

TUGAS AKHIR - RE184804

**KAJIAN RISIKO KEKERUHAN AFVOER WILAYUT SEBAGAI  
AIR BAKU IPA SIWALANPANJI DENGAN METODE  
*HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK  
CONTROL (HIRARC)***

**ALYA ALIFIANI**

**NRP. 03211840000069**

Dosen Pembimbing

**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.**

**NIP.19550128 198503 2 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022





TUGAS AKHIR - RE184804

**KAJIAN RISIKO KEKERUHAN AFVOER WILAYUT SEBAGAI  
AIR BAKU IPA SIWALANPANJI DENGAN METODE  
*HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK  
CONTROL (HIRARC)***

**ALYA ALIFIANI**

**NRP. 03211840000069**

Dosen Pembimbing

**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.**

**NIP.19550128 198503 2 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022





FINAL PROJECT - RE184804

**STUDY OF THE RISK OF TURBIDTY *AFVOER* WILAYUT AS RAW  
WATER IN IPA SIWALANPANJI WITH HAZARD IDENTIFICATION,  
RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC) METHOD**

**ALYA ALIFIANI**

**NRP.03211840000069**

Advisor

**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.**

**NIP. 19550128 198503 2 001**

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Faculty of Civil Engineering, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022





## LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN RISIKO KEKERUHAN AFVOER WILAYUT SEBAGAI AIR BAKU IPA  
SIWALANPANJI DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT,  
AND RISK CONTROL (HIRARC)

### TUGAS AKHIR



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-I Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : ALYA ALIFIANI

NRP. 0321184000069

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.
2. Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
3. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.
4. Dr. Ali Masduqi, ST, MT.

Pembimbing   
Penguji   
Penguji 





## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Alya Alifiani / 0321184000069

Departemen : Teknik Lingkungan

Dosen Pembimbing / NIP: Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc. /

NIP.195501281985032001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Kajian Risiko Kekerusuhan Air Baku IPA Siwalanpanji dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 26 Juni 2022

Mahasiswa

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M. Sc.)

NIP. 195501281985032001



(Alya Alifiani)

NRP. 0321184000069



# KAJIAN RISIKO KEKERUHAN *AFVOER* WILAYUT SEBAGAI AIR BAKU IPA SIWALANPANJI DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC)

**Nama Mahasiswa / NRP** : Alya Alifiani / 03211840000069  
**Departemen** : Teknik Lingkungan FTSPK - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

## Abstrak

Dalam menjaga kualitas air, diperlukan pemantauan sebagai salah satu upaya pengendalian pencemaran pada air baku. PDAM Delta Tirta Sidoarjo merupakan salah satu PDAM yang mempunyai tugas untuk mengelola air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Kabupaten Sidoarjo. Terdapat IPA yang menggunakan *Afvoer* sebagai air baku, salah satunya yaitu IPA Siwalanpanji yang menggugurkan *Afvoer* Wilayut. *Afvoer* merupakan saluran air yang mendapatkan air dari sisa air sawah dan buangan air limbah di kanan kirinya. Pada IPA Siwalanpanji ketika kondisi musim kemarau tingkat kekeruhan dan TSS pada *Afvoer* Wilayut biasanya cukup tinggi, dan kondisi ini akan sangat fluktuatif di saat musim hujan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas air baku dan air produksi pada IPA Siwalanpanji. Dilakukan pengolahan data terlebih dahulu dengan menggunakan *fishbone analysis* dan selanjutnya dengan metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi bahaya *Afvoer* Wilayut pada proses produksi, menganalisis penilaian risiko yang ditimbulkan dari penggunaan *Afvoer* Wilayut, dan menemukan upaya dalam mengendalikan risiko yang ditimbulkan akibat penggunaan Wilayut pada PDAM Sidoarjo.

Metode yang digunakan terlebih dahulu yaitu *fishbone analysis* hal ini untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya masalah dan mengetahui sebab akibat terjadinya risiko kecelakaan kerja yang sudah diidentifikasi menggunakan tabel risiko, kemudian dilanjutkan analisisnya dengan metode HIRARC untuk mencegah atau meminimalisir kecelakaan kerja. HIRARC merupakan metode yang dimulai dari menentukan jenis kegiatan kerja yang kemudian diidentifikasi sumber bahayanya sehingga di dapatkan risikonya, yang kemudian akan dilakukan penilaian resiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan. Sehingga dalam kajian penelitian ini akan dilakukan analisis terkait identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendaliannya dalam penggunaan *afvoer* wilayut sebagai air baku untuk produksi air minum.

*Afvoer* Wilayut merupakan baku mutu air kelas III berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 sedangkan kondisi idealnya yaitu baku mutu air kelas I. Selain itu nilai kekeruhan yang sangat tinggi sehingga mempengaruhi nilai efisiensi penyisihan kekeruhan pada hasil air olahan menjadi kurang optimal bila dibandingkan dengan ketentuan dasar. Oleh karena itu, dilakukan penilaian risiko dan didapatkan bahwa potensi risiko paling tinggi dari segi teknis terdapat pada unit prasedimentasi sedangkan dari segi non-teknis yaitu kinerja operasional dengan kategori sedang. Dilakukan pengendalian risiko dengan mengatasi kendala yang muncul pada prasedimentasi yang mempengaruhi efektivitas penyisihan kekeruhan seperti dilakukan pengurasan secara berkala agar tidak terjadi penebalan lumpur.

**Kata Kunci** : *Afvoer*, *Fishbone analysis*, HIRARC, Instalasi Pengolahan Air, Kekeruhan

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# STUDY OF THE RISK OF TURBIDITY *AFVOER* WILAYUT AS RAW WATER IN IPA SIWALANPANJI WITH HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC) METHOD

Student Name /NRP : Alya Alifiani / 03211840000069  
Department : Environmental Engineering FTSPK - ITS  
Advisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

## Abstrack

In maintaining water quality, monitoring is needed to control pollution in raw water. PDAM Delta Tirta Sidoarjo is one of the PDAMs that has the task of managing clean water to meet the needs of the community in Sidoarjo Regency. There are IPAs that use *Afvoer* as raw water, one of which is Silawanpanji IPA which uses *Afvoer* Wilayut. *Afvoer* is a water channel that gets water from the rest of the rice fields and wastewater discharge on either side. At the Siwalanpanji IPA during dry season conditions, the level of turbidity and TSS in *Afvoer* Wilayut is usually relatively high, and this condition will be very volatile during the rainy season. So it is necessary to research to determine the quality of raw water and production water at the Siwalanpanji WTP. Data processing is carried out first using *fishbone analysis* and then using the Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) method. This study was conducted to identify the dangers of *Afvoer* Wilayut in the production process, analyze the risk assessment arising from the use of *Afvoer* Wilayut, and find efforts to control the risks caused by the use of Wilayut in PDAM Sidoarjo.

The method used first is *fishbone analysis*, this is to find out the factors that cause the problem and find out the cause and effect of the occurrence of work accident risks that have been identified using a risk table, then continue the *analysis* with the HIRARC method to prevent or minimize workplace accidents. HIRARC is a method that starts by determining the type of work activity which then identifies the source of the hazard so that the risk is obtained, which will then carry out a risk assessment and risk control to reduce exposure to hazards contained in each type of work. So that in this research study, an *analysis* related to hazard identification, risk assessment, and control will be carried out in the use of *afvoer* wilayut as raw water for drinking water production.

*Afvoer* Wilayut is a class III water quality standard based on PP No. 22 of 2021, while the ideal condition is the water quality standard of class I. In addition, the turbidity value is very high so that it affects the value of the efficiency of removing turbidity in processed water products to be less than optimal when compared to the basic provisions. Therefore, a risk assessment was carried out and it was found that the highest potential risk from a technical point of view was in the pre-sedimentation unit, while from a non-technical perspective, the operational performance was in the medium category. Risk control is carried out by overcoming obstacles that arise in the pre-sedimentation that affect the effectiveness of the removal of turbidity such as regular draining to avoid thickening of the mud.

**Keywords:** *Afvoer*, *Fishbone analysis*, HIRARC, Turbidity, Water Treatment Plant

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Saya panjatkan ke hadirat Allah Yang Mahakuasa atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya Laporan Tugas Akhir dengan “Kajian Risiko Kekerusuhan *Afvoer* Wilayut sebagai Air Baku IPA Siwalanpanji dengan Metode HIRARC” dapat Saya selesaikan. Laporan ini disusun selain berguna dalam pemenuhan prasyarat kelulusan dari mata kuliah Tugas Akhir (TA), juga merupakan langkah awal penulis dalam penerapan dan pendalaman ilmu Teknik Lingkungan khususnya dalam bidang pengolahan air minum.

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan semangat, bimbingan, dan nasihat dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir terutama kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem M.Sc selaku Dosen Pembimbing atas arahnya selama ini dan sesnantiasa memberikan dorongan moril demi terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT. dan Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes selaku Dosen Pengarah, atas ilmu, masukan dan bimbingan yang diberikan dalam proses pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST. MEPM selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan FTSPK-ITS, atas ilmu, dukungan, dan motivasi selama menjalankan perkuliahan.
4. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST, MT. selaku Dosen Wali, atas ilmu, arahan dan bimbingannya selama menjalankan perkuliahan
5. Ibu Harmin Sulistiyaning Titah, ST, MT, Ph.D selaku koordinator tugas akhir Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
6. Orang tua dan adik saya selaku keluarga yang telah mendoakan, memberi dukungan, dan memotivasi hingga saat ini.
7. Teman-teman bimbingan Lab Manajemen Kualitas Lingkungan khususnya kepada Rani, Vika, Icul, Nineis atas perjuangan, bantuan dan motivasinya selama pengerjaan tugas akhir.
8. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2018 (Envisible) yang selalu memberi dukungan dan mengingatkan satu sama lain.

Laporan ini tentunya masih jauh dari kata sempurna. Banyak yang harus dalam teknis dan isi dari penulisan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun untuk tugas akhir ini sangat diharapkan. Semoga dapat bermanfaat dan berguna bagi penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juni 2022

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
Abstrak.....	iv
Abstrack.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Manfaat .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sumber Air Baku .....	5
2.2 Karakteristik Air Baku.....	5
2.3 Instalasi Pengolahan Air .....	6
2.4 <i>Fishbone analysis</i> .....	9
2.4 Metode HIRARC .....	10
2.4.1 Identifikasi bahaya .....	10
2.4.2 Penilaian risiko.....	11
2.4.3 Pengendalian risiko .....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	15
3.1 Kerangka Penelitian .....	15
3.2 Tahapan Penelitian.....	17
3.2.1 Ide Penelitian.....	17
3.2.2 Pengumpulan Studi Literatur .....	17
3.2.3 Pengumpulan Data .....	17
3.2.4 Analisis dan Pembahasan .....	18
3.2.5 Kesimpulan dan Saran.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1 Kondisi Eksisting IPA Siwalanpanji.....	19
4.2 Karakteristik Kualitas Air Baku IPA Siwalanpanji .....	22
4.3 Kualitas Air Olahan IPA Siwalanpanji .....	24
4.3.1 Analisis Unit Prasedimentasi .....	24
4.3.2 Analisis Unit Ultrafiltrasi .....	26
4.3.2 Analisis Unit Konvensional 50 l/detik .....	27
4.3.3 Analisis Unit Konvensional 25 l/detik Utara .....	30
4.3.4 Analisis Unit Konvensional 25 l/detik Selatan .....	32
4.4 Kualitas Air Produksi IPA Siwalanpanji .....	34
4.5 <i>Fishbone Analysis</i> .....	35
4.5.1 Aspek Teknis.....	41
4.5.2 Aspek Non Teknis.....	43
4.6 Penilaian Risiko dengan Metode HIRARC .....	43

4.6.1 Penilaian <i>Severity</i> .....	44
4.6.2 Penilaian <i>Likelihood</i> .....	51
4.6.3 Penilaian Risiko .....	54
4.7 Pengendalian Risiko dengan Metode HIRARC .....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN A .....	63
LAMPIRAN B .....	67
LAMPIRAN C .....	73
LAMPIRAN D .....	74
BIOGRAFI PENULIS .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokasi <i>Intake</i> IPA Siwalanpanji .....	7
Gambar 2.2 Dokumentasi IPA Siwalanpanji.....	7
Gambar 2.3 Denah IPA Siwalanpanji.....	8
Gambar 2.4 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji.....	9
Gambar 2.5 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji yang dipilih .....	9
Gambar 2.6 Diagram <i>Fishbone</i> .....	10
Gambar 4.1 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji.....	19
Gambar 4.2 Kekeruhan Unit Prasedimentasi .....	24
Gambar 4.3 Kekeruhan Unit Clarifier .....	26
Gambar 4.4 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 50 L/detik .....	28
Gambar 4.5 Kekeruhan Unit Konvensional Filter WTP 50 L/detik.....	28
Gambar 4.6 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 25 L/detik Utara .....	30
Gambar 4.7 Kekeruhan Unit Konvensional Filter 25 L/detik Utara .....	30
Gambar 4.8 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 25 L/detik Selatan.....	32
Gambar 4.9 Kekeruhan Unit Konvensional Filter 25 L/detik Selatan .....	32
Gambar 4.10 Diagram <i>Fishbone</i> Aspek Teknis Unit Ultrafiltrasi.....	36
Gambar 4.11 Diagram <i>Fishbone</i> Aspek Teknis Unit Konvensional 50 L/detik .....	37
Gambar 4.12 Diagram <i>Fishbone</i> Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Utara.....	38
Gambar 4.13 Diagram <i>Fishbone</i> Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Selatan.....	39
Gambar 4.14 Diagram <i>Fishbone</i> Aspek Non-Teknis .....	40

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Baku Mutu Air Berdasarkan Kelas .....	6
Tabel 2.3 Tabel <i>severity</i> .....	11
Tabel 2.4 Kriteria <i>likelihood</i> .....	12
Tabel 2.5 <i>Risk Matrix</i> .....	12
Tabel 4.1 Kualitas Air Baku IPA Siwalanpanji.....	22
Tabel 4.2 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Prasedimentasi .....	25
Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Ultrafiltrasi .....	26
Tabel 4.4 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 50 L/detik.....	28
Tabel 4.5 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Utara.....	31
Tabel 4.6 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Selatan.....	33
Tabel 4.7 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Selatan.....	34
Tabel 4.8 Tabel <i>Severity</i> .....	44
Tabel 4.9 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Prasedimentasi .....	45
Tabel 4.10 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Ultrafiltrasi.....	45
Tabel 4.11 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Clarifier .....	46
Tabel 4.12 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Filter .....	46
Tabel 4.13 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Clarifier .....	47
Tabel 4.14 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Filter.....	48
Tabel 4.15 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Clarifier .....	48
Tabel 4.16 Nilai <i>Severity</i> Kekeruhan Unit Filter .....	49
Tabel 4.17 Nilai <i>Severity</i> Pelatihan Mengenai Penyelenggaraan SPAM .....	50
Tabel 4.18 Nilai <i>Severity</i> Kinerja Operasional .....	50
Tabel 4.19 Peringkat <i>Severity</i> Aspek Teknis.....	51
Tabel 4.20 Peringkat <i>Severity</i> Aspek Non-Teknis.....	51
Tabel 4.21 Kriteria <i>Likelihood</i> .....	51
Tabel 4.22 Nilai <i>Likelihood</i> Unit Prasedimentasi.....	52
Tabel 4.23 Nilai <i>Likelihood</i> Unit Ultrafiltrasi .....	52
Tabel 4.24 Nilai <i>Likelihood</i> Unit Konvensional 50 L/detik .....	52
Tabel 4.25 Nilai <i>Likelihood</i> Unit Konvensional 25 L/detik Utara .....	53
Tabel 4.26 Nilai <i>Likelihood</i> Unit Konvensional 25 L/detik Selatan .....	53
Tabel 4.27 Nilai <i>Likelihood</i> Wawasan SDM.....	54
Tabel 4.28 Nilai <i>Likelihood</i> Kinerja Operasional.....	54
Tabel 4.29 Risk Matrix .....	54
Tabel 4.30 Penjelasan Risk Matrix.....	55
Tabel 4.31 Hasil Penilaian Risiko Aspek Teknis .....	55
Tabel 4.32 Hasil Penilaian Risiko Aspek Non-Teknis.....	55

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam memenuhi kebutuhan air minum, tidak semua air baku dapat digunakan oleh manusia. Air baku yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air minum agar dapat digunakan sebagai air minum (Meidhitasari, 2007). PDAM Delta Tirta Sidoarjo merupakan salah satu PDAM yang mempunyai tugas untuk mengelola air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Kabupaten Sidoarjo yang tersebar di dalam kota ataupun desa (Handayani, 2017). Namun, masyarakat Sidoarjo mengeluhkan kualitas air yang belum memadai untuk dikonsumsi. Hal ini dikarenakan warna air yang kuning keruh hingga hitam seperti air kopi yang dikeluhkan oleh para pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum Delta Tirta Sidoarjo. Selain itu, air yang didistribusikan oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo juga memiliki bau yang kurang sedap (Desi dan Lailul, 2021). Sehingga diperlukan pemantauan sebagai salah satu upaya pengendalian pencemaran pada air baku dalam menjaga kualitas air produksi (Hendra dkk, 2019).

Dalam menjaga kualitas air perlu memperhatikan standar air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Syarat kualitas air minum aman bagi kesehatan manusia apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Syarat dan pengawasan kualitas air dari segi parameter fisika yaitu air bebas dari pencemaran dalam arti kekeruhan, warna, rasa, bau, dan tidak berbahaya bagi kesehatan, pH yang dianjurkan untuk air minum yaitu 6,5-8,5. Hal tersebut penting karena keberlanjutan kehidupan manusia yang sehat bergantung pada sumber daya air yang bersih dan berkualitas (Ahamed et al., 2015).

Menurut Peraturan Bupati Sidoarjo No. 86 Tahun 2019, dalam pengolahan air baku, PDAM Sidoarjo memiliki 6 Instalasi Pengolahan Air (IPA). Setiap IPA tersebut menggunakan sumber air baku yang berbeda. Terdapat IPA yang menggunakan *Afvoer* sebagai air baku, salah satunya yaitu IPA Siwalanpanji yang menggunakan *Afvoer* Wilayat. *Afvoer* merupakan saluran air yang mendapatkan air dari sisa air sawah dan buangan air limbah di kanan kirinya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 yaitu kualitas mutu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum yaitu klasifikasi mutu air kelas I. Sedangkan pada kondisi eksisting, *afvoer* termasuk klasifikasi mutu air kelas III berdasarkan kualitas airnya menurut Kasie IPA Siwalanpanji.

Menurut Peraturan Bupati Sidoarjo No. 86 Tahun 2019, pada kondisi musim kemarau tingkat kekeruhan dan TSS pada *Afvoer* Wilayat umumnya cukup tinggi, dan kondisi ini akan sangat fluktuatif di saat musim hujan, yaitu kadar TSS dan kekeruhan bisa sewaktu-waktu dengan sangat tinggi. IPA Siwalanpanji memproduksi air bersih 85 L/detik, tetapi karena kondisi kualitas air baku setiap tahunnya mengalami penurunan sehingga dapat berpengaruh pada kinerja proses treatment awal yang tidak maksimal dalam proses penurunan zat organik terlarut (Ningrum dkk, 2020). IPA Siwalanpanji pada tahun 2019 memiliki nilai BOD 5,78 mg/L, COD 26,3 mg/L dan TSS 35,94 mg/L (Laboratorium Lingkungan PTJ I, 2019 dalam Bernadet 2020) sehingga kandungan BOD dan COD tersebut melebihi baku mutu air kelas I menurut Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021.

Berdasarkan informasi yang telah didapatkan tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas air baku beserta air produksi pada IPA Siwalanpanji. Dalam penelitian ini,



dilakukan pengolahan data terlebih dahulu dengan menggunakan *fishbone analysis* sebagai prasyarat untuk mengetahui akar faktor penyebab terjadinya masalah dan mengetahui sebab akibat terjadinya risiko kecelakaan kerja yang sudah diidentifikasi menggunakan tabel risiko, lalu kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC).

Metode HIRARC digunakan karena metode HIRARC merupakan metode yang terdiri dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko. Potensi penurunan yang dapat terjadi perlu dibuat setelah membuat pengendalian resiko. Potensi penurunan dibuat sebagai acuan dari pengendalian yang diterapkan (Wijaya dkk. 2015). Dengan metode HIRARC, dapat diketahui nilai (R) risiko tertinggi pada suatu kejadian sekaligus cara pengendalian dari risiko tersebut.

Oleh karena itu dalam kajian penelitian ini akan dilakukan analisis terkait identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendaliannya dalam penggunaan *afvoer* wilayah sebagai air baku untuk produksi air minum terhadap kualitas air produksi dengan metode HIRARC. Bila telah diketahui bahaya dan penilaian risikonya, maka dapat segera dibuat pengendalian untuk meminimalisir risikonya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengidentifikasi risiko penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah terhadap proses produksi IPA Siwalanpanji?
2. Bagaimana menilai risiko yang ditimbulkan dari penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah dengan *fishbone analysis* dan metode HIRARC?
3. Bagaimana cara pengendalian risiko yang ditimbulkan akibat penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah pada IPA Siwalanpanji?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko penggunaan kualitas air baku *Afvoer* Wilayah terhadap proses produksi IPA Siwalanpanji.
2. Menganalisis penilaian risiko yang ditimbulkan dari penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah dengan *fishbone analysis* dan metode HIRARC.
3. Menemukan upaya dalam mengendalikan risiko yang ditimbulkan akibat penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah pada IPA Siwalanpanji.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian yaitu pada IPA Siwalanpanji pada alur pengolahan *Intake* Barat.
2. Data yang dikaji adalah air baku yang berasal dari *Afvoer* Wilayah, air unit pengolahan, dan air produksi yang dihasilkan alur pengolahan *Intake* Barat IPA Siwalanpanji.
3. Aspek penilaian yang dikaji yaitu berdasarkan segi kualitas dengan parameter kekeruhan.
4. Parameter air baku yaitu kekeruhan, pH, TSS, COD, dan BOD berdasarkan kriteria mutu air berdasarkan kelas (PP No. 22 tahun 2021).
5. Parameter penentu kualitas air produksi dan kinerja unit pengolahan yaitu kekeruhan dan pH (PerMenKes No. 492 tahun 2010).
6. Metode yang digunakan *Fishbone Analysis* dan *Hazard Identification, Risk Assesment, and Risk Control* (HIRARC).

7. Variabel yang digunakan dalam kajian penelitian adalah aspek teknis dan non teknis.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang ingin didapatkan dari kajian penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi bahaya dan risiko dari penggunaan *afvoer* sebagai air baku.
2. Memberikan masukan dalam upaya mengurangi risiko dalam sistem produksi air pada dan IPA Siwalanpanji.
3. Meningkatkan kualitas air produksi pada IPA Siwalanpanji.
4. Memenuhi kebutuhan dan menghasilkan kepuasan dari pelanggan IPA Siwalanpanji.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Penyediaan air bersih merupakan perhatian utama di banyak negara berkembang termasuk Indonesia, karena air merupakan kebutuhan dasar dan sangat penting untuk kehidupan dan kesehatan umat manusia (Song et al., 2009).

Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18, 2007). Menurut Cut Khairunnisa (2012), di Indonesia sendiri, sumber air yang sering dipergunakan oleh sebagian besar masyarakat adalah air tanah, baik air tanah dangkal maupun air tanah dalam.

Linsley dan Franzini (1991), Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan akan mengalami pengotoran selama pengalirannya, pengotoran tersebut disebabkan oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, limbah industri, kotoran penduduk dan sebagainya.

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah:

- a. Air waduk (berasal dari air hujan)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. Air danau (berasal dari air hujan, air sungai atau mata air)

Pada IPA Siwalanpanji, sumber air baku yang digunakan berasal dari *Afvoer*. Menurut Peraturan Bupati Sidoarjo No. 86 Tahun 2019, *afvoer* merupakan saluran air yang mendapatkan air dari sisa air sawah dan buangan air limbah di kanan kirinya.

#### **2.2 Karakteristik Air Baku**

Air digunakan oleh manusia untuk keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, cuci, kakus, dan sebagainya. Diantara kegunaan-kegunaan air tersebut, yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum. Oleh karena itu, untuk keperluan minum, termasuk untuk masak, air harus mempunyai persyaratan khusus agar tidak menimbulkan penyakit pada manusia (Soemirat, 2009).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Baku Mutu Air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, ertergi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Klasifikasi mutu air dibagi menjadi 4 kelas, pembagian kelas ini didasarkan tingkatan baiknya mutu air dan kemungkinan kegunaannya. 4 Klasifikasi mutu air tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- c. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Menurut PP No. 22 Tahun 2021, berikut merupakan beberapa data parameter kualitas air baku berdasarkan kelas pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Parameter Baku Mutu Air Berdasarkan Kelas**

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
1	Temperatur	c	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
2	TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000
3	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400
4	Warna	Pt-Co unit	15	50	100	-
5	pH		6-9	6-9	6-9	6-9
6	BOD	mg/L	2	3	6	12
7	COD	mg/L	10	25	40	80

Sumber : PP No. 22 Tahun 2021

### 2.3 Instalasi Pengolahan Air

Menurut Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 86 Tahun 2019 tentang Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum, Cakupan pelayanan PDAM Kabupaten Sidoarjo tahun 2017 adalah 36,35% dari jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo mencapai 2.223.002 jiwa dengan jumlah pelanggan sebesar 134.663 unit. Wilayah yang terlayani PDAM sebanyak 16 Kecamatan dan tersebar di 181 desa. Dalam proses pengolahannya, PDAM Sidorajo mempunyai 6 IPA dengan masing-masing lokasi dan penggunaan sumber air baku yang berbeda. Dalam penelitian ini membahas tentang IPA Siwalanpanji sebagai berikut.

IPA Siwalanpanji memanfaatkan *Afvoer* Wilayut sebagai sumber air baku, selain berfungsi sebagai air baku IPA, *Afvoer* Wilayut juga sebagai pengairan sawah di sekitar kawasan IPA. Wilayah pelayanan IPA Siwalanpanji meliputi Kecamatan Sedati. Berikut merupakan gambaran IPA Siwalanpanji beserta air baku yang digunakan terdapat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 berikut.



**Gambar 2.1 Lokasi Intake IPA Siwalanpanji**  
Sumber : PerBup Sidoarjo No. 86 Tahun 2019

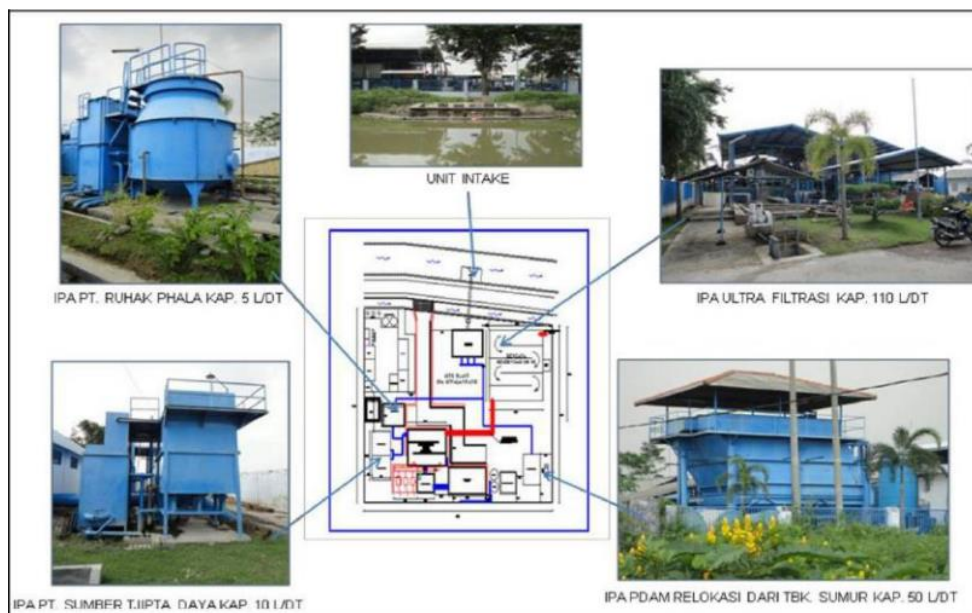


**Gambar 2.2 Dokumentasi IPA Siwalanpanji**  
Sumber : PerBup Sidoarjo No. 86 Tahun 2019

Pada kondisi musim kemarau tingkat kekeruhan dan TSS sungai biasanya cukup tinggi, dan kondisi ini akan sangat fluktuatif di saat musim hujan, yaitu kadar TSS dan kekeruhan bisa sewaktu-waktu sangat tinggi bahkan bisa di atas kisaran 2000 mg/L dan lebih dari 1000 NTU. Kapasitas produksi IPA Siwalanpanji saat ini berkisar 80 - 85 l/dtk, dan merupakan gabungan antara IPA Ultrafiltrasi dan Konvensional. IPA Siwalanpanji terdiri dari 5 unit IPA yang masing masing adalah:

- IPA 1 kap. 5 L/det, merupakan IPA Paket Baja dibangun Tahun 1995.
- IPA 2 kap. 10 L/det, merupakan IPA Paket Baja dibangun 1999.
- IPA 3 kap. 50 L/det, merupakan IPA Paket Baja hasil relokasi dari IPA Tambak Sumur pada Tahun 2000.
- IPA 4 kap. 25 L/det x 2, yang terdiri dari IPA 25 L/detik Utara dan Selatan.
- IPA 5 merupakan IPA yang menggunakan sistem Ultrafiltrasi kapasitas 30 l/dt dibangun pada tahun 2010 melalui bantuan dana dari APBD Provinsi Jawa Timur.

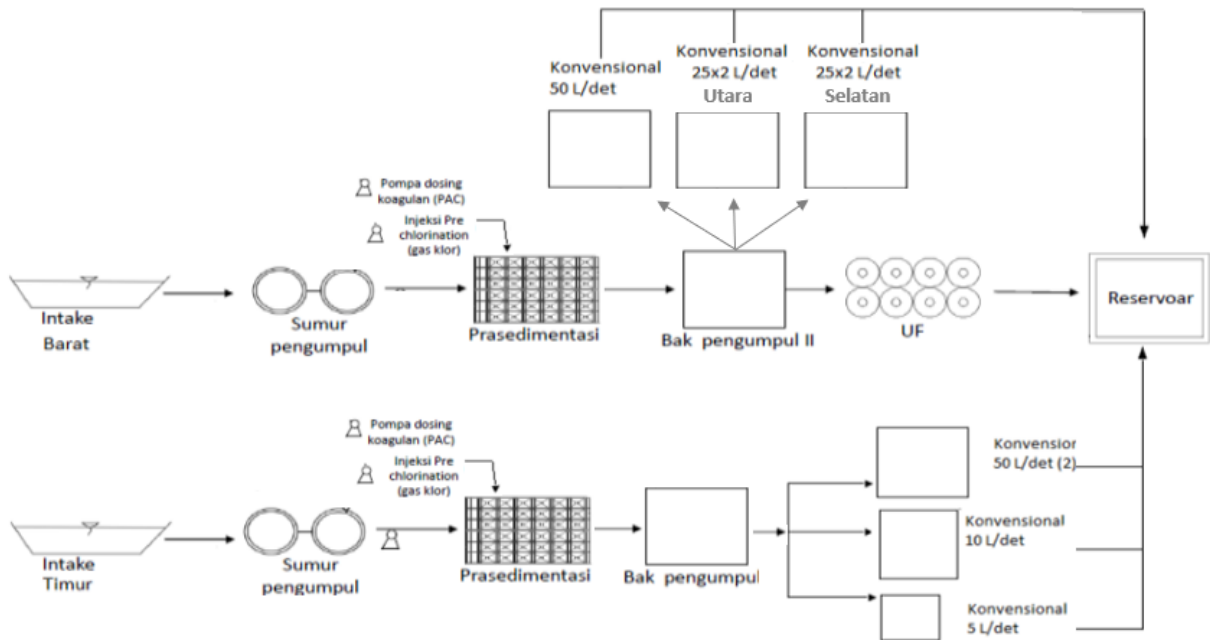
Berikut merupakan denah dari IPA Siwalanpanji yang terdapat pada Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.3 Denah IPA Siwalanpanji**

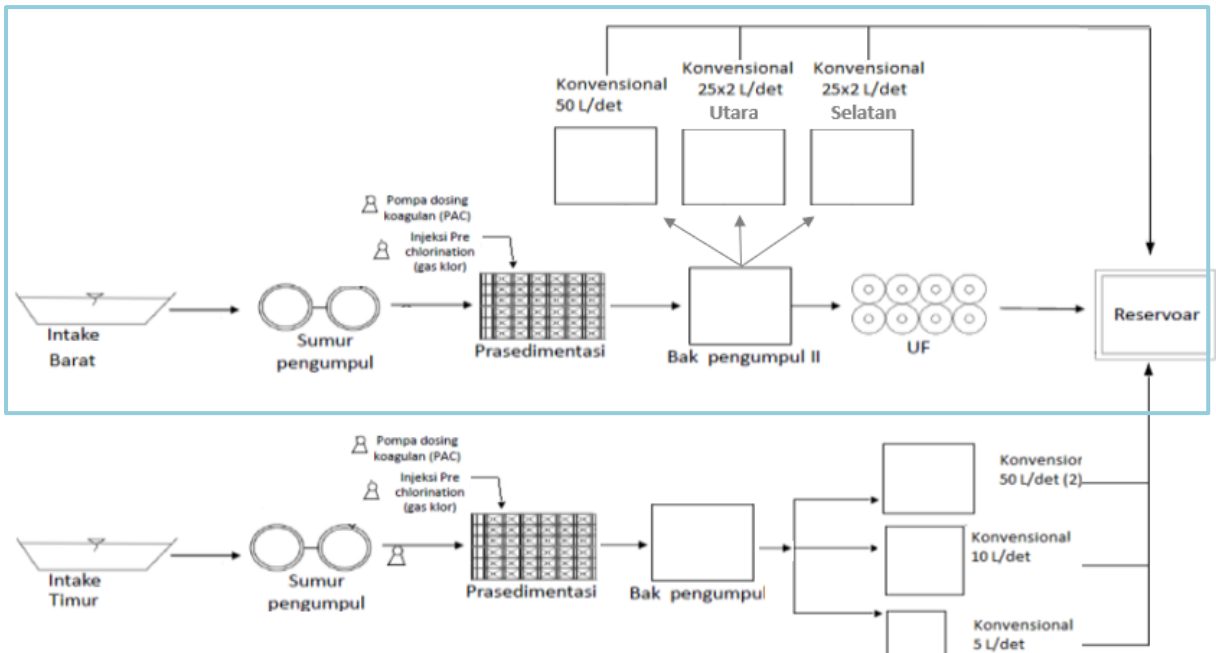
Sumber : PerBup Sidoarjo No. 86 Tahun 2019

Dalam alur proses pengolahan IPA Siwalanpanji, terdapat 2 *intake* yaitu *intake* timur dan *intake* barat. Pengolahan dimulai dari *intake* barat yang dialirkan ke sumur pengumpul lalu menuju prasedimentasi. Pada prasedimentasi terjadi pemberian koagulan PAC dan injeksi *pre*-klorinasi dengan gas klor. Kemudian aliran menuju bak pengumpul dan terpecah menuju instalasi konvensional 50 L/detik, konvensional 25 x 2 L/detik, dan ultrafiltrasi selanjutnya seluruh air yang telah diolah dari masing-masing unit akan menuju ke reservoir. Sedangkan *intake* timur mengalirkan ke sumur pengumpul lalu menuju prasedimentasi yang terdapat pemberian koagulan (PAC) dan *pre*-klorinasi dengan gas klor. Selanjutnya aliran menuju bak pengumpul dan terpecah menuju 3 instalasi konvensional dengan debit yaitu 5 L/detik, 10 L/detik, dan 50 L/detik. Selanjutnya seluruh air yang telah diolah dari masing-masing unit akan menuju ke reservoir. Pada reservoir terdapat *post*-klorinasi yang bersifat opsional berdasarkan kondisi air di reservoir. Berikut merupakan diagram alur proses pengolahan IPA Siwalanpanji pada Gambar 2.4 berikut.



**Gambar 2.4 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji**  
 Sumber: PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo

Berdasarkan alur proses pengolahan tersebut maka digunakan alur pengolahan *intake* barat karena mempunyai pengolahan yang lebih kompleks dan debit air yang dihasilkan dari alur pengolahan tersebut lebih besar. Sehingga alur proses pengolahan *intake* barat yang akan dianalisis risiko berdasarkan kualitasnya seperti Gambar 2.5 berikut.



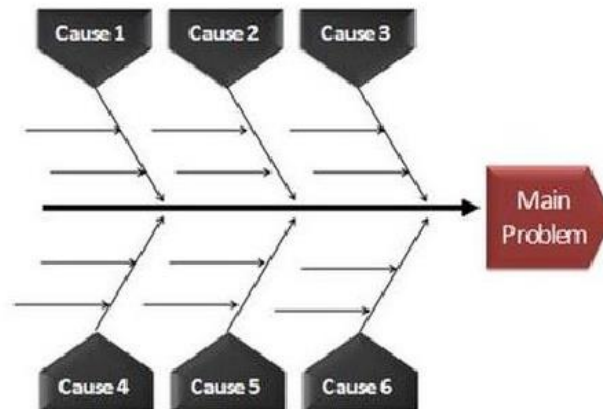
**Gambar 2.5 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji yang dipilih**

### 2.4 Fishbone analysis

*Fishbone* analisis merupakan alat sistematis yang menganalisis persoalan dan faktor-faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. *Fishbone analysis* atau *fishbone* diagram ini menampilkan keadaan dengan melihat efek dan sebab-sebab yang berkontribusi pada efek tersebut. Melihat dari definisi tersebut *Fishbone* Diagram kemudian disebut sebagai cause-and-



effect diagram (Sugianto, 2012). Bentuk diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



**Gambar 2.6 Diagram *Fishbone***

Sumber : Sugianto (2012)

Diagram ini digunakan untuk mengkategorikan banyaknya potensi penyebab masalah atau isu-isu dalam cara yang tertib dan dalam mengidentifikasi akar penyebab. Penyebab digolongkan ke dalam beberapa faktor yang diyakini sebagai sumber penyebab utama dari masalah.

## **2.4 Metode HIRARC**

Metode HIRARC adalah metode yang terdiri dari identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*). Potensi penurunan yang dapat terjadi juga perlu dibuat setelah membuat pengendalian resiko. Potensi penurunan dibuat sebagai acuan atau target dari pengendalian yang diterapkan (Wijaya et al, 2015)

*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)* merupakan sebuah metode dalam mencegah atau meminimalisir kecelakaan kerja. HIRARC merupakan metode yang dimulai dari menentukan jenis kegiatan kerja yang kemudian diidentifikasi sumber bahayanya sehingga di dapatkan risikonya. kemudian akan dilakukan penilaian resiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan. (Purnama, 2015).

Metode HIRARC dimulai dari menentukan jenis kegiatan kerja yang kemudian diidentifikasi sumber bahaya sehingga didapatkan risikonya. Kemudian akan dilakukan penilaian risiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan.

### **2.4.1 Identifikasi bahaya**

Bahaya dapat menyebabkan kerusakan pada alat atau lingkungan dan juga pada manusia. Berbagai kategori hazard adalah jasmani, bahaya kimia, bahaya mekanis, bahaya listrik, bahaya ergonomis, bahaya biasa, bahaya lingkungan, bahaya biologis dan bahaya psikologis (Poernomo dan Sutapa, 2019).

Identifikasi bahaya merupakan proses untuk mengetahui adanya satu bahaya dan menentukan karakteristiknya (OHSAS 18001, 2007). Dalam menentukan manajemen bahaya langkah awal yang harus dilakukan yaitu identifikasi bahaya. Identifikasi bahaya

dilakukan untuk menentukan potensi bahaya apa saja yang dapat terjadi, supaya dapat dilakukan pengendalian. Tanpa melakukan identifikasi bahaya akan sulit untuk melakukan manajemen risiko (Ramli, 2010). Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya yang ada di setiap tahapan aktivitas yang dilakukan. Sumber bahaya dapat berasal dari suatu bahan, alat atau sistem (Department of Occupational Safety and Health, 2008).

Langkah awal dalam mengidentifikasi bahaya adalah dengan mengetahui, apa saja proses kerjanya. Dalam menemukan sumber bahaya akan dijabarkan menjadi 5 faktor yaitu, *man, methode, material, machine, dan environment*. Manajemen risiko dikatakan berhasil dapat dilihat dari kemampuan dalam mengidentifikasi bahaya (Hasbi, 2018)

#### 2.4.2 Penilaian risiko

Potensi bahaya yang telah teridentifikasi akan dilakukan penilaian risiko guna menentukan tingkat risiko (risk rating) dari bahaya tersebut. Analisis risiko bertujuan untuk menentukan besarnya risiko dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya dan besarnya efek yang akan ditimbulkan (Ramli, 2010).

Penilaian risiko dapat dilakukan dengan melakukan lima langkah sistematis dalam melakukan penilaian risiko. Langkah tersebut antara lain (Poernomo dan Sutapa, 2019):

1. Mengidentifikasi potensi bahaya yang bisa terjadi di area kerja tersebut.
2. Menentukan sumber-sumber risiko yang dapat ditimbulkan oleh potensi bahaya yang telah diidentifikasi
3. Menentukan area yang terkena pengaruh risiko.
4. Menentukan penyebab dan menetapkan pengendalian terhadap risiko tersebut.
5. Melakukan penilaian terhadap potensi bahaya tersebut dan melakukan revisi jika diperlukan.

Menurut (Suardi, 2007) dalam (Yudhitira, 2018) Penilaian Risiko (Risk Assessment) terdiri dari dua tahap proses yaitu menganalisis risiko (*Risk Analysis*) dan mengevaluasi risiko (risk evaluation), dimana kedua tahapan ini penting untuk menentukan langkah dan strategi pengendalian risiko. Penilaian dalam risk assessment yaitu *Likelihood* (L) dan *Severity* (S) atau *Consequence* (C). *Likelihood* menunjukkan seberapa mungkin kecelakaan itu terjadi, sedangkan *Severity* atau *Consequence* menunjukkan seberapa parah dampak dari kecelakaan tersebut. Nilai dari *Likelihood* dan *Severity* akan digunakan untuk menentukan Risk Rating atau Risk Level. Risk rating adalah nilai yang menunjukkan resiko yang ada berada pada tingkat rendah, menengah, tinggi, atau ekstrim (AS/NZS). (Wijaya, Panjaitan, Palit, 2015). Berikut ini merupakan tabel *severity*, table *likelihood* dan *risk matrix* menurut standar AS/NZS 4360:1999 pada Tabel 2.4-2.5 berikut.

**Tabel 2.3 Tabel severity**

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignification</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar
4	<i>Major</i>	Cedera berat lebih satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal lebih satu orang, kerugian sangat besar dan dampak luas yang berdampak panjang, terhentinya seluruh kegiatan

Sumber: AS/NZS 4360

**Tabel 2.4 Kriteria *likelihood***

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Rare</i>	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu
2	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan terjadi jarang
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sewaktu-waktu.
4	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi hampir disemua keadaan
5	<i>Almost Certain</i>	Terjadi hampir disemua keadaan

Sumber: AS/NZS 4360

Jika dirumuskan seperti rumus matematika maka sebagai berikut:

$$\text{Risiko} = \text{Likelihood} \times \text{Severity} \text{ atau } R = L \times S$$

**Tabel 2.5 Risk Matrix**

<i>Likelihood</i>	<i>Severity</i>				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Sumber: AS/NZS 4360

Berdasarkan rumus dari penilaian risiko, dapat dikategorikan sebagai berikut:

Jika hasil perkalian 1 – 4 maka termasuk kategori rendah, dianggap sebagai suatu hal yang wajar dan mungkin tidak perlu dilakukannya suatu tindakan. Namun jika risiko dapat diselesaikan secara cepat dan efisien, pengendalian dapat dilakukan.

Jika hasil perkalian 5 – 12 maka termasuk kategori sedang, membutuhkan suatu pengendalian terencana dan menerapkan penilaian sementara jika diperlukan. Tindakan pengendalian harus tercatat pada dokumen penilaian risiko termasuk hari/tanggal kejadian penyelesaian.

Jika hasil perkalian 13 – 25 maka termasuk kategori tinggi, memerlukan tindakan pengendalian segera sesuai dengan hirarki control. Tindakan pengendalian harus tercatat pada dokumen penilaian risiko termasuk hari/tanggal kejadian penyelesaian

### **2.4.3 Pengendalian risiko**

Pengendalian risiko merupakan upaya untuk meminimalisir adanya tingkat kemungkinan terjadi bahaya (Liana dkk, 2019). Pengendalian risiko (Risk Control) adalah cara untuk mengatasi potensi bahaya yang terdapat dalam lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut dapat dikendalikan dengan menentukan suatu skala prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam prioritas terlebih dahulu yang kemudian dapat membantu dalam pemilihan pengendalian risiko yang disebut hirarki pengendalian risiko. (Wijaya, Panjaitan, Palit, 2015).

