

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA)  
TANGAN-TANGAN PDAM GUNONG KILA KABUPATEN  
ACEH BARAT DAYA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**MIRZA ANDREAN  
NIM. 160702103  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



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

EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA) TANGAN-  
TANGAN PDAM GUNONG KILA KABUPATEN ACEH BARAT DAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar – Raniry Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Prodi Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

**MIRZA ANDREAN**  
**NIM.160702103**  
**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan**  
**Fakultas Sains dan Teknologi**  
**Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Banda Aceh**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



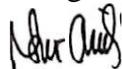
**Andian Aristia Anas, S.T., M.Sc.**  
**NIDN. 2022108701**

Pembimbing II,



**Aulia Rohendi, S.T., M.Sc**  
**NIDN. 2010048202**

Ketua Program Studi,



**Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.**  
**NIP. 198912132014031002**

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA) TANGAN-  
TANGAN PDAM GUNONG KILA KABUPATEN ACEH BARAT DAYA**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: **Senin/19 Juli 2021**

**Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi**

Ketua,



**Andian Aristia Anas, M.Sc**  
**NIDN. 2022108701**

Sekretaris,



**Aulia Rohendi, M.Sc.**  
**NIDN. 2010048202**

Penguji I,



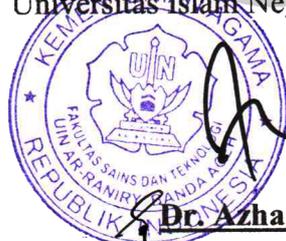
**Ir. Yeggi Darnas, M.T**  
**NIP. 19790620 201403 2 001**

Penguji II,



**Teuku Muhammad Ashari, M.Sc**  
**NIP. 19830202 201503 1 002**

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 di bawah ini:

Nama : Mirza Andrean  
NIM : 160702103  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Tangan-  
Tangan PDAM Gunong Kila Kabupaten Aceh Barat  
Daya

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi 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 adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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, 1 Juli 2021

Yang Menyatakan,



Mirza Andrean

NIM. 160702103

## ABSTRAK

Nama : Mirza Andrean  
NIM : 160702103  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA)  
Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila Kabupaten Aceh  
Barat Daya  
Tanggal Sidang : 2021  
Jumlah Halaman : 55  
Pembimbing I : Andian Aristia Anas, S.T., M.Sc  
Pembimbing II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
Kata Kunci : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air, Sungai Di Kila, Unit  
Filtrasi, Kualitas Air, PDAM Gunong Kila.

Kabupaten Aceh Barat Daya merupakan daerah dengan laju pembangunan yang cukup pesat, sehingga perlu pemenuhan air bersih yang optimal untuk memenuhi tingkat kebutuhan penduduk. Kebutuhan air di Kabupaten Aceh Barat Daya dilayani oleh PDAM Gunong Kila. Seluruh sistem penyediaan air bersih di kabupaten aceh barat daya berasal dari sungai Di Kila. Tingkat pelayanan penduduk di PDAM Gunong Kila masih di bawah kriteria ideal. Pengelolaan PDAM yang kurang optimal, diperkirakan akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air olahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap instalasi pengolahan air tersebut guna meningkatkan kinerja PDAM Gunong Kila. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, tinjauan langsung, wawancara, dan studi pustaka. Dari hasil evaluasi, masih terdapat beberapa instalasi pengolahan air PDAM Gunong Kila yang belum sesuai dengan baku mutu. Perlu dilakukan perluasan dimensi terutama pada unit filtrasi, agar pengolahannya lebih optimal. Kualitas air baku dan air yang dihasilkan PDAM Gunong Kila cukup baik, sehingga tidak terlalu buruk untuk kebutuhan masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya.

## ABSTRACT

Name : Mirza Andean  
Student ID : 160702103  
Number :  
Department : *Environmental Engineering*  
Title : *Water Treatment Plant Evaluation of PDAM Gunong Kila Southwest Aceh Regency*  
Date of Session : 2021  
Number of pages : 55  
Advisor I : Andian Aristia Anas, S.T., M.Sc  
Advisor II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
Keywords : *Water treatment plant evaluation, Di Kila river, filtration unit, water quality, PDAM Gunong Kila.*

*Southwest Aceh Regency is an area with a fairly rapid development rate, so it is necessary to fulfill optimal clean water to meet the level of population needs. Water needs in Southwest Aceh Regency are served by PDAM Gunong Kila. The entire water supply system in southwestern aceh district comes from the Di Kila river. The service level of the population at PDAM Gunong Kila is still below the ideal criteria. PDAM management that is less than optimal, is expected to affect the quality and quantity of treated water. Therefore, it is necessary to evaluate the water treatment plant in order to improve the performance of PDAM Gunong Kila. The methods used in this research are quantitative methods, direct reviews, interviews, and literature studies. From the results of the evaluation, there are still some water treatment installations of PDAM Gunong Kila that are not in accordance with quality standards. It is necessary to expand the dimensions, especially in the filtration unit, so that the processing is more optimal. The quality of raw water and water produced by PDAM Gunong Kila is quite good, so it is not too bad for the needs of the people in Southwest Aceh Regency.*

AR - RANIRY

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai *hudan lin naas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil'alam* (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama Al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Selama persiapan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Eddy Mihardi. S dan Ibunda Nyakjah yang tanpa lelah mendukung dan memberi doa bagi penulis agar dapat menjalani kehidupan ini lebih baik lagi.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar- Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Andian Aristia Anas, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dari awal sampai akhir.
5. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dari awal sampai akhir.
6. Seluruh dosen-dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memotivasi dan mengajari penulis tentang hebatnya ilmu teknik lingkungan.
7. Siti Aisa Bahilma yang tanpa lelah mendukung sepanjang waktu.

8. Satrio Budi Yanto, Andreansyah, Wawan Setiawan, Ricki Ardiansyah, Harun Ronaldo, Kaisar Hidayat dan seluruh teman-teman Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2016.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, 1 Juli 2021

Penulis,

**Mirza Andrean**



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Air .....	5
2.2 Sumber Air Bersih .....	5
2.3 Kualitas Air Minum .....	6
2.4 Sistem Pengolahan Air Minum .....	11
2.5 Unit Pengolahan Air Minum .....	12
2.5.1 Bangunan Penangkap Air ( <i>Intake</i> ) .....	12
2.5.2 Bak Penenang .....	13
2.5.3 Koagulasi .....	14
2.5.4 Flokulasi .....	15
2.5.5 Sedimentasi.....	16
2.5.6 Filtrasi .....	18
2.5.7 Desinfektasi .....	20
2.5.8 Reservoir.....	20

2.6 IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.....	21
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Metode Penelitian .....	25
3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.2 Jenis Data Penelitian .....	26
3.2.1 Data Primer .....	26
3.2.2 Data Sekunder.....	26
3.3 Tahapan Penelitian .....	27
3.4 Pengambilan Sampel Air.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Kondisi Eksisting IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila .....	31
4.1.1 Bangunan Penangkap Air ( <i>intake</i> ).....	32
4.1.2 Bak Sedimentasi .....	34
4.1.3 Pulsator .....	38
4.1.4 Bak Filtrasi.....	41
4.1.5 Reservoir.....	46
4.2 Kualitas Air IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.....	48
4.3 Optimalisasi Unit Filtrasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.....	50
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR GAMBAR

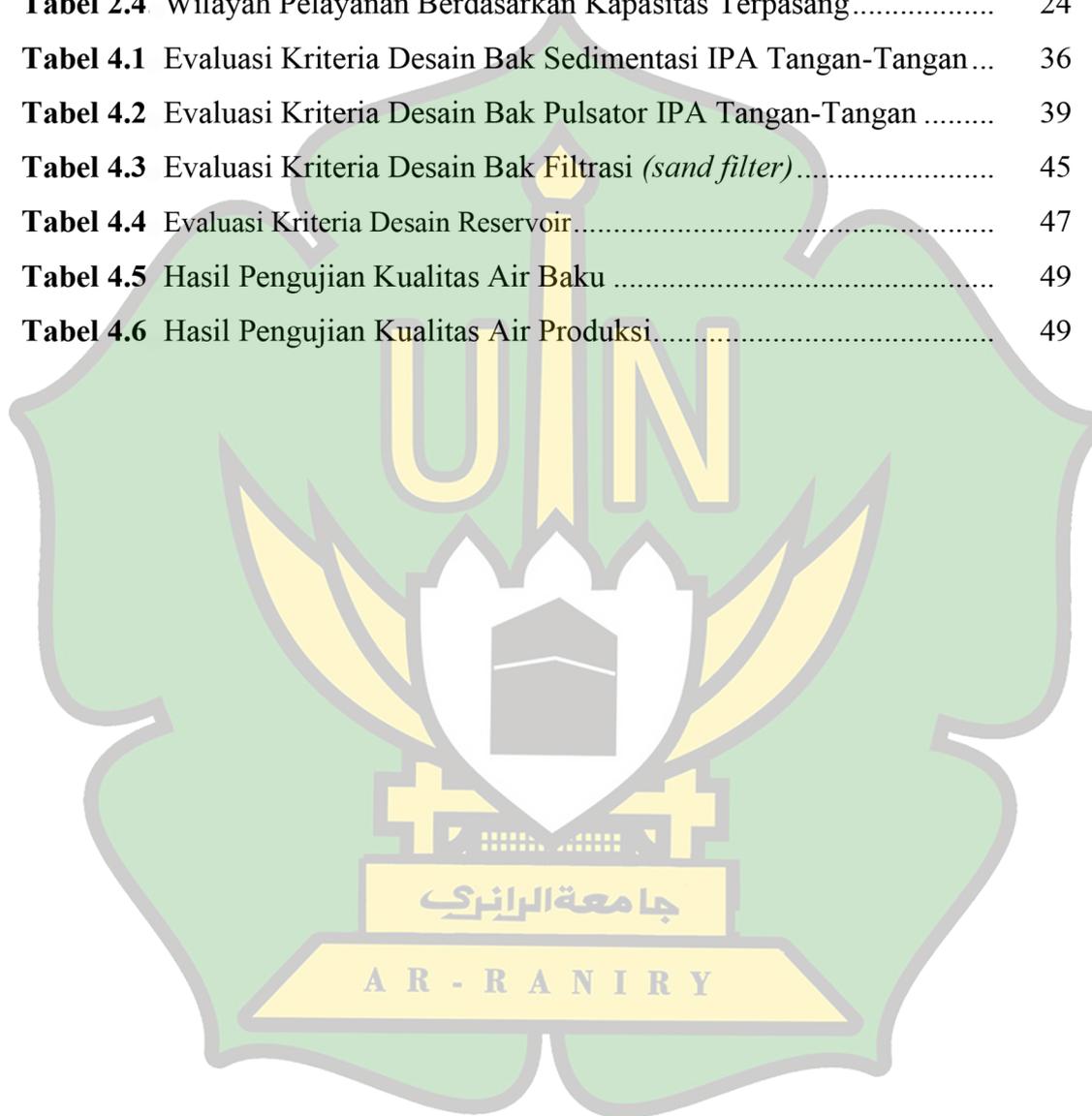
<b>Gambar 2.1</b>	Siklus hidrologi.....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Skema pengolahan air minum .....	12
<b>Gambar 3.1.</b>	Lokasi penelitian.....	26
<b>Gambar 3.2</b>	Alur penelitian .....	28
<b>Gambar 4.1</b>	Proses Pengolahan Air Pada IPA PDAM Gunong Kila .....	32
<b>Gambar 4.2</b>	Bangunan <i>Intake</i> IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila....	33
<b>Gambar 4.3</b>	Desain <i>Intake</i> .....	33
<b>Gambar 4.4</b>	Bak Sedimentasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila ....	35
<b>Gambar 4.5</b>	Desain Sedimentasi.....	38
<b>Gambar 4.6</b>	Pulsator IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila .....	39
<b>Gambar 4.7</b>	Desain Pulsator .....	41
<b>Gambar 4.8</b>	Bak Filtrasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila .....	42
<b>Gambar 4.9</b>	Desain Bak Filtrasi .....	44
<b>Gambar 4.10</b>	Reservoir IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.....	46
<b>Gambar 4.11</b>	Desain Reservoir.....	47
<b>Gambar 4.12</b>	Desain Optimalisasi Unit Filtrasi .....	51

جامعة الرانري

AR - RANIRY

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Suhu Untuk Masing-Masing Golongan Air .....	9
<b>Tabel 2.2</b> Karakteristik Media Filter .....	19
<b>Tabel 2.3</b> Data Sumber Air PDAM Gunong Kila .....	23
<b>Tabel 2.4</b> Wilayah Pelayanan Berdasarkan Kapasitas Terpasang .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Evaluasi Kriteria Desain Bak Sedimentasi IPA Tangan-Tangan...	36
<b>Tabel 4.2</b> Evaluasi Kriteria Desain Bak Pulsator IPA Tangan-Tangan .....	39
<b>Tabel 4.3</b> Evaluasi Kriteria Desain Bak Filtrasi ( <i>sand filter</i> ) .....	45
<b>Tabel 4.4</b> Evaluasi Kriteria Desain Reservoir .....	47
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Kualitas Air Baku .....	49
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi .....	49



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air ialah salah satu faktor penting dalam penentuan kebutuhan manusia. Keberadaan air di muka bumi ini sangat berlimpah, mulai dari sungai, mata air, danau, waduk, laut hingga samudra. Sekalipun demikian, manusia tidak seluruhnya dapat memanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satunya adalah kebutuhan air bersih dan air minum (Bhaskoro, 2018).

Ketersediaan air di muka bumi dipengaruhi oleh siklus hidrologinya. Air di bumi berjumlah konstan yang tidak dapat diciptakan atau dirusak dari siklus hidrologinya. Yang menjadi permasalahannya ialah siklus air yang ada di bumi tidak merata dikarenakan berbedanya curah hujan tiap tahun dan tiap musim, tekanan atmosfer, berbeda suhu, angin dan topografi dari suatu wilayah. Hal ini menyebabkan permasalahan jika jumlah air berlebih maka akan terjadi banjir, dan jika jumlah air berkurang maka akan menyebabkan kekeringan (Sosrodarsono, 2003).

Pemanfaatan air sebagai air bersih dan air minum, tidak bisa dilakukan begitu saja, tetapi sebelumnya harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan dilakukan dengan tujuan agar air tersebut memenuhi standar sebagai air bersih dan air minum. Faktor kualitas air baku sangat menentukan kemampuan pengolahan. Faktor-faktor kualitas air baku tersebut meliputi kekeruhan, warna, kandungan logam, pH, kandungan zat-zat kimia, dan lain-lainnya. Agar berjalannya proses pengolahan tersebut, maka dibutuhkan suatu Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang diharapkan memenuhi kualitas dan kuantitas yang diinginkan (Gustinawati, 2018). Sistem di suatu Instalasi Pengolahan Air (IPA) diakui kehandalannya apabila dilihat dari 3 hal, yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas air yang dihasilkan. Ketiga kondisi tersebut bisa diperoleh apabila terpenuhinya persyaratan kondisi teknis dan non teknis.

Di Indonesia, pemenuhan kebutuhan air dilayani oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Menurut data dari Laporan Kinerja PDAM, (BPPSPAM,

2019), total seluruh PDAM yang ada di Indonesia yaitu sebanyak 380 PDAM, sedangkan PDAM yang dalam keadaan sehat atau berfungsi dengan baik berada di angka 58,9% atau 224 PDAM dan 156 PDAM yang berada dalam keadaan kurang sehat atau tidak berfungsi dengan baik. Pada dasarnya, PDAM tidak hanya melayani masyarakat untuk mengalirkan air saja, namun juga harus memperhatikan kualitas air yang didistribusikan ke masyarakat.

Salah satu PDAM yang tergolong kurang sehat ialah PDAM Gunong Kila khususnya IPA Tangan-Tangan, yang terletak di Desa Bineh Krueng Kecamatan Tangan-Tangan Kabupaten Aceh Barat Daya. IPA Tangan-Tangan sendiri melayani Kecamatan Tangan-Tangan meliputi 7 Desa, yaitu Desa Bineh Krueng, Padang Bak Jeumpa, Gunong Cut, Mesjid, Blang Padang, Kuta Bak Drien dan Adan. Instalasi IPA Tangan-Tangan memiliki debit 10 L/dtk, serta sumber air baku yang digunakan untuk pengolahan air minum di PDAM Gunong Kila sendiri umumnya berasal dari sungai Ie Dikila dan sungai Pucok Krueng yang mana sungai tersebut dipengaruhi oleh iklim, lingkungan dan cuaca yang bisa berubah-ubah setiap waktu sehingga kualitas air permukaan ini bisa berubah akibat terjadi pencemaran di alirannya.

