede dimulai dari sumber air baku (sumur bor) hingga reservoir. Serta pengambilan sampel air untuk uji kualitas air, dilakukan pada 2 titik sampling, yaitu pada air baku (sumur bor) dan pipa sambungan ke Masyarakat.

#### B. Data Sekunder

Data sekunder didapat dari studi literatur mengenai teori WSP atau RPAM mengacu manual WHO 2023. Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. BPS Kecamatan Kotagede untuk mengetahui kondisi geografi Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dan juga menggunakan google earth untuk menganalisis tata guna lahan 10 tahun terakhir.

### 3.3 Parameter dan Metode Uji

Dalam penelitian ini pengujian sampel uji dilakukan pada parameter fisik (temperatur dan kekeruhan), parameter kimia (pH, nitrat, dan nitrit), dan parameter mikrobiologi (E-coli dan total coliform). Kemudian hasil pengujian kualitas air dibandingkan dengan kadar maksimum yang diperbolehkan standar baku mutu kesehatan lingkungan berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023. Parameter dan metode pengujian sampel uji yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Parameter dan Metode Uji Pengujian Sampel Kualitas Air

Parameter	Metode Uji
Total coliform	SM Ed. 23, 9221, 2017
E - coli	SM Ed. 23, 9221, 2017
Nitrat	SNI 3554:2015
Nitrit	SNI 3554:2015
Kekeruhan	SNI 3554:2015
Temperatur, pH, TDS	Multimeter Horiba LAQUAact

### 3.4 Prosedur Analisis Data

Dalam penelitian ini, prosedur analisis data menggunakan pendekatan deskriptif semi dengan mengidentifikasi risiko dan penilaian risiko dengan matriks (5x5) untuk menjelaskan skala risiko berdasarkan tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan dari suatu bahaya. serta analisis risiko terkait 2K (kualitas air, dan kuantitas air). Penelitian akan dilakukan dengan metode analisis data yang mengacu *Water Safety Plan* (WHO), guna mengidentifikasi masalah terkait keamanan air dengan menilai risiko dan tindakan pengendalian.

#### 3.4.1 Identifikasi Bahaya, Kejadian Bahaya, Penilaian Risiko

Penelitian akan dilakukan dengan metode analisis data yang mengacu *Water Safety Plan* (WHO), terdapat tahapan untuk mengidentifikasi risiko antara lain sebagai berikut:

##### A. Jenis Bahaya

Pada umumnya, bahaya digambarkan sebagai kata benda seperti kontaminasi bahan kimia, patogen mikroba, atau kekurangan air. Dalam WSP jenis bahaya dikelompokkan dengan M, C, R, A, dan Q. Berikut jenis – jenis bahaya umum yang biasanya dalam WSP tercantum dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Contoh Jenis Bahaya

Kategori	Keterangan
M	Mikroba: mikroorganisme (misalnya bakteri, virus, parasit seperti protozoa dan cacing) dalam air minum yang dapat menyebabkan penyakit setelah menelan air, menghirup tetesan air, atau kontak kulit dengan air.
	Bahaya mikroba dapat mempengaruhi kesehatan setelah terpapar dalam jangka pendek. Bahaya ini biasanya dikaitkan dengan konsumsi air minum yang terkontaminasi kotoran hewan atau manusia (meskipun mungkin ada sumber dan jalur paparan lainnya).

	Penyakit infeksi yang disebabkan oleh patogen mikroba adalah risiko kesehatan yang paling umum dan tersebar luas yang terkait dengan air minum. Oleh karena itu, penilaian dan pengendaliannya harus diberikan prioritas tertinggi oleh tim WSP.
C	Bahan kimia: konstituen yang dapat menyebabkan efek kesehatan yang merugikan, biasanya setelah terpapar dalam jangka waktu yang lebih lama (misalnya arsenik, fluorida, timbal, mangan, nitrat, bahan kimia industri tertentu, pestisida).
R	Radiologi: zat (radionuklida) yang mengandung atom yang tidak stabil yang memancarkan radiasi dan dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia, biasanya setelah terpapar dalam jangka panjang.
A	Akseptabilitas: aspek-aspek yang mempengaruhi penerimaan pengguna terhadap air (misalnya rasa, bau, warna, penampilan). Bahaya yang berhubungan dengan akseptabilitas dapat merusak kepercayaan diri pengguna dan juga dapat memiliki implikasi kesehatan yang negatif secara tidak langsung; misalnya, jika pengguna menolak air tersebut, mereka mungkin akan beralih ke sumber air minum lain yang mungkin kurang aman.
Q	Kuantitas: aspek-aspek yang dapat berdampak negatif pada kuantitas air yang tersedia bagi pengguna (misalnya, jumlah air yang tersedia tidak mencukupi untuk kebutuhan rumah tangga). Bahaya yang berhubungan dengan kuantitas juga dapat merusak kepercayaan diri pengguna dan mempengaruhi kesehatan masyarakat; misalnya, pengguna dapat beralih ke sumber alternatif yang kurang aman, atau mereka mungkin memiliki air yang tidak mencukupi untuk hidrasi, memasak, atau kebersihan dasar.

*Sumber: Water Safety Plan Manual WHO 2023*

## B. Kejadian Bahaya

Dalam WSP menjelaskan bahwa cara jelas untuk menulis kejadian berbahaya dengan menggunakan konvensi sebagai berikut:

Faktor X terjadi karena Faktor Y

Y adalah penyebabnya, dan X adalah dampaknya terhadap keamanan air. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan masuknya kontaminan mikroba ke dalam pipa distribusi air (X) sebagai konsekuensi dari pipa yang tidak diperbaiki dengan benar (Y). Menentukan penyebab dan dampak dari suatu masalah dapat membantu menentukan tindakan terbaik untuk mengendalikannya dengan menilai risiko yang terkait dengan keamanan air. Identifikasi bahaya dan kejadian bahaya dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Contoh Kejadian Bahaya

No	Proses	Jenis Bahaya	Kejadian Bahaya (Template X,Y)
1	Sumber (Tangkapan Air)	Q	Hasil air sumber dari mata air berkurang (X) karena kekeringan jangka panjang dan berkurangnya tingkat pengisian ulang akuifer (Y).
2	Sumber (Tangkapan Air)	Q	Lebih sedikit air yang tersedia per orang (X) karena meningkatnya permintaan dari pembangkit listrik yang di usulkan (Y)
3	Perawatan (Klorinasi)	M	Konsentrasi klorin dalam air olahan yang keluar dari instalasi pengolahan terlalu rendah untuk disinfeksi yang efektif (X) karena kerusakan pompa klorin(Y).
4	Distribusi (Tangki Penyimpanan)	M,A,C	Air tangki penyimpanan sengaja terkontaminasi (X) karena vandalisme setelah akses tidak sah ke tangki penyimpanan (Y).
5	Distribusi (Jalur Perpipaian)	M,A	Kontaminan (misalnya puing-puing, tanah, air tanah) masuk ke bagian pipa pengganti yang terbuka di parit perbaikan (X) karena prosedur perbaikan yang tidak bersih (Y).

6	Penggunaan (Tempat keran umum)	M	Air yang dikumpulkan untuk rumah tangga permukiman informal terkontaminasi mikroba (X) karena selang yang tidak bersih telah tersambung ke keran umum (Y).
---	--------------------------------	---	--

### C. Penilaian Risiko

#### 1) Probabilitas Risiko

Dalam penelitian ini, prosedur analisis data menggunakan metode penilaian risiko semi kuantitatif dengan matriks risiko (5x5) untuk menjelaskan skala risiko berdasarkan tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan dari suatu bahaya. Dalam penelitian ini skor mengenai kemungkinan risiko bahaya terdapat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.4 Kemungkinan dampak risiko

Tingkat Kemungkinan Risiko		Keterangan
1	Sangat jarang	Lebih dari 1 tahun sekali
2	Jarang	Setiap tahun
3	Sedang	Setiap bulan
4	Sering	Setiap minggu
5	Hampir selalu	Kemungkinan kejadian setiap hari

Sumber: *Water Safety Plan Manual WHO 2023*

#### 2) Keparahan

Dalam penelitian ini skor mengenai keparahan risiko bahaya terdapat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Keparahan Risiko

Tingkat Keparahan Risiko		Keterangan
1	Sangat kecil	Dampak yang dapat diabaikan terhadap kualitas, jaringan distribusi atau kuantitas air
2	Kecil	Masalah Kualitas, kuantitas air, jaringan distribusi jangka panjang tetapi masih dapat dikonsumsi

3	Sedang	Masalah Kualitas, kuantitas air, jaringan distribusi dan membuat air memiliki bau, rasa bau dan tidak aman di konsumsi
4	Besar	Berdampak pada kesehatan masyarakat
5	Katastrofik/Sangat besar	Dapat menyebabkan kematian

Sumber: *Water Safety Plan Manual WHO 2023*

### 3) Matriks Penilaian Risiko

Dalam penelitian ini, data tingkat risiko didapatkan dari hasil perhitungan tingkat kemungkinan risiko dikali dengan tingkat keparahan risiko. Tingkat kemungkinan meliputi sangat jarang, jarang, sedang, sering, dan hampir selalu. Tingkat keparahan meliputi sangat kecil, kecil, sedang, besar, dan sangat besar. Penilaian risiko terdapat pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Matriks Risiko (5x5)

Tingkat Kemungkinan Risiko		Tingkat Keparahannya Risiko					Kategori
		Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar	
Skala		1	2	3	4	5	<5
Sangat Jarang	1	1	2	3	4	5	(Rendah)
Jarang	2	2	4	6	8	10	6-14 (Sedang)
Sedang	3	3	6	9	12	15	>15 (Berbahaya)
Sering	4	4	8	12	16	20	
Hampir Selalu	5	5	10	15	20	25	

Sumber: *Water Safety Plan Manual WHO 2023*

#### 3.4.2 Tindakan Pengendalian

Tindakan pengendalian berguna untuk mengetahui seberapa efektif Tindakan tersebut dapat mengendalikan potensi bahaya yang dapat terjadi dalam hal ini memungkinkan perlunya pengendalian baru atau untuk memperkuat

Tindakan pengendalian yang sudah diterapkan. Tindakan pengendalian dapat berupa : Infrastruktur fisik (misalnya pagar didekat sumber air, unit penyaring, instalasi pengolahan air) dan Tindakan infrakstruktur (misalnya kebijakan, peraturan, prosedur manajemen, pelatihan staf, program perubahan perilaku pengguna). Tindakan pengendalian risiko dapat dilihat pada Tabel 3.7 sebagai berikut :