Terdapat beberapa tipe pengendalian risiko antara lain (Poernomo dan Sutapa, 2019):

- a. Eliminasi

Hirarki teratas adalah eliminasi dimana bahaya yang ada harus dihilangkan pada saat proses pembuatan desain dibuat. Tujuannya adalah untuk menghilangkan kemungkinan kesalahan manusia dalam menjalankan suatu sistem karena adanya kekurangan pada desain. Penghilangan bahaya merupakan metode yang paling efektif sehingga tidak hanya mengandalkan perilaku pekerja dalam menghindari risiko. Namun, demikian penghapusan benar-benar terhadap bahaya tidak selalu praktis dan ekonomis. Missal: bahaya jatuh, bahaya ergonomi, bahaya confined space, bahaya bising, bahaya kimia. Semua itu harus dieliminasi jika berpotensi berbahaya

b. Substitusi

Metode pengendalian ini bertujuan untuk mengganti bahan, proses, operasi ataupun peralatan dari yang berbahaya menjadi lebih tidak berbahaya. Dengan pengendalian ini akan menurunkan bahaya dan risiko melalui sistem ulang maupun desain ulang. Missal: sistem otomatisasi pada mesin untuk mengurangi interaksi mesin-mesin berbahaya dengan operator, menggunakan bahan pembersih kimia yang kurang berbahaya, mengurangi kecepatan, kekuatan serta arus listrik, mengganti bahan baku padat yang menimbulkan debu menjadi bahan yang cair atau basah.

c. Rekayasa

Rekayasa / Engineering merupakan upaya menurunkan tingkat risiko dengan mengubah desain tempat kerja, mesin, peralatan atau proses kerja menjadi lebih aman. Ciri khas dalam tahap ini adalah melinatkan pemikiran yang lebih mendalam bagaimana membuat lokasi kerja yang memodifikasi peralatan, melakukan kombinasi kegiatan, perubahan prosedur, dan mengurangi frekuensi dalam melakukan kegiatan berbahaya.

d. Administrasi

Menurut Spurlock (2018) kontrol administratif mencakup mengambil langkah-langkah untuk membatasi paparan pekerja pada hal yang membahayakan atau mendidik pekerja untuk mengelola bahaya saat ditemui. Contohnya kontrol administratif meliputi pelatihan, rotasi kerja, daftar periksa, izin, dan sebagainya, pergantian shift kerja, pembentukan sistem kerja, pelatihan karyawan, dan pemisahan lokasi.

e. Apd

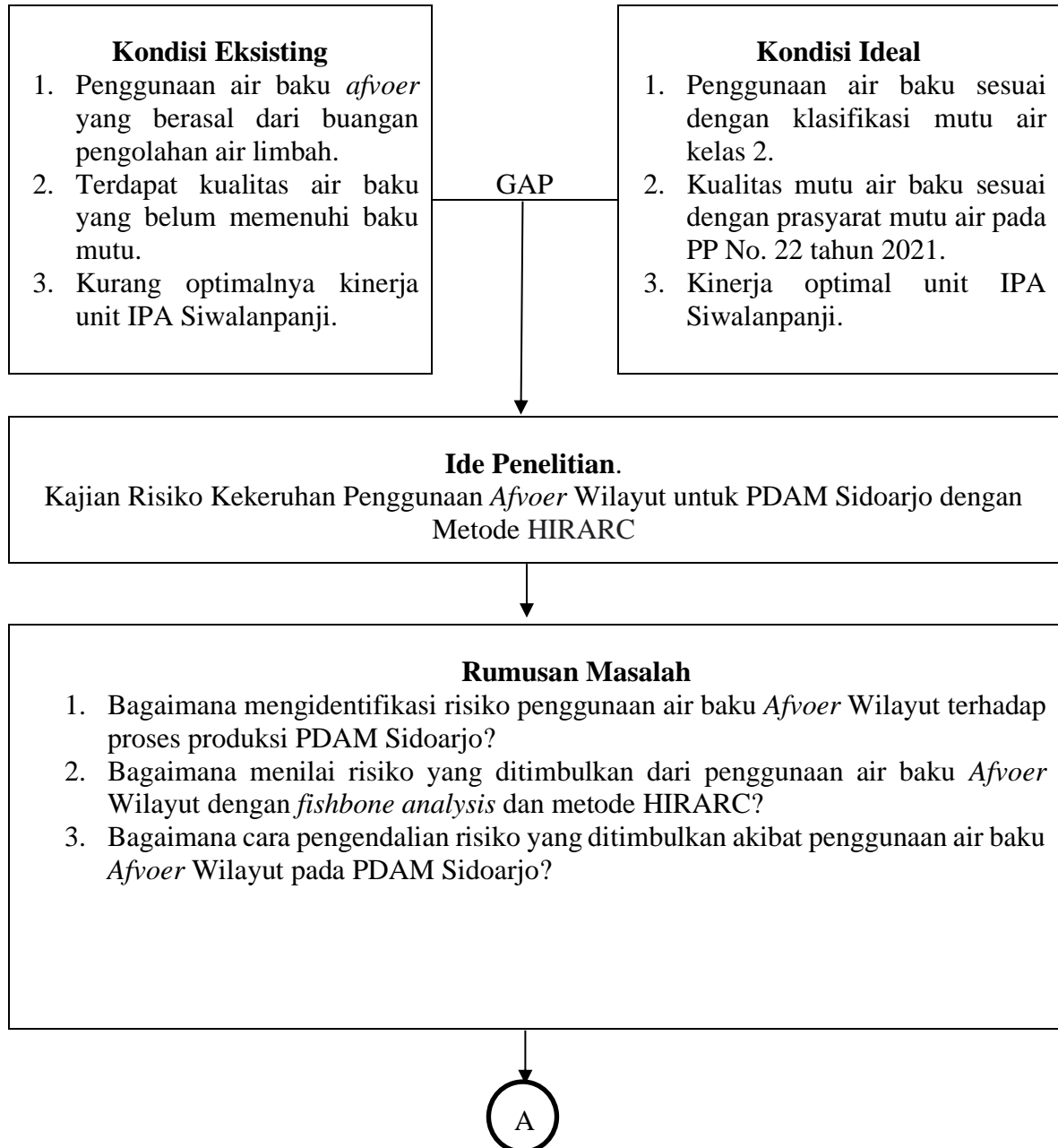
Menurut Spurlock (2018) pengendalian bahaya yang terakhir adalah APD. APD paling tidak diinginkan karena paparan bahaya tetap ada dan satu-satunya pertahanan yang ada di antara pekerja dan bahayanya adalah bahan dari mana APD dibuat. Mirip dengan administrasi kontrol, APD juga tergantung pada pekerja untuk menggunakannya, dan perilaku manusia. Setelah kontrol telah ditentukan, organisasi dapat memprioritaskan tindakan untuk melaksanakannya.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian meliputi rancangan alur jalannya proses pelaksanaan Tugas Akhir. Penyusunan kerangka penelitian berfungsi sebagai acuan dalam proses pemilihan literatur, sehingga proses penulisan tugas akhir ini dapat berjalan secara sistematis dan mempermudah pembaca. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



A

### Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi risiko penggunaan kualitas air baku dan *Afvoer* Wilayah terhadap proses produksi PDAM Sidoarjo.
2. Menganalisis penilaian risiko yang ditimbulkan dari penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah dengan *fishbone analysis* dan metode HIRARC.
3. Menemukan upaya dalam mengendalikan risiko yang ditimbulkan akibat penggunaan air baku *Afvoer* Wilayah pada PDAM Sidoarjo.

### Studi Literatur

- Persyaratan kualitas air baku
- Sistem pengolahan IPA Siwalanpanji
- Penilaian risiko dengan *fishbone analysis* dan metode HIRARC

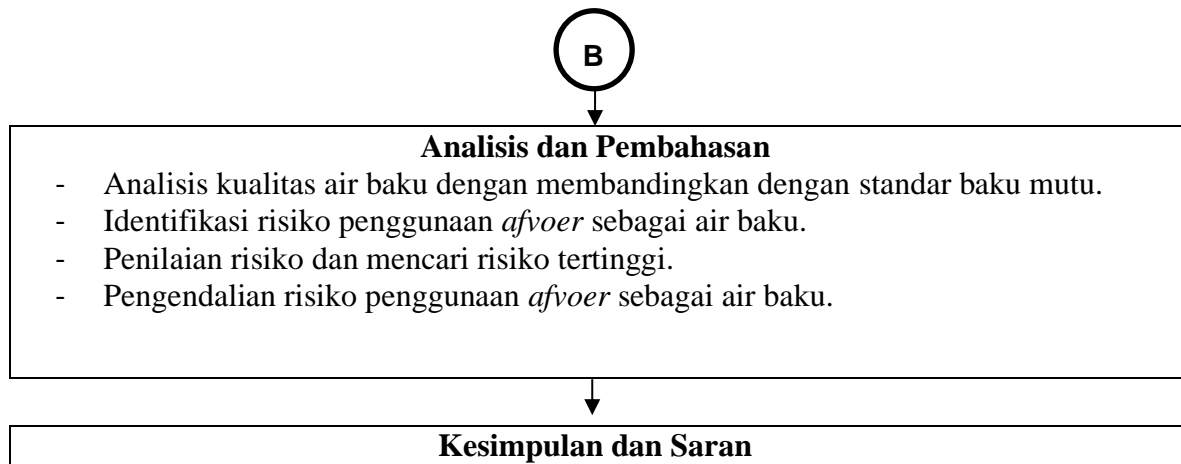
### Pengumpulan Data

- Data kualitas air baku IPA Siwalanpanji.
- Data kualitas air unit pengolahan IPA Siwalanpanji
- Data air produksi IPA Siwalanpanji
- Data teknis bangunan sipil
- SOP IPA Siwalanpanji

Ya Tidak

### Analisis dan Pembahasan

B



### 3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian menjelaskan secara rinci tahapan dalam penelitian yang telah disusun dalam kerangka penelitian. Tujuan dari pembuatan tahapan penelitian yaitu untuk memudahkan pemahaman dan menjelaskan melalui deskripsi tiap tahapan. Berikut tahapan penelitian yang dilakukan.

#### 3.2.1 Ide Penelitian

Ide penelitian diperoleh dengan membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi ideal yang seharusnya. Ide penelitian ini merupakan upaya dalam menganalisis kualitas air produksi IPA Siwalanpanji alur *intake* barat yang menggunakan air baku *afvoer* dan dibandingkan dengan baku mutu air. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko terkait penggunaan *afvoer* sebagai air baku terhadap air produksi dari segi kualitas kekeruhan.

#### 3.2.2 Pengumpulan Studi Literatur

Dilakukan studi literatur untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan penelitian sehingga memperkuat dalam dasar teori, dan digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian yang berasal dari buku teks, jurnal ilmiah nasional dan internasional, makalah, prosiding, tugas akhir (skripsi, tesis, disertasi), dan karya ilmiah lainnya yang relevan dengan topik tugas akhir. Adapun topik yang dipelajari antara lain:

- Persyaratan kualitas air baku
- Proses pengolahan IPA Siwalanpanji
- Penilaian risiko dengan *fishbone analysis* dan metode HIRARC

#### 3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai acuan yang akan digunakan dalam analisis dalam penelitian. Data sekunder yang digunakan dalam kajian risiko ini yaitu sebagai berikut:

1. Data laporan kualitas air baku dengan parameter kekeruhan, pH, TSS, COD, dan BOD, berdasarkan kriteria mutu air berdasarkan kelas (PP No. 22 tahun 2021),
2. Data kualitas air unit pengolahan dengan parameter kekeruhan dan pH untuk unit prasedimentasi, ultrafiltrasi, dan konvensional (unit clarifier dan filter).
3. Data kualitas air produksi dengan parameter kekeruhan, pH, dan sisa klor (PerMenKes No. 492 tahun 2010). Semua data tersebut berdasarkan hasil uji Laboratorium IPA Siwalanpanji yaitu data uji air parameter harian dengan kurun waktu dua tahun terakhir.
4. Data teknis bangunan sipil IPA Siwalanpanji yaitu data desain bangunan unit pengolahan.



5. Standar Operasional Prosedur (SOP) IPA Siwalanpanji yaitu SOP pengolahan air minum.

#### **3.2.4 Analisis dan Pembahasan**

Pada penelitian ini dilakukan analisis data berdasarkan data yang telah didapatkan sekunder yang kemudian diidentifikasi menggunakan *fishbone analysis* dan metode HIRARC sehingga bisa diberikan pengendalian risiko tersebut.

Analisis dengan metode *fishbone analysis* merupakan cara untuk mengidentifikasi penyebab ataupun akar permasalahan dari potensi kegagalan yang terjadi. Identifikasi dilakukan dengan cara teknis maupun non-teknis. Pada bagian teknis yaitu terdiri dari air baku, air unit pengolahan, dan air produksi. Sedangkan pada bagian non-teknis yaitu data sumber daya manusia dan standar operasional sistem.

Analisis dengan metode HIRARC sebagai metode untuk mengidentifikasi risiko yang ditimbulkan dari penyebab yang didapatkan dari hasil *fishbone analysis* dan menganalisis tingkat risiko yang terjadi pada proses produksi. Tahapan yang dilakukan dalam penggunaan metode HIRARC yaitu:

1. Mengidentifikasi faktor penyebab bahaya dari penggunaan kualitas air baku *afvoer* terhadap proses produksi dengan *Fishbone Analysis*.
2. Menilai risiko yang ditimbulkan dari penggunaan air baku *Afvoer* Wilayut dengan mencari nilai R (risiko) tertinggi dari setiap bahaya yang ditimbulkan.
3. Mengidentifikasi pengendalian yang dapat dilakukan terhadap risiko yang ditimbulkan akibat penggunaan air baku *Afvoer* Wilayut pada IPA Siwalanpanji.

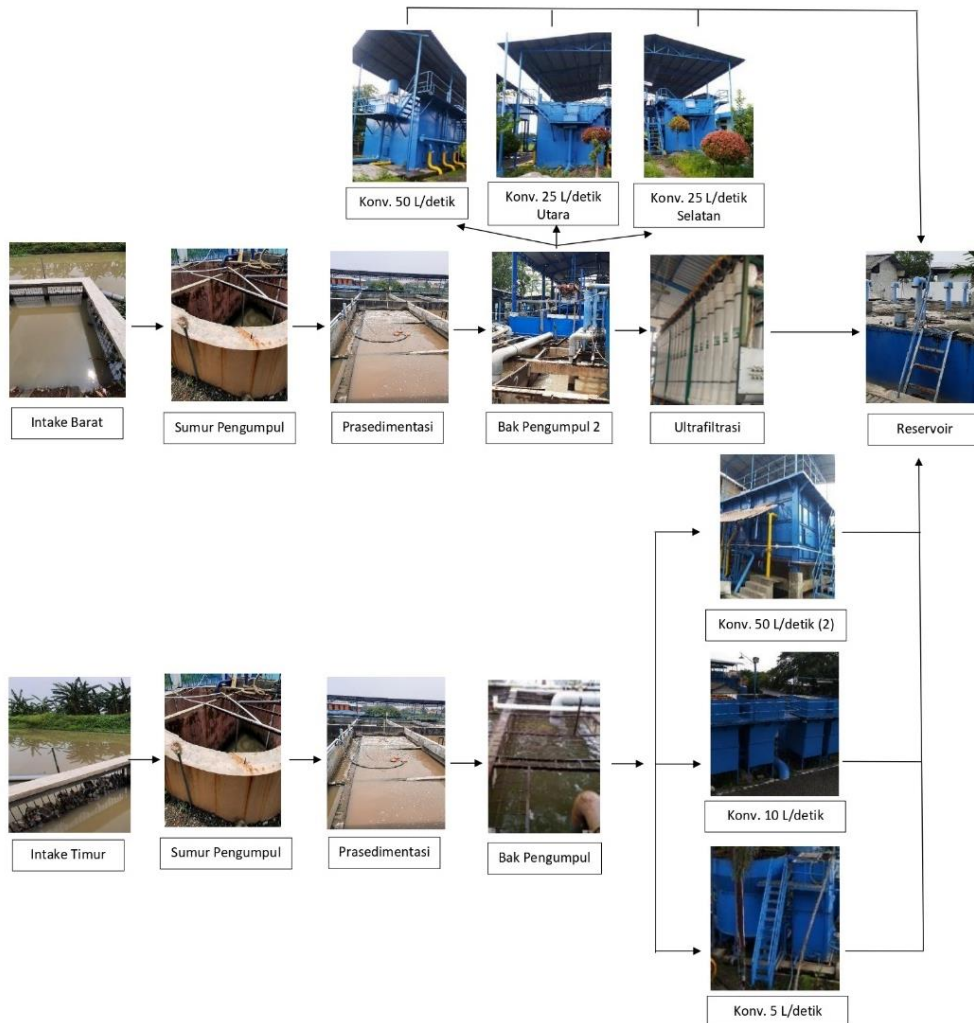
#### **3.2.5 Kesimpulan dan Saran**

Dilakukan tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dan pembahasan. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan dari penelitian. Saran bertujuan untuk memberi petunjuk dan pengembangan terhadap penelitian lebih lanjut.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Eksisting IPA Siwalanpanji

Proses pengolahan air baku dari *Afvoer* Wilayut oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA) Siwalanpanji dimulai dari *intake*, kemudian sumur pengumpul yang dipompa menuju koagulasi-flokulasi untuk pembentukan flok. Selanjutnya menuju clarifier untuk pengendapan dan dilakukan penyaringan pada unit filtrasi. Hasil outlet dari filtrasi dialirkan menuju ke reservoir untuk proses distribusi menuju pelanggan. Kapasitas IPA Siwalanpanji saat ini yaitu 80-85 L/detik, yang sebelumnya dengan kapasitas yaitu 147 L/detik hingga September tahun 2021 hal tersebut disebabkan adanya pembangunan SPAM Umbulan. Sehingga saat ini air produksi IPA Siwalanpanji didistribusikan hanya untuk melayani sekitar wilayah Sedati. IPA Siwalanpanji merupakan gabungan antara IPA Ultrafiltrasi dan Konvensional. Untuk kondisi terkini unit ultrafiltrasi hanya digunakan pada saat musim kemarau. Berikut merupakan alur proses pengolahan IPA Siwalanpanji beserta kondisi eksistingnya pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Alur Proses Pengolahan IPA Siwalanpanji**

Berdasarkan diagram alir tersebut, dipilih alur *intake* barat karena memiliki alur yang lebih kompleks dan debit yang lebih besar. Berikut merupakan kondisi eksisting dari unit-unit pada IPA Siwalanpanji.

**a. Intake**

*Intake* IPA Siwalanpanji mengambil air baku yang berasal dari *Afvoer* Wilayut, dengan 2 jumlah *intake* yang dimiliki. Bangunan *intake* tersebut memiliki dimensi panjang 5 meter, lebar 2,5 meter, dan kedalaman 3 meter. Jumlah debit yang masuk ke dalam *intake* yaitu 500 L/detik, tetapi debit air yang masuk bersifat fluktuatif sehingga tidak selalu sama karena bergantung pada musim. Bila musim hujan maka pintu air *intake* akan ditutup lalu pintu air dam akan dibuka, dan bila musim kemarau akan ditambahkan balok agar menyesuaikan dengan level air.

Pada *intake* terdapat *screen* yang dipantau tiga kali dalam sehari, dan dilakukan pembersihan bila terdapat sampah yang menghambat. Level air pada *intake* bersifat fluktuatif karena bergantung pada musim. Pada *Avoer* Wilayut memiliki lever air sungai minimal yaitu 120 cm, dan maksimal 200 cm saat musim hujan. Level air sungai dapat selalu dipantau oleh operator sewaktu-waktu. Bila terjadi penurunan level air maka akan meminta penggelontoran air dari bagian hulu. Air yang ditangkap lalu menuju sumur pengumpul yang disalurkan dengan menggunakan gaya gravitasi melalui box culvert.

**b. Sumur Pengumpul**

Sumur pengumpul berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air dari *intake* yang kemudian disalurkan menuju unit prasedimentasi. Sumur pengumpul pada IPA Siwalanpanji berjumlah 2 unit dengan dimensi yaitu diameter 4,8 m dan kedalaman 5 meter. Kapasitas debit yang masuk pada sumur pengumpul yaitu 175 L/s. Air baku yang berada pada sumur pengumpul akan disalurkan ke unit prasedimentasi dengan menggunakan pompa *submersible*. Terdapat 3 pompa jenis pompa *submersible* dengan kapasitas masing-masing yaitu sebesar 100 L/detik, 75 L/detik, dan 50 L/detik, dalam penggunaannya salah satu pompa berfungsi sebagai pompa cadangan.

**c. Prasedimentasi**

Prasedimentasi merupakan unit pengendapan yang berfungsi untuk pengendapan partikel diskrit dan material-material kasar lainnya. Unit prasedimentasi pada IPA Siwalanpanji berjumlah 12 unit, dengan dimensi yaitu panjang 15,5 meter, lebar 5 meter, dan kedalaman 4 meter. Debit air yang masuk ke dalam bak prasedimentasi yaitu 175 L/detik. Pada prasedimentasi dilakukan pre-klorinasi dengan pembubuhan PAC yang berfungsi untuk mengikat kotoran agar menjadi endapan. Pada unit prasedimentasi juga terdapat *perforated baffle* yang berfungsi untuk meratakan kecepatan aliran di semua titik.

Pemantauan kualitas air outlet prasedimentasi oleh operator produksi dilakukan setiap 2 jam sekali dengan parameter yang dipantau yaitu kekeruhan dan pH. Pada prasedimentasi terdapat 2 bak lain yaitu bak aerasi yang berfungsi untuk melarutkan oksigen ke dalam air dan bak pengolahan biologis menggunakan *bio-ball* yang berfungsi untuk menyaring lumpur. Penggunaan bak aerasi dan *bio-ball* dilakukan untuk memperbaiki hasil outlet dari bak prasedimentasi. Berdasarkan informasi dari Kasie IPA Siwalanpanji, pengurusan bak prasedimentasi dilakukan setiap 1 bulan sekali dengan waktu pengurusan yang diperlukan selama 1 hari, dan dilakukan oleh operator sebanyak 4 orang. Dalam pemeliharaan dan pengoperasiannya terdapat beberapa kendala yaitu kekeruhan air baku yang cenderung tinggi, banyaknya lumpur bila debit besar, dan mengendalikan bahan organik yang tinggi.

#### **d. Bak Pengumpul**

Bak pengumpul mempunyai fungsi untuk mengumpulkan sementara hasil prasedimentasi yang kemudian dipompa ke unit selanjutnya. Bak pengumpul pada IPA Siwalanpanji mempunyai dimensi yaitu panjang 9 meter, lebar 6 meter, dan kedalaman 4 meter. Debit air yang masuk ke dalam bak pengumpul yaitu 175 L/detik.

#### **e. Ultrafiltrasi**

Ultrafiltrasi mempunyai fungsi untuk menyaring kadar kekeruhan dalam air yang disebabkan oleh lumpur dan padatan tersuspensi. Pencucian unit ultrafiltrasi dibagi menjadi 3 proses yaitu *backwash*, *soaking*, dan CIP (*Cleaning in Place*). Menurut Kasie IPA Siwalanpanji, terdapat beberapa kendala pada unit ultrafiltrasi yaitu kekeruhan pada influen ultrafiltrasi yaitu  $< 20$  NTU, sehingga bila melebihi tidak dapat digunakan dan tidak dapat berjalan optimal.