PDAM Gunong Kila memiliki 5 Instalasi Pengolahan Air, di antaranya IPA Babahrot, IPA Jeumpa, IPA Blangpidie, IPA Tangan-Tangan dan IPA Lembah Sabil. PDAM Gunong Kila membutuhkan pasokan air yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya. Berdasarkan data dari PDAM Gunong Kila (2020), kondisi mesin/unit pengolahan air di PDAM Gunong Kila IPA Tangan-Tangan sedang mengalami *idle capacity*, yaitu menganggurnya kapasitas mesin pengolahan air dikarenakan debit air dari sumber air baku yaitu Sungai Di Kila mengalami penyusutan akibat musim kemarau. PDAM Gunong Kila melakukan pengolahan dengan sistem *full gravitation* yaitu tidak menggunakan pompa listrik, melainkan langsung dari sumber air dengan memakai pipa transmisi. Menurut data rincian produksi air minum tahun 2019 di PDAM Gunong Kila, kapasitas produksi menganggur yaitu 951.480,00 m<sup>3</sup> atau sekitar 30,17 L/dtk yang mana jika tidak terjadinya kapasitas menganggur, maka

jumlah produksi air di PDAM Gunong Kila bisa bertambah sehingga kebutuhan air untuk masyarakat dapat terpenuhi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM TANGAN-TANGAN KABUPATEN ACEH BARAT DAYA.**

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting operasional IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila?
2. Bagaimana kualitas air hasil pengolahan IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi eksisting operasional IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.
2. Untuk mengetahui kualitas air hasil pengolahan IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

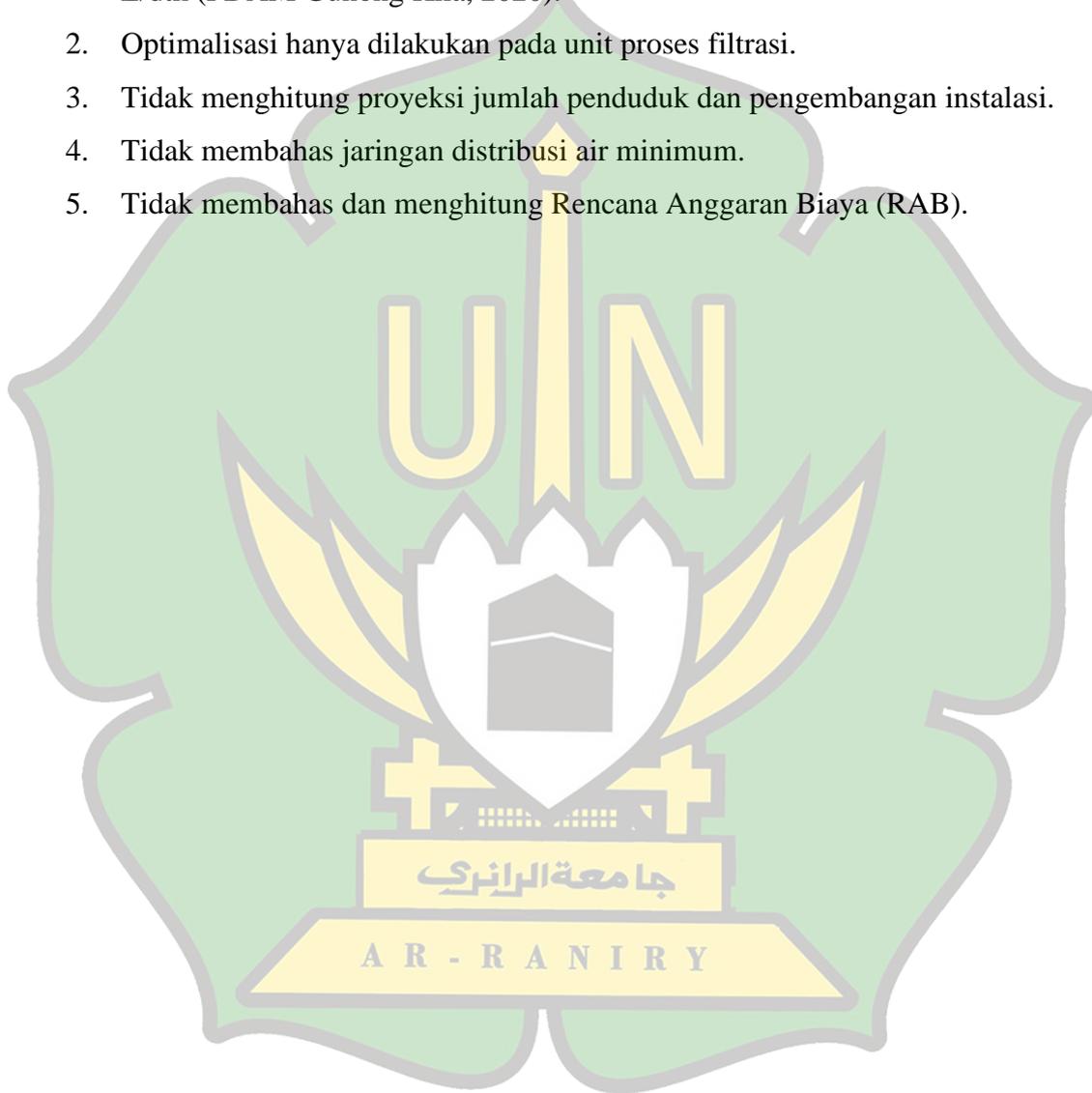
Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja IPA - Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila untuk meningkatkan produktivitasnya dari segi kualitas maupun kuantitas dari air produksinya.
2. Menjadi masukan atau saran untuk pengembangan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila sehingga pelayanan dan kebutuhan masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya selalu terpenuhi.

### 1.5. Batasan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal, sebagai berikut:

1. Evaluasi dilakukan terhadap kinerja unit proses filtrasi pada kondisi eksisting di Instalasi Pengolahan Air Tangan-Tangan dengan kapasitas produksi 10 L/dtk (PDAM Gunong Kila, 2020).
2. Optimalisasi hanya dilakukan pada unit proses filtrasi.
3. Tidak menghitung proyeksi jumlah penduduk dan pengembangan instalasi.
4. Tidak membahas jaringan distribusi air minimum.
5. Tidak membahas dan menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Air**

Air merupakan unsur yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, fungsi ini tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya. Untuk kebutuhan hidup manusia, air memegang peranan penting, sehingga tidak dapat digantikan oleh zat atau senyawa yang lain. Tubuh manusia sendiri mengandung 65% air, jika kehilangan banyak air dari tubuh, akibat terburuknya adalah kematian. Selain untuk konsumsi, manusia juga memanfaatkan air untuk mencuci, mandi, pertanian, industri, dan lain sebagainya (Saputri, 2011).

Untuk menyediakan air bersih yang memenuhi kebutuhan manusia harus terpenuhi empat konsep dasar, yaitu kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan ekonomi. Dari aspek kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan, terutama air minum sedangkan dari aspek kontinuitas, air harus selalu ada atau tersedia, dan dari aspek ekonomi, harga air harus terjangkau oleh semua orang agar kebutuhan air dapat terpenuhi tanpa terkecuali (Saputri, 2011).

#### **2.2. Sumber Air bersih**

Menurut Darmasetiawan (2004), manusia tidak dapat lepas dari sumber air dalam hal penyediaan air bersih. Secara garis besar air yang tersedia di bumi adalah: air hujan, air permukaan (air sungai, air danau, mata air), air tanah dan air laut. Terdapat hubungan timbal balik antara keempat jenis air baku tersebut, yaitu sambungan tidak terputus yang disebut dengan siklus hidrologi. Pada dasarnya jumlah air di bumi adalah konstan, tetapi berputar dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Siklus hidrologi

*Sumber: Wismarini, T. D., & Ningsih, D. H. U. (2010)*

### 2.3. Kualitas Air Minum

Pada dasarnya air acap kali mengandung polutan. Bahkan jika tetesan hujan jatuh dari langit, mereka selalu tercemar oleh karbon dioksida dan debu. Tentu saja, air permukaan biasanya menjadi sumber air minum mentah (Mukono, 2002). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang mengatur tentang standar kualitas sanitasi lingkungan dan persyaratan sanitasi lingkungan, persyaratan sanitasi air untuk kolam renang, hidrosol, dan pemandian umum, menetapkan bahwa standarisasi kualitas air minum itu sendiri dikhususkan untuk kebutuhan hidup manusia dan tidak mengganggu kesehatan. Dan nilai estetikanya dapat diterima, dan tidak akan merusak sarana penyediaan air bersih itu sendiri. Air permukaan sendiri berasal dari danau, sungai, waduk, mata air, dan saluran pengairan. Sebagian besar zat pencemar pada air permukaan berasal dari limbah industri dan limbah rumah tangga.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 golongan, yaitu :

### 1. Golongan I

Air yang dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau dipergunakan untuk yang lainnya yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### 2. Golongan II

Air dengan nama tersebut dapat digunakan untuk sarana/prasarana rekreasi air, budi daya ikan air tawar, air irigasi, peternakan, dan atau air lain yang namanya memerlukan kualitas yang sama dengan air yang digunakan.

### 3. Golongan III

Peruntukannya digunakan sebagai air pembibitan ikan air tawar, untuk mengairi tanaman, peternakan, dan atau penggunaan lain yang membutuhkan kualitas air yang sama dengan penggunaan di atas.

### 4. Golongan IV

Air yang di peruntukan untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berlandaskan peraturan pemerintah, kualitas air yang tergolong kategori pertama dapat digunakan sebagai air baku air minum, beberapa parameter yang harus diperhatikan seperti parameter fisika, kimia dan biologi. Dalam parameter fisika, elemen-elemen yang paling diperhatikan yaitu turbiditas, padatan terlarut, warna dan suhu. Dalam parameter kimia, elemen yang paling diperhatikan yaitu pH, sulfida, senyawa organik (seperti senyawa logam), dll. Sedangkan dalam parameter biologi, elemen yang harus diperhatikan adalah *coliform* (Effendi, 2003).

Demi membentuk kualitas air yang akan dikonsumsi memenuhi persyaratan sanitasi yang dikeluarkan oleh pemerintah, seperti PERMENKES 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Sebagaimana tercantum dalam regulasi air minum. Beberapa deskripsi parameter kualitas air bersih akan dibahas di bawah ini:

### 1. Kekeruhan

Mahida (1986) mengemukakan bahwa kekeruhan dalam air cenderung dipengaruhi oleh partikel tersuspensi seperti lumpur, tanah liat, bakteri, plankton, bahan organik terlarut dan organisme lain. Nilai kekeruhan yang tinggi juga akan mempersulit proses filtrasi dan akan menurunkan efisiensi desinfeksi dalam proses penjernihan air. Kekeruhan sangat erat kaitannya dengan nilai TDS di dalam air, nilai kekeruhan semakin tinggi jika nilai TDS juga tinggi di air. Akibat kekeruhan tersebut, sinar matahari tidak bisa masuk ke dalam air sehingga mengganggu proses fotosintesis sehingga mengganggu vegetasi lain di dalam air. Sedangkan turbiditas diukur dengan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) (Effendi, 2003).

### 2. Warna

Warna air dapat disebabkan oleh adanya bahan organik (adanya plankton atau humus) dan bahan anorganik (seperti ion logam hitam dan mangan). Terdapatnya bahan anorganik (besi) dapat menyebabkan air menjadi merah, sedangkan oksida mangan dapat menyebabkan air menjadi cokelat atau hitam. Kalsium karbonat dari daerah berkapur juga akan membuat air menjadi hijau. Zat organik seperti tanin dan lignin hasil pelapukan tumbuhan mati membuat air menjadi cokelat (Effendi, 2003). Selain itu, berubahnya warna air biasanya disebabkan oleh partikel koloid yang bermuatan negatif, oleh karena itu koagulan bermuatan positif seperti aluminium dan besi sangat diperlukan dalam pemurnian warna air (Gabriel, 2001).

### 3. Bau

Hidrogen sulfida dan senyawa organik merupakan sumber bau yang paling utama saat terjadinya proses dekomposisi anaerobik. Selain menimbulkan keluhan, bau juga dapat mengindikasikan adanya gas beracun atau kondisi anaerobik di dalam peralatan, yang dapat merugikan kesehatan atau mempengaruhi lingkungan sekitar (Vanatta, 2000). Metode sensorik langsung merupakan cara yang digunakan untuk mengukur bau dengan tahapan membandingkan tiap sampel bau yang memiliki dua indikator bau sebagai batasan

evaluasi. Air murni merupakan indikator pertama, dan air asam merupakan indikator kedua. Pemantauan sampel dilakukan selama 6 hari dalam wadah tertutup guna mengetahui indikator perubahan bau. Sampel dipantau untuk pemeriksaan bau pada hari pertama dan keenam (Nicolay, 2006).

#### 4. Suhu

Suhu normal atau suhu yang sesuai dengan kondisi setempat merupakan yang diizinkan untuk air minum. Suhu untuk masing-masing golongan (selaras dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup) bisa dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Suhu untuk masing-masing golongan air

Golongan Air	Syarat Suhu Air
Satu	Suhu Udara $\pm 3$ °C
Dua	Suhu Udara $\pm 3$ °C
Tiga	Suhu Udara $\pm 3$ °C
Empat	Suhu Udara $\pm 5$ °C

(Sumber: PP No. 22 Tahun 2021)

Di beberapa industri, air dengan suhu yang tinggi diperlukan sehingga air yang suhunya tinggi biasanya berasal dari limbah industri. Jika limbah industri dengan suhu yang berlebihan dapat ditampung, ekosistem sungai dapat rusak. Penyebab matinya mikrobiologi yang mendukung proses penguraian zat-zat yang mencemari air juga dikarenakan oleh suhu air yang terlampau tinggi (Hadi, 2007).

#### 5. Kandungan Besi (Fe)

Besi terdapat di tanah dan batuan, terutama di oksida besi tidak larut ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Dalam beberapa kasus, bentuknya adalah besi karbonat ( $\text{FeCO}_3$ ), yang sedikit larut dalam air. Air tanah mengandung karbon dioksida yang tinggi, sehingga  $\text{FeCO}_3$  dapat larut dalam air. Saat bersentuhan dengan udara, air yang mengandung besi akan melarutkan oksigen di udara dan membuat air menjadi keruh, sehingga mengurangi estetika air. Hal ini karena besi teroksidasi menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  dalam bentuk koloid (Kusnaedi, 2010).

#### 6. Derajat Keasaman (pH)

Skala yang digunakan untuk menjelaskan kondisi basa atau asam dengan mengukur konsentrasi ion hidrogen atau aktivitas ion hidrogen adalah pH. Pengukuran pH sangat penting untuk penyediaan air minum, misalnya pada saat kondensasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air dan pengendalian korosi. Nilai pH yang tinggi membuat air menjadi basa, yang membuat air terasa seperti air kapur, dan akan ada gumpalan putih halus di dalam air, yang lama-kelamaan akan mengendap, yang tidak baik untuk diminum. Sedangkan pH yang rendah akan menyebabkan air menjadi asam dan peka terhadap senyawa logam, yang akan menyebabkan korosi/karat pada pipa. Dalam hal ini air tidak layak untuk diminum karena berbahaya bagi kesehatan (Effendi, 2003).

#### 7. Zat Organik

Alga menghasilkan bahan organik, yang menguraikan mikroorganisme (organisme mati), humus dan feses dalam proses dekomposisi. Dampak terhadap kenyamanan air menyebabkan rasa dan bau yang tidak sedap, dan korosi pada sistem perpipaan juga akan menyebabkan korosi (Effendi, 2003).

#### 8. Mangan (Mn)

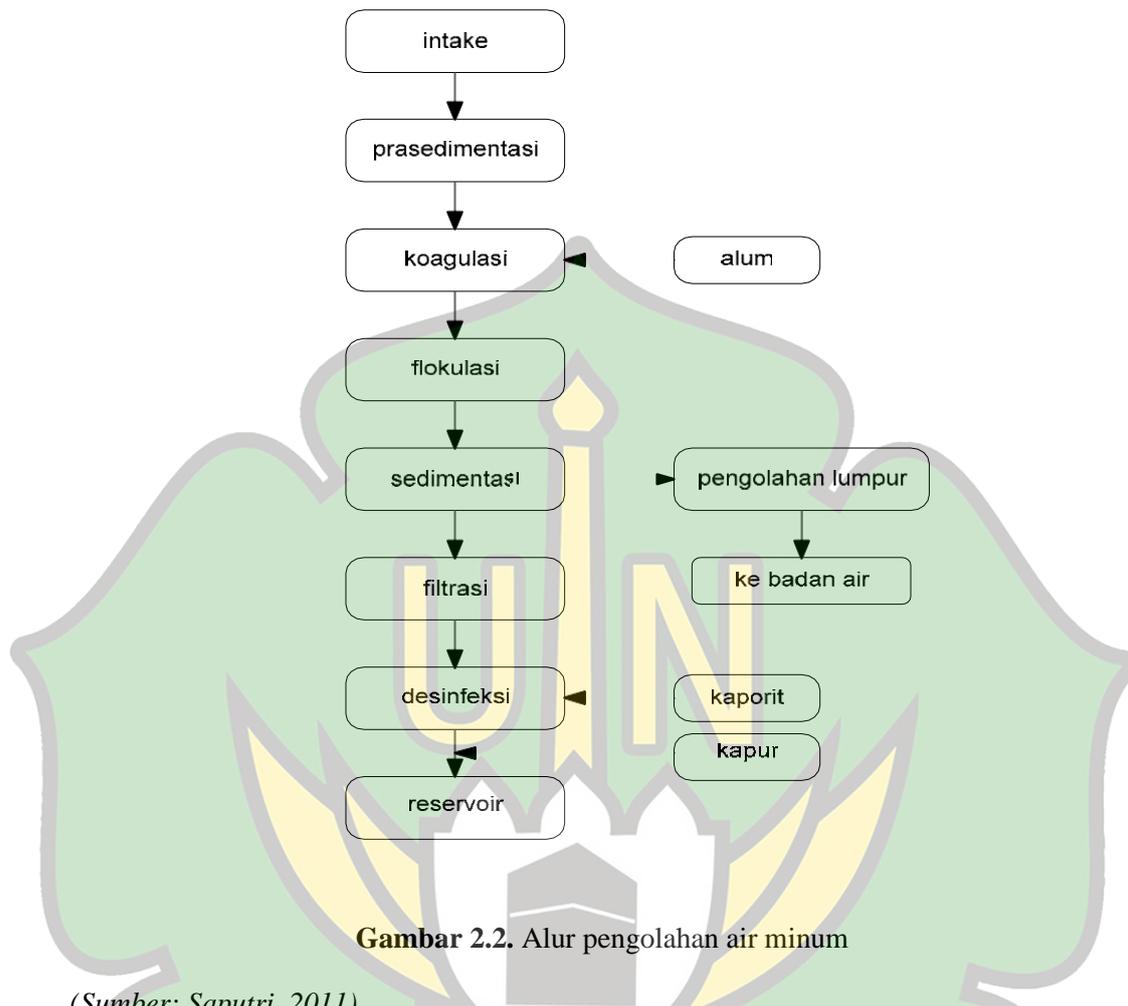
Mangan di tanah ada dalam bentuk  $MnO_2$  dan tidak larut dalam air dengan  $CO_2$  tinggi. Air yang mengandung mangan dapat menghasilkan rasa dan bau logam, menimbulkan noda pada pakaian yang dicuci, dan menyebabkan endapan serta korosi pada pipa. Kandungan mangan di dalam air berupa mangan bikarbonat. Untuk memasukkan bikarbonat mangan ini, klorin biasanya ditambahkan sebagai desinfektan. Oleh karena itu, jumlah desinfektan sangat dipengaruhi oleh kandungan mangan bikarbonat (Said, 2005).

