



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Kajian Penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

Muhammad Naufal Fakhruddin

20513212

Dosen Pembimbing 1:

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

Dosen Pembimbing 2:

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

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Study of the Implementation of *Water Safety Plan* at Perumda PDAM Tirtamarta Padasan Production Unit

Muhammad Naufal Fakhruddin

20513212

Supervisor 1:

Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., IPP.

Supervisor 2:

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

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR


**Kajian Penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta
Unit Produksi Padasan**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

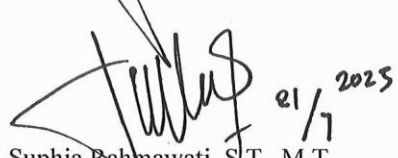
Muhammad Naufal Fakhruddin

20513212

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 18 Juli 2025 dan disetujui oleh:


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

(Pembimbing 1)


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

(Pembimbing 2)


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

(Penguji)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana


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

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 18 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Naufal Fakhruddin
20513212

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 Produksi Padasan. Shalawat dan salam penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga, dan para sahabatnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan 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. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat serta arahan selama penelitian ini berlangsung.
5. Ibu Ir. Niesa Hanum Mistoro, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu selaku orang tua penulis yang sangat penulis cintai yang

selalu memberikan doa dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.

7. Seluruh Pegawai Perumda Air Minum Tirtamarta yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan memberikan informasi yang dibutuhkan.
8. Teman – teman program studi teknik lingkungan angkatan 2020 yang telah memberikan bantuan selama masa perkuliahan.
9. Pihak – pihak lain yang telah membantu penulis selama perkuliahan di teknik lingkungan universitas islam indonesia.

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, 18 Juli 2025



Muhammad Naufal Fakhruddin

ABSTRAK

Water safety Plan merupakan suatu pendekatan untuk menilai risiko yang komprehensif dan pendekatan manajemen risiko untuk menjamin keamanan air minum yang mencakup semua tahapan dalam pasokan air, dari sumber air baku hingga pelanggan. Tujuan utama dari *water safety plan* adalah untuk mencegah kontaminasi air pada sumbernya, mengelola risiko selama proses pengolahan dan distribusi, serta memastikan bahwa air yang sampai ke konsumen aman untuk diminum. Komponen *Water Safety Plan* (WSP) adalah mengamankan sistem penyediaan air minum melalui penilaian sistem, verifikasi kualitas air, penilaian risiko, pengendalian risiko, dan pemantauan operasional. Tahapan analisis data dilakukan dengan menggunakan penilaian risiko semi kuantitatif dengan matriks (5x5). Pada penilaian risiko awal yang teridentifikasi terdiri dari 5 kategori sedang, dan 4 kategori rendah tanpa adanya kategori risiko tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan dan penilaian risiko pada penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta unit Produksi Padasan menunjukkan bahwa secara keseluruhan Perumda PDAM Tirtamarta Produksi Padasan telah menerapkan WSP dengan baik, namun masih terdapat risiko dengan tingkat risiko tinggi dan diperlukan perbaikan. Pengendalian yang dilakukan Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan, seperti peningkatan prosedur operasional, optimalisasi pemeliharaan infrastruktur, dan pengawasan kualitas air secara berkala.

Kata Kunci : *Water Safety Plan* , Penilaian Risiko, PDAM

ABSTRACT

Water safety plan is an approach to assess comprehensive risks and risk management approach to ensure the safety of drinking water that covers all stages of water supply, from raw water source to customer. The main objective of the water safety plan is to prevent water contamination at the source, manage risks during the processing and distribution process, and ensure that water reaching consumers is safe to drink. The components of the Water Safety Plan (WSP) are to secure the drinking water supply system through system assessment, water quality verification, risk assessment, risk control, and operational monitoring. The data analysis stage is carried out using a semi-quantitative risk assessment with a matrix (5x5). In the initial risk assessment identified, there were 5 medium categories, and 4 low categories without any high risk categories. Based on the results of observations and risk assessments in the implementation of the Water Safety Plan at Perumda PDAM Tirtamarta Padasan Production Unit, it shows that overall Perumda PDAM Tirtamarta Padasan Production has implemented WSP well, but there are still risks with a high risk level and improvements are needed. Controls carried out by Perumda PDAM Tirtamarta Padasan Production Unit, such as improving operational procedures, optimizing infrastructure maintenance, and monitoring water quality periodically.

Keywords: Water Safety Plan, Risk Assessment, PDAM

DAFTAR ISI

ABSTRAK	7
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sumber Air Baku	5
2.2 Perumda Air Minum Tirtamarta	5
2.3 Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, Dan Keterjangkauan (4K) Air	7
2.3.1 Kualitas Air.....	7
2.3.2 Kuantitas Air.....	11
2.3.3 Kontinuitas Air	11
2.3.4 Keterjangkauan Air.....	12
2.4 <i>Water Safety Plan</i>	12
2.5 Penilaian Risiko	13
2.7 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Lokasi	19
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	20
3.3 Parameter dan Metode Uji.....	21
3.4 Prosedur Analisis Data	22
3.4.1 Identifikasi Risiko dan Tindakan Pengendalian	22
3.4.2 Penilaian Risiko.....	25
3.4.3 Tindakan Pengendalian	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Gambaran Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.....	28
4.2 Analisis Kualitas Air Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan	31
4.2.1. Parameter Fisik.....	31
4.2.2 Parameter Kimia.....	34
4.2.3 Parameter Mikrobiologi	37
4.3 Analisis Risiko Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan..	40
4.3.1 Identifikasi Risiko	40
4.3.2 Kejadian Risiko	40
4.3.3 Analisis penilaian Risiko dan Tindakan Pengendalian	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55
Lampiran 1 Daftar Pertanyaan Wawancara.....	55
Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara	66
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air.....	67
Lampiran 4 Dokumentasi Unit Pengolahan	68
Lampiran 5 Dokumentasi Pengukuran Data In Situ.....	70
Lampiran 6 Laporan Hasil Uji Laboratorium.....	72
Lampiran 7 Tata Guna Lahan 10 Tahun Terakhir (2012-2022).....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3. 1 Parameter Metode Pengujian Sampel Kualitas Air.....	21
Tabel 3. 2 Contoh Jenis Bahaya	22
Tabel 3. 3 Contoh Kejadian Bahaya	24
Tabel 3. 4 Kemungkinan Risiko.....	25
Tabel 3. 5 Keparahan Risiko	25
Tabel 3. 6 Matriks Risiko (5x5)	26
Tabel 3. 7 Contoh Tindakan pengendalian	27
Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko.....	40
Tabel 4. 2 Kejadian Risiko.....	41
Tabel 4. 3 Penilaian Risiko Awal.....	42
Tabel 4. 4 Penilaian Risiko Residual	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	20
Gambar 4. 1 Diagram Alir IPA Padasan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Layout IPA Padasan	31
Gambar 4. 3 Nilai Suhu air Perumda PDAM Padasan.....	32
Gambar 4. 4 Nilai ORP air Perumda PDAM Padasan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Nilai TDS air Perumda PDAM Padasan	33
Gambar 4. 6 Nilai kekeruhan air Perumda PDAM Padasan	34
Gambar 4. 7 Nilai pH air Perumda PDAM Padasan	35
Gambar 4. 8 Nilai Nitrat air Perumda PDAM Padasan	36
Gambar 4. 9 Nilai Nitrit air Perumda Air Minum Padasan	37
Gambar 4. 10 Nilai Total coliform air Perumda Air Minum Padasan.....	38
Gambar 4. 11 Nilai E. coli air Perumda Air Minum Padasan.....	39
Gambar 4. 12 Grafik Penilaian Risiko Awal	44
Gambar 4. 13 Grafik Penilaian Tahap Dua.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu elemen penting di dalam ekologi yang berperan penting dalam peningkatan kesejahteraan dan keberlangsungan hidup masyarakat, dan diperlukan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kehidupan manusia tidak lepas dari kebutuhan air bersih, terutama kebutuhan air minum. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di suatu daerah, hal ini membuat kebutuhan akan air sebagai air minum akan semakin meningkat. Ditambah lagi dengan semakin majunya suatu daerah, maka semakin beragam potensi zat pencemar yang dapat merusak sumber air baku yang bersumber dari kegiatan masyarakat sekitar. Air bersih yang ideal harus memiliki karakter fisik diantaranya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau, serta tidak lagi mengandung mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan bahaya bagi kesehatan manusia (Aronggear et al., 2019). Air bersih merupakan sumber daya dan kebutuhan yang utama bagi kehidupan masyarakat, sehingga diperlukan adanya upaya untuk memastikan keamanan suplai air minum secara konsisten. Upaya pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan analisa dan manajemen resiko dari pengelolaan di sumber hingga sampai ke konsumen. Pendekatan ini disebut *Water Safety Plan* (WSP).

Water safety Plan merupakan suatu pendekatan untuk menilai risiko yang komprehensif dan pendekatan manajemen risiko untuk menjamin keamanan air minum yang mencakup semua tahapan dalam pasokan air, dari sumber air baku hingga pelanggan (Sam Godfrey and Guy Howard, 2004 dan WHO, 2009). Tujuan utama dari *water safety plan* adalah untuk mencegah kontaminasi air pada sumbernya, mengelola risiko selama proses pengolahan dan distribusi, serta memastikan bahwa air yang sampai ke konsumen aman untuk diminum. Komponen *Water Safety Plan* (WSP) adalah mengamankan sistem penyediaan air minum melalui penilaian sistem, verifikasi kualitas air, penilaian risiko, pengendalian risiko, dan pemantauan operasional. Rancangan *Water Safety Plan* atau WSP terdiri

dari WSP-sumber, WSP-operator, WSP-komunitas, dan WSP-Konsumen (Effendi, 2013).

Sejalan dengan salah satu instruksi dari *Sustainable Development Goal's* (SDG's) khususnya dalam mencapai tujuan ke-6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) dan ke-11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan), dimana air minum dan sanitasi merupakan poin teratas guna mewujudkan hal tersebut. Sumber air baku utama untuk pelayanan Kota Yogyakarta yang dikelola oleh Perumda PDAM Tirtamarta berdasarkan laporan tahun 2019 berasal dari 1 sungai, 1 mata air, 2 sumur dangkal gravitasi, 17 (tujuh belas) sumur dangkal dengan pompa listrik dan 39 (tiga puluh sembilan) sumur dalam. Kapasitas produksi berdasarkan laporan teknis Perumda PDAM Tirtamarta tahun 2018 adalah 469,31 l/dt, meningkat pada tahun 2019 yaitu sekitar 515,04 l/dt dan kembali mengalami penurunan pada tahun 2020, yaitu berkisar 501,67 l/dt yang melayani sebanyak 32.363 pelanggan pada akhir Tahun 2020.

Perusahaan Umum Daerah (Perumda) PDAM Tirtamarta Yogyakarta Perusahaan Umum Daerah PDAM Tirtamarta yang selanjutnya disebut PDAM Tirtamarta adalah Perusahaan Umum Daerah yang seluruh modalnya dimiliki satu daerah dan tidak terbagi atas saham yang beralamatkan di Jalan Wolter Wongonsidi Nomor 3 Yogyakarta merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pelayanan air bersih untuk masyarakat Kota Yogyakarta. Berdasarkan Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 45 Tahun 2022 bahwa Perusahaan Umum Daerah PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta merupakan Perusahaan Umum Daerah yang menyelenggarakan penyediaan air minum di wilayah Kota Yogyakarta dan sekitarnya. Sumber Air baku Perumda PDAM Tirtamarta berupa air permukaan dan air tanah meliputi mata air, sumur dangkal dan sumur dalam sebanyak 58 unit.

Sistem pengaliran air yang digunakan dengan sistem perpompaan dan sistem gravitasi. Untuk memenuhi kualitas air bersih maka Perumda PDAM Tirtamarta mempunyai 7 (tujuh) Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang dapat menampung air dari berbagai sumber air dan untuk mengalir daerah layanan. Beberapa wilayah pelayanan Perumda PDAM Tirtamarta Yogyakarta meliputi Wilayah Kota Yogyakarta, dan sebagian wilayah Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Salah

satu Instalasi Pengolahan Air (IPA) Perumda PDAM Tirtamarta berada di wilayah Padasan dengan kapasitas 51,7 lt/dtk yang terletak di wilayah Kabupaten Sleman. Pada tahun 2020 Perumda PDAM Tirtamarta mengalami kehilangan air sebesar 57,17% dari total air produksi sehingga program penurunan tingkat kebocoran air merupakan program prioritas yang harus segera dilakukan oleh Perumda PDAM Tirtamarta Yogyakarta. Dari uraian diatas maka diperlukan adanya penelitian lebih lanjut untuk menilai penerapan *Water Safety Plan* (WSP) pada Perumda PDAM Tirtamarta.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang di atas, Perumda PDAM Tirtamarta mengalami kehilangan air sebesar 57,17% dari total air produksi sehingga program penurunan tingkat kebocoran air. Rumusan masalah dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

- 1) Bagaimana penerapan konsep *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.
- 2) Bagaimana potensi risiko yang menjadi ancaman bagi kemandirian air pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian antara lain yaitu:

- 1) Melakukan penilaian terhadap konsep penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.
- 2) Menganalisis potensi risiko yang dapat mengancam keamanan air dengan standar *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari pelaksanaan penelitian antara lain yaitu:

- 1) Manfaat bagi Perguruan Tinggi

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan bahan pembelajaran,

terkhusus mengenai konsep penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Padasan.