#### **f. Koagulasi-Flokulasi**

Koagulasi berfungsi untuk mencampur dan mengaduk larutan bahan kimia (koagulan) yang dibubuhkan. Koagulan yang digunakan yaitu PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan dilakukan pengadukan secara hidrolis dengan menggunakan gravitasi. Pada koagulasi jar test setiap hari untuk menentukan dosis koagulan dalam menurunkan nilai kekeruhan. Selanjutnya air dialirkan menuju flokulasi dan terjadi pengadukan lambat yang bertujuan untuk membentuk inti endapan (flok) agar semakin besar. Aliran dari antar bak pertama ke bak berikutnya dilakukan secara gravitasi.

Unit koagulasi-flokulasi dilakukan pengurasan setiap 1-2 bulan sekali. Menurut Kasie IPA Siwalanpanji, terdapat beberapa kendala pada unit koagulasi yaitu koagulan yang tercampur tidak merata, ketelitian pencampuran yang tidak tepat seperti dosis koagulan pada jar test dengan kondisi eksisting berbeda. Sedangkan kendala pada unit flokulasi yaitu seringnya busa yang berkumpul pada bak pertama, sehingga perlu sering dilakukan pembersihan. Dari unit flokulasi, aliran air masuk ke dalam unit sedimentasi melalui pipa manifold yang berlubang-lubang pada batang pipanya.

#### **g. Sedimentasi**

Sedimentasi berfungsi untuk pemisahan partikel solid dari suspensi menggunakan gaya gravitasi agar suspensi terpisah. Pada IPA Siwalanpanji terdapat 1 unit clarifier, dengan dimensi panjang 9 meter, lebar 5 meter, dan kedalaman 2,5 m. Waktu detensi pada clarifier yaitu 1 jam, dengan kapasitas 50 L/detik. Terdapat tube settler untuk menempelnya flok yang terbentuk pada area pengendapan dengan diameter 5 cm. Pada unit sedimentasi juga dilengkapi dengan V-Notch sebagai pengukur debit sekaligus penahan partikel flokulan masuk kedalam weir yang selanjutnya menuju filter.

Pada outlet sedimentasi dilakukan pemantauan setiap 2 jam sekali, berupa pemantauan parameter kekeruhan dan pH. Menurut Kasie IPA Siwalanpanji, terdapat kendala dalam perawatan clarifier yaitu seperti flok yang naik dan berkumpul pada tube settler, sehingga perlu sering dilakukan pengurasan. Dalam perawatannya dilakukan pembersihan sedimentasi selama 6 bulan sekali, dan membutuhkan waktu selama 2 jam. Dari unit sedimentasi, aliran air masuk ke unit filtrasi yang berupa saringan pasir cepat dengan aliran gravitasi.

#### **h. Filtrasi**

Filtrasi berfungsi untuk memisahkan atau menyaring flok-flok yang tidak terendapkan pada unit sedimentasi. Unit filtrasi pada IPA Siwalanpanji menggunakan

rapid sand filter single media. Dengan media penyangga yang digunakan yaitu gravel. Pada IPA Siwalanpanji terdapat 6 unit filtrasi dengan dimensi yaitu panjang 2 m, lebar 1,5 m, dan kedalaman 4 m.

Pada outlet filtrasi dilakukan pemantauan setiap 2 jam sekali, sekaligus dilakukan pemantauan parameter berupa kekeruhan dan pH. Perawatan unit filter dilakukan yaitu dengan *backwash*, hal ini dilakukan agar tidak terjadi adanya penyumbatan pada pori-pori media filter. Menurut Kasie IPA Siwalanpanji, terdapat beberapa kendala dalam perawatan filter seperti pasir yang mudah lengket sehingga harus diurai menggunakan pompa pengurai.

**i. Reservoir**

Reservoir IPA Siwalanpanji berfungsi untuk menampung air produksi sebelum didistribusikan ke pelanggan PDAM. IPA Siwalanpanji memiliki 4 unit reservoir yaitu water tank dengan kapasitas 500 L/detik, ground reservoir dengan kapasitas 250 L/detik, 250 L/detik, dan 500 L/detik. Menurut Kasie IPA Siwalanpanji, dilakukan pengurasan reservoir setiap 1 tahun sekali. Air outlet dari reservoir juga digunakan untuk pengairan sawah disekitar.

**4.2 Karakteristik Kualitas Air Baku IPA Siwalanpanji**

Pengambilan sampel menggunakan metode yang sesuai dengan ketentuan SNI 06-6989-57-2008. Baku mutu air baku yang digunakan merupakan standar baku mutu air kelas I berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021. Analisis kualitas air baku IPA Siwalanpanji dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas air baku yang digunakan dengan PP RI No. 22 tahun 2021. Hasil pengujian kualitas air baku periode bulan Januari 2020 hingga Desember 2022 terdapat pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Kualitas Air Baku IPA Siwalanpanji**

Air Baku IPA Siwalanpanji					
Bulan	Parameter				
	Kekeruhan (NTU)	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Jan-20	95,73	7,40	5,57	33,34	536
Feb-20	164,70	7,40	3,24	28,36	53
Mar-20	70,32	7,40	7,18	26,72	13
Apr-20	33,45	7,40	4,25	35,37	10
May-20	34,84	7,40	2,71	17,36	21
Jun-20	24,95	7,40	7,18	29,25	78,3
Jul-20	20,41	7,40	5,7	24,68	70,6
Aug-20	12,39	7,40	3,68	21,86	62
Sep-20	11,41	7,40	6,42	25,25	18
Oct-20	12,94	7,40	6,3	33,22	6
Nov-20	18,42	7,36	4,52	28,56	8
Dec-20	149,87	7,40	4,23	20,49	75
Jan-21	266,59	7,39	4,96	20,09	51
Feb-21	163,54	7,40	4,65	29,9	102
Mar-21	115,85	7,40	7,9	36,52	45

Air Baku IPA Siwalanpanji					
Bulan	Parameter				
	Kekeruhan (NTU)	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Apr-21	75,78	7,40	6,64	32,45	60
May-21	39,58	7,40	4,79	27,94	27
Jun-21	84,01	7,40	6,46	35,46	23
Jul-21	39,43	7,40	6,41	24,55	40
Aug-21	21,10	7,40	2,59	18,57	36
Sep-21	37,62	7,40	3,87	17,45	354
Oct-21	12,04	7,39	4,96	19,39	13
Nov-21	117,09	7,40	4,75	20,93	74
Dec-21	222,03	7,39	3,85	21,94	109
Rata-rata	76,84	7,40	5,12	26,24	78,54
Baku Mutu		6-9	2	10	40

Sumber: Laboratorium PJT 1

Berdasarkan data kualitas air baku tersebut didapatkan bahwa rata-rata uji kualitas air baku dalam 2 tahun terakhir memiliki nilai kekeruhan yang tinggi, terutama pada saat musim hujan. Menurut Lee et al (2016) Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tingkat kekeruhan air menjadi tinggi. Secara umum kekeruhan air disebabkan oleh koloid, namun saat curah hujan tinggi kekeruhan disebabkan oleh lumpur, tanah liat dan padatan tersuspensi oleh interaksi curah hujan, erosi, dan aliran sedimen. Sehingga kekeruhan yang tinggi dapat mempengaruhi jumlah air produksi. Terkait kualitas air baku pada parameter TSS, BOD, dan COD belum memenuhi prasyarat baku mutu air kelas I menurut PP No. 22 Tahun 2021. Berdasarkan informasi dari Kasie IPA Siwalanpanji, *Afvoer* Wilayah merupakan mutu air kelas III, sehingga masih belum memenuhi prasyarat baku mutu air kelas menurut PP No. 22 Tahun 2021.

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan nilai COD dalam konsentrasi tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan di badan air berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air. Kandungan COD yang tinggi akan mengurangi kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem yang ada. Selanjutnya kandungan BOD yang tinggi menandakan minimnya oksigen terlarut yang terdapat di dalam perairan. Menurut (Jones dalam Salmin, 2005), kondisi tersebut akan berdampak terhadap kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut (anoxia).

Terkait dampak TSS yang melebihi baku mutu berpotensi mengakibatkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. TSS menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk ke dalam air. Oleh karenanya, manfaat air dapat berkurang dan organisme yang membutuhkan cahaya akan mati. Kematian organisme tersebut akan mengganggu ekosistem akuatik. Apabila jumlah materi tersuspensi ini akan mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, artinya pengaruhnya terhadap kesehatan pun menjadi tidak langsung (Soemirat, 2004)

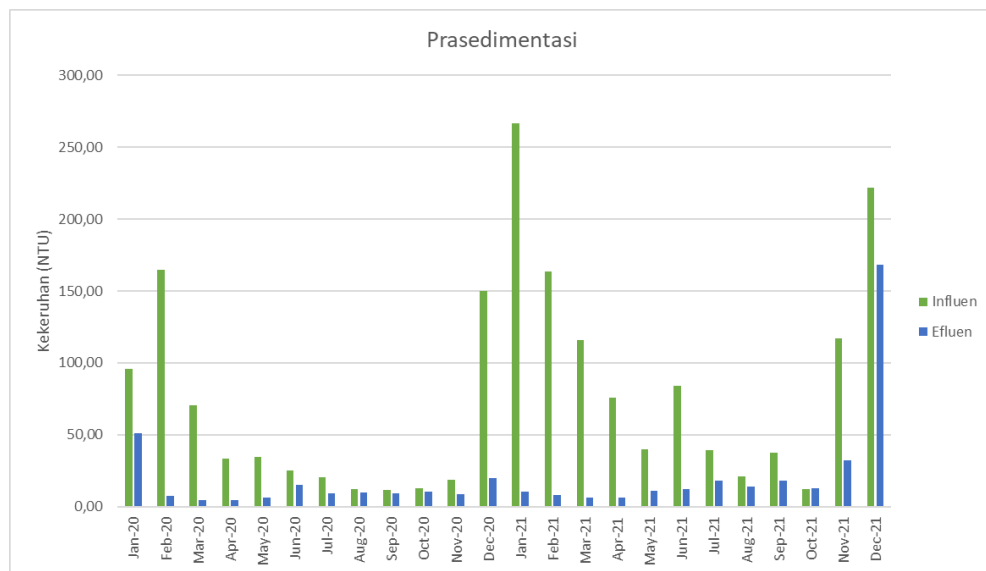
### 4.3 Kualitas Air Olahan IPA Siwalanpanji

Pengujian kualitas air dari unit-unit pengolahan IPA Siwalanpanji oleh laboratorium IPA Siwalanpanji dilakukan setiap hari, dengan parameter yang diuji yaitu pH dan kekeruhan. Untuk pengujian tersebut dilakukan pengambilan sampel dari pukul 08.00-22.00 setiap 2 jam sekali dan lokasi pengambilannya pada outlet unit pengolahan IPA Siwalanpanji. Berdasarkan data kualitas air baku dapat yang telah didapatkan, diketahui bahwa air baku IPA Siwalanpanji memiliki nilai kekeruhan yang tinggi terutama pada musim hujan. Sehingga parameter kekeruhan sangat berpengaruh pada efisiensi kinerja unit hingga air produksi yang dihasilkan.

Parameter kekeruhan menunjukkan adanya kandungan zat tersuspensi di dalam air, baik organik maupun anorganik. Sehingga nilai kekeruhan yang tinggi di dalam air harus diturunkan untuk efektifitas proses desinfeksi untuk pembersihan mikroba dalam air. (Sari, Nanda Nurita dkk, 2013). Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri (Hafni, 2012). Hal tersebut yang menyebabkan air sungai menjadi keruh. Oleh karena itu diperlukan analisis kekeruhan sebagai salah satu penentu efisiensi terhadap pengukuran kinerja unit-unit pengolahan dari penggunaan air baku *Afvoer* Wilayat. Analisis kekeruhan yaitu berasal dari pengujian kekeruhan outlet prasedimentasi, outlet ultrafiltrasi, outlet clarifier, dan outlet filter.

#### 4.3.1 Analisis Unit Prasedimentasi

Unit prasedimentasi merupakan unit pengolahan yang berfungsi untuk mengendapkan partikel diskrit penyebab kekeruhan agar mengurangi beban pada unit pengolahan selanjutnya. Berikut merupakan data influen dan efluen pada unit prasedimentasi IPA Siwalanpanji yang mengalami penurunan kekeruhan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kekeruhan Unit Prasedimentasi

Berdasarkan Gambar 4.2 dilakukan analisis perhitungan kekeruhan untuk mengetahui presentase efisiensi kinerja unit prasedimentasi IPA Siwalanpanji. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan efisiensi:

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Influen prasedimentasi} - \text{Efluen prasedimentasi}}{\text{Influen Prasedimentasi}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan yang terdapat pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Prasedimentasi**

Bulan	Kekeruhan (NTU)		Efisiensi (%)
	Influen Prasedimentasi	Efluen Prasedimentasi	
Jan-20	95,73	51,25	6,8
Feb-20	164,70	7,66	85,2
Mar-20	70,32	4,75	84,6
Apr-20	33,45	4,39	82,6
May-20	34,84	6,18	52,6
Jun-20	24,95	14,92	36,9
Jul-20	20,41	9,20	51,1
Aug-20	12,39	9,97	18,0
Sep-20	11,41	9,32	13,6
Oct-20	12,94	10,56	15,7
Nov-20	18,42	8,90	47,0
Dec-20	149,87	19,88	75,7
Jan-21	266,59	10,37	89,1
Feb-21	163,54	8,12	85,5
Mar-21	115,85	6,32	79,4
Apr-21	75,78	6,39	74,1
May-21	39,58	10,92	51,7
Jun-21	84,01	11,92	57,4
Jul-21	39,43	18,37	45,2
Aug-21	21,10	13,93	27,9
Sep-21	37,62	18,25	16,9
Oct-21	12,04	12,74	0,0
Nov-21	117,09	32,02	50,0
Dec-21	222,03	168,43	6,7
Rata-rata			48,1

Terkait tabel tersebut, nilai influen dan efluen didapatkan berdasarkan rata-rata perbulan. Sedangkan terkait nilai efisiensinya berdasarkan data waktu setiap 2 jam. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, sebagian besar belum memenuhi dengan standanya, dan diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Januari 2021 sebesar 89,1% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan Oktober 2021 sebesar 0%. Menurut Reynold & Richard (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 80%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit prasedimentasi, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

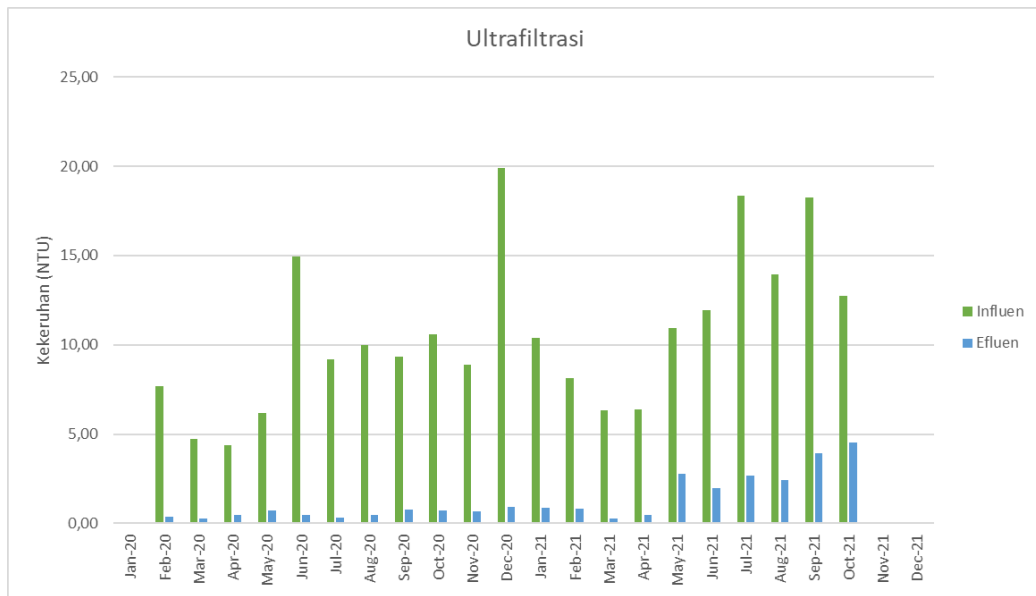
Menurut Rachmawati & Marsono (2021), terdapat parameter yang tidak memenuhi kriteria desain unit prasedimentasi IPA Siwalanpanji yaitu bilangan froude. Bilangan Froude dapat menunjukkan apakah terjadi aliran pendek atau tidak pada unit prasedimentasi. Aliran pendek dapat terjadi apabila kecepatan aliran cukup besar, sehingga diharapkan kecepatan



aliran pada unit prasedimentasi tidak terlalu besar atau dalam keadaan subkritis, agar aliran pendek sebisa mungkin dapat dihindari (Yulianti, 2012). Bilangan froude pada IPA Siwalanpanji yaitu  $0,22 \times 10^{-8}$ , sedangkan bilangan froude sesuai kriteria desain yaitu 10. Bila bilangan froude tidak memenuhi maka dapat mengganggu partikel yang mengendap sehingga dapat terangkat kembali.

#### 4.3.2 Analisis Unit Ultrafiltrasi

Unit ultrafiltrasi merupakan unit pengolahan yang berfungsi untuk menyaring kadar kekeruhan dalam air yang disebabkan oleh lumpur dan padatan tersuspensi. Berikut merupakan data influen dan efluen pada unit ultrafiltrasi IPA Siwalanpanji yang mengalami penurunan kekeruhan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Kekeruhan Unit Clarifier**

Berdasarkan Gambar 4.3 dilakukan analisis perhitungan kekeruhan untuk mengetahui presentase efisiensi kinerja unit ultrafiltrasi IPA Siwalanpanji. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan efisiensi:

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Influen ultrafiltrasi} - \text{Efluen ultrafiltrasi}}{\text{Influen Ultrafiltrasi}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan yang terdapat pada Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Ultrafiltrasi**

Ultrafiltrasi			
Bulan	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%
Jan-20			0
Feb-20	7,66	0,38	89,6
Mar-20	4,75	0,26	92,9
Apr-20	4,39	0,45	87,4
May-20	6,18	0,70	73,5

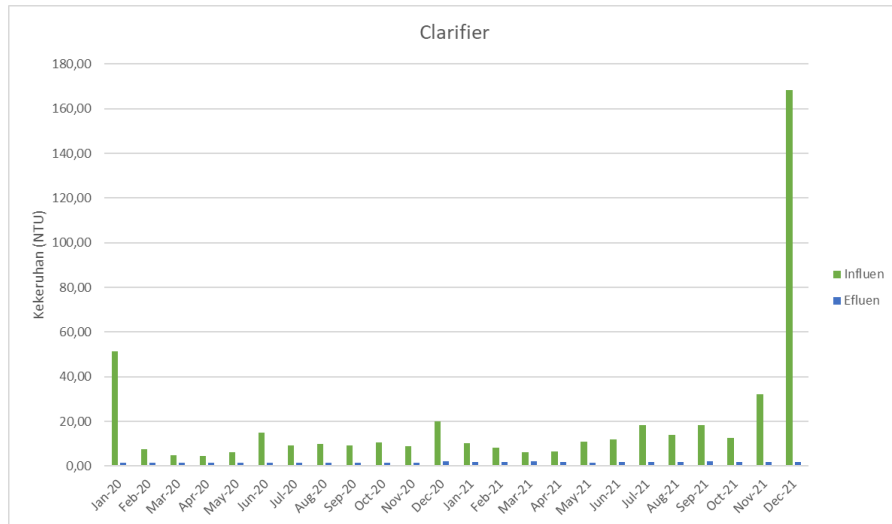
Ultrafiltrasi			
Bulan	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%
Jun-20	14,92	0,49	85,9
Jul-20	9,20	0,34	95,8
Aug-20	9,97	0,46	94,2
Sep-20	9,32	0,77	91,6
Oct-20	10,56	0,74	92,7
Nov-20	8,90	0,68	88,0
Dec-20	19,88	0,95	67,6
Jan-21	10,37	0,90	89,4
Feb-21	8,12	0,81	79,0
Mar-21	6,32	0,26	85,1
Apr-21	6,39	0,47	91,4
May-21	10,92	2,79	71,0
Jun-21	11,92	1,99	67,4
Jul-21	18,37	2,70	77,4
Aug-21	13,93	2,43	82,2
Sep-21	18,25	3,93	56,2
Oct-21	12,74	4,53	59,6
Nov-21			-
Dec-21			-
Rata-rata			78,1

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, sebagian besar belum memenuhi dengan standanya, dan diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Juli 2020 sebesar 95,8% dan efisiensi terendah terjadi ketika unit ultrafiltrasi tidak digunakan yaitu 0%. Unit ultrafiltrasi tidak digunakan apabila tidak memenuhi batas maximum kekeruhan yaitu sebesar 20 NTU. Efisiensi penurunan kekeruhan unit ultrafiltrasi sebesar 94% menurut Lubello, C dkk (2003). Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit ultrafiltrasi, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

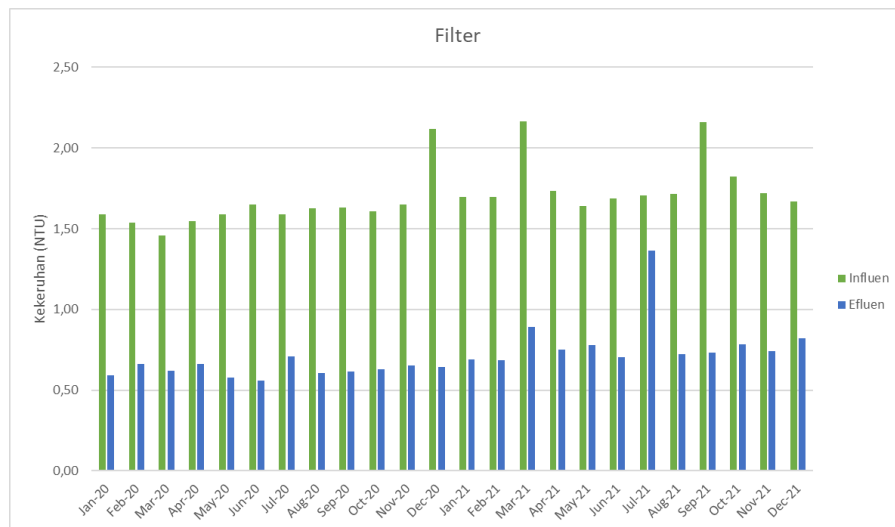
Menurut Rachmawati & Marsono (2021), parameter kinerja yang dievaluasi untuk mengetahui kinerja dari unit ultrafiltrasi yaitu berdasarkan fluks membran dan volume air pencuci. Fluks membran pada IPA Siwalanpanji yaitu 2,98 m<sup>3</sup>/jam dan telah sesuai dengan kriteria desain yaitu berada pada range 2,8 - 8,4 m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan volume air pencuci pada IPA Siwalanpanji yaitu 0,01%.

