

**EVALUASI KUALITAS AIR BAKU DAN AIR PRODUKSI PADA IPA LELABU
PDAM TIRTA TAWAR KOTA TAKENGON**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh

SIMAHARA YANI

NIM. 160702068

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

EVALUASI KUALITAS AIR BAKU DAN AIR PRODUKSI PADA IPA LELABU PDAM TIRTA TAWAR KOTA TAKENGON

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:

SIMAHARA YANI

NIM. 160702068

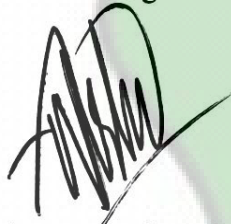
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Banda Aceh, 27 Juli 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



(Aulia Rohendi, M.Sc)
NIDN.2010048202

Pembimbing II



(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)
NIDN. 2016067801

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KUALITAS AIR BAKU DAN AIR PRODUKSI PADA IPA LELABU PDAM TIRTA TAWAR KOTA TAKENGON

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 27 Juli 2021

16 Zulhijah 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

(Aulia, Rehendi, M.Sc)

NIDN: 2010048202

Sekretaris,

(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)

NIDN: 201606781

Penguji I,

Dr. Abd. Mujahid Hamdan, M.Sc

NIDN: 2013128901

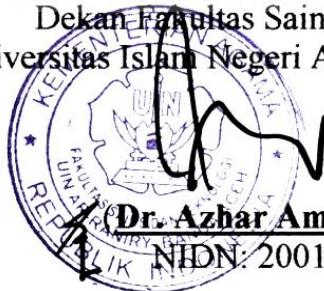
Penguji II,

Arief Rahman, M.T

NIDN: 2010038901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



(Dr. Azhar Amsal, M.Pd)

NIDN: 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Simahara Yani
NIM : 160702068
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kualitas Air Bakuan Air Produksi Pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya oranglain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukandata.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 27 Juli 2021
Yang membuat Pernyataan,



Simahara Yani
NIM. 160702068

ABSTRAK

Nama : Simahara Yani
NIM : 160702068
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Evaluasi Kualitas Air Baku dan Air Produksi Pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon
Tanggal Sidang : 27 Juli 2021
Tebal Tugas Akhir : 100
Pembimbing 1 : Aulia Rohendi, M.Sc.
Pembimbing 2 : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Kata Kunci : Air minum, air baku, kualitas air ber

IPA Lelabu PDAM Kota Takengon mengalami permasalahan ketika waktu hujan yang dikarenakan terjadinya longsor sehingga menimbulkan kekeruhan pada sumber air baku maupun air produksi. Penelitian ini bertujuan agar menyesuaikan kualitas air baku dan air produksi terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 sehingga dapat memberikan solusi dan rekomendasi terhadap IPA Lelabu. Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini ialah metode kuantitatif yaitu dengan pengambilan sampel air lapangan, pengumpulan data yang diperlukan dari pihak PDAM serta wawancara yang dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting pada sistem pengolahan air IPA Lelabu. Dari hasil pengujian secara fisik, kimia dan biologi maka didapatkan hasil dari parameter biologi melebihi baku mutu yang berlaku seperti pada air pengolahan yang mana hasil dari pengujian *Escherichia colidan Total Coliform* sebesar 3 per 100 ml, sedangkan dalam peraturan kualitas air minum parameter tersebut seharusnya 0 karena jika mikrobiologi terdapat suatu bandan air dan tertelan oleh manusia akan menimbulkan efek bagi kesehatan. Hasil dari evaluasi ada beberapa yang harus diterapkan oleh pihak PDAM Lelabu seperti pengoptimalan, penyediaan alat untuk pengujian kualitas air seperti pH dan Turbidimeter serta perlu ada pengujian kualitas air baku dan air minum minimal satu bulan sekali untuk menentukan dosis desinfektan agar proses produksi air bisa berjalan sebagaimana mestinya.

ABSTRACT

Name : Simahara yani
NIM : 160702068
Department : Environmental Engineering
Title : Evaluation of the Quality of Raw Water and Production Water at the Lelabu WTP, PDAM Tirta Tawar, Takengon City
Date of Session : 27 July 2021
Essay Thickness : 100
Advisor 1 : Aulia Rohendi, M.Sc
Advisor 2 : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Keywords : Raw water, drinking water, water quality

Water Plant of Lelabu (IPA Lelabu), part of Water Supply Company in Takengon (PDAM of Takengon City), has problems such as turbidity in raw water sources and pollutants in produced water. This study aims to adjust the quality of raw water and production water to the Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 and the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 492 of 2010 so that it can provide solutions and recommendations for the IPA Lelabu. The method to be used in this research is a quantitative method, namely field water sampling, data collection needed from the PDAM and interviews conducted to determine the existing condition of the Lelabu WTP water treatment system. From the results of physical, chemical and biological test of raw water and produced water, the results show the biological parameters exceed the applicable quality standards such as in treatment water where the results of the *Escherichia coli* and Total Coliform tests are 3 per 100 ml, while in drinking water quality regulations these parameters should be 0 to prevent the effects for human health. The results of the evaluation there are several recommendation that must be applied by PDAM Lelabu such as optimization of the production process, providing tools for testing water quality such as pH and Turbidimeter and it is necessary to test the quality of raw water and drinking water at least once a month to determine the dose of disinfectant so that the water production process can run properly.

KATA PENGANTAR

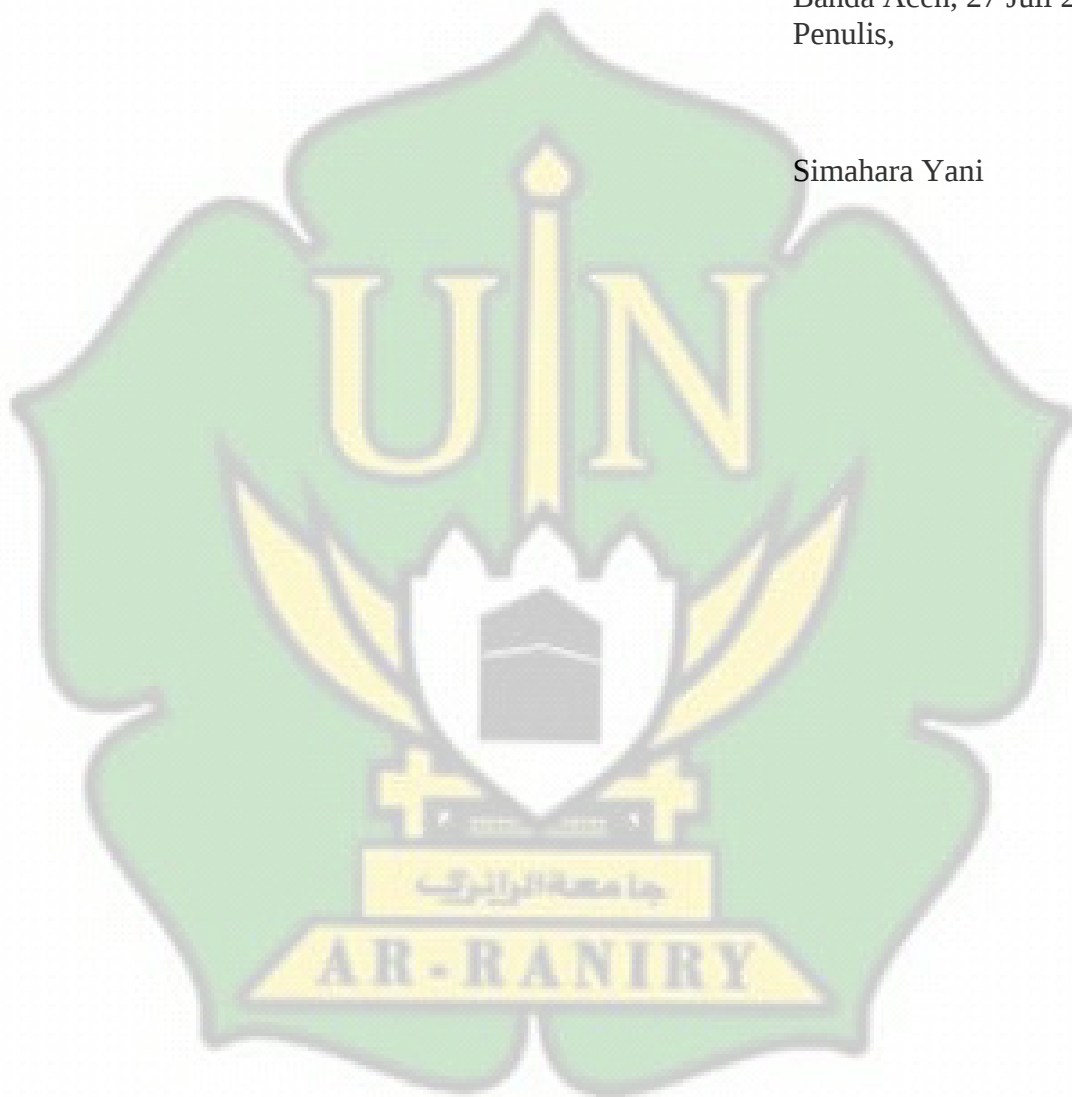
Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang, kita panjatkan puji beserta syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan dua kenikmatan yang sering terlupakan yaitu kesehatan dan kesempatan, serta memberikan taufiq dan hidayah, sehingga penulisan dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Kualitas Air Baku dan Air Produksi pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon”**. Sholawat dan salam kita curahkan kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan syafa’at dalam menyelesaikan kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi. Penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Dengan kerendahan hati Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan kepada penulis untuk mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan serta do’a dalam setiap langkah penulis.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. dan ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku pembimbing Tugas Akhir penulis.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Sekretaris Prodi dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
5. Bapak Andian Aristia Anas S.T. M, Sc selaku pembimbing Proposal Tugas Akhir Peneliti
6. Ibu Yeggi Darnas S.T.,M. T Selaku pembimbing akademik yang selalu bersedia memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.
7. Bapak Heri Kurniawan S.Si selaku ketua laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi
8. Kepada kak Nurul Huda S.pd selaku asisten laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Fakultas Sains dan Teknologi.
9. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
10. Kepada Cindy Veronika Nelson yang telah membantu dan memberi dukungan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.
11. Kepada Mela Saleha Saha dan Ainani Fitri yang telah membantu penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir Peneliti.

Demikian Tugas Akhir ini disusun, semoga amalan kebaikan yang diberikan kepada mereka mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Segala masukan dan kritikan sangat penulis harapkan demi kelengkapan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga Tugas Akhir yang dibuat penulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Banda Aceh, 27 Juli 2021
Penulis,

Simahara Yani



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sumber Air Baku.....	4
2.2. Persyaratan Kualitas Air Baku.....	4
2.3. Persyaratan Kualitas Air Minum	8
2.4. Sistem Pengolahan Air Minum.....	15
2.5. Unit Instalasi Pengolahan Air Minum	16
2.5.1. Bangunan Penangkap Air (<i>Intake</i>).....	16
2.5.2. Bak Penenang	17
2.5.3 Koagulasi	17
2.5.4 Flokulasi	19
2.5.5. Sedimentasi.....	21
2.5.6 Filtrasi.....	22
2.5.7 Desinfektan	22
2.5.8 Unit Reservoir	23
2.6 Gambaran Umum Wilayah Studi.....	23
2.6.1. Letak Kota Takengon.....	23
2.6.1. Letak Kota Takengon.....	23
2.6.2 Status Sosial Ekonomi	24
2.6.3 IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan.....	28

3.4 Tahapan Penelitian.....	28
3.4.1 Data Primer	28
3.4.2 Data Sekunder.....	29
3.5 Metode Pengambilan Sampel Air	29
3.6 Metode Pengujian Sampel Air Baku dan Air Produksi	29
3.7 Analisis Sumber Air Baku dan Air Produksi.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Kondisi Eksisting IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon	38
4.1.1 Intake (Penyadap Air Baku)	38
4.1.2 Bak Prasedimentasi.....	40
4.1.3 Unit Koagulasi	40
4.1.4 Unit Sedimentasi.....	41
4.1.5 Unit Filtrasi.....	42
4.1.6 Desinfeksi	43
4.3.7 Reservoir.....	43
4.2 Evaluasi Kualitas Air	44
4.2.1 Evaluasi kualitas air baku	44
4.2.2 Evaluasi kualitas air produksi.....	45
4.3 Rekomendasi Perbaikan IPA Lelabu Untuk Meningkatkan Kinerja PDAM Tirta Tawar	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	56

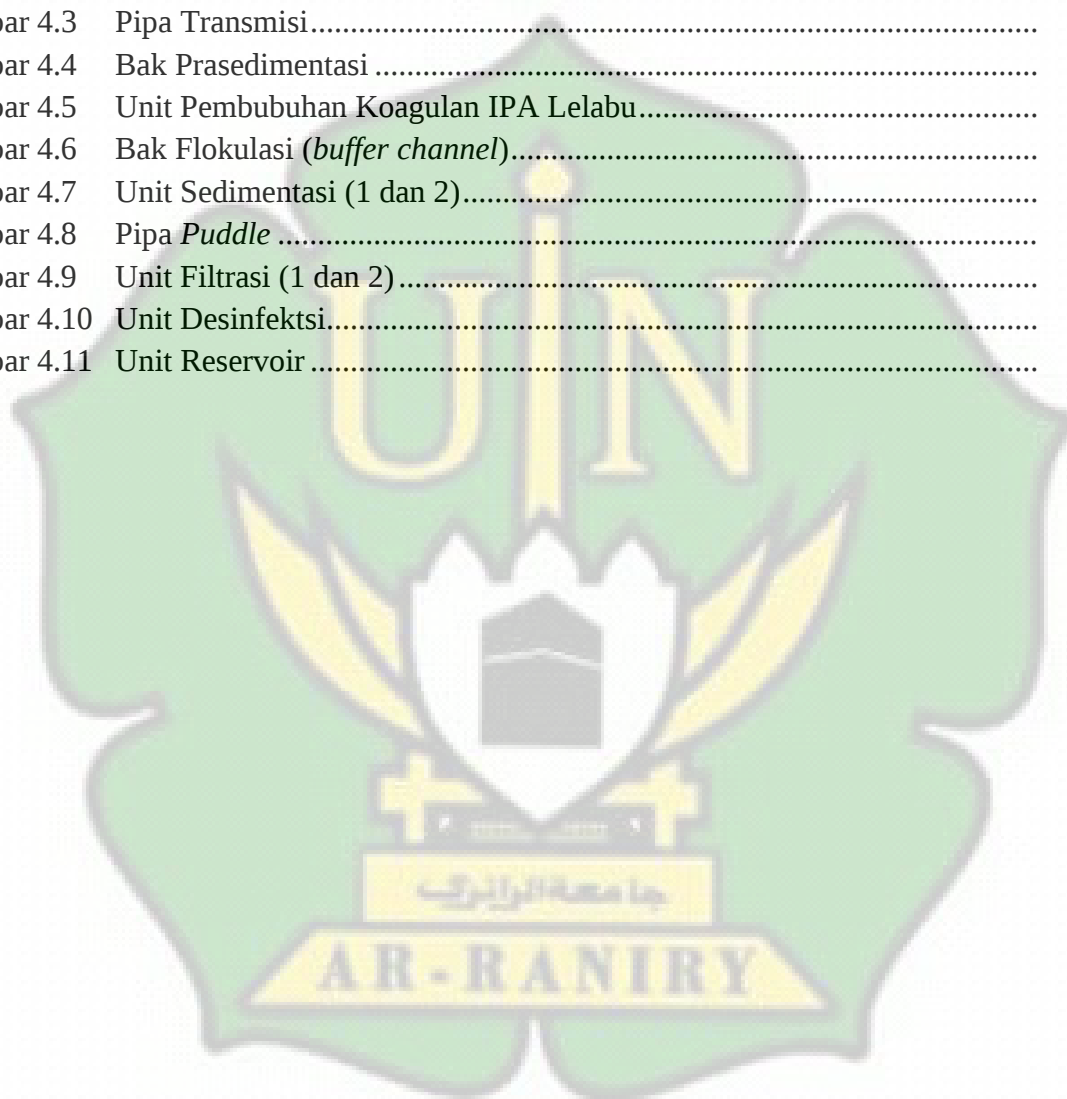
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Berdasarkan Kelas	5
Table 2.2 Standar Kualitas Air Minum	9
Tabel 2.3 Kemiringan Lahan Bentuk Luasan Wilaya Kabupaten Aceh Tengah	24
Table 4.2 Hasil Uji Kulitas Air Baku	45
Table 4.2 Hasil Uji Kualitas Air Produksi	56



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Pengolahan Air Minum	15
Gambar 2.2 Skema pengolahan IPA Lelabu	26
Gambar 3.1 Titik Lokasi Penelitian di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon	28
Gambar 4.1 Sistem Pengolahan Air di IPA Lelabu (Eksisting).....	38
Gambar 4.2 <i>Intake</i> IPA Lelabu	39
Gambar 4.3 Pipa Transmisi.....	39
Gambar 4.4 Bak Prasedimentasi	40
Gambar 4.5 Unit Pembubuhan Koagulan IPA Lelabu.....	41
Gambar 4.6 Bak Flokulasi (<i>buffer channel</i>).....	41
Gambar 4.7 Unit Sedimentasi (1 dan 2).....	42
Gambar 4.8 Pipa <i>Puddle</i>	42
Gambar 4.9 Unit Filtrasi (1 dan 2).....	42
Gambar 4.10 Unit Desinfeksi.....	43
Gambar 4.11 Unit Reservoir	44



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/lambang	Kepanjangan/Makna	Halaman pertama kali digunakan
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	1
IPA	Instalasi Pengolahan Air	1
SPAM	Sistem Penyediaan Air Minum	1
SNI	Standar Nasional Indonesia	2
Cu	Tembaga	4
Fe	Besi	4
Zn	Seng	4
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	4
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>	4
WHO	<i>World Health Organization</i>	9
MENKES	Menteri Kesehatan	9
MDPL	Meter di Atas Permukaan Laut	24
WTP	<i>Water Treatment Plant</i>	26
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah	27
BGLB	<i>Brilliant Green Lactose Broth</i>	39
MPN	<i>Most Probable Number</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	56
Lampiran 2 Diagram Alir Penelitian	57
Lampiran 3 Peraturan Pemerintah Republik Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyeleggaran Perrlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	58
Lampiran 4 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MEN- KES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum	63
Lampiran 5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian	69
Lampiran 6 Pedoman Wawancara	70
Lampiran 7 Surat Izin Observasi Awal.....	71
Lampiran 8 Surat Izin Penelitian	72
Lampiran 9 Surat Penetapan Pembimbing.....	73
Lampiran 10 Surat Telah Selesai Melakukan Penelitian Air Baku di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (UPTD) Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan	74
Lampiran 11 Surat Telah Selesai Melakukan Penelitian Air produksi di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (UPTD) Balai Pengujian Penelitian Dan Pengembangan Lingkungan	75
Lampiran 12 Surat Telah Selesai Melakukan Pengujian Parameter Besi (Fe) di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi	76
Lampiran 13 Surat Telah Selesai Melakukan Pengujian Parameter Besi (Cu) di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi	77
Lampiran 14 Surat Telah Selesai Melakukan Pengujian Parameter Besi (Zn) di Laboratorium Fakultas Sains Dan Teknologi.....	78
Lampiran 15 Surat Telah Melakukan Pengujian Parameter Biologi Pada Air Baku di Laboratorium Teknik Kimia.....	79
Lampiran 16 Surat Telah Melakukan Pengujian Parameter Biologi Pada Air Produksi di Laboratorium Teknik Kimia	80
Lampiran 17 Foto-Foto Penelitian	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air merupakan banyaknya jumlah penggunaan air dalam kegiatan sehari-hari yaitu seperti rumah tangga, industri, perkantoran dan kota. Kebutuhan air ini dibagi kepada dua yaitu kebutuhan domestik dan non- domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga yaitu seperti minum, masak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya. Sedangkan kebutuhan air non-domestik yaitu seperti kantor, tempat ibadah serta niaga. Maka dari itu, perlu adanya upaya dalam penyediaan air bersih yang cukup dan memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari (Damayanti dkk, 2018).