2) Manfaat bagi Masyarakat

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

3) Manfaat bagi Mahasiswa

Penelitian ini menjadi syarat akhir akademik bagi mahasiswa untuk dinyatakan lulus, dan hasil penelitian ini dapat menjadi sarana untuk menambah pengetahuan dan wawasan yang lebih mendalam mengenai penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup berisi tentang variabel yang akan diteliti dan variabel yang diasumsikan sebagai parameter konstanta atau parameter yang diabaikan. Diharapkan batasan-batasan penelitian menjadi jelas dari sini.

- 1) Penelitian dilakukan pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.
- 2) Penelitian akan dilakukan dengan 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 Produksi Padasan, serta melakukan pengisian kuisioner dan pengambilan sampel uji.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Air Baku

Air Baku merupakan air yang berasal dari sumber air yang menjadi bahan baku pengolahan untuk dimanfaatkan untuk keperluan industri, pelayanan umum dan kebutuhan domestik. Air baku tidak dapat langsung dikonsumsi karena mengandung banyak senyawa biologi dan kimia berbahaya yang harus dihilangkan terlebih dahulu. Air baku harus di uji kualitasnya agar sesuai dengan standar baku mutu yang berlaku yang terdapat Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan. Sumber air baku dapat berasal dari air tanah dan air permukaan seperti sungai atau danau. Air tanah merupakan air yang berada pada lapisan geologi beberapa keuntungan menggunakan air tanah yaitu air bebas dari bakteri, tidak keruh dan biaya perawatan tergolong lebih murah dibandingkan dengan air sungai (Subekti, 2012). Mengingat bagaimana kondisi air permukaan yang beragam, maka dibutuhkan standar kelayakan air permukaan untuk dijadikan air baku. Sumber air baku utama untuk pelayanan sistem penyediaan air minum Kota Yogyakarta ini dikelola oleh Perumda PDAM Tirtamarta, dengan menggunakan sumber air baku dari mata air Umbul Wadon dan Karanggayam I, Sungai Padasan, Sumur dalam (*deep well*) dan sumur dangkal yang tersebar di wilayah Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.

2.2 Perumda Air Minum Tirtamarta

Perumda PDAM Tirtamarta merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) bergerak dibidang pelayanan air minum yang dibentuk oleh pemerintah daerah. Banyak persoalan yang dihadapi untuk menghasilkan air minum terutama instalasi pengolahan yang dibangun pada 20 tahun lalu bahkan ada yang sampai 40 tahun yang lalu, mengolah air dengan kondisi kualitas air baku yang pada saat itu lebih baik pada kondisi yang ada. Selain dari itu adanya masalah keseimbangan penggunaan sumberdaya air yang tidak merata (Hartono, 2014).

Perumda PDAM Tirtamarta merupakan penyuplai utama Sistem penyediaan air minum untuk Kota Yogyakarta. Pelayanan air bersih yang dikelola oleh Perumda PDAM Tirtamarta yang sebagian menggunakan sistem gravitasi dan sebagian lagi menggunakan sistem pemompaan. Sistem gravitasi kebanyakan dilakukan dengan mengambil air baku dari mata air-mata air dan sebagian air seungai sedangkan sistem pemompaan sebagian besar menggunakan air baku dari sumur dalam dan sumur dangkal. Cakupan pelayanan sistem perkotaan Yogyakarta sudah mencakup seluruh wilayah kecamatan di wilayah Perkotaan Yogyakarta yaitu, Kecamatan Mantrijeron, Kecamatan Kraton, Kecamatan Mergangsan, Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Kotagede, Kecamatan Gondokusuman, Kecamatan Danurejan, Kecamatan Pakualaman, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Ngampilan, Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Gedongtengen, Kecamatan Jetis, Kecamatan Tegalrejo yang disuplai melalui 7 sub sistem pelayanan. Masing-masing sub sistem disuplai oleh beberapa sumber air baku yang berbeda yang kemudian dimasukkan dalam satu reservoir induk distribusi, kemudian dari reservoir induk ditribusi dialirkan ke daerah pelayanan masing-masing. Salah satu sub sistem pada Perumda Tirtamarta adalah sub sistem Padasan.

Perumda PDAM Tirtamarta sub sistem Padasan menggunakan air yang berasal dari Sumur Bedoyo dan Intake Padasan dialirkan secara gravitasi menuju Bak Penangkap Pasir (Bak Pra-Sedimentasi) untuk mengendapkan partikel-partikel diskrit, selanjutnya dialirkan secara gravitasi menuju IPA Padasan menggunakan pipa diameter 500 mm sepanjang 200 m. Adapun IPA Padasan yang dimaksud terdiri dari unit-unit :

- 1) Sump (Pengumpul) 1 (satu) unit
- 2) Bak Sedimentasi 2 (dua) unit paralel
- 3) Filter (Rapid Sand Filter) 2 (dua) unit paralel
- 4) Reservoir, kapasitas 300 m³
- 5) Kapasitas pengolahan 70 lt/dtk

Dari IPA Padasan ini, air dialirkan menuju ke Reservoir II, untuk selanjutnya dialirkan secara gravitasi menuju Bak Penampung Pokoh menggunakan pipa CIP diameter 200 mm sepanjang 500 m. Air yang berada di Reservoir I digunakan untuk pencucian (*Back Wash*) *Rapid Sand Filter* (RSF) bila RSF tersebut '*clogging*', yang dioperasikan berdasarkan tekanan yang ada dalam sistem tersebut. *Clear Well* yang berada di Padasan yang merupakan ground reservoir yang berkapasitas 300 m³.

2.3 Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, Dan Keterjangkauan (4K) Air

2.3.1 Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari berbagai macam sumber air. Kriteria mutu air merupakan suatu dasar baku mengenai syarat kualitas air yang dapat digunakan. Baku mutu air adalah suatu peraturan yang ditetapkan oleh suatu negara atau suatu daerah yang bersangkutan. Kelayakan dan aman untuk dikonsumsi serta sesuai standar air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 yang dimaksud air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat dan standar kesehatan dan dapat langsung diminum. Oleh karena itu air yang layak dikonsumsi adalah air yang memenuhi standar kualitas tertentu sehingga aman untuk dikonsumsi oleh manusia tanpa menimbulkan risiko penyakit berbahaya dan efek samping negatif bagi kesehatan. Air ini harus bebas dari kontaminasi fisik, kimia, dan mikrobiologi yang berbahaya sehingga menjadi air minum yang layak untuk diminum.

A. Parameter Fisik

Parameter fisik air adalah parameter yang dapat diamati secara langsung dan menggambarkan kondisi visual serta sifat fisik dari air tersebut. Parameter ini penting untuk menilai kejernihan, kenyamanan, dan estetika air. Parameter fisik diantaranya :

1. Suhu

Suhu air ideal yang ditetapkan adalah sekitar $\pm 3^{\circ}\text{C}$ untuk menjamin bahwa air

tersebut aman dan layak digunakan untuk keperluan tertentu, seperti air minum, perikanan, pertanian, atau industri. Suhu air merupakan salah satu parameter fisik kualitas air yang sangat mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya serta proses-proses kimia dan biologis di air. Meskipun suhu air tidak secara langsung bersifat toksik, tetapi tetap menjadi indikator penting terhadap kualitas air secara keseluruhan.

2. Kekерuhan (Turbiditas)

Air dikatakan keruh jika air tersebut memiliki kandungan begitu banyak partikel material yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Kekерuhan (turbiditas) pada kualitas air adalah ukuran sejauh mana air kehilangan kejernihannya akibat adanya partikel tersuspensi seperti lumpur, pasir, mikroorganisme, dan bahan organik maupun anorganik lainnya. Kekерuhan tidak mengukur warna atau kejernihan visual secara langsung, tetapi lebih ke intensitas hamburan cahaya oleh partikel di dalam air.

3. *Total Dissolved Solids* (TDS)

Total Dissolved Solids (TDS) mengacu pada mineral yang terlarut dalam air, terlepas dari apakah mereka ada dalam bentuk padat atau cair. TDS dihitung menggunakan bagian per juta (ppm) sebagai unit pengukuran (Cahyani, Harmadi, & Wildian, 2016). TDS adalah salah satu indikator penting untuk menilai kualitas air minum. Kadar TDS yang tinggi dapat mempengaruhi rasa dan bau air, serta berpotensi menandakan adanya kontaminasi atau zat terlarut yang berbahaya bagi masalah kesehatan jika zat terlarut tersebut berbahaya.

4. Warna

Parameter warna pada kualitas air mengacu pada keberadaan warna dalam air yang dapat menjadi indikasi adanya zat terlarut atau tersuspensi yang mungkin berbahaya atau tidak diinginkan. Air yang jernih dan tidak berwarna biasanya dianggap lebih baik, sedangkan air yang berwarna dapat menunjukkan adanya kontaminasi atau masalah kualitas. Dalam Permenkes No. 2 tahun 2023, warna

pada air minum maksimum 10 TCU.

5. Rasa

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 air minum yang baik adalah tidak memiliki rasa yang mencolok atau asing. Kualitas air yang buruk ditunjukkan dengan adanya rasa asam, manis, pahit, atau asin. Air yang layak dikonsumsi seharusnya tidak berasa, berdasarkan ciri fisik dan dirasakan melalui lidah. Adanya rasa asam, manis, pahit atau asin pada air dapat menunjukkan bahwa kualitas air tersebut buruk (tidak sesuai). Natrium klorida yang terkandung dalam air dapat menimbulkan rasa asin sedangkan asam organik dan anorganik dapat menimbulkan rasa asam pada air (Pertiwi, 2016).

6. Bau

Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 air minum harus tidak berbau. Ini berarti bau tidak boleh terdeteksi oleh indera penciuman manusia dalam kondisi normal atau memiliki bau netral yang tidak mengganggu. Bau pada air dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kontaminasi bakteri, kandungan mineral tinggi, pertumbuhan alga, dan masalah pada sistem pemanas air. Selain itu, pencemaran kimia, seperti dari limbah industri atau pertanian, juga dapat menjadi penyebabnya.

B. Parameter Kimia

Parameter kimia pada air adalah ukuran karakteristik kimia air yang meliputi berbagai zat dan senyawa yang terlarut atau tersuspensi di dalamnya. Parameter ini penting untuk menilai kualitas air, terutama dalam kaitannya dengan kesehatan manusia dan lingkungan. Beberapa parameter kimia penting yang sering diukur dalam air adalah:

1. pH

pH merupakan suatu derajat pengukuran keasaman yang menyatakan seberapa tinggi atau rendah tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan (Mufida, et al, 2020). Dalam konteks kualitas air, pH menunjukkan tingkat ion

hidrogen bebas dan ion hidroksil dalam air. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14, dengan 7 dianggap netral. Air dengan pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan di atas 7 bersifat basa atau alkali. Standar pH air minum yang baik adalah antara 6.5 hingga 8.5. pH air yang terlalu asam atau terlalu basa dapat berdampak buruk bagi kesehatan, seperti mengiritasi kulit, merusak gigi, atau bahkan memengaruhi sistem pencernaan.

2. Nitrat & Nitrit

Kandungan nitrat dan nitrit pada sumber air yang tercemar akibat penggunaan pupuk nitrogen (NPK) dari aktivitas pertanian dan sampah yang mengalami dekomposisi oleh mikroba. Nitrit dan nitrat yang berada di dalam tanah berasal dari amonia yang diubah oleh bantuan bakteri nitrifikasi dalam siklus nitrogen (Nezhad et al., 2017). Senyawa nitrat di dalam tubuh dengan konsentrasi tinggi akan direduksi menjadi nitrit oleh bantuan bakteri rumen yang dapat membahayakan kesehatan. Nitrit dapat membentuk senyawa N-nitroso yang bersifat karsinogenik, teratogenik, dan mutagenik. Senyawa nitrit akan masuk ke dalam darah dan bereaksi dengan hemoglobin sehingga menghasilkan methemoglobin yang dapat merusak sistem pengangkutan oksigen dalam darah (Setiowati, Roto, & Wahyuni, 2016).

C. Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi air adalah ukuran untuk menilai tingkat cemaran mikroorganisme dalam air, yang dapat menjadi indikator adanya bakteri patogen yang berbahaya bagi kesehatan. Parameter ini penting karena air yang terkontaminasi mikroorganisme dapat menyebabkan berbagai penyakit infeksius. Parameter mikrobiologi diukur dalam air adalah *Total Coliform* dan *Escherichia coli*. *Total coliform* dan *E. coli* merupakan indikator utama pencemaran mikrobiologi pada air. Keberadaan keduanya menunjukkan kemungkinan kontaminasi fekal (tinja), yang dapat membawa mikroorganisme patogen penyebab penyakit. Keberadaan bakteri Coliform dan *Escherichia coli* sering digunakan sebagai indikator kualitas mikrobiologi air, karena kedua mikroorganisme ini

mencerminkan tingkat pencemaran oleh bahan organik dan patogen (Annisa, 2021). *Coliform* terbagi menjadi dua, yaitu *Coliform* fekal, yang berasal dari tinja manusia dan hewan termasuk *E. coli*, serta *Coliform* non fekal, yang berasal dari hewan atau tanaman mati. Bakteri *Coliform* yang digunakan sebagai indikator umum pencemaran, sedangkan *E. coli* secara spesifik mengindikasikan adanya kontaminasi fekal (feses/tinja), yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. *E. coli* menjadi indikator penting karena jumlah koloninya berkorelasi positif dengan bakteri patogen. Tingginya konsentrasi bakteri ini dalam air dapat memicu berbagai macam penyakit, seperti diare dan infeksi saluran pencernaan (Rophi, 2022).

