



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157,  
Fax: 022-720 2892 Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail:  
[lp@itenas.ac.id](mailto:lp@itenas.ac.id)

**SURAT KETERANGAN**  
**MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**784/A.01/TL-FTSP/Itenas/XI/2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.  
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas  
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Muhammad Rizqon Nurrahmana  
NRP : 252019112  
Email : [riqorizqon@gmail.com](mailto:riqorizqon@gmail.com)

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Babakan  
PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang

Tempat : PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang

Waktu : 04 Juli 2022 s/d 02 September 2022

Sumber Dana : Dana Pribadi

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

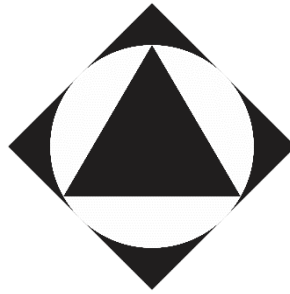
Bandung, 6 September 2023

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan  
Itenas,

( Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T. )  
NPP. 40909

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM  
(IPAM) BABAKAN PERUMDAM TIRTA KERTA  
RAHARJA KABUPATEN TANGERANG**

**PRAKTIK KERJA**



Oleh:

**MUHAMMAD RIZQON NURRAHMANA**

**252019112**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG  
2023**

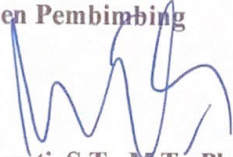
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PRAKTIK KERJA**  
**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPAM)**  
**BABAKAN PERUMDAM TIRTA KERTA RAHARJA**  
**KABUPATEN TANGERANG**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Mata Kuliah Kerja Praktik (TLA-490) Pada  
Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Bandung

Disusun Oleh:  
Muhammad Rizqon Nurrahmana  
25-2019-112  
Bandung, 28 Agustus 2023  
Semester Ganjil 2022/2023

Mengetahui/Menyetujui

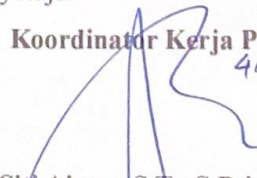
**Dosen Pembimbing**



**Mila Dirgawati, S.T., M.T., Ph.D.**

NIDN: 0409058001

**Koordinator Kerja Praktik**



**Siti Ainun, S.T., S.Psi., M.Sc.**

NIDN: 416087701

**Ketua Program Studi**



**Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.**

NIDN: 0403047803

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Kerja Praktik. Penulis Laporan Kerja Praktik berjudul Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Babakan Perumdam Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Laporan Kerja Praktik ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan material dan moral. Serta doa yang tiada hentinya agar saya dapat menyelesaikan laporan Kerja Praktik ini.
2. Ibu Mila Dirgawati, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan waktunya kepada saya untuk penyusunan laporan Kerja Praktik ini.
3. Bapak Adri Marwan, Bapak Hendy Gunawan Putra, Bapak Guntur, dan Bapak Tri selaku Pembimbing Lapangan di IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang yang telah banyak sekali memberikan pengetahuan, pelajaran, arahan, dan juga masukkan kepada saya dalam pelaksanaan Kerja Praktik.
4. Nisya Raya Deismaya selaku rekan Kerja Praktik yang selalu membantu, memberikan dukungan, dan juga masukan dalam melaksanakan Kerja Praktik.
5. Taufik, Fauzan, Helmi, Aldi Edo, kosan kuning, kosan ibu, dan semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan laporan Kerja Praktik ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2019 yang sudah banyak membantu dalam pembuatan laporan ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Kerja Praktik ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu kedepannya.

Bandung, 15 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.2.1 Maksud.....	3
1.2.2 Tujuan .....	3
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja .....	4
1.5 Metodologi.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Air .....	6
2.2 Sumber Air Baku .....	6
2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum.....	7
2.4 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum .....	13
2.4.1 <i>Intake</i> .....	14
2.4.2 Bak Pengumpul Air Baku .....	16
2.4.3 Koagulasi .....	16
2.4.4 Flokulasi.....	23
2.4.5 Sedimentasi.....	28
2.4.6 Filtrasi .....	33
2.4.7 Desinfeksi .....	37
2.4.8 <i>Reservoir</i> .....	40
2.5 <i>Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)</i> .....	41
<b>BAB III GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN</b> .....	44
3.1 Gambaran Umum PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang.....	44
3.2 Visi, Misi PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang .....	45
3.2.1 Visi.....	45

3.2.2	Misi .....	45
3.3	Struktur Organisasi PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang .....	46
3.4	IPAM Babakan PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang .....	48
3.5	Proses dan Diagram Instalasi Pengolahan Air Minum Babakan PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang .....	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>52</b>
4.1	Umum .....	52
4.2	Hasil Uji Kualitas Air Baku .....	52
4.3	Unit <i>Intake</i> .....	54
4.4	Bak Pengumpul Air Baku .....	59
4.5	Unit Koagulasi .....	61
4.6	Unit Flokulasi.....	65
4.7	Unit Sedimentasi .....	72
4.8	Unit Filtrasi .....	77
4.9	Desinfeksi .....	80
4.10	<i>Reservoir</i> .....	81
4.11	SCADA ( <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> ).....	84
4.12	Hasil Uji Kualitas Air Minum.....	85
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>89</b>
5.1	Kesimpulan .....	89
5.2	Saran .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>vii</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Parameter Wajib Air Minum.....	9
<b>Tabel 2. 2</b> Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya .....	11
<b>Tabel 2. 3</b> Jenis Koagulan dalam Pengolahan Air.....	18
<b>Tabel 2. 4</b> Jenis Koagulan dalam Pengolahan Air.....	22
<b>Tabel 2. 5</b> Kriteria Desain Unit Koagulasi .....	23
<b>Tabel 2. 6</b> Kriteria Desain Unit Flokulasi .....	27
<b>Tabel 2. 7</b> Kriteria Desain Unit Sedimentasi.....	32
<b>Tabel 2. 8</b> Kriteria Desain Unit Filtrasi .....	36
<b>Tabel 3. 1</b> Instalasi Pengolahan Air di PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang .....	45
<b>Tabel 4. 1</b> Data Kualitas Air Permukaan.....	52
<b>Tabel 4. 2</b> Dimensi <i>Intake</i> .....	56
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Perhitungan Unit <i>Intake</i> .....	58
<b>Tabel 4. 4</b> Dimensi Unit Bak Pengumpul Air Baku.....	60
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Perhitungan Unit Bak Pengumpul Air Baku.....	61
<b>Tabel 4. 6</b> Dimensi Unit Koagulasi .....	62
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Perhitungan Data Unit Koagulasi .....	64
<b>Tabel 4. 8</b> Dimensi Unit Flokulasi .....	65
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil Perhitungan Data Unit Flokulasi.....	71
<b>Tabel 4. 10</b> Dimensi Unit Sedimentasi.....	73
<b>Tabel 4. 11</b> Hasil Perhitungan Data Unit Sedimentasi .....	76
<b>Tabel 4. 12</b> Dimensi Unit Filtrasi .....	78
<b>Tabel 4. 13</b> Hasil Perhitungan Data Unit Filtrasi .....	80
<b>Tabel 4. 14</b> Sisa Klor Pengolahan .....	82
<b>Tabel 4. 15</b> Hasil Perhitungan Data Unit Reservoir .....	83
<b>Tabel 4. 16</b> Data Kualitas Air Minum.....	85



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 2</b>	Diagram Alir Langkah Kerja .....	5
<b>Gambar 3. 1</b>	Struktur Organisasi PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kab. Tangerang ..	47
<b>Gambar 3. 2</b>	Skematik Proses Pengolahan IPAM Babakan .....	49
<b>Gambar 3. 3</b>	Layout IPAM Babakan .....	50
<b>Gambar 4. 1</b>	Unit Intake IPAM Babakan .....	55
<b>Gambar 4. 2</b>	Grafik Kekerusuhan Air Baku pada Bulan Juli Tahun 2022 .....	55
<b>Gambar 4. 3</b>	Unit Bak Pengumpul Air Baku IPAM Babakan.....	59
<b>Gambar 4. 4</b>	Unit Koagulasi IPAM Babakan .....	62
<b>Gambar 4. 5</b>	Unit Flokulasi IPAM Babakan .....	65
<b>Gambar 4. 6</b>	Unit Sedimentasi IPAM Babakan.....	73
<b>Gambar 4. 7</b>	Unit Filtrasi IPAM Babakan .....	78
<b>Gambar 4. 8</b>	Unit Desinfeksi IPAM Babakan .....	81
<b>Gambar 4. 9</b>	Unit Reservoir IPAM Babakan.....	81
<b>Gambar 4. 10</b>	Ruang Pengoperasian dan Pemantauan SCADA IPAM Babakan	85

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Laju pertumbuhan penduduk di Kota Tangerang pada tahun 2022 adalah sebesar 1,05% dan di Kabupaten Tangerang pada tahun 2022 adalah sebesar 1,87% (Badan Pusat Statistik, 2023). Laju pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan tingkat hidup masyarakat Indonesia. Peningkatan tingkat hidup masyarakat yang sejalan dengan peningkatan penduduk tersebut turut meningkatkan kebutuhan air (Widiyono dan Hariyanto, 2016).

Sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya salah satunya yaitu air. Air merupakan suatu komponen yang menjadi kebutuhan dasar bagi kehidupan sehari-hari. Kuantitas dan kualitas air harus memadai agar dapat terus digunakan oleh masyarakat (Widiyono dan Hariyanto, 2016). Namun, air bersih pada saat ini tersedia tidak cukup banyak dikarenakan terjadinya penurunan kualitas air. Kualitas air yang menurun disebabkan oleh beberapa aktivitas manusia seperti kegiatan industri, kegiatan domestik, dan kegiatan lain yang berdampak negatif pada sumber daya air. Upaya yang dilakukan untuk menyediakan air bersih pada masyarakat maka dilakukan pengolahan air yang baik, agar air dapat dikonsumsi secara aman oleh masyarakat (Shufairaa'Habiebah dan Retnaningdyah, 2014).

Menindak lanjuti kondisi tersebut, pemerintah Indonesia memberikan himbauan untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat melalui pengawasan secara eksternal dan internal yang termuat dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Pengawasan kualitas air minum secara eksternal merupakan pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota. Sementara pengawasan kualitas air minum secara internal dilaksanakan oleh

penyelenggara air minum untuk menjamin kualitas air minum sebagaimana diatur dalam peraturan tersebut.

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang merupakan instansi yang bertindak sebagai penyelenggara air minum agar aman dikonsumsi khususnya masyarakat dan sektor komersial di wilayah Kabupaten Tangerang. Salah satu unit produksi di PERUMDAM Tirta Kerta Raharja adalah Instalasi Pengolahan Air (IPAM) Babakan. IPAM Babakan memiliki jenis instalasi konvensional yang berkonstruksi beton dengan kapasitas produksi sebesar 90L/detik.

Sumber air baku IPAM Babakan berasal dari air permukaan, yaitu air Sungai Cisadane. Hasil uji kualitas air terhadap Sungai Cisadane melampaui baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 tahun 2001. Kandungan COD hanya memenuhi baku mutu air kelas II di stasiun 1 dan 3. Kandungan BOD dan fosfat cukup tinggi dan melebihi baku mutu air kelas II (Rosarina dan Laksanawati, 2018). Melihat kondisi tersebut, diperlukan unit pengolahan yang dapat beroperasi secara efektif dan efisien serta kontinyu untuk mengubah air Sungai Cisadane agar layak dikonsumsi masyarakat.