Menurut Rahel dkk (2018), terkait air bersih yang ada di muka bumi ini pada dasarnya 97,5% air berasal dari air laut dan air payau dimana air tersebut tidak dapat dimanfaatkan sebagai air konsumsi. Sedangkan 2.5% sisanya merupakan air yang berasal dari air tawar namun dari air tawar tersebut hanya 0.003% yang dimanfaatkan sebagai air minum. Karena kondisi inilah mengapa disebut bahwa dunia saat ini mengalami krisis air bersih, termasuk Indonesia. Bahkan kondisi defisit air bersih sudah dilaporkan di Jawa dan Bali sejak tahun 1995. Penyediaan air bersih di Indonesia dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bekerja di setiap kota/kabupaten untuk bertujuan agar dapat memberikan pelayanan kepada masyarakat, sehingga dapat meningkatkan perekonomian dan kesehatan masyarakat (Sujastiawan, 2020).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, sumber-sumber air baku yang dimanfaatkan dalam pengolahan air bersih adalah air hujan, air permukaan, air tanah dan mata air. Sumber air inilah yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan standar kualitas air baku yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

PDAM di seluruh Indonesia belum semuanya berjalan dengan optimal, salah satu yang mengalami permasalahan adalah PDAM Tirta Tawar Kota Takengon, Kab. Aceh Tengah. Di PDAM tersebut, yaitu pada IPA Lelabu, mengalami permasalahan seperti peningkatan kekeruhan akibat adanya erosi. Hal ini dikarenakan sumber air bakudan lokasi *intake* PDAM berada di tengah pegunungan dan perkebunan masyarakat. Permasalahan lainnya adalah ketika hujan ketika hujan sering terjadi longsor yang mengakibatkan terjadinya peningkatan

kekeruhan pada sumber air baku maupun air produksi yang disebabkan adanya polutan-polutan pencemar seperti tanah, pasir, ranting hingga dedaunan, yang berasal dari perkebunan masyarakat sekitar sehingga tidak menutup kemungkinan air baku dapat tercemar. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya keluhan dari masyarakat terhadap air keruh ketika saat waktu hujan, bahkan menurut masyarakat air tersebut tidak layak pakai (Media Gayo, 2020).

Saat ini PDAM belum pernah melakukan pengujian kualitas air baku dan air produksi dan pihak PDAM belum pernah melakukan pengoptimalan pada setiap unit pengolahan dari awal PDAM dibangun yaitu dari tahun 1978 (PDAM Tirta Tawar, 2021). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Pengembangan SPAM, air minum yang dihasilkan dari SPAM yang digunakan oleh masyarakat pengguna/pelanggan harus memenuhi syarat kualitas air minum (dalam hal ini baku mutu ditetapkan oleh Menteri Kesehatan). SNI 6775: 2008 Tentang Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air mengatur pemeriksaan kualitas air secara lengkap dilakukan minimal satukali dalam satu bulan, sedangkan untuk kondisi hujan yang sering terjadi maka dilakukan lebih dari satu kali dalam satu bulan. Hal ini menjadi acuan bagi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul **“EVALUASI KUALITAS AIR BAKU DAN AIR PRODUKSI PADA IPA LELABU PDAM TIRTA TAWAR KOTA TAKENGON”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kesesuaian kualitas air baku pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar dengan baku mutu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup?
2. Bagaimana kesesuaian kualitas air hasil produksi pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar dengan baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum?
3. Bagaimana rekomendasi untuk meningkatkan kinerja IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membandingkan dan menyesuaikan kualitas air baku pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan.

2. Untuk membandingkan dan menyesuaikan kualitas air hasil produksi pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar dengan baku mutu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
3. Untuk memberikan rekomendasi agar dapat meningkatkan kinerja IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang bagaimana kualitas air baku dan air produksi pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.
2. Memberikan solusi untuk meningkatkan produktivitas IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon dari segi kualitas air yang diproduksi.
3. Memberikan informasi baru serta memberikan masukan terhadap pemeliharaan agar dapat mengembangkan IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air pada sumber air dan air produksi hanya dilakukan pada hari hujan di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.
2. Hanya menguji parameter *Total Dissolved Solid* (TDS), pH, suhu, kekeruhan, rasa, bau, warna, klorida, kesadahan, besi (Fe), Seng (Zn), sulfat, tembaga (Cu), *Escherichia Coli* dan *Total Coliform*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Air Baku

Menurut Fachruddin dkk (2014), air merupakan suatu kebutuhan yang paling mendasar bagi makhluk hidup, terutama bagi kehidupan manusia. Air biasanya dikonsumsi oleh manusia agar dapat berlangsungnya suatu kehidupan. Bukan hanya sekedar itu, air juga dimanfaatkan di berbagai sektor yaitu sektor perikanan, pertanian dan industri. Namun, untuk kualitas air juga perlu diperhatikan yang mana dilihat dari segi kualitas dan kuantitas dalam suatu badan air terutama air yang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Standar kualitas air adalah air yang memiliki syarat kesehatan bebas dari pencemaran (Boekoesoe dan Ramadhan, 2018). Menurut Wirawan dkk (2020), terdapat 4 (empat) sumber air beserta pengelompokannya yaitu:

1. Air hujan

Air hujan merupakan air yang berasal dari angkasa yang mana besar kecil air tergantung curah hujan yang jatuh pada suatu wilayah tersebut.

2. Air permukaan

Air permukaan merupakan air yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan karena biasanya air yang berasal dari permukaan telah terkontaminasi zat berbahaya dari adanya aktivitas manusia.

3. Air tanah

Air tanah adalah air yang berasal dari bawah tanah yang mana air tersebut lebih sedikit polutan yang ada. Namun, tidak menutup kemungkinan air tersebut telah tercemar oleh beberapa zat-zat berbahaya seperti Fe dan Mn maupun zat-zat berbahaya lainnya.

4. Sumber mata air

Mata air yaitu jika dilihat dari kuantitas sangat baik namun mata air juga tidak dapat menutup kemungkinan tercemar akibat adanya aktivitas penduduk disekitar mata air serta masalah dari iklim pada suatu daerah tersebut.

2.2 Persyaratan Kualitas Air Baku

Syarat-syarat kualitas air sungai dan danau diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pada Lampiran VII peraturan tersebut, kualitas air sungai dan danau dibagi kepada empat kelas. Kelas yang pertama diperuntukkan sebagai air baku air minum;

kelas kedua untuk sarana dan prasarana, pembudidayaan ikan, peternakan serta untuk tanaman; kelas tiga untuk peternakan, pembudidayaan ikan serta untuk mengairi tanaman; dan kelas keempat yaitu yang dapat dimanfaatkan untuk mengairi tanaman serta untuk lainnya. Didalam peraturan tersebut memiliki beberapa parameter yang perlu di perhatikan yaitu seperti fisik, kimia dan biologi, agar air dapat dimanfaatkan sebagai air baku maupun untuk lainnya yaitu seperti pada Tabel 2.1. Untuk air baku air minum maka harus digunakan standar kelas pertama

Tabel 2.1. Standar Kualitas Air Sungai Berdasarkan Kelas

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan
Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1,000	1,000	1,000	2,000	Tidak berlaku untuk muara
Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional residu tersuspensi £5000 mg/L
Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)

Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	5-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	0	Batas minimum
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	300	300	400	
Klorida (Cl ⁻)	Mg/L	300	300	300	600	
Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	
Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
Amoniak(sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
Total Fosfat(sebagai P)	mg/L	0,02	0,2	1,0	-	
Fluorida (F ⁻)	mg/L	1	1,5	1,5		
Belerangsebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	
Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	

Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
Barium (Ba)terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
Boron (B)terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb £ 1 mg/L
Merkuri (Hg)terlarut	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,005	
Arsen (As)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	
Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,03	-	-	-	
Kadmium (Cd)terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Kobalt (Co)terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Mangan (Mn)terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
Nikel (Ni)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	
Seng (Zn)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
Tembaga (Cu)terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
Timbal (Pb)terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
Kromiumheksavalen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Minyak danlemak	mg/L	1	1	1	10	
Deterjen total	mg/L	0.2	0.2	0.2	-	
Fenol	vc/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
BHC	vc/L	7	-	-	-	

Aldrin/Dieldrin	vc/L	17	-	-	-	
Chlordane	vc/L	3	-	-	-	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Endrin	ug/L	1	4	4	-	
Heptachlor	ug/L	18	-	-	-	
Lindane	ug/L	56	-	-	-	
Mithoxycloer	ug/L	35	-	-	-	
Toxapan	ug/L	5	-	-	-	
Fecal Coliform	MPN/ 100 mL	100	1,000	2,000	2,000	
Total Coliform	MPN/ 100 mL	1,000	5,000	10,000	10,000	
Toxaphaan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	
Sampah			nihil	nihil	nihil	
RADIOAKTIVITAS						
Gross-A	Bq,IL	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross-B	Bq,IL	1	1	1	1	

(Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup)

2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum yaitu persyaratan kualitas yang menggambarkan baku mutu dari air tersebut. Layaknya air minum dimanfaatkan untuk kehidupan sehari ditentukan berdasarkan persyaratan kualitas air secara fisik, kimia dan biologis (Qudus, 2014). Persyaratan kualitas minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (lihat Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Standar Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan lingkungan		
	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. Flourida	mg/l	1,5
	3. Total Kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	6. Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		

	1. Bau		Tidak ada
	2. Warna	TCU	15
	3. Total Zat Padat Terlarut (TSDS)	Mg/l	500
	4. Kekeruhan	NTU	5
	5. Rasa		Tidak ada
	6. Suhu	°C	Suhu udara $\pm$ 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1. Aluminium	mg/l	0,2
	2. Besi	mg/l	0,3
	3. Kesadahan	mg/l	500
	4. Kholida	mg/l	250
	5. Mangan	mg/l	0,4
	6. pH		6,5-8,5
	7. Seng	mg/l	3
	8. Sulfat	mg/l	250
	9. Tembaga	mg/l	2
	10. Amonia	mg/l	1,5
PARAMETER TAMBAHAN			
1	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik	mg/l	
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02

	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdeun	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	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chloromethane		
	Carbon Tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlororinade Ethnes		
	1-2 Dichloromethane	mg/l	0,05
	Trichloroethane	mg/l	0,02
	Tetrachloroethane	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 (1,2-Dcb)	mg/l	0,3
	Lin-Lain		
	Di [2-Ethylhexyl)Phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamate	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006
	Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic Acid (NTA)	mg/l	0,2
C.	Pestisida	mg/l	0,02
	Alachor	mg/l	0,01
	Aldicarb	mg/l	0,00003
	Aldin Dan Dieldrin	mg/l	0,002
	Atrazine	mg/l	0,007
	Carbofuran	mg/l	0,0002
	Chloridane	mg/l	0,03
	Chlorotoluron	mg/l	0,001
	Ddt	mg/l	0,001

	1,2- Dibromo-3-Cholopropne (DBCP)	mg/l	0,03
	2,4 Dichlophenoxyacetic Acid (2,4-D)	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	Mcpa	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metholachlor	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
	Chlophenoxy Herbicides Selain 2,4D dan MCPA		
	2,4-Db	mg/l	0.090
	Dichloprop	mg/l	0,10
	Mecoprop	mg/l	0,009
	2,4,5- Tricholophenoxyacetic Acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5

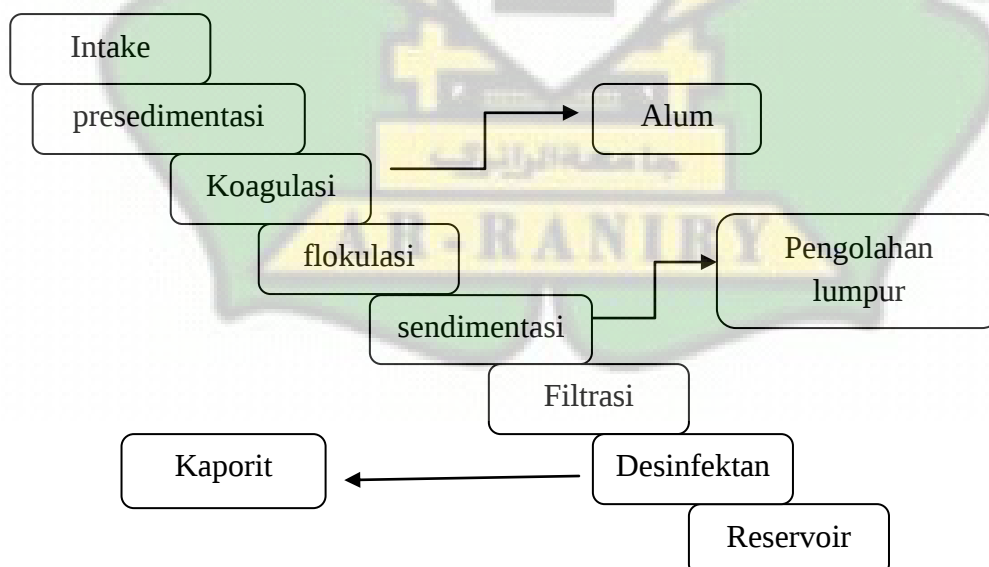
	Hasil Sampangan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlophenols		
	2,4,6 – Trichplophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3
	Chlorimated Acetic Acids		
	Dichloroacetic Acid	mg/l	0,05
	Chloral Hydate	mg/l	0,02
	Halogenated Acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrilies	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen Chloride (Sebagai CN)	mg/l	0,07
RADIOAKTIFITAS			
	Gross Alpha Activity	Bq/l	0,1
	Gross Beta Activity	Bq/l	1

Sumber: Permenkes Nomor 492 Tahun 2010

2.4 Sistem Pengolahan Air Minum

Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan sistem pengolahan air untuk mengolah sumber air baku menjadi air yang dapat digunakan untuk minum. Dalam pengolahan air minum ada beberapa proses yang dilakukan yaitu seperti proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi serta dilengkapi beberapa instrumen untuk mengontrol air dan mengukur air yang dibutuhkan. Tingkat pengolahan yang dilakukan berbeda-beda tergantung dari karakteristik sumber air baku yang dimanfaatkan. Pengolahan sumber air baku yang berasal dari air permukaan memerlukan unit filtrasi sedangkan air tanah memiliki kecenderungan kontaminasi tersuspensi lebih sedikit. Akan tetapi, didalam air tanah memiliki gas terlarut yang harus dihilangkan demikian juga dengan kesadahan (Laseldawati, 2019). IPA adalah bagian dari Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang juga terdiri dari unit pelayanan dan jaringan distribusi air minum.

Menurut Faradilah (2015), Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Indonesia masih memiliki permasalahan yang kompleks dan belum bisa diatasi sepenuhnya seperti rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat sehingga sering ditemui air yang dimanfaatkan belum memenuhi syarat sebagai air minum bahkan air tersebut tidak layak diminum. Hasil pengolahan dari Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) akan memuaskan apabila proses dan mekanisme yang dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang berlaku serta unit-unit yang didesain memenuhi syarat dari kriteria SNI 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air (Awan dkk., 2015).



Gambar 2.1. Skema Instalasi Pengolahan Air Minum (Saputri, 2011)

2.5 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

2.5.1 Bangunan Penangkap Air (Intake)

Intake adalah bangunan yang berfungsi sebagai pengumpul atau penampung awal air yang berasal dari sumber air baku (Mukarromah dan Sunrno, 2018). Menurut Saputri (2011), unit *intake* berfungsi sebagai berikut:

1. Mengumpulkan air dari sumber agar dapat menjaga kuantitas debit yang dibutuhkan dalam pengolahan.
2. Dapat menyaring polutan-polutan kasar dengan menggunakan *bar screen*.
3. Mengumpulkan air baku sesuai debit yang di olah di intaslasi pengolahan air agar dapat menjaga kontinuitas penyediaan air yang berasal dari sumbernya.
4. Bangunan air memiliki pintu air, *screen* dan saluran pembawa.

Menurut Saputri (2011), beberapa rumus yang digunakan dalam mendesain *intake* yaitu sebagai berikut:

- a. Menghitung kecepatan aliran pada saringan kasar

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

V = Kecepatan (m/s)

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas bukaan (m²)

- b. Kecepatan aliran pada saringan halus

$$V = \frac{Q}{A \times \text{eff}} \quad (2.2)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/s)

Q = Debit (m³/s)

A = Luas saringan (m²)

eff = efisiensi (0,5-0,6)

- c. Kriteria desain

Kecepatan aliran pada saringan kasar = < 0,08 m/s

Kecepatan aliran pada pintu *intake* = < 0,08 m/s

Kecepatan aliran pada saringan = < 0,2 m/s

Lebar bukaan saringan = 5-8 cm

Lebar bukaan saringan = ± 5 cm

2.5.2 Bak Penenang

Bak penenang merupakan bak yang dimanfaatkan untuk menstabilkan tinggi muka air baku yang dialirkan menggunakan sistem perpipaan dari *intake*. Dalam unit penenang juga mengatur serta menampung air baku, sehingga air akan diproses pada IPA serta mudah dijalankan dan hasil yang didapatkan akurat (Kembara, 2018). Kriteria desain penenang yang seharusnya adalah sebagai berikut:

- a. Bak penenang yang didesain bisa berbentuk bulat maupun persegi panjang.
- b. *Overflow* merupakan pipa atau bisa disebut dengan pelimpah yang digunakan untuk mengatasi terjadinya tingkat muka air yang melebihi kapasitas bak.
- c. *Freeboard* merupakan bak penenang yang berukuran 60 cm.
- d. Waktu air di dalam bak penenang lebih dari 1,5 menit.