Tabel 3.7 Contoh Tindakan pengendalian

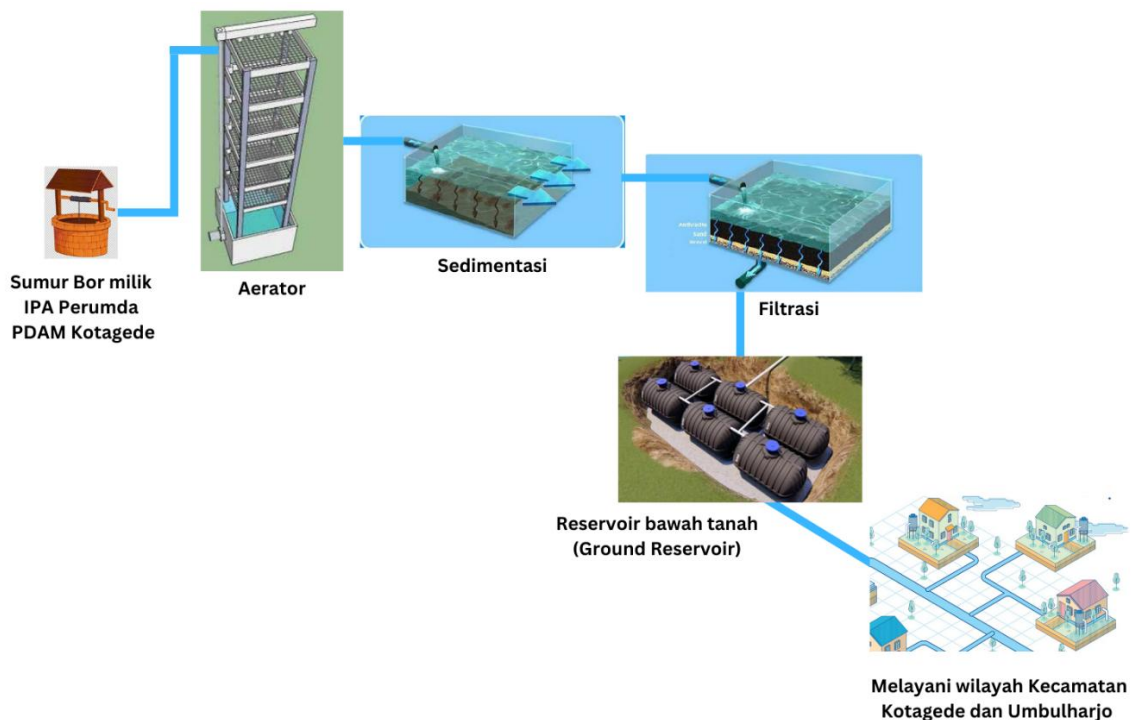
Proses	Peristiwa Berbahaya	Jenis Bahaya	Keterangan Control	Catatan validasi (yaitu dasar validasi)	Apakah Pengendalian Efektif		
					Ya	Tidak	Sedikit
Sumber (Air permukaan)	Air Sungai terkontaminasi mikroba (X) karena ternak mengakses area intake dan limbah feses memasuki feses(Y).	M	Pagar dimaksudkan untuk menjaga ternak dari daerah sungai	Inspeksi Visual, menunjukkan bahwa pagar telah dirancang dengan celah besar di antara panel agar, yang memungkinkan hewan yang lebih kecil masuk ke badan air. Data kualitas air selama 12 bulan menunjukkan jumlah E.Coli dalam air masuk tinggi ketika sampel hulu tidak menunjukkan tingkat kontaminasi yang sesuai.	-	Tidak Efektif meskipun pagar mampu mengecualikan hewan. Tindakan tidak efektif dalam praktiknya	-

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede

Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede adalah salah satu unit pelayanan air bersih yang beroperasi di bawah naungan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta. Unit ini bertanggung jawab untuk menyediakan air bersih bagi masyarakat di wilayah Kotagede. Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede melayani kebutuhan air bersih di Kecamatan Kotagede dan Kecamatan Umbulharjo. Wilayah ini mencakup permukiman padat penduduk, kawasan komersial, serta beberapa area industri kecil.

IPA Unit Kotagede merupakan sarana pengolahan air minum yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengolahan air ini bertujuan untuk memenuhi air minum kepada masyarakat secara berkesinambungan dengan kapasitas pengolahannya mencapai 15,28 l/detik. Proses pengolahan air minum pada IPA Unit Kotagede antara lain sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Proses Pengolahan Air Perumda Kotagede

a. Aerasi

Aerasi adalah salah satu proses penting dalam pengolahan air bersih yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air melalui kontak antara air dan udara. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan gas-gas terlarut seperti karbon dioksida ( $CO_2$ ), hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), dan metana ( $CH_4$ ) yang dapat menyebabkan bau dan rasa tidak sedap. Selain itu, aerasi juga berfungsi untuk menambah kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen, DO*) dalam air.

Proses aerasi IPA Kotagede menggunakan sistem Spray Aerator dengan dimensi tower yaitu 3 x 3 x 6 meter. Jumlah tray sebanyak 3 buah, dimensi tray dengan panjang 2 m, lebar 2 m, diameter 0.3 m, jarak antar sprai 0.2 m dan jumlah lubang tray sebanyak 625 lubang.



Gambar 4. 2 Unit Aerasi

b. Sedimentasi

Sedimentasi adalah salah satu proses fisik dalam pengolahan air bersih yang bertujuan untuk memisahkan partikel tersuspensi dari air melalui mekanisme pengendapan. Proses ini memanfaatkan gaya gravitasi, di mana partikel-partikel

dengan massa jenis lebih besar dari air akan mengendap di dasar tangki atau bak sedimentasi.

Proses sedimentasi IPA Kotagede berbentuk persegi dengan gutter outlet air pengolahan pada ujung bak sedimentasi. Pada pengolahan sedimentasi yang berjumlah 2 bak dengan dimensi yaitu 5,3 x 3,5 x 1,4 m. Bak sedimentasi menggunakan sistem gravitasi untuk mengendapkan flok. Pada proses ini terjadi penambahan gas klor sebanyak 7 kg/hari.



Gambar 4. 3 Unit Sedimentasi

#### c. Filtrasi

Filtrasi adalah salah satu tahapan penting dalam pengolahan air bersih yang bertujuan untuk menyaring partikel tersuspensi, kotoran, dan mikroorganisme menggunakan media penyaring. Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede sendiri memiliki 5 bak filtrasi, yang masing masing bak memiliki dimensi sama yaitu panjang 4,2 meter, lebar 1,35 meter, dan tinggi 2 meter. Unit filtrasi menggunakan sistem penyaringan menggunakan media berbutir yaitu batu apung, kerikil dan pasir

kuarsa.

Lapisan pertama, yaitu batu apung, berfungsi menyaring partikel kasar seperti daun, pasir besar, dan material organik. Dengan pori-pori yang besar dan sifatnya yang ringan, batu apung juga membantu mendistribusikan aliran air secara merata ke lapisan berikutnya. Di bawah batu apung, terdapat lapisan kerikil yang menyaring partikel berukuran menengah dan sekaligus menjadi penyangga lapisan pasir kuarsa agar tetap stabil. Lapisan terakhir adalah pasir kuarsa, yang memiliki partikel halus dengan pori-pori kecil, sehingga efektif untuk menyaring partikel halus, lumpur, debu, dan mikroorganisme.



Gambar 4. 4 Unit Filtrasi

#### d. Reservoir

Fungsi utama reservoir meliputi penyimpanan air hasil pengolahan untuk memastikan pasokan yang stabil, pengendalian tekanan agar aliran air tetap optimal di seluruh wilayah pelayanan, penyeimbangan antara produksi air dan fluktuasi permintaan harian, serta penyediaan cadangan air dalam kondisi darurat. Reservoir pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede dapat menampung air dengan

kapasitas 15,28 l/s , dengan jumlah bak reservoir yaitu 1 bak. Dimensi pada masing-masing bak yaitu panjang 1,5 meter, lebar 10,5 meter, tinggi 2 meter. Pada proses ini terjadi penambahan gas klor sebanyak 2 kg/hari.



Gambar 4. 5 Unit Reservoir

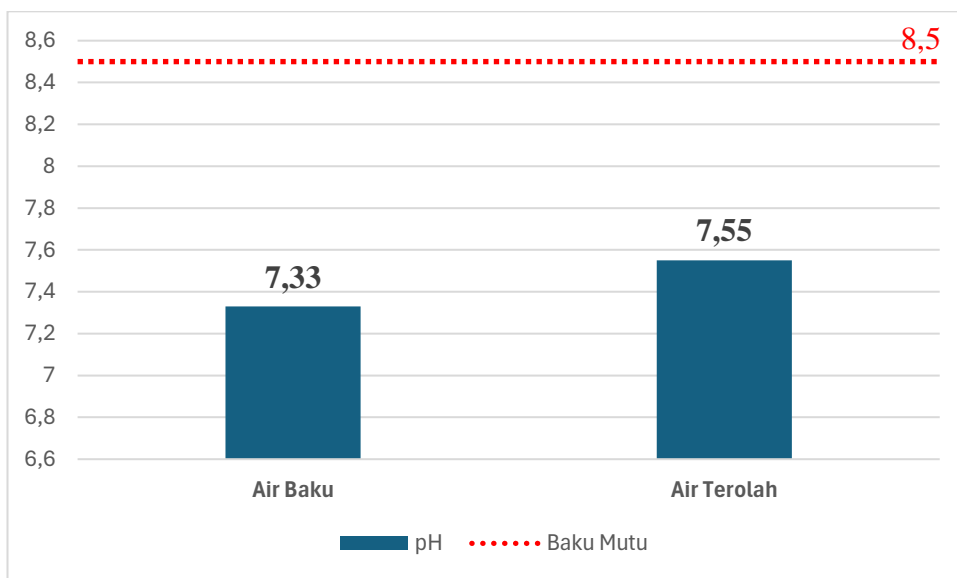
## **4.2 Penilaian Kualitas Air Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede**

Pengujian dilakukan dengan pengambilan sampel insitu dan eksitu. Untuk pengujian sampel insitu parameter yang diambil adalah (pH, Suhu, dan TDS) dan untuk sampel eksitu diuji di laboratorium kualitas air dan mikrobiologi dengan 5 parameter uji yaitu (Kekeruhan, Nitrit, Nitrat, Total Coliform, dan Escherichia Coli). Pengujian kualitas air diambil berdasarkan lokasi prioritas terkait keamanan air yaitu pada sumber air dan pipa distribusi.

### **4.2.1 pH air**

pH air adalah tingkat keasaman maupun basah dari suatu larutan maupun air. Alat ukur untuk mengukur tingkat pH dalam suatu air atau larutan dilakukan dengan

menggunakan Multiparameter, pH meter, dan pH universal. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 standar pH dalam air minum sebesar 6,5 – 8,5. Air dengan kandungan pH rendah dapat berakibat buruk bagi kesehatan dikarenakan nilai pH yang rendah akan mengubah senyawa kimia menjadi racun. Dalam penelitian ini pengambilan sampel pH menggunakan alat multiparameter. Penilaian pH dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Nilai pH air Perumda PDAM Kotagede

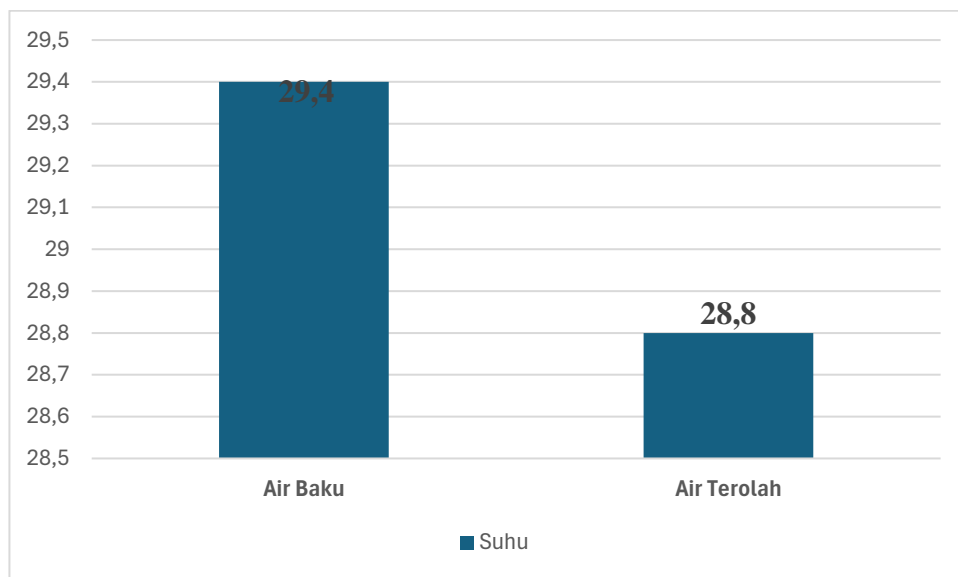
Berdasarkan pengujian sampel dengan multiparameter menunjukkan bahwa kadar pH dalam air Perumda PDAM Kotagede telah memenuhi standar baku mutu air. Data menunjukkan kadar pH di sumber air sebesar 7,33 dan pada pipa distribusi didapatkan hasil sebesar 7,55. Salah satu faktor yang membuat tinggi atau rendahnya kadar pH dalam air adalah kandungan zat organik dalam air. Kadar pH yang rendah diakibatkan tingginya kegiatan pembusukan oleh zat organik dalam air.