Unit instalasi pengolahan air minum pada PERUMDAM Tirta Kerta Raharja diantaranya terdiri atas *intake*, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan *reservoir*. Evaluasi terhadap kapasitas dan unit instalasi pengolahan air perlu dilakukan agar dapat terus menjamin air layak konsumsi terproduksi secara kontinyu. Evaluasi bertujuan untuk meninjau kondisi IPAM, kualitas air baku, dan juga konstruksi bangunan berdasarkan SNI 6774 Tahun 2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Evaluasi ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan dan memberikan rekomendasi agar pengoperasian unit pengolahan air minum (IPAM) Babakan Kabupaten Tangerang berjalan lebih optimal sehingga dapat melayani kebutuhan masyarakat.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dan tujuan dilaksanakannya Praktik Kerja ini adalah sebagai berikut:

### **1.2.1 Maksud**

Praktik Kerja yang dilaksanakan di PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang, dengan maksud untuk mengevaluasi unit sistem proses dan unit sistem operasi instalasi pengolahan air berdasarkan persyaratan yang berlaku.

### **1.2.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari Praktik Kerja di IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang ini adalah:

1. Menganalisis kondisi eksisting operasional IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang.
2. Menganalisis kualitas air baku Sungai Cisadane dengan persyaratan yang mengacu kepada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 dan air yang diproduksi IPAM Babakan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023.
3. Mengevaluasi bangunan instalasi pengolahan air minum di IPAM Babakan yang mengacu pada SNI 6774 tahun 2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.
4. Memberikan rekomendasi untuk perbaikan kinerja instalasi pengolahan air minum (IPAM) Babakan agar dapat memberikan pelayanan dan kebutuhan yang lebih memadai bagi masyarakat.

## **1.3 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam pelaksanaan Praktik Kerja ini adalah melakukan evaluasi di IPAM Babakan yang meliputi:

1. Evaluasi dilakukan terhadap kinerja unit proses *intake*, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi di Instalasi Pengolahan Air Minum Babakan dengan kapasitas produksi sebesar 90L/detik.

2. Pengukuran dimensi bangunan unit pengolahan *intake*, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir IPAM Babakan.
3. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Peraturan tersebut memuat baku mutu untuk beberapa parameter yang menjadi acuan untuk kualitas air minum.
4. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

#### **1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Praktik Kerja**

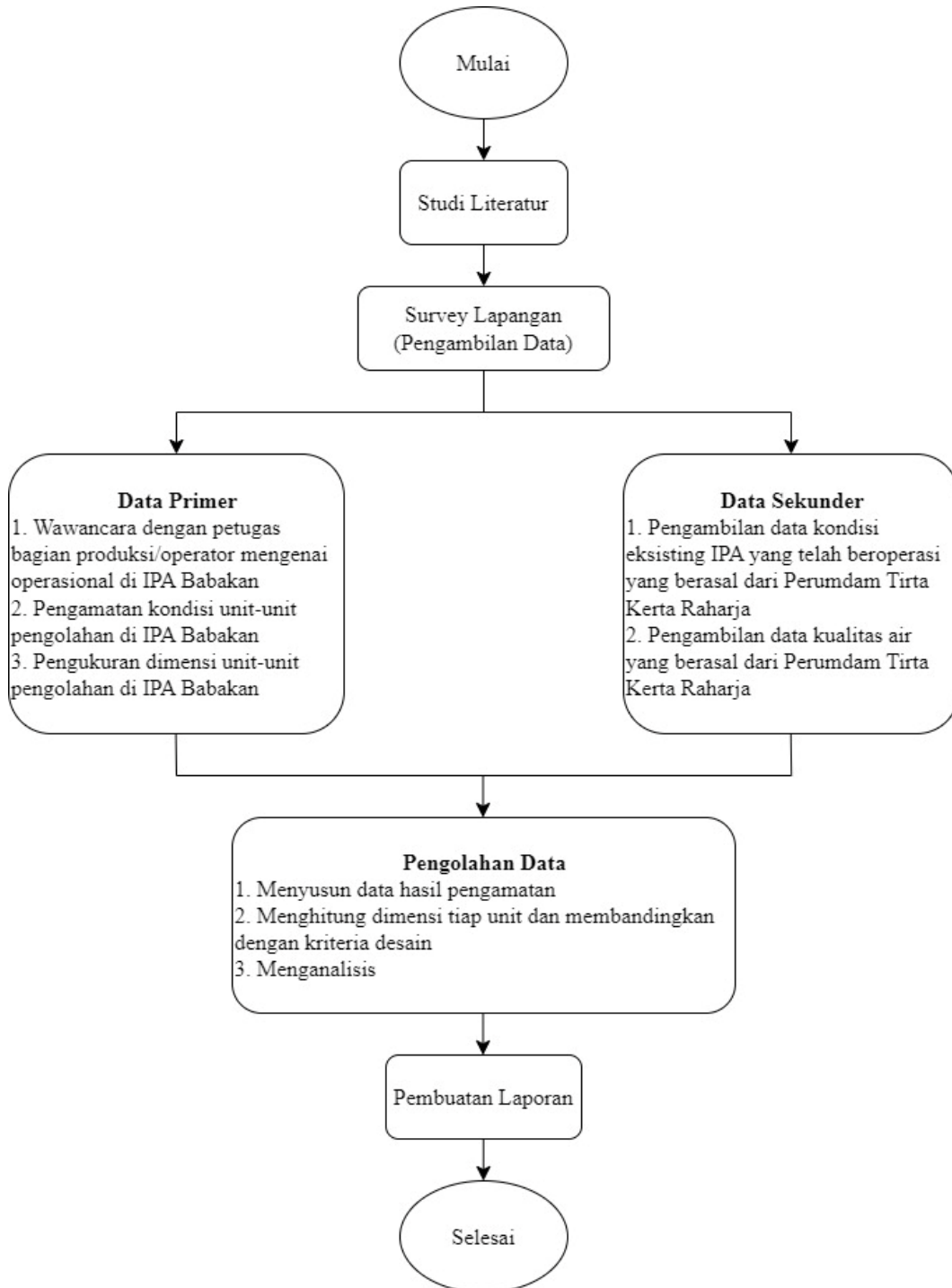
Praktik Kerja dengan judul “Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Minum di IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang” ini dilakukan selama 2 bulan (61 hari) di perusahaan umum daerah air minum ini dengan detail sebagai berikut.

Waktu Pelaksanaan : 04 Juli 2022 sampai dengan 02 September 2022

Tempat Pelaksanaan : IPAM Babakan yang berlokasi di Jalan Kisamaun No.204, RT.002/RW.007, Sukasari, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Provinsi Banten

## 1.5 Metodologi

Adapun metodologi yang digunakan sebagai panduan langkah-langkah sistematis untuk melaksanakan Praktik Kerja ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 1. 1** Diagram Alir Langkah Kerja

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air merupakan suatu komponen penting dalam kehidupan sehari-hari. Air yang digunakan oleh masyarakat dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Air merupakan media penularan penyakit sehingga diperlukan air yang aman digunakan oleh masyarakat. Pertambahan penduduk juga menjadi suatu faktor yang mempengaruhi kualitas air. Semakin banyak penduduk maka akan semakin banyak aktivitas kehidupan. Sejalan dengan semakin banyaknya aktivitas kehidupan maka akan menambah pencemaran air (Kencanawati, 2017).

#### **2.2 Sumber Air Baku**

Sumber air baku merupakan sarana penyediaan air baku. Ketersediaan air baku bagi kebutuhan air minum dapat diidentifikasi menggunakan studi hidrologi dan studi hidrogeologi. Studi tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai jarak dan beda tinggi sumber-sumber air, debit optimum (*safe yield*) sumber, serta kualitas air dan pemakaian sumber. Sumber air baku yang digunakan pada umumnya terdapat beberapa alternatif sumber yang berbeda (Tamim dan Tumpu, 2022). Berikut merupakan alternatif sumber air baku yang dapat digunakan:

a. Sumber daya air hujan

Curah hujan di Indonesia cukup tinggi yaitu 1000-4000mm/tahun atau dapat dikatakan 2-22 mm/hari. Angka tersebut merupakan angka yang cukup tinggi apabila sumber daya air hujan bisa dimanfaatkan dengan baik. Air hujan seringkali terlupakan sebagai sumber air baku terutama di perkotaan sehingga air hujan terbuang dengan sia-sia. Hujan yang turun secara intensif seringkali dianggap sebagai bahaya banjir dibandingkan sebagai sumber air yang memberikan manfaat (Juwono dan Subagiyo, 2017).

b. Sumber daya air permukaan

Air permukaan di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan cara membendung. Membendung sungai menjadi sumber utama penyediaan air kota oleh pemerintah khususnya PDAM. Permasalahan yang seringkali muncul saat ini yaitu perluasan kota yang tidak diimbangi dengan ketersediaan debit air yang memadai (Juwono dan Subagiyo, 2017).

c. Sumber daya air tanah

Air tanah merupakan sumber daya yang melengkapi air permukaan dalam memenuhi pasokan kebutuhan air yang terus meningkat. Hal ini disebabkan kualitas air tanah umumnya lebih baik daripada sumber air lainnya, biaya investasi lebih rendah serta pemanfaatannya dapat dilakukan di tempat yang membutuhkan (*in site*) (Juwono dan Subagiyo, 2017).

d. Sumber daya mata air

Sumber air ini umumnya memenuhi syarat sebagai air minum. Mata air biasanya tersedua di daerah pegunungan. Ini karena elevasi muka air dalam tanah, baik sebagai akuifer tertekan maupun akuifer bebas masih lebih tinggi dari daerah dibawahnya (Triarmadja dan Press, 2019).

### **2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum**

Sistem penyediaan air bersih harus memenuhi beberapa syarat utama. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan kualitatif, persyaratan kuantitatif, dan persyaratan kontinuitas:

a. Syarat Kuantitatif

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air minum ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih (Pahude, 2022).



## b. Syarat Kualitatif

Kualitas air bersih bisa dipandang sebagai mutu atau nilai air. Dimana air yang tersalur tidak bersih (berwarna, keruh, bau). Kualitas air bersih dapat kita nilai dari penglihatan, anggapan, serta pemahaman yang baik. Kualitas air bersih memiliki standar persyaratan kualitas air bersih. Menurut Permenkes No.2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, terdapat beberapa syarat kualitas air minum, yaitu:

### 1. Syarat Fisik

Syarat fisik kualitas air minum meliputi suhu air maksimal  $\pm 3^{\circ}$  C dari udara sekitar, *Total Dissolve Solid* (TDS) maksimal <300 mg/L, kekeruhan maksimal <3 NTU, warna maksimal 10 TCU, dan tidak berbau.

### 2. Syarat Kimia

Syarat kimia kualitas air minum meliputi pH maksimal 6,5-8,5, Nitrat (sebagai  $\text{NO}^3$ ) (terlarut) maksimal sebesar 20 mg/L, Nitrit (sebagai  $\text{NO}^2$ ) (terlarut) maksimal sebesar 3 mg/L, Kromium valensi 6 ( $\text{Cr}^6$ ) (terlarut) maksimal sebesar 0,01 mg/L, Besi (Fe) (terlarut) maksimal sebesar 0,2 mg/L, Mangan (Mn) (terlarut) maksimal sebesar 0,1 mg/L, sisa Klor (terlarut) maksimal sebesar 0,2-0,5 mg/L dengan waktu kontak 30 menit, Arsen (As) (terlarut) maksimal sebesar 0,01 mg/L, Kadmium (Cd) (terlarut) maksimal sebesar 0,003 mg/L, Timbal (Pb) (terlarut) maksimal sebesar 0,003 mg/L, Fluoride (F) (terlarut) maksimal sebesar 1,5 mg/L, dan Aluminium (Al) (terlarut) maksimal sebesar 0,2 mg/L.

### 3. Syarat Bakteriologis

Air minum yang aman harus terhindar dari kontaminasi *Escherichia coli* atau koliform tinja dengan standar 0 dalam 100 ml air minum. Keberadaan *E. Coli* dalam air minum merupakan indikasi telah terjadinya kontaminasi tinja manusia.

#### 4. Syarat Radioaktif

Air minum yang akan dikonsumsi hendaknya terhindar dari kemungkinan terkontaminasi radiasi radioaktif melebihi batas maksimal yang diperkenankan.