2.3.2 Kuantitas Air

Kuantitas air merujuk pada jumlah atau volume air yang tersedia di suatu wilayah, sistem, atau sumber air. Kuantitas air sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air karena dapat mempengaruhi ketersediaan air untuk berbagai keperluan seperti air minum, irigasi, dan kegiatan industri. Kuantitas air ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor teknis yaitu pemakaian meter air, dan faktor sosial ekonomi yaitu populasi dan tingkat kemampuan ekonomi masyarakat (Aronggear et al., 2019). Kuantitas air memiliki standar kebutuhan pokok air minum yaitu kebutuhan air sebanyak 10 m³/kepala keluarga/bulan atau 60 liter/orang/hari.

2.3.3 Kontinuitas Air

Kontinuitas air adalah kemampuan sistem penyediaan air untuk menyediakan air bersih secara berkelanjutan selama 24 jam/hari atau sesuai kebutuhan masyarakat tanpa adanya gangguan. Kontinuitas air merujuk pada ketersediaan air yang terus-menerus, baik dalam jumlah maupun kualitas, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Ini mencakup ketersediaan air bersih yang tidak hanya cukup untuk minum, memasak, dan mandi, tetapi juga untuk kegiatan rumah tangga lainnya, serta mempertimbangkan keberlanjutan pasokan air di masa depan. Kontinuitas berarti air harus selalu tersedia secara terus-menerus meskipun

di musim kemarau selama umur rencana (Putro & Ferdian, 2016).

2.3.4 Keterjangkauan Air

Keterjangkauan air adalah pada kemudahan akses masyarakat terhadap sumber air bersih dan layak minum. Keterjangkauan air mencakup akses fisik ke sumber air, serta kemampuan ekonomi untuk membayar biaya penyediaan air. Keterjangkauan air yang baik berdampak pada kesehatan masyarakat, lingkungan, dan pembangunan ekonomi. Faktor-faktor yang mempengaruhi keterjangkauan air diantaranya akses fisik yang terdiri dari sebaran jaringan perpipaan, jarak tempuh ke sumber air, dan ketersediaan fasilitas penampungan air. Faktor ekonomi yang mencakup biaya air dan kemampuan konsumen untuk membayar tarif penggunaan air. Dalam Permendagri Nomor 21 Tahun 2020 telah diatur bahwa kepala daerah menetapkan tarif batas atas dan tarif batas bawah BUMD yang dimiliki Provinsi, Kabupaten/Kota, dengan cara menetapkan tarif batas yaitu tidak melampaui 4% dari pendapatan masyarakat atau pelanggan.

2.4 *Water Safety Plan*

Water Safety Plan adalah pendekatan secara sistematis untuk memastikan keamanan penyediaan air minum dengan mengidentifikasi dan manajemen risiko yang mempengaruhi keamanan air. Konsep *Water Safety Plan* dikembangkan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai upaya pendekatan yang mencakup segala aspek untuk meningkatkan keamanan air yang berkelanjutan mulai dari sumber air sampai ke tangan konsumen. Dengan menerapkan *Water Safety Plan* dapat memastikan risiko terhadap air dapat teridentifikasi, pengendalian risiko, dan pengelolaan yang baik sehingga air mendapat perlindungan yang lebih baik bagi kesehatan masyarakat (WHO, 2023). Konsep *Water Safety Plan* kemudian diadopsi menjadi program Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) yang diterapkan di PDAM dilakukan sebagai upaya pengamanan terhadap air minum berdasarkan capaian aspek 4K (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan) yang dipersyaratkan sebagai salah satu upaya yang dilakukan untuk mencapai target Rencana Pembangunan Jangka Menengah

Nasional yang dikeluarkan oleh Kementerian PU (Direktorat PU Cipta Karya, 2012). Berdasarkan Surat Edaran Direktur Jendral Cipta Karya Nomor 56 Tahun 2023, *Water Safety Plan* atau disebut juga Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) merupakan upaya pengamanan suplai air minum mulai dari sumber hingga ke konsumen, yang dilakukan oleh berbagai pihak secara terpadu dengan menggunakan pendekatan analisis dan manajemen risiko untuk menjamin air minum yang disuplai aman bagi konsumen dari segi kualitas atau kesehatan. Dalam identifikasi resiko dalam *Water Safety Plan* (WSP) dilengkapi dengan skor resiko untuk melihat besarnya resiko tersebut terhadap aspek 4K (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan) dan penentuan besarnya resiko sebagai acuan prioritas dalam tindakan pengendalian.

Penerapan *Water Safety Plan* WSP ini didukung oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023 dengan menetapkan standar baku mutu air minum yang harus dipenuhi. Hal ini agar pengendalian resiko untuk tujuan pengembangan dapat dilakukan secara tepat sesuai dengan prioritas pengendaliannya. Permenkes No. 2 Tahun 2023 ini mengatur parameter kualitas air minum, termasuk parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi. Penerapan WSP membantu dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko yang dapat mempengaruhi kualitas air minum dan memastikan air minum aman bagi kesehatan masyarakat. Dengan menerapkan WSP, unit pengolahan air minum dapat mengidentifikasi risiko lebih dini, mengontrol proses pengolahan dan distribusi, dan memastikan bahwa agar mutu air yang dikonsumsi masyarakat selalu memenuhi standar kesehatan. Pengawasan dan pemantauan WSP melibatkan pemantauan rutin dan pengawasan kualitas air untuk memastikan bahwa air minum memenuhi standar yang ditetapkan. Dengan menerapkan WSP berdasarkan standar Permenkes No. 2 Tahun 2023, risiko kontaminasi dan gangguan kesehatan dapat diminimalkan.

2.5 Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan aspek penting dalam konsep *Water Safety Plan* untuk mengidentifikasi risiko, menganalisis risiko, dan mengevaluasi risiko yang berhubungan dengan sistem penyediaan air minum. *Water Safety Plan* merupakan

metode pendekatan komprehensif dalam menilai risiko dengan pertimbangan sumber air, instalasi pengolahan air, sistem pendistribusian air dan sistem sanitasi. Stakeholder yang terlibat dalam penilaian risiko adalah masyarakat.

Menurut panduan WHO langkah-langkah dalam penilaian risiko mencakup identifikasi bahaya, penilaian karakteristik dan tingkat bahaya, penilaian kerentanan dan penilaian risiko akhir (WHO, 2023). Penilaian risiko WSP sangat penting untuk dilakukan terutama menggunakan analisis risiko secara kuantitatif dalam penilaian risiko terkait air minum. Metode yang digunakan adalah menggunakan data kualitas air yang ada, pemodelan secara sistematis dan analisis statistik untuk memperkirakan risiko yang akan mengancam kesehatan masyarakat (EPA, 2023).

2.6 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah proses identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko yang mungkin berdampak pada pencapaian tujuan organisasi atau proyek. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko sebelum risiko tersebut terjadi, serta untuk menilai sejauh mana dampak dan kemungkinan terjadinya risiko tersebut sehingga dapat diambil langkah-langkah mitigasi yang tepat. Dalam Konsep *Water Safety Plan* pengendalian risiko adalah mengidentifikasi bahaya, mengevaluasi serta mengurangi risiko bahaya terkait keamanan air minum. Dalam pengendalian risiko berpusat pada risiko penting dan mengutamakan penanganan yang efektif dan ekonomis dalam mengurangi risiko bahaya tersebut. Langkah-langkah efektif dalam pengendalian risiko meliputi pengendalian teknis, kebijakan operasional, dan pelatihan (WHO, 2023). Pengendalian risiko mengintegrasikan pengelolaan risiko ke dalam perencanaan, pengoperasian, dan pemeliharaan sistem air minum. Perlu pemahaman mendalam tentang bahaya dan risiko yang spesifik untuk pemilihan dan pengimplementasian pengendalian risiko.

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 semua penelitian yang telah dilakukan bisa di tarik kesimpulan bahwa semua penelitian berfokus pada keamanan air dengan menganalisa risiko dan pengendalian risiko pada Sistem penyediaan air minum dengan penggunaan metode yang berbeda. Berikut penelitian terdahulu terlampir pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nomor	Topik Penelitian	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Maloho, 2023)					
1	Kajian Penerapan <i>Water Safety Plan</i> pada Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat di Dusun Kemiri Donokerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman	Pamsimas di Dusun Kemiri Donokerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman	Membandingkan antara konsep <i>Water Safety Plan</i> dan Pamsimas di Dusun Kemiri Donokerto dan menganalisis potensi risiko yang akan mengancam keamanan air	Penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu observasi lapangan, wawancara dan kuisisioner ke masyarakat. Tahapan analisis data pendekatan semi kuantitatif deksriptif dengan pendekatan matriks dan penilaian risiko dengan matriks (5x5)	Hasil penilaian risiko tipe kualitas menunjukkan 8 risiko termasuk 2 risiko termasuk 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.
(Muslimin, 2022)					
2	Kajian Penerapan <i>Water Security</i> pada Program Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat di Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, DIY	Pamsimas di Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, DIY	Menganalisis tingkat penerapan <i>Water Security</i> dan mengidentifikasi potensi ancaman keamanan air yang timbul pada Pamsimas di Desa Tirtomartani.	Analisis data menggunakan metode scoring, menggunakan jawaban dengan <i>rating scale</i> 1 s/d 4.	Hasil wawancara dan kuisisioner terhadap masyarakat menunjukkan bahwa indeks untuk kualitas air mendapatkan nilai 75,3%, kuantitas air mendapatkan nilai 96,8%, Kontinuitas air mendapatkan nilai 75,0%, dan indikator keterjangkauan mendapatkan nilai 62,7%. Tingkat penerapan keamanan air di Desa Titomartani mendapatkan nilai 77,5% dengan III kategori program pamsimas dikelola dengan baik.

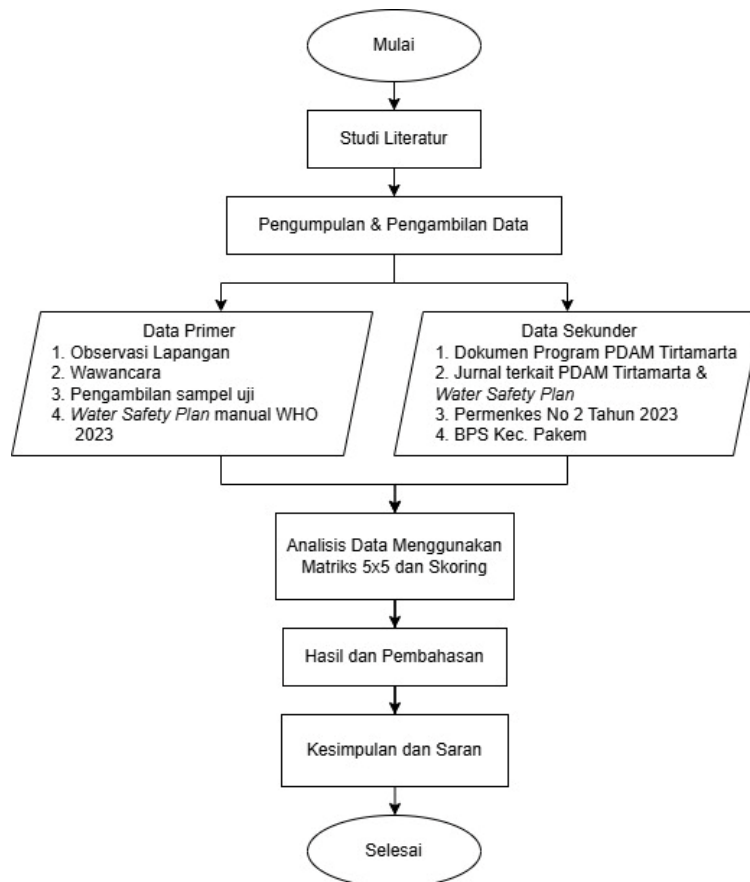
Nomor	Topik Penelitian	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Wibisono, 2024)					
3	Kajian Penerapan Water Safety Plan Pada Program Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat Di Desa Balecatur Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman	Pamsimas di Desa Balecatur Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman	Membandingkan antara konsep Water Safety Plan dan Pamsimas di di Desa Balecatur dan menganalisis potensi risiko yang akan mengancam kemandirian air	Penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu observasi lapangan, wawancara dan kuisioner ke masyarakat. Tahapan analisis data pendekatan semi kuantitatif deksriptif dengan pendekatan matriks dan penilaian risiko dengan matriks (5x5)	Berdasarkan Penilaian risiko yang telah dilakukan didapatkan skoring untuk tiap komponen yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas, dan aksesibilitas air. skoring untuk terkait kualitas dan kuantitas dan kontinuitas masuk kategori risiko tinggi diakarenakan untuk kualitas air pada program Pamsimas terkontaminasi Total Coliform, bakteri E.Coli dan Kapur yang tinggi sehingga berpotensi penyakit jika tidak dilakukan pengolahan sebelum di konsumsi.
(Iqbal, Rachmawati S DJ, 2019)					
4	Tipikal Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Operator Untuk Sumber Air Baku Dari Mata Air	PDAM Kota Payakumbuh, Kota Malang, Kota Salatiga, Kota Bandung, dan Kabupaten Bandung	Membuat tipikal bentuk rantai pasok SPAM dari sumber mata air. Membuat tipikal potensi kejadian bahaya dan risiko pada SPAM	Metode penelitian dengan analisis kualitatif. Metode analisis data menggunakan grafik skoring.	Hasil penelitian dengan membuat tipikal RPAM-Operator untuk sumber air baku dari mata air. Dari hasil didapatkan 48 kejadian bahaya dan 44 rencana perbaikan yang dapat di gunakan PDAM penyelenggara sebagai acuan dalam menyusun RPAM di perusahaannya.

			menggunakan sumber mata air.		
(Maulana, 2022)					
5	Kajian Penerapan Water Security Padaprogram Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Di Desa Sumberado, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, DIY	Pamsimas di Desa Sumberado, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, DIY	Menganalisis tingkat penerapan Water Security dan mengidentifikasi potensi ancaman keamanan air yang timbul pada Pamsimas di Desa Sumberado.	Analisis data menggunakan metode scoring, menggunakan jawaban dengan rating scale 1 s/d 4.	Hasil pengujian yang pada Sampel yang diambil di Desa Sumberadi yang diukur dari parameter Total Coliform dan E-Coli belum sesuai dengan baku mutu berdasarkan Permenkes RI NO. 429/MENKES/PER/IV/2010. Sedangkan parameter Nitrat, Nitrit, pH, Temperatur, DHL sudah Sesuai dengan baku mutu.