2.5.3 Koagulasi

Menurut Novitasi dkk (2012), koagulasi merupakan salah satu proses untuk destabilisasi muatan pada koloid serta dapat pula mendestabilisasikan partikel-partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus. Dalam proses ini pengadukan cepat (*flash mixing*) yang merupakan bagian terpenting dalam proses ini. Menurut Lestari (2019), destabilisasi partikel dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara yaitu sebagai berikut:

1. Memanfaatkan lapisan ganda elektrik
2. Adsorpsi dan menetralkan muatan
3. Penyaringan partikel koloid
4. Mengadsorpsi dan mengikat antara partikel

Partikel-partikel yang ada dalam proses koagulasi dapat mengurangi kekeruhan yang diakibatkan karena adanya partikel koloid anorganik maupun organik dalam air, sehingga dapat merubah warna air yang diakibatkan karena adanya partikel tersebut, serta dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri-bakteri patogen dalam air dan dapat pula mengurangi rasa dan bau yang disebabkan adanya partikel-partikel koloid. Maka dari itu pemilihan koagulan merupakan hal yang terpenting dalam menetapkan kriteria desain dalam suatu sistem pengadukan, serta sistem flokulasi dan klasifikasi yang efektif (Saputri, 2011). Menurut Mamoto (2011) penggunaan koagulan sebagai bahan kimia yang dicampurkan ke dalam air tentu saja akan mempengaruhi sifat atau kriteria tertentu, yaitu:

- a. Kation trivalen ($^{+3}$), yang mana koloid yang bermuatan negatif sehingga membutuhkan satu kation untuk menetalkan muatan. Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif.

- b. Non toksik
- c. Tidak dapat terlarut pada batasan pH netral.

Menurut Ramadhan (2019), koagulan yang dicampurkan harus berpresipitasi di luar larutan sehingga tidak meninggalkan ion dalam air, presipitasi ini sangat membantu dalam proses penyisihan koloid. Untuk koagulan yang digunakan paling umum dalam proses ini berupa koagulan seperti logam berat, aluminium sulfat, ferry klorida dan ferry sulfat polimer sintetik. Dalam proses koagulasi untuk mengetahui dosis koagulasi yang akan digunakan maka perlu melakukan pengujian menggunakan *Jar Test*. Menurut SNI 6774:2008 kriteria penggunaan koagulan terbagi menjadi tiga yaitu sebagai berikut:

1. Jenis –jenis koagulan yang digunakan
 - a. Aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14(H_2O)$) Diturunkan Dalam Bentuk Cair Dengan Konsentrasi Sebesar (5-20) %
 - b. PAC, poly aluminium choloride ($Al_{10}(OH)_{15}Cl_{15}$) kualitas dari PAC ditentukan dari kadar aluminium oxide Al_2O_3 konsentrasi penggunaan sebesar (10-11)%.
2. Dosis pembubuhan koagulan ditentukan berdasarkan hasil uji *jar test* terhadap air baku
3. Pembubuhan koagulan dapat dilakukan secara gravitasi atau pemompaan.

Menurut Saputri (2011), persamaan yang digunakan dalam suatu proses koagulan adalah sebagai berikut:

- a. Persamaan waktu detensi dan gradien kecepatan dalam proses koagulan hidrolis yaitu sebagai berikut:

$$t_d = V / Q \quad (2.3)$$

$$G = \sqrt{\frac{gh_L}{vt_d}} \quad (2.4)$$

Dimana:

- G = Gradien kecepatan (dtk^{-1})
- V = Volume bak (m^3)
- g = Percepatan gravitasi (m/dtk^2)
- h_L = Headloss yang disebabkan oleh friksi, turbulensi (m)
- v = Viskositas kinematika ($m^2/detik$)
- t_d = Waktu detensi (dtk)

b. Kriteria desain unit-unit koagulasi (Saputri, 2011)

Gradien Kecepatan, G = 100-1000 (detik^{-1})

Waktu Detensi, t_d = 10 detik -5 menit

$G \times t_d$ = 30,000 - 60,000

2.5.4 Flokulasi

Menurut Agustina (2007), flokulasi merupakan suatu proses pengadukan secara lambat yang mana mengikuti pengadukan cepat. Tujuan dalam proses ini adalah mempercepat flokulasi partikel, flokulasi dicapai dengan menggunakan pengadukan yang tepat sehingga memperbesar gumpalan hasil dari koagulasi. Pengadukan harus diatur sesuai dengan kecepatan dan semakin ke hilir maka semakin lambat serta dalam proses ini waktu yang baik ialah 20 menit hingga 40 menit. Berdasarkan SNI 6774:2008 Tahun 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Paket Instalasi Pengolahan Air terbagi 2 (dua). Sistem pengadukan terbagi 2 (dua) yaitu:

1. Pengadukan mekanis
2. Pengadukan menggunakan *baffle chennel basins*

Umumnya proses pengolahan air minum menggunakan horizontal *baffle chennel (around-the-end baffles channel)*. Pemilihan alat ini dikarenakan mudahnya pemeliharaan peralatan, ketersediaan *headloss*, dan fluktuasi debit yang kecil. Untuk kriteria flokulasi menggunakan *horizontal baffled channel* dalam desain yang menggunakan *horizontal baffled channel* memiliki perhitungan G yang diperlukan dalam proses flokulasi yang pada dasarnya sama dengan koagulasi, yang mana perbedaan paling mendasar dapat dilihat dari intensitas pengadukan dari kedua unit tersebut (Bhaskoro dan Ramadhan 2018).

Menurut Bhaskoro dan Ramadhan (2018), perhitungan turbulensi aliran disebabkan adanya kehilangan tekanan dalam bak *horizontal baffled channel* yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan Gradien Kecepatan

Perhitungan ini digunakan dalam menghitung gradien kecepatan sama dengan perhitungan yang telah diberikan pada unit koagulasi.

$$G = \sqrt{\frac{gh_t}{vtd}} \quad (2.6)$$

Dimana:

G = Gradien kecepatan (dtk^{-1})

g = Percepatan gravitasi (m/dtk^2)

h_L = Headloss yang disebabkan oleh friksi, turbulensi (m)

ν = Viskositas kinematika ($m^2/detik$)

td = Waktu detensi (dtk)

2. Perhitungan Kehilangan Total

Kehilangan tekanan total disepanjang saluran *horizontal baffled channel* didapatkan dengan jumlah kehilangan tekanan pada sat saluran lurus dan belokan.

$$H_{TOT} = H_L + H_b \quad (2.7)$$

Dimana :

H_b : merupakan kehilangan pada belokan yang disebabkan oleh belokan sebesar 180° untuk persamaan yang digunakan yaitu:

$$H_B = K \frac{V_b^2}{2g} \quad (2.8)$$

Dimana:

H_b = kehilangan tekanan pada belokan (m)

K = koefisien gesek, yang diperoleh secara empiris

V_b = kecepatan aliran pada belokan (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s)

H_L : merupakan kehilangan yang disebabkan Oleh adanya tekanan dalam aliran lurus, kehilangan ini terjadi di dalam saluran terbuka sehingga untuk menghitung didasari oleh persamaan:

$$V_L = \frac{1}{n} \cdot R^{1/2} \cdot S^{1/2} \quad (2.9)$$

$$H_L = \left(\frac{n \cdot V_L \cdot L^{1/2}}{R^{2/3}} \right)^2 \quad (2.10)$$

Dimana:

H_L = kehilangan air pada sat lurus (m)

n = koefisien manning

V_L = kecepatan aliran pada saluran (m/s)

P = panjangnya suatu saluran (m)

- R = jari –jari (m)
 A = Luas basah (m²)
 P = Keliling basah (m)

2.5.5. Sedimentasi

Menurut Reynolds (1982), sedimentasi adalah suatu proses pemisahan padatan dengan cairan dengan menggunakan sistem gravitasi, sehingga dapat memisahkan antara tersuspensi yang terdapat dalam cairan. Bak sedimentasi didesain sedemikian rupa agar dapat menghasilkan aliran *up- low* yang mana aliran ini dapat mengalirkan air dari arah bawah ke atas atau berlawanan arah, yaitu dari atas ke bawah. Menurut Ratnayaka (2009), bak aliran horizontal, alirannya harus terjadi ketika kondisi laminar dimana bilangan Reynolds lebih kecil dari 2000. Selain itu aliran pendek dan ketidakstabilan aliran harus sesuai dengan bilangan Froude yaitu lebih besar dari 10⁻⁵. Menurut Reynolds (1982), bilangan Reynolds dapat dihitung dengan persamaan:

$$Re = \frac{V.R}{\mu} \quad (2.11)$$

Dimana:

Re = bilangan reynolds

V = kecepatan aliran (m³/detik)

μ : visikositas kinematik (m²/detik)

Menurut Hermanto (2014), untuk menghitung bilangan *Froude* yaitu:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g.R_h}} \quad (2.12)$$

Dimana:

Fr =bilangan *Froude*

V = kecepatan aliran (m/dtk)

R_h = radius hidrolis

G = Gravitasi (9,81 m/detik²)

Menurut Hermanto (2014), pengolahan air pada tahap unit sedimentasi terbagi menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

1. Pengendapan *Free Settling*

Pengendapan ini merupakan pengendapan yang berbentuk partikel diskrit yang berupa flok pada suatu suspensi. Partikel tersebut akan terendap sebagai unit pemisah sehingga tidak

terlihat flokulasi atau interaksi antara partikel tersebut. Contoh pengendapan ini adalah prasedimentasi dan pengendapan pasir pada *grit chamber*.

2. Pengendapan Secara *Floculent Settling*

Floculent settling pengendapan partikel–partikel berupa flok pada suatu suspensi dan partikel tersebut akan berbentuk flok selama pengendapan sehingga ukuran semakin lama semakin membesar dan mengendap dengan laju yang lebih cepat. Contoh pengendapan tipe ini adalah pengendapan primer pada air buangan dan pengendapan air yang telah melewati proses koagulasi dan flokulasi.

3. Pengendapan Secara *Zone/Hindered Settling*

Zone/hindered settling merupakan pengendapan partikel dengan konsentrasi sedang, di mana partikel tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel dapat mencegah adanya pengendapan dari partikel–partikel lainnya dan partikel tersebut dapat berada dalam posisi yang sama atau tetap satu sama lain dan mengendap secara perlahan.

4. Pengendapan Secara *Compresssion Settling*

Compresssion settling merupakan pengendapan partikel yang memiliki konsentrasi tinggi di mana partikel dapat bersentuhan dengan partikel lainnya, pengendapan ini dapat terjadi jika melakukan kompresi terhadap massa tersebut. Bak sedimentasi dalam proses pengendapan ini terbagi menjadi 4 zona yaitu *inlet*, *outlet*, lumpur dan pengendapan serta ada 3 bentuk bak pengendapan yaitu *rectangular*, *circular* dan *square*.

2.5.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan dan larutan di mana proses tersebut menggunakan media yang berpori untuk memisahkan partikel –partikel tersuspensi yang sangat halus. Pada proses ini digunakan pada pengolahan air minum agar dapat menyaring air yang telah dikoagulasikan dan diendapan agar menghasilkan air minum yang berkualitas. Proses filtrasi dapat dilakukan dengan beberapa jenis penyaringan, yaitu saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, serta dapat juga dilakukan dengan teknologi membran (Suliantodkk., 2018).

2.5.7 Desinfektan

Menurut Herawati dan Yuntarso (2017), desinfektan merupakan bahan selektif yang digunakan untuk menghalang penyakit yang disebabkan oleh organisme yang berasal dari bakteri, virus dan amoeba. Dalam proses ini organisme yang ada dalam air belum seluruhnya mati berbeda dengan proses sterilisasi yang mana dapat membunuh seluruh organisme yang

ada. Sedang menurut Agustina (2007), proses desinfektan berfungsi untuk menonaktifkan dan menghilangkan bakteri patogen agar kualitas air bersih memenuhi baku mutu air minum yang mana dalam proses ini menggunakan zat kimia seperti klorin atau lebih dikenal dengan klorinasi. Keefektifan desinfeksi yang digunakan tergantung dari tipe desinfektan yang digunakan, yaitu tipe mikroorganisme, berdasarkan dari waktu kontak air dan desinfektan, suhu dalam air, serta karakteristik kimia yang ada dalam air. Dalam SNI 6774:2008 dalam pengolahan air memiliki beberapa jenis desinfektan yang digunakan yaitu:

- a. Gas klor (Cl_2) yang memiliki kandungan aktif minimal 99%
- b. Kaporit atau kalsium hipklorit ($CaOCl_2$) $\times H_2O$ kandungan klor aktif (60-70)%
- c. Sesium hipoklorit ($NaOCl$) memiliki kandungan klorin aktif 15%

Penggunaan dosis klor ditentukan berdasarkan DPC yaitu jumlah klor yang dikonsumsi air yang besarnya tergantung dari kualitas air yang diproduksi serta ditentukan berdasarkan sisa klor di instalasi (0,25-0,35 mg/L).

2.5.8 Unit Reservoir

Menurut Agustina (2007) unit reservoir adalah tangki yang dapat menyimpan air setelah melalui proses-proses sebelumnya yaitu proses pada instalasi. Air yang telah diolah barulah dapat didistribusikan. Reservoir inilah yang dijadikan sebagai tempat penampungan sebelum didistribusikan. Reservoir juga memiliki 2 jenis yaitu *ground storage* reservoir dan *elevated storage* reservoir. *Ground storage* reservoir dalam pengoperasiannya sistem ini membutuhkan pompa dan biasanya penampungan cukup besar berbeda dengan *elevated storage* pengoperasian secara gravitasi, namun kapasitas penampung relatif kecil berbeda.

2.6 Gambaran Umum Wilayah Studi

2.6.1. Letak Kota Takengon

Kabupaten Aceh Tengah merupakan salah satu daerah yang berada di pertengahan Provinsi Aceh Indonesia. Daerah ini memiliki hawa yang sejuk, dan beriklim tropis dimana musim kemarau terjadi pada bulan Januari sampai Juli sedangkan musim hujan terjadi bulan Agustus sampai bulan Desember. Rata-rata curah hujan yang terjadi berkisar antara 1.082 sampai dengan 2.409 Milimeter per tahun dan jumlah hari hujan berkisar antara 113 sampai 160 hari per tahun. Tingkat curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November yang mencapai 316,5 mm, terendah pada bulan Juli mencapai 6,2 mm (BMKG, 2020). Takengon memiliki Topografi dengan rata-rata 1000 mdpl dan memiliki klasifikasi kelerengannya sebesar 40% yang dibedakan menjadi datar, landai, berombak, bergelombang, berbukit, bergunung

dengan ketinggian 100 - 2000 >mdpl dimana kondisi ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.3 Kemiringan Lahan, Bentuk dan Luas Wilayah Kabupaten
Aceh Tengah

No	Kemereng Lereng (%)	Bentuk wilayah	luas wilayah	(%)
1	0-3	Datar	4.780.91	1.07
2	2-8	Landai	7.100.07	1.59
3	8-15	Berombak	32.115.33	7.21
4	15-25	Bergelombang	101.180.05	22.72
5	24-40	Berbukit	184.932.46	41.52
6	>40	Bergunung	115.295.30	25.89
Jumlah			445.404.13	100.0

Sumber Rencana Terpadu Infrastruktur Kabupaten Aceh Tengah Tahun 2016 - 2020

2.6.2 Status Sosial Ekonomi

Menurut Saputri (2011), pendidikan adalah faktor pendukung untuk meningkatkan kecerdasan bangsa melalui pendidikan dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat dalam negeri. Jika sumber alam tidak memadai maka modal utama adalah meningkatkan sumber daya manusia yang ada, namun untuk penunjang pendidikan perlu adanya sarana pendukung seperti gedung sekolah, perpustakaan dan buku-buku serta tenaga pendidikan.

Takengon memiliki jumlah penduduk sebesar 215.468 jiwa dan memiliki fasilitas pendidikan sebesar 6.654 sekolah, terdiri dari Taman kanak-kanak (TK), Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Sekolah Menengah Atas (SMA) (Aceh dalam Angka, 2020). Sedangkan perguruan tinggi negeri dan swasta yang ada di Takengon yaitu Sekolah Tinggi Agama Negeri Gajah Putih Takengon, Universitas Gajah Putih Takengon, Sekolah Tinggi Ilmu Hukum Muhammadiyah (STIHMAD), Sekolah Tinggi Ilmu Kependidikan Muhammadiyah, dan Perguruan Tinggi Al-Wasliyah.

Selain dari segi pendidikan untuk meningkatkan status ekonomi rumah sakit, puskesmas, perkantoran dan tempat-tempat wisata alam juga mampu meningkatkan status ekonomi bagi masyarakat sekitar, terutama dari segi wisata yang menjadi nilai jual, sehingga menarik perhatian wisatawan dari dalam maupun luar negeri. Aceh merupakan provinsi yang memiliki

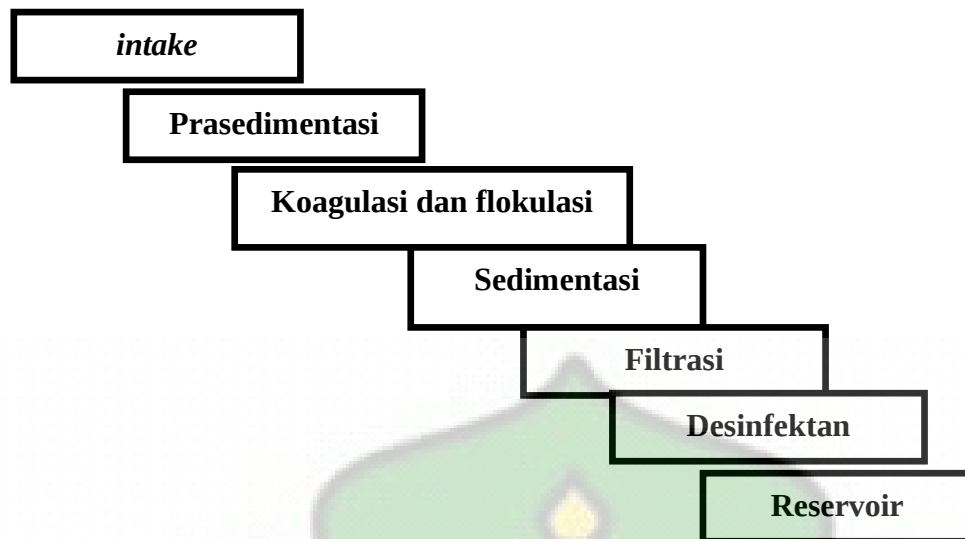
pemeluk agama islam terbanyak, maka tidak heran fasilitas terbanyak yaitu tempat ibadah bagi umat muslim, Namun fasilitas-fasilitas ini pastinya membutuhkan air bersih untuk kegiatan sehari-hari maka, perlu adanya pendistribusian air bersih untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Kebutuhan air bersih di Takengon di distribusikan oleh salah satu Perusahaan Daerah Air Minum PDAM Tirta Tawar Kota Takengon, perusahaan tersebut diatur oleh Pemerintah Daerah Takengon dan memiliki 5 instalasi pengolahan dimulai dari IPA Lelabu, WTP Bukit Origon, WTP Dermaga Wisata, WTP Jurusen dan WTP Paya Kolak. Instalasi pengolahan tersebut mendistribusikan air bersih keseluruhan kecamatan yang ada di Takengon di mulai dari Kecamatan Kebayakan, Kecamatan Lut Tawar, Kecamatan Linge, Kecamatan Jagong Jeget, Kecamatan Atu Lintang, Kecamatan Pegasing, Kecamatan Bies, Kecamatan Bintang, Kecamatan Ketol, Kecamatan Celala, Kecamatan Bebesen, Kecamatan Kute Panang dan Kecamatan Silih Nara dengan jumlah pelayanan sebanyak 73.533 daerah pelayanan. Salah satu instalasi pengolahan air bersih yaitu IPA Lelabu yang memiliki permasalahan pengujian kualitas air serta masalah tentang pengoperasian dan pemeliharaan IPA.