#### 4.3.2 Analisis Unit Konvensional 50 L/detik

Unit konvensional 50 L/detik IPA Siwalanpanji terdiri dari unit pengolahan clarifier dan filter. Unit clarifier berfungsi untuk memisahkan flok dari suspensi agar mengurangi kekeruhan, dan unit filter berfungsi untuk menyaring partikel dan flok yang menyebabkan kekeruhan dan tidak mengendap pada unit sebelumnya. Berikut merupakan data influen dan efluen pada unit clarifier dan filter pada unit konvensional 50 L/detik yang mengalami penurunan kekeruhan pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 50 L/detik**



**Gambar 4.5 Kekeruhan Unit Konvensional Filter WTP 50 L/detik**

Berdasarkan Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dilakukan analisis perhitungan kekeruhan untuk mengetahui presentase efisiensi kinerja unit clarifier IPA Siwalanpanji. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan efisiensi:

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Influen unit pengolahan} - \text{Efluen unit pengolahan}}{\text{Influen nit pengolahan}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan yang terdapat pada Tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 50 L/detik**

Unit Konvensional 50 L/detik						
Bulan	Clarifier			Filtrasi		
	Influen	Efluen	Efisiensi	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%	NTU	NTU	%
Jan-20	51,25	1,59	90,6	1,59	0,59	62,7

Unit Konvensional 50 L/detik						
Bulan	Clarifier			Filtrasi		
	Influen	Efluen	Efisiensi	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%	NTU	NTU	%
Feb-20	7,66	1,54	68,0	1,54	0,66	56,3
Mar-20	4,75	1,46	58,8	1,46	0,62	63,4
Apr-20	4,39	1,54	55,4	1,54	0,66	57,1
May-20	6,18	1,59	66,7	1,59	0,58	63,3
Jun-20	14,92	1,65	85,6	1,65	0,56	65,2
Jul-20	9,20	1,59	81,6	1,59	0,71	54,9
Aug-20	9,97	1,63	80,9	1,63	0,61	62,8
Sep-20	9,32	1,63	82,0	1,63	0,62	62,2
Oct-20	10,56	1,61	83,0	1,61	0,63	60,6
Nov-20	8,90	1,65	77,2	1,65	0,65	60,7
Dec-20	19,88	2,12	81,8	2,12	0,64	62,2
Jan-21	10,37	1,69	78,4	1,69	0,69	59,6
Feb-21	8,12	1,70	69,4	1,70	0,68	59,6
Mar-21	6,32	2,16	65,3	2,16	0,89	47,6
Apr-21	6,39	1,73	69,3	1,73	0,75	56,6
May-21	10,92	1,64	83,2	1,64	0,78	52,3
Jun-21	11,92	1,69	87,0	1,69	0,71	58,5
Jul-21	18,37	1,71	89,9	1,71	0,73	57,6
Aug-21	13,93	1,71	87,3	1,71	0,72	57,7
Sep-21	18,25	2,16	82,5	2,16	0,73	57,9
Oct-21	12,74	1,82	84,9	1,82	0,78	56,3
Nov-21	32,02	1,72	92,7	1,72	0,74	57,6
Dec-21	168,43	1,67	96,1	1,67	0,82	60,4
Rata-rata			79,1	Rata-rata		79,1

Berdasarkan Tabel 4.10 untuk unit clarifier diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 83%. Menurut Metcalf & Eddy (2014) efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Desember 2021 sebesar 96,1% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan April 2020 sebesar 55,4%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

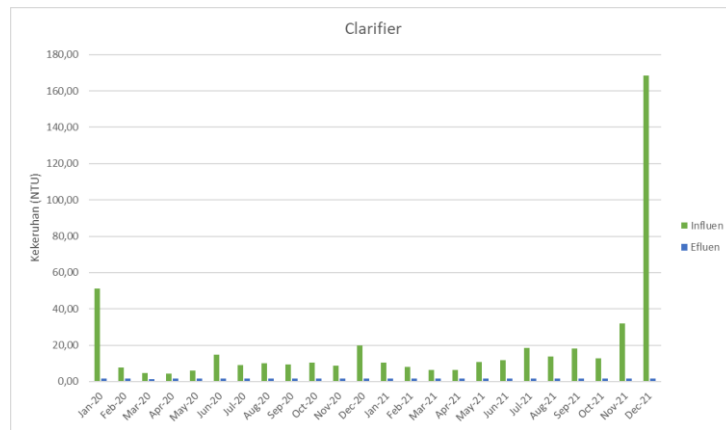
Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.10 untuk unit filter diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 59%. Menurut EPA (1995) efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Januari 2020 sebesar 62,7% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan Maret 2021 sebesar 47,6%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

Menurut Ronanda & Marsono (2021), terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi kriteria desain unit filtrasi IPA Siwalanpanji yaitu luas area filter, periode pencucian, dan ketebalan media antrasit. Luas area filtrasi IPA Siwalanpanji yaitu 3,96 m<sup>2</sup>, sedangkan menurut kriteria desain yaitu berkisar 25 – 100 m<sup>2</sup>. Periode pencucian IPA Siwalanpanji selama 8 jam, sedangkan menurut kriteria desain sebesar 18 – 24 jam. Ketebalan media antrasit IPA Siwalanpanji yaitu 200 mm, sedangkan menurut kriteria desain berkisar 400 – 500 mm.

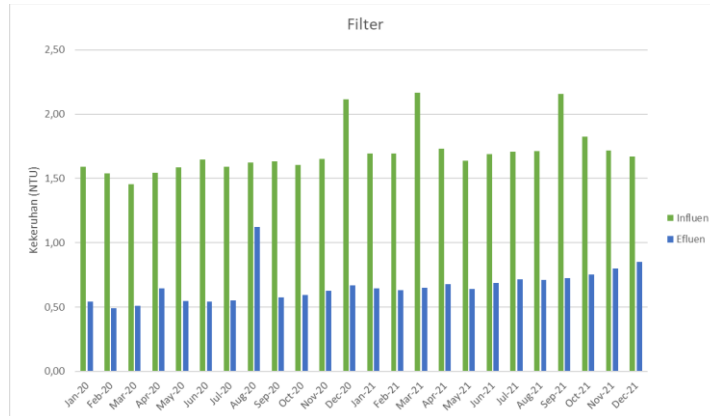
Efisiensi filtrasi bergantung pada porositas dari media filter yang digunakan untuk filtrasi (Sabale dan Mujawar, 2014). Semakin tebal dari media filter maka semakin besar pula penurunan partikel yang disaring. Hal ini disebabkan karena banyak dan lamanya air melewati media pasir, maka semakin banyak pula partikel tersaring pada media pasir (Jannah, 2019).

#### 4.3.3 Analisis Unit Konvensional 25 L/detik Utara

Unit konvensional 25 L/detik IPA Siwalanpanji terdiri dari unit pengolahan clarifier dan filter. Berikut merupakan data influen dan efluen pada unit clarifier dan filter IPA Siwalanpanji yang mengalami penurunan kekeruhan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 25 L/detik Utara**



**Gambar 4.7 Kekeruhan Unit Konvensional Filter 25 L/detik Utara**

Berdasarkan Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 dilakukan analisis perhitungan kekeruhan untuk mengetahui presentase efisiensi kinerja unit clarifier IPA Siwalanpanji. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan efisiensi:

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Influen unit pengolahan} - \text{Efluen unit pengolahan}}{\text{Influen nit pengolahan}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan yang terdapat pada Tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Utara**

Unit Konvensional 25 L/detik Utara						
Bulan	Clarifier			Filtrasi		
	Influen	Efluen	Efisiensi	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%	NTU	NTU	%
Jan-20	51,25	1,55	65,0	65,0	65,0	65,0
Feb-20	7,66	1,51	67,5	67,5	67,5	67,5
Mar-20	4,75	1,44	62,7	62,7	62,7	62,7
Apr-20	4,39	1,52	56,8	56,8	56,8	56,8
May-20	6,18	1,58	65,5	65,5	65,5	65,5
Jun-20	14,92	1,57	65,4	65,4	65,4	65,4
Jul-20	9,20	1,57	64,6	64,6	64,6	64,6
Aug-20	9,97	1,60	64,0	64,0	64,0	64,0
Sep-20	9,32	1,59	63,6	63,6	63,6	63,6
Oct-20	10,56	1,60	62,9	62,9	62,9	62,9
Nov-20	8,90	1,63	61,6	61,6	61,6	61,6
Dec-20	19,88	1,65	62,3	62,3	62,3	62,3
Jan-21	10,37	1,66	58,8	58,8	58,8	58,8
Feb-21	8,12	1,64	61,5	61,5	61,5	61,5
Mar-21	6,32	1,67	61,1	61,1	61,1	61,1
Apr-21	6,39	1,67	59,3	59,3	59,3	59,3
May-21	10,92	1,66	61,2	61,2	61,2	61,2
Jun-21	11,92	1,68	59,1	59,1	59,1	59,1
Jul-21	18,37	1,73	55,8	55,8	55,8	55,8
Aug-21	13,93	1,68	56,1	56,1	56,1	56,1
Sep-21	18,25	1,73	55,3	55,3	55,3	55,3
Oct-21	12,74	1,75	54,2	54,2	54,2	54,2
Nov-21	32,02	1,70	55,1	55,1	55,1	55,1
Dec-21	168,43	1,66	57,8	57,8	57,8	57,8
Rata-rata			84	Rata-rata		60,7

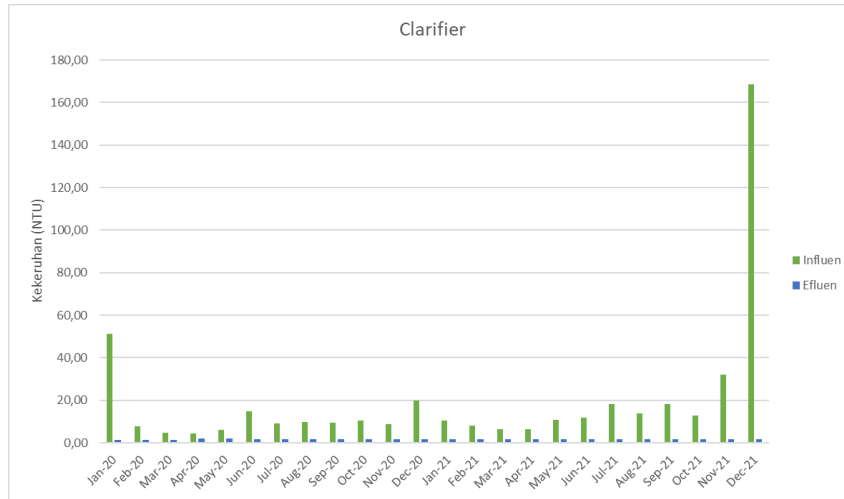
Terkait tabel tersebut, nilai influen dan efluen didapatkan berdasarkan rata-rata perbulan. Sedangkan terkait nilai efisiensinya berdasarkan data waktu setiap 2 jam. Berdasarkan Tabel 4.5 untuk unit clarifier diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 65%. Menurut Metcalf & Eddy (2014) efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Februari 2020 sebesar 67,5% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan Oktober 2021 sebesar 54,2%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.5 untuk unit filter diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 61%. Menurut EPA (1995) efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Februari 2020 sebesar 67% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan Oktober 2021 sebesar 54,2%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada

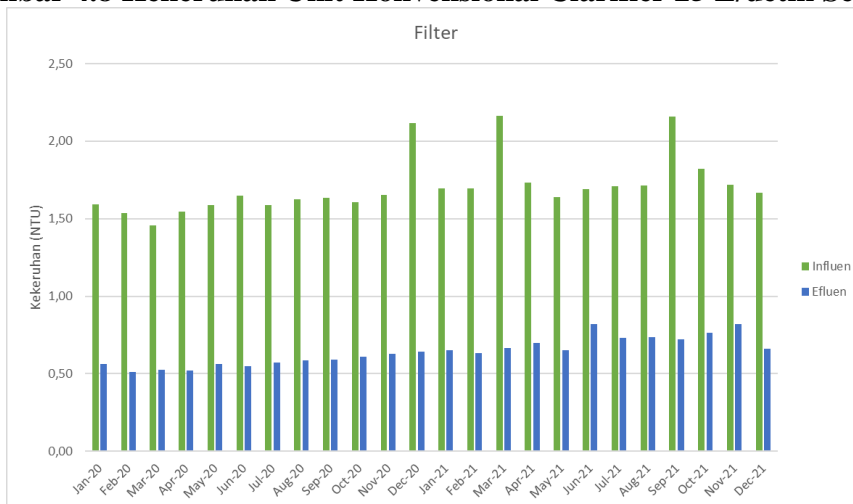
unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

#### 4.3.4 Analisis Unit Konvensional 25 L/detik Selatan

Unit konvensional 25 L/detik IPA Siwalanpanji terdiri dari unit pengolahan clarifier dan filter. Berikut merupakan data influen dan efluen pada unit clarifier dan filter IPA Siwalanpanji yang mengalami penurunan kekeruhan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



**Gambar 4.8 Kekeruhan Unit Konvensional Clarifier 25 L/detik Selatan**



**Gambar 4.9 Kekeruhan Unit Konvensional Filter 25 L/detik Selatan**

Berdasarkan Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 dilakukan analisis perhitungan kekeruhan untuk mengetahui presentase efisiensi kinerja unit clarifier IPA Siwalanpanji. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan efisiensi:

$$\% \text{efisiensi} = \frac{\text{Influen unit pengolahan} - \text{Efluen unit pengolahan}}{\text{Influen nit pengolahan}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kekeruhan yang terdapat pada Tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Selatan**

WTP 25 L/detik Selatan						
Bulan	Clarifier			Filtrasi		
	Influen	Efluen	Efisiensi	Influen	Efluen	Efisiensi
	NTU	NTU	%	NTU	NTU	%
Jan-20	51,25	1,56	90,7	1,56	0,56	63,6
Feb-20	7,66	1,52	68,3	1,52	0,51	66,4
Mar-20	4,75	1,45	62,8	1,45	0,53	63,4
Apr-20	4,39	1,93	52,6	1,93	0,52	66,0
May-20	6,18	2,02	55,8	2,02	0,56	64,8
Jun-20	14,92	1,57	86,4	1,57	0,55	65,0
Jul-20	9,20	1,59	81,6	1,59	0,57	64,1
Aug-20	9,97	1,65	80,1	1,65	0,59	63,7
Sep-20	9,32	1,61	83,3	1,61	0,59	63,1
Oct-20	10,56	1,60	83,5	1,60	0,61	61,7
Nov-20	8,90	1,64	77,2	1,64	0,63	61,9
Dec-20	19,88	1,68	81,8	1,68	0,64	62,1
Jan-21	10,37	1,67	77,2	1,67	0,65	58,6
Feb-21	8,12	1,61	72,7	1,61	0,63	59,1
Mar-21	6,32	1,67	72,4	1,67	0,67	59,9
Apr-21	6,39	1,68	71,1	1,68	0,70	58,6
May-21	10,92	1,67	83,4	1,67	0,65	61,1
Jun-21	11,92	1,68	88,5	1,68	0,82	60,1
Jul-21	18,37	1,74	86,9	1,74	0,73	54,3
Aug-21	13,93	1,75	86,7	1,75	0,74	55,2
Sep-21	18,25	1,74	80,9	1,74	0,72	57,2
Oct-21	12,74	1,77	86,1	1,77	0,76	53,7
Nov-21	32,02	1,73	89,3	1,73	0,82	55,9
Dec-21	168,43	1,67	93,2	1,67	0,66	58,1
Rata-rata			83	Rata-rata		62

Berdasarkan Tabel 4.6 untuk unit clarifier diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 83%. Menurut Metcalf & Eddy (2014) efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Desember 2021 sebesar 93,2% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan April 2020 sebesar 52,6%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.

Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.6 untuk unit filter diketahui efisiensi rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 62%. Menurut EPA (1995) efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sehingga sebagian besar belum memenuhi. Diketahui efisiensi tertinggi terjadi pada bulan Februari 2020 sebesar 66,4% dan efisiensi terendah terjadi pada bulan Agustus 2021 sebesar 55,2%. Sehingga berdasarkan perhitungan persentase penurunan kekeruhan pada unit clarifier, terdapat efisiensi penurunan kekeruhan yang tidak optimal dan dapat mempengaruhi kinerja unit.



#### 4.4 Kualitas Air Produksi IPA Siwalanpanji

Pengujian kualitas air produksi *Afvoer* Wilayut oleh laboratorium IPA Siwalanpanji dilakukan setiap hari, dengan parameter yang diuji yaitu pH, kekeruhan, dan total klor. Untuk pengujian tersebut dilakukan pengambilan sampel dari pukul 08.00-22.00 setiap 2 jam sekali dan lokasi pengambilannya pada Unit Reservoir IPA Siwalanpanji. Pengambilan sampel menggunakan metode yang sesuai dengan ketentuan SNI 06-6989-57-2008. Baku mutu air produksi yang digunakan merupakan standar baku mutu air kelas I berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736 tahun 2010. Analisis kualitas air baku IPA Siwalanpanji dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas air baku yang digunakan dengan PP RI No. 22 tahun 2021. Berikut merupakan hasil efluen filtrasi dari setiap unit hingga berkumpul kembali pada reservoir pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Efisiensi Penurunan Kekeruhan Unit Konvensional 25 L/detik Selatan**

Bulan	Kekeruhan (NTU)					pH	Sisa Klor (ppm)
	Ultrafiltrasi	Konv. 50 L/s	Konv. 25 L/s Utara	Konv. 25 L/s Selatan	Reservoir		
Jan-20		0,59	0,54	0,56	0,64	7,10	0,35
Feb-20	0,38	0,66	0,49	0,51	0,55	7,10	0,31
Mar-20	0,26	0,62	0,51	0,53	0,57	7,10	0,30
Apr-20	0,45	0,66	0,65	0,52	0,91	7,10	0,30
May-20	0,70	0,58	0,55	0,56	0,65	7,14	0,30
Jun-20	0,49	0,56	0,54	0,55	0,60	6,93	0,30
Jul-20	0,34	0,71	0,55	0,57	0,79	7,00	0,30
Aug-20	0,46	0,61	0,58	0,59	0,71	7,00	0,83
Sep-20	0,77	0,62	0,58	0,59	0,72	7,10	0,31
Oct-20	0,74	0,63	0,59	0,61	1,18	7,10	0,31
Nov-20	0,68	0,65	0,63	0,63	1,05	7,10	0,36
Dec-20	0,95	0,64	0,67	0,64	0,78	7,07	0,31
Jan-21	0,90	0,69	0,65	0,65	0,85	7,15	0,30
Feb-21	0,81	0,68	0,63	0,63	1,06	7,10	0,28
Mar-21	0,26	0,89	0,65	0,67	0,86	7,10	0,23
Apr-21	0,47	0,75	0,68	0,70	0,84	9,30	0,25
May-21	2,79	0,78	0,64	0,65	0,64	7,10	0,25
Jun-21	1,99	0,71	0,69	0,82	0,79	7,10	0,25
Jul-21	2,70	0,73	0,72	0,73	1,01	7,10	0,25
Aug-21	2,43	0,72	0,71	0,74	0,79	7,10	0,28
Sep-21	3,93	0,73	0,72	0,72	0,79	7,11	0,32
Oct-21	4,53	0,78	0,75	0,76	0,85	7,10	0,33
Nov-21		0,74	0,80	0,82	1,06	7,10	0,32
Dec-21		0,82	0,85	0,66	0,67	7,10	0,30

Sumber: Laboratorium IPA Siwalanpanji

Kualitas air pada reservoir dapat berbeda dengan hasil efluen dari setiap unit dikarenakan merupakan campuran dari setiap unit. Hasil pengujian kualitas air produksi periode bulan Januari 2020 hingga Maret 2022 terdapat pada Tabel 4.7 berikut. Dari Tabel 4.7 tersebut,

didapatkan nilai hasil kekeruhan pada air produksi telah memenuhi baku mutu dengan tidak melebihi 5 NTU menurut PerMenKes No. 492 Tahun 2010. Nilai kekeruhan terendah terjadi pada bulan Februari 2020 sebesar 0,55 NTU dan nilai kekeruhan tertinggi terjadi pada bulan September 2010 sebesar 1,20 NTU. Kekeruhan yang tinggi disebabkan oleh musim hujan, sehingga unit pengolahan bekerja dengan efisiensi tinggi untuk menurunkan kekeruhan. Bila kekeruhan air tinggi, maka IPA Siwalanpanji mengatasinya dengan penambahan koagulan sehingga membutuhkan biaya yang lebih dalam pengolahannya.

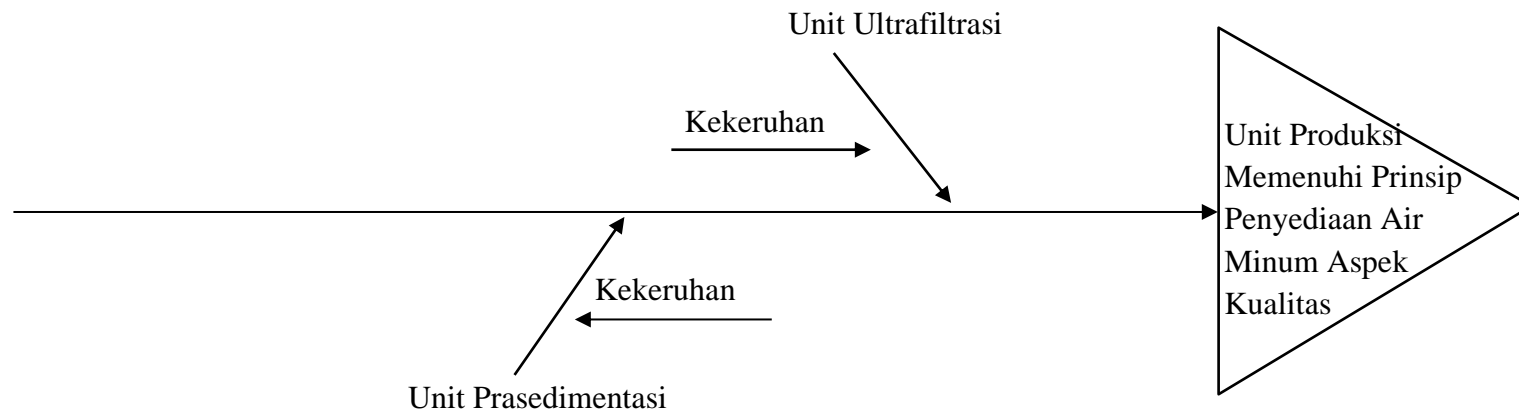
Sisa klor bertujuan untuk membunuh bakteri yang masuk selama pendistribusian air kepada masyarakat. Bila sisa klor terlalu rendah, bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan waterborne diseases pada masyarakat (Soemirat, 2002). Namun, bila sisa klor terlalu tinggi, akan menyebabkan bau kaporit yang tajam dan membahayakan kesehatan manusia. Menurut PerMenKes No. 736 Tahun 2010 baku mutu nilai sisa klor antara 0,2 hingga 1. Berdasarkan data parameter sisa klor air produksi IPA Siwalanpanji, nilai sisa klor tertinggi terdapat pada bulan Agustus 2020 sebesar 0,8 mg/L, sedangkan nilai sisa klor terendah terjadi pada bulan Maret 2021 sebesar 0,23 mg/L. Sehingga berdasarkan Tabel 4.7 didapatkan bahwa sisa klor pada IPA Siwalanpanji telah memenuhi baku mutu.