**Tabel 2. 1 Parameter Wajib Air Minum**

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan
<b>Mikrobiologi</b>			
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFE/100mL
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFE/100mL
<b>Fisik</b>			
3	Suhu	Suhu udara $\pm$ 3	$^{\circ}$ C
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<300	mg/L
5	Kekeruhan	<3	NTU
6	Warna	10	TCU
7	Bau	Tidak berbau	-
<b>Kimia</b>			
8	pH	6,5 – 8,5	-
9	Nitrat (sebagai NO <sup>3</sup> ) (terlarut)	20	mg/L
10	Nitrit (sebagai NO <sup>2</sup> ) (terlarut)	3	mg/L
11	Kromium valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> ) (terlarut)	0,01	mg/L
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L
14	Sisa khlor (terlarut)	0,2 – 0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L
15	Arsen (As) (terlarut)	0,01	mg/L
16	Kadmium (Cd) (terlarut)	0,003	mg/L
17	Timbal (Pb) (terlarut)	0,01	mg/L
18	Flouride (F) (terlarut)	1,5	mg/L
19	Aluminium (Al) (terlarut)	0,2	mg/L

(Sumber: PERMENKES No. 2 Tahun 2023)

Sedangkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka klasifikasi mutu air bersih ditetapkan menjadi 4 kelas, yaitu:

1) Kelas I (satu)

Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2) Kelas II (dua)

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

3) Kelas III (tiga)

Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4) Kelas IV (empat)

Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

**Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya**

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara diatas permukaan air
2	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5	Derajat keasaman (pH)		6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
7	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas Minimal
9	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	300	300	300	400	
10	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	300	300	300	600	
11	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	
12	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
13	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
14	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
15	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	-	
16	Flourida (F <sup>-</sup> )	mg/L	1	1,5	1,5	-	
17	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
18	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	
19	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
20	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
21	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
22	Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
23	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10	
24	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
25	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3	-	-	-	
26	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
27	Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
28	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
29	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	
30	Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
31	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
32	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
33	Kromium heksavalen (Cr <sup>·</sup> (VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
34	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10	
35	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2		
36	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
37	Aldrin/Dieldrin	µg/L	17	-	-	-	
38	BHC	µg/L	210	210	210	-	
39	Chlordane	µg/L	3	-	-	-	
40	DDT	µg/L	2	2	2	2	
41	Endrin	µg/L	1	4	4	-	
42	Heptachlor	µg/L	18	-	-	-	
43	Lindane	µg/L	56	-	-	-	
44	Methoxychlor	µg/L	35	-	-	-	
45	Toxapan	µg/L	5	-	-	-	

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
46	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000	
47	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000	
48	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil	
49	Radioaktivitas						
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	

(Sumber: PP No. 22 Tahun 2021)

Berdasarkan peraturan dari pemerintah maka, batu mutu air dengan klasifikasi golongan satu yang dapat digunakan sebagai air baku untuk air minum, dengan parameter yang harus diperhatikan seperti parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi.

c. Persyaratan Kontinuitatif

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan (Pahude, 2022).

## 2.4 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

Menurunnya kualitas air disebabkan pencemaran air yang ditandai oleh adanya makhluk hidup, zat, atau energi pada air. Air yang sudah tercemar tidak dapat digunakan atau tidak memenuhi standar baku mutu. Pencemaran dapat berasal baik dari sector domestik atau non domestic. Dalam menanggulangi pencemaran perlu dilakukan pengolahan pada air dengan tujuan mereduksi zat kontaminan yang terkandung sehingga aman untuk dibuang ke badan air atau memasuki pengolahan lanjutan untuk kembali digunakan (Fatma dkk., 2022).

Upaya yang dilakukan agar air dapat digunakan secara aman adalah dengan dilakukannya pengolahan. Pengolahan air terbagi menjadi tiga yakni pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi. Proses pengelolaan tersebut dapat diaplikasikan secara keseluruhan atau dengan memilih salah satu metode. Pemilihan metode dapat didasarkan pada sifat komponen polutan yang akan diolah. Proses

pengelolaan air secara fisik merupakan proses yang memiliki prinsip utama untuk penghilangan padatan suspensi dalam air (Fatma dkk., 2022).

#### **2.4.1 Intake**

Intake atau bangunan penangkap air merupakan bangunan pengambilan air untuk pengolahan air bersih. *Intake* merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang akan dialirkan ke instalasi air bersih (Bhaskoro dan Ramadhan, 2018). *Intake* pada umumnya dilengkapi oleh pompa dengan kapasitas tertentu yang bekerja dengan mekanisme pengaturan jam kerja operasi (Adnan dkk., 2021).

Kapasitas bangunan *intake* disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum. Terdapat beberapa persyaratan lokasi untuk bangunan penyadap, yaitu (Olvianti dkk., 2022):

- a. Penempatan *intake* harus aman dari polusi yang disebabkan oleh pengaruh luar seperti pencemaran oleh manusia serta makhluk hidup lainnya.
- b. Penempatan bangunan *intake* berlokasi di tempat yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap bencana alam.
- c. Konstruksi bangunan penyadap harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa, dan gaya angkat air (*up-lift*).
- d. Penempatan bangunan penyadap diusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya.
- e. Dimensi bangunan penyadap harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian.
- f. Dimensi inlet dan outlet letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air.
- g. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku.
- h. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (*lifetime*) minimal 25 tahun.

- i. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar.

Perhitungan bangunan *intake* menggunakan rumus dibawah ini (Saputri, 2011):

- Kecepatan aliran pada saringan halus

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

Keterangan:

V : kecepatan (m/detik)

Q : debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)

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

Eff : efisiensi (0,5 – 0,6)

- Kecepatan aliran pada saringan kasar dan pada pintu intake

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

Keterangan:

V : kecepatan (m/detik)

Q : debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)

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

Kriteria desain perencanaan unit *intake* menurut Saputri (2011) adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan aliran pada saringan kasar maksimal 0,08 m/s.
- b. Kecepatan aliran pada pintu *intake* maksimal 0.008 m/s.
- c. Kecepatan aliran pada saringan halus maksimal 0,2 m/s.
- d. Lebar bukaan saringan kasar 5-8 cm.
- e. Lebar bukaan saringan halus ± 5 cm.



## 2.4.2 Bak Pengumpul Air Baku

Bak pengumpul air baku atau disebut dengan bak penenang, digunakan dengan tujuan untuk menstabilkan tinggi muka air baku yang dialirkan melalui sistem perpipaan dari intake. Unit ini juga mengatur dan menampung air baku, sehingga jumlah air baku yang akan diproses pada instalasi pengolahan air minum bisa dilaksanakan dengan mudah dan akurat. Kriteria desain dari bak pengumpul air baku ini adalah sebagai berikut (Juliandhika, 2015):

1. Penenang dapat berbentuk bulat maupun persegi panjang.
2. Overflow berupa pipa atau pelimpah diperlukan untuk mengatasi terjadinya tinggi muka air yang melebihi kapasitas bak. Pipa overflow harus dapat mengalirkan minimum  $1/5$  x debit inflow.
3. Freeboard dari bak pengumpul air baku sekurang-kurangnya 60 cm.
4. Waktu detensi bak pengumpul air baku  $> 1,5$  menit.

Perhitungan unit bak pengumpul air baku adalah sebagai berikut (Saputri, 2011):

- Waktu Detensi ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : Debit ( $m^3/det$ )

## 2.4.3 Koagulasi

Koagulasi atau pengadukan cepat merupakan proses pencampuran senyawa kimia tertentu (koagulan) secara cepat dan merata dengan tujuan untuk menurunkan kekeruhan, warna, bau, dan rasa serta bakteri yang terdapat dalam air baku. Fungsi dari proses koagulasi adalah membentuk flok-flok berukuran kecil dengan cara meningkatkan kapasitas adhesi partikel koloid agar partikel koloid yang terdapat dalam air dapat terpisahkan (Ermawati dan Aji, 2018).

Proses koagulasi memerlukan pengadukan cepat agar koagulan dapat tercampur baik dengan air dan akan menghemat penggunaan koagulan sehingga partikel halus sebagai inti dari koagulasi dapat terbentuk. Terdapat dua jenis bahan kimia koagulan yang umum dipakai yaitu (Ermawati dan Aji, 2018):

1. Koagulan Garam Logam

Meliputi Aluminium Sulfat atau tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ ), Feri Chloride ( $\text{FeCl}_3$ ), Fero Chloride ( $\text{FeCl}_2$ ), Feri Sulfat ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Koagulan yang umum digunakan adalah Aluminium Sulfat. Sedangkan Feri Chloride ( $\text{FeCl}_3$ ), Fero Chloride ( $\text{FeCl}_2$ ), dan Feri Sulfat ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), jarang dipergunakan pada instalasi pengolahan air minum, meskipun merupakan koagulan yang baik.

2. Koagulan Polimer Kationik

Meliputi *Poly Aluminium Chloride* (PAC), *Chitosan*, *Curie flock*. Koagulan yang sering dipakai adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*), yang merupakan polimerisasi dari *Aluminium Chloride*. Karena sifat kelarutannya didalam air dan tingkat pembentukan floknya yang baik.

Perbedaan dari kedua jenis koagulan ini adalah tingkat hidrolisa koagulan didalam air. koagulan garam logam mengalami hidrolisa didalam air sedangkan koagulan polimer tidak. Reaksi hidrolitik menghasilkan senyawa hidrokompleks seperti  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ ,  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})^{33+}$ , dan  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ . Proses hidrolis sangat dipengaruhi oleh pH. Pembentukan unsur hidrolis terjadi sangat cepat yaitu dibawah 1 detik. Setelah pembentukannya, unsur ini segera mengabsorbsi partikel koloid dan menyebabkan destabilisasi dari muatan koloidnya. Hal ini mengakibatkan polimerisasi dari reaksi hidrolis(Ermawati dan Aji, 2018).

Keberhasilan suatu proses koagulasi ditentukan dari tiga faktor, yaitu (Ermawati dan Aji, 2018):

1. Jenis Bahan Kimia Koagulan yang Digunakan

Jenis bahan kimia yang digunakan tergantung dari karakteristik air baku, dan tingkat kekeruhan air baku

## 2. Dosis Pembubuhan Bahan Kimia

Penambahan koagulan yang akan digunakan harus sesuai dengan karakteristik kekeruhan, sehingga dengan dosis yang tepat akan menghasilkan hasil yang optimal.

## 3. Pengadukan dari Bahan Kimia

Pengadukan bertujuan untuk menciptakan tumbukan antar partikel yang ada dalam air baku. Pengadukan pada proses koagulasi akan membantu meratakan koagulan yang telah dihubungkan dengan partikel-partikel koloid.

Pemilihan bahan kimia dan dosis yang tepat untuk dicampurkan pada air baku agar dapat meningkatkan kualitas airnya adalah hal yang penting dalam operasional dan pemeliharaan unit koagulasi. Metode *jar test* merupakan metode yang sering digunakan untuk menentukan dosis koagulan yang optimal pada proses konvensional. metode *jar test* adalah suatu metode untuk mengevaluasi proses koagulasi/flokulasi (Ermawati dan Aji, 2018).

Pengamatan yang dilakukan pada saat *Jar test* antara lain (Ermawati dan Aji, 2018) :

1. Waktu pembentukan Flok
2. Kepadatan Flok
3. Air Baku

**Tabel 2. 3 Jenis Koagulan dalam Pengolahan Air**

<b>Nama</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Kelarutan (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ph Optimum</b>	<b>Densitas (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Harga (Rp/kg)</b>
Alumunium Sulfat	Bongkahan, Serbuk	872	6,0-7,8	1,62	1.600
Sodium Aluminat	Serbuk	Sangat Larut	6,0-7,8	1,50	-
Poly Alumunium Cloride (PAC)	Cairan, Bubuk	719	6,0-7,8	1,09	6.100
Ferri Sulfat	Kristal Halus	814	4-9	1,89	-

Nama	Bentuk	Kelarutan (kg/m <sup>3</sup> )	Ph Optimum	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Harga (Rp/kg)
Ferri Klorida	Bongkahan, Cairan	Sangat Larut	4-9	2,89	4.800
Ferro Sulfat	Kristal Halus	-	>8,5	2,84	2.700

(Priambodo dan Indaryanto, 2017)

Jenis pengadukan cepat (Rapid Mixing) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

### 1. Pengaduk Mekanis

Pengadukan mekanis merupakan metode yang biasanya digunakan. Hal ini dikarenakan pengadukan mekanis dapat diandalkan, sangat efektif, dan fleksibel dalam pengoperasiannya. Umumnya pengadukan mekanis menggunakan *turbine impeller*, *paddle impeller*, atau *propeller* agar menghasilkan turbulensi (Reynolds dan Richards, 1996). Pengadukan mekanis tidak dipengaruhi oleh variasi debit dan memiliki nilai *headloss* yang sangat kecil. Koagulan sebaiknya dimasukkan ke tengah-tengah *impeller* atau pipa inlet agar dapat menghasilkan pencampuran yang homogen.