#### 4.2.2 Temperatur

Dalam penelitian ini pengambilan dan analisis sampel air menggunakan alat multiparameter dengan titik sampling diambil dari sumber air dan pipa distribusi. Berdasarkan standar Permenkes No 2 Tahun 2023 baku mutu suhu yang diizinkan

adalah sebesar  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  suhu udara.

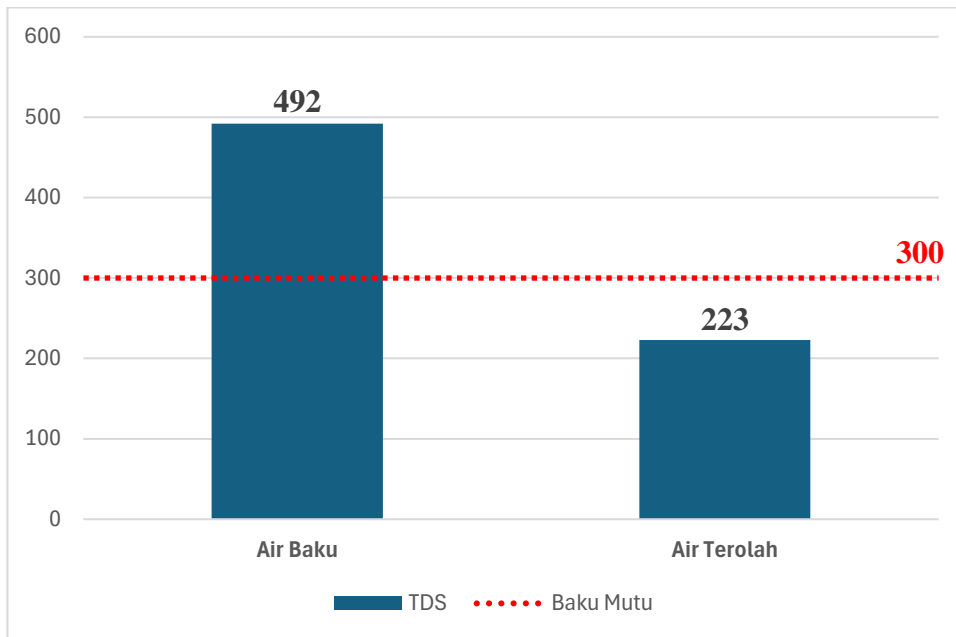
Berdasarkan pengujian suhu menggunakan alat Multiparameter menunjukkan bahwa suhu pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede telah memenuhi standar baku mutu, data menunjukkan pada sumber air didapatkan suhu  $29,4^{\circ}\text{C}$  dan pada pipa distribusi didapatkan suhu sebesar  $28,8^{\circ}\text{C}$ . Nilai suhu dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Nilai suhu air Perumda PDAM Kotagede

#### 4.2.3 TDS (Total Dissolved Solid)

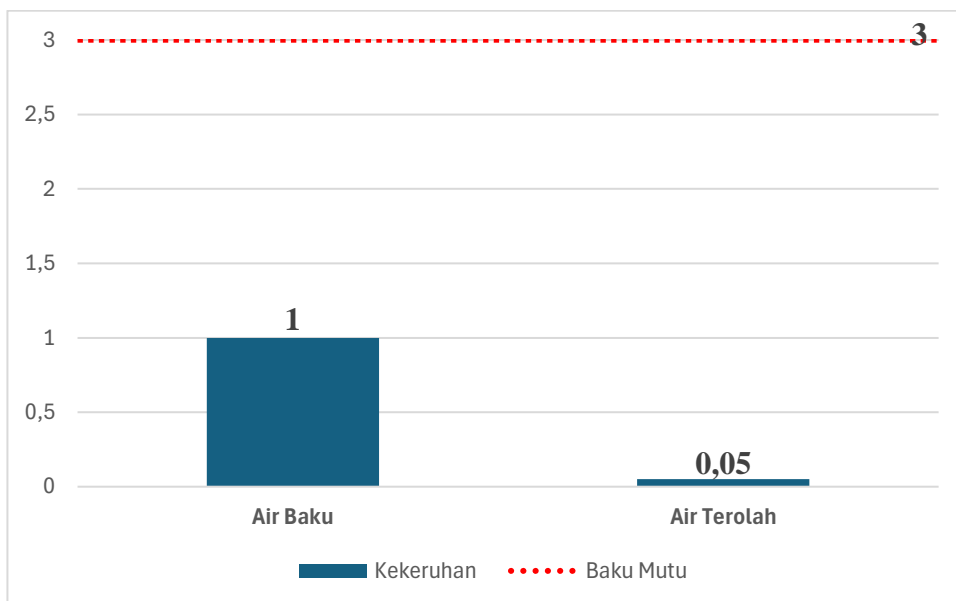
Analisis kadar TDS (Total Dissolved Solid) menggunakan alat multiparameter pada sumber air dan pipa distribusi. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 standar baku untuk kandungan TDS dalam air sebesar  $<300\text{ mg/L}$ . Kandungan TDS yang tinggi pada air dipengaruhi oleh limbah domestik, limpasan tanah dan adanya proses pelapukan batuan. Nilai TDS dapat dilihat pada Gambar 4.8 bahwa pada air baku sebesar  $492\text{ mg/L}$  dan di air terolah sebesar  $223\text{ mg/L}$ .



Gambar 4. 8 Nilai TDS air Perumda PDAM Kotagede

#### 4.2.5 Kekeruhan

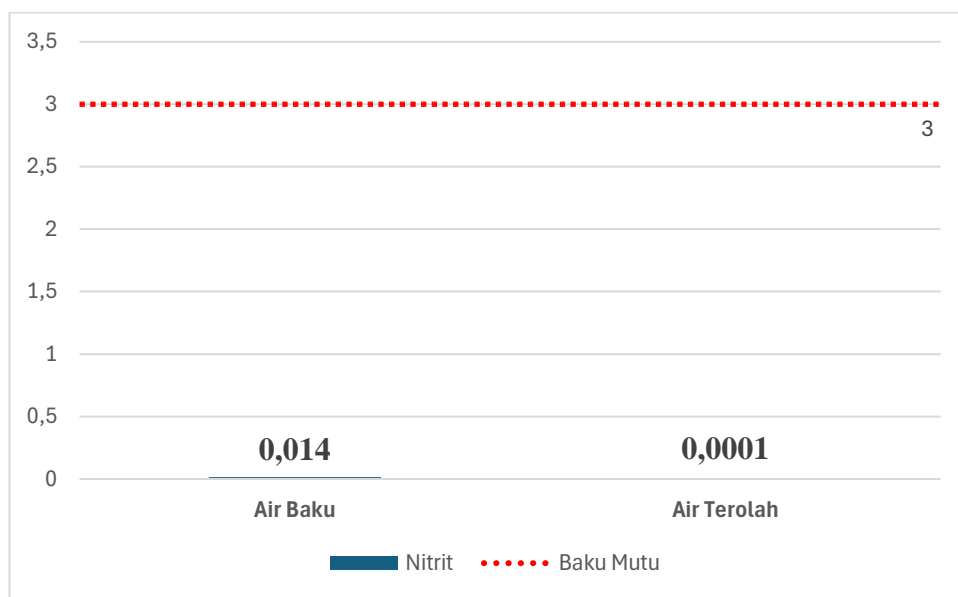
Analisis kekeruhan pada sampel air dilakukan dengan menggunakan alat multiparameter. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 yaitu <3 NTU, analisis sampel Kekeruhan dapat dilihat pada grafik 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4.9 Nilai Kekeruhan air Perumda PDAM Kotagede

Berdasarkan Gambar 4.9 diatas menunjukkan bahwa parameter kekeruhan di PDAM Tirtamarta unit Kotagede berada di bawah baku mutu Permenkes No 2 Tahun 2023 yaitu untuk sumber memiliki kekeruhan 1 NTU dan pada pipa distribusi memiliki kekeruhan sebesar 0,05 NTU. Penyebab kekeruhan pada air meliputi partikel-partikel tersuspensi, lumpur endapan dan tanah liat.

#### 4.2.6 Nitrit (NO<sub>2</sub>-)



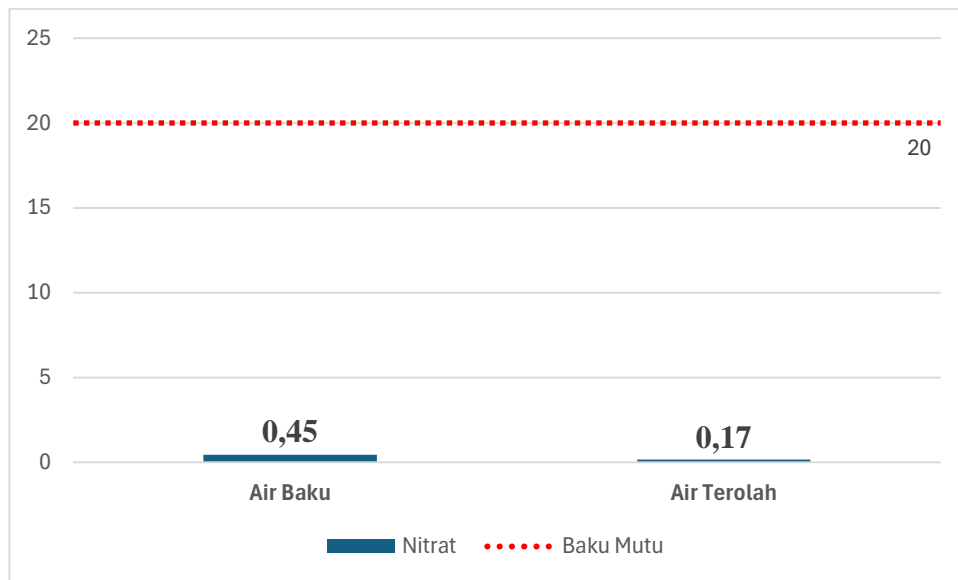
Gambar 4.10 Nilai Nitrit Air Perumda PDAM Kotagede

Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai parameter nitrit pada air minum Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede dibawah standar maksimal baku mutu kesehatan lingkungan Permenkes Nomor 2 tahun 2023 dengan nilai 0,014 di air baku dan 0,0001 di air terolah.