BAB III

METODE PENELITIAN

Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian yang dilaksanakan dengan sistematis dimulai dari studi literatur hingga kesimpulan dan saran. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.

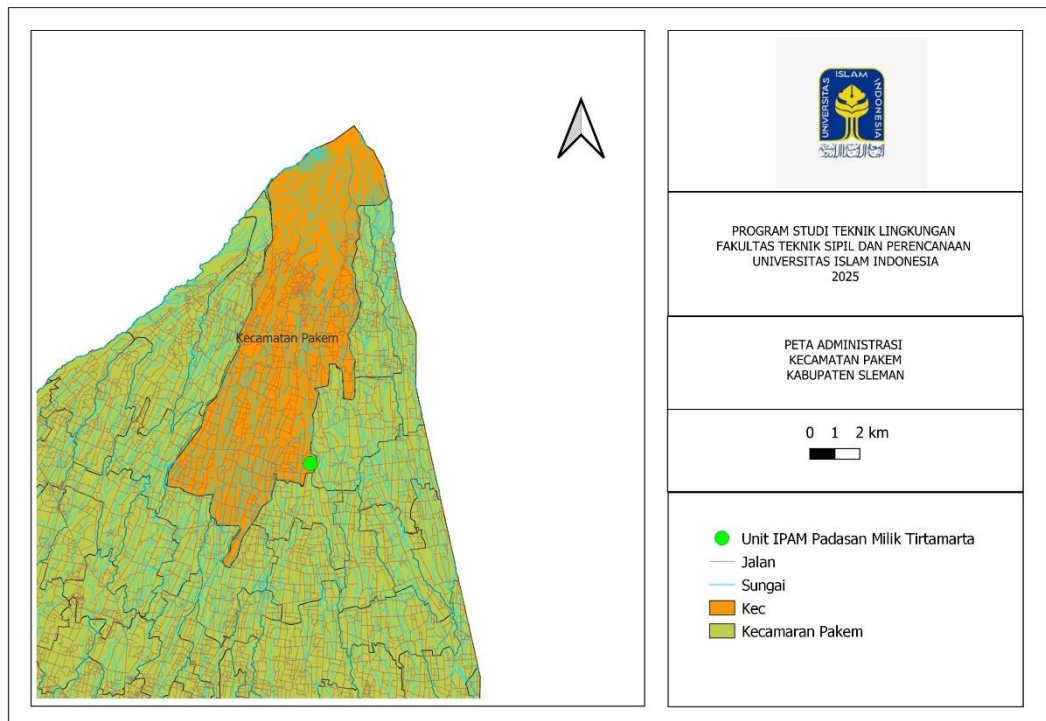


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Waktu dan Lokasi

Waktu penelitian dilaksanakan dalam waktu kurang lebih 6 bulan, terhitung dari bulan Juni – November 2024. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel pada Perumda PDAM Tirtamarta unit produksi Padasan di Area Sawah, Pakembinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi ini dipilih

karena IPA Unit Padasan menggunakan unit IPA yang lengkap dan proses desinfeksi nya menggunakan gas khlor. Selain itu, IPA Unit Padasan menggunakan jenis sumber air untuk memenuhi kebutuhan produksinya, yaitu sumur dan sungai. Untuk peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian kali ini dilakukan dengan mengumpulkan 2 jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Berikut metode 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 produksi Padasan dimulai dari sumber air baku (sumur dan sungai) hingga *Clearwell*. Serta pengambilan sampel air untuk

uji kualitas air, dilakukan pada 2 titik sampling, yaitu pada intake dan BPT (Bak Pelepas Tekan) Pokoh.

B. Data Sekunder

Data sekunder didapat dari studi literatur mengenai teori mengenai Water Safety Plan atau Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) mengacu Surat Edaran Direktur Jendral Cipta Karya Nomor 56 Tahun 2023 Tentang Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM). Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. BPS Kecamatan Pakem untuk mengetahui kondisi geografi Kecamatan Pakem, Kabupaten Slema, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.3 Parameter dan Metode Uji

Pada penelitian ini pengujian sampel uji dilakukan dengan mengukur beberapa parameter fisik (suhu, kekeruhan, ORP), parameter kimia (pH, nitrat, dan nitrit), dan parameter mikrobiologi (*e-coli* dan *total coliform*) kemudian disesuaikan dengan baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023. Berikut merupakan metode pengujian sampel uji yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Parameter Metode Pengujian Sampel Kualitas Air

Parameter	Metode Uji
Total coliform	SM Ed. 23, 9221, 2017
<i>E - coli</i>	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

Penelitian ini menggunakan pendekatan semi deskriptif dengan melakukan identifikasi risiko dan penilaian risiko dengan menggunakan matriks (5x5) untuk memberi penjelasan skala risiko berdasarkan tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan dari suatu bahaya. serta analisis risiko terkair 4K (kualitas air, kuantitas air, kontiunitas air, dan keterjangkauan air). Penelitian akan dilakukan dengan metode analisis data yang mengacu pada manual *Water Safety Plan* (WHO), untuk mengidentifikasi masalah terkait keamanan air dengan penilaian risiko dan tindakan pengendalian.

3.4.1 Identifikasi Risiko dan Tindakan Pengendalian

Penelitian akan dilakukan dengan metode analisis data yang mengacu manual *Water Safety Plan* (WHO), terdapat beberapa 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 dikelompokan 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).

	<p>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.</p>
C	<p>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).</p>
R	<p>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.</p>
A	<p>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.</p>
Q	<p>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.</p>

Sumber: *Water Safety Plan Manual* WHO 2023

B. Kejadian Bahaya

Dalam konsep 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 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 Perpipa-an)	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).
---	--------------------------------	---	--

3.4.2 Penilaian Risiko

Dalam penelitian ini, prosedur analisis data menggunakan metode penilaian risiko semi kuantitatif menggunakan matriks risiko (5x5) untuk menjelaskan skala risiko berdasarkan tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan dari suatu bahaya.

A. Kemungkinan Risiko

Dalam penelitian ini skor mengenai kemungkinan risiko bahaya terdapat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Kemungkinan 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

B. Tingkat Keparahannya Risiko

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

Tabel 3. 5 Keparahannya Risiko

Tingkat Keparahannya Risiko		Keterangan
1	Sangat kecil	Sangat kecil/tak berarti/dampak tidak terdeteksi
2	Kecil	Menimbulkan dampak estetika terhadap air minum: berasa, berbau namun masih dinilai aman dikonsumsi

3	Sedang	Menimbulkan dampak estetika terhadap air minum: berasa, berbau dan dinilai tidak aman
4	Besar	Dapat menyebabkan kesakitan pada masyarakat
5	Katastrofik/Sangat besar	Dapat menyebabkan kematian

Sumber: *Water Safety Plan Manual* WHO 2023

C. 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 Keparahan 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	3	3	6	9	12	15	(Sedang)
Sering	4	4	8	12	16	20	>15
Hampir Selalu	5	5	10	15	20	25	(Berbahaya)

Sumber: *Water Safety Plan Manual* WHO 2023

3.4.3 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

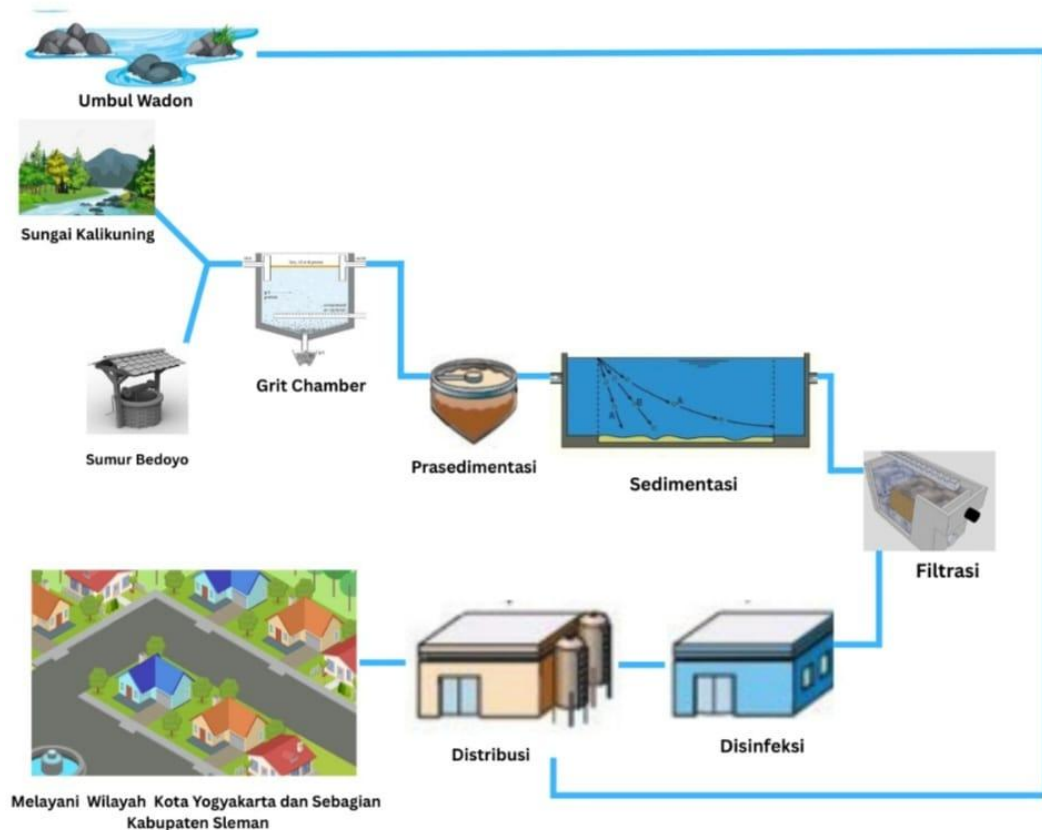
Proses	Peristiwa Berbahaya	Jenis Bahaya	Keterangan Control	Catatan validasi (yaitu dasar validasi)	Apakah Pengendalian Efektif		
					Ya	Tidak	Sedikit
Sumber (Air permukaan)	Air Sungai terkontaminasi mikroba (X) karena ternak mengakses area intake dan limbah feses memasuki feses(Y).	M	Pagar dimaksudkan 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 DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

Perumda PDAM Tirtamarta Perumda adalah perusahaan daerah milik Pemerintah Kota Yogyakarta yang bergerak di bidang penyediaan air bersih dan pelayanan air minum bagi masyarakat. Sebagai perusahaan umum daerah (Perumda), Perumda PDAM Tirtamarta memiliki peran strategis dalam mendukung kebutuhan dasar masyarakat akan air bersih sekaligus menjalankan misi pelayanan publik untuk Kota Yogyakarta. Salah satu unit produksi pengolahan air yang dimiliki Perumda PDAM Tirtamarta adalah Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan yang terletak di Kecamatan Pakem, Sleman. Unit produksi ini dibangun pada tahun 1969-1982 dengan kapasitas produksi 51,7 liter per detik. IPA Padasan memiliki 3 sumber air baku diolah yaitu Umbul Wadon, Sungai Kali Kuning, dan Sumur Bedoyo. Air baku yang telah diolah menjadi air minum dengan melewati serangkaian instalasi pengolahan harus sesuai dengan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan yang berisi baku mutu kualitas air minum. IPA Padasan memiliki beberapa sumber dan proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



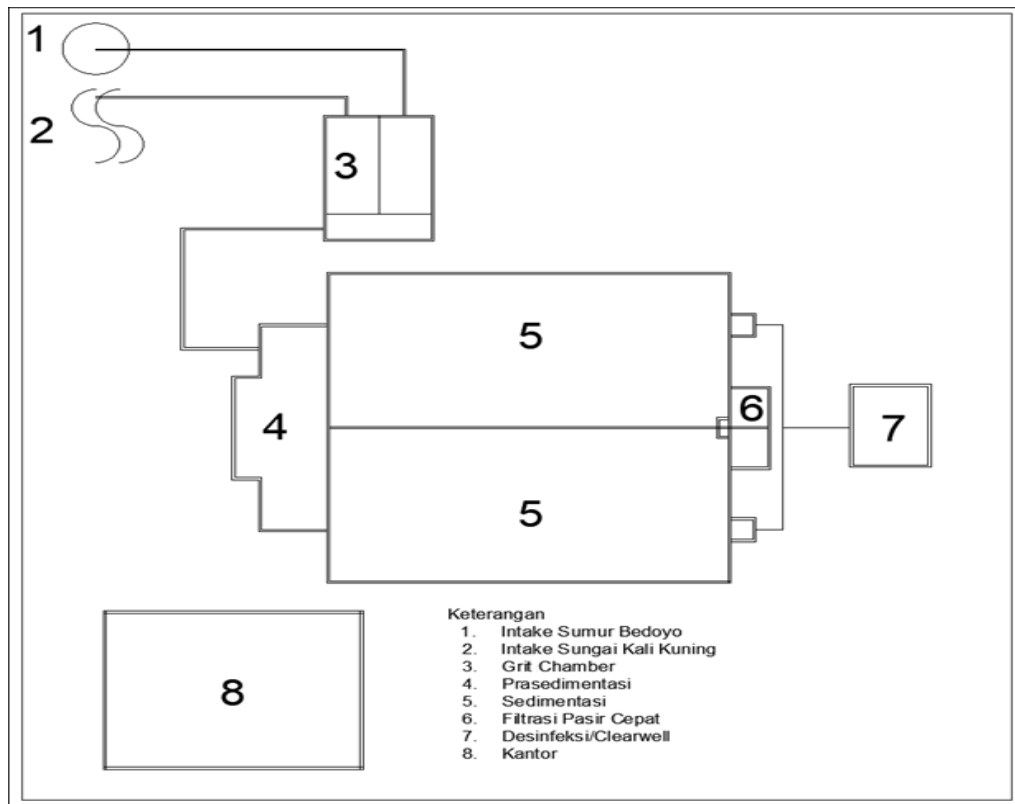
Gambar 4. 1 Diagram Alir IPA Padasan

Unit pengolahan yang terdapat di IPA Padasan yaitu *grit chamber*, prasedimentasi, sedimentasi, filtrasi pasir cepat, dan desinfeksi gas khlor. Pada proses filtrasi pasir cepat terdapat 5 lapisan pasir yaitu batu, krakal, kerikil, pasir kasar pasir kuarsa. Setelah melewati proses filtrasi akan dilakukan pengukuran debit dengan bak pengukur debit, yang kemudian akan berakhir di *clearwell* dan akan dilakukan injeksi gas klor menggunakan pompa dosing. Pada proses injeksi gas klor, penggunaan dosis klorin per hari sebanyak 11-13 kg/hari dengan rata-rata debit sebesar 100-105 m^3 /hari.