#### **4.5 Fishbone Analysis**

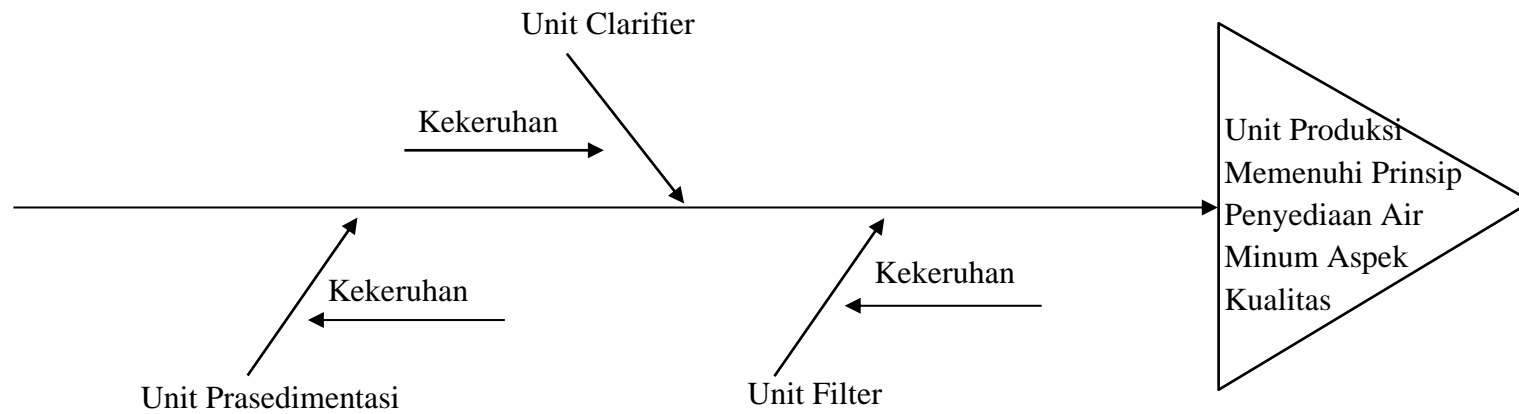
Menurut Murnawan (2014) *Fishbone Analysis* akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Oleh karena itu, keberadaan *fishbone* dapat memicu eksplorasi secara terus menerus sehingga dapat ditemukan akar permasalahan pada risiko pengolahan air baku IPA Siwalanpanji terhadap air produksi.

Berdasarkan hasil analisis efisiensi kinerja unit diketahui bahwa terdapat hasil analisis kekeruhan yang tidak memenuhi kriteria sehingga dapat mempengaruhi kinerja unit menjadi kurang optimal. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan *fishbone analysis* untuk menganalisis faktor penyebab tersebut. Dalam analisis faktor penyebab tersebut maka dibagi menjadi dua aspek bagian yaitu aspek teknis dan non-teknis.

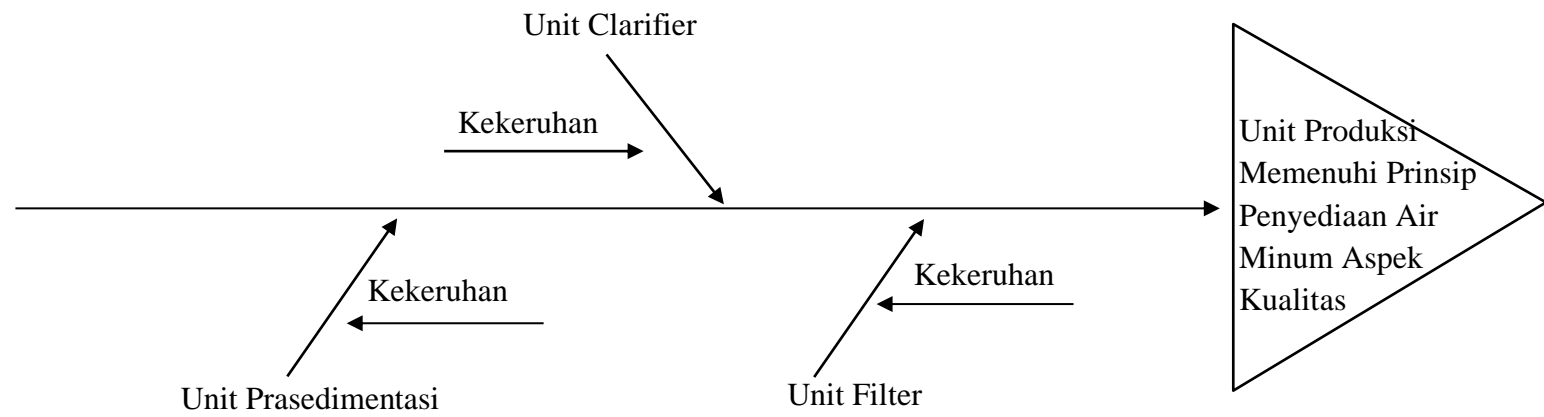
Diagram *fishbone* meliputi kepala ikan yang digunakan untuk menyatakan masalah utama, kemudian sirip ikan yang akan digunakan untuk menuliskan kelompok penyebab permasalahan dan duri ikan yang akan digunakan untuk menyatakan penyebab masalah (Robbins dan Coulter, 2012). Analisis diagram *fishbone* merupakan salah satu bentuk dari analisis risiko terhadap penggunaan air baku *Afvoer* Wilayut terhadap kualitas air produksi IPA Siwalanpanji. Diagram *Fishbone* aspek teknis dan non teknis terdapat pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.14.



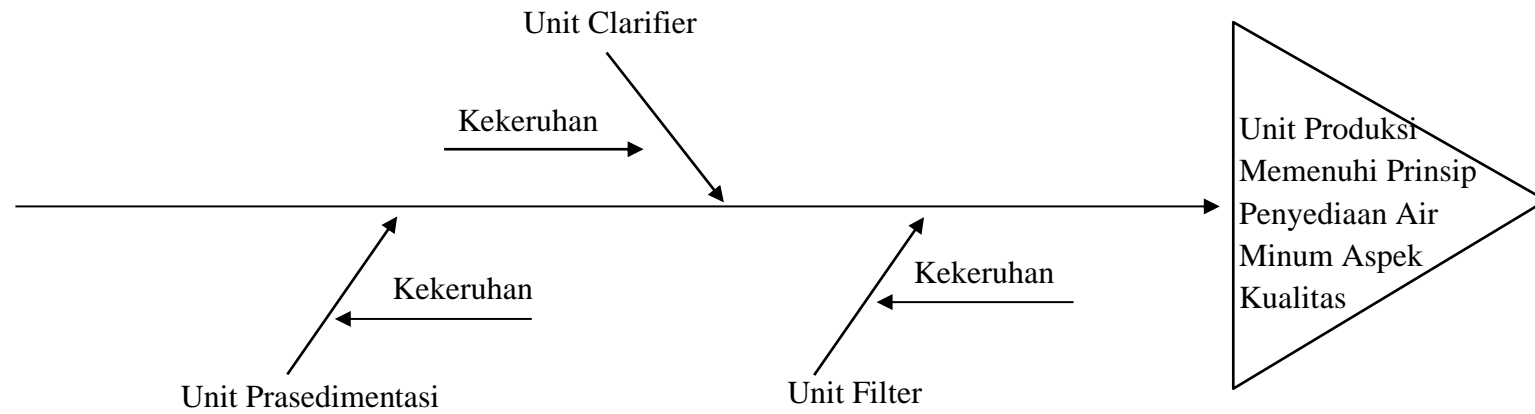
**Gambar 4.10 Diagram *Fishbone* Aspek Teknis Unit Ultrafiltrasi**



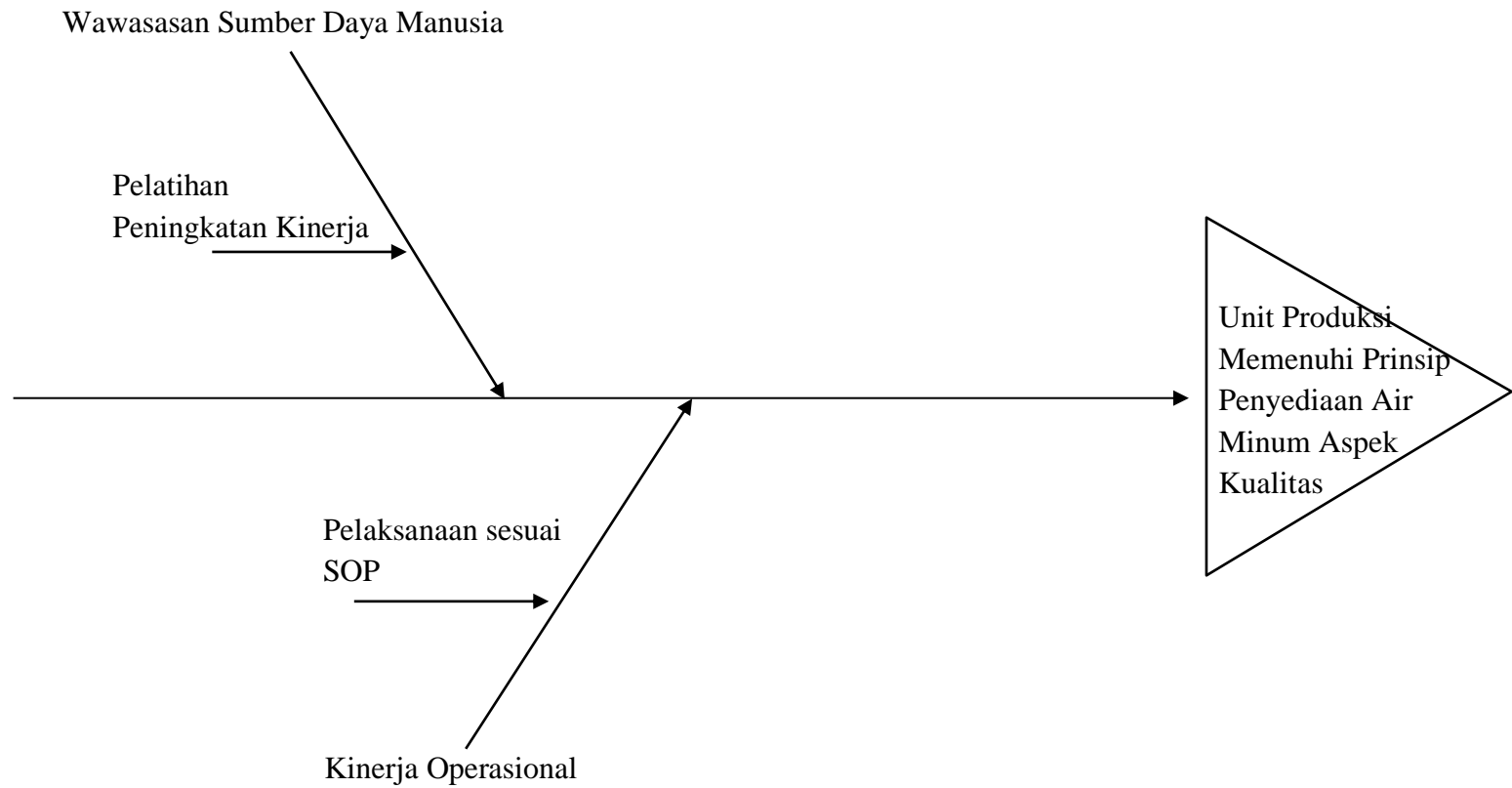
**Gambar 4.11 Diagram *Fishbone* Aspek Teknis Unit Konvensional 50 L/detik**



**Gambar 4.12 Diagram *Fishbone* Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Utara**



**Gambar 4.13 Diagram *Fishbone* Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Selatan**



**Gambar 4.14 Diagram *Fishbone* Aspek Non-Teknis**

#### 4.5.1 Aspek Teknis

Aspek teknis dalam *fishbone analysis* dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab dari efisiensi kinerja unit pengolahan yang kurang optimal dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi perhitungan spesifikasi teknis dan kondisi eksisting kinerja unit.

##### 4.5.1.1 Aspek Teknis Unit Ultrafiltrasi

###### a. Unit Prasedimentasi

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit prasedimentasi dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Kekeruhan merupakan banyaknya zat tersuspensi pada suatu perairan. Kekeruhan dapat disebabkan oleh berbagai jenis material tersuspensi, semakin banyak material yang tersuspensi maka air akan semakin terlihat keruh. Menurut Reynold & Richard (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 80%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 48%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

###### b. Unit Ultrafiltrasi

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit ultrafiltrasi dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Menurut Lubello, C dkk (2003) efisiensi penurunan kekeruhan unit ultrafiltrasi sebesar 94% sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan ultrafiltrasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 78%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

##### 4.5.1.2 Aspek Teknis Unit Konvensional 50 L/detik

###### a. Unit Prasedimentasi

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit prasedimentasi dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Menurut Reynold & Richard (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 80%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 48%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

###### b. Unit Clarifier

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit clarifier dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut

- Kekeruhan

Menurut Metcalf & Eddy (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 90%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 79%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

###### c. Unit Filter

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit filter dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut

- Kekeruhan



Menurut EPA (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 59%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

#### **4.5.1.3 Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Utara**

##### **a. Unit Prasedimentasi**

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit prasedimentasi dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Menurut Reynold & Richard (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 80%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 48%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal

##### **b. Unit Clarifier**

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit clarifier dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan Clarifier

Menurut Metcalf & Eddy (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 90%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 79%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

##### **c. Unit Filter**

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit filter dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan Filter

Menurut EPA (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 61%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

#### **4.5.1.3 Aspek Teknis Unit Konvensional 25 L/detik Selatan**

##### **a. Unit Prasedimentasi**

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit prasedimentasi dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Menurut Reynold & Richard (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 80%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 48%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal

##### **b. Unit Clarifier**

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit clarifier dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

- Kekeruhan

Menurut Metcalf & Eddy (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 83%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 79%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

### c. Unit Clarifier

Analisis penyebab dari kurang optimalnya kinerja unit filter dalam menurunkan tingkat kekeruhan dalam segi spesifikasi teknis sebagai berikut.

#### - Kekeruhan Filter

Menurut EPA (1996), efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 90%, sedangkan berdasarkan data efisiensi penurunan kekeruhan prasedimentasi pada tahun 2020-2021 diketahui sebesar 61%. Sehingga belum memenuhi standar yang ditetapkan dan belum bekerja secara optimal.

### 4.5.2 Aspek Non Teknis

Faktor penyebab kinerja unit pengolahan yang kurang optimal pada *fishbone analysis* non-teknis dikaji dari Wawasan Sumber Daya Manusia dan Kinerja Operasional. Berikut merupakan adanya potensi risiko menurut wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji.

#### a. Wawasan Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia (SDM) berpengaruh terhadap peningkatan kinerja unit pengolahan IPA Siwalanpanji. Peningkatan SDM tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI No. 27 Tahun 2016 tentang penyelenggaraan sistem penyediaan air minum. Perwujudan dalam meningkatkan SDM dapat diukur dengan adanya pelatihan untuk peningkatan kinerja. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji, didapatkan informasi bahwa pekerja di IPA Siwalanpanji mengikuti pelatihan dalam kurun waktu 1 tahun sekali.

#### b. Kinerja Operasional

Dalam menjaga kinerja operasional dibutuhkan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk menjaga penyediaan air bersih. SOP berfungsi sebagai pedoman dalam menjalankan unit pengolahan sehingga dibutuhkan pelaksanaan yang sesuai agar kinerja unit berjalan optimal. SOP IPA Siwalanpanji disesuaikan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI No. 27 Tahun 2016 tentang penyelenggaraan sistem penyediaan air minum tentang prosedur operasional standar penyelenggaraan sistem penyediaan air minum. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji, didapatkan informasi bahwa dalam pelaksanaan pengoperasian unit telah sesuai dengan SOP namun terdapat yang belum sesuai seperti dosis pembubuhan koagulan tidak berdasarkan hasil *jar test*.

### 4.6 Penilaian Risiko dengan Metode HIRARC

Analisa risiko dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) dilakukan untuk memberikan pendekatan yang sistematis dan objektif untuk penilaian bahaya dan risiko terkait yang akan menjadi pengukuran objektif dari bahaya yang teridentifikasi dan metode risiko. Sebelumnya telah diidentifikasi risiko yang muncul dengan *fishbone analysis* dan didapatkan potensi risiko bahaya terhadap penggunaan air baku Afvoer Wilayah terhadap kualitas air produksi pada IPA Siwalanpanji.

Berdasarkan risiko yang telah didapatkan kemudian dilakukan penilaian risiko dengan menggunakan metode HIRARC. Tujuan dari penilaian risiko adalah memastikan kontrol risiko dari proses, operasi atau aktifitas yang dilakukan berada pada tingkat yang dapat diterima. Penilaian dalam risk assessment yaitu *Likelihood* (L) dan *Severity* (S) atau *Consequence* (C) (Ramadhan, F, 2017). Ada berbagai pendekatan dalam menggambarkan kemungkinan dan keparahan suatu risiko, baik secara kualitatif, semikuantitatif, dan kuantitatif.

Hasil analisa risiko dievaluasi dan dibandingkan dengan kriteria yang telah ditetapkan atau baku dan norma yang berlaku untuk menentukan apakah risiko tersebut penting atau tidak penting, bila penting segera dikelola atau ditangani dengan baik. (Supriyadi, Nalhadi, & Rizaal, 2015). Penilaian risiko ini digunakan sebagai langkah untuk menentukan tingkat risiko ditinjau dari kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*).

#### 4.6.1 Penilaian Severity

Nilai *Severity* merupakan penilaian berdasarkan tingkat keparahan dari suatu dampak risiko. Nilai *severity* didapatkan dari kondisi eksisting yang dibandingkan dengan kriteria perencanaan sehingga dapat diketahui tingkat keparahan risiko tersebut. Penilaian *severity* dilakukan dengan penentuan kriteria besaran risiko pada skala besaran lingkungan yang terdapat pada Tabel 4.8. Selanjutnya dilakukan perhitungan presentase nilai *severity* yang kemudian disesuaikan dengan range nilai sebagai acuan penentuan peringkat dengan perhitungan berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

Berikut pada Tabel 4.8 merupakan penjelasan tingkat kemungkinan terjadinya risiko.

**Tabel 4.8 Tabel Severity**

Level	Kriteria	Penjelasan	Range Nilai
1	Insignification	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil	≤20%
2	Minor	Cedera ringan, kerugian finansial sedang	20%-40%
3	Moderate	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar	41%-60%
4	Major	Cedera berat lebih satu orang, kerugian besar, gangguan produksi	61%-80%
5	Catastrophic	Fatal lebih satu orang, kerugian sangat besar dan dampak luas yang berdampak panjang, terhentinya seluruh kegiatan	≥80%

Sumber: AS/NZS 4360 & Villacourt, 1992

##### 4.6.1.1 Nilai Severity Aspek Teknis

###### a. Severity Unit Prasedimentasi

- Kekeruhan

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi sebesar 61%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit prasedimentasi menurut Reynold & Richar (1980) sebesar 80%.

**Tabel 4.9 Nilai Severity Kekeruhan Unit Prasedimentasi**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan 50%-40%	Efisiensi removal kekeruhan <40%

Pada Tabel 4.9 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari beban permukaan prasedimentasi sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-1}{5} \times 100\% = 60\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit prasedimentasi yaitu sebesar 60%

b. *Severity* Unit Ultrafiltrasi

- Kekeruhan

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit ultrafiltrasi sebesar 78%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit ultrafiltrasi sebesar 94% menurut Lubello, C dkk (2003).

**Tabel 4.10 Nilai Severity Kekeruhan Unit Ultrafiltrasi**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 94%-84%	Efisiensi removal kekeruhan 83%-74%	Efisiensi removal kekeruhan 73%-64%	Efisiensi removal kekeruhan 63%-54%	Efisiensi removal kekeruhan <53%

Pada Tabel 4.10 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari beban permukaan clarifier sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit ultrafiltrasi yaitu sebesar 20%

c. *Severity* Unit Konvensional 50 L/detik

- Kekeruhan Unit Clarifier

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 79%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier menurut Metcalf & Eddy (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.11 Nilai *Severity* Kekeruhan Unit Clarifier**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan <60%

Pada Tabel 4.11 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit clarifier sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit clarifier yaitu sebesar 20%

- Kekeruhan Unit Filter

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 59%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter menurut EPA (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.12 Nilai *Severity* Kekeruhan Unit Filter**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80%	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan <50%

Pada Tabel 4.12 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit filter sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit filter yaitu sebesar 40%

d. *Severity* Unit Konvensional 25 L/detik Utara

- Kekeruhan Unit Clarifier

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 79%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier menurut Metcalf & Eddy (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.13 Nilai *Severity* Kekeruhan Unit Clarifier**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80%	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan <50%

Pada Tabel 4.13 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit clarifier sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit clarifier yaitu sebesar 20%

- Kekeruhan Unit Filter

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 61%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter menurut EPA (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.14 Nilai Severity Kekeruhan Unit Filter**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80%	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan <50%

Pada Tabel 4.14 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit filter sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit filter yaitu sebesar 40%

e. *Severity* Unit Konvensional 25 L/detik Selatan

- Kekeruhan Unit Clarifier

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier sebesar 79%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit clarifier menurut Metcalf & Eddy (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.15 Nilai Severity Kekeruhan Unit Clarifier**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80%	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan <50%

Pada Tabel 4.15 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit clarifier sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit clarifier yaitu sebesar 20%

- **Kekeruhan Unit Filter**

Berdasarkan data yang didapatkan diketahui kondisi eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter sebesar 61%. Sedangkan kondisi ideal eksisting efisiensi penurunan kekeruhan unit filter menurut EPA (1980) sebesar 90%.

**Tabel 4.16 Nilai *Severity* Kekeruhan Unit Filter**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Efisiensi removal kekeruhan 90%-80%	Efisiensi removal kekeruhan 80%-70%	Efisiensi removal kekeruhan 70%-60%	Efisiensi removal kekeruhan 60%-50%	Efisiensi removal kekeruhan <50%

Pada Tabel 4.16 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal berdasarkan kriteria desain. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Sehingga dihitung nilai *severity* dari removal kekeruhan unit filter sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* removal kekeruhan unit filter yaitu sebesar 40%

#### 4.6.1.2 Nilai *Severity* Aspek Non-Teknis

##### a. *Severity* Wawasan SDM

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji, didapatkan bahwa informasi bahwa tenaga kerja IPA Siwalanpanji telah mengikuti pelatihan peningkatan kinerja yang diadakan setiap satu tahun sekali.