#### 4.2.7 Nitrat (NO<sub>3</sub>-)

Pembentukan senyawa nitrat dapat terbentuk dari aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk nitrogen, limbah organik manusia dan limbah industri. Air yang memiliki kadar nitrat tinggi dapat mengakibatkan penurunan kualitas air dan dapat berdampak negatif bagi Kesehatan manusia. Pengujian Nitrat ini menggunakan SNI 3554:2015 yang di lakukan di laboratorium kualitas air FTSP UII, pengambilan

sampel air pada lokasi penelitian merupakan sampel air yang berasal dari sumber air dan pipa distribusi. Kandungan Nitrat pada air dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut.

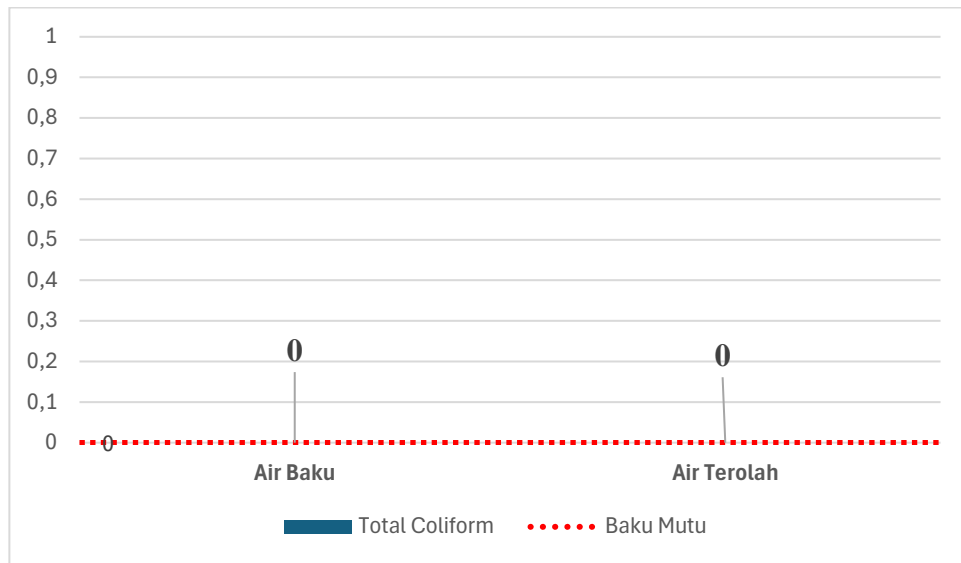


Gambar 4.11 Nilai Nitrat air Perumda PDAM Kotagede

Berdasarkan hasil uji pada setiap titik sampling kadar nitrat telah memenuhi standar baku mutu air minum berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 sehingga aman untuk dikonsumsi masyarakat. Kadar nitrat pada sumber air sebesar 0,45 mg/L dan pada pipa distribusi sebesar 0,17 mg/L

#### 4.2.8 Total Coliform

Total Coliform adalah kelompok bakteri yang hidup dalam air menjadi indikator pencemaran dan penurunan kualitas air. Air bersih yang dapat dikonsumsi oleh manusia memiliki syarat harus terbebas dari segala jenis bakteri yang dapat mencemari air terutama bakteri pathogen seperti E.Coli dan Total Coliform. Nilai Total Coliform dapat dilihat pada Gambar 4.12 sebagai berikut.

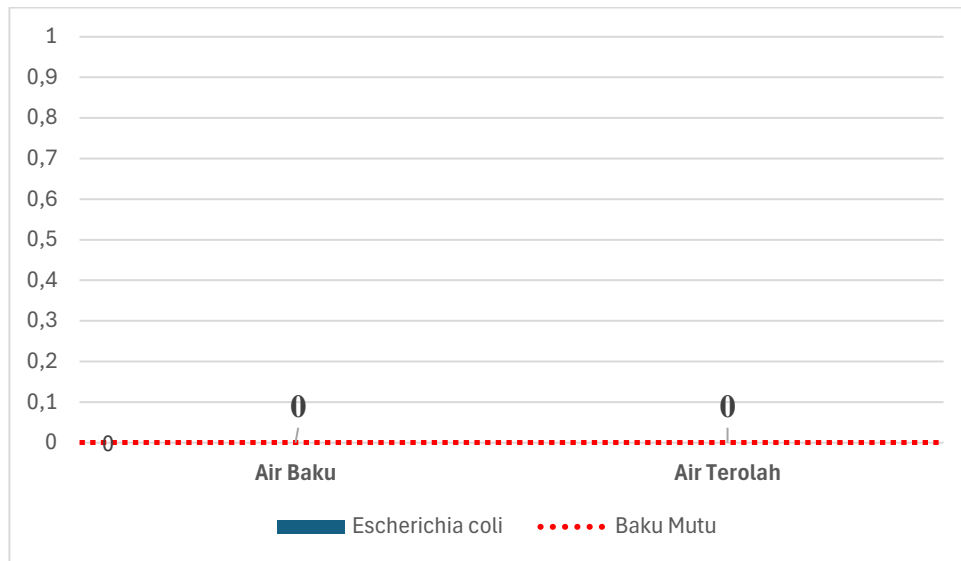


Gambar 4.12 Nilai *Total Coliform* air Perumda PDAM Kotagede

Berdasarkan hasil uji sumber air (sumur bor) memiliki kandungan bakteri *Total Coliform* sebesar 0 mg/L dan pada pipa distribusi sebesar 0 mg/L. Kedua titik sampling aman untuk didistribusikan kepada masyarakat karena telah memenuhi baku mutu air dimana berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 nilai baku mutu *Total Coliform* sebesar 0 mg/L. Pengujian *Total coliform* ini menggunakan SNI SM Ed. 23, 9221, 2017 yang di lakukan di laboratorium biologi FTSP UII.

#### 4.2.9 *Escherichia Coli*

Bakteri patogen *E.Coli* (*Escherechia Coli*) berada pada usus hewan maupun usus manusia penyebaran bakteri patogen *E.Coli* berasal dari Feses dan dapat menyebar lewat air limbah. Air yang mengandung *E.Coli* dapat berakibat buruk jika dikonsumsi oleh manusia efek kesehatan seperti diare, disentri dan tifus dapat diderita manusia yang mengkonsumsi air yang mengandung *E.Coli* Pengujian *Total coliform* ini menggunakan SM Ed. 23, 9221, 2017 yang di lakukan di laboratorium biologi FTSP UII. Nilai kandungan *E.Coli* dapat dilihat pada Gambar 4.13 sebagai berikut.



Gambar 4.13 Nilai *Escherichia Coli* air Perumda PDAM Kotagede

Berdasarkan hasil uji sumber air (sumur bor) di PDAM Tirtamarta unit Kotagede memiliki kandungan bakteri pathogen *E.Coli* di sumber air sebesar 0 mg/L dan pada pipa distribusi memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 0 mg/L. Di kedua titik sampling memenuhi baku mutu air dimana berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 nilai baku mutu *E.Coli* sebesar 0 mg/L sehingga air yang didistribusikan kepada masyarakat aman dari kandungan bakteri *E.Coli*.

### 4.3 Analisis Risiko pada Perumda PDAM Tirtamarta

#### 4.3.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi potensi atau risiko yang akan mengancam keamanan air dilakukan untuk mengetahui risiko atau permasalahan apa yang dapat mempengaruhi kualitas air yang akan diterima oleh konsumen baik untuk masa sekarang atau masa yang akan datang. Identifikasi risiko dilakukan dengan cara memberikan kategori terhadap potensi atau risiko yang akan mengancam air pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede. Identifikasi risiko dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4.1 Identifikasi Risiko

No	Indikator	Keterangan
1	Kimia	Perubahan kualitas air
2	Kuantitas	Penurunan produksi air
3	Kimia	Korosi pada peralatan sumur
4	Kimia	Adanya kerak pada unit aerasi
5	Mikrobiologi	Dinding kolam sedimentasi ditumbuhi lumut
6	Mikrobiologi	Pertumbuhan organisme mikrobiologi
7	Kuantitas	Dinding kolam filtrasi bocor
8	Kuantitas	Terjadi kegagalan dalam proses filtrasi
9	Kimia	Pengeroposan dan kerusakan pada filter
10	Mikrobiologi, Akseptabilitas	Masuknya kontaminasi benda luar
11	Kimia	Penurunan kualitas air
12	Kuantitas	Kerusakan pada stop run

#### 4.3.2 Kejadian Risiko

Menyusun kejadian risiko adalah membuat penjelasan terkait risiko bahaya yang telah di tuliskan dalam identifikasi risiko. Kejadian bahaya yang didefinisikan dengan baik dapat mempermudah dalam penilaian risiko dan membantu dalam mengidentifikasi Tindakan pengendalian yang tepat untuk mengelola risiko (WHO 2023). Kejadian risiko pada PDAM Tirtamarta Unit Kotagede dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Kejadian Risiko

No	Proses	Jenis Bahaya	Kejadian Bahaya (Template X,Y)
1	Sumber Air (Sumur Bor)	C	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)
2	Sumber Air (Sumur Bor)	Q	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)

3	Sumber Air (Sumur Bor)	C	Korosi pada peralatan sumur (X) diakibatkan karakteristik air (Y)
4	Unit Pengolahan (Aerasi)	C	Adanya kerak yang menempel pada unit aerasi (X) diakibatkan adanya kandungan fe dalam air baku (Y)
5	Unit Kolam Sedimentasi	M	Dinding kolam Sedimentasi tumbuh lumut (X) diakibatkan paparan sinar matahari (Y)
6	Unit Kolam Sedimentasi	M	Pertumbuhan mikroorganisme (X) diakibatkan kandungan paparan sinar matahari dan kandungan nitrat (Y)
7	Unit Sand Filter (Filtrasi)	Q	Dinding kolam Filtrasi bocor (X) diakibatkan usia bangunan yang sudah tua (Y)
8	Unit Sand Filter (Filtrasi)	Q	Terjadi kegagalan dalam proses filtrasi (X) diakibatkan penumpukan partikel dan kotoran di media filter (Y)
9	Unit Sand Filter (Filtrasi)	C	Pengeroposan dan kerusakan pada filter (X) diakibatkan Tekanan air yang berlebihan (Y)
10	Unit Sand Filter (Filtrasi)	M, A	Masuknya kontaminasi benda luar (X) diakibatkan tidak ada penutup unit pengolahan Filtrasi (Y)
11	Unit Reservoir	C	Penurunan kualitas air (X) diakibatkan endapan Fe yang masih tersisa (Y)
12	Unit Pressure Tank	Q	Kerusakan pada stop run (X) diakibatkan usia yang sudah tua (Y)

#### 4.3.3 Analisis Penilaian Risiko dan Tindakan pengendalian

Penilaian risiko bertujuan untuk menentukan dan mengklasifikasi risiko atau kejadian bahaya yang masuk dalam kategori prioritas tinggi, sedang dan rendah (WHO 2023). Dalam penelitian ini penilaian risiko didapatkan dari hasil wawancara dan observasi langsung ke lapangan. Dalam penentuan tingkat risiko