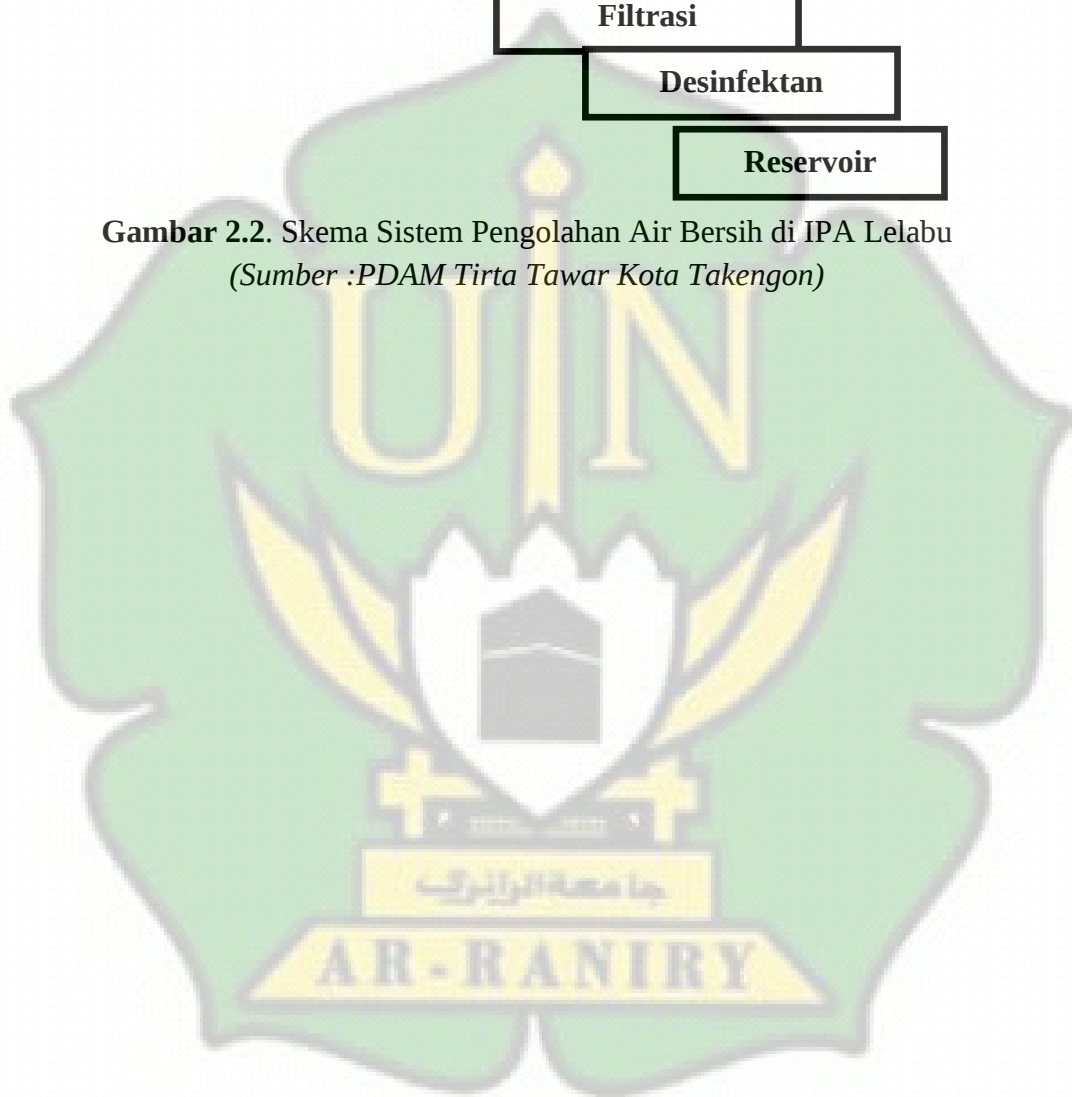
2.6.3 IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

IPA Lelabu berada di Jln. Bur Jimet, Desa Lelabu, Kecamatan Bebesen, Kota Takengon Kabupaten Aceh Tengah, dimana IPA tersebut memiliki kapasitas produksi sebesar 45 liter/detik. Namun, untuk saat ini IPA Lelabu hanya mengolah air berkisar antara 5 sampai 15 liter/detik, dikarenakan sumber air semakin tahun semakin berkurang padahal pengolahan yang ada di IPA Lelabu memiliki 2 unit pengolahan yang berkapasitas masing 22 liter/dtk. Namun untuk saat ini hanya 1 unit pengolahan yang beroperasi sedang unit yang kedua tidak berfungsi sama sekali. Untuk unit pengolahan yang ada di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon dimulai dari intake, prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfektan dan reservoir seperti pada gambar 4.1.

IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon dibangun pada tahun 1977 atau sekitar 44 tahun yang lalu, IPA Lelabu dijadikan sebagai Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Sumber air baku yang digunakan oleh IPA Lelabu berasal dari Daerah Kampung Ulu Nuih atau sungai Ulu Nuih. IPA Lelabu mendistribusikan air bersih ke salah satu kecamatan yang ada di Takengon yaitu Kecamatan Bebesen, dimana daerah tersebut memiliki 20 desa/kelurahan dengan jumlah kepala keluarga adalah sebesar 11.492, jumlah penduduk 40.196 jiwa, dan jumlah pelayanan sebesar 8.939 jiwa.



Gambar 2.2. Skema Sistem Pengolahan Air Bersih di IPA Lelabu
(Sumber :PDAM Tirta Tawar Kota Takengon)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

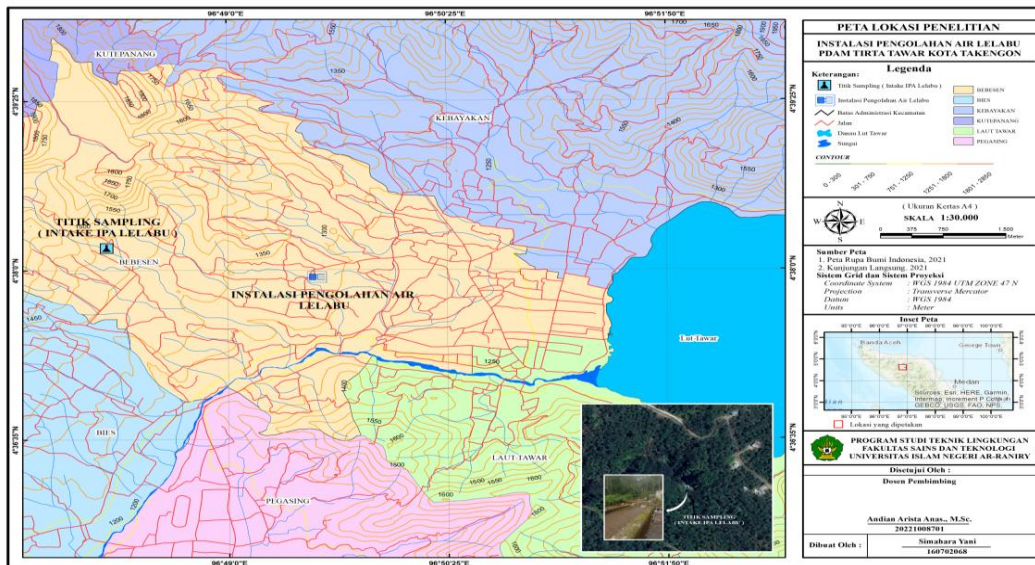
Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui pengambilan sampel air lapangan, pengumpulan data yang diperlukan dari pihak PDAM serta wawancara yang dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting pada sistem pengolahan air IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon. Selanjutnya sampel air diambil di air baku dan air hasil pengolahan untuk diuji kualitasnya dan dibandingkan dengan baku mutu yang sudah ditetapkan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon, yang berada di Jln. Bur Jimet Desa Lelabu Kecamatan Bebesen Kabupaten Aceh Tengah. Sedangkan untuk uraian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu dilakukan selama 6 bulan dari bulan Januari sampai bulan Juni 2021 dimulai dari tahapan penyusunan proposal hingga Sidang Tugas Akhir.

Titik pengambilan sampel hanya dilakukan di dua titik sumber yaitu sumber air baku yang berasal dari sungai Ulu Nuih yang berada pada bangunan intake dan sampel yang kedua diambil dari air hasil produksi yaitu di reservoir IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon. Sampel yang pertama diambil berdasarkan dengan pertimbangan air masih belum dilakukan pengolahan. Sedangkan untuk lokasi pengambilan sampel kedua diasumsikan telah mengalami beberapa proses pengolahan sehingga memiliki standar baku mutu tertentu untuk dikatakan air tersebut siap untuk dimanfaatkan.

Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik sampel sesaat (*grab sampling*). Sampel yang didapatkan ini kemudian diuji di laboratorium, masing-masing parameter akan dilakukan perbandingan dengan baku mutu berdasarkan peraturan yang berlaku.



Gambar 3.1. Titik Lokasi Penelitian di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

3.3 Alat dan Bahan

Dalam suatu penelitian memerlukan alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung suatu penelitian, Alat- alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: jeriken plastik 2 buah untuk penyimpanan sampel air, 2 botol steril, *box styrofoam* 1 buah untuk penyimpanan dan pengawetan sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tisu 1 buah dan es batu 5 buah untuk pengawetan.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan awal penelitian dilakukan survei lapangan atau studi pendahuluan agar dapat memperoleh informasi sehingga memudahkan penelitian. Setelah mengetahui penelitian dapat dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah perizinan yang akan diajukan kepada pihak PDAM Tirta Tawar Kota Takengon dan yang terakhir tahapan pengumpulan data menggunakan sumber data primer dan sekunder.

3.4.1 Data Primer

Datayang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Observasi awal untuk mengetahui kondisi eksisting, permasalahan yang kualitas air dan permasalahan setiap unit pengolahan air minum di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon
- b. Data pengujian kualitas air baku untuk beberapa jenis parameter yang mengikuti Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Air Sungai

Kelas 1) yang terdiri *Total Dissolved Solid*(TDS), pH, suhu, kekeruhan, rasa, bau, warna, klorida, kesadahan, besi (Fe), Seng (Zn), sulfat, tembaga (Cu), *Escherichia Coli* dan *Total Coliform*.

- c. Data pengujian kualitas air produksi yaitu mengikuti Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492 Tahun 2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu *Total Dissolved Solid*(TDS), pH, suhu, kekeruhan, rasa, bau, warna, klorida, kesadahan, besi (Fe), Seng (Zn), sulfat, tembaga (Cu), *Escherichia Coli* dan *Total Coliform*.
- d. Data permasalahan kondisi eksisting dan mengetahui permasalahan kualitas air yang didistribusikan ketika musim hujan dari IPA Lelabu dengan diperoleh melalui wawancara dengan bagian pelaksana di IPA Lelabu.

3.4.2 Data Sekunder

Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Gambar unit-unit yang terdapat pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon yang didapatkan dengan cara meninjau langsung lokasi IPA Lelabu.
- b. Kapasitas debit instalasi pengolahan dan debit air produksi.
- c. Debit air baku yang diperlukan pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.

3.5 Metode Pengambilan Sampel Air

Metode pengambilan sampel uji kualitas sumber air baku dan air produksi yang dilakukan pada musim hujan mengikuti aturan SNI 6989.57.2008 Tentang Metode Pengambilan Sampel Air Permukaan. Berdasarkan SNI 6989.57.2008 ada 3 (tiga) tahapan yang dilakukan dalam pengambilan sampel kualitas air yaitu:

1. Siapkan alat-alat yang digunakan dalam pengambilan sampel air seperti botol plastik, jerigen plastik, gayung dan sarung tangan.
2. Bilas botol contoh menggunakan air sampel
3. Buang air pembilas dan isi botol dengan sampel hingga beberapa cm di bawah puncak botol agar masih tersedia ruang untuk menambahkan pengawet dan dilakukan pengocokan.

3.6 Metode Pengujian Sampel Air Baku dan Air Produksi

Dalam melakukan analisis kualitas air di laboratorium perlu memperhatikan prosedur serta metode yang akan dilakukan agar dapat memperoleh hasil kualitas air yang diharapkan.

Dalam prosedur kerja ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian pada setiap parameternya yaitu:

1. Metode Pengujian Rasa

Metode pengujian parameter rasa yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 06-6859-2002 Tentang Metode Pengumpulan Angka Rasa dalam Air.

- a. Diambil sampel air yang akan diuji sebesar 200, 50, 12 dan 4 mL.
- b. Dilakukan pengeceran dalam gelas piala dari volume 300 ml hingga 200 mL dan lakukan pengadukan menggunakan batang pengaduk.
- c. Diuji rasa dengan cara memasukan sampel air ke dalam mulut selama beberapa detik.
- d. Diberi tanda positif pada sampel air yang berasa dan tanda negatif pada sampel yang tidak berasa, namun apabila semua sampel negatif maka dilaporkan tidak berasa.
- e. Dilakukan pengujian terlebih dahulu pada pengeceran terbesar sebelum dilakukan pengujian pada pengenceran yang lebih kecil.
- f. Dilakukan pengujian kembali terhadap rasa menggunakan blanko sebagai pembandingan.

2. Metode Pengujian Suhu

Metode kerja dalam pengujian suhu mengacu pada SNI.06.6989.23 2005 Tentang Cara Uji Suhu dengan Termometer yaitu:

- a. Disiapkan alat termometer untuk pengujian suhu
- b. Dichelupkan termometer ke dalam air sampel selama 2 (dua) menit sampai 5 (lima) menit hingga termometer menunjukkan nilai yang stabil.
- c. Dilakukan pencatatan nilai yang tertera tanpa mengangkat terlebih dahulu termometer dari dalam air.

3. Metode Pengujian Total Dissolved Solid (TDS)

Metode pengujian parameter suhu mengacu pada SNI.06.6989.27.2005 tentang Cara Uji Kadar Padatan Terlarut Total Secara Gravimetri yaitu:

1) Persiapan kertas saring

- a. Dimasukan kertas saring ke dalam alat penyaring.
- b. Dihubungkan alat saring menggunakan pompa penghisap dan dilakukan pembilasan air suling sebanyak 3 (tiga) kali masing-masing sebesar 20 mL.
- c. Dibuang air hasil pembilasan yang telah dilakukan sebelumnya
- d. Kertas saring siap digunakan.

2) Persiapan cawan

- a. Dipanaskan cawan dengan menggunakan suhu $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 1 (satu) jam di dalam oven.

- b. Dilakukan pemindahan cawan dari oven dengan menggunakan penjepit serta dilakukan pendinginan menggunakan desikator.
- c. Lakukan penimbangan menggunakan neraca analitik
- d. Dilakukan pengulangan langkah dari a sampai c hingga mendapatkan hasil berat tetap (dilakukan pencatatan A_1 gram).
- e. Dikeluarkan cawan dari tanur menggunakan penyepit serta dibiarkan pada suhu kamar.
- f. Dilakukan perdinginan menggunakan desikator serta dilakukan penimbangan menggunakan neraca analitik (catatan sebagai A_2 gram).

3) Pengujian Padatan Total Dissolved Solid

- a. Dilakukan pengocokan air sampel sampai homogen
- b. Dipindahkan 50 sampai 100 mL ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi dengan alat pompa penghisap dan kertas saring.
- c. Dilakukan pengoperasian alat penyaringan
- d. Dilakukan pembilasan kertas saring menggunakan air suling 10 mL; dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pembilasan.
- e. Dilakukan penghisapan selama 3 (tiga) menit setelah penyaringan sempurna.
- f. Dipindahkan hasil saringan termasuk air bilasan ke dalam cawan yang telah memiliki berat tetap.
- g. Dilakukan penguapan menggunakan cawan hingga kering pada pegas air.
- h. Dimasukkan kedalam cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah kering ke dalam oven pada suhu $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama kurang dari 1 (satu) jam.
- i. Dilakukan pemindahan cawan dari oven menggunakan penjepit serta dilakukan pendinginan menggunakan desikator.
- j. Dilakukan penimbangan menggunakan neraca analitik.
- k. Diulangi langkah dari h sampai j hingga diperoleh berat tetap.

4. Metode Pengujian Total Suspended Solids (TSS)

Metode pengujian pada parameter Total Suspended Solids (TSS), dalam penelitian yang akan dilakukan mengikuti SNI 6989.3.2019 Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solids /TSS)

- 1. Dilakukan penyaringan menggunakan alat penyaring serta basahi sedikit media penyaring menggunakan air mineral
- 2. Contoh uji dihomogenkan terlebih dahulu serta dilakukan penyaringan menggunakan media penyaringan.

3. Dinyalakan sistem vakum jika proses vakum membutuhkan waktu maka kurang contoh uji dari hasil volume contoh uji harus mendapatkan berat residu kurang lebih 2.5 hingga 200 kg
4. Dibilas media penyaring masing masing-masing menggunakan 10 ml Aquades
5. Dilakukan sistem vakum untuk menyaring hingga air yang tiris, jika contoh uji menghasilkan padatan yang cukup tinggi maka dilakukan kembali pencucian
6. Dipindahkan media penyaring kedalam media penimbang menggunakan cawan Gooch dipindahkan secara perlahan menggunakan jepitan.
7. Dikeringkan menggunakan Gooch atau media penyaring minimal satu jam suhu 103 °C menggunakan oven hingga mencapai berat tetap.
8. Ulangi langkah 7 agar mendapatkan berat tetap
9. Dilakukan penghitungan TSS serta tulis dalam catatan hasil yang telah didapatkan.