#### 2.4. Sistem Pengolahan Air Minum

Sistem pengolahan air minum secara garis besar dapat diartikan juga sebagai sistem yang menggabungkan beberapa pengolahan, diantaranya; koagulasi, sedimentasi, flokulasi, filtrasi dan desinfeksi, serta dilengkapi dengan kontrol proses dan alat ukur yang diperlukan. Terlepas dari kondisi lingkungan dan cuaca, desain perangkat harus menghasilkan air yang sesuai untuk konsumsi publik. Selain itu, sistem-sistem pada perangkat yang ingin dirancang harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama dan tentunya ekonomis dari segi biayanya (Novitasari, 2013).

Menurut Novitasari (2013), cara pengolahan air baku agar menjadi air minum yang sesuai dengan standar baku mutu maka diperlukan suatu sistem pengolahan air minum. Sumber air baku yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas tingkat pengolahan air minum. Air baku bersumber dari air tanah dan air permukaan. Biasanya air permukaan memiliki turbiditas yang cukup tinggi dan kemungkinan besar terkontaminasi karena mikroorganisme. Untuk air baku yang bersumber dari air permukaan, unit filtrasi nyaris tetap dibutuhkan. Pada saat yang sama, air tanah seringkali tidak tercemar dan memiliki lebih sedikit zat padat tersuspensi. Namun, gas terlarut dan kekerasannya (ion kalsium dan magnesium) yang ada di air tanah harus dihilangkan.

Selain pemanfaatan air tanah dangkal yang banyak digunakan, pemanfaatan air tanah dalam juga merugikan masyarakat sekitar, sehingga tidak memungkinkan lagi untuk mengekstraksi air tanah sebagai air baku secara besar-besaran. Penggunaan air tanah secara besar-besaran juga dapat menyebabkan rongga di tanah. Ruang kosong atau rongga di dalam tanah ini amat sensitif terhadap getaran tanah yang dapat menyebabkan terjadinya longsor. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penggalian air sangat ditekankan guna meningkatkan kualitas air permukaan (Saputri, 2011). Secara umum, proses penggunaan air baku dari air permukaan untuk pengolahan air minum ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Alur pengolahan air minum

(Sumber: Saputri, 2011)

## 2.5. Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

### 2.5.1. Bangunan Penangkap Air (*Intake*)

Anrianisa (2015) mengemukakan bahwa *intake* adalah suatu bangunan yang digunakan untuk menampung atau menangkap air baku dari suatu sumber air sehingga air baku tersebut dapat ditampung dalam suatu wadah untuk diolah lebih lanjut. Fungsi *intake* adalah:

1. Menyaring benda-benda kasar melalui *bar screen*.
2. Air baku yang diambil sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan guna menjaga keberlangsungan penyediaan dan air dari sumber.

3. Air yang diambil dari sumber dikumpulkan guna menjaga volume debit air yang diperlukan oleh instalasi.
4. Bangunan ini terdapat juga pintu air, *screen* dan pipa pembawa.

Rumus-rumus serta kriteria desain yang digunakan dalam melakukan perhitungan di *intake* ialah:

Kecepatan aliran pada saringan kasar:

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

Dimana: v= kecepatan aliran (m/s)

Q= debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

A= luas bukaan (m<sup>2</sup>)

Kecepatan aliran pada saringan halus:

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

Dimana: v= kecepatan aliran (m/s)

Q= debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

A= luas saringan (m<sup>2</sup>)

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

Kriteria desain Unit *Intake* (SNI 6774-2008)

Kecepatan aliran pada saringan kasar	< 0,08 m/s
Kecepatan aliran pada pintu <i>intake</i>	< 0,08 m/s
Kecepatan aliran pada saringan halus	< 0,2 m/s
Lebar bukaan saringan kasar	5-8 cm
Lebar bukaan saringan halus	± 5 cm

### 2.5.2. Bak Penenang

Guna menstabilkan ketinggian muka air baku yang mengalir melalui sistem perpipaan dari *intake*, maka diperlukan bak penenang. Kegunaan lainnya dari bak penenang juga mengatur dan menampung air baku yang akan di olah, sehingga proses pengolahan menjadi mudah dan akurat.

Kriteria desain Bak Penenang (SNI 6774-2008)

Bak penenang bisa berbentuk bulat maupun persegi panjang.

Waktu detensi bak penenang > 1,5 menit.

Pipa *overflow* harus bisa mengalirkan minimal  $1/5$  x debit *inflow*.

*Freeboard* dari bak penenang > 60 cm.

### 2.5.3. Koagulasi

Koagulasi diartikan sebagai destabilisasi muatan pada koloid dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus, oleh suatu koagulan. Pengadukan cepat (*flash mixing*) merupakan bagian terintegrasi dari proses ini (Qasim, 2000).

Destabilisasi partikel dapat diperoleh melalui proses-proses atau mekanisme sebagai berikut:

1. Adsorpsi dan netralisasi muatan.
2. Adsorpsi dan pengikatan antar partikel.
3. Pemanfaatan lapisan ganda elektrik.

Secara umum proses koagulasi berfungsi untuk:

1. Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid dalam air.
2. Mengurangi turbiditas yang disebabkan karena adanya partikel koloid anorganik dan organik di air.
3. Mengurangi bakteri-bakteri patogen dalam partikel koloid, algae dan organisme plankton lain.
4. Mengurangi warna yang disebabkan oleh partikel koloid di dalam air.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu detensi dan gradien kecepatan di unit koagulasi adalah sebagai berikut:

$$td = V/G \quad (2.3)$$

Dimana:  $t_d$  = waktu detensi (dtk)

$V$  = volume bak ( $m^3$ )

$G$  = gradien kecepatan ( $dtk^{-1}$ )

Kriteria desain Unit Koagulasi (SNI 6774-2008)

Gradien Kecepatan ( $G$ ) = 200 – 1000 ( $detik^{-1}$ )

Waktu Detensi ( $t_d$ )	= 10 detik – 5 menit
Viskositas Kinematik ( $\nu$ ) pada 25°C	= $0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}$
Viskositas Dinamik ( $\mu$ ) pada 25°C	= $0,903 \times 10^{-3} \text{ Nd/m}^2$
Densitas air ( $\rho_{\text{air}}$ ) pada 25°C	= $997 \text{ kg/m}^3$
Koefisien <i>Discharge</i> (Limpasan)	= 0,62
Koefisien Kekasaran Bak (k)	= 0,25
$Gtd$	= $10^4 - 10^5$
Bilangan Reynold (Nre)	= >2000
Bilangan Froude (NFr)	= > $10^{-5}$
Perbandingan P : L	= 2 : 1

#### 2.5.4. Flokulasi

Proses ini merupakan pengadukan lambat yang dilakukan sesudah pengadukan cepat. Proses ini bertujuan mempercepat penumbukan partikel, yang akan menyebabkan partikel koloid yang stabil secara elektrolitik mengembun menjadi ukuran tertentu setelah filtrasi (Qasim, 2000).

Flokulasi dicapai dengan meningkatkan flok yang terkoagulasi melalui pengadukan yang tepat. Kecepatan pengadukan dalam bak flokulasi harus diatur untuk memperlambat kecepatan pencampuran, dan waktu detensi dalam bak biasanya 20 - 40 menit. Kondisi ini dikarenakan flok yang telah terbentuk tidak dapat menahan gaya tarik aliran air dan menyebabkan flok tersebut pecah kembali, sehingga kecepatan pengadukan dan waktu detensi menjadi terbatas. Kondisi lain yang perlu diperhatikan ialah struktur alat pengadukan harus mampu menghindari genangan air didalam bak (Qasim, 2000).

Kriteria desain Unit Flokulasi (SNI 6774-2008)

Gradien kecepatan (air sungai)	= $10 - 50 \text{ dtk}^{-1}$
$G \times td$	= $10^4 - 10^5$
Waktu detensi ( $t_d$ total)	= minimum 20 menit
Viskositas kinematis ( $\nu$ ) pada 25°C	= $0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}$
Viskositas dinamik ( $\mu$ ) pada 25°C	= $0,903 \times 10^{-3} \text{ kg/m.dtk}$
Rapat massa ( $\rho$ ) pada 25°C	= $996,95 \text{ L/dtk}$

$$\text{Debit pengolahan} = Q \text{ (m}^3\text{/dtk)}$$

### 2.5.5. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan partikel tersuspensi dalam cairan oleh sedimentasi gravitasi, sehingga memisahkan zat padat dan cairan (Reynolds, 1982). Pada instalasi pengolahan air minum proses sedimentasi sangat umum digunakan. Penerapan utama proses sedimentasi sebagai berikut:

1. Air permukaan diendapkan sebelum dilakukan pengolahan oleh *sand filter*.
2. Air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi diendapkan menggunakan sistem pelunakan kapur dan soda.
3. Air yang sudah melewati proses koagulasi dan flokulasi di endapkan terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap penyaringan.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

Menurut yang dikemukakan oleh Camp (1946) dan Fitch (1956) dan mengutip Coe dan Clevenger (1916) dari Reynolds (1982), pengendapan di cekungan sedimen dapat dibagi menjadi 4 jenis. Klasifikasi tersebut didasarkan pada konsentrasi partikel dan kemampuan partikel tersebut untuk berinteraksi. Empat jenis klasifikasi tersebut adalah:

1. Pengendapan Tipe I, *Free Settling*
2. Pengendapan Tipe II, *Flocculent Settling*
3. Pengendapan Tipe III, *Zone/Hindered Settling*
4. Pengendapan Tipe IV, *Compression Settling*

Tangki sedimentasi yang ideal dibagi menjadi empat area, yaitu area inlet, area outlet, area lumpur dan area pengendapan. Bentuk dasar bak sedimentasi ada 3 yaitu persegi panjang, bundar dan persegi. Ada beberapa cara untuk meningkatkan kinerja proses penyelesaian sedimentasi, antara lain:

1. Peralatan aliran laminar meningkatkan kinerja dengan membawa kondisi aliran mendekati kondisi ideal. Alat yang digunakan berupa tube settler atau plate settler yang dihubungkan dengan saluran keluar bak. Karena jarak pengendapan ke area lumpur berkurang, laju pembuangan padatan meningkat,

sehingga kecepatan pemuatan permukaan berkurang, dan padatan mengendap lebih cepat. (Qasim, 2000).

2. Peralatan *solid-contact* yang didesain untuk meningkatkan efisiensi flokulasi dan kesempatan yang lebih besar untuk partikel berkontak dengan *sludge blanket* sehingga memungkinkan pembentukan flok yang lebih besar.

Persamaan dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi, yaitu:

Rasio panjang-lebar bak

$$\frac{p}{l} \quad (2.4)$$

Dimana: p= panjang bak

l= lebar bak

Surface loading rate

$$vt = \frac{Q}{A} \quad (2.5)$$

Dimana: vt= surface loading rate

Q= debit bak

A= luas permukaan bak

Kriteria desain Unit Sedimentasi (SNI 6774-2008)

Jarak antar plate (w) = (5 – 10) cm

Bilangan Reynold (N<sub>re</sub>) = <2000

Bilangan Froud (N<sub>Fr</sub>) = >10<sup>-5</sup>

Efisiensi penyisihan = (90 – 95) %

Kecepatan mengendap awal untuk mendapatkan flok (v<sub>0</sub>)  
= (0,2 – 0,9) mm/dtk = (0,002 – 0,009) m/dtk

Sudut kemiringan plate *settler* (α) = (45 – 75)°

Rasio panjang : lebar = (4 – 6) : 1

Rasio lebar : tinggi = (3 – 6) : 1

Lebar zona *intlet* = 25% panjang zona pengendapan

Beban pelimpah = (250 – 500) m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari

Waktu detensi (td) dalam plate *settler* = minimum 4 menit

### 2.5.6. Filtrasi

Pada dasarnya, pengolahan dengan cara memisahkan zat padat dari zat cair melalui suatu media berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi yang sangat kecil disebut filtrasi. Demi menghasilkan air minum yang berkualitas, suatu instalasi pengolahan menggunakan proses ini guna menyaring air yang terkondensasi dan mengendap (Widyastuti, 2011).

Banyak jenis filter yang dapat digunakan untuk filtrasi, antara lain: filter pasir cepat, filter pasir lambat, dan bahkan teknologi membran. Dalam pengolahan air minum biasanya digunakan *fast sand filter*, karena jenis filter ini memiliki arus pengolahan yang cukup banyak, penggunaan lahan yang tidak terlalu besar, biaya operasi dan pemeliharaan yang sangat rendah, serta mudah dalam pengoperasian dan pemeliharannya (Indarto, 2010).

#### 1. Media Penyaring

Menurut Kusnaedi (2011), berdasarkan jenis media penyaring yang digunakan, saringan pasir cepat ini dapat dikategorikan menjadi 3, yaitu:

##### a. Filter Media Tunggal

Filter jenis ini mempergunakan satu jenis media saja, biasanya pasir atau batu bara antrasit yang dihancurkan.

##### b. Filter Media Ganda

Filter jenis ini menggunakan dua jenis media, biasanya gabungan dari pasir dan batu bara antrasit yang dihancurkan.

##### c. Filter Multimedia

Filter jenis ini menggunakan tiga jenis media, biasanya sebagai tambahan dari kedua media yang telah disebutkan di atas diaplikasikan jenis media ketiga, yaitu batu akik.

Karakteristik media filtrasi yang secara umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Karakteristik media filter

Material	Bentuk	Spheritas	Berat	Porositas	Ukuran Efektif
			Jenis		
			Relatif	(%)	Mm
Pasir Silika	Rounded	0.82	2.65	42	0.4-1.0
Pasir Silika	Angular	0.73	2.65	53	0.4-1.0
Pasir Ottawa	Spherical	0.95	2.65	40	0.4-1.0
Kerikil Silika	Rounded		2.65	40	1.0-50
Garnet	Angular	0.72	3.1-4.3	55	0.2-0.4
Anthrasit			1.50-1.75		0.4-1.4
Plastik	Bisa dipilih sesuai kebutuhan				

(Sumber: SNI 6774-2008)

## 2. Media Penyangga

Berdasarkan (SNI 6774-2008), penggunaan media penyangga ini biasanya diletakkan dibawah media filter. Selaku media penyangga, biasanya kerikil digunakan dan diletakkan berlapis-lapis, biasanya lima lapis, ukuran kerikil mengecil dari 1/18 inci di bagian atas menjadi 1-2 inci di bagian bawah. Ukuran dan tinggi kerikil tergantung dari ukuran pasir pada media filter dan jenis sistem drainase yang digunakan.

## 3. Sistem Underdrain

Fungsi sistem pembuangan pasir adalah untuk menampung air yang disaring oleh bahan saringan ketika saringan pasir berjalan dengan cepat, dan sistem backwash digunakan untuk mendistribusikan air cucian. Laju pencucian balik menentukan desain hidraulik filter, karena laju pencucian balik beberapa kali laju filtrasi (SNI 6774-2008).

Pada dasarnya terdapat 2 jenis sistem underdrain, antara lain:

- a. Sistem *manifold* dengan pipa *lateral*.
- b. Sistem *false bottom*.

### 2.5.7. Desinfeksi

Penjernihan dan desinfektasi air dilakukan untuk menonaktifkan dan membasmi bakteri patogen agar memenuhi standar kualitas air minum. Desinfeksi biasanya menggunakan klorin, jadi desinfektasi disebut juga klorinasi. Efektivitas disinfektan dalam membunuh dan menonaktifkan mikroorganisme tergantung pada jenis disinfektan yang digunakan, jenis mikroorganisme yang dikeluarkan, waktu kontak dengan disinfektan, suhu air dan sifat kimia air (Qasim, 2000).