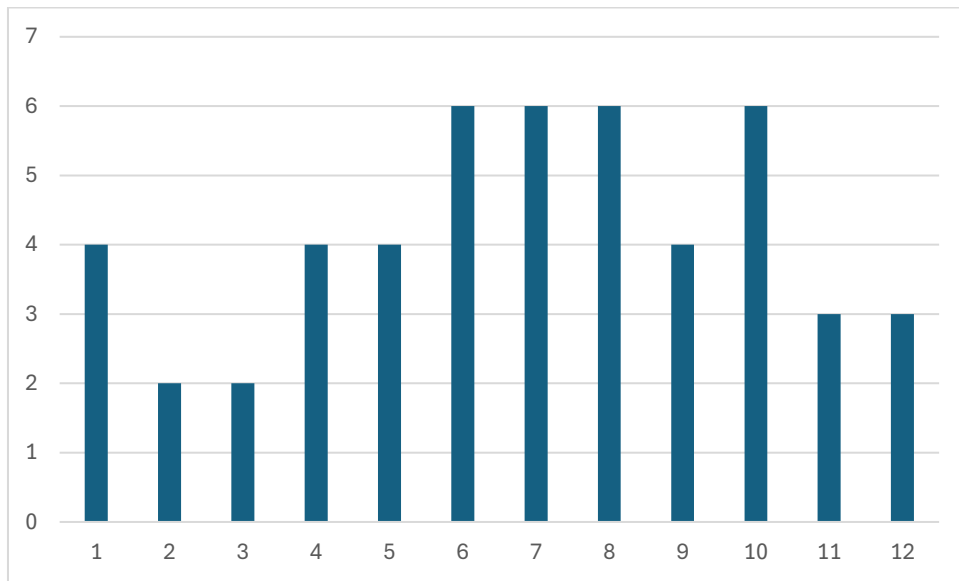
digunakan analisis dengan menggunakan standar *water safety plan* WHO tahun 2023. Tahapan pertama dalam penilaian risiko mentah (tidak adanya tindakan pengendalian) kemudian menilai risiko residual dengan menggunakan tindakan pengendalian atau perbaikan, penilaian risiko harus dipertimbangkan dengan tindakan pengendalian yang tepat dan efektif. Hasil dari tindakan pengendalian yang ada dianggap sebagai risiko residual atau risiko sisa setelah menghitung efektifitas dari tindakan pengendalian yang ada (*Water Safety Plan Manual WHO*, 2023). Penilaian risiko awal dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Penilaian Risiko Awal

<b>Sumber Air (Sumur Bor)</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
1	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)	C	2	2	4	Rendah
2	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)	Q	1	2	2	Rendah
3	Korosi pada peralatan sumur (X) diakibatkan karakteristik air (Y)	C	1	2	2	Rendah
<b>Unit Pengolahan (Aerasi)</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
4	Adanya kerak yang menempel pada unit aerasi (X) diakibatkan adanya kandungan fe dalam air baku (Y)	C	2	2	4	Rendah
<b>Unit Kolam Sedimentasi</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
5	Dinding kolam Sedimentasi tumbuh lumut (X) diakibatkan paparan sinar matahari (Y)	M	2	2	4	Rendah
6	Pertumbuhan mikroorganisme (X) diakibatkan kandungan paparan sinar matahari dan kandungan nitrat (Y)	M	3	2	6	Sedang

<b>Unit Sand Filter (Filtrasi)</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
7	Dinding kolam Filtrasi bocor (X) diakibatkan usia bangunan yang sudah tua (Y)	Q	2	3	6	Sedang
8	Terjadi kegagalan dalam proses filtrasi (X) diakibatkan penumpukan partikel dan kotoran di media filter (Y)	Q	3	2	6	Sedang
9	Pengeroposan dan kerusakan pada filter (X) diakibatkan Tekanan air yang berlebihan (Y)	C	2	2	4	Rendah
10	Masuknya kontaminasi benda luar (X) diakibatkan tidak ada penutup unit pengolahan Filtrasi (Y)	M, A	3	2	6	Sedang
<b>Unit Reservoir</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
11	Penurunan kualitas air (X) diakibatkan endapan Fe yang masih tersisa (Y)	C	1	3	3	Rendah
<b>Unit Pressure Tank</b>						
No	Peristiwa Bahaya	Tipe	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori
12	Kerusakan pada stop run (X) diakibatkan usia yang sudah tua (Y)	Q	1	3	3	Rendah

Penilaian risiko awal (hipotesis) didapatkan hasil bahwa dari keseluruhan penilaian risiko menunjukkan risiko tertinggi yaitu dinding kolam filtrasi yang bocor, penumpukan partikel dan kotoran di media filter, dan masuknya kontaminasi di kolam filtrasi. Perbandingan penilaian risiko awal dapat dilihat pada Gambar 4.15 sebagai berikut.






Gambar 4.14 Grafik Penilaian Risiko Awal



Setelah penilaian risiko awal telah ditentukan selanjutnya menilai risiko tahap dua dengan penambahan tindakan pengendalian dan efektivitas tindakan pengendalian yang sudah dilakukan oleh Perumda PDAM Tirtamarta. Penilaian tahap dua akan membantu dalam mengidentifikasi tindakan pengendalian atau model pengendalian yang signifikan dengan melakukan penilaian dampak pada tingkat risiko jika pengendalian risiko mengalami kegagalan (*Water safety Plan Manual WHO, 2023*). Penilaian tahap dua dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.



Tabel 4.4 Penilaian Risiko Residual


No	Peristiwa Bahaya	Category	Tindakan Pengendalian	Hasil Wawancara	Ya	Tidak	Sedikit	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori	Validasi
<b>Sumber Air (Sumur Bor)</b>												
1	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)	Rendah	Tidak ada pengendalian di sumber air	Berdasarkan wawancara sumber air baku di sumur bor memang memiliki sedikit kandungan Fe.				2	2	4	Rendah	Sumber air baku memiliki sedikit kandungan Fe karena menyebabkan kerak pada unit Aerasi. Air sumber yang mengandung Fe dalam bentuk Fe <sup>2+</sup> bisa menyebabkan kerak di unit aerasi. Penyebab kimianya berasal dari reaksi oksidasi besi saat kontak dengan oksigen di udara.

2	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)	Rendah	Tidak ada pengendalian	Berdasarkan wawancara sumber air tidak pernah kering saat musim kemarau				1	2	2	Rendah	Berdasarkan analisis tata guna lahan 10 tahun terakhir melalui google earth dapat disimpulkan bahwa tidak ada Pembangunan yang signifikan di sekitar IPA sehingga daerah resapan air masih banyak.
3	Korosi pada peralatan sumur (X) diakibatkan karakteristik air (Y)	Rendah	Menggunakan pipa berbahan anti karat	Berdasarkan wawancara penggunaan pipa dari sumber air menggunakan pipa galvanis besi. 	✓			1	2	2	Rendah	Berdasarkan observasi, pengangkutan air dari sumber air menuju unit aerasi menggunakan pipa galvanis besi
<b>Unit Pengolahan (Aerasi)</b>												


4	Adanya kerak yang menempel pada unit aerasi (X) diakibatkan adanya kandungan fe dalam air baku (Y)	Rendah	Pembersihan unit aerasi secara berkala	Berdasarkan wawancara, unit aerasi dibersihkan keraknya sebulan sekali. 	✓			2	2	4	Rendah	Masih terdapat sedikit kerak yang menempel pada bagian dinding dan juga lubang aerasi tetapi itu adalah hal yang wajar. Pembersihan unit aerasi sebulan sekali sudah efektif
<b>Unit Kolam Sedimentasi</b>												
5	Dinding kolam Sedimentasi tumbuh lumut (X) diakibatkan paparan sinar matahari (Y)	Rendah	Membersihkan lumut yang tumbuh	Berdasarkan wawancara ketika dinding kolam Sedimentasi ditumbuhi lumut maka dibersihkan sebulan sekali. 	✓			2	2	4	Rendah	Berdasarkan observasi, sudah tidak ada lumut yang ada di dinding kolam, lumut dapat tumbuh karena waktu detensi yang rendah sehingga disarankan untuk menambah jumlah kolam sedimentasi

6	Pertumbuhan mikroorganisme (X) diakibatkan kandungan paparan sinar matahari dan kandungan nitrat (Y)	Sedang	Memberikan Desinfektan berupa klorin	Berdasarkan wawancara, klorin diberikan pada unit sedimentasi dan unit reservoir. 	✓			2	2	4	Rendah	Pemberian klorin di unit sedimentasi untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan alga dikarenakan air yang berada di sumber masih memiliki kandungan nitrat.
<b>Unit Sand Filter (Filtrasi)</b>												
7	Dinding kolam Filtrasi bocor (X) diakibatkan usia bangunan yang sudah tua (Y)	Sedang	Menambal dinding kolam filtrasi	Berdasarkan wawancara ketika dinding kolam filtrasi bocor ditambal menggunakan semen. 				2	2	4	Rendah	Penambalan dinding kolam filtrasi menggunakan semen sudah efektif tetapi masih ada risiko bocor di titik yang lain.


8	Terjadi kegagalan dalam proses filtrasi (X) diakibatkan tertahannya partikel di media filter (Y)	Sedang	Dibersihkan dengan cara backwash	<p>Berdasarkan wawancara untuk menghilangkan penumpukan kotoran dengan cara backwash.</p> 	✓			2	1	2	Rendah	Pembersihan media filter dengan cara backwash efektif karena kotoran yang tersangkut pada media filter dapat dihilangkan
9	Pengeroposan dan kerusakan pada katup filter (X) diakibatkan tekanan air (Y)	Rendah	Penggantian katup filter (valve) dengan yang baru	<p>Berdasarkan wawancara memang ketika katup filter (valve) sudah rusak atau aus maka diganti dengan katup yang baru.</p> 	✓			2	1	2	Rendah	Penggantian katup filter (valve) dilakukan ketika katup filter sudah rusak atau aus

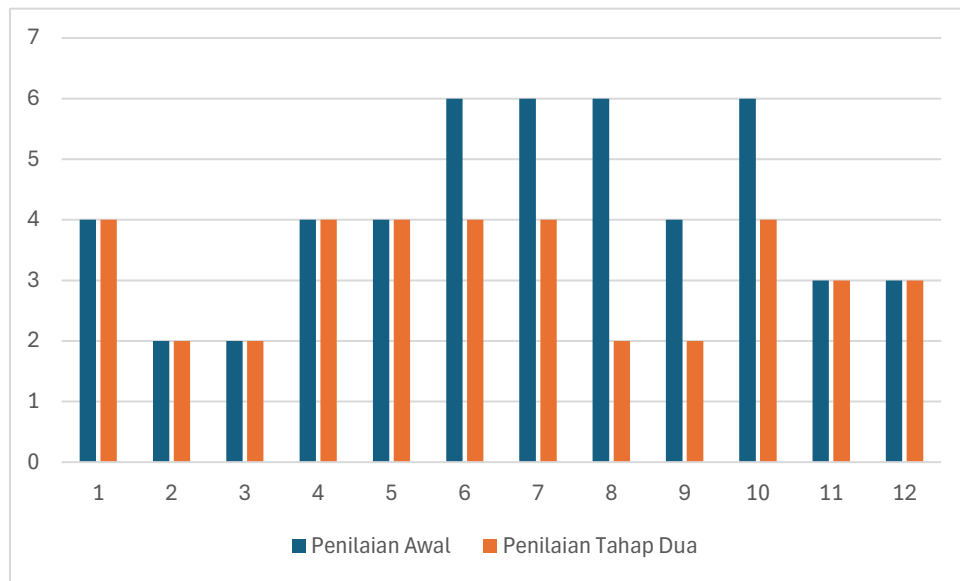
10	Masuknya kontaminasi benda luar (X) diakibatkan tidak ada penutup di unit pengolahan Filtrasi (Y)	Sedang	Pembersihan unit filtrasi secara berkala	Berdasarkan wawancara di unit filtrasi dilakukan pembersihan secara rutin dua bak dari lima bak yang ada secara bergantian setiap harinya.		✓				2	2	4	Rendah	Keadaan kolam filtrasi sangat bersih sehingga bisa dikatakan bahwa pembersihan secara rutin dua bak sehari sudah efektif
----	---	--------	--	--	---	---	--	--	--	---	---	---	--------	--