5. Metode Pengujian Turbiditas (Kekeruhan)

Metode pengujian Turbiditas atau kekeruhan yaitu menggunakan alat *Turbidity Meter* serta baku mutu yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 06.6989.25.2005 Tentang Metode pengujian Sampel air yang telah ada yaitu dimasukkan ke dalam kurvet *Turbidity Meter*. Alat ini dibiarkan saja hingga angka yang tertera dalam alat stabil. Tahapan-tahapan pengukuran turbiditas dilakukan yaitu sebagai berikut:

- a. Bilas botol sampel menggunakan aquades
- b. Dimasukan sampel air ke dalam botol sampel
- c. Masukan botol sampel ke dalam alat *Turbidity Meter*
- d. Tekan tanda on untuk mengaktifkan alat serta tekan read agar mendapatkan hasil yang diharapkan
- e. Dicatat hasil yang didapatkan

6. Metode Pengujian Bau

Metode kerja yang akan dilakukan dalam pengujian bau mengacu pada SNI 06.6860.2002 Tentang Metode Pengujian Angka Bau pada Air yaitu:

- a. Diukur jumlah sampel air sebesar 200, 50, 12, 2,8 mL pada setiap larutan dimasukan pada elenmeyer berukuran 500 mL.
- b. Dilakukan penambahan aquades pada setiap erlenmeyer sebesar 150, 188, 175,2 mL sampai jumlah total volume menjadi 200 mL.
- c. Ditutup erlenmeyer kemudian dimasukan ke dalam penangas air
- d. Dilakukan perbandingan sampel air pada erlenmeyer yang berisi 200 mL
- e. Dipanaskan menggunakan penangas air hingga suhu 60°C.

- f. Diangkat erlenmeyer setelah suhu sebesar 60°C .
- g. Dilakukan pengerakan pada erlenmeyer kemudian dibukan tutup dan dilakukan penciuman pada masing-masing sampel, dimulai dari sampel air yang paling encer namun diselingi dengan air pengencer.
- h. Jika terdapat adanya aroma pada sampel dicatat dimulai sejak adanya timbulan bau.
- i. Apabila air sampel tidak menimbulkan bau dicatat hasil yang didapatkan
- j. Dilakukan pengulangan uji dari a sampai i.
- k. Dilakukan pencatatan hasil dari awal bau mulai tercium.

7. Metode Pengujian Warna

Metode kerja dalam pengujian warna mengacu pada SNI 6989.27.2015 Tentang Cara Uji Warna secara Spektrofotometer yaitu:

1) Persiapan contoh uji

- a. Dianalisis contoh uji sebelum 24 jam bila tidak sampel disimpan pada suhu $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam.
- b. Dilakukan penyimpanan pada suhu kamar.
- c. Diatur pH sampel uji hingga 7 (tujuh) dengan ditambahkan HCL atau NaOH serta catat pengaturannya jika nilai pH di luar dari kisaran 4 sampai 10.
- d. Dicuci kertas saring berpori $0,45\ \mu\text{m}$ dan disaring menggunakan air bebas mineral sekurang-kurangnya 50 mL.
- e. Disaring contoh uji, dibuang 25 mL filter pertamanya dan ditampung 50 mL filter selanjutnya.
- f. Dilakukan pengukuran pada contoh uji.

2) Pembuatan kurva kalibrasi

- a. Dihidupkan alat serta optimalkan alat uji spektrofotometri sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengujian warna.
- b. Dilakukan pemilihan terhadap panjang gelombang dengan serapan maksimum 450 mm dan 465 mm.
- c. Dilakukan pengukuran serapan masing-masing larutan kerja yang telah dibuat, kemudian dicatat dan plotkan terhadap unit Pt-Co.
- d. Dibuat kurva kalibrasi dari data pada ulangi langkah 3 sampai 5 di atas serta ditentukan persamaannya garis lurusnya.
- e. Jika koefisien korelasi linier (r) $< 0,995$ dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi alat serta ulangi langkah dari 2 sampai 5 hingga diperoleh hasil koefisien $r \leq 0,995$.

3) Pengukuran contoh uji

- a. Dilakukan serapan contoh uji pada panjang gelombang dengan serapan maksimum yang telah ditentukan.
- b. Dihitung nilai unit warna dari kurva kalibrasi.

4) Perhitungan

Warna, unit Pt - Co = $C \times f_p$

Dimana:

C = Adalah nilai yang didapat dari kurva kalibrasi dinyatakan dalam Pt-Co

f_p = Adalah faktor pengenceran

8. Metode Pengujian Klorida

Metode pengujian klorida mengacu pada SNI 06.6989.19.2009 Tentang Cara Uji Klorida (Cl^-) dengan Menggunakan Argentometri yaitu:

- a. Dipipetkan 100 mL sampel air atau contoh uji yang telah diencerkan menjadi 100 mL serta dimasukan ke dalam *Erlenmeyer* 250 mL.
- b. Ditambahkan 1 mL larutan indikator K_2CrO_4 .
- c. Dititrasi menggunakan larutan $AgNO_3$ sampai berbentuk warna kuning kemerahan sebagai titik akhir dicatat kebutuhan larutan $AgNO_3$.
- d. Dilakukan kembali dari 3-6 sampai c menggunakan air bebas mineral sebagai blanko dicatat kembali larutan $AgNO_3$.

9. Metode Pengujian Sampel Air Parameter pH

Metode pengujian pH mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI 06.6989.11.2004 Tentang Cara Uji Parameter pH Menggunakan Alat pH Meter yaitu:

- a. Dilakukan kalibrasi pH meter menggunakan cairan penyangga sesuai dengan petunjuk dari alat yang digunakan.
- b. Dikeringkan menggunakan kertas tisu kemudian dibilas menggunakan aquades.
- c. Dibilas menggunakan air sampel.
- d. Dichelupkan ke dalam sampel sampai menunjukkan hasil yang akurat atau tetap.
- e. Hasil yang didapatkan kemudian dicatat.

10. Metode Pengujian Kesadahan

Metode pengujian kesadahan dalam penelitian mengacu pada SNI 06.6989.12.2004 Tentang Cara Uji Kesadahan Total Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dengan Metode Titrimetri yaitu:

- a. Diambil 25 mL sampel air secara duplo, dimasukan ke dalam labu erlenmayer 250 mL, diencerkan menggunakan air suling sebesar 50 mL.

- b. Ditambah 1 mL sampai dengan 2 mL larutan penyangga pH $10 \pm 0,1$.
- c. Ditambah 30 mg sampai 50 mg indikator EBT menggunakan ujung spatula.
- d. Diulangi titrasi menggunakan larutan baku Na_2EDTA 0,01 M secara perlahan sampai berubah warna dari warna merah keunguan hingga biru.
- e. Dicatat volume larutan Na_2EDTA yang digunakan
- f. Apabila larutan Na_2EDTA yang dibutuhkan titrasi melebihi 15 mL encerkan kembali contoh uji menggunakan air suling dan ulangi langkah 1 sampai 5.
- g. Diulangi titrasi sebanyak 2 kali kemudian dirata-ratakan volume Na_2EDTA yang digunakan.

11. Metode Pengujian Sampel Air Parameter Besi (Fe)

Pengujian kadar besi dalam air mengacu pada SNI 6989. 4. 2009 yaitu tentang Air dan Air Limbah yaitu cara menguji kadar besi menggunakan spektrofotometer serapan atom yaitu:

- a. Sampel dihomongankan menggunakan pipet 50,0 mL, sampel dimasukan ke dalam *Erlenmeyer* sebesar 100 mL.
- b. Ditambahkan asam nitra sebesar 5 mL.
- c. Dipanaskan menggunakan alat pemanas hingga menjadi 15 sampai 20 mL.
- d. Kaca alroji dimasukan ke dalam gelas piala.
- e. Contoh uji dipindahkan ke dalam labu ukur 50,0 mL disaring serta ditambahkan hingga tanda yang tertera dan dihomongankan.
- f. Dilakukan pengukuran serapan sampel.
- g. Dicatat hasil yang didapatkan.

12. Prosedur Pengujian Seng (Zn)

Prosedur pengujian seng mengacu pada SNI 6989. 7. 2004 Tentang Cara Uji Seng dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala yaitu:

- a. dilakukan pengocokan sebanya 100 mL sampel air hingga tercampur kemudian dimasukan ke dalam gelas piala.
- b. Ditambah asam nitrat sebanyak 5 mL.
- c. Dipanaskan sampel air menggunakan pemanas listrik hingga kering.
- d. Dilakukan penambahan 50 mL aquades, dimasukan ke dalam labu ukur 100 mL dengan menggunakan kertas saring kemudian distabilkan menjadi 100 mL menggunakan aquades.

13. Metode Pengujian Tembaga (Cu)

Metode pengujian yang akan dilakukan dalam pengujian parameter tembaga mengacu SNI 6989.6.2009 Tentang Cara Uji Tembaga (Cu) secara spektrofotometri Serapan Atom (SSA)- nyala.

- a. Dilakukan aspirasi larutan blanko ke dalam SSA-nyala kemudian diatur serapan pada panjang gelombang 324,7 nm. Bila diperlukan lakukan pengenceran.
- b. Dicatat hasil pengujian.

14. Metode Pengujian *Escherichia Coli*

Metode pengujian *Escherichia Coli* dalam penelitian ini adalah menggunakan metode MPN yaitu:

1. Hari pertama

- a. Dimasukkan air sampel ke dalam tabung *lauryl tryptose broth*. Menggunakan pipet 10 mL.
- b. Dilakukan inokulasi menggunakan biakan *Escherichia Coli* (kontrol positif).
- c. Deretan tabung dilakukan inokulasi menggunakan suhu 35°C selama 48 jam.

2. Hari kedua

- a. Dilakukan pengamatan terhadap tabung *lauryl tryptose broth*.
- b. Disiapkan tabung kaldu *Green bile lactose broth* (BGLB) serta tabung *Escherichia Coli*.
- c. Dilakukan inkubasi kaldu *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) dan *Escherichia Coli* menggunakan satu mata ose *lauryl tryptose broth* sehingga menghasilkan hasil positif.
- d. Dilakukan inkubasi kaldu *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) menggunakan suhu 35°C selama 48 jam serta dilakukan pengamatan pembentukan gas.
- e. Dilakukan inkubasi terhadap *Escherichia Coli* menggunakan penangas air pada suhu 44.5°C serta dilakukan pengamatan pembentukan gas.

3. Hari ketiga

- a. pada tabung *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) menunjukkan hasil positif maka dilakukan penggoresan pada lempeng agar Eosin metilena biru (EMB).
- b. Dilakukan inkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam.
- c. Dilakukan perbandingan angka indeks yang diperlukan dari tabung *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) menggunakan tabel *Most Probable Number* (MPN) untuk *Escherichia Coli*.

15. Metode Pengujian *Total Coliform*

Pengujian *total coliform* mengacu pada SNI 01.2332.1-2006 Tentang pengujian *total coliform* ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Alat dan bahan yang perlu disiapkan dalam pengujian *total coliform* adalah sampel air yang akan diuji, *Laurly tryptosebroth*, biakan *Escherichia coli*, *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB), *E.C broth*, *ose lauryl tryptosebroth*, *Esin Methylene Blue* (EMB), dan Nutrient agar (agar miring).
- b. Prosedur kerja yang dilakukan pada hari pertama yaitu sampel air dipipetkan 10 mL ke dalam 5 tabung *Laurly tryptosebroth*, selanjutnya diinokulasikan menggunakan biakan *Escherichia coli* terakhir dilakukan inokulasi kembali menggunakan suhu 35° C selama 48 jam.
- c. Prosedur kerja hari kedua dilakukan pengamatan pada tabung *Laurly tryptosebroth*, siapkan tabungkaldu BGLB dan *Escherichia coli*, lakukan kembali inokulasi kaldu BGLB dan E.Coli menggunakan satu mata *ose lauryl tryptosebroth*, lakukan inkubasi kaldu *Brilliant Green Lactose Broth*(BGLB) pada suhu sebesar 35° C selama 48 jam serta amati pembentukan gas terakhir inkubasi kembali E.Coli dengan suhu 44,5° C diperhatikan juga pembentukan gas.
- d. Prosedur hari ketiga tabung BGLB yang menunjukkan hasil positif, lempengan agar digores EMB serta di inkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Terakhir lakukan perbandingan indeks yang perlu dari tabung BGLB menggunakan tabel *Most Probable Number* (MPN) untuk bakteri koliform.

3.7 Analisis Sumber Air Baku dan Air Produksi

Analisis air baku yang dimanfaatkan sebagai sumber air dalam pengolahan air bersih dianalisis terlebih dahulu baik sebelum dioalah maupun setelah diolah. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui kualitas air baku apakah telah memenuhi Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Air Sungai Kelas 1), serta mengetahui kualitas air produksi yang ada di reservoir apakah telah memenuhi syarat air minum yaitu dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

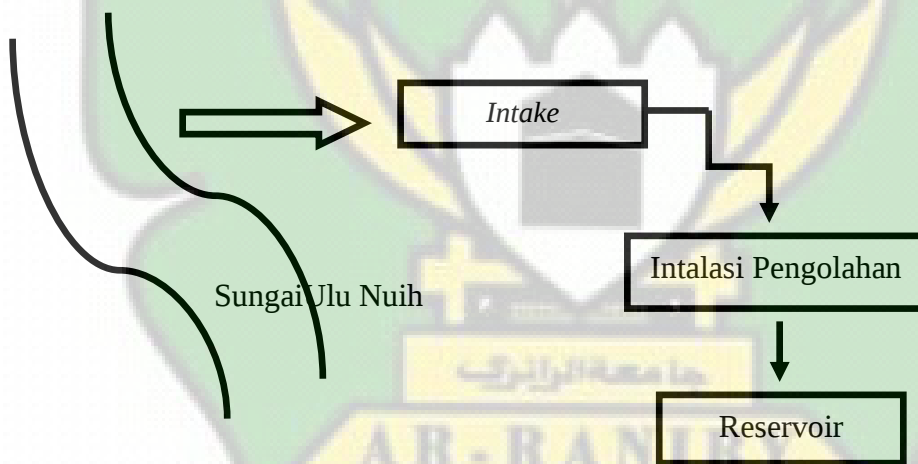
Setelah mengetahui permasalahan dari pemeliharaan terhadap unit pengolahan yang telah dilakukan oleh pihak yang terkait, serta permasalahan dari hasil pengujian kualitas air baku dan air produksi di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar, maka dapat diberikan solusi dan rekomendasi terhadap peningkatan kualitas pengolahan pada IPA tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon merupakan instalasi yang bersifat secara konvensional dengan menggunakan konstruksi beton dan telah beroperasi selama 44 tahun. Namun dari kehandalan tersebut sering terjadi permasalahan yang disebabkan usia dan peralatan yang tidak layak pakai hingga permasalahan teknis dan non-teknis. Proses pengolahan air baku yang dimanfaatkan diambil dari Sungai Ulu Nuih melalui 2 saluran terbuka dan 4 saluran tertutup yang langsung masuk kedalam *intake*. Kemudian Air dialirkan dari intake ke bak penampung secara gravitasi melalui pipa transmisi yang berukuran 200 mm dengan jarak tempuh 5 kilometer dari intake. Selanjutnya dilakukan proses koagulasi secara sistem hidrolis atau dengan terjunan dan proses sedimentasi yang berbentuk belokan (*baffle channel*) lalu dilakukan pengendapan serta penyaringan menggunakan media pasir dan yang terakhir dilakukan proses desinfeksi sebelum air masuk kedalam reservoir yang berkapasitas 500 m².



Gambar 4.1. Sistem Pengolahan Air IPA Lelabu (Eksisting)

4.1.1 Intake (Penyadap Air Baku)

Intake IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon berada di Kampung Ulu Nuih, Kecamatan Bebesen Kabupaten Aceh Tengah dengan ketinggian 1.800 diatas permukaan laut, lokasi ini merupakan titik pengambilan sumber air baku yang dimanfaatkan IPA Lelabu dengan kapasitas pengolahan yaitu 45 liter/dtk. Sedangkan untuk ukuran *intake* yaitu panjang 8,5m, lebar 4,50m dan tinggi 3m. Air yang berasal dari sungai masuk melalui 2 (dua) buah saluran terbuka dengan lebar 1.50m, panjang 0,50 m dan tinggi 0,50m. Secara garis

besar sistem penyadap air baku di *intake* IPA Lelabu terbagi menjadi dua sistem utama yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup yang menggunakan *screen* atau saringan seperti pada Gambar 4.2. Air yang masuk melewati saringan di tampung didalam bangunan *intake* terlebih dahulu sebelum dialirkan ke unit pengolahan yang berada di kampung Lelabu dengan jarak intake ke unit pengolahan yaitu sepanjang 5 km. Namun melihat kondisi eksisting dari pipa transmisi saat ini yaitu seperti pada Gambar 4.3 pipa yang telah mengkhawatirkan dikarenakan pipa tersebut berkarat sehingga mudah terjadinya korosi dan sering mengalami kebocoran.