**Tabel 4.17 Nilai Severity Pelatihan Mengenai Penyelenggaraan SPAM**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Terdapat pelatihan dan mengikuti aktif serta terjadwal	Terdapat pelatihan dan mengikuti aktif serta tidak terjadwal	Terdapat pelatihan dan tidak mengikuti aktif serta terjadwal	Terdapat pelatihan dan tidak mengikuti aktif serta tidak terjadwal	Tidak terdapat pelatihan

Pada Tabel 4.17 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal, dan kondisi eksisting tersebut telah sesuai dengan kondisi ideal. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji terdapat adanya pelatihan secara terjadwal dan adanya partisipasi aktif. Sehingga nilai *severity* dapat diketahui sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* wawasan SDM yaitu sebesar 0%

b. Kinerja Operasional

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji, didapatkan informasi bahwa terdapat beberapa penerapan SOP yang belum berjalan dengan baik.

**Tabel 4.18 Nilai Severity Kinerja Operasional**

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Skala Besaran Lingkungan				
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
5	4	3	2	1
Mengetahui dan melaksanakan SOP	Tidak terlalu mengetahui dan melaksanakan SOP	Mengetahui dan melanggar beberapa SOP	Tidak terlalu mengetahui dan melanggar beberapa SOP	Tidak mengetahui dan tidak melaksanakan ketentuan SOP

Pada Tabel 4.18 ditunjukkan kolom berwarna hijau adalah kondisi ideal. Sedangkan kolom berwarna kuning adalah kondisi eksisting. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji didapatkan informasi bahwa adanya pelaksanaan dari ketentuan SOP namun ada yang belum sesuai. Sehingga nilai *severity* dapat diketahui sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ Skala\ Ideal - Nilai\ Skala\ Eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$Severity = \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Nilai *severity* beban permukaan unit prasedimentasi yaitu sebesar 40%

#### 4.6.1.3 Peringkat *Severity*

Berdasarkan presentase *severity* yang telah didapatkan pada aspek teknis dan non-teknis, selanjutnya dapat ditentukan peringkat dari *severity* berdasarkan kesesuaian skala besaran risiko yang terdapat pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 berikut.

**Tabel 4.19 Peringkat *Severity* Aspek Teknis**

Faktor Risiko	Nilai <i>Severity</i>	Level
Unit Prasedimentasi		
Kekeruhan	40%	3
Unit Ultrafiltrasi		
Kekeruhan	20%	2
Unit Konvensional 50 L/detik		
Kekeruhan Unit Clarifier	20%	2
Kekeruhan Unit Filter	40%	2
Unit Konvensional 25 L/detik Utara		
Kekeruhan Unit Clarifier	20%	2
Kekeruhan Unit Filter	40%	2
Unit Konvensional 25 L/detik Selatan		
Kekeruhan Unit Clarifier	20%	2
Kekeruhan Unit Filter	40%	2

**Tabel 4.20 Peringkat *Severity* Aspek Non-Teknis**

Faktor Risiko	Nilai <i>Severity</i>	Level
Wawasan SDM		
Pelatihan Peningkatan Kinerja	0%	1
Kinerja Operasional		
Pelaksanaan SOP	40%	2

#### 4.6.2 Penilaian *Likelihood*

*Likelihood* merupakan suatu tingkat frekuensi kejadian dari dampak yang disebabkan risiko. Parameter pengukuran *likelihood* yang digunakan dalam penelitian ini adalah seberapa sering terjadinya kegiatan yang dapat memicu kecelakaan. Perhitungan nilai *likelihood* berdasarkan dari jumlah kejadian berdasarkan informasi dari IPA Siwalanpanji, hasil pengamatan, dan hasil perhitungan. Berikut merupakan kriteria penilaian *likelihood* yang terdapat pada Tabel 4.21.

**Tabel 4.21 Kriteria *Likelihood***

Level	Kriteria	Penjelasan	Presentase Penilaian
1	Sangat jarang	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu	0-20%
2	Jarang	Kemungkinan terjadi jarang	21-40%
3	Sedang	Dapat terjadi sewaktuwaktu.	41-60%

Level	Kriteria	Penjelasan	Presentase Penilaian
4	Sering	Sangat mungkin terjadi hampir disemua keadaan	61-80%
5	Sangat sering	Terjadi hampir disemua keadaan	81-100%

Sumber: AS/NZS 4360

#### 4.6.2.1 Nilai *Likelihood* Aspek Teknis

##### a. *Likelihood* Unit Prasedimentasi

Penilaian *likelihood* pada unit prasedimentasi terdapat pada Tabel 4.22 sebagai berikut.

**Tabel 4.22 Nilai *Likelihood* Unit Prasedimentasi**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Kekeruhan					

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan prasedimentasi tidak memenuhi sebanyak 5242 kali dari 7347 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 71% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sering. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi prasedimentasi dalam menurunkan kekeruhan

##### b. *Likelihood* Unit Ultrafiltrasi

Penilaian *likelihood* pada unit ultrafiltrasi terdapat pada Tabel 4.23 sebagai berikut.

**Tabel 4.23 Nilai *Likelihood* Unit Ultrafiltrasi**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Kekeruhan					

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan ultrafiltrasi tidak memenuhi sebanyak 476 kali dari 643 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 74% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sering. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi ultrafiltrasi dalam menurunkan kekeruhan.

##### c. *Likelihood* Unit Konvensional 50 L/detik

Penilaian *likelihood* pada unit konvensional 50 l/detik terdapat pada Tabel 4.24 sebagai berikut.

**Tabel 4.24 Nilai *Likelihood* Unit Konvensional 50 L/detik**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Kekeruhan Clarifier					
Kekeruhan Filter					

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan clarifier tidak memenuhi sebanyak 4335 kali dari 7347 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 59% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sangat

sedang. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi clarifier dalam menurunkan kekeruhan.

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan filter tidak memenuhi sebanyak 7002 kali dari 7347 kali dengan kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 95% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sangat sering. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi filter dalam menurunkan kekeruhan

d. *Likelihood* Unit Konvensional 25 L/detik Utara

Penilaian *likelihood* pada unit konvensional 25 L/detik utara terdapat pada Tabel 4.25 sebagai berikut

**Tabel 4.25 Nilai *Likelihood* Unit Konvensional 25 L/detik Utara**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Kekeruhan Clarifier					
Kekeruhan Filter					

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan clarifier tidak memenuhi sebanyak 4283 kali dari 7347 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 58% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sedang. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi clarifier dalam menurunkan kekeruhan.

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan filter tidak memenuhi sebanyak 6583 kali dari 7347 kali dari kriteria perencanaan perencanaan atau dengan range sebesar 90% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sangat sering. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi filter dalam menurunkan kekeruhan

e. *Likelihood* Unit Konvensional 25 L/detik selatan

Penilaian *likelihood* pada unit konvensional 25 L/detik selatan terdapat pada Tabel 4.26 sebagai berikut

**Tabel 4.26 Nilai *Likelihood* Unit Konvensional 25 L/detik Selatan**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Kekeruhan Clarifier					
Kekeruhan Filter					

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan clarifier tidak memenuhi sebanyak 4182 kali dari 7347 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 56% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sedang. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi clarifier dalam menurunkan kekeruhan.

Berdasarkan data efektivitas penurunan kekeruhan yang didapatkan, kekeruhan filter tidak memenuhi sebanyak 6982 kali dari 73474 kali dari kriteria perencanaan atau dengan range sebesar 195% sehingga tingkat terjadinya risiko termasuk sangat sering. Hal tersebut dapat mempengaruhi efisiensi filter dalam menurunkan kekeruhan

#### 4.6.2.2 Nilai *Likelihood* Aspek Non-Teknis

##### a. *Likelihood* Wawasan SDM

Penilaian *likelihood* pada wawasan SDM terdapat pada Tabel 4.27 sebagai berikut.

**Tabel 4.27 Nilai *Likelihood* Wawasan SDM**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
Pelatihan Peningkatan Kinerja					

Berdasarkan wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji didapatkan informasi bahwa tenaga kerja di IPA Siwalanpanji mengikuti pelatihan yang terjadwal rutin. Sehingga frekuensi risiko pada tingkat sangat jarang terjadi.

##### b. *Likelihood* Kinerja Operasional

Penilaian *likelihood* pada kinerja operasional terdapat pada Tabel 4.28 sebagai berikut.

**Tabel 4.28 Nilai *Likelihood* Kinerja Operasional**

Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadinya Risiko				
	1	2	3	4	5
	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sering	Sangat Sering
SOP					

Berdasarkan wawancara dengan Kasie IPA Siwalanpanji didapatkan informasi bahwa pelaksanaan standar operasional prosedur masih terdapat beberapa yang belum terlaksana dengan baik. Sehingga frekuensi risiko pada tingkat sedang.

#### 4.6.3 Penilaian Risiko

Berdasarkan penentuan nilai *severity* dan *likelihood* yang telah ditentukan, kemudian yaitu menentukan penilaian risiko dari hasil perbandingan tingkat kemungkinan dan tingkat keparahan terjadinya risiko dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Risiko} = \text{Likelihood} \times \text{Severity} \text{ atau } R = L \times S$$

Dari hasil penilaian risiko yang didapatkan, kemudian akan dikelompokkan tingkat risiko berdasarkan risk matrix pada Tabel 4.29 dan penjelasannya pada Tabel 4.30 berikut.

**Tabel 4.29 Risk Matrix**

<i>Likelihood</i>	<i>Severity</i>				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Sumber: AS/NZS 4360

**Tabel 4.30 Penjelasan Risk Matrix**

Kategori Tingkat Risiko	Prioritas pengendalian	Risiko dapat diterima (Y/T)
Rendah	Perlu pengawasan (perlu aturan/prosedur/ rambu)	Y
Sedang	Perlu pengawasan (perlu tindakan perbaikan)	Y
Tinggi	Perlu perbaikan segera (perlu perencanaan pengendalian)	T

Berikut merupakan penilaian risiko pada aspek teknis dan non teknis yang terdapat pada Tabel 4.31 dan Tabel 4.32.

**Tabel 4.31 Hasil Penilaian Risiko Aspek Teknis**

Unit	Faktor Penyebab Risiko	S	L	R	Kategori
Unit Prasedimentasi	Kekeruhan	3	4	12	
Unit Ultrafiltrasi	Kekeruhan	2	4	8	
Unit Konvensional 50 L/detik	Kekeruhan Clarifier	2	3	6	
	Kekeruhan Filter	2	5	10	
Unit Konvensional 25 L/detik Utara	Kekeruhan Clarifier	2	3	6	
	Kekeruhan Filter	2	5	10	
Unit Konvensional 25 L/detik Selatan	Kekeruhan Clarifier	2	3	6	
	Kekeruhan Filter	2	5	10	

**Tabel 4.32 Hasil Penilaian Risiko Aspek Non-Teknis**

Unit	Faktor Penyebab Risiko	S	L	R	Kategori
Wawasan SDM	Pelatihan Peningkatan Kinerja	1	1	1	
Kinerja Operasional	Pelaksanaan SOP	2	3	6	

Berdasarkan hasil identifikasi dengan menggunakan metode HIRARC didapatkan bahwa unit prasedimentasi mempunyai risiko tertinggi. Selain itu, terdapat parameter pada unit prasedimentasi yang belum memenuhi kriteria desain.

#### 4.7 Pengendalian Risiko dengan Metode HIRARC

Berdasarkan hasil penilaian risiko dari aspek teknis diketahui bahwa efisiensi penyisihan kekeruhan pada unit prasedimentasi memiliki nilai risiko tertinggi dan termasuk dalam kategori tinggi, sehingga diperlukan tindakan pengendalian dan perbaikan segera untuk mengatasinya. Dari segi aspek non-teknis didapatkan bahwa kinerja operasional belum dilaksanakan dengan optimum, seperti dosis klor yang diberikan masih belum sesuai dengan SOP sehingga hasil kualitas pengolahan tidak optimal.

Upaya pengendalian risiko pada unit prasedimentasi dapat diketahui dari kegagalan yang terdapat pada unit unit tersebut. Menurut Roachmawati & Marsono (2021), terdapat parameter yang tidak memenuhi kriteria desain unit prasedimentasi IPA Swialanpanji yaitu bilangan froude. Dampak dari efek tersebut yaitu aliran menjadi stagnan dan mengganggu efektivitas pengolahan. Tebalnya lumpur yang terlalu tebal dan jarang diadakan pembersihan pada bak dapat mempengaruhi karakteristik aliran. Sehingga mitigasi yang diberikan yaitu dengan

membuat jadwal pembersihan rutin agar tidak terjadi penebalan lumpur dan mempengaruhi karakteristik aliran.

Menurut Kasie IPA Siwalanpanji dalam pemeliharaan dan pengoperasiannya terdapat beberapa kendala yaitu kekeruhan air baku yang cenderung tinggi, banyaknya lumpur bila debit besar, dan mengendalikan bahan organik yang tinggi. Sehingga upaya yang dapat dilakukan yaitu diadakan pengurasan secara berkala. Hal tersebut mempengaruhi efektivitas unit dalam mengurangi kekeruhan. Agar pengendalian risiko berjalan lebih optimal, maka diperlukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan data kondisi eksisting.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari kajian penelitian dan analisis data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Risiko penggunaan air baku *Afvoer* Wilayut terhadap proses produksi IPA Siwalanpanji yaitu air baku yang digunakan termasuk baku mutu air kelas III menurut PP No. 22 Tahun 2021 sehingga tidak sesuai dengan kondisi ideal yaitu kelas I, selain itu kekeruhan yang dihasilkan sangat tinggi terutama saat musim hujan. Terkait kualitas air produksi yang dihasilkan telah sesuai dengan baku mutu menurut PerMenKes No. 736 Tahun 2010. Namun terdapat kendala pada rata-rata efisiensi penyisihan kekeruhan paling tinggi terdapat pada unit prasedimentasi sebesar 48%.
2. Risiko yang ditimbulkan dari penggunaan *Afvoer* Wilayut dengan menggunakan metode HIRARC yaitu adanya kinerja unit pengolahan yang kurang optimal dalam menyisihkan kekeruhan. Berdasarkan penilaian risiko didapatkan bahwa potensi risiko efisiensi penyisihan kekeruhan paling tinggi dari segi teknis terdapat pada Unit Prasedimentasi dengan kategori tinggi, sedangkan dari segi non-teknis yaitu kinerja operasional dengan kategori sedang.
3. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk mengatasi risiko dalam efisiensi penyisihan kekeruhan yaitu dengan mengatasi kendala yang muncul pada unit prasedimentasi yang mempengaruhi kekeruhan. Upaya yang dilakukan seperti pengurasan secara berkala terutama saat musim penghujan maupun saat tingkat kekeruhan yang tinggi agar tidak terjadi penebalan lumpur dan mempengaruhi karakteristik aliran.

#### **5.2 Saran**

Saran dari kajian penelitian dan analisis data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Lebih baik bila dilakukan analisis dengan menggunakan data primer agar hasil yang didapatkan lebih optimal.
2. Diperlukan analisis lebih lanjut terkait mitigasi yang dilakukan agar sesuai dengan kondisi eksisting.



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahamed, A. J., Loganathan, K., & Jayakumar, R. (2015). Hydrochemical characteristics and quality assessment of groundwater in Amaravathi River basin of Karur district, Tamil Nadu, South India. *Sustainable Water Resources Management*, 1(3), 273-291. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0026-3>
- Amanda, B. A., Moesriati, A., & Karnaningroem, N. (2017). Risk assessment of total coliform in X WTP's water production using failure mode and effect analysis method. *Teknik*, 38(1), 21. <https://doi.org/10.14710/teknik.v0i0.15406>
- Cut Khairunnisa. (2012). "Pengaruh Jarak dan Konstruksi Sumur serta Tindakan Pengguna Air Terhadap Jumlah Coliform Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar Pasar Hewan Desa Cempeudak Kecamatan Tanah Jambo Aye Kabupaten Aceh Utara Tahun 2012. Tesis. Medan: FKM USU.
- Desi Diana Putri dan Lailul Mursyidah. (2021). Kualitas Pelayanan Penyediaan Air Minum di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kajian Kebijakan Publik*. Vol 15. pp 1-5
- Hafni. (2012). Proses Pengolahan Air Bersih pada PDAM Padang. *Jurnal Momentum*. Vol. 13 No. 2.
- Hasbi, H. (2018). Penerapan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Pada Bagian Pemeliharaan di PT KAI (Persero) Dipo Lokomotif Semarang Poncol Daop IV Semarang. Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Josopandojo, B., & Purnomo, A. (2021). Studi Kemampuan Instalasi Pengolahan air untuk Meminimalisasi Trihalometana (Studi Kasus IPA Siwalanpanji Kabupaten Sidoarjo). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53648>
- Lee, C., Lee, Y., & Chiang, H. (2016). Abrupt state change of river water quality (turbidity): Effect of extreme rainfalls and typhoons. *Science of The Total Environment*, 557-558, 91-101. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.213>
- Linsley, R. k., Franzini, J. B., Sasongko, D. (1991). *Teknik SumberDaya Air*. Airlangga. Jakarta : Erlangga.
- Lubello, C., Gori, R., De Bernardinis, A., & Simonelli, G. (2003). Ultrafiltration as tertiary treatment for industrial reuse. *Water Supply*, 3(4), 161-168. <https://doi.org/10.2166/ws.2003.0058>
- Meidhitasari. (2007). Evaluasi dan Modifikasi Instalasi Pengolahan Air Minum Miniplan Dago Pakar, Tugas akhir S1, Prodi Teknik Lingkungan, ITB.
- Mohd Dzulkifli, S. N., Abdullah, A. H., Lee, Y. Y., & Suhaimi Shamsuri, M. M. (2018). Classification of potential risk factors through HIRARC method in assessing indoor environment of museums. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(8). <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.08.006>
- Murnawan, H. (2016). Perencanaan produktivitas kerja Dari hasil evaluasi produktivitas dengan metode *fishbone* Di perusahaan percetakan kemasan pt.x. *Heuristic*, 11(01). <https://doi.org/10.30996/he.v11i01.611>
- Ningrum, dkk. (2020). Analisis Kinerja Bangunan Prasedimentasi dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Sidoarjo. *Jurnal Info Manajemen Proyek Teknik Sipil-S2*.
- Occupational health and safety management systems. Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007. (n.d.). <https://doi.org/10.3403/30180552uf>
- Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 86. (2019). Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo. Sidoarjo
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18. (2007). Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 (2021). *Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: s.n
- Permenkes RI. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/210*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Poernomo, Y, R, S., & Sutapa, N. (2019). Perancangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan metode HIRARC di PT X. *Jurnal Titra*. Vol. 7 No. 1.
- Pradana, H. A., Wahyuningsih, S., Novita, E., Humayro, A., & Purnomo, B. H. (2019). Identifikasi Kualitas air Dan Beban Pencemaran Sungai Bedadung Di *intake* Instalasi Pengolahan air PDAM Kabupaten Jember. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA*, 18(2), 135. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.135-143>
- Purnama, D.S. (2015). Analisa Penerapan Metode HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control) dan HAZOPS (Hazard and Operability Study) dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Proses Unloading Unit di PT. Toyota Astra Motor. *Jurnal Pasti*. Vol. 9. No. (3). pp. 311-319.
- Rachmawati, F., & Marsono, B. D. (2021). Evaluasi Teknis Instalasi Pengolahan air unit Ultrafiltrasi pada Instalasi Pengolahan air (IPA) Siwalanpanji PDAM Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.63281>
- Ramadhan, F. (2017). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan*. 164-169
- Ramli, S. (2010). *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Prespektif K3*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Reynolds, T. D., & Richards, P. A. (1996). *Unit operations and processes in environmental engineering*.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2012). *Management*. Prentice Hall.
- Ronanda, H. A., & Marsono, B. D. (2021). Kajian Penerapan Membran Mikrofiltrasi Terendam pada Instalasi Pengolahan air (IPA) Siwalanpanji PDAM Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.63556>
- Salmin, O. T. (2005). Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3), 21-26.
- Saputri, A. W. (2011). *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum ( IPA ) Babakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang [Skripsi]*. Depok: Universitas Indonesia
- Sari, Nanda Nurita dkk. (2013). Efek Perlakuan pH pada Ozonisasi. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. Vol. 1 No. 1.
- Soemirat, J. (2009). *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Song, J., Han, M., Kim, T., & Song, J. (2009). Rainwater harvesting as a sustainable water supply option in Banda Aceh. *Desalination*, 248(1-3), 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.060>
- Spurlock, B. (2017). *Physical hazards of the workplace*. CRC Press.
- Sugianto, A. (2012). Metode Identifikasi Permasalahan dan Kebutuhan Masyarakat: *Lock Frame Analysis (Problem Tree), Fishbone analysis*. Purwokerto : Program Studi Ilmu Peternakan Program Pascasarjana Universitas Jendral Soedirman.
- Supriyadi, S., Nalhadi, A., & Rizaal, A. (2015). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 pada Tindakan Perawatan & Perbaikan Menggunakan Metode HIRARC (Hazard Identification and Risk Assessment Risk Control) pada PT. X. *Seminar Nasional Riset Terapan*. pp. 281-286.
- Wijaya, A., Panjaitan, W.S. & Palit, H.C. (2015). Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT. Charoen Pokphand Indonesia. *Jurnal Tirta*. Vol. 3. No. (1). pp. 29-34

- Yudhistira, M. E. (2018). *Penilaian Risiko Pekerjaan Packing di Unit Mortar PT Sinar Indogreen Kencana*. Surabaya: Universitas Airlangga Program Studi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.
- Yulia Tri Handayani, (2017) *Kinerja Perusahaan Air Minum Untuk Memberikan Pelayanan Kepada Pelanggan Dalam Perspektif New Public Administration (NPA) di PDAM Delta Tirta Sidoarjo*. *Kebijakan dan Manajemen Publik*, 5 (1). pp. 120-127
- Yulianti, P.C. (2012). *Studi Literatur Desain Unit Prasedimentasi Instalasi Pengolahan Air Minum*. Surabaya: ITS.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LAMPIRAN A

Berikut merupakan lampiran dokumentasi kondisi eksisting ketika melakukan studi lapangan pada unit pengolahan di IPA Siwalanpanji.



Gambar *Intake* IPA Siwalanpanji



Gambar Sumur Pengumpul IPA Siwalanpanji



Gambar Unit Prasedimentasi IPA Siwalanpanji



Gambar Bak Pengumpul IPA Siwalanpanji



Gambar Unit Koagulasi-Flokulasi IPA Siwalanpanji



Gambar Unit Sedimentasi IPA Siwalanpanji





Gambar Unit Filter IPA Siwalanpanji



Gambar Reservoir IPA Siwalanpanji

## LAMPIRAN B

Berikut merupakan Standar Operasional Prosedur IPA Siwalanpanji.