Klorin biasanya tersedia dalam bentuk cair. Ukuran wadah klorin biasanya bergantung pada jumlah klorin yang digunakan, teknologi yang digunakan, ruang yang tersedia, serta biaya transportasi dan perawatan. Salah satu klorin yang umum digunakan adalah natrium hipoklorit. Natrium hipoklorit hanya dapat dalam keadaan cair, dan konsentrasi klorin biasanya 12,5-17% selama pembuatan (Tchobanoglous, 2003).

Natrium hipoklorit tidak stabil, mudah terbakar dan korosif. Oleh karena itu, perhatian khusus diperlukan selama pengangkutan, penyimpanan dan penggunaan. Selain itu, larutan natrium hipoklorit dapat dengan mudah terurai di bawah pengaruh cahaya atau panas, sehingga harus disimpan di tempat yang sejuk dan tidak disimpan terlalu lama. Metode yang dapat mencampurkan kaporit dengan air adalah metode mekanis, menggunakan sekat, jumper hidrolis dan pompa booster pada jalur produksi.

Kriteria desain Unit Desinfeksi (SNI 6774-2008)

Waktu detensi	= 10-120 menit
Dosis khlor	= 0,2–4 mg/L
Sisa khlor	= 0,5–1 mg/L

### 2.5.8. Reservoir

Reservoir adalah tangki penyimpanan yang terletak di IPA (Qasim, 2000). Air olahan disimpan di tangki ini dan kemudian dialirkan ke sistem distribusi. Disain reservoir meliputi pemilihan ukuran dan bentuknya, dan pertimbangan lain

meliputi perlindungan tampungan air, perlindungan struktur reservoir, dan perlindungan personel pemeliharaan reservoir.

Ada dua jenis reservoir, yaitu: reservoir permukaan dan reservoir layang. Reservoir permukaan biasanya digunakan untuk menampung air dalam jumlah besar, dan tentu saja membutuhkan pompa untuk beroperasi, sedangkan reservoir layang yang ditinggikan berisi air lebih sedikit daripada reservoir permukaan, dan penyalurannya dilakukan dengan gravitasi. Kapasitas reservoir dihitung untuk kebutuhan air bersih dan air minum berdasarkan pemakaian dalam waktu 24 jam (net map). Selain kebutuhan air bersih, kapasitas reservoir termasuk juga kebutuhan air untuk operasional instalasi.

Kriteria desain Unit Reservoir (SNI 6774-2008)

Kedalaman (H)	= (3 – 6) m
Tinggi jagaan ( $H_j$ )	> 30 cm
Jumlah unit atau kompartemen	> 2
Waktu tinggal ( $t_d$ )	> 1 jam
Tinggi air minimum ( $H_{min}$ )	= 15 cm

## 2.6. IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

Perusahaan Daerah Air Minum Gunong Kila (PDAM-GK) Kabupaten Aceh Barat Daya di tetapkan berdasarkan Qanun Kabupaten Aceh Barat Daya Nomor 14 Tahun 2014. Persiapan dimulainya operasional PDAM-GK telah dilaksanakan sejak tahun 2017 hingga saat ini. Dengan adanya PDAM-GK diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Aceh Barat Daya.

Dalam perjalanannya, banyak hal menjadi kendala persiapan operasional PDAM-GK, dimulai dari aset, yang kondisinya sebagian besar sudah rusak dan memerlukan perawatan dan penggantian yang disebabkan oleh tidak adanya *maintenance* yang memadai selama aset tersebut dibangun. Menurut laporan tahunan dari PDAM Gunong Kila tahun 2020, IPA Tangan-Tangan memiliki pelanggan aktif sekitar 571 orang dari 200 Sambungan Rumah (SR) yang terpasang, melayani 1 Kecamatan dari 7 desa yaitu Desa Bineh Krueng, Padang Bak Jeumpa, Gunong Cut, Mesjid, Blang Padang, Kuta Bak Drien dan Adan.

Dari hasil evaluasi sebelumnya yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Aceh Barat Daya pada tahun 2019, kualitas air di IPA Tangan-Tangan tergolong cukup baik dan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah (PDAM-GK, 2020). Adapun kualitas air yang diuji sebelumnya, ialah pH dan Turbiditas. PDAM Gunong Kila terus berusaha untuk meningkatkan kualitas, kuantitas serta kontinuitas air, dan juga meningkatkan jumlah wilayah layanan serta jumlah pelanggan di Kabupaten Aceh Barat Daya.

Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tangan-Tangan saat ini memanfaatkan air baku dari sungai Gunong Cut. Keuntungan dari IPA ini yaitu sistem operasionalnya yang memanfaatkan metode gravitasi sehingga memberikan efek *low cost operational*. Hingga saat ini IPA Tangan-Tangan masih berfungsi dan dimanfaatkan untuk mengalirkan air ke masyarakat. *Maintenance* pada beberapa bagian IPA diperlukan untuk memastikan kondisi air bersih dapat diperoleh dengan baik. Penurunan level sumber air perlu diantisipasi dengan memperbaiki kondisi intake, serta membuat penahan air di sekitar *intake*. Hal ini dilakukan untuk memastikan kontinuitas air dapat terjaga hingga ke unit instalasi. Ancaman terbesar dari ketersediaan air dari intake Tangan-Tangan yaitu musim kemarau yang berkepanjangan. Hal ini disebabkan karena sumber air baku berasal dari mata air yang berpengaruh terhadap kondisi iklim. Kecilnya sumber air kerap terjadi pada saat musim kemarau, sehingga debit produksi air menjadi sangat kecil. Pertimbangan pemilihan sumber air lainnya untuk mendukung produksi air dan kontinuitas perlu dilakukan dimasa yang akan datang. Adapun data sumber air untuk masing-masing instalasi pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Data Sumber Air PDAM Gunong Kila

No	Instalasi Pengolahan Air (IPA)	Kapasitas IPA (liter/detik)	Sumber Air	Kualitas Air	Kontinuitas
1	IPA Lembah Sabil	20	Sungai Krueng Baro	Baik	Terjamin
2	IPA Tangan-Tangan	10	Sungai Gunong Cut	Baik	Terjamin
3	IPA Blangpidie	20	Sungai Susoh	Baik	Terjamin
4	IPA Jeumpa	10	Sungai Pucok Krueng	Baik/Berkapur	Terjamin
5	IPA Babahrot	10	Sungai Babahrot	Baik	Terjamin

(Sumber: PDAM Gunong Kila, 2020)

Hingga saat ini, dari 5 IPA yang ada di PDAM Gunong Kila, hanya 3 IPA yang dapat dioperasikan yaitu IPA Lembah Sabil, IPA Tangan-Tangan dan IPA Jeumpa. Sedangkan IPA Blangpidie dan IPA Babahrot masih dalam kondisi *maintenance*, dikarenakan adanya perbaikan dan pembangunan *intake* serta infrastruktur lain pada IPA tersebut.

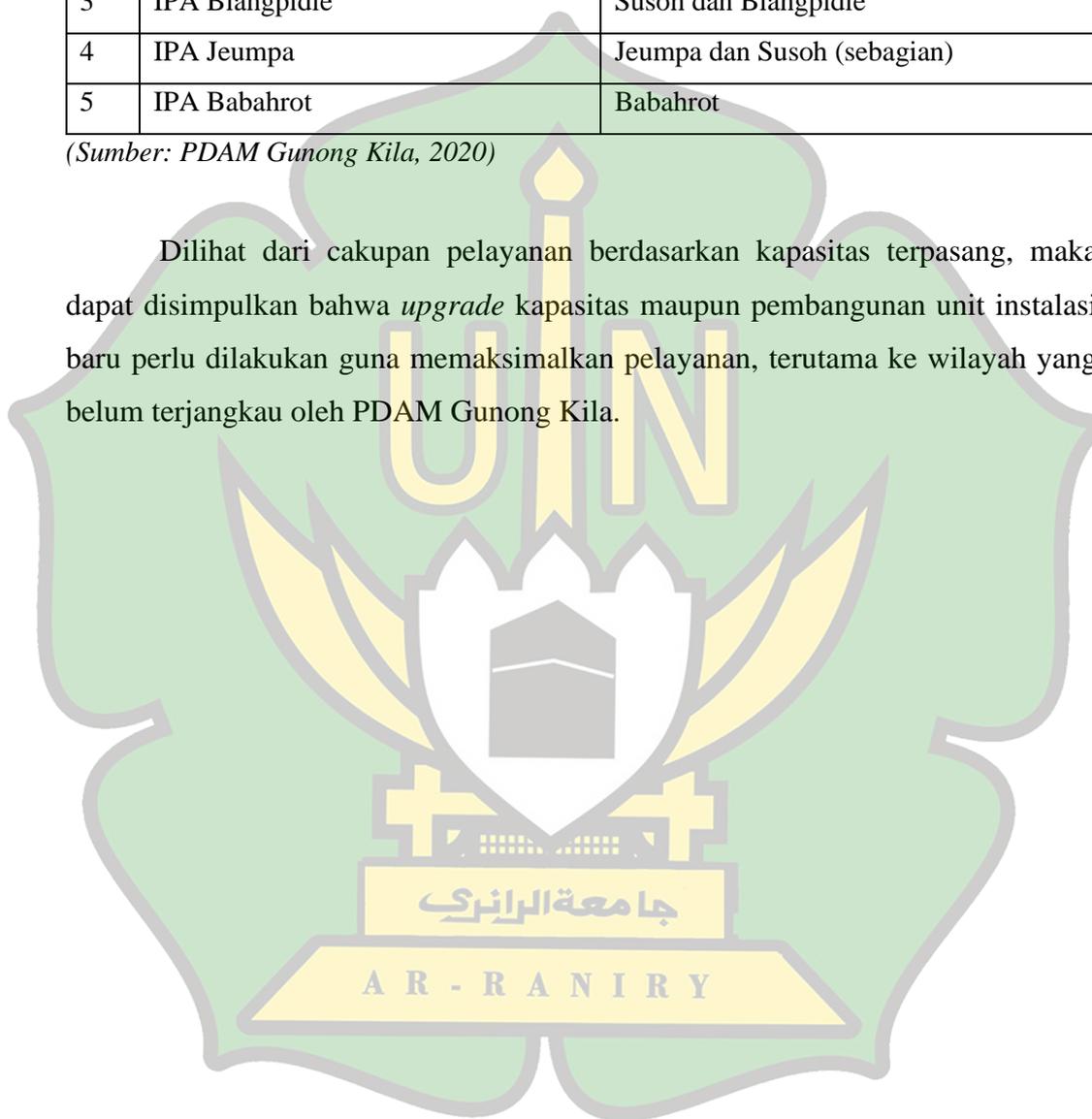
Melihat dari kapasitas yang terpasang saat ini, estimasi daerah pelayanan akan menjadi tidak maksimal. Estimasi daerah pelayanan berdasarkan kapasitas IPA yang terpasang saat ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 2.4.** Wilayah Pelayanan Berdasarkan Kapasitas Terpasang

No	Instalasi Pengolahan Air (IPA)	Wilayah Pelayanan
1	IPA Lembah Sabil	Lembah Sabil dan Manggeng
2	IPA Tangan-Tangan	Tangan-Tangan
3	IPA Blangpidie	Susoh dan Blangpidie
4	IPA Jeumpa	Jeumpa dan Susoh (sebagian)
5	IPA Babahrot	Babahrot

(Sumber: PDAM Gunong Kila, 2020)

Dilihat dari cakupan pelayanan berdasarkan kapasitas terpasang, maka dapat disimpulkan bahwa *upgrade* kapasitas maupun pembangunan unit instalasi baru perlu dilakukan guna memaksimalkan pelayanan, terutama ke wilayah yang belum terjangkau oleh PDAM Gunong Kila.



## **BAB III**

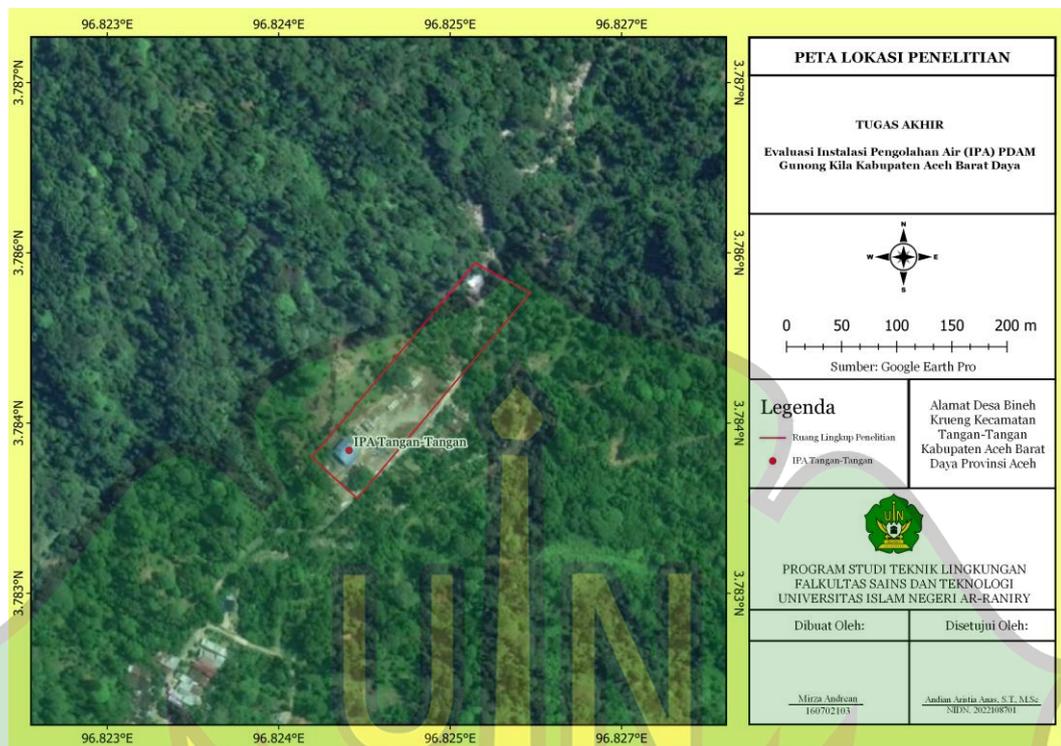
### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan evaluasi terhadap kondisi eksisting IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila, melakukan pengambilan sampel air di *intake* dan reservoir serta pengujian kualitas air di laboratorium. Parameter kualitas air yang diuji ialah pH, TDS, Rasa, Bau, Kesadahan Total, Warna, E-Coli dan Coliform. Hasil pengujian kualitas air akan dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

##### **3.1.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) PDAM Gunong Kila yang berlokasi di Gampong Bineh Krueng Kecamatan Tangan-Tangan Kabupaten Aceh Barat Daya (lihat Gambar 3.1). Sedangkan laboratorium yang digunakan untuk melakukan pengujian kualitas air yaitu Laboratorium UPTB Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) Aceh yang berlokasi di Jl. Tgk. Meulagu No.6 Gampong Tibang Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Untuk jadwal penelitian, mulai dilakukan pada bulan September 2020 s/d Januari 2021.



**Gambar 3.1.** Lokasi penelitian di IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila  
(Sumber: Gambar hasil olahan via GIS)

## 3.2. Jenis Data Penelitian

### 3.2.1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat secara langsung pada saat melakukan riset, atau data yang dihasilkan dari suatu penelitian. Data primer yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi ke IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila guna mengetahui kondisi dan masalah yang ada pada instalasi.
2. Wawancara dengan operator IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.