Pengaduk atau *impeller* adalah suatu bagian utama dalam pencampuran mekanis pada tangki pengaduk. Prinsip kerja dari *impeller* adalah dengan cara bergerak memotong fluida dan membuat arus yang bergerak pada keseluruhan sistem fluida. Homogenitas, distribusi, pembentukan, dan kerusakan flok dapat dipengaruhi oleh sudut kemiringan dari *impeller*. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam operasi *impeller* adalah arah aliran yang dihasilkan oleh penggerakan *impeller* dalam fluida, waktu detensi, dan kecepatan putaran *impeller*. Nilai gradien kecepatan (G) yang kecil akan mempengaruhi ukuran flok yang terbentuk (Hendrasarie dan Dienullah, 2021).

### 2. Pengaduk Pneumatis

Pengadukan pneumatis merupakan tipe pengadukan yang menggunakan udara berbentuk gelembung yang dimasukkan ke dalam air sehingga menimbulkan turbulensi pada air yang disebabkan oleh lepasnya

gelembung udara ke permukaan air. Aliran udara yang masuk harus memiliki tekanan yang cukup besar, jika tekanan udara semakin besar maka turbulensi yang terjadi juga semakin besar (Rosariawari dan Zingga, 2020). Pada umumnya pengadukan secara pneumatis digunakan untuk pengadukan lambat (Fitriyanti, 2015). Pengadukan pneumatis ini memiliki rentang waktu detensi ( $t_d$ ) dan gradien kecepatan ( $G$ ) yang digunakan sama dengan pengadukan mekanis.

### 3. Pengaduk Hidrolis

Pengadukan hidrolis merupakan tipe pengadukan yang memanfaatkan perubahan arah aliran sehingga menghasilkan aliran yang turbulen (Rosariawari dan Novianto, 2022). Metode yang dapat digunakan dalam pengadukan secara hidrolis adalah dengan menggunakan *baffle basins*, *weir*, *flume*, dan loncatan hidrolis. Sistem ini banyak digunakan karena pengadukan jenis ini memanfaatkan energi dalam aliran sehingga menghasilkan nilai gradien kecepatan ( $G$ ) yang tinggi. Alasan lainnya adalah sistem ini tidak memerlukan peralatan, mudah dioperasikan, dan pemeliharaan yang mudah (Fair dkk., 1968).

Koagulan berfungsi sebagai destabilisasi partikel dan pengutan flok untuk mengurangi pecahnya flok. Penentuan dosis koagulan dilakukan dengan percobaan *jartest*. Metode *jartest* harus memperhatikan dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan, dan volume endapan yang terbentuk. Kecepatan dan lama waktu pengadukan akan mempengaruhi hasil *jartest* yang akan terlihat pada bentuk flok yang terbentuk dan tingkat kekeruhan air hasil percobaan *jartest*. *Jartest* sebaiknya dilakukan setiap saat agar mendapatkan data dosis optimum yang aktual. Alat yang digunakan untuk *jartest* terdiri dari enam buah batang pengaduk yang masing-masing pengaduk terdiri dari satu buah gelas dengan kapasitas satu liter. Satu buah gelas berfungsi sebagai kontrol dan lima gelas lainnya sebagai proses pengadukan dengan berbagai dosis koagulan sehingga dapat dibandingkan hasil percobaan *jartest* untuk menentukan dosis optimum koagulan (Lestari dan Suprpto, 2019).

Berikut beberapa jenis bahan koagulan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air minum (Lestari dan Suprpto, 2019):

1. *Pollyaluminium Chloride* (PAC)

*Pollyaluminium Chloride* (PAC) adalah suatu jenis koagulan yang sering digunakan. PAC tersedia dalam bentuk cair dan padat. PAC digunakan sebagai bahan koagulan untuk menggumpalkan partikel agar terbentuk flok sehingga dapat mengurangi tingkat kekeruhan air. pembuatan PAC dilakukan dengan cara mereaksikan Aluminium dengan Asam klorida (HCl) 5 – 15% pada suhu 67-97<sup>0</sup>C. PAC bebas dari Sulfat sehingga memiliki tingkat korosif yang rendah dan aman digunakan. Penggunaan PAC tidak terlalu mempengaruhi perubahan pH yang signifikan dibandingkan bahan koagulan lainnya yang cenderung membentuk logam hidroksida.

Proses penambahan koagulan pada pengolahan air akan terjadi gaya *Van der Waals* yang menyebabkan kation akan menetralisasi muatan negatif partikel koloid dalam air sehingga terbentuk flok. Penambahan PAC dengan dosis berlebih akan menyebabkan pelepasan kation yang lebih besar dibandingkan yang dibutuhkan oleh partikel koloid yang bermuatan negatif dalam air untuk membentuk flok. Penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air akan mengakibatkan partikel koloid akan bermuatan positif dan terjadi deflokulasi flok. Deflokulasi flok akan menyebabkan larutan menjadi semakin keruh dan nilai turbiditas air sungai menjadi meingkat.

2. Aluminium Sulfat ( $Al_2SO_4$ )

Aluminium sulfat, merupakan senyawa kimia anorganik yang memiliki rumus  $Al_2(SO_4)_3$ . Aluminium sulfat memiliki sifat larut dalam air yang biasanya digunakan sebagai bahan koagulan dalam proses penjernihan air minum, kilang pengolahan air limbah, serta pembuatan kertas. Aluminium kalium sulfat biasanya ditemukan dalam ragi, Dalam industri konstruksi Aluminium sulfat dapat digunakan sebagai zat yang tahan air (waterproofing) dan akselerator pada beton.

**Tabel 2. 4 Jenis Koagulan dalam Pengolahan Air**

<b>Nama</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Kelarutan (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ph Optimum</b>	<b>Densitas (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Harga (Rp/kg)</b>
Alumunium Sulfat	Bongkahan, Serbuk	872	6,0-7,8	1,62	1.600
Sodium Aluminat	Serbuk	Sangat Larut	6,0-7,8	1,50	-
Poly Alumunium Cloride (PAC)	Cairan, Bubuk	719	6,0-7,8	1,09	6.100
Ferri Sulfat	Kristal Halus	814	4-9	1,89	-
Ferri Klorida	Bongkahan, Cairan	Sangat Larut	4-9	2,89	4.800
Ferro Sulfat	Kristal Halus	-	>8,5	2,84	2.700

(Priambodo dan Indaryanto, 2017)

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai waktu detensi dan gradien kecepatan untuk unit koagulasi adalah sebagai berikut (Rizqiain, 2021):

- Waktu Detensi ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : Debit ( $m^3/det$ )

- Gradien Kecepatan ( $G$ )

$$G = \sqrt{\frac{g \times h}{\nu \times t_d}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$G$  : Gradien Kecepatan ( $detik^{-1}$ )

$g$  : Percepatan gravitasi ( $m/detik^2$ )

$h$  : Tinggi terjunan (m)

$\nu$  : Viskositas kinematik ( $m^2/detik$ )

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

- Perhituang Gradien Waktu ( $G_{td}$ )

$$G_{td} = G \times td \quad (2.6)$$

Keterangan:

- $G_{td}$  = Gradien waktu
- $G$  = Gradien kecepatan (detik<sup>-1</sup>)
- $Td$  = Waktu detensi (detik)

Berikut merupakan kriteria desain unit koagulasi:

**Tabel 2. 5 Kriteria Desain Unit Koagulasi**

Unit	Kriteria
Pengaduk cepat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipe</li> </ul>	Hidrolis: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terjunan</li> <li>- Saluran bersekat</li> <li>- Dalam instalasi pengolahan air bersekat</li> </ul> Mekanis: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilah (<i>Blade</i>), pedal (<i>Padle</i>) instalasi pengolahan air</li> <li>- Flotasi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengadukan (detik)</li> <li>• Nilai G/detik</li> </ul>	1 – 5 >750

(Sumber: SNI 6774:2008)

#### 2.4.4 Flokulasi

Flokulasi merupakan gerakan air secara perlahan yang bertujuan untuk menggabungkan partikel-partikel koloid yang sudah terbentuk pada proses koagulasi. Partikel-partikel koloid tersebut kemudian menjadi flok-flok yang dapat diendapkan pada unit sedimentasi (Priambodo dan Indaryanto, 2017). Kecepatan pengadukan pada proses flokulasi semakin hilir harus semakin lambat. Hal ini disebabkan flok yang telah mencapai ukuran tertentu tidak bisa menahan gaya tarik dari aliran air sehingga dapat menyebabkan flok yang sudah terbentuk pecah kembali (Saputri, 2011).

Flok-flok kecil yang sudah terbentuk di pengolahan koagulasi diperbesar disini. Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk flok yaitu kekeruhan pada air baku, tipe dari *suspended solids*, pH, alkalinitas, bahan koagulan yang dipakai, dan



lamanya pengadukan (Arifiani dan Hadiwidodo, 2007). Pengadukan lambat terbagi menjadi 3 jenis yaitu mekanis, hidrolis, dan penumatis. Metoda yang umum digunakan dalam pengadukan lambat yaitu pengadukan mekanis. Pengadukan mekanis menggunakan *paddle* yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Pengadukan hidrolis meliputi *horizontal baffled channel*, *vertical baffled channel*, *gravel bed*, dan *perforated* (Ermawati dan Aji, 2018).

Pengadukan lambat secara horizontal dapat digolongkan menjadi (Ermawati dan Aji, 2018):

1. *Baffle Channel Horizontal*

Pengadukan tipe ini menggunakan saluran pengaduk dan memanfaatkan energi pengadukan yang berasal dari fraksi pada dinding saluran pada saluran lurus dan turbulensi pada belokan. Kecepatan air dalam saluran tidak boleh kurang dari 0,2 m/detik agar menghindari endapan dalam saluran pengaduk. Pengadukan yang baik dibagi menjadi 4 sampai 6 zona pengadukan. Keunggulan pengadukan dengan cara ini adalah pengendalian terhadap pengadukan murah dan kapasitas dapat ditingkatkan dengan mudah. Sedangkan kelemahannya adalah membutuhkan lahan yang sangat luas.

2. *Baffle Channel Vertical*

Titik berat pengadukan vertikal adalah kontraksi pada celah antar *baffle* yang tingkat pengadukannya diatur oleh pintu yang ada antar *baffle*. Penampang saluran vertikal berbentuk segiempat sehingga apabila pemerataan aliran tidak dilakukan dengan baik maka akan mengakibatkan *dead zone* terutama disudut-sudut kompartemen. Pengolahan jenis ini menghasilkan flok yang cukup baik karena sekat antar bak dapat diatur bukaannya untuk menghasilkan nilai G yang tepat.

3. *Baffle Channel Vertical Melingkar (cyclone)*

Pengadukan jenis ini merupakan pengembangan dari jenis aliran vertikal yang dimana pengadukan dilakukan dalam kompartemen berbentuk lingkaran atau bersegi banyak. Pengadukan *cyclone* memanfaatkan energi

dari beda tinggi antar ruang dan air yang berputar dalam kompartemen akan membantu proses pembentukan flok. Putaran dilakukan dengan cara mengatur keluaran air didasar kompartemen dengan arah melingkar.