Sumber air baku yang digunakan pada IPA Padasan yaitu Mata Air Umbul Wadon, Sungai Kali Kuning, dan Sumur Bedoyo. Pada instalasi pengolahan sumber air yang diolah berasal dari Kali Kuning dan Sumur Bedoyo, sedangkan mata air Umbul Wadon langsung dialirkan ke BPT Pokoh dan langsung didistribusikan.

Instalasi pengolahan di IPA Padasan, antara lain *grit chamber*, prasedimentasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi. Intake Umbul Wadon tidak melakukan pemeliharaan karena air langsung dialirkan ke bak pelepas tekan untuk langsung didistribusikan, intake Kali Kuning melakukan pembersihan setiap hari pada bagian screen dari kotoran yang mengganggu pengaliran intake, intake Sumur Bedoyo tidak dilakukan pemeliharaan rutin dikarenakan tempatnya yang tertutup, *grit chamber* melakukan pembersihan rutin 3 bulan sekali dengan memperhatikan endapan pasir, bak prasedimentasi melakukan pembersihan 6 bulan sekali dengan memperhatikan penumpukan endapan lumpur, bak sedimentasi melakukan pembersihan setiap 12 bulan sekali untuk menguras endapan lumpur, bak filtrasi melakukan pembersihan setiap 3 bulan sekali dengan melihat debit air keluar pada viskot berkurang.

Berdasarkan analisis tata guna lahan, IPA Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan masih memiliki daerah resapan air yang baik. Daerah resapan air sangat penting bagi IPA Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan yang mengandalkan air sumur sebagai sumber air baku untuk menjaga keberlanjutan pasokan air bagi IPA. Jika daerah resapan air di sekitar IPA terjaga dengan baik, maka pasokan air tanah untuk IPA akan terjamin. Selain itu tidak ada aktivitas pembangunan mengubah fungsi lahan di sekitar IPA sehingga tidak meningkatkan risiko pencemaran terhadap sumber air.



Gambar 4. 2 Layout IPA Padasan

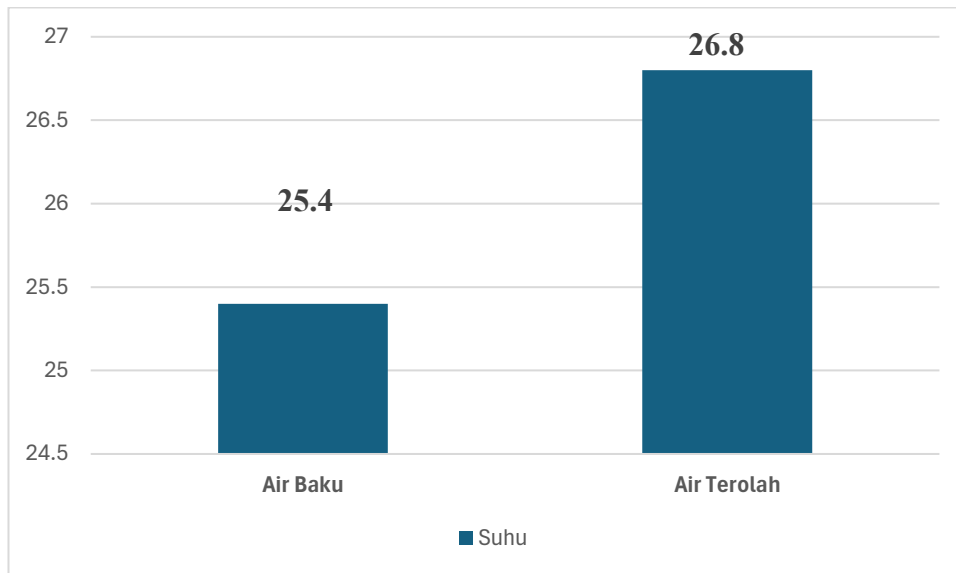
4.2 Analisis Kualitas Air Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

4.2.1. Parameter Fisik

A. Suhu

Air yang baik mempunyai suhu normal Berdasarkan standar Permenkes No 2 Tahun 2023 baku mutu suhu yang diizinkan adalah sebesar $\pm 3^{\circ}\text{C}$ suhu udara. Suhu air yang melebihi batas normal merupakan air yang tidak baik dikonsumsi dan sebaiknya tidak diminum karena menunjukkan adanya indikasi bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses mikroorganisme (Wiyono dkk, 2017).

Berikut nilai grafik hasil pangujian suhu dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



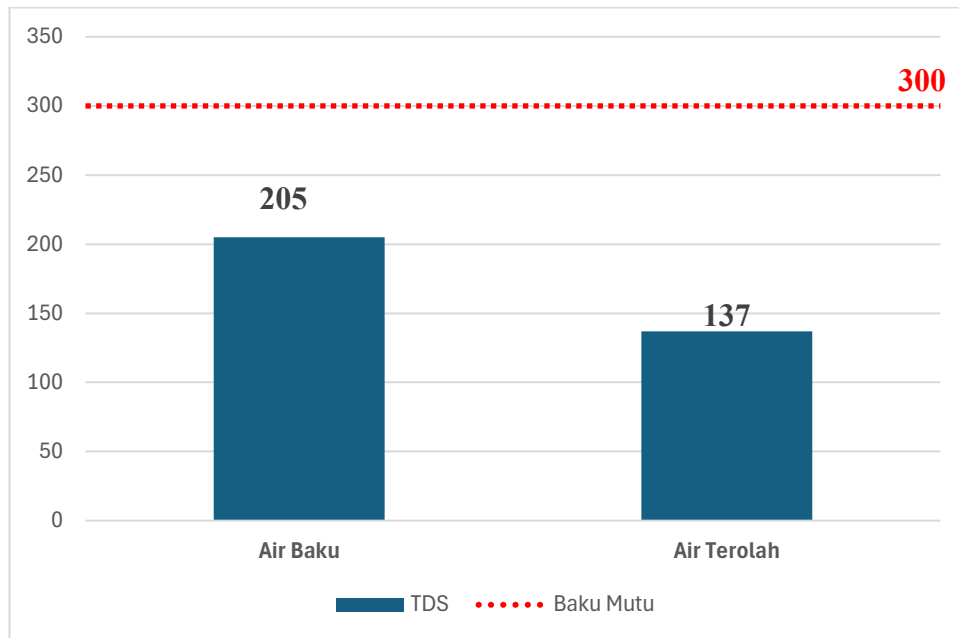
Gambar 4. 3 Nilai Suhu air Perumda PDAM Padasan

Berdasarkan pengujian suhu menggunakan alat multiparameter menunjukkan bahwa suhu pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 29,4 °C dan pada air bersih sebesar 28,8 °C.

B. *Total Dissolved Solid (TDS)*

TDS adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air (WHO, 2003). Nilai TDS dalam air minum dapat memberikan indikasi tentang kualitas air tersebut. Semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak zat padat terlarut dalam air. Meskipun tidak semua zat padat berbahaya, namun kadar TDS yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi rasa, bau, dan bahkan kesehatan.

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter TDS menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 300 mg/L. Berikut nilai grafik hasil pangujian suhu dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Nilai TDS air Perumda PDAM Padasan

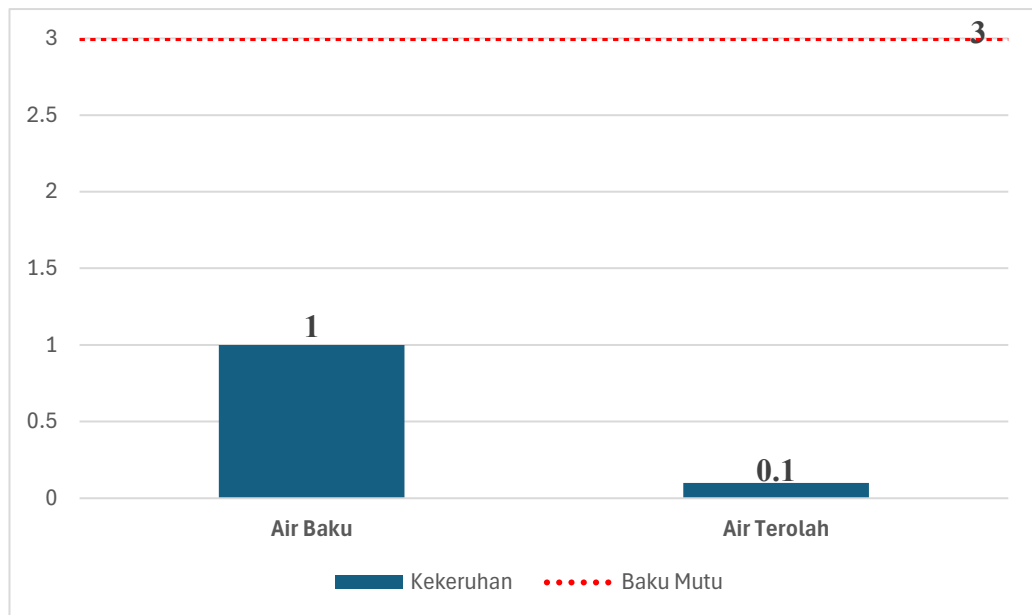
Berdasarkan pengujian TDS menggunakan alat multiparameter menunjukkan bahwa TDS pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 205 mg/L dan air bersih sebesar 137 mg/L.

C. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan kondisi air yang memiliki kandungan bahan terlarut atau tersuspensi yang dapat menghalangi masuknya cahaya matahari sehingga jarak pandang dalam air menjadi terbatas. Bahan yang tersuspensi tersebut memiliki berbagai macam ukuran, mulai dari yang berukuran koloidal hingga yang berukuran agregat kasar. Jika semakin besar total padatan tersuspensi yang ada di dalam air maka akan semakin besar turbiditasnya. Kekeruhan juga dapat membuktikan bahwa nilai air kehilangan transparansinya ataupun warna aslinya karena adanya partikel yang tersuspensi. Semakin banyak padatan yang tersuspensi di dalam air akan menyebabkan warnanya semakin terlihat gelap dan semakin besar kekeruhannya.

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter

kekeruhan menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu < 3 NTU. Berikut nilai grafik hasil pangujian kekeruhan dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Nilai kekeruhan air Perumda PDAM Padasan

Berdasarkan pengujian kekeruhan menggunakan alat multiparameter menunjukkan bahwa kekeruhan pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 1 NTU dan air bersih 0,1 NTU.

4.2.2 Parameter Kimia

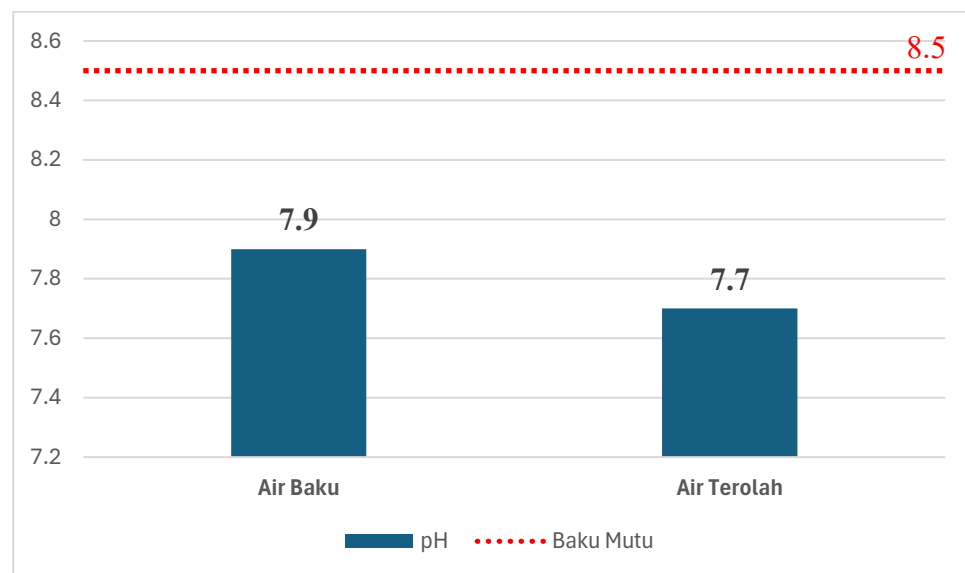
Pangujian kualitas air parameter kimia pada penelitian ini diantaranya parameter pH, nitrat (NO_3), dan nitrit (NO_2)

A. pH

Derajat keasaman atau pH air adalah keasaman maupun basa dari suatu larutan maupun air. pH air dalam air minum adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaaan air, dengan skala dari 0 hingga 14. Nilai pH 7 dianggap netral, sedangkan pH di bawah 7 menunjukkan sifat asam, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa. Nilai pH air yang lebih besar dari nilai 7 memiliki kecenderungan untuk membentuk

kerak dan kurang efektif dalam membunuh bakteri sebab akan lebih efektif pada kondisi netral atau bersifat asam lemah (Astari, 2009).