Gambar 4.2.
Intake IPA Lelabu



Gambar 4.3 Kondisi Pipa Transmisi

4.1.2 Bak Prasedimentasi

Bak prasedimentasi merupakan bak yang berguna untuk menampung air dari *intake* sebelum dilakukan pengolahan. Bak ini berfungsi juga untuk mengendapkan partikel seperti lumpur serta dapat pula mengurangi senyawa organik yang berbentuk padatan sebelum dilakukan pengolahan. Bak prasedimentasi di IPA Lelabu terdiri dari dua unit yang berkapasitas 22 liter/dtk dalam satu unit, namun hanya satu unit yang berfungsi akibat berkurangnya sumber air baku. Bak prasediemntasi memiliki panjang 21m dengan tinggi 3m dan lebar 10 m. Bak prasedimentasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4Bak Prasedimentasi

4.1.3 Unit Koagulasi

Unit koagulasi merupakan unit yang dapat menstabilisasikan partikel koloid dengan cara pembubuhan zat kimia, dalam proses ini terjadinya flok-flok yang berasal dari polutan yang terbawa oleh air baku. Kondisi eksisting unit koagulasi IPA Lelabu yaitu seperti pada Gambar 4.5. Memiliki panjang 2 m, lebar 1,60 m dan tinggi 1,10 m. Jenis koagulan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air minum yaitu aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air minum di IPA Lelabu belum dilakukan penentuan dosis secara optimal, sehingga pembubuhan koagulan diperkirakan secara manual. Pembubuhan koagulan yang dilakukan pada musim penghujan di tingkatkan sebesar 4 kg dan pada musim kemarau sebesar 2kg. Setelah proses pembubuhan koagulan, air langsung dialirkan ke saluran *baffle channel* Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Unit Pembubuhan Koagulasi IPA Lelabu



Gambar 4.6. Bak Flokulasi (*buffer channel*)

4.1.4 Unit Sedimentasi

Unit sedimentasi merupakan unit pengendapan flok yang telah melewati sistem koagulasi sebelumnya, dalam unit ini flok akan mengendap sedangkan air akan di alirkan melalui pipa *puddle* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8. Sebanyak 6 pipa *puddle* yang mengalirkan air dari bak sedimentasi ke bak filtrasi, namun melihat kondisi pipa yang telah berlumut sehingga tidak menutup kemungkinan flok-flok yang seharusnya diendapkan tetapi malah melekat pada pipa tersebut dan membuat polutan terbawa pada proses penyaringan sehingga kualitas air menjadi kurang baik. IPA Lelabu memiliki dua unit bak sedimentasi, unit yang pertama berukuran dengan panjang 4m, lebar 3 m, sedangkan tinggi 2,10m, unit yang kedua dengan panjang 8m, lebar 3m dan kedalaman sebesar 3m seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Unit Sedimentasi (1 dan 2)



Gambar 4.8 Pipa Puddle

4.1.5 Unit Filtrasi

IPA lelabu masih menggunakan pasir lambat di 2 (dua) unit filtrasi, air yang masuk melalui pipa *pubble* diterjunkan menggunakan saluran terbuka dengan lebar 50 cm dan tinggi 40 cm, air ini masuk kedalam bak yang berukuran panjang 3,50 m, lebar 3,70m dan tinggi 2,50m dari kedua unit tersebut memiliki ukuran yang sama dan kapasitas yang sama unit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Unit Filtrasi (1 dan 2)

4.1.6 Desinfeksi

Desinfeksi merupakan pembubuhan zat kimia untuk melindungi air dari mikroorganisme. Metode yang sering digunakan dalam proses pengolahan ini adalah secara kimiawi, radiasi dan fisik. IPA Lelabu memiliki unit desinfektan menggunakan sistem terjun seperti pada Gambar 4.10. yang berukuran 50 cm dan ukuran bak dengan tinggi 2m, lebar 2m sedangkan panjang 6m, dalam proses desinfektan IPA lelabu menggunakan bahan kimia kaporit dengan kadar yang digunakan sebesar 1 sampai 2 kg tergantung pada musim di Daerah Takengon ketika hujan pembubuhan kaporit sebesar 2 kg sedangkan ketika musim kemarau hanya menggunakan 1 kg, penggunaan dosis diukur begitu saja tanpa melalui percobaan kadar maksimum dosis penggunaan bahan kimia.



Gambar 4.10 Unit Desinfeksi

4.3.7 Reservoir

Reservoir merupakan tempat penampungan awal atau penampungan sebelum didistribusikan kerumah-rumah warga, unit reservoir yang berkapasitas 500 m³ dan berukuran panjang 8m, lebar 8m tinggi bak 10 m, seperti pada Gambar 4.11. IPA Lelabu mendistribusikan air bersih ke salah satu kecamatan yaitu Kecamatan Bebesen, namun adanya masalah debit air baku yang semakin berkurang, maka masyarakatpun beralih menggunakan sumur bor atau mata air yang berasal dari pengunungan. Sedangkan yang kita ketahui pemanfaatan sumur dapat menyebabkan berkurangnya air tanah maka perlu adanya solusi untuk mencari sumber air baru.



Gambar 4.11 Unit Reservoir

4.2 Evaluasi Kualitas Air

4.2.1 Evaluasi kualitas air baku

Evaluasi kualitas air baku di IPA Lelabu dilakukan dengan cara pengujian terhadap parameter fisik, kimia dan mikrobiologi. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas air baku agar dapat disesuaikan dengan baku mutu yang ditentukan. Proses pengambilan dan pengujian yang dilakukan diawali dengan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan ketika pengambilan sampel, persiapannya yaitu seperti persiapan penyimpanan dan pengawetan. Pengambilan sampel air dilakukan ketika waktu hujan dimana air langsung dimasukkan kedalam jerigen dengan kapasitas 4 liter. Langkah berikutnya jerigen dimasukan kedalam styrofoam dan dimasukkan es batu guna untuk mengawetkan air sampel, hal ini dilakukan karena air sampel ini akan di uji di salah satu laboratorium yang ada di Banda Aceh. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan mengikuti tata cara dari standar SNI 6989.57.2008 Tentang Metode Pengambilan Sampel Air Permukaan.

Setelah sampel air sampai di laboratorium sampel tersebut di bagi menjadi 3 (tiga), hal ini dikarenakan adanya pengujian parameter secara fisik, kimia dan mikrobiologi. Hasil pengujian kualitas air baku yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil Tabel 4.1. Parameter fisik dilihat dari segi Temperatur, Residu Terlarut dan Residu Tersuspensi dari hasil uji yang didapatkan nilai tertinggi yaitu temperatur, namun dari perbandingan hasil uji parameter fisik dengan standar yang berlaku masih di bawah baku mutu Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Air Sungai Kelas 1).

Hasil pengujian parameter yang didapat sebesar 0.04 mg/L dengan baku yang ditentukan baku mutu yang yaitu sebesar 0.05 mg/L. Begitu juga dengan parameter mikrobiologi dimana hasil yang didapatkan pada koliform total adalah hasil yang cukup tinggi

yaitu sebesar 28 jml/100 namun dilihat lagi dari segi standar baku mutu, dari semua hasil uji yang telah dilakukan dan telah di bandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Air Sungai Kelas 1), air tersebut masih dikatakan aman untuk digunakan sebagai air baku pada pengolahan di IPA Lelabu.

Tabel 4.1. Hasil Uji Kualitas Air Baku

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
Parameter Fisik				
1.	Temperatur	°C	Daviasi 3	20.5 /23°C
2.	Residu Terlarut	mg/L	1. 000	52
2.	Residu Tersuspensi	mg/L	40	0.2824
3.	Warna	Pt-co unit	15	0.1046
Parameter Kimia				
1.	pH		6-9	7.3
2.	Tembaga	mg/L	0.02	-0.03242
3.	Besi	mg/L	0.03	-0.0243
4.	Seng	mg/L	0.05	0.0406
5.	Khlorida	mg/L	600	2.42
Parameter Mikrobiologi				
1.	E. Coli	jml/100	100	3
2.	Total Coliform	jml/100	1.000	28

(sumber: Hasil Pengujian Eksperimen, 2021)

4.2.2 Evaluasi kualitas air produksi

Evaluasi kualitas air produksi di IPA Lelabu diawali dengan pengambilan sampel air produksi dan untuk pengujian yang dilakukan sama dengan metode pada pengambilan sampel air baku sebelumnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sebelum diolah dan sesudah diolah sehingga dapat disesuaikan dengan masing-masing baku mutu yang berlaku di Indonesia. Dari hasil pengujian air olahan yang berada di reservoir, dapat dilihat

dari parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisik tersebut salah satunya adalah kekeruhan yang hampir mendekati baku mutu, karena hasil yang didapatkan yaitu sebesar 4.96 NTU sedangkan syarat kekeruhan pada air minum yaitu 5 NTU. Namun walau begitu air tersebut masih layak dimanfaatkan sebagai air minum karena hasil uji parameter fisik tersebut masih di bawah baku mutu air minum. Parameter kekeruhan yang awalnya pada air baku sebesar 49 NTU tetapi setelah dilakukan pengolahan mengalami penurunan kurang lebih sebesar 44 NTU menjadi 4.96 NTU dari 49 NTU, hal ini dikarenakan adanya proses pengolahan seperti koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi yang mampu mengurangi kekeruhan pada air.

Parameter kimia, dari hasil uji yang telah didapatkan pada air baku sebelumnya, parameter logam berat yaitu seng nilai yang dihasilkan sebesar 0.0406 mg/L, namun setelah melewati proses pengolahan parameter tersebut berkurang menjadi minus-0.0029 mg/L. Begitu juga dengan parameter besi dimana pada pengujian air baku yaitu -0,0243 mg/L sedangkan air hasil dari pengujian reservoir -0.0897 mg/L. Hal ini dapat berkurang karena adanya proses pengolahan yang mampu mengurangi logam berat tersebut seperti flokulasi, sedimentasi dan filtrasi dan begitu juga dengan parameter lainnya yang mengalami penurunan dari air baku setelah dilakukan pengolahan, dikarenakan adanya proses pengolahan yang ada di IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon.

Pengujian parameter biologis dari hasil air produksi yang didapatkan pada tabel Tabel 4.3 parameter melebihi baku mutu air minum, karena hasil yang didapatkan dari Total Bakteri Koliform dan E. Coli melebihi dari 0 namun kurang dari 3 yang mana nilai tersebut jika disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air tersebut tidak bisa dimanfaatkan langsung sebagai air minum, namun jika ingin digunakan sebagai air minum maka perlu adanya perlakuan terlebih dahulu, cara mudahnya jika air ingin dimanfaatkan sebagai air minum maka dimasak terlebih dahulu untuk mematikan bakteri penyebab penyakit pada air minum.

Table 4.2. Hasil Uji Kualitas Air Produksi

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
Parameter Fisika				
1.	Bau		Tidak ada	Tidak Berbau
2.	Rasa		Tidak ada	Tidak berasa
3.	Warna	TCU	15	<0.05

4.	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	Mg/l	500	36
5.	Kekeruhan	NTU	5	4.96
6.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	21.9/ 23 °C
Parameter Kimia				
1.	pH		6,5-8,5	7.2
2.	Besi	mg/l	0,3	-0.0897
3.	Kesadahan	mg/l	500	68
4.	Seng	mg/l	3	-0.0029
5.	Tembaga	mg/l	2	-0.3213
6.	Chlorida	mg/l	250	0.48
Parameter Biologi				
1.	E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	3
2.	Total Bakteri koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	3

(sumber: Hasil Pengujian Eksperimen, 2021)

4.3 Rekomendasi Perbaikan IPA Lelabu Untuk Meningkatkan Kinerja PDAM Tirta Tawar

Hasil dari evaluasi kualitas air baku dan air produksi serta melihat langsung dari kondisi eksisting IPA Lelabu banyak yang perlu dioptimalkan seperti segi kondisi eksisting, pemeliharaan hingga perlu adanya pencarian sumber air baru agar kapasitas produksi yang ada dapat berjalan sepenuhnya, mengingat kapasitasnya begitu besar, namun pengolahan yang dilakukan tidak mencapai setengah dari kapasitas produksi. Hal ini dilakukan agar dapat meningkatkan pelayanan kepada masyarakat dari IPA Lelabu tersebut. Permasalahan lainnya yaitu tentang pengujian kualitas air yang seharusnya dilakukan minimal satu bulan sekali, nyatanya yang terjadi di IPA Lelabu tidak dilakukan pengujian sama sekali bahkan pada parameter yang wajib diuji setiap harinya seperti kekeruhan, suhu dan pH. Menurut SNI

6775:2008 Tentang Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan air, pengoperasian dan pemeliharaan IPA Lelabu masih kurang memadai yaitu kurangnya penyediaan alat tentang pengukuran kualitas air seperti turbidimeter, pH meter, diskompator klor, diskompator warna, *jar test*, tabung imhoff, *viscosity meter*, timbangan dan gelas ukur, maka perlu adanya fasilitas tersebut agar dapat meningkatkan kinerja dari segi kualitas air IPA Lelabu.

Solusi lainnya yaitu tentang dosis pembubuhan bahan kimia yang dilakukan PDAM tanpa melakukan pengujian *jar test* terlebih dahulu. Menurut SNI 6774:2008, dosis pembubuhan koagulan ditentukan dari hasil percobaan *jar test* terlebih dahulu, begitu juga dengan pembubuhan bahan kimia untuk pengolahan pada unit desinfeksi yang seharusnya dosis ditentukan menggunakan dosis klor berdasarkan DPC atau jumlah klor yang dikonsumsi tergantung dari kualitas air bersih yang diproduksi serta ditentukan dari sisa klor di instalasi. Jadi, perlu ditentukan dosis optimum bagi proses-proses pembubuhan zat kimia.

Dari hasil evaluasi sebelumnya, parameter mikrobiologi merupakan parameter yang melebihi baku mutu dari air minum dikarenakan dalam air minum seharusnya tidak boleh ada parameter tersebut karena dapat membahayakan kesehatan apalagi adanya parameter *Total Coliform*, namun bukan berarti air tersebut tidak layak digunakan sebagai air minum, air tersebut bisa dimanfaatkan sebagai air minum tetapi perlu adanya perlakuan terlebih dahulu yaitu dimasak agar dapat mematikan patogen-patogen yang ada dalam air. Selain dimasak ada dua metode yang dapat menghilangkan patogen yaitu dengan cara penyinaran UV dan metode desinfektan menggunakan klorin. IPA Lelabu memiliki proses desinfektan, namun tetap saja tidak mampu membunuh patogen hingga 100%. Menurut Busyairi, Dewi dan Widodo (2016), mekanisme dari proses klorin terhadap bakteri dalam air yaitu dapat merusak sel bakteri tersebut sehingga sel dalam tubuh bakteri tidak dapat berfungsi lagi. Menurut Aminah (2016), adanya bakteri *Coliform* dari air akan menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan. Untuk dosis desinfektan, IPA Lelabu menggunakan kaporit sebanyak 2 kg selama 12 jam kerja dengan penggunaan dosis ini dilakukan hanya diperkirakan tanpa ada perlakuan terhadap pengujian DPC terlebih dahulu seperti yang telah di syaratkan oleh SNI 6774. 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.

Menurut Damayanti (2020), proses klorinasi dapat disajikan menggunakan perhitungan, hanya saja untuk mengoptimalkan penambahan dosis harus dilakukan pengujian di laboratorium terlebih dahulu menggunakan DPC/BPC dan tidak dapat dilakukan menggunakan perhitungan dengan begitu saja. Namun untuk proses pembubuhan dapat

dilakukan dengan perhitungan yang mengikuti kriteria desain menurut Oktaviani 2019 pada unit desain desinfektan yang menggunakan kalsium hipoklorit yaitu sebagai berikut:

- Konsentrasi klor 5%
- Kemurnian kaporit 70%
- Sisa clor 0.2-0.5 mg/L

a. Penentuan Pemakaian Kaporit Per-Liter

Dari pemakaian kaporit yang ada di IPA Lelabu yaitu sebesar 2 kg/hari sedangkan untuk kadar Cl yang telah ditentukan pada kriteria desain dari Oktaviani (2019) yaitu sebesar 70% dan debit air yang diolah di IPA Lelabu yaitu 15 liter/dtk maka untuk perhitungan pemakaian kaporit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rs = \frac{w}{Q \times S}$$

$$2kg / hari = \frac{2kg / hari \times 10^6}{43200s} = 46,2mg / L$$

$$Rs = \frac{46.2mg / l}{15l / s \times \frac{100}{70}} = 2.1mg / L$$

b. Penentuan Pembubuhan m³/Hari

Penentuan pembubuhan desinfektan yang dilakukan di IPA Lelabu yaitu menggunakan kaporit dengan kebutuhan harian ketika waktu hujan sebesar 2 kg/hari dan dalam kaporit memiliki densitas 860 kg/m³ dengan kondisi kaporit yaitu sebesar 5%, maka dari itu perlu mengetahui debit pembubuhannya hingga waktu kontak klorin dengan airdengan cara menghitung debit pembubuhan klorin.

- Debit pembubuhan

$$\begin{aligned} \text{Volume kaporit} &= \frac{\text{Masa kaporit}}{\text{Densitas kaporit}} \\ &= \frac{2kg / hari}{860kg / m^3} = 0.0023m^3 / hari \end{aligned}$$

Volume bak sama dengan volume larutan pada suatu priode tertentu yang dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Volume kaporit} = \text{Masa kaporit} \times \text{volume pelarut}$$

$$= 0.0023 \times \frac{100}{5} = 0.046m^3 / hari$$

$$\text{Volume pelarut} = \text{volume larutan} - \text{volume kaporit}$$

$$= 0.0046 - 0.0023 = 0.0023 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Hasil perhitungan diatas merupakan hasil perhitungan volume kaporit yang telah dibubuhkan di IPA Lelabu yaitu sebesar $0.046 \text{ m}^3 / \text{hari}$ sedangkan untuk volume pelarut yaitu sebesar $0.043 \text{ m}^3 / \text{hari}$.

$$= 0,043 \text{ m}^3 = 43 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit Pembubuhan Klorin} &= \frac{\text{volume larutan} \times 10^3}{43200s / \text{hari}} \\ &= \frac{43 \times 10^3}{43200s / \text{hari}} = 0.995 \text{ ml / dtk} \end{aligned}$$

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Pt-28-2000-C Tentang Tata Cara Pembubuhan Kaporit Pada Unit IPA, untuk menghitung kecepatan pembubuhan yaitu harus mengetahui debit, jumlah klor, konsentrasi kaporit dalam satu ml serta kadar klor kaporit.