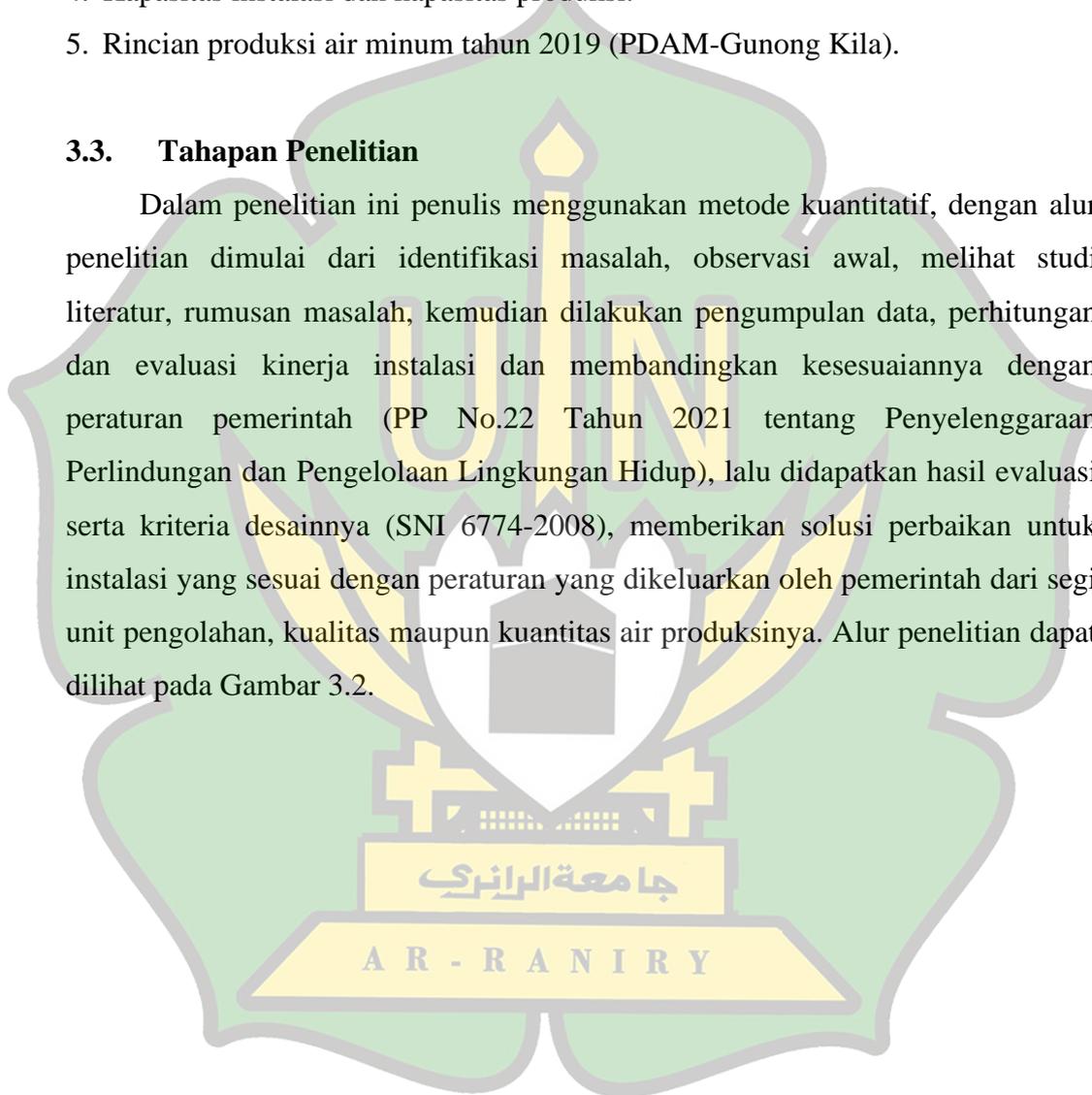
### 3.2.2. Data Sekunder

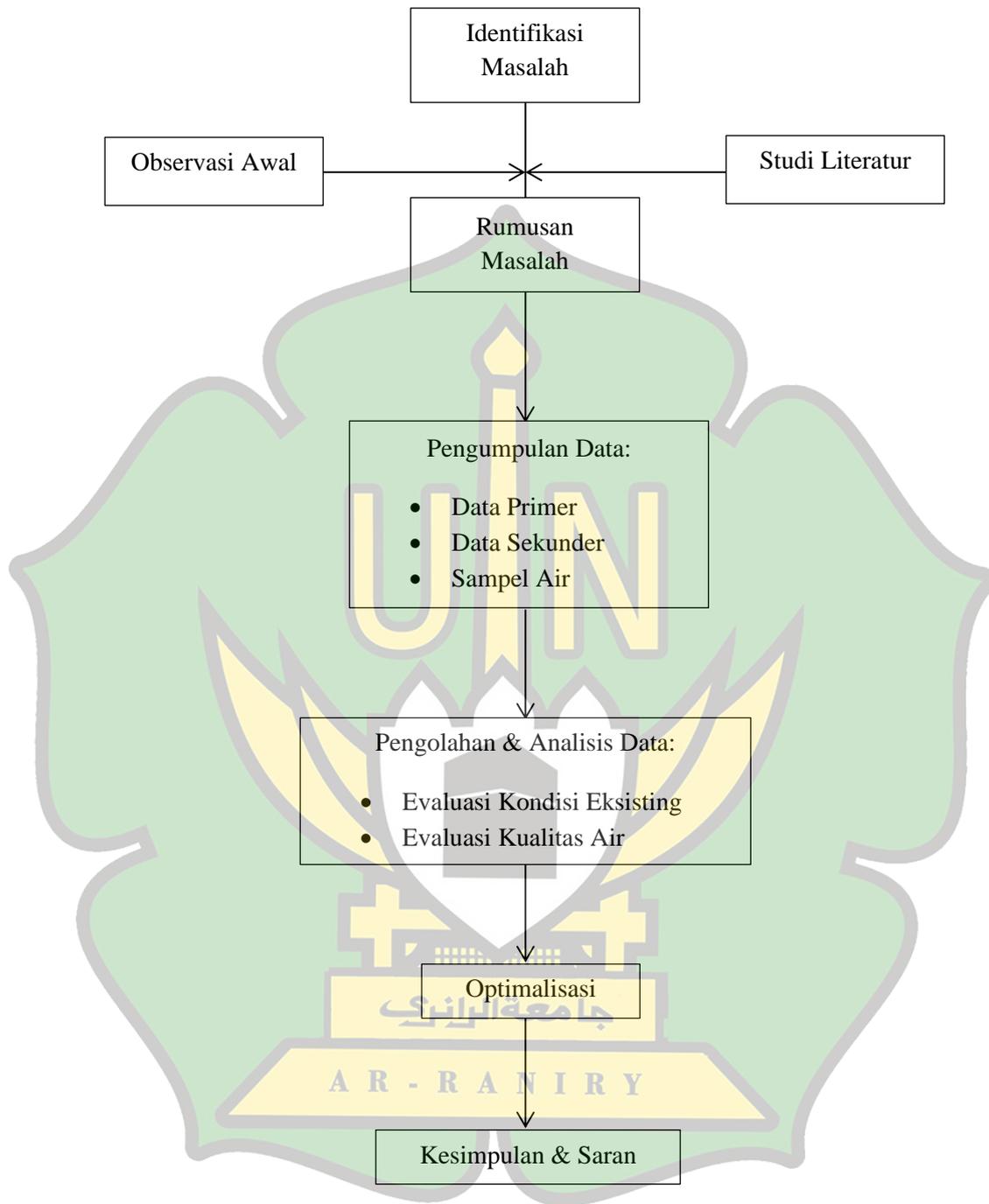
Data sekunder berguna sebagai pelengkap serta pendukung didalam suatu riset yang didapat secara tidak langsung, namun jelas sumbernya. Adapun data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Data kualitas air baku dan air produksi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila.
2. Jumlah wilayah layanan.
3. Jumlah penduduk, fasilitas sosial dan umum Kabupaten Aceh Barat Daya.
4. Kapasitas instalasi dan kapasitas produksi.
5. Rincian produksi air minum tahun 2019 (PDAM-Gunong Kila).

### **3.3. Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif, dengan alur penelitian dimulai dari identifikasi masalah, observasi awal, melihat studi literatur, rumusan masalah, kemudian dilakukan pengumpulan data, perhitungan dan evaluasi kinerja instalasi dan membandingkan kesesuaiannya dengan peraturan pemerintah (PP No.22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup), lalu didapatkan hasil evaluasi serta kriteria desainnya (SNI 6774-2008), memberikan solusi perbaikan untuk instalasi yang sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah dari segi unit pengolahan, kualitas maupun kuantitas air produksinya. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.





**Gambar 3.2.** Alur penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan di instalasi pengolahan air PDAM Gunong Kila ini, prosedur penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

### 1. Pengumpulan Data dan Observasi Langsung ke Lapangan

Pada tahap ini, data dikumpulkan dengan cara terjun langsung ke lapangan yang bertujuan untuk didapatnya data-data yang akan digunakan dalam penelitian dan untuk dilakukannya analisis. Data primer dan sekunder merupakan data yang akan dikumpulkan terlebih dahulu.

### 2. Analisis Sumber Air Baku dan Air Produksi

Sumber air baku yang akan diproses oleh instalasi dianalisa terlebih dahulu kualitasnya. Analisa terhadap kualitas air baku yang belum diproses tersebut mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Peninjauan dari analisa ini meliputi parameter fisika dan kimia. Tujuan dilakukannya analisa kualitas air sebelum proses pengolahan guna mengetahui tingkat kelayakan air baku yang akan menjadi air minum.

Sedangkan sesudah proses pengolahan, analisa tingkat kelayakan air mengarah pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Peninjauan dari analisa ini juga meliputi parameter fisika dan kimia.

### 3. Optimalisasi instalasi

Gambaran dan hasil yang didapat setelah dilakukannya evaluasi pada instalasi tersebut akan diketahui bahwa instalasi beroperasi sesuai atau tidak dengan standar baku mutu dari pemerintah Indonesia. Apabila hasil yang diperoleh memiliki tingkat efisiensi yang tidak memenuhi baku mutu, maka diperlukan optimalisasi terhadap instalasi tersebut.

Berikut beberapa proses yang termasuk dalam perencanaan jika dilakukannya optimalisasi:

- a. Perhitungan desain unit pengolahan
- b. Gambar rancangan unit pengolahan
- c. Re-desain optimalisasi unit pengolahan

#### 4. Perhitungan dan evaluasi kondisi eksisting instalasi

Perhitungan dan evaluasi dilakukan pada instalasi pengolahan yang telah beroperasi. Tujuan dari evaluasi ini yaitu untuk mengetahui letak permasalahan yang ada pada instalasi, segi teknis maupun non teknis yang dianggap berpengaruh pada kinerja instalasi juga ikut ditinjau agar tidak menghambat proses pengolahan yang berlangsung.

Kondisi eksisting pada instalasi juga dievaluasi guna mengetahui memenuhi atau tidaknya kriteria desain dan kondisi teoretis dari instalasi yang sudah terbangun tersebut yang mengacu pada berbagai sumber.

#### **3.4. Pengambilan Sampel Air**

Pada penelitian ini pengambilan sampel air dilakukan dengan mengacu pada SNI 7828-2012 Kualitas Air – Pengambilan Contoh – Bagian 5: Pengambilan Contoh Air Minum Dari Instalasi Pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan dan SNI 6989-57-2008 Air dan Air Limbah – Bagian 57: Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Sampel diambil secara manual agar mudah diatur waktu dan tempatnya, serta dapat menggunakan berbagai macam alat sesuai dengan keperluannya. Pada penelitian ini, wadah yang digunakan untuk meletakkan sampel adalah jerigen yang berukuran 1 liter atau 1000 ml, sampel diambil pada pukul 10.00 WIB dengan keadaan cuaca cerah. Kemudian dilakukan pengawetan sampel dengan cara mendinginkan sampel dalam suhu sampai dengan 4°C.

## BAB IV

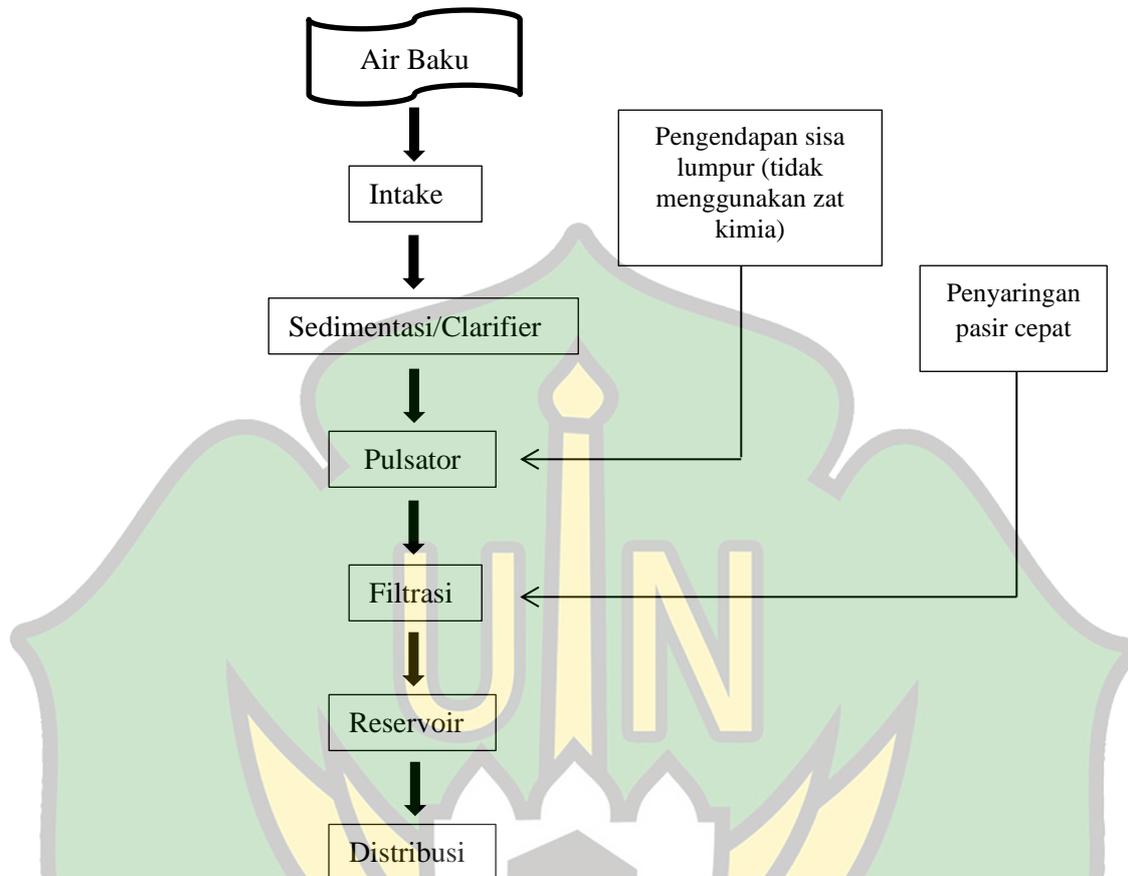
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Evaluasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila yang berlokasi di Desa Bineh Krueng, Kecamatan Tangan-Tangan, Kabupaten Aceh Barat Daya ini dibangun pada tahun 2012 dan mulai beroperasi pada tahun 2017. Kapasitas produksi IPA ini sebesar 10 L/detik. Sistem pengolahan air pada IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila menggunakan sistem *full gravitation* yaitu langsung dari sumber air dengan memakai pipa transmisi yang berukuran 6 inch/150 mm dan tidak menggunakan pompa listrik.

Proses pengambilan data guna dilakukannya evaluasi terhadap PDAM Gunong Kila mulanya dilakukan terlebih dahulu observasi awal untuk mengetahui kondisi eksisting instalasi secara keseluruhan dan wawancara dengan operator di instalasi untuk mengetahui permasalahan yang ada di instalasi. Sedangkan proses pengolahan air pada IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila secara umum terdiri dari *intake*, bak penangkap *intake*, sedimentasi, koagulan, filtrasi dan reservoir (Gambar 4.1).

IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila ini secara umum sudah cukup baik dalam memenuhi kebutuhan air pelanggan, hanya saja masih terdapat beberapa kelemahan serta permasalahan dari segi unit pengolahannya. Permasalahan lain juga terjadi saat musim kemarau, hal ini menyebabkan adanya *idle capacity* sehingga menyebabkan banyaknya kapasitas menganggur dari air produksinya.



**Gambar 4.1.** Proses Pengolahan Air Pada IPA PDAM Gunung Kila

*Sumber: PDAM Gunung Kila, 2020*

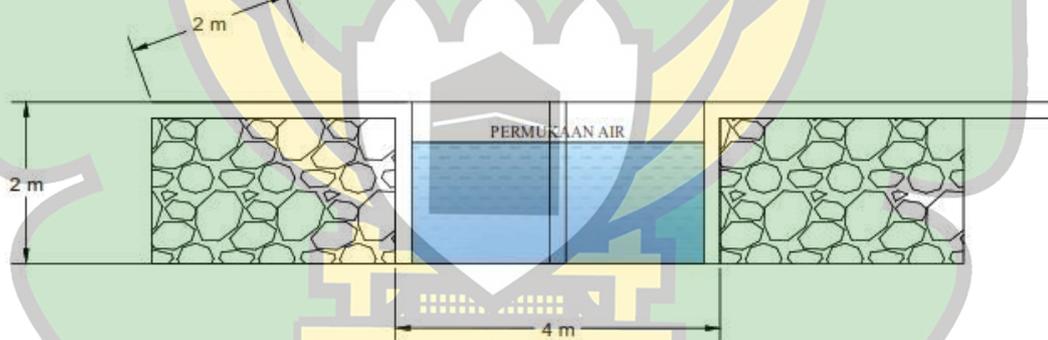
#### 4.1.1. Bangunan Penangkap Air (*intake*)

Air baku masuk melalui mulut *intake* (Gambar 4.2) dimana terdapat *screen* (saringan) yang berfungsi untuk menyaring sampah kasar. Air baku yang diambil dari pompa transmisi tersebut langsung masuk ke bak penangkap *intake* untuk dilakukan pengolahan selanjutnya. Berdasarkan perhitungan, debit yang masuk ke *intake* sebesar  $0,6 \text{ m}^3/\text{d}$ , waktu tinggal 27 detik, kecepatan aliran  $0,075 \text{ m/d}$  dan volume  $16 \text{ m}^3$ . Desain intake IPA Tangan-Tangan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.2.** Bangunan *Intake* IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

*Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2021*



**Gambar 4.3.** Desain *Intake*

*(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)*

Adapun spesifikasi *intake* adalah sebagai berikut:

- Dimensi (P x L x T) : 4 m x 2 m x 2 m
- Konstruksi : Beton
- *Bar screen* : 5 mm tebal besi – 20 mm jarak kerapatan
- Volume *intake* : 16 m<sup>3</sup>
- Waktu tinggal : 27 detik
- Kecepatan aliran : 0,075 m/d

Perhitungan:

- Volume *intake*:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 4\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m} \\ &= 16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Waktu tinggal:

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{16 \text{ m}^3}{0,6 \text{ m}^3/\text{d}} \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran:

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ &= 4\text{m} \times 2\text{m} \\ &= 8 \text{ m}^2 \\ v &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,6 \text{ m}^3}{8 \text{ m}^2} \\ &= 0,075 \text{ m/d} \end{aligned}$$

Bangunan *intake* sudah sesuai dengan kriteria desain Kawamura,1990 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan sistem Penyediaan Air Minum.