*Buku Petunjuk Cara Operasi dan Pemeliharaan  
Instalasi Penjernihan Air (IPA) Kapasitas 50 Lt/Det* - 4 -

### B A B - II PROSEDUR OPERASI

**2.1. LANGKAH PERSIAPAN**

**2.1.1. PERSIAPAN DI BANGUNAN INTAKE**

- Periksa jalan aliran air baku di bangunan Intake, dan bersihkan dari kotoran yang dapat menyumbat aliran.
- Bersihkan bangunan intake dari endapan lumpur untuk mencegah penyumbatan pompa air baku oleh lumpur tersebut.

**2.1.2. SISTEM PERPIPAAN**

- Periksa sambungan-sambungan pipa pada instalasi, supaya bila terjadi kebocoran, dapat segera diketahui dan diperbaiki.
- Periksa semua katup/valve pada setiap unit/bagian instalasi. Apakah sudah benar untuk katup yang harus terbuka atau yang tertutup, menurut arah aliran air di instalasi.
- Periksa manometer, terjadi kerusakan atau tidak.
- Periksa gate valve pada pipa utama instalasi (dari intake ke instalasi). Gate valve harus terbuka.

**2.1.3. PERSIAPAN PEMBUBUH / DOSING LARUTAN BAHAN KIMIA**

- Periksa sistem pencatu daya menuju pompa pembubuh.
- Bersihkan semua pipa yang berhubungan dengan pompa pembubuh.
- Siapkan larutan di dalam tangki pencampur.
- Periksa dan yakinkan semua mur/baut pengikat telah diperkuat sesuai petunjuk pemasangan.
- Basahi check valve.
- Jalankan motor pengaduk larutan kimia.
- Aliran campuran yang telah diaduk ke dalam tangki pompa pembubuh.

**2.1.4. PERSIAPAN POMPA AIR BAKU (POMPA INTAKE)**

- Periksa NFB harus pada posisi OFF
- Periksa air valve, lubang ventilasi udara harus benar-benar bersih dan tidak tersumbat.
- Tutup Gate Valve atau dalam posisi OFF.

**2.1.5. PERSIAPAN POMPA DISTRIBUSI**

- Pastikan semua elektroda level control sudah terendam air dengan melihat lampu indikator berwarna kuning sudah menyala yang ada pada panel Induk (MDP).
- Sebelum menjalankan pompa isikan terlebih dahulu air pemancing yang telah tersedia pada lubang pemancing yang ada pada pompa tersebut.
- Masukkan NFB untuk tiap-tiap pompa pada posisi ON.
  - CWP 1. Untuk pompa nomor 1.
  - CWP 2. Untuk pompa nomor 2.
- Tutup gate valve atau dalam posisi OFF.

### 2.1.6. PERSIAPAN INSTALASI

a. **Unit Koagulasi :**

- Pastikan selang dari pompa dosing sudah terpasang secara benar pada pipa koagulasi.
- Pastikan sekat-sekat didalam pipa koagulasi tidak tersumbat.

b. **Unit Flokulasi :**

- Pastikan katup-katup di hopper (ruang lumpur) bak flokulasi tertutup.
- Pastikan flokulasi dalam keadaan bersih.

c. **Unit Sedimentasi :**

- Pastikan gate valve pada pipa drain tertutup.
- Rapikan susunan plate settler dari fibreglass sesuai dengan jarak yang terpasang ( $\pm 5$  mm) dan jarak antara tiap-tiap plate settler harus sama.

d. **Unit filtrasi :**

- Periksa gate valve pada pipa header (pipa aliran masuk unit filtrasi) terbuka.
- Pastikan komposisi pasir (media filter) sesuai dengan gambar (atau yang telah ditentukan) dan pastikan pula, bahwa media filter bersih dari kotoran.
- Buka katup pada pipa outlet filtrasi yang menuju ke reservoir.

**TABEL KEBUTUHAN BAHAN KIMIA,  
SPESIFIKASI TEKNIS POMPA DOSING DAN  
PENGETESAN KE POMPA DOSING**

URAIAN	IPA KAPASITAS 50 LT/DT		
	A L U M	SODA ASH	KAPORIT
<b>Jumlah Produksi Air Perhari</b>			
- Kapasitas IPA	50 Lt/Det	50 Lt/Det	50 Lt/Det
- Jam Operasi IPA Perhari	12 Jam/Hari	12 Jam/Hari	12 Jam/Hari
- Jumlah Produksi Air Perhari	2.160.000 Lt/Hari	2.160.000 Lt/Hari	2.160.000 Lt/Hari
<b>Kebutuhan Bahan Kimia</b>			
- Sesuai dgn Hasil Jar test Untuk Dosis Optimum *	40 Mg/Liter	30 Mg/Liter	5 Mg/Liter
- Kadar Bahan Kimia Perhari	60% Alum	60% Soda Ash	60% Kaporit
- Kebutuhan Bahan Kimia Perhari (Mg)	51.840.000 Mg/Hari	38.880.000 Mg/Hari	6.480.000 Mg/Hari
- Kebutuhan Bahan Kimia Perhari (Kg)	51,84 Kg/Hari	38,88 Kg/Hari	6,48 Kg/Hari
- Larutan Bahan Kimia Perhari (Alum Sulfat & Soda Ash) / (1 : 10)	518,400 Lt/Hari	388,8 Lt/Hari	----- Lt/Hari
- Larutan Bahan Kimia Perhari (Kaporit) / (1 : 100)	----- Lt/Hari	----- Lt/Hari	648 Lt/Hari
<b>Spesifikasi Teknis Pompa Dosing</b>			
- M e r e k	OBL Ex-ITALIA	OBL Ex-ITALIA	OBL Ex-ITALIA
- T y p e	RBA62-95	RBA62-95	RBA62-95
- Stroking Rate	95 SPM	95 SPM	95 SPM
- Discharge Preasure	6 Bar	6 Bar	6 Bar
- Kapasitas	250,00 L/Jam	250,00 L/Jam	250,00 L/Jam
- Kapasitas Per stroke	43,86 Ml/Stroke	43,86 Ml/Stroke	43,86 Ml/Stroke
<b>Pengetesan Ke Pompa Dosing</b>			
- Larutan Untuk Operasi 1 Hari	518,4 Lt/Hari	388,8 Lt/Hari	648 Lt/Hari
- Stroke Permenit	16,42 SPM	12,31 SPM	20,52 SPM
- Bukaan Putaran Pada Pompa Dosing	17,28% Putaran	12,96% Putaran	21,60% Putaran

\* Hasil Jar test Untuk Dosis Optimum Dimisalkan / Contoh

## 2.4. MENJALANKAN SISTEM

### 2.4.1. MENJALANKAN POMPA AIR BAKU

Untuk memompakan air baku dari bangunan intake ke unit pengolahan air menggunakan pompa air baku, pompa yang digunakan adalah pompa Submersible non-clogging.

#### Cara pengoperasian pompa air baku.

- a. Naikan NFB ke Posisi ON sehingga lampu-lampu Indikator menyala.
- b. Periksa tegangan pada volt meter dan harus mencapai 220/380 Volt.
- c. Tekan tombol push-bottom pada posisi start hingga lampu hijau menyala.
- d. Tunggu beberapa detik sampai kerja star delta bekerja dengan baik.
- e. Buka pengaturan gate valve dengan penyesuaian ampere motor pompa yang tersedia.
- f. Setiap motor pompa diamankan oleh Thermal Overload.

### 2.4.2. MENJALANKAN POMPA DOSING UNTUK ALUM, SODA ASH DAN KAPORIT.

Untuk menginjeksikan larutan kimia digunakan pompa dosing. Larutan alum dan soda ash di injeksikan pada pipa air baku, sebelum pengaduk cepat (flash mixing). Sedang untuk Kaporit diinjeksikan sebelum masuk ke reservoir.

#### Data teknis

##### Untuk Pompa dosing Alum

Merk	: OBL Ex-ITALIA
Model	: RBA62-95-250
Kapasitas	: 250 l/jam
Tekanan	: 6 Bar
Tegangan	: 380 Volt (3 Phase)
Frekwensi	: 50 Hz

##### Untuk Pompa dosing Soda Ash

Merk	: OBL Ex-ITALIA
Model	: RBA62-95-250
Kapasitas	: 250 l/jam
Tekanan	: 6 Bar
Tegangan	: 380 Volt (3 Phase)
Frekwensi	: 50 Hz

##### Untuk Pompa dosing Kaporit

Merk	: OBL Ex-ITALIA
Model	: RBA62-95-250
Kapasitas	: 250 l/jam
Tekanan	: 6 Bar
Tegangan	: 380 Volt (3 Phase)
Frekwensi	: 50 Hz

### Cara Pengoperasian Pompa Dosing

- a. Sebelum menghidupkan pompa dosing tangki pembubuhan bahan kimia diisi dengan larutan bahan kimia yang sudah jadi.
- b. Periksa tegangan power induk MCB dari Phase ke Phase dengan alat ukur atau multi tester sehingga menunjukkan tegangan 220/380 Volt.
- c. Naikan MCB pada tiap-tiap pompa dosing berarti pompa tersebut siap untuk difungsikan.
- d. Tekanan tombol warna hijau (star), pompa dosing akan bekerja dan lampu hijau akan menyala.

### **2.4.3. MENJALANKAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR.**

Pada prinsipnya unit-unit instalasi tidak dijalankan atau dihidupkan, karena tidak terdapat peralatan mekanikal dan elektrikal pada unit-unitnya.

#### Unit Pertama :

#### **2.4.3.1. UNIT PENGADUK CEPAT (KOAGULASI/FLASH MIXING)**

- a. Unit ini berbentuk pipa yang mempunyai sekat-sekat didalamnya. Dengan adanya aliran air baku dari intake yang bertekanan (tekanan dari pompa intake) dan adanya sekat-sekat tersebut, pencampuran dan pengadukan larutan bahan kimia yang dibubuhkan akan cepat terjadi.
- b. Unit pengadukan cepat berfungsi untuk mencampur dan mengaduk larutan bahan kimia yang dibubuhkan, yaitu pembubuhan Soda Ash (Natrium Carbonat) dan Alum (Alum Sulfat), dan bila tingkat kekeruhan dan kandungan organik air baku tinggi, ditambah Soda Ash untuk meningkatkan pH air baku lebih kurang 7,5 dan Alum sebagai pengikat kotoran dan membentuk koagulan.

#### Unit kedua :

#### **2.4.3.2. UNIT PENGADUK LAMBAT (FLOKULASI)**

- a. Unit ini berbentuk bak yang terdiri dari atas beberapa kompartemen (6 kompartemen/bak). Aliran air dari intake ke Bak/kompartemen pertama dilakukan dengan pemompaan, dan dari bak/kompartemen ke unit berikutnya secara gravitasi tanpa pemompaan. Antara bak/kompartemen dihubungkan dengan lubang (hole). Lubang pergantian di atas dan dibawah, lokasi tersebut untuk menjamin terjadinya pencampuran dan pengadukan yang lambat.  
Dengan adanya pengadukan yang lambat ini akan terbentuk inti endapan (Flok). Inti pengendapan yang terjadi diharapkan akan semakin besar dan semakin berat dari bak/kompartemen ke bak/kompartemen berikutnya, dengan mengatur lubang antara bak kompartemen.
- b. Dengan adanya proses terjadinya flok yang semakin besar diatas, dibawah tiap bak kompartemen terdapat ruang lumpur (hopper/pompok) untuk menampung endapan lumpur yang terjadi.

#### Unit ketiga :

#### **2.4.3.3. UNIT PENGENDAPAN (SEDIMENTASI)**

- a. Unit ini berbentuk bak yang didalamnya terdapat plat settler yang terbuat dari fibreglass. Plate settler ini terpasang miring dengan sudut kemiringan 60° dan jarak antara plate settler harus sama/seragam. Unit ini telah dibentuk dan diperbesar di unit pengadukan lambat. Plate settler berfungsi untuk memperbesar dan memperbanyak endapan lumpur yang dihasilkan. Perlu diingat bahwa peletakan plate settler harus benar yaitu jarak antara plate settler harus sama atau seragam.

- b. Dibawah bak pengendapan ini terdapat ruang lumpur atau hopper untuk menampung endapan lumpur yang terjadi. Di hopper tersebut terdapat pipa drain (penguras). Pipa drain tersebut secara periodik harus dibuka untuk membuang endapan lumpur. Bila hopper sudah terisi penuh dengan endapan lumpur belum dibuka, inti endapan terangkat naik.

**Unit Keempat :**

**2.4.3.4. UNIT FILTRASI**

- a. Unit filtrasi berfungsi untuk menahan inti endapan tidak mengendap dalam unit sedimentasi. Dari unit sedimentasi ke unit ini dihubungkan dengan pipa header. Pipa header akan bercabang masuk tiap-tiap bak/kompartemen. Pada tiap cabang pipa header yang masuk kedalam bak kompartemen terdapat katup untuk membuka dan menutup aliran dari unit sedimentasi, dan dari tiap bak terdapat pipa keluar (pipa backwash). Pada pipa backwash tersebut juga terdapat katup.

**b.1. Pada saat operasi (atau filtrasi) :**

Membuka katup di tiap-tiap pipa header, dan menutup katup di pipa backwash. Setelah beroperasi, amati ketinggian muka air di tiap bak filtrasi. Apabila ketinggian muka air di bak filtrasi berlebihan atau air hasil filtrasi berkurang semakin berkurang, berarti media filter perlu di cuci.

**2. Pada saat pencucian media filter (backwash) :**

Pencucian dilakukan secara bergantian dari bak/kompartemen satu ke bak/kompartemen yang lain. Pencucian dilakukan dari bak/kompartemen pertama, dengan cara menutup katup pada pipa headernya dan membuka katup pada pipa backwashing. Setelah air yang keluar dari pipa backwashing ditutup dan katup pada pipa header dibuka kembali.

Lakukan langkah diatas secara bergantian pada bak/kompartemen yang lain. Pencucian media filter dilakukan umumnya per 8 jam operasi selama 15 menit. Yang harus diperhatikan di saat pencucian adalah cara membuka katup pada pipa backwash suatu bak/kompartemen. Katup tersebut harus dibuka secara bertahap, 1/4 bukaan, 1/2 bukaan kemudian 1 bukaan (full).

## LAMPIRAN C

### Rekapitulasi Hasil Pemantauan Kualitas Air *Intake* IPA Siwalanpanji Tahun 2020-2021

**Data Kualitas Air Intake IPA Siwalanpanji Tahun 2020**

Bulan	Parameter		
	BOD (mg O <sub>2</sub> /l)	COD (mg O <sub>2</sub> /l)	TSS (mg/l)
Januari	5.57	33.34	536
Februari	3.24	28.36	53
Maret	7.18	26.72	13
April	4.25	35.37	10
Mei	2.71	17.36	21
Juni	7.18	29.25	78.3
Juli	5.7	24.68	70.6
Agustus	3.68	21.86	62
September	6.42	25.25	18
Oktober	6.3	33.22	6
November	4.52	28.56	8
Desember	4.23	20.49	75

**Data Kualitas Air Intake IPA Siwalanpanji Tahun 2021**

Bulan	Parameter		
	BOD (mg O <sub>2</sub> /l)	COD (mg O <sub>2</sub> /l)	TSS (mg/l)
Januari	4.96	20.09	51
Februari	4.65	29.9	102
Maret	7.9	36.52	45
April	6.64	32.45	60
Mei	4.79	27.94	27
Juni	6.46	35.46	23
Juli	6.41	24.55	40
Agustus	2.59	18.57	36
September	3.87	17.45	354
Oktober	4.96	19.39	13
November	4.75	20.93	74
Desember	3.85	21.94	109

Keterangan:

- Semua data berasal dari PJT1



## LAMPIRAN D

### 1. Baku Mutu Air Baku (Lampiran VI PP No. 22 Tahun 2021).



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VI  
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 22 TAHUN 2021  
TENTANG  
PENYELENGGARAAN PERLINDUNGAN DAN  
PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP

#### BAKU MUTU AIR NASIONAL

##### I. BAKU MUTU AIR SUNGAI DAN SEJENISNYA

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

7. Kebutuhan . . .

SK No 097089 A



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
7.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
9.	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	300	300	300	400	
10.	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	300	300	300	600	
11.	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	
12.	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
13.	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
14.	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
15.	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	-	
16.	Fluorida (F <sup>-</sup> )	mg/L	1	1,5	1,5	-	
17.	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	
18.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	
19.	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
20.	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
21.	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
22.	Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
23.	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10	
24.	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
25.	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3	-	-	-	
26.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	

27. Kobalt . . .

SK No 065355 A



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
27.	Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
28.	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
29.	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	
30.	Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
31.	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
32.	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
33.	Kromium heksavalen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
34.	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10	
35.	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2	-	
36.	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
37.	Aldrin/ Dieldrin	µg/L	17	-	-	-	
38.	BHC	µg/L	210	210	210	-	
39.	Chlordane	µg/L	3	-	-	-	
40.	DDT	µg/L	2	2	2	2	
41.	Endrin	µg/L	1	4	4	-	
42.	Heptachlor	µg/L	18	-	-	-	
43.	Lindane	µg/L	56	-	-	-	
44.	Methoxychlor	µg/L	35	-	-	-	
45.	Toxapan	µg/L	5	-	-	-	
46.	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000	
47.	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000	
48.	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil	
49.	Radioaktivitas						
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	

II. BAKU . . .

SK No 065357 A

2. Baku Mutu Air Produksi (Lampiran PERMENKES No. 492 Tahun 2010)



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

### PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

#### I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b.Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a.Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3)Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b.Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Keadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIC INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

## II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Alya Alifiani  
NRP : 0321184000069  
Judul : Kajian Risiko Penggunaan Afvoer Wilayat untuk PDAM  
Sidoarjo dengan Metode HIRARC

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	13-01-2022	Bimbingan terkait penjelasan metode HIRARC untuk kajian risiko penggunaan air baku.	
2.	22-01-2022	Bimbingan terkait penggunaan metode <i>fishbone analysis</i> untuk mengidentifikasi risiko.	
3.	23-01-2022	Bimbingan terkait data sekunder yang digunakan pada proposal beserta metodenya.	
4.	11-02-2022	Bimbingan mengenai data sekunder untuk IPA yang dipilih.	
5.	18-02-2022	Bimbingan mengenai hasil revisi laporan seminar proposal.	
6.	24-03-2022	Bimbingan mengenai data IPA yang digunakan untuk mengetahui hasil produksi.	
7.	18-05-2022	Bimbingan mengenai persiapan presentasi seminar kemajuan.	
8.	13-06-2022	Bimbingan mengenai BAB 4 terkait metode <i>fishbone analysis</i> dan HIRARC untuk mengetahui risiko IPA.	

Surabaya, 25 Juni 2022  
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem M.Sc



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948888, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
Pukul : 08.00-09.15 WIB  
Lokasi : TL-102  
Judul : Kajian Risiko Kekeuhan Penggunaan Afover Wilayat untuk PDAM Sidoarjo dengan Metode HIRARC

Nama : Alya Alfiani  
NRP. : 03211840000069  
Topik : Studi Literatur

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Diagram alir pengolahan (IPA) diperjelas.
2.	Kesimpulan ke 3, belum terdapat di pembahasan.
2	Saran ke 2 belum di analisis.

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

()  
()



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
Pukul : 08.00-09.15 WIB  
Lokasi : TL-102  
Judul : Kajian Risiko Kekerusuhan Penggunaan Afvoer Wilayah untuk PDAM Sidoarjo dengan Metode HIRARC

Nama : Alya Alifiani  
NRP. : 0321184000069  
Topik : Studi Literatur

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
①	Judul: Risiko Kekerusuhan Koral Pengungkapan AFVOR ? ✓
②	Sangat → Mak. away. > Kereji Melui air dalam.
③	Data → Pengukuran jua?

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

Dosen Pembimbing Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
Pukul : 08.00-09.15 WIB  
Lokasi : TL-102  
Judul : Kajian Risiko Kekeuruhan Penggunaan Afvoer Wilayut untuk PDAM Sidoarjo dengan Metode HIRARC

Nama : Alya Alifiani  
NRP. : 0321184000069  
Topik : Studi Literatur

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Judul direvisi agar sesuai dengan isinya.
2	Kalimat pada kesimpulan diperbaiki agar lebih mudah dipahami.
3	Menyapa filter yg paling berisiko? tambahkan hasil analisis HIRARC pd kesimpulan No. 2.
4	Tambahkan di latar belakang : - ideal → kelas I - fakta → Afvoer kelas III -

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928367

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022 Nilai TOEFL 427  
Pukul : 08.00-09.15 WIB  
Lokasi : TL-102  
Judul : Kajian Risiko Kekerusuhan Penggunaan Afover Wilayah untuk PDAM Sidoarjo dengan Metode HIRARC

Nama : Alya Alifiani  
NRP. : 0321184000069  
Topik : Studi Literatur

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	<p><u>Pak. Alie</u> :</p> <p>usulan yg sudah diperbaiki ( yg di kaji IPAM ). " Kajian Risiko kekerusuhan - - - - - " 2) kesimpulan perlu direvisi. 3) substansi : spt yg di diskusikan dgn penguji</p>
2	<p><u>Pak. Irawan</u> :</p> <p>gndari 1) diperbaiki judulnya 2) nilai severity. → &amp; nilai likelihood. → data rata-rata jam</p>
3.	<p><u>Bu. Arie</u> :</p> <p>1) berkaitan keseraman debit belum di tulis 2)</p>

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, M.Sc

## BIOGRAFI PENULIS



Alya Alifiani, penulis lahir di Kota Surabaya pada tanggal 13 Januari 2000. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SDI Sabilillah Sidoarjo pada tahun 2006-2012. SMP Muhammadiyah 1 Sidoarjo pada tahun 2012-2015, dan SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo pada tahun 2015-2018. Penulis menempuh pendidikan S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya angkatan 2018 dengan NRP 03211840000069.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten laboratorium mata kuliah Unit Proses Biologi pada tahun 2022. Penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan sebagai staff biro internal Kelompok Pecinta dan Pemelihara Lingkungan (KPPL) pada tahun 2019-2020, staff Media dan Informasi Tim Kawal ITS pada tahun 2019-2020, staff ahli biro internal KPPL pada tahun 2020-2021, koordinator divisi Media dan Informasi Tim Kawal ITS pada tahun 2020-2021, beberapa kepanitiaan event yang diselenggarakan di luar maupun di dalam Departemen Teknik Lingkungan, dan beberapa pelatihan yang pernah penulis ikuti. Penulis juga pernah menimba pengalaman melalui magang di PT. Pertamina (Persero) *Refinery Unit IV Cilacap* pada tahun 2021 di bagian HSE.

Apabila pembaca ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini serta memberikan kritik dan saran, penulis dapat dihubungi melalui email: [alyaalifiani1301@gmail.com](mailto:alyaalifiani1301@gmail.com).