Diketahui:

- Debit = 15 L/dtk
- Dosis klor = 1.18 mg/l
- Larutan kaporit sebesar 1% atau konsentrasi kaporit dalam 1 ml larutan adalah 10 mg/l
- Kadar klor dalam kaporit 70%

Perhitungan

$$\begin{aligned} d &= \frac{Q \times C \times Rs}{K} \\ d &= \frac{15 \text{ l / dtk} \times \frac{100}{70} \times 1.08}{10 \text{ mg / l}} = 23.4 \text{ ml / dtk} \end{aligned}$$

Menghitung interval waktu pembuatan larutan kaporit baru yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{kecepatan pembubuhan} = 25 \text{ ml / dtk}$$

$$= \frac{23.4 \times 3600}{1000} = 84 \text{ L/Jam}$$

Perhitungan yang ibutuhkan hingga bak desinfeksi kosong adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu} = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit pembubuhan}}$$

$$= \frac{43 \text{ L}}{3.582 \text{ L/jam}} = 12 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitunganyang telah dilakukan sebelumnya didapatkan hasil penentuan kaporit sebesar 1.18 mg/L yang mana nilai tersebut merupakan dosis penggunaan klorin yang dibubuhkan pada unit pengolahan di IPA Lelabu. Sedangkan dari hasil penelitian Komala dan Agustina (2014) dosis kaporit yang efektif untuk menghilangkan parameter mikrobiologi seperti E.Coli yaitu sebesar 1.5 mg/L namun tergantung dari kualitas air baku dan kandungan mikrobiologi yang ada pada sumber air baku. Begitu juga menurut Brandt (2016), dosis penggunaan klorin untuk air yang diolah pada unit desinfektan yaitu berkisar antara 0,2-2,0 mg/l. Berbeda dengan dosis pengolahan air tanah yang lebih rendah yaitu kisaran 0,2-0,5 mg/l dikarenakan kualitas air tanah cenderung lebih jernih dan tidak tercemar, penentuan dosis yang lebih tinggi sesuai dengan kualitas air permukaan yang menyebabkan polusi mendadak dari adanya aktivitas di sekitar sumber air baku. Maka untuk penentuan dosis klorin yang lebih efektif yaitu dengan cara pengujian kualitas air secara berkala, dikarenakan kualitas dari sumber air permukaan dapat berubah tergantung dari kondisi lingkungan dan iklim, ketika di musim penghujan kemungkinan besar polutan akan terbawa oleh air baku sehingga dapat meningkatkan parameter mikrobiologi setelah mengetahui kualitas air maka akan mudah untuk menghitung dosis klorin secara DPC/BPC (*break point chlorination*) agar pembubuhan klorin dapat bekerja secara efektif untuk mengurangi parameter mikrobiologis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil evaluasi kualitas air baku dan air produksi yang telah disesuaikan dengan baku mutu, air baku telah memenuhi syarat dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI, air tersebut masih layak dimanfaatkan sebagai air baku air minum. Berbeda dengan air produksi, parameter fisik dan kimia pada parameter mikrobiologi hasil yang didapatkan sebesar 3 (tiga) yang seharusnya 0 karena jika terdapat koliform dalam air dapat membahayakan kesehatan maka belum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
2. Permasalahan dari kondisi IPA lelabu ada beberapa yang dapat direkomendasikan serta solusi agar dapat meningkatkan kinerja IPA Lelabu, seperti pentingnya dilakukan pengoptimalan pada setiap unit pengolahan yang ada serta perlu adanya pengujian kadar optimum desinfektan agar penggunaan disesuaikan dengan pengujian menggunakan DPC.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas penulis dapat menyarankan sebagai berikut:

1. Instansi harusnya menyiapkan fasilitas tentang pengujian kualitas air sesuai dengan SNI 6775:2008 Tata Cara Pengoperasian Dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.
2. Perlu adanya pengujian terlebih dahulu untuk pembubuhan dosis bahan kimia yang akan digunakan.
3. Perlu adanya optimalisasi IPA Lelabu dari intake sampai reservoir agar unit pengolahan sesuai dengan standar yang berlaku dari SNI 6774:2008 Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.
4. Dalam penelitian selanjutnya perlu adanya pengujian kualitas air dari *intake* hingga reservoir agar mengetahui kualitas air pada setiap unit masing-masing pengolahan agar bisa dievaluasi dan dioptimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. V. (2007). *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Srandol Wetan)* (Doctoral dissertation, program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- Azhari, A. I. (2017). Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air minum benda PDAM Tirta Benteng kota Tangerang= Evaluation of water treatment plant benda performance PDAM Tirta Benteng Kota Tangerang.
- Bhaskoro, R. G. E., & Ramadhan, T. E. (2018). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 62-68.
- Brandt, M. J (2016) Twort's water supply. *Butterworth-Heinemann*
- Darmalaksana, W. (2020). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. *Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.
- Fachruddin, F., Setiawan, B. I., Mustafiril, M., & Prastowo, P. Pemanenan Air Hujan Menggunakan Konsep Zero Runoff System (ZROS) dalam Pengelolaan Lahan Pala Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 22(2), 127-136.
- Fitriyah, F. (2016). *Model Public Private Partnership Dalam Peningkatan Pelayanan Sumber Daya Air Bersih Di Pdam Kabupaten Gresik* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Hartono, D. M., Gusniani, I., dan AS, R. S. (2010). Evaluasi Dan Optimalisasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum Citayam, Pdam Tirta Kahuripan Terhadap Pertumbuhan Penduduk Kota Depok Evaluation And Optimization Performance Of Citayam Drinking Water Treatment Plant, PDAM Tirta. *Lingkung. Trop*, 4, 81-92.
- Hermanto, J. (2014). Evaluasi Dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA I) Sungai Sengkuang PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).

- Ikbal, M., Asmara, A., dan Ridwan, H. (2020). Evaluasi Kinerja Badan Usaha Milik Daerah (Bumd) Melalui Balanced SCORECARD (Studi Kasus PDAM Kabupaten Sinjai). *Jurnal Adz-Dzahab: Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam*, 5(2), 13-25.
- Kembara, T. R. T. (2018). Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh terhadap Tingkat Kekeruhan Air Saat Musim Penghujan (Skripsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Marlis, I. S., & Arbi, Y. (2019). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum Di Kelurahan Tarantang Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang. *Jurnal Aerasi Vol*, 1(1).
- Mayasari, R., dan Hastarina, M. (2018). Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (Pac)(Studi Kasus Pdam Tirta Musi Palembang). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 28-36.
- Musanto, T. (2004). Faktor-faktor kepuasan pelanggan dan loyalitas pelanggan: Studi kasus pada CV. Sarana Media Advertising Surabaya. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan (Journal of Management and Entrepreneurship)*, 6(2), 123-136.
- Novitasari, R. (2013). Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja IPA I PDAM Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1).
- Rahel, T. L., Damayanti, A., Usman, Y., & Sitorus, B. S. (2018). Analisis Masalah Kesehatan Penduduk Berdasarkan 12 Indikator Keluarga Sehat Rumah Susun Tambora. *Indonesia Jurnal Kebidanan*, 2(1), 14-23.
- Ramadhan, F., Siami, L., dan Winarni, W. (2019, Agustus). Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Minum Solear, PDAM Tirta Kerta Raharja-Kabupaten Tangerang. In *Seminar Nasional Pembangunan Wilayah dan Kota Berkelanjutan* (Vol. 1, No. 1)
- Samekto, C., & Winata, E. S. (2010, June). Potensi sumber daya air di Indonesia. In *Seminar Nasional: Aplikasi Teknologi Penyediaan Air Bersih untuk Kabupaten/Kota di Indonesia* (pp. 1-20).
- Samsu, S. (2013). Analisis Pengakuan dan Pengukuran Pendapatan Berdasarkan PSAK No. 23 pada PT. Misa Utara Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 1(3).

- Sujastiawan, A. (2020). Manajemen Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Dalam Pendistribusian Air Di Kecamatan Sumbawa (Studi di PDAM Batu Lanteh). *Jurnal Kapita Selekta Administrasi Publik*, 1(1), 1-12.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2020). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 31-39.
- Tatipikalawan, R. (2015). Evaluasi Teknis Dan Optimalisasi Jaringan Eksisting Air Bersih Serta Evaluasi Kinerja Sumber Daya Manusia Bidang Teknik: Studi Kasus PDAM Tirta Dharma Kecamatan Namlea Kabupaten Buru (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Utami, S., & Handayani, S. K. (2017). Ketersediaan Air Bersih untuk Kesehatan: Kasus dalam Pencegahan Diare pada Anak. *Optimalisasi Peran Sains Dan Teknologi Untuk Mewujudkan Smart City*, 211-235.
- Wirawan, T., Helard, D., dan Komala, P. S. (2020). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Dan Perencanaan Pengendalian Tekanan pada Zona SPAM Jawa Gadut, Kecamatan Pauh, PDAM Kota Padang. *Jurnal Rekayasa*, 10(1), 1-16.
- Yulanto, A., & Ardhayanti, L. I. (2020). Evaluasi Sistem Disinfeksi pada PDAM Sleman Unit Nogotirto. *Universitas Islam Indoesia Fakultas Teknik Lingkungan*

LAMPIRAN

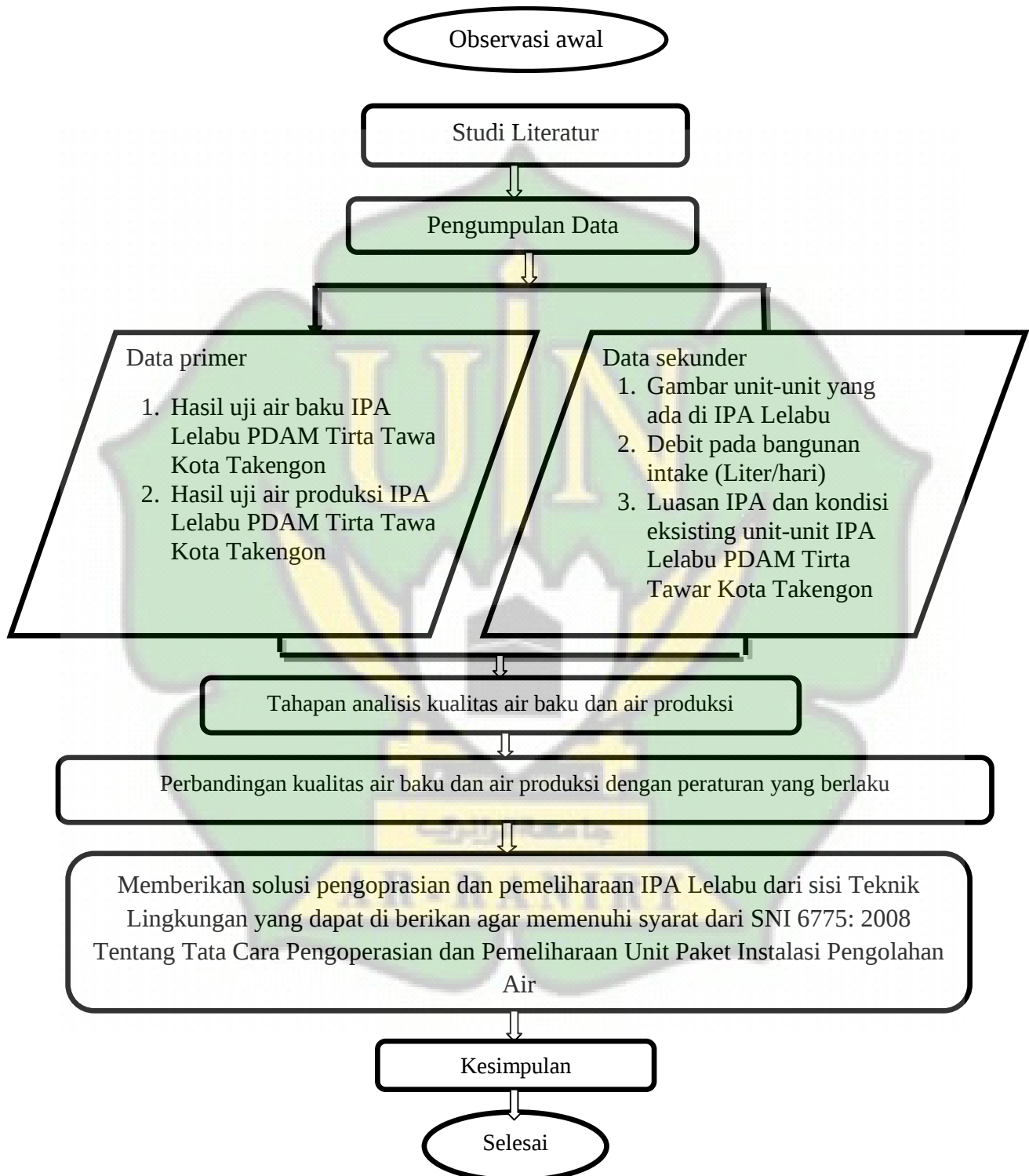
Lampiran 1: Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan dimulai dari bulan april Hingga bulan Juli 2021

Tabel 1.1. Uraian Kegiatan dan Waktu Pelaksanaan
Tahun 2021

Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli
Pelaksanaan Penelitian				
1. Pengambilan sampel				
2. Pengujian sampel				
3. Pengolahan data primer				
4. Menyusun hasil dan pembahasan				
5. Penyelesaian Tugas Akhir				
6. Konsultasi tugas akhir dengan dosen pembimbing				
7. Sidang Tugas Akhir				

Lampiran 2 : Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1. Diagram Alir Penelitian

Lampiran 3 :Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Table 3.1 Standar Kualitas Air Bersih Berdasarkan Kelas

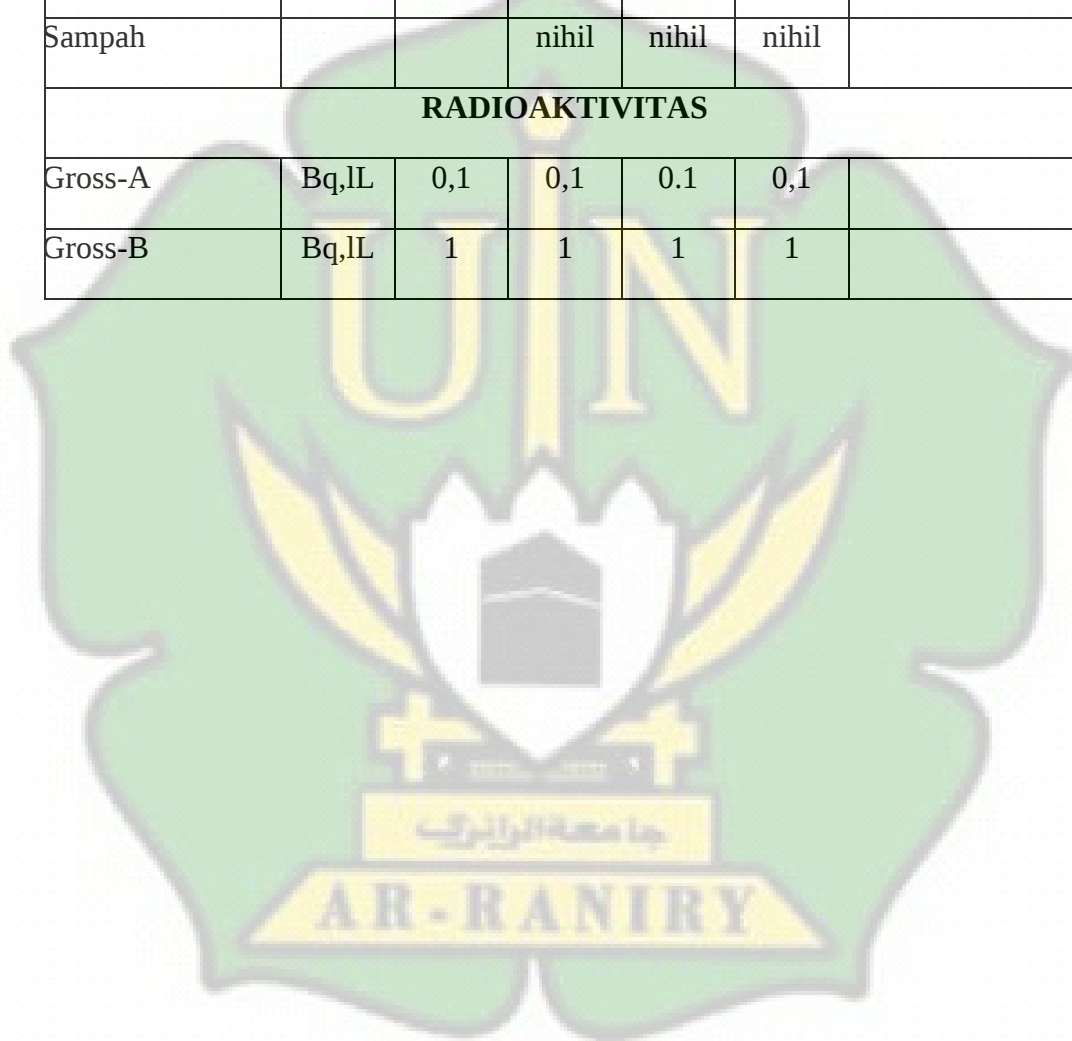
Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan
Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1,000	1,000	1,000	2,000	Tidak berlaku untuk muara
Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional residu tersuspensi ≤5000 mg/L
Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)

Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	5-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	0	Batas minimum
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	300	300	400	
Klorida (Cl ⁻)	mg/L	300	300	300	600	
Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	
Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
Amoniak(sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
Total Fosfat(sebagai P)	mg/L	0,02	0,2	1,0	-	

P)						
Fluorida (F ⁻)	mg/L	1	1,5	1,5		
Belerangsebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	
Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	
Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
Barium (Ba)terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
Boron (B)terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 1 mg/L
Merkuri (Hg)terlarut	mg/L	0,001	0,001	0,002	0,005	
Arsen (As)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	
Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,03	-	-	-	
Kadmium (Cd)terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Kobalt (Co)terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	

Mangan (Mn)terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
Nikel (Ni)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	
Seng (Zn)terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
Tembaga (Cu)terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
Timbal (Pb)terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
Kromiumhekso valen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Minyak danlemak	mg/L	1	1	1	10	
Deterjen total	mg/L	0.2	0.2	0.2	-	
Fenol	vc/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
BHC	vc/L	7	-	-	-	
Aldrin/Dieldrin	vc/L	17	-	-	-	
Chlordane	vc/L	3	-	-	-	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Endrin	ug/L	1	4	4	-	
Heptachlor	ug/L	18	-	-	-	
Lindane	ug/L	56	-	-	-	
Mithoxyclor	ug/L	35	-	-	-	
Toxapan	ug/L	5	-	-	-	
Fecal Coliform	MPN/ 100	100	1,000	2,000	2,000	

	mL					
Total Coliform	MPN/ 100 mL	1,000	5,000	10,00 0	10,00 0	
Toxaphaan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	
Sampah			nihil	nihil	nihil	
RADIOAKTIVITAS						
Gross-A	Bq,lL	0,1	0,1	0.1	0,1	
Gross-B	Bq,lL	1	1	1	1	



**Lampiran 4 : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia
No.492/MENKES/PER/IV/2010**

Tabel 2.2. Stadar Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan lingkungan		
	c. Parameter mikrobiologi		
	3. E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	4. Total Bakteri koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	d. Kimia an-organik		
	9. Arsen	mg/l	0,01
	10. Flourida	mg/l	1,5
	11. Total Kromium	mg/l	0,05
	12. Kadmium	mg/l	0,003
	13. Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	14. Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	15. Sianida	mg/l	0,07
	16. Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	c. Parameter Fisik		
	4 Bau		Tidak ada

	5	Warna	TCU	15
	6	Total Zat Padat Terlarut (TSDS)	Mg/l	500
	7	Kekeruhan	NTU	5
	8	Rasa		Tidak ada
	9	Suhu	°C	Suhu udara $\pm$ 3
	d. Parameter Kimiawi			
	11.	Aluminium	mg/l	0,2
	12.	Besi	mg/l	0,3
	13.	Kesadahan	mg/l	500
	14.	Kholida	mg/l	250
	15.	Mangan	mg/l	0,4
	16.	pH		6,5-8,5
	17.	Seng	mg/l	3
	18.	Sulfat	mg/l	250
	19.	Tembaga	mg/l	2
	20.	Amonia	mg/l	1,5
	PARAMETER TAMBAHAN			
1	KIMIWI			
	c.	Bahan Anorganik	mg/l	
		Air Raksa	mg/l	0,001
		Antimon	mg/l	0,02
		Barium	mg/l	0,7
		Boron	mg/l	0,5
		Molybdeun	mg/l	0,07