#### 4. Pengadukan dengan plat berlubang

Pengadukan ini menggunakan plat berlubang yang memanfaatkan kontraksi pada waktu air melalui lubang. Keunggulan pengadukan dengan plat berlubang adalah penggunaan ruang sangat ringkas tetapi mempunyai kelemahan yang sulit dilakukan untuk pengaturan nilai  $G$  karena sifatnya statik.

#### 5. Pengadukan dengan pulsator

Jenis pengadukan pulsator merupakan akumulasi flok pada bagian dasar suatu pengumpul bak. Proses memperbesar flok air yang sudah terkoagulasi dilakukan dengan mengalirkan air baku secara tiba-tiba ke inlet. Sehingga flok kecil yang tertumbuk satu sama lain menghasilkan flok yang lebih besar. Flok yang telah membesar dan jenuh dibuang secara kontinu ke saluran pembuang.

Permasalahan yang biasa terjadi pada unit flokulasi adalah adanya buih/busu pada permukaan air disertai pertumbuhan alga pada dinding bak. Buih yang terdapat pada permukaan air dapat diatasi dengan cara melakukan pembuangan setiap saat, walaupun buih tersebut tidak mempunyai pengaruh pada air yang akan diproduksi namun buih dapat terlihat jelas dan tidak sedap dipandang mata. Sedangkan untuk pertumbuhan alga dapat menimbulkan bau pada air. Hal ini dapat diatasi dengan cara menggunakan *prechlorinasi* dengan sisa klor sekitar 0,3 mg/L (Ermawati dan Aji, 2018).

Perhitungan pada unit flokulasi yang dijabarkan sebagai berikut (Rizqiain, 2021):

- Kehilangan Tekanan ( $H_{tot}$ )

$$H = H_L + H_B \quad (2.7)$$

- Kehilangan Tekanan Pada Belokan ( $H_B$ )

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

Dimana:

$H_B$  : Kehilangan tekan di belokan (m)

$K$  : Koefisien gesek (1,0 – 5,0)

$V_B$  : Kecepatan aliran pada beloka (m/detik)

$g$  : Percepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)

- Kehilangan Tekanan Pada Aliran Lurus ( $H_L$ )

$$V_L = \frac{1}{N} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.9)$$

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

Dimana:

$H_L$  : Kehilangan tekanan pada saat lurus (m)

$n$  : Koefisien Manning

$V_L$  : Kecepatan aliran pada saluran lurus (m/detik)

$p$  : Panjang saluran (m)

$R$  : Jari-jari basah (m<sup>2</sup>)

$A$  : Luas basah (m<sup>2</sup>)

$P$  : Keliling basah (m)

- Perhitungan Waktu Detensi (G)

$$td = \frac{V}{Q} \quad (2.11)$$

Dimana:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak (m<sup>3</sup>)

$Q$  : Debit (m<sup>3</sup>/det)

- Perhitungan Gradien Kecepatan (G)

$$G = \sqrt{\frac{g \times H_L}{v \times t_d}} \quad (2.12)$$

Dimana:

- G : Gradien Kecepatan (detik<sup>-1</sup>)
- g : Percepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)
- H<sub>L</sub> : Kehilangan tekanan pada saat lurus (m)
- v : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/detik)
- t<sub>d</sub> : Waktu detensi (detik)

- Perhitungan Gradien Waktu (G<sub>td</sub>)

$$G_{td} = G \times td \quad (2.13)$$

Dimana:

- G<sub>td</sub> : Gradien waktu
- G : Gradien kecepatan (detik<sup>-1</sup>)
- Td : Waktu detensi (detik)

Kriteria desain unit flokulasi adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 6 Kriteria Desain Unit Flokulasi**

Kriteria umum	Flokulator Hidrolis	Flokulator Mekanis	
		Sumbu Horizontal dengan Pedal	Sumbu Vertikal dengan Bilah
G (gradien kecepatan) 1/detik	60 (menurun) – 5	60 (menurun) – 10	70 (menurun) – 10
Waktu tinggal (menit)	30 – 45	30 – 40	20 – 40
Tahap flokulasi (buah)	6 – 10	3 – 6	2 – 4
Pengendalian energi	Bukaan pintu/sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran
Kecepatan aliran max (m/det)	0,9	0,9	1,8 – 2,7
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	-	5 – 20	0,1 – 0,2
Kecepatan perputaran sumbu (rpm)	-	1 – 5	8 – 25

(Sumber: SNI 6774:2008)

### 2.4.5 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pengendapan dengan memanfaatkan berat jenis partikel serta gaya gravitasi. Material yang diendapkan umumnya berbentuk flok yang ada di dalam air setelah proses koagulasi. Sedimentasi dapat diartikan sebagai pengendapan dari suspensi dalam air. Proses pengolahan pada unit fisika sedimentasi menggunakan prinsip pemanfaatan berat jenis dari partikel koloid yang bertujuan untuk pemisahan partikel koloid yang bertujuan untuk pemisahan partikel terhadap larutan yang digunakan dengan gravitasi (Fatma dkk., 2022).

Tujuan dari proses sedimentasi yaitu untuk memisahkan partikel tersuspensi (TSS) yang terdapat dalam cairan tersebut. Padatan yang memiliki berat jenis lebih besar dari air akan mengendap sedangkan untuk padatan yang memiliki berat jenis lebih kecil dari air akan mengapung ke permukaan air. Parameter yang dapat disisihkan pada unit sedimentasi yaitu *Total Suspended Solid* (TSS), padatan organik, dan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Penyisihan parameter tersebut dilakukan melalui proses fisik tanpa pembubuhan zat kimia (Kurniawan, 2014).

Lumpur yang terendapkan harus dikeluarkan secara periodik agar efektivitas ruang pengendapan tetap terjaga serta mencegah terjadinya pembusukan yang akan mempengaruhi kualitas air. Pembuangan lumpur harus dikontrol setiap saat agar kinerja bangunan instalasi sedimentasi dapat bekerja dengan sempurna. Sedimentasi yang meremoval 60 – 80% kandungan lumpur menunjukkan bahwa proses dari flokulasi berjalan dengan baik. Maka dari itu pembuangan lumpur harus sering dilakukan yaitu 2-3 kali sehari (Ermawati dan Aji, 2018).

Proses sedimentasi terbagi kedalam empat macam didasarkan pada interaksi antar partikel yang terjadi selama proses, yaitu (Fatma dkk., 2022) :

1. Sedimentasi Tipe I (*Plain Settling*)

Sedimentasi tipe I dilakukan untuk mengendapkan partikel diskrit yang mampu mengendap tanpa bantuan dari penambahan zat kimia berupa koagulan. Koagulan memiliki fungsi untuk mengurangi kekeruhan dari air.

2. Sedimentasi Tipe II (*Flocculant Settling*)

Sedimentasi tipe II dilakukan untuk mengendapkan partikel koloid dengan bantuan dari penambahan zat kimia berupa koagulan.

3. Sedimentasi Tipe III (*Hindered Settling*)

Sedimentasi tipe III dilakukan dalam mengendapkan partikel koloid dan suspensi yang seimbang, partikel berdekatan sehingga menjadi halangan bagi pengendapan partikel didekatnya. Jenis ini umumnya digunakan untuk pengolahan air buangan.

4. Sedimentasi Tipe IV (*Compression Settling*)

Sedimentasi tipe IV adalah unit yang melanjutkan proses dari sedimentasi tipe III, ditandai dengan adanya kompresi dari massa partikel sehingga mendapat *output* konsentrasi *sludge* yang banyak.

Bentuk bangunan sedimentasi antara lain sebagai berikut:

a. Bujur Sangkar

Pada unit sedimentasi berbentuk bujur sangkar, salah satu aliran distribusinya kritis sehingga satu zona inletnya di desain dengan inlet limpahan. Pot, dan *orifice* atau *slotted baffles* dan lebar bukaan (Fatma dkk., 2022).

b. Lingkaran

Pada unit sedimentasi berbentuk lingkaran, aliran yang terjadi adalah pola radial dimana air akan masuk dari tengah tangka dan disebarkan ke seluruh bagian unit, diameternya antara 15 hingga 20% dari total tangka (Fatma dkk., 2022).

c. Persegi Panjang (*Rectangular Tanks*)

Bak sedimentasi berbentuk segi empat memiliki fungsi untuk memperbesar beban permukaan, mengurangi kecepatan aliran air, dan untuk menghindari adanya aliran pendek (*Short Circuiting*). Dasar bak dibuat dengan kemiringan tertentu untuk mengeluarkan lumpur endapan. Lumpur endapan yang dikeluarkan menggunakan prinsip hidrostatis melalui pipa *outlet* lumpur

Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat 4 (empat) zona, yaitu (Fatma dkk., 2022):

1. *Zona Inlet*

*Zona inlet* merupakan lubang tempat masuknya air olahan ke dalam unit pengolahan sedimentasi, yang berfungsi untuk mendistribusikan air secara merata ke bagian lain dari unit sedimentasi.

2. *Zona Settling* (Pengendapan)

Zona pengendapan merupakan ruang untuk mengendapkan partikel-partikel tersuspensi. Proses pengendapan ini dipengaruhi oleh densitas partikel serta gaya gravitasi.

3. *Zona Sludge* (Lumpur)

Zona lumpur merupakan zona penyimpanan untuk lumpur endapan yang terbentuk akibat dari hasil pengendapan.

4. *Zona Outlet*

*Zona outlet* merupakan zona penyaluran untuk keluarnya air yang telah terpisah dari partikel suspensi dan sludge menuju pengolahan selanjutnya.

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi, yaitu (Rizqiain, 2021):

- Perhitungan *Surface Loading Rate* ( $V_t$ )

$$V_t = \frac{(Q/unit)}{A} \quad (2.14)$$

Keterangan:

$V_t$  : *Surface loading rate* (m/detik)

$Q$  : Debit bak ( $m^3/detik$ )

$A$  : Luas permukaan tiap bak ( $m^2$ )

- Perhitungan Kecepatan pada Settler

$$v_o = \frac{Q/unit}{A \times \sin \alpha} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$v_o$  : Kecepatan aliran pada *settler* (m/detik)

- Q : Debit bak (m<sup>3</sup>/detik)  
 A : Luas permukaan tiap bak (m<sup>2</sup>)  
 α : Kemiringan *settler* = 60°

- Bilangan Reynold dan Froude

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.16)$$

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} \quad (2.17)$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} \quad (2.18)$$

Keterangan:

- R : Jari-jari hidraulis (m)  
 A : Luas permukaan *settler* (m<sup>2</sup>)  
 P : Keliling *settler* (m)  
 v<sub>o</sub> : Kecepatan aliran di *settler* (m/detik)  
 ν : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)  
 Re : *Reynolds number*  
 Fr : *Froude number*

- Waktu Detensi Bak

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (2.19)$$

Keterangan:

- t<sub>d</sub> : Waktu detensi (detik)  
 V : Volume bak (m<sup>3</sup>)  
 Q : Debit bak (m<sup>3</sup>/detik)



Kriteria desain unit sedimentasi adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 7 Kriteria Desain Unit Sedimentasi**

<b>Kriteria Umum</b>	<b>Bak Persegi (Aliran Horizontal)</b>	<b>Bak Persegi Aliran Vertikal (Menggunakan Pelat/Tabung Pengendapan)</b>	<b>Bak Bundar (Aliran Vertical Radial)</b>	<b>Bak Bundar (Kontak Padatan)</b>	<b>Clarifier</b>
Beban permukaan (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /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 retensi (jam)	1,5 – 3	0,07 **)	1 – 3	1 – 2	2 – 2,5
Lebar / Panjang	> 1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah (m <sup>3</sup> /m/jam)	< 11	< 11	3,8 – 15	7 – 15	7,2 – 10
Bilangan Reynold	< 2000	< 2000	-	-	< 2000
Kecepatan pada plat/tabung pengendapan (m/menit)	-	Max 0,15	-	-	-
Bilangan Froude	> 10 <sup>-5</sup>	> 10 <sup>-5</sup>	-	-	> 10 <sup>-5</sup>
Kecepatan vertikal (cm/menit)	-	-	-	< 1	< 1
Sirkulasi Lumpur	-	-	-	3 – 5% dari input	-
Kemiringan dasar bak (tanpa scraper)	45° – 60°	45° – 60°	45° – 60°	> 60°	45° – 60°
Periode antara 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°

(Sumber: SNI 6774:2008)

Catatan : \*) luas bak yang tertutupi oleh pelat/tabung pengendap

\*\* ) waktu retensi pada pelat/tabung penengndap

\*\*\* ) pembuangan lumpur sebagian

#### 2.4.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan antara padatan dan larutan yang dilakukan dengan pengaliran larutan melalui media filter penyaring yang berpori guna menyisahkan partikel teruspensi yang lebih halus dibandingkan pada proses prasedimentasi dan sedimentasi. Beberapa media dan jenis yang dapat digunakan sebagai filter diantaranya adalah saringan pasir, pasir cepat dan teknologi membran yang dapat menggunakan metode *ultrafiltration*, *nanofiltration*, *microfiltration*, dan *reverse osmosis* (Fatma dkk., 2022).