**Unit Reservoir**

11	Penurunan kualitas air (X) diakibatkan endapan Fe yang masih tersisa (Y)	Rendah	Melakukan injeksi klor pada unit reservoir	Berdasarkan wawancara untuk mengurangi kandungan fe melakukan penambahan gas klor sebanyak 2 kg/hari.		✓				1	3	3	Rendah	Pada unit reservoir diinjeksikan klorin untuk membantu mempercepat oksidasi besi
----	--	--------	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	--------	--

**Unit Pressure Tank**

12	Kerusakan pada stop run (X) diakibatkan usia yang sudah tua (Y)	Rendah	Penggantian valve stoprun dengan kualitas yang baik	<p>Berdasarkan wawancara untuk menanggulangi kerusakan valve pada stoprun yaitu mengganti valve stoprun yang baru dengan kualitas baik.</p> 	✓			1	3	3	Rendah	Setelah mengganti valve stoprun dengan kualitas baik, jarang terjadi kerusakan kembali
----	---	--------	---	---	---	--	--	---	---	---	--------	--



Gambar 4.15 Grafik Penilaian Tahap Dua

Rencana perbaikan dilakukan terhadap proses pengolahan sedimentasi karena unit kolam sedimentasi pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede belum memenuhi standart kriteria design. Berikut merupakan perhitungan waktu tinggal pada proses pengolahan sedimentasi pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede.

$$T = \frac{V}{Q} \quad (4.1)$$

Dimana :

T = Waktu tinggal

V = Volume tangki

Q = Laju aliran

Diketahui :

Laju aliran (Q) = 15,8 l/s = 0,01528 m<sup>3</sup>/s

Jumlah unit = 2 → Q per unit = 0,00764 m<sup>3</sup>/s

Dimensi per unit (V) = p x l x t

V = 5,3 m x 1,4 m x 3,5 m

V = 25,99 m<sup>3</sup>

$$\text{Waktu tinggal} \rightarrow T = \frac{25,99 \text{ m}^3}{0,00764 \text{ m}^3/\text{l}}$$

$$T = 3402 \text{ detik} = 56,7 \text{ menit}$$

Nilai waktu tinggal dari unit kolam sedimentasi di Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede yaitu sebesar 56,7 menit. Dengan kata lain bahwa nilai tersebut belum memenuhi standart kriteria design sesuai dengan SNI 6774:2008. Berikut merupakan tabel kriteria unit sedimentasi (bak pengendap).

Tabel 4.5 Kriteria Design Unit Sedimentasi

Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal	Bak bundar (aliran vertikal radial)	Bak bundar (kontak padatan)	Clarifier
Beban permukaan	0,8 - 2,5	3,8 - 7,5*)	1,3 - 1,9	2 - 3	0,5 - 1,5
Kedalaman (m)	3 - 6	3 - 6	3 - 5	3 - 6	0,5 - 1,0
Waktu tinggal (jam)	1,5 - 3	0,07**)	01-Mar	01-Feb	2 - 2,5
Lebar/panjang	> 1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah	< 11	< 11	3,8 - 15	7 - 15	7,2 - 10
Bilangan Retynold	< 2000	< 2000	-	-	< 2000
Kecepatan pada pelat/tabung pengendap (m/menit)	-	max 0,15	-	-	-
Bilangan Fraude	> 10 <sup>-5</sup>	> 10 <sup>-5</sup>	-	-	> 10 <sup>-5</sup>
Kecepatan Vertikal (cm/menit)	-	-	-	< 1	< 1
Sirkulasi Lumpur	-	-	-	3 - 5% dari input	-

Sumber : SNI 6774:2008

Dengan nilai waktu tinggal 56,7 menit maka kolam sedimentasi yang ada di

Perumda PDAM Tirtamarta bisa dikatakan belum memenuhi standart kriteria design. Sehingga agar kolam sedimentasi memenuhi standart kriteria design maka harus menambah 2 kolam sedimentasi, berikut merupakan perhitungannya.

Diketahui :

$$\text{Laju aliran (Q)} = 15,8 \text{ l/s} = 0,01528 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Jumlah unit} = 4 \rightarrow \text{Q per unit} = 0,00382 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensi per unit (V) = p x l x t

$$V = 5,3 \text{ m} \times 1,4 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$$

$$V = 25,99 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu tinggal} \rightarrow T = \frac{25,99 \text{ m}^3}{0,00382 \text{ m}^3/\text{l}}$$

$$T = 6803 \text{ detik} = 113 \text{ menit (memenuhi kriteria design)}$$

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil penelitian dan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian mengenai penilaian terhadap konsep *Water Safety Plan* (WSP) pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede, diketahui bahwa secara keseluruhan unit tersebut telah menerapkan pengendalian dengan baik. Namun demikian, masih ditemukan empat kejadian risiko awal yang perlu diperhatikan, yaitu kebocoran pada dinding kolam filtrasi, penumpukan partikel atau kotoran di media filter, serta masuknya kontaminan ke dalam kolam filtrasi.
2. Penilaian risiko awal di Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede mengidentifikasi 4 risiko dengan tingkat sedang dan 8 risiko dengan tingkat rendah. Setelah penerapan langkah-langkah pengendalian, seluruh risiko mengalami penurunan menjadi 12 risiko dengan tingkat rendah. Pengendalian yang dilakukan Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede, seperti peningkatan prosedur operasional, optimalisasi pemeliharaan infrastruktur, dan pengawasan kualitas air secara berkala efektif menurunkan risiko terjadinya peristiwa bahaya yang terjadi.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan berikut saran yang dapat diberikan untuk penelitian yang akan dilakukan di masa mendatang yaitu penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti dan membahas konsep *Water Safety Plan* secara menyeluruh berdasarkan petunjuk teknis, seperti menganalisis dan mengidentifikasi risiko pada unit distribusi Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede, dan melakukan penelitian terkait manajemen dan evaluasi penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Kotagede.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, N. (2014). Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. *EJournal Administrasi Negara*, 3(2), 678–689.
- Effendi, S. O. (2013). Penerapan *Water Safety Plans* (WSP)-Komunitas dalam Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat di Kelurahan Bangetayu Kulon Kecamatan Genuk Kota Semarang. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 1(3), 275. <https://doi.org/10.14710/jwl.1.3.275-286>
- Fanataf, P. A., Tilaar, S., & Takumansang, E. D. (2020). Analisis Keterjangkauan Masyarakat Terhadap Pasar Tradisional Di Kota Manado. *Spasial*, 7(2), 228–239.
- Fish, B. (2020). *Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor, 2507*(February), 1–9.
- Ihsan, T., Hamidi, S. A., & Putri, F. A. (2020). Penilaian Risiko dengan Metode HIRADC Pada Pekerjaan Konstruksi Gedung Kebudayaan Sumatera Barat. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i2.67>
- Mawarti, R. D., Laras, T., & Nadia, N. (2022). Kinerja Karyawan : Dampak Teknologi Informasi Dan Locus Of Control Dengan Organizational Citizenship Behavior (OCB) Sebagai Variabel Mediasi (Survei Pada Karyawan Perumda Pdam Tirtamarta Kota Yogyakarta). *El-Jizya : Jurnal Ekonomi Islam*, 10(2), 142–160. <https://doi.org/10.24090/ej.v10i2.6894>
- Novianta, M. A., Firman, B., & Primambudi, I. (2021). *Laporan akhir penelitian mandiri*.
- Oktavia, S. (2018). Analisis Kualitas Badan Air Dan Kualitas Air Sumur Di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 1–12. <https://pdfs.semanticscholar.org/105b/b836826836d6adcb9cdc47871138df30f20d.pdf>
- Pakpahan, R. S., Picauly, I., & Mahayasa, I. N. W. (2015). Cemaran Mikroba *Escherichia coli* dan Total Bakteri Koliform pada Air Minum Isi Ulang. *Kesmas: National Public Health Journal*, 9(4), 300. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v9i4.733>
- Pelanggan, K., Perusahaan, D. I., & Air, D. (2014). *Skripsi Dita Rahmawati Iriyanti*.
- Saputra, A. (2016). Pengukur Kadar Keasaman dan Kekeruhan Air Berbasis Arduino. *Fakultas Teknik: Universitas Muhammadiyah Surakarta*.

<http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/45467>

- Setiowati, Roto, & Wahyuni, E. T. (2016). Monitoring Kadar Nitrit Dan Nitrat Pada Air Sumur Di Daerah Catur Tunggal Yogyakarta Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *J. Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 143–148.
- SHANTY, D., & S DJ, R. (2020). Ketercapaian Sasaran 4K dalam Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) di PDAM Tirta Dharma Kota Malang. *Jurnal Reka Lingkungan*, 8(2), 112–120. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v8i2.112-120>
- Subekti, S. (2012). Studi Identifikasi Kebutuhan dan Potensi Air Baku Air Minum Kabupaten Pasuruan. *Majalah Ilmiah MOMENTUM: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 8(2), 43–51.
- Sulistyorini, I. S., Edwin, M., & Arung, A. S. (2017). Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karanganyar Dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(1), 64. <https://doi.org/10.20527/jht.v4i1.2883>
- Syuhada, F. A., Pulungan, A. N., Sutiani, A., Nasution, H. I., Sihombing, J. L., & Herlinawati, H. (2021). Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dalam Pengolahan Air Bersih di Desa Sukajadi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i1.23>
- World Health Organization. (2023). *Water Safety Manual: Step-by-step risk management for drinking-water supplier*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Daftar Pertanyaan Wawancara

#### Daftar Pertanyaan Wawancara

Tingkat Keamanan Air pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede

Bapak/Ibu/Sdr Yth,

Dalam rangka keperluan penelitian Tugas Akhir, saya Janggan Priyambodo mahasiswa jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, memohon ketersediaan Bapak/Ibu/Sdr untuk berkenan melakukan wawancara terkait penelitian ini. Daftar pertanyaan wawancara ini berkaitan dengan Keamanan Air pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede. Hasil wawancara akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata. Atas partisipasinya, saya ucapkan terima kasih.