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter pH menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 8,5. Berikut nilai grafik hasil pangujian kekeruhan dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Nilai pH air Perumda PDAM Padasan

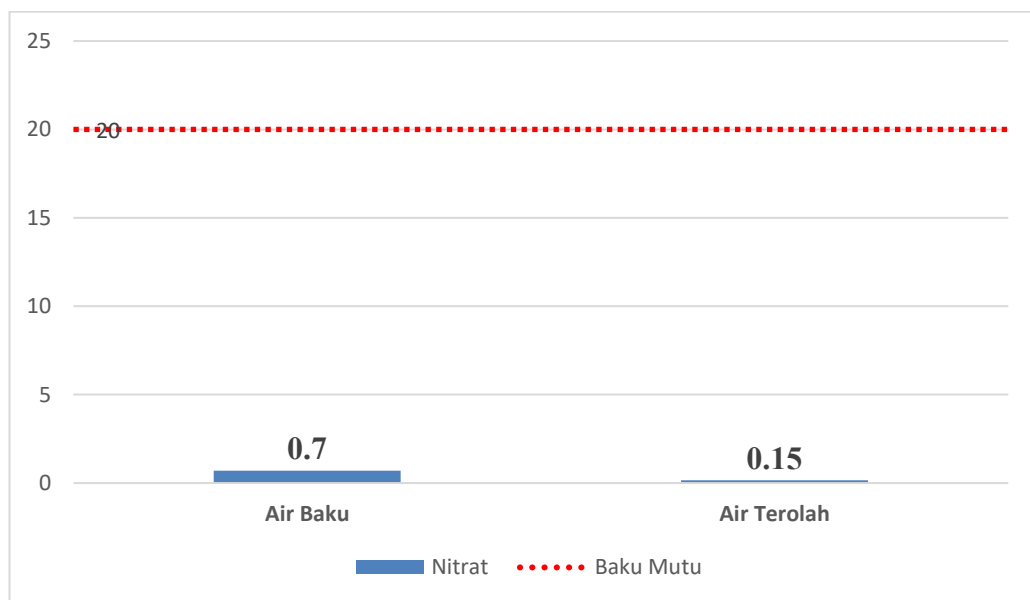
Berdasarkan pengujian pH menggunakan alat multiparameter menunjukkan bahwa kekeruhan pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 7,9 dan air bersih 7,7.

B. Nitrat

Secara alamiah senyawa nitrogen (nitrat dan amoniak) terbentuk dari prosesmetabolisme organisme dan dekomposisi bahan-bahan organik oleh bakteri (Indrayani dkk, 2015). Nitrat (NO_3) adalah ion-ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Nitrat merupakan senyawa yang paling sering ditemukan di air tanah maupun air permukaan (Sehadijaya, 2014). Senyawa nitrat terbentuk dari aktivitas manusia seperti limbah pertanian, limbah industri dan

limbah domestik. Air yang memiliki kadar nitrat dalam konsentrasi tinggi dapat menjadi ancaman serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter nitrat menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 20 mg/l. Berikut nilai grafik hasil pangujian kadar nitrit dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Nilai Nitrat air Perumda PDAM Padasan

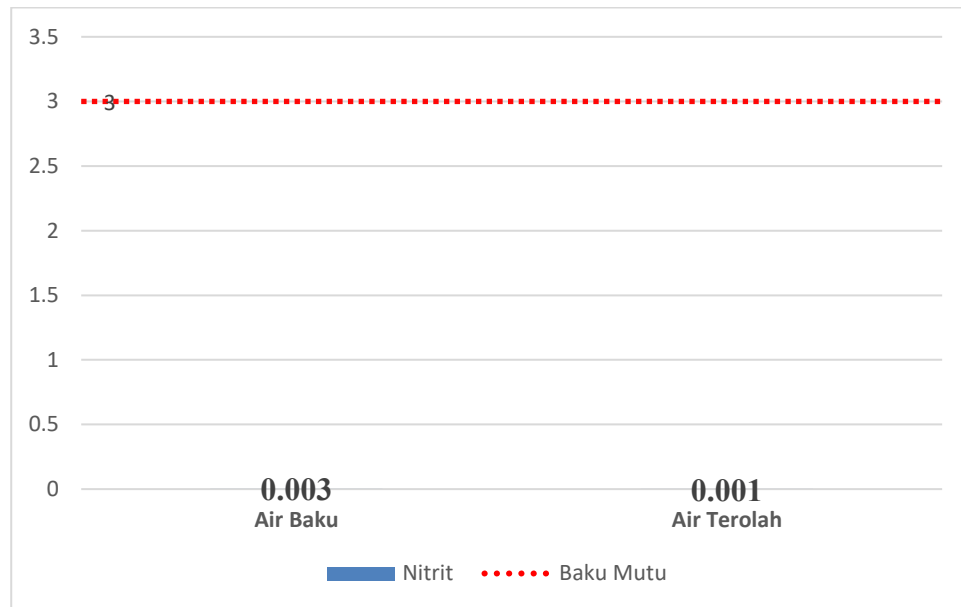
Berdasarkan pengujian nitrat menggunakan yang dilakukan di laboratorium FTSP UII bahwa kadar nitrit pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 0,7 mg/l dan air bersih 0,15 mg/l.

C. Nitrit

Kandungan nitrit pada air yang dikonsumsi maupun digunakan dalam kehidupan sehari – hari dapat membahayakan kesehatan. Pada manusia, konsumsi nitrit yang berlebihan dapat mengganggu kemampuan darah untuk membawa oksigen dengan mengubah hemoglobin menjadi *methemoglobin*. Nitrit dapat bereaksi dengan amina dalam tubuh untuk membentuk senyawa *nitrosamine* yang bersifat karsinogenik dan kadar nitrit dalam jumlah tinggi dalam dapat

memengaruhi tekanan darah dan fungsi jantung.

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter nitrit menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 3 mg/l. Berikut nilai grafik hasil pengujian kadar nitrit dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 8 Nilai Nitrit air Perumda Air Minum Padasan

Berdasarkan pengujian nitrit yang dilakukan di laboratorium FTSP UII menunjukkan bahwa kadar nitrit pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, data menunjukkan pada air baku sebesar 0,003 mg/l dan air bersih 0,0001 mg/l.

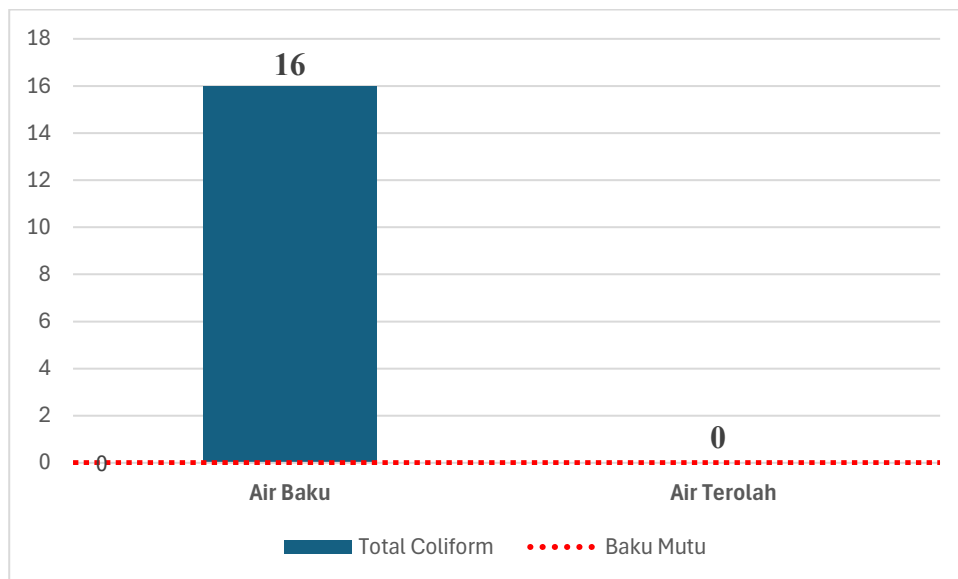
4.2.3 Parameter Mikrobiologi

A. Total *Coliform*

Total coliform adalah kelompok bakteri yang sering digunakan sebagai indikator kualitas mikrobiologi air. *Coliform* terdiri dari berbagai jenis bakteri yang umumnya hidup di tanah, tumbuhan, dan saluran pencernaan hewan dan manusia. Kehadiran total *coliform* dalam air minum menandakan potensi adanya kontaminasi oleh bahan organik atau limbah, termasuk kemungkinan keberadaan

mikroorganisme patogen. Keberadaan bakteri *Coliform* pada makanan dan minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik/toksigenik yang apabila dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh dapat berbahaya bagi kesehatan. Jika ditemukan dalam air, dapat dipastikan bahwa air tersebut terindikasi telah terkontaminasi dengan tinja, sehingga tidak layak konsumsi.

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter total *coliform* menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 0 MPN/100ml. Berikut nilai grafik hasil pengujian keberadaan total *coliform* dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



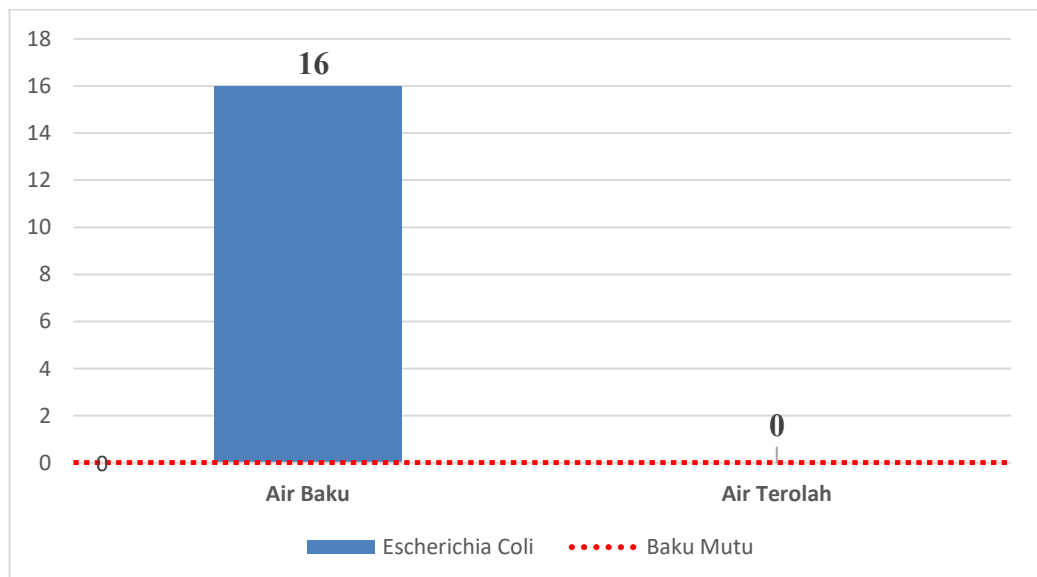
Gambar 4. 9 Nilai Total coliform air Perumda Air Minum Padasan

Berdasarkan pengujian total *coliform* yang dilakukan di laboratorium FTSP UII menunjukkan bahwa kadar total *coliform* pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan untuk air baku dan setelah diolah menjadi air bersih, air tersebut sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan sehingga layak di gunakan. Data menunjukkan pada air baku sebesar 16 MPN/100ml dan air bersih > 1 MPN/100ml.

B. *Escherichia coli*

Escherichia Coli atau yang umumnya disingkat *E. coli* merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang dikenal memiliki habitat hidup pada saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas (Rompas et al., 2022). Keberadaan bakteri *E. coli* pada sumber air adalah indikator kuat adanya kontaminasi feces dari manusia atau hewan. Keberadaan *E. coli* menunjukkan bahwa air tersebut tidak aman untuk dikonsumsi tanpa pengolahan yang memadai. Ketika *E. coli* masuk ke dalam tubuh melalui air minum yang terkontaminasi, dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti diare, tifus, disentri, dan *Hemolytic Uremic Syndrome* (HUS).

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu parameter *E. coli* menunjukkan kadar yang diperbolehkan yaitu 0 MPN/100ml. Berikut nilai grafik hasil pangujian keberadaan *E. coli* dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 10 Nilai *E. coli* air Perumda Air Minum Padasan

Berdasarkan pengujian *E. coli* yang dilakukan di laboratorium FTSP UII menunjukkan bahwa kadar *E. coli* pada air dari Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan untuk air

baku dan setelah diolah menjadi air bersih, air tersebut sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Data menunjukkan pada air baku sebesar 16 MPN/100ml dan air bersih > 1 MPN/100ml.