Partikel yang terkandung dalam air, baik itu *suspense* maupun koloid tidak dapat mengendap secara menyeluruh dalam proses pengendapan atau sedimentasi. Filtrasi dilakukan untuk penyempurnaan penyisihan yaitu dengan cara menyaring air melalui kombinasi pada pasir dan kerikil untuk menyisahkan partikel-partikel dari air baku. Faktor yang memiliki pengaruh pada proses penyaringan adalah sebagai berikut (Fatma dkk., 2022):

- a. Pada lapisan media penyaring
- b. Pengendapan didalam penyaring
- c. Kontak antar partikel dengan lapisan penyaring
- d. Proses adsorpsi
- e. Proses koagulasi
- f. Proses biologis dalam penyaring
- g. Tergabungnya zat koloid di penyaring

Filter (saringan) bisa dikelompokan sesuai dengan tipe media yang digunakan antara lain sebagai berikut (Tamim dan Tumpu, 2022):

- a. *Single media filter*  
Saringan yang menggunakan satu media, biasanya pasir atau antrasit saja.
- b. *Dual media filter*  
Saringan yang menggunakan dua media, biasanya pasir dan antrasit.

c. *Multi media filter*

Saringan yang menggunakan banyak media, biasanya pasir, antrasit, dan garnet.

Dalam penjernihan air bersih dikenal dua macam saringan berdasarkan kapasitas produksi air yang terolah, yaitu filter pasir cepat dan filter pasir lambat:

1. Filter Pasir Lambat (*slow sand filter*)

Saringan ini dibuat dari pasir halus dengan ukuran efektif sekita 0,2 mm. Ukuran efektif adalah ukuran ayakan yang telah meloloskan 10% dari total butir yang ada atau p10. Pada saringan pasir lambat proses mikrobiologis mendominasi dipermukaan filter. Kehilangan tekanan yang tinggi menghasilkan rata-rata aliran yang sangat rendah (0,12-0,22 m/jam) sehingga membutuhkan konstruksi filter yang sangat luas. Pencucian peridoik (biasanya sekali sebulan) dengan mengambil media filter bagian atas setebal 3-5 cm untuk dicuci diluar filter. Saringan ini tidak dapat berfungsi baik dengan air yang kekeruhannya tinggi, karena permukaanya cepat tersumbat, dan membutuhkan pencucian yang lebih sering (Tamim dan Tumpu, 2022).

Saringan ini menggunakan pasir halus dengan ukuran efektif sekitar 0,2 mm. Ukuran efektif merupakan ukuran ayakan yang dapat meloloskan 10% dari total butir yang ada atau P10. Proses mikrobiologi mendominasi dipermukaan filter pada saringan pasir lambat. Kehilangan tekanan yang tinggi menghasilkan rata-rata aliran yang sangat rendah (0,12 – 0,32 m/jam) sehingga membutuhkan konstruksi filter yang sangat luas.

Pencucian unit filtasi ini dilakukan secara periodik, pada umumnya dalam satu bulan satu kali. Pencucian dilakukan dengan cara mengambil media filter bagian atas setebal 3 – 5 cm untuk dicuci di luar filter. Saringan pasir lambat membutuhkan ruang yang luas dan modal yang besar. Saringan ini tidak berfungsi baik pada air yang memiliki kekeruhan tinggi karena permukaannya cepat terseumbat, dan membutuhkan pencucian yang lebih sering (Ermawati dan Aji, 2018).

## 2. Filter Pasir Cepat (*rapid sand filter*)

Filter pasir cepat merupakan proses pengolahan air minum yang umumnya dilakukan sesudah proses-proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Unit filtrasi pasir cepat memiliki laju kecepatan mulai 6 m/jam sampai 11 m/jam. Kekeruhan air ketika memasuki filter pasir cepat umumnya 5 – 10 NTU sementara efisiensi penurunannya sebesar 90-98% (Fatma dkk., 2022)

Filter ini menggunakan dasar pasir silika dengan kedalaman 0,6-0,75 m. Ukuran pasirnya 0,35-1,0 mm atau lebih dengan ukuran efektif 0,45-0,55 mm. Koefisien keseragaman umumnya memiliki nilai 1,65. Koefisien keseragaman adalah ukuran yang telah meloloskan 60% dibagi ukuran yang telah meloloskan 10% dari total bahan baku pasir atau P60/P10 (Tamim dan Tumpu, 2022).

Faktor yang dapat mempengaruhi proses filtrasi adalah sebagai berikut (Fatma dkk., 2022):

- a. Penyaringan pada lapisan media penyaringan
- b. Pengendapan di dalam penyaringan
- c. Kontak antar partikel dengan lapisan penyaring
- d. Proses adsorpsi
- e. Proses koagulasi
- f. Proses biologis dalam penyaringan
- g. Tergabungnya zat koloid di penyaring

Pencucian media filter pasir cepat dilakuakn dengan cara *backwash*. *Backwash* merupakan proses pencucian kotoran-kotoran maupun endapan suspensi yang tertinggal pada filter yang akan ikut terekspansi dan bersama air pencuci dikeluarkan melalui gutter. Pencucian dilakukan 24 jam operasi dengan waktu pencucian pasir terekspansi  $\pm 50\%$ . Pencucian dapat dikombinasikan dengan *nozzle* dengan kecepatan penyemprotan  $\pm 270 \text{ lt/m}^2/\text{menit}$  dan tekanan antara 0,7 – 1,1  $\text{kg/cm}^2$ . Kombinasi pencucian ini menghasilkan pencucian filter yang lebih baik dan jumlah air untuk mencuci filter dapat lebih sedikit (Ermawati dan Aji, 2018)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan filtrasi, yaitu (Rizqiain, 2021):

- Perhitungan Kecepatan Penyaringan ( $V_f$ )

$$V_f = \frac{(Q/unit)}{A} \quad (2.20)$$

Keterangan:

$V_f$  : *Surface loading rate* (m/detik)

Q : Debit bak ( $m^3/detik$ )

A : Luas permukaan tiap bak ( $m^2$ )

**Tabel 2. 8 Kriteria Desain Unit Filtrasi**

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11	12 – 33
2	Pencucian:			
	Kecepatan (m/jam)	36-50	36-50	72-198
	Lama pencucian (menit)	10 – 15	10 – 15	-
	Periode antara 2 pencucian (jam)	18 – 24	18 – 24	-
	Ekspansi (%)	30 – 50	30 - 50	30 – 50
3	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
	Poroitas	0,4	0,4	0,4
4	Media antrasit			
	Tebal (mm)	400 - 500	400 – 500	400 – 500
	ES (mm)	1,2 – 18	1,2 – 18	1,2 – 18
	Berat jenis (kg/dm <sup>3</sup> )	1,35	1,35	1,35
5	Filter botom saringan			
	1) Lapisan penyangga dr atas ke bawah			
	Kedalaman (mm)	80 - 100	80 - 100	-
	Ukiran butir (mm)	2 - 5	2 – 5	-
	Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100	-
	Ukiran butir (mm)	5 – 10	5 – 10	-

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
	Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100	-
	Ukiran butir (mm)	10 – 15	10 – 15	-
	Kedalaman (mm)	80 - 150	80 – 150	-
	Ukiran butir (mm)	15 – 30	15 – 30	-
	2) Filter nozel			
	Lebar Slot nozel (mm)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	% Luas slot nozel terhadap luas filter	> 4%	> 4%	> 4%

(Sumber: SNI 6774:2008)

Catatan : \*) untuk saringan dengan jenis kecepatan menurun

\*\*) untuk saringan dengan jenis kecepatan konstan (*constant filtration rate*), harus dilengkapi dengan pengatur aliran (*flow controller*) otomatis.

#### 2.4.7 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses penambahan zat kimia yang bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri patogen yang terkandung dalam air seperti bakteri *coliform* dan *Escherichia coli*. Desinfeksi dalam pengolahan air minum dilakukan untuk melindungi pemakai air dari bahaya mikroorganisme yang terkandung dalam air. Metode desinfeksi yang digunakan dalam proses pengolahan air minum biasanya yaitu secara kimiawi dan radiasi. Desinfeksi secara kimiawi dengan menggunakan klorin sebagai desinfektan, baik klorin dalam bentuk gas, cair, maupun bubuk dan desinfeksi radiasi menggunakan sinar *ultraviolet* (Silvana dan Rodiah, 2020).

Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorinasi adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dalam proses purifikasi air. Senyawa-senyawa klor yang umum digunakan dalam proses klorinasi antara lain gas klor, senyawa hipoklorit, klor dioksida, bromin klorida, dihidrosiosianurat, dan kloroamin (Silvana dan Rodiah, 2020).

Desinfeksi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (Ir. Miftahur Rohim, 2020) :

a. Desinfeksi dengan Pemanasan

Desinfeksi dengan cara pemanasan sangat efektif untuk mematikan semua pathogen yang ada didalam air seperti virus, bakteri, spora, fungi, dan protozoa. Lama waktu pemanasan adalah berkisar 5 menit, namun lebih lama waktu pemanasan maka akan lebih baik, direkomendasikan pemanasan air dilakukan selama 20 menit.

Desinfeksi dengan metode pemanasan mudah digunakan namun kendala utama dalam desinfeksi menggunakan metode pemanasan ini adalah bahan bakar.

b. Desinfeksi dengan metode klorinasi

Klorinasi merupakan desinfeksi yang paling umum digunakan. Klorin yang digunakan dapat berupa bubuk, cairan, atau tablet. Bubuk klorin biasanya berisi kalsium hipoklorit, sedangkan cairan klorin berisi natrium hipoklorit. Desinfeksi air minum dengan menggunakan gas klorin atau preparate klorin disebut klorinasi.

Desinfeksi dengan metode klorinasi terhadap air minum bertujuan untuk menghancurkan bakteri melalui daya germisidal dari klorin terhadap bakteri. Klorin telah terbukti menjadi desinfektan yang ideal. Desinfeksi dengan metode klorinasi dapat efektif bila residu klorin bebas sebanyak 0,2mg/L diperoleh setelah klorinasi selama 10 menit.

Klorin akan sangat efektif bila pH pada air rendah. Klorin merupakan senyawa desinfektan yang banyak digunakan dalam proses pengolahan air. Desinfektan ini bekerja dengan baik untuk membunuh bakteri dan virus. Klorin dapat memberikan efek negatif terhadap Kesehatan manusia, selain dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak pada air. Sebagai contoh klorin dapat bersifat korosif pada kulit dan peralatan, selain itu klorin juga dapat berpotensi merusak sistem pernafasan manusia dan makhluk hidup lainnya.

c. Desinfeksi dengan metode radiasi sinar *ultraviolet* dan panas matahari

Metode ini sering disebut juga dengan nama SODIS (*Solar Disinfectan Water*) yang merupakan pengolahan air mentah menjadi air minum yang aman dengan memanfaatkan sinar matahari dan sesuai untuk diterapkan pada tingkat rumah tangga.