#### A. Identitas

Responden

Nama : Samidi

Umur : 55 Tahun

Jenis kelamin : Laki-laki

Unit/Departemen : Divisi operasional

#### B. Perumda PDAM Tirtamarta Unit Kotagede

No	Pertanyaan
	<b>Kualitas Air</b>
1	Bagaimana kualitas air baku (sumur bor) yang digunakan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtamarta Unit Kotagede ? <b>Jawab :</b> Kualitas air baku (sumur bor) yang digunakan mengandung Fe
2	Bagaimana kualitas air yang diproduksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtamarta Unit Kotagede? <b>Jawab :</b> Kualitas air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Kotagede sudah memenuhi baku mutu Permenkes No 2 Tahun 2023

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah rutin menguji kualitas air (uji laboratorium) terhadap air baku (sumur bor) yang digunakan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtamarta Unit Kotagede?</p> <p><b>Jawab :</b> Pengujian kualitas air (uji laboratorium) dilakukan rutin setiap hari dan dilakukan di pipa distribusi dan di filter</p>
4	<p>Bagaimana hasil pengujian kualitas air (uji laboratorium), apakah memenuhi standar baku mutu air minum?</p> <p><b>Jawab :</b> Ya, hasil pengujian kualitas air (uji laboratorium) sudah memenuhi standar sesuai dengan Permenkes No 2 Tahun 2023</p>
<b>Kuantitas Air</b>	
1	<p>Apakah air yang diproduksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtamarta Unit Kotagede mampu memenuhi kebutuhan air di wilayah layanannya?</p> <p><b>Jawab :</b> Air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Kotagede mampu memenuhi kebutuhan air di wilayah layanannya di wilayah Kotagede dan Umbulharjo</p>
2	<p>Bagaimana kuantitas/ketersediaan air baku (sumur bor) selama musimkemarau?</p> <p><b>Jawab :</b> Kuantitas/ketersediaan air baku (sumur bor) selama musim kemarau tidak terlalu berpengaruh, tetapi ada penurunan sedikit.</p>

No	Pertanyaan
3	Apakah pernah terjadi gangguan/penurunan produksi air? <b>Jawab :</b> Pernah terjadi gangguan ketika pipanya keropos karena sudah tua, sehingga harus diganti pipanya dengan pipa besi atau pipa baja
<b>Kontinuitas Air</b>	
1	Apakah pompa distribusi air pernah mengalami kerusakan? <b>Jawab :</b> Pernah, pompanya mengalami korosi karena kandungan fe
2	Apakah pipa distribusi pernah mengalami kebocoran/kerusakan? <b>Jawab :</b> Pernah
3	Bagaimana tingkat pemulihan rantai pasok air setelah terjadi gangguan/kerusakan alat? <b>Jawab :</b> Penggantian alat pompa
<b>Keterjangkauan Air</b>	
1	Apakah tarif air yang diproduksi PDAM Kotagede dirancang untuk keterjangkauan masyarakat? <b>Jawab :</b> Iya, bagi saya tarifnya sudah dirancang untuk keterjangkauan masyarakat, tarifnya tadinya Rp 2500 menjadi Rp3420 per meter kubik di tahun 2022.

No	Pertanyaan
2	<p>Apakah tarif air yang diproduksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtamarta Unit Kotagede sering mengalami kenaikan tarif?  <b>Jawab :</b> Tidak</p>
3	<p>Apakah terdapat evaluasi rutin terkait kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air yang ditawarkan?  <b>Jawab :</b> -</p>
4	<p>Bagaimana tingkat kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air yang ditawarkan?  <b>Jawab :</b> -</p>
<b>Sumber Air Baku</b>	
1	<p>Apakah pernah sumber air baku (sumur bor) mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan? Apa penyebab terjadinya pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan?  <b>Jawab :</b> Pernah, di tahun 1990 ada bakteri E Coli yang diakibatkan oleh pabik kulit (sapi dan kambing). Solusinya dengan mengganti sumur dengan sumur yang lain.</p>
2	<p>Seberapa sering sumber air baku (sumur bor) mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan? Bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air minum?  <b>Jawab :</b> Sering tinggi fe nya dikarenakan struktur tanahnya yang mengandung fe dan juga pipa besi.</p>

No	Pertanyaan
3	<p>Bagaimana kegiatan masyarakat di sekitar sumber air baku (sumur bor)? Apakah ada risiko untuk mencemari sumber air baku (sumur bor) dari kegiatan masyarakat disekitar?</p> <p><b>Jawab :</b> Ada risiko terkontaminasi septic tank dari pemukiman warga, tetapi jaraknya jauh.</p>
4	<p>Bagaimana pengaruh cuaca ekstrem musim (kemarau dan hujan) terhadap kualitas dan kuantitas sumber air baku (sumur bor)?</p> <p><b>Jawab :</b> Ketika musim hujan kuantitas dari sumur semakin banyak dan ketika kemarau sedikit menurun. Kualitasnya air dari sumur bor sama saja.</p>
5	<p>Apakah ada pemantauan rutin terhadap kualitas air baku (sumur bor)? Bagaimana hasil pemantauan dan seberapa sering pemantauan dilakukan?</p> <p><b>Jawab :</b> Setiap bulan ada pemantauan kualitas air dan pompa</p>
<b>Unit Aerator</b>	
1	<p>Apa saja risiko kontaminasi yang dapat terjadi selama proses aerator ?</p> <p><b>Jawab :</b> Risiko kontaminasi yang dapat terjadi yaitu masuknya debu, lumut, rumput ke dalam aerator karena kurang rapatnya atap aerator sehingga debu, lumut, dan rumput dapat masuk ke dalam.</p>

No	Pertanyaan
2	<p>Apakah pernah terjadi masalah teknis/kerusakan alat pada unit aerator? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>
3	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan dalam proses aerator? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab : Di aerator sering kotor sehingga setiap bulan harus dibersihkan.</b></p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan untuk memantau kinerja unit aerasi? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>
<b>Unit Kolam Sedimentasi</b>	
1	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan dalam proses sedimentasi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p><b>Jawab : Pernah terjadi kerusakan pada asloter, asloter adalah alat untuk menguras fe.</b></p>
2	<p>Apakah pernah terjadi masalah dengan dosis bahan kimia yang digunakan? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah pernah terjadi masalah teknis/kerusakan alat pada unit kolam Sedimentasi? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab :</b> Pernah, terjadi pengeroposan atau kebocoran pada kolam Sedimentasi sehingga harus ditambal menggunakan semen. Dalam 30 tahun pernah terjadi 2 kali jebol. Di dinding kolam Sedimentasi juga sering munculnya lumut</p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau kinerja unit koagulasi flokulasi? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>
<b>Unit Sand Filter - Filtrasi</b>	
1	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan dalam proses Filtrasi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab :</b> Pernah terjadi diakibatkan penumpukan partikel dan kotoran di media filter. Sehingga harus dibersihkan dengan cara backwash.</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi masalah teknis/kerusakan alat pada unit Filtrasi? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab :</b> Pernah terjadi kerusakan, keropos pada filter jalan keluar air. Solusinya mengganti filter dengan yang baru.</p>
3	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan dalam proses filtrasi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p><b>Jawab :</b> Sering kemasukan material dari luar seperti daun, kotoran, dll sehingga harus dibersihkan seminggu sekali.</p>

No	Pertanyaan
4	<p>Apakah pernah terjadi kerusakan pada media filtrasi?  <b>Jawab : -</b></p>
5	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau kinerja unit sedimentasi filtrasi? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?  <b>Jawab : -</b></p>
<b>Unit Reservoir</b>	
1	<p>Apakah pernah mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan pada air di Reservoir? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?  <b>Jawab : Air</b> terkadang kotor karena masih ada endapan Fe dalam air sehingga dilakukan penambahan gas klor pada unit reservoir sebanyak 2kg.</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kebocoran/kerusakan struktural pada Reservoir? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?  <b>Jawab : -</b></p>
3	<p>Apakah ada pemeliharaan dan pemeriksaan rutin pada kondisi fisik dan keamanan pada Reservoir? Seberapa sering dan bagaimana hasilnya?  <b>Jawab : Hanya</b> melakukan pemantauan jumlah air saja</p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau tingkat air pada clearwell? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?  <b>Jawab : -</b></p>

No	Pertanyaan
<b>Unit Pressure Tank</b>	
1	<p>Apakah pernah mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan pada air di Pressure Tank? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kebocoran/kerusakan struktural pada Pressure Tank? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p><b>Jawab : Stop run bocor/rusak karena usia yang sudah tua.</b></p>
3	<p>Apakah ada pemeliharaan dan pemeriksaan rutin pada kondisi fisik dan keamanan pada Pressure Tank? Seberapa sering dan bagaimana hasilnya?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau tingkat air pada pressure tank? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p><b>Jawab : -</b></p>

## Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara



### Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air





#### Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Data Parameter Insitu





## Lampiran 5 Laporan Hasil Uji Laboratorium



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



AM.105.476.08.24

### LAPORAN HASIL PENGUJIAN

A. IDENTITAS	
Nama	: Sdr. Janggan Priyambodo
ID Pelanggan	: -
Perusahaan / Instansi	: Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII
Jenis Kegiatan	: [38] Kegiatan Riset
Alamat	: Jl. Kaliurang km 14,5, Ngemplak, Sleman, DI. Yogyakarta
Email	: -
Jenis Order	: <input checked="" type="checkbox"/> Pengujian <input type="checkbox"/> Sampling & Pengujian
B. INFORMASI CONTOH UJI	
Kode Sampel	: AM.234
Nama Sampel	: Air Minum
Jumlah Sampel	: 1
Parameter uji	: Kekeruhan, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Total Coliform, E. Coli
Pengambil Sampel	: <input type="checkbox"/> Petugas Laboratorium <input checked="" type="checkbox"/> Diambil sendiri
Tanggal Pengambilan Sampel	: -
Tanggal Penerimaan Sampel	: 13 Agustus 2024
Tanggal Pengujian	: 14 s.d. 26 Agustus 2024
Lokasi	: Intake Kotagede
Kode & Koordinat Lokasi	
AM.234	: E : -      S : -

Laporan hasil uji ini dibuat secara obyektif dan independen yang hanya berlaku untuk contoh yang diuji. Laporan ini tidak dapat digunakan untuk tujuan pemenuhan regulasi KLHK. Dilarang menggandakan sebagian dan atau seutuhnya tanpa izin Manajer Laboratorium Kualitas Lingkungan.



Yogyakarta, 27 Agustus 2024  
Manajer Laboratorium

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Hal. 1 dari 4

VALUES | INNOVATION | PERFECTION



www.environment.uii.ac.id



Email: envirolab@uii.ac.id



Telp. (0274) 896440 ext : 3223; HP: 0812 2274 2234



AM.105.478.08.24

## HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AM.234	
<b>A. Parameter Fisik</b>				
1	Kekeruhan*	NTU	1,00	SNI 3554:2015
<b>B. Parameter Kimiawi</b>				
2	Nitrit (Sebagai NO <sub>2</sub> )*	mg/L	0,01 ± 0,003	SNI 3554:2015
3	Nitrat (Sebagai NO <sub>3</sub> ')	mg/L	<0,70	SNI 3554:2015
<b>C. Parameter Biologi</b>				
4	Total Coliform	MPN/100mL	<1	SM Ed. 23, 9221, 2017
5	<i>E.coli</i>	MPN/100mL	<1	SM Ed. 23, 9221, 2017

\*) Parameter terakreditasi KAN



Yogyakarta, 27 Agustus 2024  
Kepala Laboratorium  
  
(Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.)

Hal. 2 dari 4





AM.105.476.08.24

## LAPORAN HASIL PENGUJIAN

A. IDENTITAS	
Nama	: Sdr. Janggan Priyambodo
ID Pelanggan	: -
Perusahaan / Instansi	: Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII
Jenis Kegiatan	: [38] Kegiatan Riset
Alamat	: Jl. Kaliurang km 14,5, Ngemplak, Sleman, DI. Yogyakarta
Email	: -
Jenis Order	: <input checked="" type="checkbox"/> Pengujian <input type="checkbox"/> Sampling & Pengujian
B. INFORMASI CONTOH UJI	
Kode Sampel	: AM.235
Nama Sampel	: Air Minum
Jumlah Sampel	: 1
Parameter uji	: Kekeruhan, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Total Coliform, E. Coli
Pengambil Sampel	: <input type="checkbox"/> Petugas Laboratorium <input checked="" type="checkbox"/> Diambil sendiri
Tanggal Pengambilan Sampel	: -
Tanggal Penerimaan Sampel	: 13 Agustus 2024
Tanggal Pengujian	: 14 s.d. 26 Agustus 2024
Lokasi	: Output Kotagede
Kode & Koordinat Lokasi	
AM.235	: E : - S : -

Laporan hasil uji ini dibuat secara obyektif dan independen yang hanya berlaku untuk contoh yang diuji. Laporan ini tidak dapat digunakan untuk tujuan pemenuhan regulasi KLHK. Dilarang menggandakan sebagian dan atau seutuhnya tanpa izin Manajer Laboratorium Kualitas Lingkungan.