	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
d.	Bahan Organik		
	Zat Organik	mg/l	10
	Diterjen	mg/l	0,05
	Chloromethane		
	Carbon Tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlororinade Ethnes		
	1-2 Dichloromethane	mg/l	0,05
	Trichloroethane	mg/l	0,02
	Tetrachloroethane	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 (1,2-Dcb)	mg/l	0,3
	Lin-Lain		
	Di [2- Ethylhexyl)Phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamate	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006
	Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic Acid (NTA)	mg/l	0,2
C.	Pestisida	mg/l	0,02
	Alachor	mg/l	0,01
	Aldicarb	mg/l	0,00003
	Aldin Dan Dieldrin	mg/l	0,002
	Atrazine	mg/l	0,007
	Carbofuran	mg/l	0,0002
	Chloridane	mg/l	0,03
	Chlorotoluron	mg/l	0,001
	Ddt	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-Chloropropene (DBCP)	mg/l	0,03
	2,4 Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D)	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009

	Lindane	mg/l	0,002
	Mcpa	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metholachlor	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
	Chlophenoxy Herbicides Selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-Db	mg/l	0.090
	Dichloprop	mg/l	0,10
	Mecoprop	mg/l	0,009
	2,4,5- Tricholophenoxyetic Acid	mg/l	0,009
e.	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

	Chlophenols		
	2,4,6 – Trichplophenol (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
	Chlorimated Acetic Acids		
	Dichloroacetic Acid	mg/l	0,05
	Chloral Hydate	mg/l	0,02
	Halogenated Acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrilies	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

Lampiran 5: Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian

Table 4.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Harga	Jumlah
1.	<i>Box Styrofoam</i>	Rp.60.000	1x
2.	Jeriken	Rp. 6.000	2x
3.	Aquadest	Rp. 35.000	1x
4.	Trasportasi	Rp. 130.00	4x
5.	Tital Suapended Solid/TSS	Rp. 20.000	2x
6.	Total Dissolved Solids/ TDS	Rp. 20.000	2x
7.	Rasa	Rp. 10.00	2x
8.	Bau	Rp.10.000	2x
9.	Warna	Rp.15.000	2x
10.	Cholrida	Rp. 35.000	2x
11.	Kesadahan total	Rp. 40.000	2x
12.	pH	Rp. 50.000	2x
13.	Suhu	Rp. 10.000	2x
14.	Kekeruhan	Rp. 30.000	2x
15.	Zat Padat Terlarut	Rp. 10.000	2x
16.	Besi	Rp. 25.000	2x
17.	Tembaga	Rp. 25.000	2x
18.	Seng	Rp. 25.000	2x
19.	<i>Total Coliform</i>	Rp.130.000	2x
20.	<i>Escherichia coli</i>	Rp. 90.000	2x
21.	Peminjaman Alat di Laboratorium	Rp. 75.000	1x
Total		Rp. 1.786.000	

**Lampiran 6 : Pedoman Wawancara Kondisi Sistem Pengelolaan Air Minum
IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar**

Nama PDAM :

Alamat :

Nama yang diwawancarai :

NIK :

Jabatan :

Hari/tanggal wawancara :

1. Berapakah jumlah air kapasitas yang pengolahan IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon?
2. Berapakah jumlah pengguna jasa IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon?
3. Apakah kualitas air yang didistribusikan kepada konsumen memenuhi memenuhi baku mutu atau peraturan yang ada?
4. Apakah masih ada dokumen awal perencanaan pada sistem distribusi PDAM Tirta Tawar?
5. Pada sistem pengolahan IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon ini, permasalahan apa saja yang sering terjadi?
6. Ketika musim hujan pengolahan apa saja yang ditambah untuk mengurangi kadar polutan dalam air yang terbawa oleh erosi air hujan?



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922
E-mail: tekniklingkungan@fakultas-raniry.ac.id | Web : www.fst.ar-raniry.ac.id

Nomor : B-023/Un.08/TL/PP.00.9/01/2021
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Observasi Awal

Banda Aceh, 11 Januari 2021

Yth.

Kepala PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

di-

Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan pengajuan Proposal Penelitian Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan Observasi Lapangan untuk keperluan Proposal tugas akhir. Observasi Lapangan akan dilakukan mulai tanggal 11 Januari s/d 15 Februari 2021. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan Observasi :

Nama Mahasiswa : Simahara Yani
NIM : 160702068
Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di IPA
PDAM Tirta Tawar Kota Takengon Terhadap Jumlah
Pelanggan

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,



Nur Alda

Nur Alda

Lampiran 8 : Surat Izin Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922
E-mail: tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id | Web : www.fst.ar-raniry.ac.id

Nomor : B-226/Un.08/TL/PP.00.9/06/2021

Banda Aceh, 02 Juni 2021

Sifat : Biasa

Lampiran : -

Hal : Permohonan Penelitian

Yth.

Direktur PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

di-

Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan akan dilakukannya Penelitian sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan pengujian sampel untuk keperluan penelitian Tugas Akhir. Pengujian sampel akan dilakukan mulai tanggal 07 Juni s/d 30 Juni 2021. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan penelitian :

Nama Mahasiswa : Simahara Yani
NIM : 160702068
Alamat : Ie Masen Kaye Adang
Judul Skripsi : Evaluasi Kualitas Air Bersih pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,
An Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,

Husnawati Yahya

Lampiran 9 : Surat Penetapan Pembimbing



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH Nomor : 263/Un.08/ST/KP.07.6/05/2021

Tentang

PENETAPAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang :
- bahwa untuk kelancaran bimbingan Tugas Akhir mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud,
 - bahwa saudara yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dipandang mampu dan memenuhi syarat untuk melaksanakan tugas sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 tersebut yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan
- Mengingat :
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional,
 - Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi,
 - Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan,
 - Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi,
 - Peraturan Presiden RI Nomor 64 tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,
 - Peraturan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh,
 - Peraturan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh,
 - Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam lingkungan UIN Ar-Raniry,
 - Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 80 Tahun 2020 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2021 di lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
- Memperhatikan : Keputusan Seminar Proposal Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 21 April 2020
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan :
- Kesatu :
- | | |
|--|--|
| Menunjuk Saudara
Aulia Rohendi, M.Sc
Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Untuk Membimbing Tugas Akhir | Sebagai Pembimbing Pertama
Sebagai Pembimbing Kedua |
| Nama : Simahara Yani | |
| NIM : 160702068 | |
| Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kualitas Air Bersih pada IPA Lelabu PDAM Tirta Tawar Kota Takengon | |
- Kedua : Kepada Dosen Pembimbing Tugas Akhir tersebut diberikan honorarium yang dibebankan pada dana DIPA UIN Ar-Raniry Tahun Anggaran 2021 dengan ketentuan
- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| - Pembimbing (Dosen Luar Biasa) | Rp 250.000,-/Mahasiswa |
|---------------------------------|------------------------|
- Ketiga : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 05 Mei 2021
Dekan

Azhar Amsakji

Terselip
1. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh
2. Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk konfirmasi dan dilaksanakan
4. Yang bersangkutan

Lampiran 10 : Surat Telah Selesai Melakukan Penelitian Air Baku di Dinas Lingkungan Hidup dan Keutanan (UPTD Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan)



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
BANDA ACEH, 23114
 Email : lablingk_nada@yahoo.co.id

SERTIFIKAT HASIL UJI
No. 127/SHU/BPPPL/V/2021

Hal 1 dari 1

Tanggal Penerbitan : 28 Mei 2021

K e p a d a : UIN Ar-Raniry
di – Banda Aceh

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Sungai

Kode Sampel : Sungai

L o k a s i : Takengon

Koordinat : N : -
E : -

Tanggal Sampling : 30 April 2021

Tanggal Diterima : 04 Mei 2021

Tanggal Uji : 05 Mei 2021

Selesai Uji : 27 Mei 2021

Sampel diterima dari : SI Maharayani

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji
1	Rasa	Organoleptik	-	-	-	-	Tidak Berasa
2	Bau	Organoleptik	SNI 06 – 6860 – 2002	-	-	-	Tidak Berbau
3	Warna	Spectrofotometri	SNI 6989. 80 : 2011	Unit Pt.Co	15*)	0,05	0,1046
4	Chlorida (Cl)	Titrimetri	SNI 06 – 6989. 19 - 2004	mg/L	300*)	0,46	2,42
5	Kesadahan Total (CaCO ₃)	Titrimetri	SNI 06 – 6989. 12 – 2004	mg/L	-	0,2	26

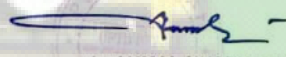
Catatan

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji

*) PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup – Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya Kelas I

**) Batas Deteksi Metoda

KEPALA UPTD BALAI
 PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH



Ir. AKMAL HUSEN, MM
 Pembina Utama Muda (IV/c)
 NIP. 19681207 199503 1 005

Lampiran 11 : Surat Telah Selesai Melakukan Penelitian Air Produksi di Dinas Lingkungan Hidup dan Keutanan (UPTD Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
BANDA ACEH, 23114
 Email : lablingk_nad@yahoo.co.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Hal 1 dari 1

No. 128/SHU/BPPPL/V/2021

Tanggal Penerbitan : 28 Mei 2021

Kepada : UIN Ar-Raniry
 di – Banda Aceh

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Bersih
 Kode Sampel : PDAM
 Lokasi : Takengon
 Koordinat : N : -
 E : -

Tanggal Sampling : 30 April 2021
 Tanggal Diterima : 04 Mei 2021
 Tanggal Uji : 05 Mei 2021
 Selesai Uji : 27 Mei 2021
 Sampel diterima dari : SI Maharayani

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji
1	Rasa	Organoleptik	-	-	-	-	Tidak Berasa
2	Bau	Organoleptik	SNI 06 – 6860 – 2002	-	-	-	Tidak Berbau
3	Warna	Spectrofotometri	SNI 6989. 80 : 2011	Unit Pt.Co	50*)	0,05	<0,05**)
4	Chlorida (Cl)	Titrimetri	SNI 06 – 6989. 19 – 2004	mg/L	300*)	0,46	0,48
5	Kesadahan Total (CaCO ₃)	Titrimetri	SNI 06 – 6989. 12 – 2004	mg/L	-	0,2	68

Catatan

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji

*) PP. RI. No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup – Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya Kelas 2

**) Batas Deteksi Metoda

KEPALA UPTD BALAI
 PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH

Ir. AKMAL HUSEN, MM
 Pembina Utama Muda (IV/c)
 NIP. 19681207 199503 1 005

**Lampiran 12 :Surat Telah Selesai Melakukan pengujian Parameter Besi (Fe)
di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi**



Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syekh Abdul Raul, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

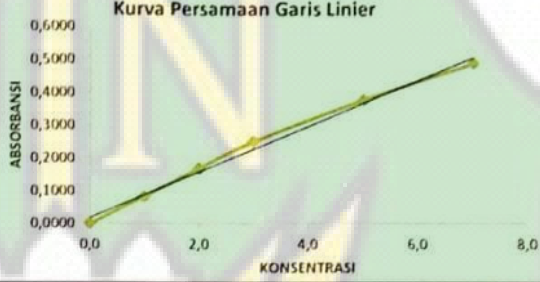
No: B-111/UIN/FST-Lab/PP.19/5/2021
Data Pengukuran Kadar Besi (Fe)

1. Sampel : Air
 2. Metode : SNI 6989.4:2009
 3. Teknik : AAS-Flame
 4. Instrument : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
 5. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Std-1	0,0	0,0000
Std-2	1,0	0,0829
Std-3	2,0	0,1691
Std-4	3,0	0,2508
Std-5	5,0	0,3771
Std-6	7,0	0,4890

Nilai r^2 : 0,9957
 Slope : 0,0699
 Intercept : 0,0186

Kurva Persamaan Garis Linier



6. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 2 mg/L	0,1586	2,0045	1	2,0045	0,32	100,56
2	Std-8 2 mg/L	0,1595	2,0173	1	2,0173	Ok	Ok
3	Std-9 2 mg/L	0,1591	2,0116	1	2,0116		

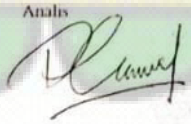
MDL = 0,0016 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 2 mg/L Batas Rec = 85-115 %

7. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	MDL
1	Sampel-1	0,0214	0,0406	1	0,0406	Ok
2	Sampel-2	0,0123	-0,0897	1	-0,0897	< MDL

Darussalam, 06 Mei 2021

Analisis



Rizki Kurniawan, S.Si

Pemeriksa
Ka Lab FST



Hadi Kurniawan, S.Si, M.Si

E:\Ujapan\Ujapan\Analisis\Merit\Ujapan Hasil Up AAS Flame Fe.xls\AAS Flame Cu

Lampiran 13 :Surat Telah Selesai Melakukan pengujian Parameter Tembaga (Cu) di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi



Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

No: B-109/UIN/FST-Lab/PP.19/5/2021

Data Pengukuran Kadar Tembaga (Cu)

1. Sampel : Air
 2. Metode : SNI 6989 6:2009
 3. Teknik : AAS-Flame
 4. Instrument : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
 5. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Std-1	0,0	0,0000
Std-2	1,0	0,1939
Std-3	2,0	0,3377
Std-4	3,0	0,4771
Std-5	5,0	0,7424
Std-6	7,0	0,9670
Nilai r^2	0,9965	
slope	0,1361	
Intercept	0,0447	

Kurva Persamaan Garis Linier



6. Evaluasi Pengukuran

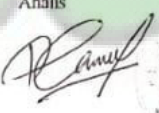
No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 1 mg/L	0,1809	1,0006	1	1,0006	0,64	99,32
2	Std-8 1 mg/L	0,1794	0,9895	1	0,9895	Ok	Ok
3	Std-9 1 mg/L	0,1794	0,9895	1	0,9895		

MDL = 0,0016 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 1 mg/L Batas Rec = 85-115 %

7. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	MDL
1	Sampel-1	0,0006	-0,3242	1	-0,3242	< MDL
2	Sampel-2	0,0010	-0,3213	1	-0,3213	< MDL

Darussalam, 07 Mei 2021

Analisis:  Pemeriksaan: 
 Ka Lab FST

Rizki Kurniawan, S.Si Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.

E:\Jejak si rizki\hasil Analisis\Mei\Lampiran Hasil Uji AAS Flame-Cu.xls\AAS Flame Cu

Lampiran 14 :Surat Telah Selesai Melakukan pengujian Parameter Seng (Zn) di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi



Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

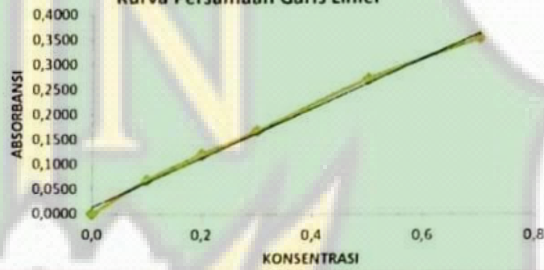
No: B-110/UIN/FST-Lab/PP.19/5/2021

Data Pengukuran Kadar Seng (Zn)

- Sampel : Air
- Metode : SNI 6989.7.2009
- Teknik : AAS-Flame
- Instrumen : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
- Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Std-1	0,0	0,0000
Std-2	0,1	0,0681
Std-3	0,2	0,1208
Std-4	0,3	0,1680
Std-5	0,5	0,2718
Std-6	0,7	0,3530
Nilai r^2	0,9973	
slope	0,4996	
Intercept	0,0137	

Kurva Persamaan Garis Linier



- Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	Ip	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 0,3 mg/L	0,1602	0,2932	1	0,2932	0,34	97,34
2	Std-8 0,3 mg/L	0,1594	0,2916	1	0,2916	Ok	Ok
3	Std-9 0,3 mg/L	0,1593	0,2914	1	0,2914		

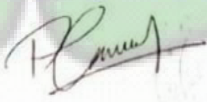
MDL = 0,0016 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 0 mg/L Batas Rec = 85-115 %

- Pengukuran Sampel

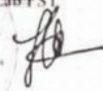
No	Sampel	Abs (nm)	Kons (mg/L)	Ip	Hasil (mg/L)	MDL
1	Sampel-1	0,0016	-0,0243	1	-0,0243	< MDL
2	Sampel-2	0,0123	-0,0029	1	-0,0029	< MDL

Darussalam, 07 Mei 2021

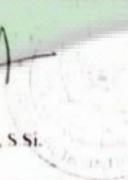
Analisis


 Rizki Kurniawan, S Si.

Pemeriksa


 Hadi Kurniawan, S Si., M Si

Ka Lab FST



E:\Ujias\ar-raniry\hasil Analisis\Met(Laboratorium Hasil Uj AAS Flame Zn.xls)AAS Flame Zn

Lampiran 15 : Surat Telah Selesai Melakukan Pengujian Parameter Biologi pada Air Baku di Laboratorium Teknik Kimia



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltptk@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI
Nomor: 124/JTK-USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Simahara Yani
Alamat Pelanggan : Je Masen Kaye Adang-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 28 Juni 2021
Jenis Contoh Uji : Air Baku
Tanggal di Analisa : 30 Juni 2021 s/d 2 Juli 2021
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Pertindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Analisa	Ket.
1.	Biologi				
1.	Total Koliform	Jml/100 ml	1.000	3,0	
2.	E-Coli	Jml/100 ml	100	38	

*) Baku Mutu Air Nasional Kelas I Baku Mutu Air Sungai dan Air Tanah

30 Juni 2021

 Dr. H. H. H. H. H., S.T., M.Eng.
 Koordinator Laboratorium
 199802 1001

AR-RANIRY

Lampiran 16 : Surat Telah Selesai Melakukan Pengujian Parameter Biologi pada Produksi di Laboratorium Teknik Kimia



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpk1@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 125/JTK-USK/LTPKU/2021

Nama Pelanggan : Simahara Yani
Alamat Pelanggan : Ie Masen Kaye Adang-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 28 Juni 2021
Jenis Contoh Uji : Air Produksi
Tanggal di Analisa : 30 Juni 2021 s/d 2 Juli 2021
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Analisa	Ket.
I.	Biologi				
1.	Total Koliform	Jml/100 ml	1.000	3,0	
2.	E-Coli	Jml/100 ml	100	3,0	

*J) Baku Mutu Air Nasional Kelas 1 Baku Mutu Air Sungai dan Air Tanah



Lampiran 17 :Foto-Foto Penelitian