#### 4.1.2. Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi merupakan tempat terpisahnya air baku dengan partikel-partikel padat yang berukuran besar yang relatif mudah mengendap (flok). Air dari bak penangkap *intake* masuk ke bak sedimentasi melalui pipa GIP (*Galvanized Iron Pipe*) yang dipasang pada bak penangkap *intake*. Pipa jenis ini banyak digunakan untuk jalur cabang pasokan air, dan termasuk pipa yang

memiliki kekuatan lebih karena mampu bertahan hingga 50 tahun pemakaian. Kemudian, air masuk melalui dinding pemisah yang memiliki lubang-lubang yang berfungsi mengalirkan air secara merata agar tidak terjadi *short circuit* (aliran pendek) pada aliran air dalam bak, jika *short circuit* terjadi maka dapat menyebabkan pengendapan partikel tidak berlangsung dengan baik. Menurut Kasie Produksi bak sedimentasi memiliki beban permukaan  $0,8 \text{ m}^3/\text{jam}$ , kemiringan dasar bak  $60^\circ$ , kerimiringan *tube/plate*  $30^\circ$ . Berdasarkan perhitungan, waktu tinggal pada bak sedimentasi 300 detik, debit  $0,12 \text{ m}^3/\text{d}$ , dan kecepatan aliran  $0,15 \text{ m/d}$ . Bak sedimentasi dapat dilihat pada Gambar 4.4, dan Desain Sedimentasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.4.** Bak Sedimentasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila

*Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2021*

Adapun spesifikasi bak sedimentasi adalah sebagai berikut:

- Panjang : 2 m
- Lebar : 2 m
- Tinggi : 3 m
- Konstruksi : Beton
- Bentuk : Persegi empat

- Jumlah : 6 unit
- Volume : 12 m<sup>3</sup>
- Waktu tinggal : 300 detik

Hasil evaluasi kriteria desain bak sedimentasi IPA Tangan-Tangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Evaluasi Kriteria Desain Bak Sedimentasi IPA Tangan-Tangan

Spesifikasi	Bak Sedimentasi IPA Tangan-Tangan	SNI 6774-2008	Keterangan
Beban Permukaan	0,8 m <sup>3</sup> /jam	0,8-2,5	Sesuai
Kedalaman	3 m	3-6 m	Sesuai
Lebar/Panjang	2/2	>1/5	Sesuai
Bilangan Fraude	0,04	>10 <sup>-5</sup>	Sesuai
Kemiringan dasar bak	60°	45°-60°	Sesuai
Kemiringan tube/plate	30°	30°-60°	Sesuai

Berdasarkan Tabel 4.1 diatas, dapat dilihat bahwa kriteria umum pada bak sedimentasi sudah sesuai dengan kriteria desain SNI 6774-2008 tentang Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air dimulai dari beban permukaan, kedalaman, panjang/lebar bak, kemiringan dasar bak dan kemiringan tube/plate. Keseluruhan data berdasarkan perhitungan dan hasil wawancara dengan pihak PDAM.

Perhitungan:

- Volume:

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times T \\
 &= 2\text{m} \times 2\text{m} \times 3\text{m} \\
 &= 12\text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Waktu tinggal:

$$T_d = \frac{V}{Q}$$

$$= \frac{12 \text{ m}^3}{0,04 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$= 300 \text{ detik}$$

- Bilangan Froude (Fr):

$$A = L \times T$$

$$= 2 \times 2$$

$$= 4 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,12 \text{ m}^3/\text{d}}{4 \text{ m}^2} = 0,03 \text{ m/d}$$

$$R_h = \frac{A}{W}$$

$$= \frac{L \times H}{2H+L}$$

$$= \frac{2 \times 4}{2(4)+2}$$

$$= \frac{8}{10} = 0,8 \text{ m}$$

$$A = L \times T$$

$$= 2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

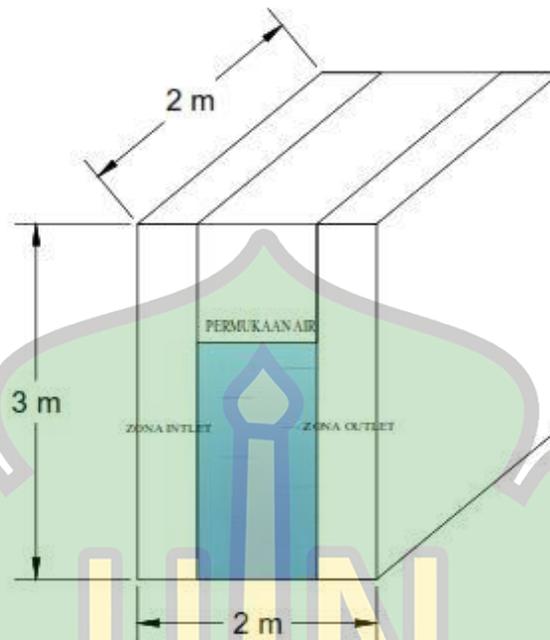
$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,12 \text{ m}^3/\text{d}}{0,8 \text{ m}} = 0,15 \text{ m/d}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times R_h}}$$

$$= \frac{0,15}{\sqrt{9,8 \times 0,95}} = 0,04$$

(Sesuai)



**Gambar 4.5** Desain Sedimentasi

(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)

#### 4.1.3 Pulsator

Pulsator dapat juga diartikan sebagai sedimentasi sekunder dimana proses flokulasi, koagulasi dan sedimentasi ditingkatkan dengan mengalirkan air melalui awan lumpur yang melayang didalam bak. Air yang telah terpisah dengan partikel kemudian mengalir ke *weir* (pintu air), melewati kanal penghubung menuju ke bak filtrasi. Terdapat pintu air yang dipasang secara manual untuk memberhentikan aliran air antara pulsator dan bak filtrasi. Pulsator dan Desain Pulsator PDAM Gunong Kila dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila tidak menggunakan koagulan di setiap proses pengolahan airnya. Koagulan hanya digunakan di waktu tertentu seperti ketika air baku keruh karena musim hujan, atau karena terjadi longsor di hulu. Menurut Kasie Produksi (PDAM-GK, 2019) koagulan yang digunakan adalah 80 kg -100 kg perhari dengan debit air 0,02 m<sup>3</sup>/d. Berdasarkan perhitungan, pulsator memiliki gradien kecepatan 54,73 detik<sup>-1</sup> dan kecepatan aliran 0,08 m/detik.



**Gambar 4.6.** Pulsator IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

*Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2021*

Tabel evaluasi Bak Pulsator IPA Tangan-Tangan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Evaluasi Kriteria Desain Bak Pulsator IPA Tangan-Tangan

Spesifikasi	Bak Pulsator IPA Tangan-Tangan	SNI 6774-2008	Keterangan
G (gradien kecepatan)	54,73 detik <sup>-1</sup>	100-10 detik <sup>-1</sup>	Sesuai
Tahap flokulasi (buah)	1	1	Sesuai
Pengendalian energi	Kecepatan aliran	Kecepatan aliran	Sesuai
Kecepatan aliran maks. (m/detik)	0,003 m/d	1,5	Sesuai
Tinggi	2	2-4	Sesuai

Perhitungan:

- Waktu Detensi (Td)

Volume bak:

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times T \\
 &= 3\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m} \\
 &= 18 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$T_d = \frac{V}{Q}$$

$$= \frac{18 \text{ m}^3}{0,02 \text{ m}^3/\text{d} \times 60 \text{ detik/menit}}$$

$$= 15 \text{ menit}$$

- Kecepatan aliran (v)

$$A = L \times T$$

$$= 3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$= 6 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{d}}{6 \text{ m}^2}$$

$$= 0,003 \text{ m/d}$$

- Gradien kecepatan (G)

$$R = \frac{A}{W}$$

$$= \frac{L \times H}{2 \cdot H + L}$$

$$= \frac{6 \text{ m}^3}{2(2) + 3}$$

$$= 0,85 \text{ m}$$

$$n = 0,013$$

$$h_L = \frac{n \cdot v \cdot L^{1/2}}{R^{2/3}}$$

$$= \frac{0,013 \times 0,003 \times (3)^{1/2}}{(0,85)^{2/3}}$$

$$= 0,003 \text{ m}$$

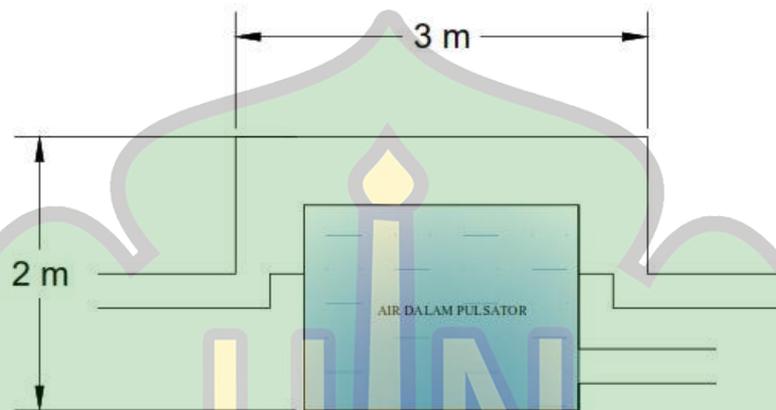
$$\rho = 996 \text{ kg/m}^3 \text{ (T=28}^\circ\text{C)}$$

$$\mu = 0,836 \times 10^{-6} \text{ (T=28}^\circ\text{C)}$$

$$G = \sqrt{\frac{\rho \times Q \times h_L \times g}{v \times \mu}}$$

$$= \sqrt{\frac{996 \text{ kg/m}^3 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,003 \times 9,8 \text{ m/d}}{0,08 \times 0,836 \mu \times 10^{-6}}}$$

$$= 54,73 \text{ detik}^{-1}$$



**Gambar 4.7.** Desain Pulsator

(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)

Berdasarkan perhitungan diatas, waktu tinggal pada bak pulsator tidak sesuai dengan kriteria desain SNI 6774-2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Agar waktu tinggal sesuai dengan kriteria desain maka direkomendasikan untuk menambah ukuran luasan bak menjadi 4m x 3m x 3m. Dari ukuran tersebut, maka perhitungannya adalah:

$$T_d = \frac{V}{Q}$$

$$= \frac{36 \text{ m}^3}{0,02 \text{ m}^3/\text{d} \times 60 \text{ detik/menit}}$$

$$= 30 \text{ menit}$$

#### 4.1.4. Bak Filtrasi

Air dari pulsator dialirkan ke proses filtrasi menggunakan *sand filter* (Gambar 4.8) jenis saringan pasir cepat yang beroperasi secara gravitasi dan pencucian dengan menggunakan air yang berasal dari bak penangkap intake,

kemudian mengalir turun melewati media pasir setebal 75 cm yang menuju ke Reservoir. Bak Filtrasi dan Desain Filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



**Gambar 4.8.** Bak Filtrasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

*Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2021*

Menurut Kasie Produksi PDAM Gunong Kila pasir yang digunakan pada bak filtrasi ialah pasir silika yang berukuran homogen 0,85 mm, lama pencucian 25-35 menit, dan *single* media berukuran 700 mm. Ketika air melewati media pasir, flok-flok kecil yang tidak terendapkan pada pulsator maka akan tersaring oleh pasir. Apabila lumpur yang tersaring sudah banyak, maka aliran air akan terhambat dan permukaan air dalam filter biasanya akan naik yang cenderung disebut dengan *clogging* (mampat/tersumbat). Untuk menjaga level air tetap stabil maka biasanya dilakukan proses pencucian (*backwash*) dengan cara menyemprotkan air dan udara ke filter. Berdasarkan perhitungan, kecepatan penyaringan pada bak filtrasi 0,01 m/d. Adapun spesifikasi bak filtrasi ialah sebagai berikut:

## Data Eksisting:

◦ Tipe	: Gravitasi, saringan pasir cepat	
◦ Jumlah	: 1 unit	
◦ Panjang	: 2 m	
◦ Lebar	: 1 m	
◦ Tinggi	: 3 m	
◦ Q per unit	: 0,02 m <sup>3</sup> /dtk	
◦ Lama operasi	: 24 jam	
◦ Lama pencucian	: 25-35 menit	(Tidak sesuai)
◦ Media saringan	: <i>Single media filter</i>	
- Ukuran pasir	: 0,85 mm	(Tidak sesuai)
◦ Media penyangga	: Gravel (kerikil)	
- Tebal Gravel	: 7 cm	(Sesuai)
- Ukuran gravel	: 2-5 mm	(Sesuai)

## Kriteria Desain (SNI 6774-2008):

◦ Jumlah bak saringan	: $N = 12 \cdot Q^{0.5}$
◦ Kecepatan penyaringan	: 6-11 m/jam
◦ Pencucian	
- Sistem pencucian	: Tanpa/dengan blower
- Kecepatan	: 36-50 m/jam
- Lama pencucian	: 10-15 menit
- Periode antara dua pencucian	: 18-24 jam
- Ekspansi	: 30-50%
◦ Media Pasir	
- Tebal	: 300-700 mm
- Single media	: 600-700 mm
- Ukuran efektif, ES	: 0,3-0,7 mm
- Koefisien keseragaman	: 1,2-1,4
- Berat jenis	: 2,5-2,65 kg/m <sup>3</sup>

- Porositas : 0,4
- Kadar  $\text{SiO}_2$  : >95%

Perhitungan:

- Jumlah bak saringan

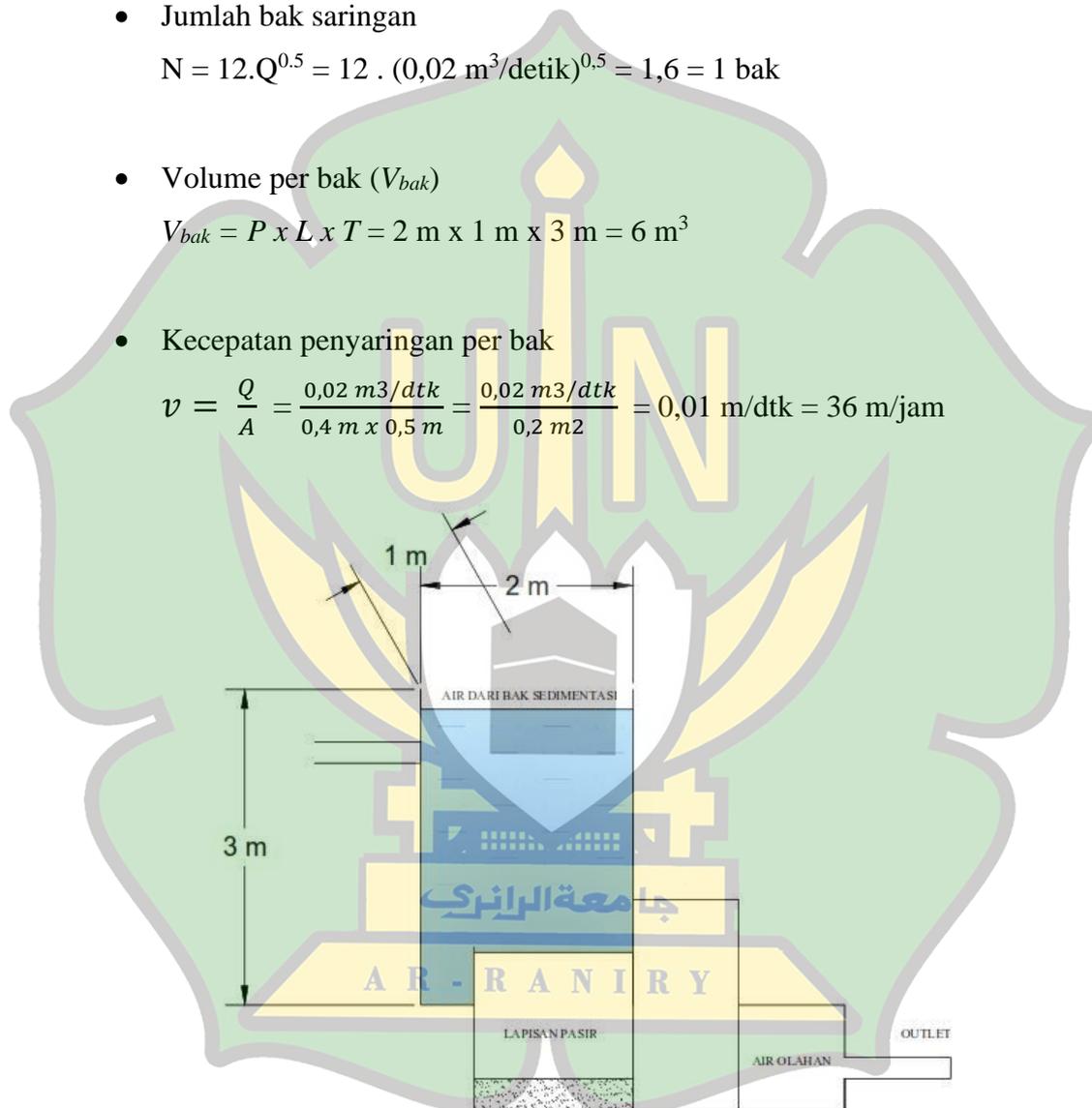
$$N = 12 \cdot Q^{0.5} = 12 \cdot (0,02 \text{ m}^3/\text{detik})^{0.5} = 1,6 = 1 \text{ bak}$$