Pemaparan sinar UV-A akan merusak dan melumpuhkan mikroorganisme patogen. Jika pada saat pemaparan suhu air mencapai 50°C maka proses desinfeksi hanya memerlukan waktu 1 jam pemaparan.

Pada dasarnya prinsip desinfeksi dengan SODIS adalah sinergi antara sinar UV-A dengan panas. Apabila temperatur mencapai diatas 50°C maka radiasi yang dibutuhkan hanya sepertiganya saja. Dengan metode SODIS *E-Coli* dapat berkurang hingga 3-4 desimal.

d. Desinfeksi dengan metode ozonisasi

Ozon merupakan molekul gas alami yang mudah larut dalam air dan tidak beracun. Ozon dapat ditemuka dilapisan luar dari atmosfer dan berfungsi sebagai pelindung terhadap radiasi *ultraviolet* dari sinar matahari yang dapat menyebabkan penyakit kanker kulit.

Ozon merupakan molekul gas yang terdiri dari 3 atom oksigen dan memiliki rumus kimia O<sub>3</sub>. Molekul ozon bersifat tidak stabil dan akan selalu berusaha melepaskan satu atom oksigen dengan cara oksidasi, sehingga dapat berubah menjadi oksigen yang stabil (O<sub>2</sub>).

Dalam hal desinfeksi air, ozon merupakan metode yang paling unggul dan sangat efektif. Ozon dapat menghancurkan kuman, bakteri, virus, jamur, spora, kista, lumut, dan zat organik lainnya. Ozon juga dapat menetralkan zat organik/mineral yang berlebihan/beracun. Penggunaan ozon tidak menghasilkan zat sisa yang berbahaya bagi kesehatan.

Desinfektan yang digunakan akan efektif tergantung pada (Nur Ayini S. Lulu dkk., 2022):

1. Waktu kontak, semakin lama waktu kontak maka akan semakin banyak bakteri yang terbunuh.



2. Konsentrasi dan zat kimia.
3. Temperatur, semakin tinggi suhu maka akan semakin cepat bakteri terbunuh.
4. Tipe organisme, umumnya yang membentuk spora akan lebih sulit terbunuh.
5. Jumlah organisme, semakin banyak organisme maka waktu kontak yang dibutuhkan akan semakin lama.
6. Keadaan medium air.

Kriteria desain unit desinfeksi adalah sebagai berikut (BSNI, 2008):

- a. Jenis desinfektan yang digunakan
  1. Gas klor ( $\text{Cl}_2$ ), kandungan klor aktif minimal 99%
  2. Kaporit atau kalsium hipoklorit ( $\text{CaOCl}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ ), kandungan klor aktif (60% - 70%)
  3. Sodium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ), kandungan klor aktif 15%
- b. Dosis klor ditentukan berdasarkan DPC yaitu jumlah klor yang dikonsumsi air besarnya tergantung dari kualitas air bersih yang diproduksi serta ditentukan dari sisa klor di instalasi (0,25 – 0,35) mg/L.

#### **2.4.8 Reservoir**

*Reservoir* berfungsi sebagai tempat kontak dengan desinfektan dan penampungan air hasil dari pengolahan yang selanjutnya akan didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan penduduk (Hartono, 2010).

*Reservoir* atau bak penampung air digunakan untuk meratakan aliran, mengatur tekanan, dan keperluan darurat pada sistem pengolahan dan pendistribusian air bersih. Pemakaian air oleh pelanggan disistem distribusi selama 24 jam tidak memiliki debit yang konstan. Pada saat Sebagian besar pelanggan menggunakan air, disebut sebagai jam puncak, sedangkan pada saat pelanggan sedikit atau tidak menggunakan air disebut jam minimum atau jam kosong. Pada jam minimum atau kosong maka air akan tertampung kedalam *reservoir*, sehingga pada jam puncak aliran dapat terbantu dan merata (Sofia dkk., 2018).

Perhitungan bangunan *reservoir* adalah sebagai berikut (Rizqiain, 2021):

- Waktu Detensi ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (2.21)$$

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : Debit ( $m^3/det$ )

Kriteria desain bangunan *reservoir* adalah sebagai berikut (Witjaksono dan Sururi, 2023):

1. Kedalaman (H) = (3 – 6) meter
2. Tinggi jagaan ( $H_j$ ) > 30 cm
3. Tinggi air minimum ( $H_{min}$ ) = 15 cm
4. Waktu tinggal ( $t_d$ ) > 1 jam

## 2.5 *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*

SCADA merupakan singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition* atau dalam Bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai Pengawasan/*Monitoring*, Pengendalian, dan Akuisisi data. *The Instrumentation, System, and Automation Society (ISA)*, mendefinisikan SCADA sebagai “teknologi yang memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mendapatkan data dari satu atau lebih dari beberapa fasilitas yang berjauhan dan/atau mengirimkan beberapa instruksi supervise ke beberapa fasilitas tersebut”. Sementara, *National Communications System*, mendefinisikan SCADA sebagai sistem yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan pabrik atau peralatan di industry seperti telekomunikasi, control air dan limbah, energi, penyulingan dan transportasi minyak dan gas (Rif’an, 2012).

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem yang dirancang untuk pengawasan dan pengendalian suatu proses secara terintegrasi, yang mencakup fungsi monitoring dan pengumpulan data. *Supervisory*

*Control* mencakup kemampuan untuk melakukan perintah *Start/Stop*, mengubah parameter suatu proses serta *set point alarm*. Sedangkan *Data Acquisition* adalah kemampuan untuk merekam dan menampilkan kondisi dan jalannya suatu proses sehingga data yang direkam dapat ditampilkan untuk evaluasi lebih lanjut.

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah suatu sistem yang dirancang untuk melakukan pengawasan dan pengendalian suatu proses secara terintegrasi, yang mencakup fungsi *monitoring* dan pengumpulan data. *Supervisory Control* mencakup kemampuan untuk melakukan perintah *Start/Stop*, mengubah parameter suatu proses serta mengubah *set point alarm*. Sedangkan *Data Acquisition* merupakan suatu metoda yang digunakan untuk mengakses dan mengontrol informasi atau data dari proses atau peralatan yang diawasi dan di kontrol. Data tersebut kemudian dikirimkan kelokasi yang berbeda melalui suatu media komunikasi (Enggari, 2018).

Dalam suatu sistem SCADA biasanya terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut (Enggari, 2018):

1. Unit terminal jarak jauh (*Remote Station*)

Merupakan suatu instrumen yang langsung dihubungkan dengan alat yang diawasi dan dikontrol. *Remote Station* memberikan kemampuan untuk mengontrol dan mengambil data dari peralatan yang dimonitor kemudian mengirimkannya ke pusat kendali SCADA. *Remote Station* dapat berupa *Programable Logic Control* (PLC) maupun *Remote Terminal Unit* (RTU). Perbedaan antara PLC dan RTU adalah dari segi media komunikasi dan dalam memprogram alat tersebut. PLC tidak menyediakan komunikasi data dengan *wireless*, biasanya digunakan pada *plant/pabrik* kecil. Sedangkan RTU menyediakan komunikasi data dengan *wireless* tetapi dalam pemrogramannya tidak sebaik PLC.

2. *Human Machine Interface* (HMI)

Merupakan suatu interface antara operator dengan controller. HMI berupa panel kontrol yang didalamnya terdapat numerik keypad dan layar LCD yang menampilkan pesan. Numerik *keypad* digunakan

untuk memasukan data kedalam sistem kemudian LCD menampilkan pesannya.

3. *Central Monitoring Station (CMS)*

Ini merupakan pusat dari sistem SCADA, merupakan suatu tempat pengumpulan data yang diambil dari remote station dan melakukan pengontrolan jika diperlukan. CMS terdiri dari sebuah komputer atau lebih menyediakan informasi atau data dari sistem SCADA.

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **3.1 Gambaran Umum PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari PERUMDAM Tirta Kerta Raharja, pada awalnya PERUMDAM Tirta Kerta Raharja dibangun pada tahun 1923 oleh Pemerintah Hindia Belanda dengan nama awal *Water Leiding Bedryf*. Kemudian pada tahun 1945 dikelola oleh Pemerintah Indonesia. Pada tahun 1976 didirikanlah PDAM Kabupaten Tangerang sesuai dengan Peraturan Daerah (Perda) Nomor 10/HUK/1976. Lalu pada tahun 1983 dibentuk Unit Pengelola Air Minum (UPAM) Kabupaten Tangerang dan terjadi penggabungan UPAM kedalam PDAM Kabupaten Tangerang pada tahun 1985, dan pada tahun 1999 PDAM Kabupaten Tangerang menggunakan Logo Tirta Kerta Raharja dan berubah nama menjadi PDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang sesuai dengan Perda Nomor 16 Tahun 2001. Hingga pada tahun 2019 terjadi perubahan bentuk organisasi dan nama PDAM menjadi Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang sesuai dengan Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2019.

Terhitung pada bulan Desember 2021 PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang memiliki 13 Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) dengan kapasitas produksi sebesar 5627,5 liter/detik. PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang melayani pelanggan Sambungan Langganan (SL) Domestik sebesar 186.433 SL dan 14 Sambungan Langganan (SL) Air Curah sebesar 382.200 SL. Maka jumlah pelanggan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang saat ini sekitar 568.633 SL. Pelayanan Sambungan Langganan (SL) Domestik PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang 54% berada di Kota Tangerang, 38% berada di Kabupaten Tangerang, dan 8% berada di Tangerang Selatan.

**Tabel 3. 1 Instalasi Pengolahan Air di PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

No	Nama IPA	Kapasitas Produksi (Liter/detik)	Sumber Air Baku
1	IPA Cikokol	1.275	Sungai Cisadane
2	IPA Perumnas	140	Sungai Cisadane
3	IPA Serpong	3.000	Sungai Cisadane
4	IPA Babakan	90	Sungai Cisadane
5	IPA Bojong Renged	200	Sungai Cisadane
6	IPA Solear	200	Sungai Cidurian
7	IPA Citra Raya	160	Sungai Cimenceri
8	IPA Gading Serpong	450	Sungai Cisadane
9	IPA IKK Kronjo	7,5	Sungai Cipasilihan
10	IPA IKK Kresek	15	Sungai Cidurian
11	IPA IKK Mauk	15	Irigasi Mauk
12	IPA IKK Rajeg	25	Irigasi Rajeg
13	IPA Cisauk	50	Sungai Cisadane

(Sumber: PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang)

### **3.2 Visi, Misi PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang memiliki Visi dan Misi guna mewujudkan tujuan dari perusahaan.

#### **3.2.1 Visi**

Menjadi Perusahaan Air Minum yang sehat dan senantiasa memberikan pelayanan yang terbaik kepada masyarakat, demi mewujudkan keinginannya dalam memperoleh Kehidupan yang lebih baik.