4.3 Analisis Risiko Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

4.3.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko 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 PDAM Tirtamarta unit Produksi Padasan. Identifikasi risiko dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko

Kategori	Indikator	Keterangan
C	Kimia	Perubahan kualitas air
M	Mikrobiologi	Kontaminasi bakteri patogen pada sumber air
C	Kimia	Kontaminasi belerang pada sumber air
A	Akseptabilitas	Perubahan warna air pada sumber air
A	Akseptabilitas	Penurunan produksi air
A	Akseptabilitas	Terjadi penyumbatan pada intake
A	Akseptabilitas	Sedimen pada bak sedimentasi
C	Kimia	Air menjadi bau
A	Akseptabilitas	Terjadi kebocoran pada pipa distribusi

4.3.2 Kejadian Risiko

Kejadian risiko adalah penjelasan berisi 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 Produksi Padasan dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Kejadian Risiko

NO	PROSES	JENIS BAHAYA	KEJADIAN BAHAYA (TEMPLATE X,Y)
1	Sumber Air (Sumur)	C	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)
2	Sumber Air (Sumur)	M	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan mikroorganisme patogen (Y)
3	Sumber Air (Sungai)	C	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan belerang tinggi akibat erupsi Gunung Merapi (Y)
4	Sumber Air (Sungai)	A	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kekeruhan tinggi ketika musim hujan dan aktifitas penambangan pasir (Y)
5	Sumber Air (Sungai)	A	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)
6	Unit Intake	A	Terjadi penyumbatan (X) diakibatkan penumpukan daun kering (Y)
7	Unit Sedimentasi	A	Sedimen didasar bak (X) diakibatkan Endapan lumpur atau partikel-partikel tersuspensi (Y)
8	Unit Disinfeksi	C	Air menjadi bau (X) Diakibatkan dosis klor berlebih (Y)
9	Unit Distribusi	A	Terjadi kebocoran pada pipa distribusi (X) Diakibatkan pipa mengalami korosi dan tekanan yang tinggi pada malam hari (Y)

4.3.3 Analisis penilaian Risiko dan Tindakan Pengendalian

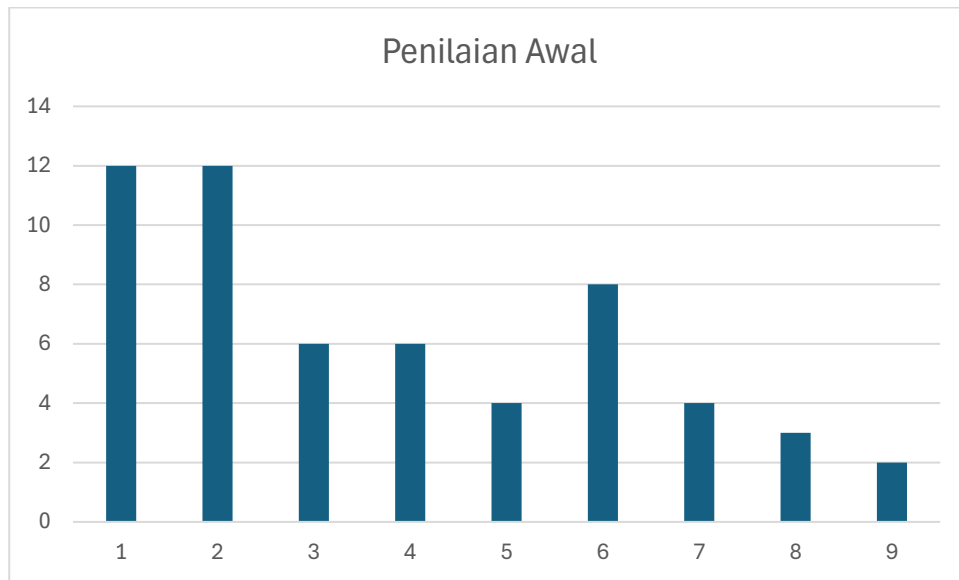
Penilaian risiko bertujuan untuk menentukan dan mengklasifikasi risiko atau kejadian bahaya yang masuk dalam kategori prioritas tinggi, sedang dan rendah (WHO 2023). Dalam penelitian ini penilaian risiko didapatkan dari hasil wawancara dan observasi langsung ke lapangan. Dalam penentuan tingkat risiko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

RISIKO AWAL						
No	PERISTIWA BAHAYA	T I P E	KEMUNGKINAN	KEPARAHAN	SKOR	KATEGORI
Sumber Air						
1	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)	C	4	3	12	Sedang
2	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan mikroorganisme patogen dalam air (Y)	M	4	3	12	Sedang
3	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan belerang tinggi akibat erupsi Gunung Merapi (Y)	C	2	3	6	Sedang

4	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kekeruhan tinggi ketika musim hujan dan aktifitas penambangan pasir (Y)	A	3	2	6	Sedang
5	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)	A	2	2	4	Rendah
Unit Intake						
6	Terjadi penyumbatan (X) diakibatkan penumpukan daun kering (Y)	A	4	2	8	Sedang
Unit Sedimentasi						
7	Sedimen didasar bak (X) diakibatkan Endapan lumpur atau partikel-partikel tersuspensi (Y)	A	2	2	4	Rendah
Unit Disinfeksi						
8	Air menjadi bau (X) Diakibatkan dosis klor berlebih (Y)	C	1	3	3	Rendah
Unit Distribusi						
9	Terjadi kebocoran pada pipa distribusi (X) Diakibatkan pipa mengalami korosi dan tekanan yang tinggi pada malam hari (Y)	A	2	1	2	Rendah

Penilaian risiko awal (hipotesis) didapatkan hasil bahwa dari keseluruhan penilaian risiko menunjukkan risiko tertinggi yaitu kontaminasi dari benda luar yang masuk ke unit intake dan unit sedimentasi. Perbandingan penilaian risiko awal dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut.





Gambar 4. 11 Grafik Penilaian Risiko Awal

Setelah penilaian risiko awal telah ditentukan selanjutnya menilai risiko tahap dua dengan penambahan tindakan pengendalian dan efektivitas tindakan pengendalian yang ada. 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	Kategori	Tindakan Pengendalian	Hasil Wawancara	Ya	Tidak	Sedikit	Kemungkinan	Keparahan	Skor	Kategori	Validasi
Sumber Air												
1	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan Fe dalam air (Y)	Sedang	Dengan melakukan sedimentasi dan klorinisasi .	Berdasarkan wawancara sumber air baku di sumur memiliki kandungan Fe yang tinggi	✓			1	1	1	Rendah	Berdasarkan observasi dan pengukuran yang dilakukan pihak PDAM, sumber air baku mengandung Fe. Untuk mengatasi kadar Fe dalam air tersebut di perlukan proses sedimentasi dan klorinisasi untuk menghilangkan kadar Fe dalam air.

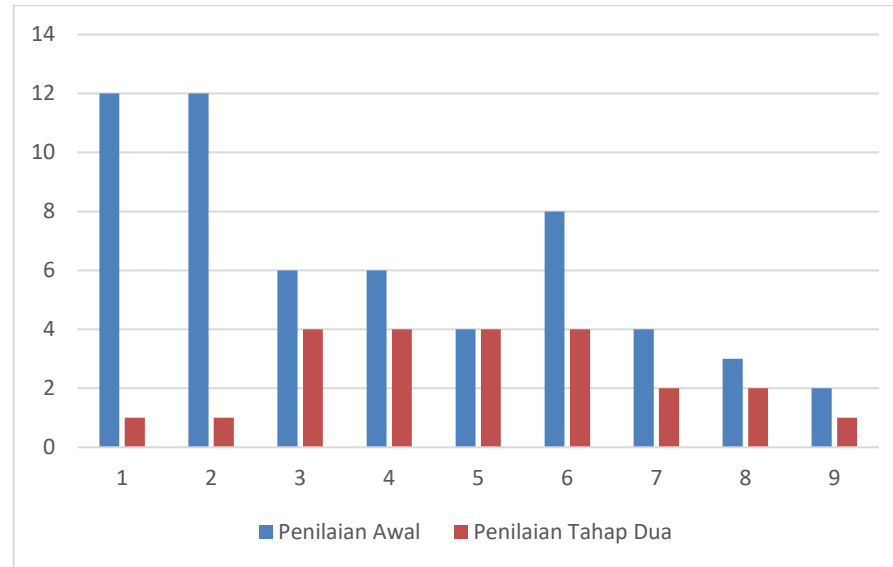
2	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan mikroorganisme patogen dalam air (Y)	Sedang	Dengan melakukan disinfeksi menggunakan khlor	<p>Berdasarkan wawancara cara menghilangkan bakteri patogen dengan disinfeksi.</p> 	✓			1	1	1	Rendah	Berdasarkan observasi, sumber air baku mengandung mikroorganisme patogen. Untuk mengatasi mikroorganisme patogen tersebut dilakukan dengan proses disinfeksi menggunakan khlor.
3	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kandungan belerang tinggi akibat erupsi Gunung Merapi (Y)	Sedang	Menutup saluran dari sumber air sungai dan hanya mengandalkan air sumur	Berdasarkan wawancara dengan petugas untuk mengatasi pencemaran belerang akibat erupsi dengan cara menutup saluran dari sumber air Sungai.	✓			2	2	4	Rendah	Berdasarkan observasi, untuk mengatasi pencemaran belerang akibat erupsi dengan cara menutup saluran dari sumber air sungai untuk mencegah kontaminasi belerang.

												
4	Perubahan kualitas air (X) diakibatkan kekeruhan tinggi ketika musim hujan dan aktifitas penambangan pasir (Y)	Sedang	Menutup saluran dari sumber air sungai dan hanya mengandalkan air sumur	Berdasarkan wawancara dengan petugas untuk mengatasi kekeruhan tinggi	✓			2	2	4	Rendah	Berdasarkan observasi untuk mengatasi kekeruhan tinggi dengan cara menutup saluran dari sumber air sungai untuk mencegah kekeruhan tinggi.

5	Penurunan produksi air (X) diakibatkan kondisi iklim (Y)	Rendah	Tidak ada pengendalian	Berdasarkan wawancara sumber air tidak pernah kering saat musim kemarau. Berdasarkan riwayat insiden belum selama musim kemarau belum pernah mengalami permasalahan terkait debit air.				2	2	4	Rendah	Berdasarkan analisis tata guna lahan 10 tahun terakhir menggunakan google earth dapat dilihat bahwa tidak ada pembangunan yang signifikan di area pengolahan sehingga daerah resapan air masih banyak.
Unit Intake												
6	Terjadi penyumbatan (X) diakibatkan penumpukan daun kering (Y)	Sedang	Pembersihan secara berkala	Berdasarkan wawancara benda benda asing yang masuk ke dalam unit dibersihkan secara berkala.	✓			2	2	4	Rendah	Berdasarkan observasi petugas melakukan pembersihan unit pengolahan secara berkala.
Unit Sedimentasi												

7	Sedimen didasar bak (X) diakibatkan Endapan lumpur atau partikel-partikel tersuspensi (Y)	Rendah	Pembersihan secara berkala	Berdasarkan wawancara benda benda asing yang masuk ke dalam unit dibersihkan secara berkala	✓			1	1	2	Rendah	Berdasarkan observasi petugas melakukan pembersihan unit pengolahan secara berkala
Unit Disinfeksi												
8	Air menjadi bau (X) Diakibatkan dosis klor berlebih (Y)	Rendah	Petugas mengurangi gas khlor secara manual	Berdasarkan wawancara untuk mengatasi kelebihan khlor, Petugas mengurangi gas khlor secara manual	✓			1	2	2	Rendah	Berdasarkan observasi jika ada tanda-tanda kelebihan khlor petugas mengurangi gas khlor secara manual
Unit Distribusi												

9	Terjadi kebocoran pada pipa distribusi (X) Diakibatkan pipa mengalami korosi dan tekanan yang tinggi pada malam hari (Y)	Rendah	Petugas menutup keran dari unit distribusi pada malam hari	Berdasarkan wawancara petugas menutup keran dari unit distribusi pada malam hari untuk mengurangi tekanan pada pipa distribusi dan pipa distribusi menggunakan material yang tahan korosi	✓			1	1	1	Rendah	Petugas menutup keran dari unit distribusi pada malam hari untuk mengurangi tekanan pada pipa distribusi dan pipa distribusi menggunakan material yang tahan korosi
---	--	---------------	--	---	---	--	--	---	---	---	---------------	---



Gambar 4. 12 Grafik Penilaian Tahap Dua

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil pengamatan dan penilaian risiko pada penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan menunjukkan bahwa secara keseluruhan Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan telah menerapkan WSP dengan baik, namun masih terdapat risiko dengan tingkat risiko tinggi dan diperlukan perbaikan.
2. Pada penilaian risiko awal yang teridentifikasi terdiri dari 5 kategori sedang, dan 4 kategori rendah tanpa adanya kategori risiko tinggi. Pengendalian yang dilakukan Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan, seperti peningkatan prosedur operasional, optimalisasi pemeliharaan infrastruktur, dan pengawasan kualitas air secara berkala.