- Volume per bak ( $V_{bak}$ )

$$V_{bak} = P \times L \times T = 2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^3$$

- Kecepatan penyaringan per bak

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{dtk}}{0,4 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}} = \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{dtk}}{0,2 \text{ m}^2} = 0,1 \text{ m/dtk} = 36 \text{ m/jam}$$



**Gambar 4.9.** Desain Filtrasi

(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)

Tabel hasil perhitungan Bak Filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4.3** Evaluasi Kriteria Desain Bak Filtrasi (*sand filter*)

Kriteria Umum	Kriteria Desain (SNI 6774-2008)	Nilai	Keterangan
Jumlah bak saringan	$N = 12 \cdot Q^{0,5}$	1	Sesuai
Kecepatan penyaringan (m/jam)	6-11	36	Tidak Sesuai
Pencucian			
- Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower	Tanpa blower	Sesuai
- Kecepatan ( m/jam)	36-50	-	-
- Lama pencucian (menit)	10-15	25-35	Tidak Sesuai
- Periode antara dua pencucian (jam)	18-24	-	-
Media Pasir, Tebal (mm)			
- Single media (mm)	600-700	700	Sesuai
- Ukuran efektif, ES (mm)	0,3-0,7	0,85	Tidak sesuai
- Koefisien keseragaman	1,2-1,4	-	-
- Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	2,5-2,65	2,60	Sesuai
- Porositas	0,4	-	-
- Kadar SiO <sub>2</sub>	>95%	-	-
Filter <i>bottom</i> /dasar saringan, Lapisan Penyangga			
- Tebal (mm)	80-100	80	Sesuai
- Ukuran butir (mm)	2-5	2-5	Sesuai

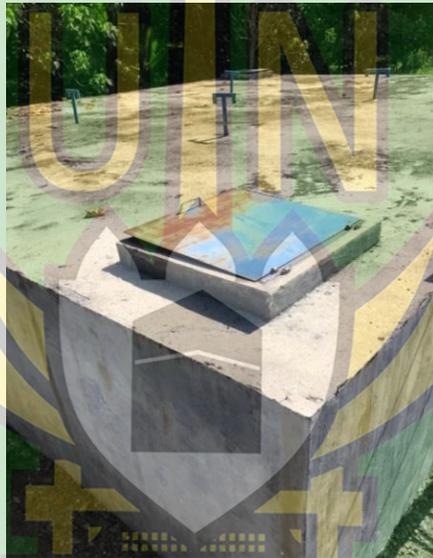
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa yang tidak sesuai dengan kriteria desain (SNI 6774-2008) adalah kecepatan penyaringan, lama pencucian dan ukuran efektif. Agar sesuai kriteria desain, maka harus dilakukan perluasan dimensi bak, sehingga kecepatan penyaringan akan sesuai dengan kriteria desain. Sedangkan untuk ukuran efektif media pasir, maka media pasir yang digunakan harus diganti dengan ukuran yang sesuai dengan kriteria desain. Karena tebal tidaknya media akan mempengaruhi lama pengaliran dan besar daya saring (Edahwati, 2009).

#### 4.1.5. Reservoir

Reservoir berfungsi untuk menampung air yang telah melalui proses penyaringan (filtrasi) dan juga sebagai cadangan penyimpanan air bersih untuk sementara waktu sebelum air tersebut didistribusikan. Berdasarkan perhitungan, kapasitas reservoir berukuran  $360 \text{ m}^3$  dengan waktu tinggal 1200 detik. Reservoir dan Desain Reservoir di instalasi PDAM Gunong Kila dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Spesifikasi reservoir sebagai berikut:

- Tipe bak : Horizontal
- Kapasitas reservoir :  $360 \text{ m}^3$



**Gambar 4.10.** Reservoir IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2021

AR - RANIRY

Adapun data eksisting reservoir IPA Tangan-Tangan yaitu:

- Panjang : 10 m
- Lebar : 12 m
- Tinggi : 3 m

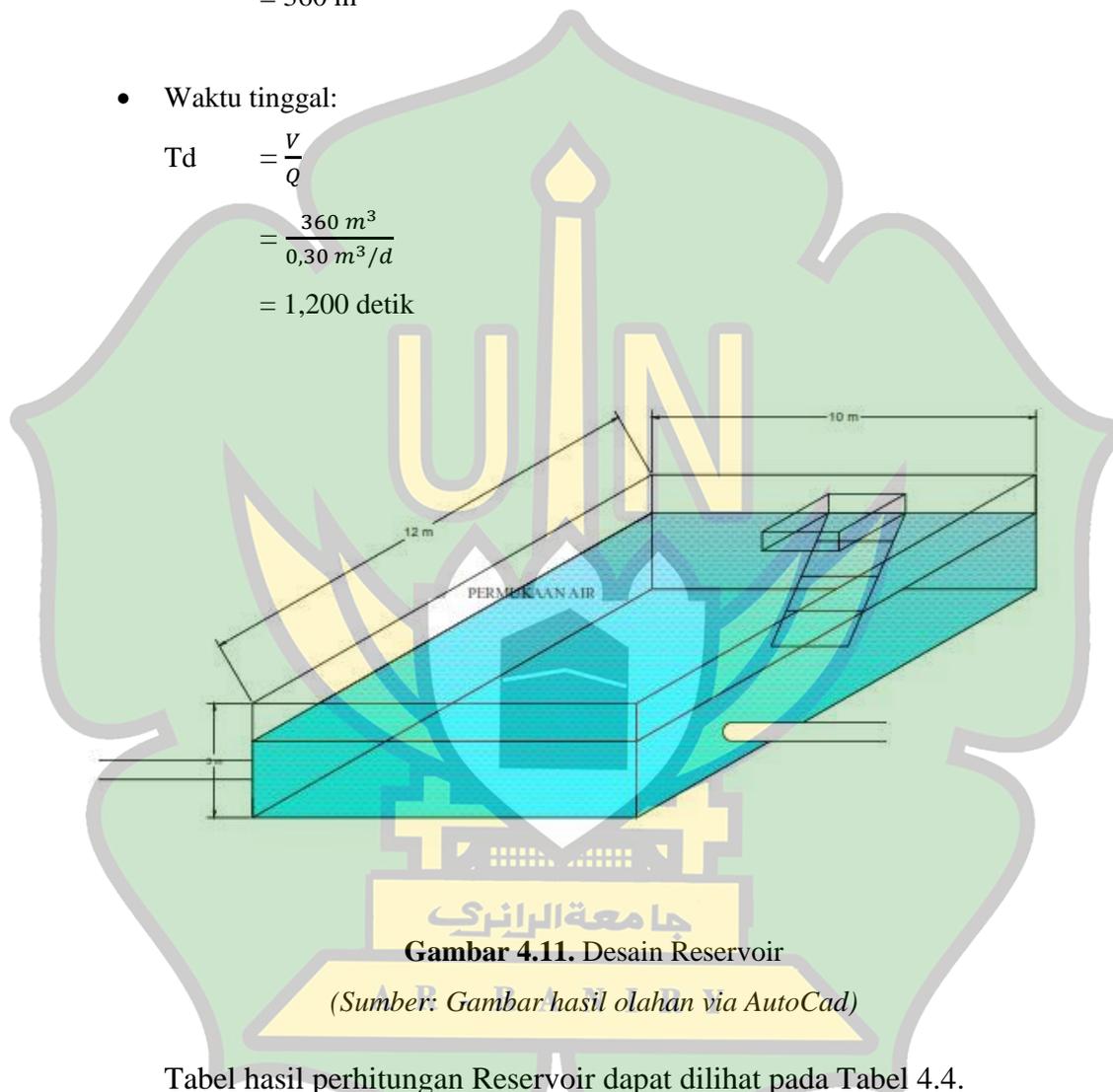
Perhitungan:

- Volume bak:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 10 \text{ m} \times 12 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 360 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Waktu tinggal:

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{360 \text{ m}^3}{0,30 \text{ m}^3/d} \\ &= 1,200 \text{ detik} \end{aligned}$$



**Gambar 4.11.** Desain Reservoir

(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)

Tabel hasil perhitungan Reservoir dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Evaluasi Kriteria Desain Reservoir

Kriteria Umum	Kriteria Desain (SNI 6774-2008)	Nilai	Keterangan
Jumlah Kompartemen	2 unit	2 unit	Sesuai
Waktu Tinggal (Td)	< 1 jam	1,200 detik	Sesuai
Volume Optimal	1000 m <sup>3</sup>	360 m <sup>3</sup>	Tidak Sesuai

Pada tabel 4.4 kriteria umum yang meliputi jumlah kompartemen dan waktu tinggal sudah sesuai dengan kriteria desain. Sedangkan volume optimal nya tidak sesuai dengan kriteria desain, agar volume optimalnya sesuai maka perlu adanya penambahan dimensi (panjang, tinggi dan lebar) sehingga akan sesuai dengan kriteria desain.

#### **4.2. Kualitas Air IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila**

Pengambilan sampel kualitas air dilakukan di dua tempat. Pertama, dilakukan untuk menguji kualitas air baku. Pengambilan sampel ini dilakukan di aliran pipa transmisi pada pukul 10.00 WIB dengan keadaan cuaca cerah dengan alat bantu jerigen plastik dengan volume 1000 ml. Kedua, dilakukan untuk menguji kualitas air hasil produksi. Sampel air ini diambil pada pukul 10.00 WIB dengan keadaan cuaca cerah. Volume air yang diambil sama dengan bagian sebelumnya yaitu 1000 ml. Kedua sampel air tersebut diawetkan dengan meletakkannya dalam *ice box* dan dibawa ke Banda Aceh untuk selanjutnya dianalisis di LAB BAPEDAL Banda Aceh.

Kualitas air baku di IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila digolongkan menjadi kategori bersih dengan tingkat kekeruhan rendah. Penyebab yang mendukung kualitas sumber air baku menjadi bersih ialah sumber air yang berasal dari sungai Di Kila. Dikarenakan berasal dari mata air gunung, tingkat kualitas air pun dapat terjaga dengan baik. Untuk air baku, semua parameter yang diuji mulai dari pH, TDS, Rasa, Bau, Kesadahan total, Warna, E-Coli dan total coliform, semuanya sesuai atau dibawah baku mutu. Hasil pengujian air baku dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Sedangkan kualitas air hasil produksi di IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila juga digolongkan menjadi kategori bersih dengan tingkat kekeruhan rendah. Untuk air hasil produksi, parameter yang diuji meliputi pH, TDS, Rasa, Bau, Kesadahan total, Warna, E-Coli dan total coliform. Semua parameter tersebut berada dibawah baku mutu. Hasil pengujian kualitas air hasil produksi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kualitas Air Baku

No	Parameter Uji	Metoda Uji	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metoda	Hasil Uji
1	pH	Potensiometri	-	6-9*)	0,01	7,66
2	TDS	Gravimetri	mg/L	1000*)	2	70
3	Rasa	Organoleptik	-	-	-	Tidak Berasa
4	Bau	Organoleptik	-	-	-	Tidak Berbau
5	Kesadahan Total	Titrimetri	mg/L	-	4,79	24
6	Warna	Spectrofotometri	Unit Pt.Co	-	0,05	<0,05**
7	E - Coli	Tabung Ganda	MPN/100 ml	100*)	-	98,8
8	Coliform	Tabung Ganda	MPN/100 ml	1000*)	-	980,4

Catatan:

\*) PP No. 22 Tahun 2021.

\*\*\*) Batas Deteksi Metoda

Sumber: Bappedal Banda Aceh, 2021

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi

No	Parameter Uji	Metoda Uji	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi metode	Hasil Uji
1	pH	Potensiometri	-	6-9*)	0,01	7,53
2	TDS	Gravimetri	mg/L	1000*)	2	74
3	Rasa	Organoleptik	-	-	-	Tidak Berasa
4	Bau	Organoleptik	-	-	-	Tidak Berbau
5	Kesadahan Total	Titrimetri	mg/L	-	4,79	32
6	Warna	Spectrofotometri	Unit Pt.Co	-	0,05	<0,05**
7	E – Coli	Tabung Ganda	MPN/100 ml	100*)	-	20
8	Coliform	Tabung Ganda	MPN/100 ml	1000*)	-	1203,3

Catatan:

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan hasil yang di uji

\*) PERMENKES No.492 tahun 2010.

\*\*\*) Batas Deteksi Metoda

Sumber: Bappedal Banda Aceh, 2021

Parameter kualitas air, baik parameter fisika, kimia dan biologi diuji di laboratorium Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan (Bappedal) yang berlokasi di Banda Aceh. Parameter kualitas air baku dan air produksi hasil pemeriksaan di laboratorium Bappedal dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas I pada Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan

PERMENKES No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dari perbandingan tersebut, maka dapat dilihat bahwa hampir tidak ada perbedaan antara kualitas air baku dengan kualitas air produksi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila, dari semua parameter yang diuji semuanya sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah Republik Indonesia.

#### 4.3. Optimalisasi Unit Filtrasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila

Optimalisasi pada IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila di rencanakan dengan mendesain unit filtrasi, hal ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pada kecepatan penyaringan yang tidak sesuai dengan kriteria desain (SNI 6774-2008).

Desain rencana:

- Debit (Q) = 0,065 m<sup>3</sup>/dtk
- Kedalaman = 5 m
- Media filter = pasir silika
- Ukuran media filter = 70 cm

Perencanaan dimensi unit filter:

- Jumlah bak filter (N) =  $12 \cdot Q^{0.5}$   
 $= 12 \times (0,065)^{0.5}$   
 $= 3,1 \text{ unit} = 3 \text{ unit}$  (Sesuai)

- Ukuran setiap unit:

$$\begin{aligned} \text{Luas per bak (A)} &= \frac{Q}{v_{\text{filtrasi}}} \\ &= \frac{0,065 \text{ m}^3/\text{d}}{5 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan lebar 3 filter:

$$\text{Lebar (L)} = 0,9 \text{ m}$$

Maka,

$$\text{Panjang (P)} = \frac{1,56 \text{ m}^2}{0,9 \text{ m}} = 1,73 \text{ m} = 1,8 \text{ m}$$

- Volume tiap bak ( $V_{bak}$ ):

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 1,56\text{m} \times 0,9\text{m} \times 5\text{m} \\ &= 7,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

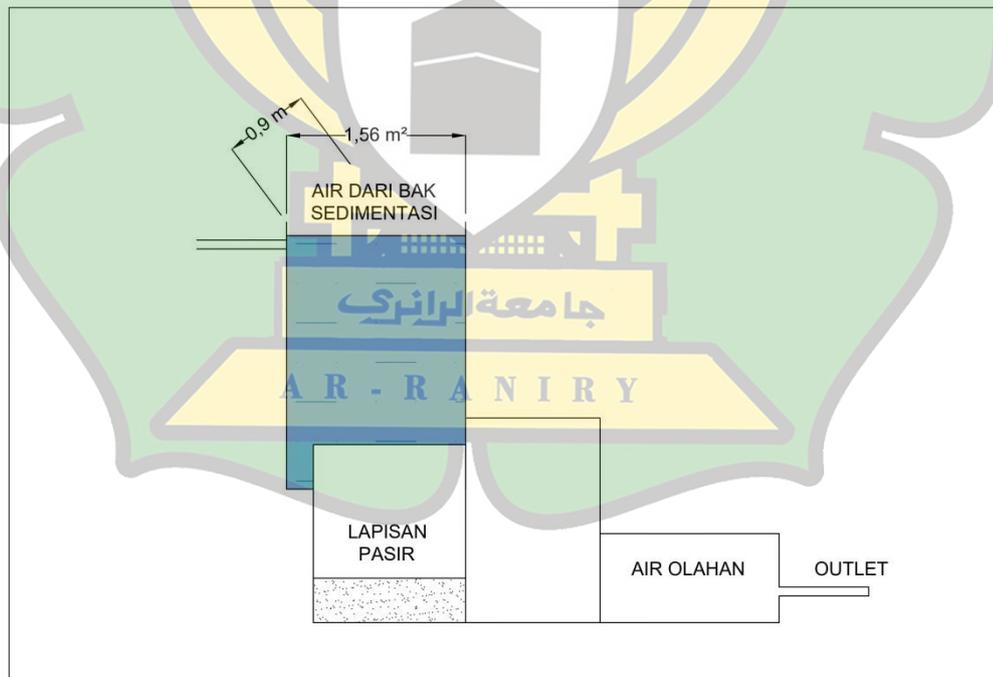
- Debit tiap bak bila 1 bak dicuci:

$$\begin{aligned} \text{- Debit per bak } (Q_b) &= \frac{Q_{total}}{\text{jumlah unit}} \\ &= \frac{0,065 \text{ m}^3}{3 \text{ unit}} = 0,0325 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Kecepatan penyaringan:

$$\begin{aligned} \text{- } v_{filtrasi} &= \frac{Q_b}{A} = \frac{0,0325 \text{ m}^3/\text{dtk}}{1,56 \text{ m}^2} = 0,0208 \text{ m/dtk} \\ &= 7,48 \text{ m/jam} \quad (\text{Sesuai}) \end{aligned}$$

Desain optimalisasi unit filtrasi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12.** Desain Optimalisasi Unit Filtrasi IPA Tangan-Tangan

(Sumber: Gambar hasil olahan via AutoCad)

Selama penelitian dilakukan, ada permasalahan *idle capacity* atau biasa disebut dengan kapasitas mesin atau alat pengolahan menganggur atau tidak terpakai secara maksimal saat dilakukannya suatu tahap pengolahan, sehingga diperlukan rekomendasi untuk dianggap dapat menyelesaikan permasalahan pada operasional instalasi tersebut. Ada beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan oleh pihak PDAM Gunong Kila agar instalasi tersebut dapat bekerja optimal serta maksimal demi kepentingan melayani masyarakat khususnya Kabupaten Aceh Barat Daya.