Yogyakarta, 27 Agustus 2024  
Manajer Laboratorium

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Hal. 3 dari 4

VALUES | INNOVATION | PERFECTION



www.environment.uii.ac.id



Email: envirolab@uii.ac.id



Telp. (0274) 896440 ext: 3223; HP. 08122274 2234



AM.105.476.08.24

## HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AM.235	
<b>A. Parameter Fisik</b>				
1	Kekeruhan*	NTU	0,05	SNI 3554:2015
<b>B. Parameter Kimiawi</b>				
2	Nitrit (Sebagai NO <sub>2</sub> '*)	mg/L	<0,01	SNI 3554:2015
3	Nitrat (Sebagai NO <sub>3</sub> '*)	mg/L	<0,70	SNI 3554:2015
<b>C. Parameter Biologi</b>				
4	Total Coliform	MPN/100mL	<1	SM Ed. 23, 9221, 2017
5	<i>E.coli</i>	MPN/100mL	<1	SM Ed. 23, 9221, 2017

\*) Parameter terakreditasi KAN

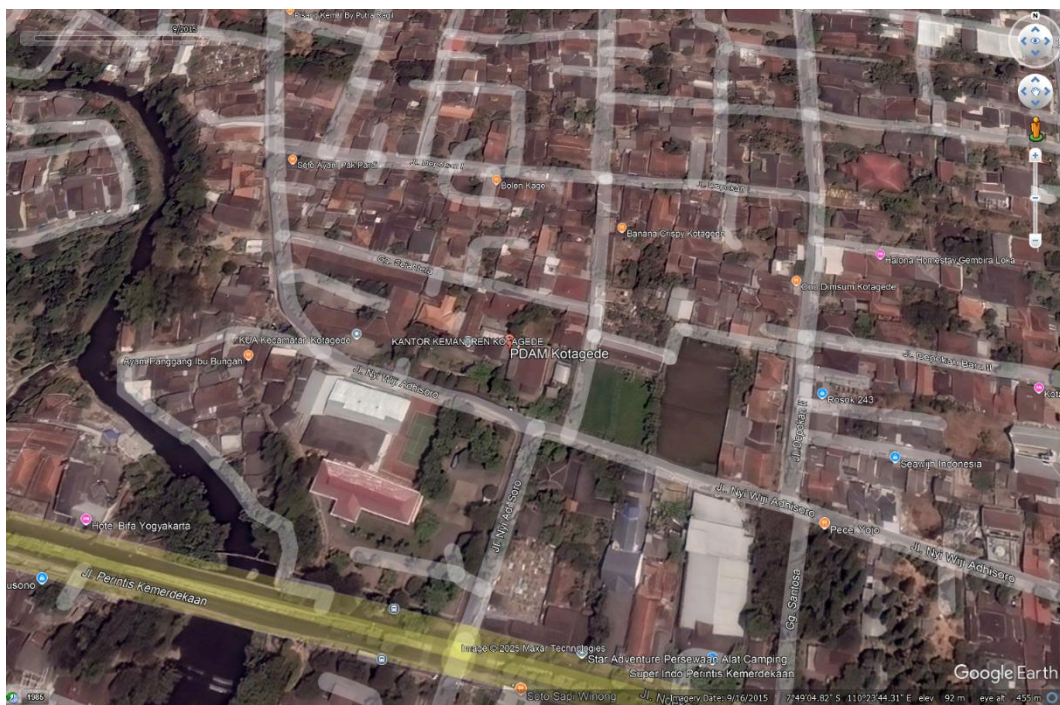
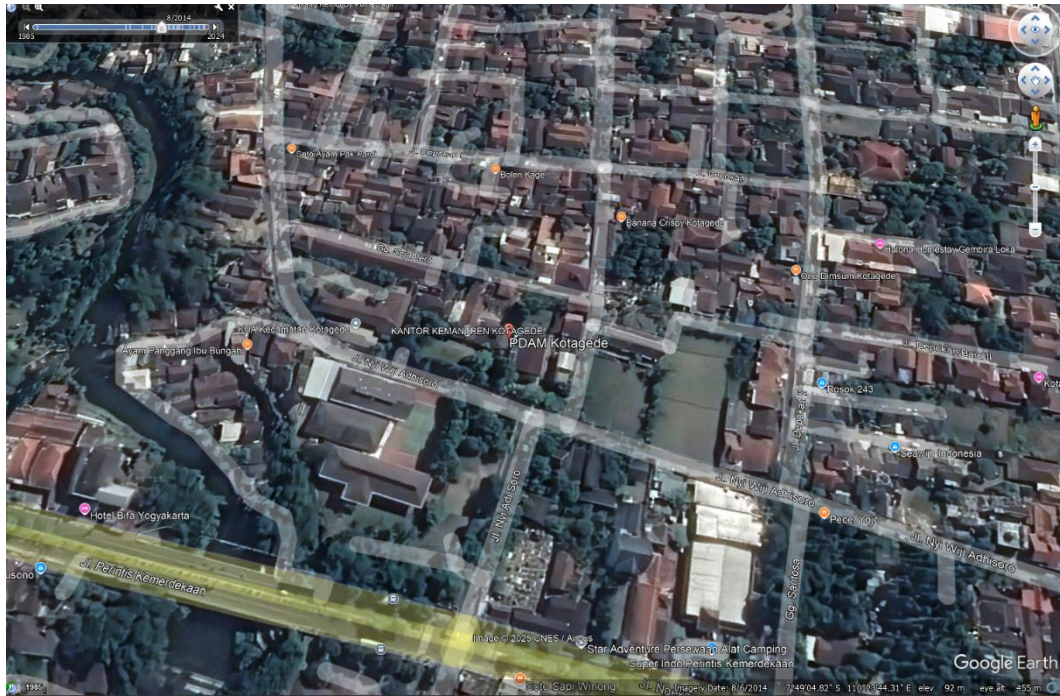


Yogyakarta, 27 Agustus 2024  
Kepala Laboratorium

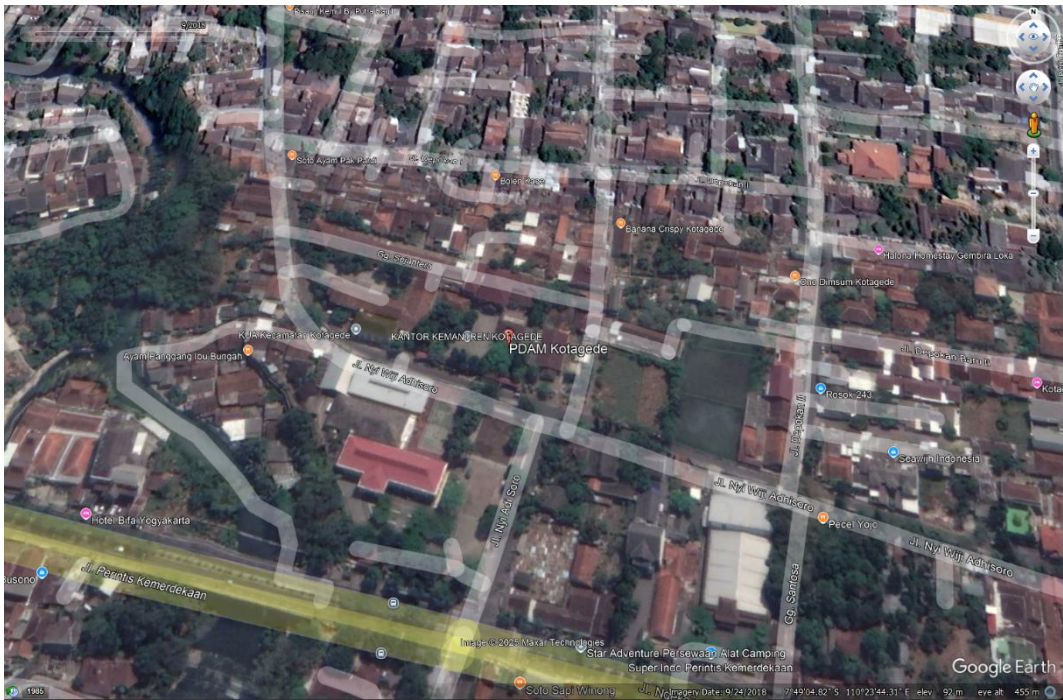
(Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.)

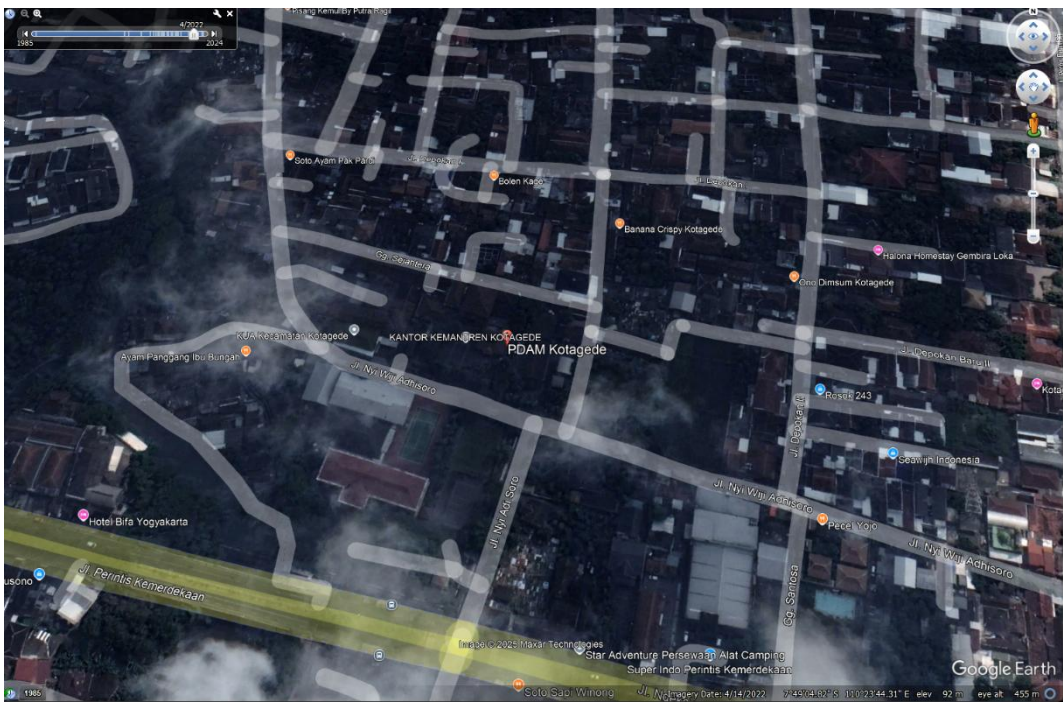
Hal. 4 dari 4

## Lampiran 6 Tata Guna Lahan 10 Tahun Terakhir (2014-2024)











## **RIWAYAT HIDUP**



Janggan Priambodo lahir di Temanggung tanggal 27 Juli 2002. Merupakan anak kedua dari pasangan Edris Gondo Irianto dan Widayati. Penulis menempuh Pendidikan SMA di SMAN 1 Temanggung pada tahun 2017 - 2020 dan menempuh jenjang Pendidikan di S1-Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Pengalaman organisasi penulis pernah menjabat sebagai ketua bidang sosial dusun binaan periode 2021/2022. Pengalaman Kerja Praktik di PT Dharma Satya Nusantara Tbk. pada bulan Maret-April 2023.