5.2 Saran

Berdasarkan 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 lebih kompleks mengenai konsep *Water Safety Plan* secara menyeluruh berdasarkan petunjuk teknis, seperti menganalisis dan mengidentifikasi risiko pada unit distribusi Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan, dan melakukan penelitian terkait manajemen dan evaluasi penerapan *Water Safety Plan* pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanti, Dewi. (2016). Identifikasi Resiko pada Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Operator untuk Sumber Air Permukaan di PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung. *REKA LINGKUNGAN*, 4(2).
- Agustina, D. V. (2007). Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel . Sronдол Wetan). *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyuwangi di Perumnas Banyumanik*, 2.
- Annisa, A. R. (2021). Analisis Kandungan Bakteri Coliform dan Escherichia coli Pada Air Minum dalam Kemasan dan Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukarame Bandar Lampung. Skripsi. UIN Raden Intan Lampung.
- Ardhaneswari, M., & Wispriyono, B. (2022). Analisis Risik Kesehatan Akibat Paparan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu Subang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(1).
- Arieska, P. K., & Herdiani, N. (2018). Pemilihan teknik sampling berdasarkan perhitungan efisiensi relatif. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 6(2).
- Aronggear, T. E., Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2019). Analisis Kualitas Dan Kuantitas Penggunaan Air Bersih Pt . Air Manado Kecamatan Wenang. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12).
- Bartram, J. (2009). Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization.
- 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).
- Hartono, D.M., 2014. Sistem Penyediaan Air Minum dan Permasalahannya. Universitas Indonesia Program Studi Teknik Lingkungan-Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik. Skripsi.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2014. Manual Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Operator, (2014). Direktorat Pengembangan Air Minum Ditjen Cipta Karya. Jakarta.
- MUSLIMIN, D. A. (2022). Kajian Penerapan Water Security Pada Program Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Di Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Diy.
- Namara, I., Hartono, D. M., Latief, Y., & Moersidik, S. S. (2022). Manajemen Risiko dalam Pengelolaan Sumber Air Baku (Studi Kasus Sungai Cisadane Kota Tangerang). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(1).

- Nardo, L., Kamulyan, B., & Wignyosukarto, B. S. (2022). PENGARUH SPAM REGIONAL KARTAMANTUL DIY TERHADAP PELAYANAN AIR MINUM PDAM. *Teknologi Sipil : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 6(1).
- Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 21 Tahun 2022 Tentang Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Tahun 2022 – 2050.
- Ramadhanty, Aini Nur (2021) *PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI FILTER ZEOLIT DAN KARBON AKTIF PADA KUALITAS AIR PDAM KOTA LAMONGAN*. Other thesis, Universitas Islam Lamongan.
- Rophi, A. H. (2022). Analisis mutu air secara mikrobiologi pada perlindungan mata air di Kelurahan Sentani Kota Distrik Sentani Kota Kabupaten Jayapura. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1): 42-54.
- Sam Godfrey, dkk., 2004. *Water Safety Plans (WSP) for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries*. UK: WEDC, Loughborough University.
- Shanty, D., & DJ, R. S. (2020). Ketercapaian Sasaran 4K dalam Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) di PDAM Tirta Dharma Kota Malang. *Jurnal Reka Lingkungan*, 8(2), 112-120.
- Subekti. 2012. Prediksi Erosi Lahan Dengan Metode USLE. *Jurnal Fondasi*. 1 (1).
- WHO. (2009). *Water Safety Plan Manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers*. *WHO Library*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Pertanyaan Wawancara

Daftar Petanyaan Wawancara

Tingkat Keamanan Air pada Perumda PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

Bapak/Ibu/Sdr Yth,

Dalam rangka keperluan penelitian Tugas Akhir, saya Muhammad Naufal Fakhrudin 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 PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan. Hasil wawancara akan digunakan untuk kepentingan penelitian semata. Atas partisipasinya, saya ucapkan terima kasih.

A. Identitas Responden

Nama : Rahmad Suryoto
Umur : 36
Jenis kelamin : Laki - laki
Unit/Departemen : Divisi Operasional

B. PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan

No	Pertanyaan
Kualitas Air	
1	Bagaimana kualitas air baku yang digunakan PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan? Menggunakan air permukaan (sungai) dan air sumur. Untuk kualitasnya membutuhkan pengolahan lebih lanjut dikarenakan kekeruhan dan kadar Fe yang tinggi.

2	Bagaimana kualitas air yang diproduksi oleh PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan? Sudah memenuhi baku mutu.
---	---

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah pengujian kualitas air (uji laboratorium) dilakukan secara rutin terhadap kualitas air baku (sungai dan sumur) yang digunakan PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan?</p> <p>Tidak secara berkala</p>
4	<p>Apakah pengujian kualitas air (uji laboratorium) dilakukan secara rutin terhadap kualitas air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan?</p> <p>Rutin setiap hari (pagi)</p>
5	<p>Bagaimana hasil pengujian kualitas air (uji laboratorium), apakah memenuhi standar baku mutu air minum?</p> <p>Sudah memenuhi standar baku mutu</p>
Kuantitas Air	
1	<p>Apakah air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan mampu memenuhi kebutuhan air di wilayah layanannya?</p> <p>Sudah memenuhi</p>
2	<p>Bagaimana kuantitas/ketersediaan air baku (Sumur dan sungai) selama musim kemarau?</p> <p>Debit air sungai mengalami penurunan sedangkan sumur tidak</p>
3	<p>Bagaimana kuantitas/ketersediaan air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan selama musim kemarau?</p>

No	Pertanyaan
	Terjadi penurunan debit tetapi tidak signifikan
4	Apakah pernah terjadi gangguan/penurunan produksi air? Pernah dikarenakan kebocoran pipa
Kontinuitas Air	
1	Apakah pipa distribusi pernah mengalami kebocoran/kerusakan? Pernah, karena pipa mengalami korosi
2	Bagaimana tingkat pemulihan rantai pasok air setelah terjadi gangguan/kerusakan alat? Dilakukan penyambungan pipa
Keterjangkauan Air	
1	Apakah tarif air yang diproduksi PDAM Tirtamarta Unit Produksi Padasan dirancang untuk keterjangkauan masyarakat? Sudah
3	Apakah terdapat evaluasi rutin terkait kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air yang ditawarkan? Terdapat evaluasi rutin

4	<p>Bagaimana tingkat kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan air yang ditawarkan?</p> <p>Masyarakat sudah puas dengan kualitas air yang ditawarkan</p>
No	Pertanyaan
Sumber Air Baku	
1	<p>Apakah pernah sumber air baku (sumur dan sungai) mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan? Apa penyebab terjadinya pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan?</p> <p>Pencemaran terjadi jika terjadi banjir lahar dingin kandungan sehingga kadar belerang tinggi pada air sungai.</p>
2	<p>Seberapa sering sumber air baku (sumur dan sungai) mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan? Bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air minum?</p> <p>Terjadi penurunan debit</p>

No	Pertanyaan
3	<p>Bagaimana kegiatan masyarakat disekitar sumber air baku (sumur dan sungai)? Apakah ada risiko untuk mencemari sumber air baku (sumur dan sungai) dari kegiatan masyarakat disekitar?</p> <p>Aktifitas penambangan pasir oleh masyarakat yang menyebabkan kekeruhan.</p>
4	<p>Bagaimana pengaruh cuaca ekstrem (banjir) atau musim (kemarau dan hujan) terhadap kualitas dan kuantitas sumber air baku (sungai)?</p> <p>Jika terjadi banjir kekeruhan meningkat jika musim kemarau debit berkurang</p>
5	<p>Apakah ada pemantauan rutin terhadap kualitas air baku (sungai)? Bagaimana hasil pemantauan dan seberapa sering pemantauan dilakukan?</p> <p>Tidak ada pemantauan rutin</p>
Unit Penyadap Air Baku (<i>Intake</i>)	
1	<p>Apakah pernah terjadi penyumbatan pada unit intake? Apa penyebab terjadinya penyumbatan?</p> <p>Penyumbatan biasanya diakibatkan oleh daun kering dan dilakukan pembersihan setiap hari</p>
2	<p>Seberapa sering terjadi penyumbatan pada unit intake dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p>Sering terjadi tetapi selalu dilakukan pembersihan setiap hari</p>

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah ada pemeliharaan rutin pada infastrukstur unit intake? Seberapa sering pemeliharaan dilakukan?</p> <p>Dilakukan pembersihan setiap hari</p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau kinerja unit intake? Seberapa efektif sistem pematauan tersebut?</p> <p>Tidak ada</p>
Unit Sedimentasi	
1	<p>Apakah pernah terjadi penumpukan sedimen berlebih pada unit sedimentasi? Apa penyebab terjadinya penumpukan sedimen berlebih?</p> <p>Sedimen berlebih biasanya diakibatkan lumpur dan dilakukan secara berkala</p>
2	<p>Seberapa sering terjadi penumpukan sedimen pada unit sedimentasi dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p>Biasanya terjadi saat musim hujan dan tidak berdampak terhadap reaksi pasok air</p>

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah pernah terjadi masalah teknis/kerusakan alat pada unit sedimentasi? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p>Belum pernah</p>
4	<p>Pada bak sedimentasi terdapat banyak makhluk hidup (ikan) yang hidup di bak tersebut, Apakah makhluk hidup (ikan) tersebut dapat mempengaruhi kualitas air didalam bak sedimentasi tersebut?</p> <p>Tidak mempengaruhi kualitas air didalam bak</p>

Unit Filtrasi	
1	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan dalam proses filtrasi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p>Jarang terjadi</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kerusakan pada media filtrasi?</p> <p>Tidak pernah</p>
3	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau kinerja unit filtrasi? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p>Tidak ada</p>

No	Unit Disinfeksi
1	<p>Apakah pernah terjadi masalah dengan dosis bahan kimia yang digunakan? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya terhadap rantai pasok produksi air?</p> <p>Jarang terjadi, jika maka air menjadi bau</p>
2	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau kinerja unit disinfeksi? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p>Tidak ada</p>
Unit BPT Pokoh	
1	<p>Apakah pernah mengalami pencemaran/penurunan kualitas yang signifikan pada air di BPT Pokoh? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Pernah, dikarenakan gas klor habis</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kebocoran/kerusakan struktural pada BPT Pokoh? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Tidak ada</p>
3	<p>Apakah ada pemeliharaan dan pemeriksaan rutin pada kondisi fisik dan keamanan pada BPT Pokoh? Seberapa sering dan bagaimana hasilnya?</p> <p>Setiap hari</p>
4	<p>Apakah ada sistem pemantauan otomatis untuk memantau tingkat air pada BPT Pokoh? Seberapa efektif sistem pemantauan tersebut?</p> <p>Tidak ada</p>

No	
Unit Distribusi	
1	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan/kerusakan pada pipa distribusi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Pernah terjadi</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kebocoran/kerusakan pada pipa distribusi? Apa penyebabnya? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Pernah terjadi kebocoran yang diakibatkan pipa yang mengalami korosi dan tekanan yang tinggi pada malam hari.</p>
3	<p>Apakah ada pemeliharaan dan pemeriksaan rutin pada pompa dan pipa distribusi? Seberapa sering dan bagaimana hasilnya?</p> <p>Ada pengecekan rutin dari kantor pusat</p>
Sistem Kelistrikan	
1	<p>Apakah pernah terjadi gangguan/pemadaman listrik yang berdampak pada proses produksi? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Pernah, akibatnya pompa sumur mati</p>
2	<p>Apakah pernah terjadi kegagalan/kerusakan pada peralatan kelistrikan seperti generator? Seberapa sering dan bagaimana dampaknya?</p> <p>Pernah, tetapi jarang terjadi</p>

No	Pertanyaan
3	<p>Apakah ada pemeliharaan dan pemeriksaan rutin pada sistem kelistrikan? Seberapa sering dan bagaimana hasilnya?</p> <p>Ada pemeriksaan berkala</p>

Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara





Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air





Lampiran 4 Dokumentasi Unit Pengolahan





Lampiran 5 Dokumentasi Pengukuran Data In Situ





Lampiran 6 Laporan Hasil Uji Laboratorium



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



AM.106.476.08.24

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

A. IDENTITAS	
Nama	: Sdr. Naufal Fakhruddin
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.236
Nama Sampel	: Air Minum
Jumlah Sampel	: 1
Parameter uji	: Kekeruhan, NO ₂ , NO ₃ , 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 Padsan
Kode & Koordinat Lokasi	
AM.236	: 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 mengandakan 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.uui.ac.id



Email: envirolab@uui.ac.id



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



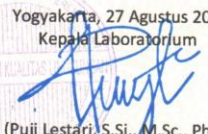
AM.106.476.08.24

HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AM.236	
A. Parameter Fisik				
1	Kekeruhan*	NTU	1,00	SNI 3554:2015
B. Parameter Kimiawi				
2	Nitrit (Sebagai NO ₂)*	mg/L	0,02 ± 0,003	SNI 3554:2015
3	Nitrat (Sebagai NO ₃)	mg/L	<0,70	SNI 3554:2015
C. Parameter Biologi				
4	Total Coliform	MPN/100mL	16 (10 – 27)	SM Ed. 23, 9221, 2017
5	<i>E.coli</i>	MPN/100mL	16 (10 – 27)	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.106.476.08.24

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

A. IDENTITAS	
Nama	: Sdr. Naufal Fakhruddin
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.237
Nama Sampel	: Air Minum
Jumlah Sampel	: 1
Parameter uji	: Kekeruhan, NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , 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 Padasan
Kode & Koordinat Lokasi	
AM.237	: 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



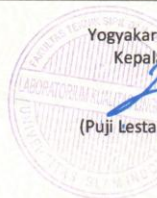


AM.106.476.08.24

HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AM.237	
A. Parameter Fisik				
1	Kekeruhan*	NTU	0,10	SNI 3554:2015
B. Parameter Kimiawi				
2	Nitrit (Sebagai NO ₂)*	mg/L	<0,01	SNI 3554:2015
3	Nitrat (Sebagai NO ₃)	mg/L	1,75 ± 0,15	SNI 3554:2015
C. Parameter Biologi				
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, A.Sc., M.Sc., Ph.D.)

Hal. 4 dari 4



Lampiran 7 Tata Guna Lahan 10 Tahun Terakhir (2012-2022)