Rekomendasi pertama yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti sumber lokasi air baku dari IPA Tangan-Tangan yang pada awalnya bersumber di Sungai Bineh Krueng ke Sungai Adan di desa setempat. Sungai Adan ini memiliki debit air yang jauh lebih tinggi dari sumber air baku sebelumnya baik di musim penghujan maupun di musim kemarau (PDAM-GK, 2019). Dengan debit yang lebih tinggi, pengolahan pun dapat dilakukan secara maksimal tanpa adanya kendala di instalasi. Pada dasarnya, Sungai Adan tersebut juga dimanfaatkan oleh penduduk sekitar sebagai sumber air untuk melakukan berbagai aktivitas seperti mencuci, mandi, air untuk keperluan perkebunan, persawahan dan bahkan untuk air minum. Atas dasar tersebut, sangat cocok jika sumber air baku untuk instalasi PDAM Gunong Kila diambil dari sungai Adan tersebut.

Rekomendasi kedua yang dapat dilakukan adalah mengupayakan peningkatan jumlah pelanggan PDAM. Mengingat PDAM Gunong Kila ini masih tergolong baru, maka sangat wajar jika beberapa tahun terakhir jumlah pelanggan masih sangat sedikit sehingga menyebabkan terjadinya *idle*. Dengan bertambahnya jumlah pelanggan, maka produksinya pun akan ikut ditingkatkan sehingga terhindar dari masalah-masalah seperti jumlah wilayah layanan yang masih sedikit, desa-desa di pelosok yang belum dapat dijangkau, kekurangan sumber air baku, serta mesin pengolahan yang belum beroperasi secara maksimal.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Hasil evaluasi IPA Tangan-Tangan menunjukkan bahwa: *Intake* sudah sesuai dengan kriteria desain (Kawamura,1990), Sedimentasi sudah sesuai dengan SNI 6774-2008, Pulsator sudah sesuai dengan SNI 6774-2008, sedangkan di proses filtrasi ditemukan ketidaksesuaian dengan SNI 6774-2008, yaitu kecepatan penyaringan, Reservoir sudah sesuai dengan SNI 6774-2008, dan yang tidak sesuai ialah volume optimalnya.
2. Kualitas air baku IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila sudah sesuai dengan PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kualitas air hasil produksi IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
3. Optimalisasi dilakukan pada unit filtrasi dengan mendesain unit filtrasi, agar permasalahan pada kecepatan penyaringan dianggap dapat teratasi sebagaimana yang telah diperhitungkan diatas.

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

## 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan kepada IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila adalah sebagai berikut:

1. PDAM Gunong Kila dianjurkan untuk melakukan pengujian kualitas air produksi secara berkala seperti dua kali dalam setiap tahun, sesuai dengan amanat Permenkes No.736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum agar kualitas air produksi semakin baik dan tetap terjaga. Hal ini mengingatkan pihak PDAM Gunong Kila tidak pernah melakukan pengujian secara berkala.
2. Agar kinerja masing-masing unit pengolahan dapat bekerja secara maksimal, maka diperlukan pengecekan *maintenance* secara teratur. Hal ini mengingatkan pihak PDAM tidak pernah melakukan perawatan unit pengolahan secara teratur.
3. Untuk penelitian kedepannya dapat diteliti tentang besi, mangan, oksigen terlarut, salinitas, alkalinitas dan lainnya pada sumber air baku, sehingga kualitas air hasil olahan IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila menjadi lebih bagus.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anrrianisa, Sudiran. (2015). *Efektifitas Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit 2 Tirta Kencana PDAM Kota Samarinda Terhadap Kualitas Air Minum Tahun 2015*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Bhaskoro, R., Gagak Eko, dan Tutut Eko Ramadhan. (2018). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif. Jakarta: *Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* 1(3), 15-2.
- Darmasetiawan, (2004). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolah Air*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Edahwati, Luluk. (2009). Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, vol 1. No 1.
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Jakarta: Kanisius.
- Gabriel, J. F. (2001). *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.
- Gudono. (1993). *Akuntansi Manajemen*. Jakarta: PT. Gramedia – Pustaka Umum
- Gustinawati, H. (2018). Evaluasi dan Optimalisasi Sistem Pengolahan Air Minum Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Jaluko Kapasitas 50 L/S Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal daur lingkungan*, 1(1), 29-34.
- Hadi, A. (2007). *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Indarto. (2010). *Hidrologi*. Jember: Bumi Aksara
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Laporan Kinerja PDAM, BPPSPAM 2019.
- Mahida, U. N. (1986). *Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali Press.
- Mukono, J. (2002). *Epidemiologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.

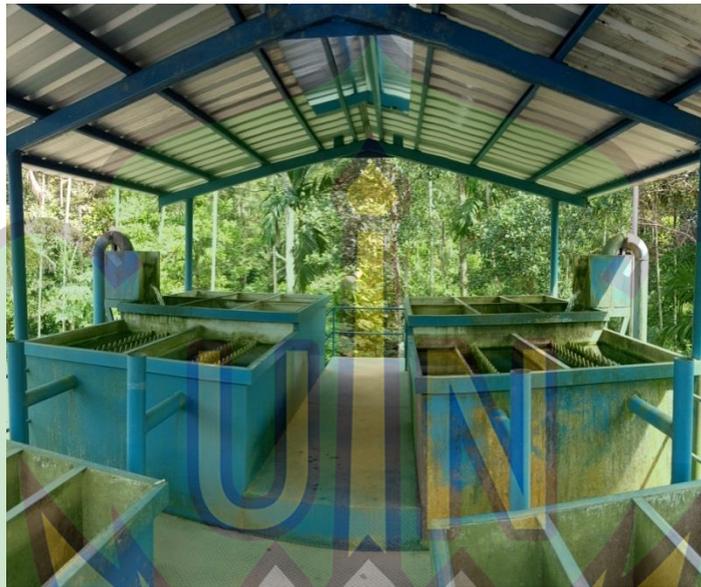
- Nicolay, Xavier. (2006). *Odors In The Food Industry*. New York: Springer.
- Novitasari, R, dkk. (2013). Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja IPA 1 PDAM Kota Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*, vol 1. No 1.
- Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Kesehatan No.492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan *Higiene* Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum
- Qasim, S.R, Motley, E.M, & Zhu, G. (2000). *Water Works Engineering : Planning, Design, and Operation*. London: Prentice–Hall.
- Reynold, D. Tom. (1982). *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*. California: Brooks/Cole Engineering Division, Monterey.
- Ronald L. Droste. (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. Canada: John Willey & Sons.
- Said, N. I. (2005). Metoda Penghilangan Zat Besi Dan Mangan Di Dalam Penyediaan Air minum Domestik. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3)
- Saputri, Afrike Wahyuni. (2011). *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Bersih Unit 1 Sungai Ciapus Di Kampus IPB Dramaga Bogor*. Skripsi Teknik Lingkungan: Universitas Indonesia.
- Standart Nasional Indonesia. 2004. Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam rangka Pemantauan Kualitas Air Pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai. (SNI 03-7016-2004), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standart Nasional Indonesia. 2008. Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. (SNI 6774-2008), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Standart Nasional Indonesia. 2008. Air dan Air Limbah. (SNI 6989-57-2008), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standart Nasional Indonesia. 2012. Kualitas Air. (SNI 7828-2012), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono, Takeda, Kensaku. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L, & Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (4<sup>th</sup>ed)*. New York: Metcalf & Eddy, Inc.
- Vanatta, Birute. (2000). *Guide for Industrial Waste Management*. New York: Diane Publishing.
- Widyastuti, Sri. (2011). Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi dalam Mereduksi Kesadahan. *Jurnal Dosen Teknik Lingkungan*. Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Wismarini, T. D., & Ningsih, D. H. U. (2010). Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. *Dinamik*, 15(1).



## LAMPIRAN

### Lampiran A. Kondisi Eksisting IPA PDAM Gunong Kila.



A.1. IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila



A.2. Unit Pengolahan IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

## Lampiran B: SNI 6774-2008

### 7.4 Kriteria perencanaan unit sedimentasi (pengendap)

Kriteria perencanaan untuk unit sedimentasi (Pengendap) dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4 Kriteria unit sedimentasi (bak pengendap)**

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

6 dari 18

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

SNI 6774:2008

### B.1. Kriteria Desain Sedimentasi

Tabel 4 Kriteria unit sedimentasi (bak pengendap) Lanjutan

Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	Clarifier
Kemiringan dasar bak (tanpa scraper)	45° – 60°	45° – 60°	45° – 60°	> 60°	45° – 60°
Periode antar pengurasan lumpur (jam)	12 – 24	8 – 24	12 – 24	Kontinyu	12 – 24 ***
Kemiringan tube/plate	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°

**CATATAN:** \*) luas bak yang tertutupi oleh pelat/tabung pengendap  
 \*\*) waktu retensi pada pelat/tabung pengendap  
 \*\*\*) pembuangan lumpur sebagian

### 7.5 Kriteria perencanaan unit filtrasi (saringan cepat)

Kriteria Perencanaan untuk Unit Filtrasi (Saringan Cepat) dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Kriteria perencanaan unit filtrasi (saringan cepat)

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi) N = 12 Q <sup>0,5</sup> *)	Saringan dg Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
1.	Jumlah bak saringan		minimum 5 bak	-
2.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11	12 – 33
3.	Pencucian:			
	• Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower & atau surface wash	Tanpa/dengan blower & atau surface wash	Tanpa/dengan blower & atau surface wash
	• Kecepatan (m/jam)	36 – 50	36 – 50	72 – 198
	• lama pencucian (menit)	10 – 15	10 – 15	-
	• periode antara dua pencucian (jam)	18 – 24	18 – 24	-
	• ekspansi (%)	30 – 50	30 – 50	30 – 50
4.	Media pasir:			
	• tebal (mm)	300 – 700	300 – 700	300 – 700
	• singel media	600 – 700	600 – 700	600 – 700
	• media ganda	300 – 600	300 – 600	300 – 600
	• Ukuran efektif, ES (mm)	0,3 – 0,7	0,3 – 0,7	-
	• Koefisien keseragaman, UC	1,2 – 1,4	1,2 – 1,4	1,2 – 1,4
	• Berat jenis (kg/dm <sup>3</sup> )	2,5 – 2,65	2,5 – 2,65	2,5 – 2,65
	• Porositas	0,4	0,4	0,4
	• Kadar SiO <sub>2</sub>	> 95 %	> 95 %	> 95 %

## B.2. Kriteria Desain Filtrasi

Tabel 5 Kriteria perencanaan unit filtrasi (saringan cepat) Lanjutan

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dg Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
5.	Media antransit:			
	• tebal (mm)	400 – 500	400 – 500	400 – 500
	• ES (mm)	1,2 – 1,8	1,2 – 1,8	1,2 – 1,8
	• UC	1,5	1,5	1,5
	• berat jenis (kg/dm <sup>3</sup> )	1,35	1,35	1,35
6.	Filter botom/dasar saringan			
	1) Lapisan penyangga dari atas ke bawah			
	• Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100	-
	• Ukuran butir (mm)	2 – 5	2 – 5	-
	• Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100	-
	• Ukuran butir (mm)	5 – 10	5 – 10	-
	• Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100	-
	• Ukuran butir (mm)	10 – 15	10 – 15	-
	• Kedalaman (mm)	80 – 150	80 – 150	-
	• Ukuran butir (mm)	15 – 30	15 – 30	-
	2) Filter Nozel			
• Lebar Slot nozel (mm)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
• Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)	> 4 %	> 4 %	> 4 %	

CATATAN: \*) untuk saringan dengan jenis kecepatan menurun

\*\*) untuk saringan dengan jenis kecepatan konstan, harus dilengkapi dengan pengatur aliran otomatis.

## 7.6 Kriteria perencanaan pembubuhan bahan kimia

### 7.6.1 Koagulan

#### 7.6.1.1 Kriteria koagulan

Kriteria koagulan adalah sebagai berikut :

- jenis koagulan yang digunakan;
  - aluminium sulfat,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14(H_2O)$  diturunkan dalam bentuk cair konsentrasi sebesar (5 – 20) %.
  - PAC, poly aluminium chloride ( $Al_{10}(OH)_{15}Cl_2$ ) kualitas PAC ditentukan oleh kadar aluminium oxide ( $Al_2O_3$ ) yang terkait sebagai pac dengan kadar (10 – 11) %.
- dosis koagulan ditentukan berdasarkan hasil percobaan jar test terhadap air baku.
- pembubuhan koagulan ke pengaduk cepat dapat dilakukan secara gravitasi atau pemompaan

#### 7.6.1.2 Bak koagulan

Kriteria bak koagulan adalah sebagai berikut :

- Bak koagulan harus dapat menampung larutan selama 24 jam;
- Diperlukan 2 buah bak yaitu 1 buah bak pengaduk manual atau mekanis dan 1 buah bak pembubuh;
- Bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap bahan koagulan.

## B.3. Kriteria Desain Filtrasi (Lanjutan)

**Lampiran C: Foto Unit-Unit pada IPA Tangan-Tangan PDAM Gunung Kila**



C.1. Intake



C.2. Bak Sedimentasi



C.3. Bak Pulsator



C.4. Bak Filtrasi



C.5. Bak Reservoir



C.6. Pengambilan sampel air baku untuk di uji lab



C.7. Pengambilan sampel air produksi untuk di uji lab



C.8. IPA Tangan-Tangan PDAM Gunong Kila

Lampiran D: Data Kualitas Air Baku IPA Tangan-Tangan


**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

Hal 1 dari 1

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
No. 033/SHU/BPPPL/II/2021

Tanggal Penerbitan : 26 Februari 2021

Kepada : **Mirza Andrian**  
di - Aceh Besar

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Bersih Kode Sampel : Air Baku Lokasi : Desa Bineh Krueng Kec. Tangan-tangan ABDYA Koordinat : N : - E : -	Tanggal Sampling : 12 Februari 2021 Tanggal Diterima : 15 Februari 2021 Tanggal Uji : 15 Februari 2021 Selesai Uji : 26 Februari 2021 Sampel diterima dari : Mirza Andrian
---	--

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji
1	pH	Potensiometri	SNI 06 - 6989.11 - 2004	-	6 - 9*)	0,01	7,66
2	TDS	Gravimetri	SNI 06 - 6989.27 - 2005	mg/L	1000*)	2	70
3	Rasa	Organoleptik	-	-	-	-	Tidak Berasa
4	Bau	Organoleptik	SNI 06 - 6860 - 2002	-	-	-	Tidak Berbau
5	Kesadahan Total (CaCO <sub>3</sub> )	Titrimetri	SNI 06 - 6989.12 - 2004	mg/L	-	4,79	24
6	Warna	Spectrofotometri	SNI 6989.80 : 2011	Unit Pt.Co	-	0,05	<0,05**
7	E - Coli	Tabung Ganda	Standard Method 9221G - 2012	MPN/100 ml	100*)	-	98,8
8	Coliform	Tabung Ganda	Standard Method 9221B - 2012	MPN/100 ml	1000*)	-	980,4

*Catatan*  
 - Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji  
 \*) PP No. 82 Tahun 2001, Baku Mutu untuk Air Permukaan Golongan 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

  
**AR - RANIRY**

## Lampiran E: Data Kualitas Air Produksi IPA Tangan-Tangan



**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**  
 No. 034/SHU/BPPPL/II/2021

Hal 1 dari 1

Tanggal Penerbitan : 26 Februari 2021

K e p a d a : Mirza Andrian  
 di – Aceh Besar

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Bersih	Tanggal Sampling : 12 Februari 2021
Kode Sampel : Air Produksi	Tanggal Diterima : 15 Februari 2021
L o k a s i : Desa Binch Krueng Kec. Tangan-tangan	Tanggal Uji : 15 Februari 2021
ABDYA	Selesai Uji : 26 Februari 2021
Koordinat : N :-	Sampel diterima dari : Mirza Andrian
E :-	

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji
1	pH	Potensiometri	SNI 06 – 6989. 11 - 2004	-	6 – 9*)	0,01	7,53
2	TDS	Gravimetri	SNI 06 – 6989. 27 - 2005	mg/L	1000*)	2	74
3	Rasa	Organoleptik	-	-	-	-	Tidak Berasa
4	Bau	Organoleptik	SNI 06 – 6860 – 2002	-	-	-	Tidak Berbau
5	Kesadahan Total (CaCO <sub>3</sub> )	Titrimetri	SNI 06 – 6989. 12 – 2004	mg/L	-	4,79	32
6	Warna	Spectrofotometri	SNI 6989. 80 : 2011	Unit Pt.Co	-	0,05	<0,05**
7	E - Coli	Tabung Ganda	Standard Method 9221G - 2012	MPN/100 ml	100*)	-	20,0
8	Coliform	Tabung Ganda	Standard Method 9221B - 2012	MPN/100 ml	1000*)	-	1203,3

*Catatan*  
 - Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji  
 \*) PP No. 82 Tahun 2001, Baku Mutu untuk Air Permukaan Golongan 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 (I/c)  
 NIP. 19681207 199503 1 005