#### **3.2.2 Misi**

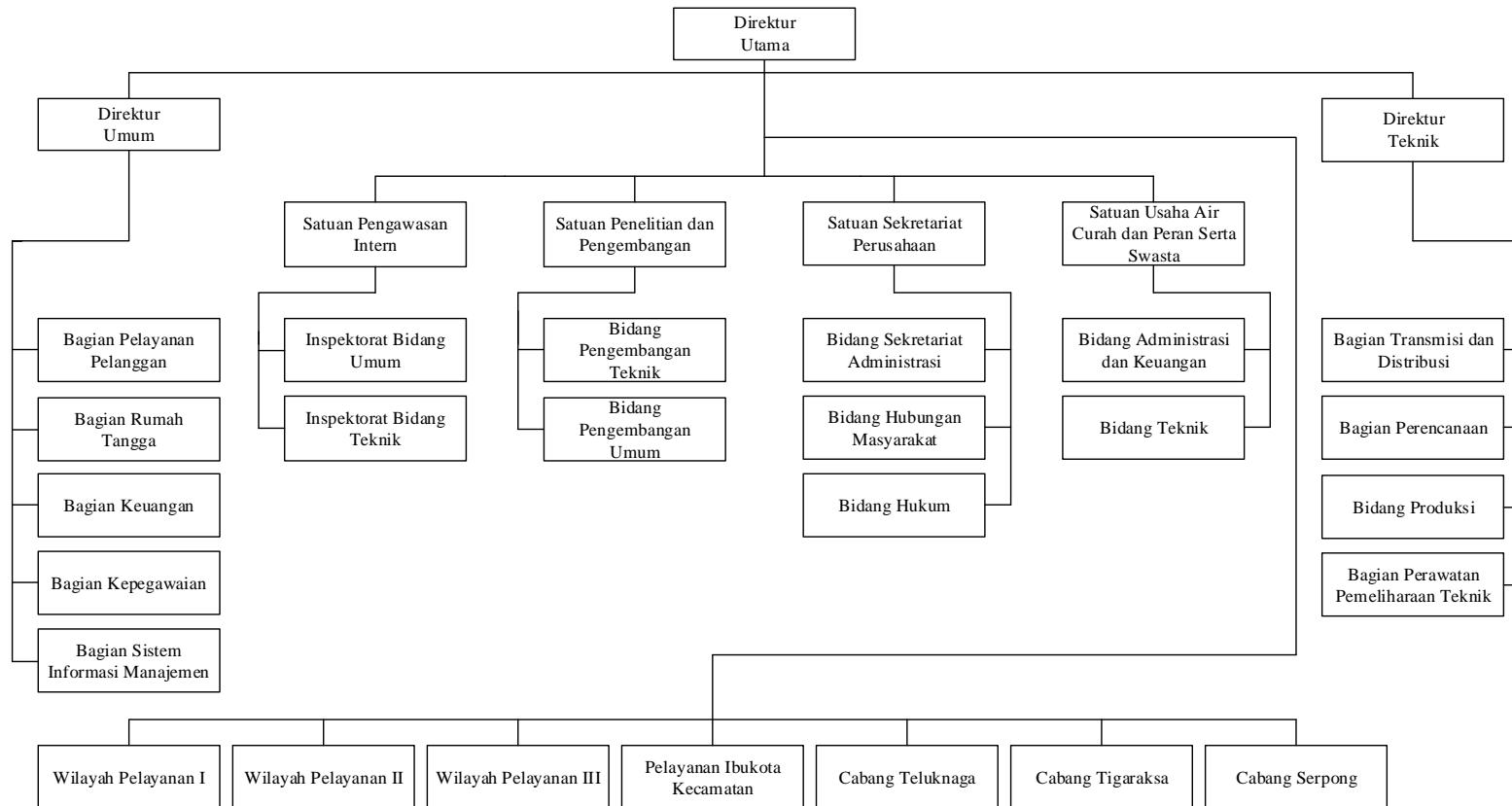
Misi dari PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang adalah:

1. Menerapkan teknologi tepat guna dalam pelayanan berstandar nasional.
2. Meningkatkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang profesional.
3. Mewujudkan cakupan pelayanan sesuai Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Tangerang.
4. Memberikan kontribusi bagi Pendapatan Daerah berupa dividen.

5. Menjalankan aktivitas usaha dengan selalu menjaga keseimbangan lingkungan.

### **3.3 Struktur Organisasi PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

Dalam menjalankan suatu struktur organisasi, PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang dipimpin oleh Direktur Utama yang bertugas dalam memimpin, mengkoordinasi, mengawasi, mengendalikan semua kegiatan PERUMDAM dalam bidang pelayanan dan pengolahan air minum. Struktur organisasi yang dimiliki PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang terdiri dari beberapa unsur jabatan, sebagaimana terdapat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1** Struktur Organisasi PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kab. Tangerang

*(Sumber: PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang)*

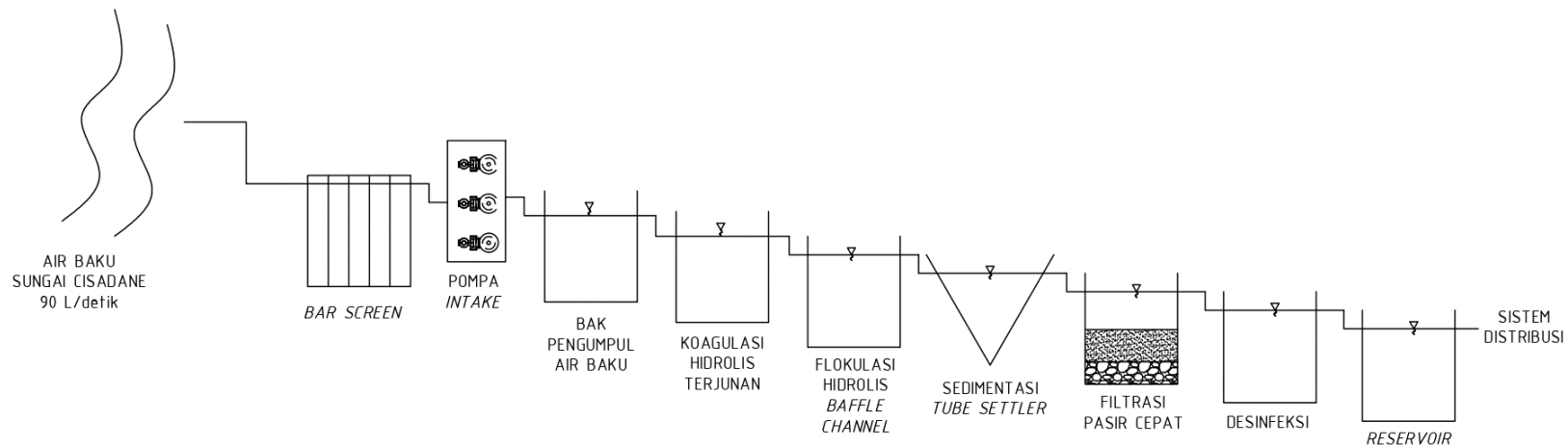


### **3.4 IPAM Babakan PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Babakan yang berlokasi di Jalan Kisamaun No.204, RT.002/RW.007, Kelurahan Sukasari, Kecamatan Tangerang, Kota Tangerang, Provinsi Banten, dimiliki oleh PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Tangerang. IPAM Babakan memiliki satu IPAM, yaitu IPAM konvensional, kapasitas maksimal pengolahan untuk IPAM Babakan yaitu sebesar 90 liter/detik. Sumber air baku IPAM Babakan berasal dari Sungai Cisadane yang berlokasi sekitar 5 meter dari IPAM Babakan.

### **3.5 Proses dan Diagram Instalasi Pengolahan Air Minum Babakan PERUMDAM TKR Kabupaten Tangerang**

PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang memiliki tujuan agar pengolahan air yang dihasilkan sesuai serta memenuhi standar kualitas persyaratan serta kuantitas sesuai dengan kapasitas. Proses pengolahan air minum di IPAM Babakan memiliki sumber air baku yang berasal dari air permukaan Sungai Cisadane. Diagram proses pengolahan air minum IPAM Babakan dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



JUDUL GAMBAR

SKEMATIK IPA BABAKAN

KETERANGAN

▽ = MUKA AIR

NAMA

MUHAMMAD RIZQON  
NURRAHMANA

NRP

25-2019-112

DOSEN PEMBIMBING

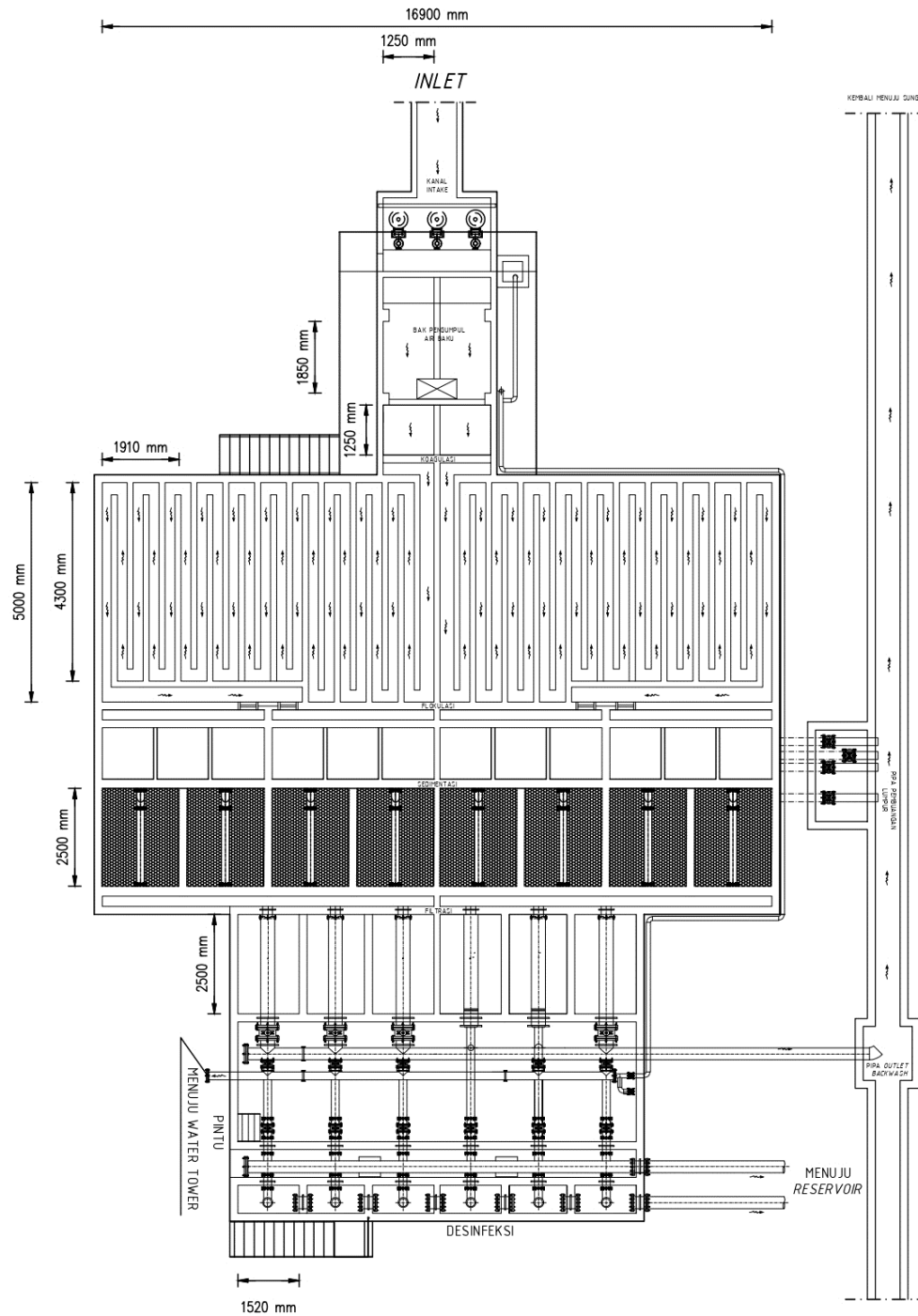
MILA DIRGAWATI, S.T., M.T.,  
Ph.D.

SKALA

TANPA SKALA



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG  
2023



JUDUL GAMBAR

LAYOUT IPA BABAKAN

KETERANGAN

→ = ARAH ALIRAN AIR

NAMA

MUHAMMAD RIZQON  
NURRAHMANA

NRP

25-2019-112

DOSEN PEMBIMBING

MILA DIRGAWATI, S.T., M.T.,  
Ph.D.

SKALA

1 : 125



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG  
2023

Air baku yang masuk ke IPAM Babakan akan melalui unit *bar screen* terlebih dahulu dengan tujuan menyaring material seperti sampah yang terbawa di sungai. Air baku yang sudah melewati unit *bar screen* kemudian mengalir pada kanal sebelum dipompa pada unit *intake*. Air baku yang dipompakan melalui unit *intake* kemudian masuk pada bak pengendap dengan tujuan, air dapat lebih tenang sebelum masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Air baku kemudian dialirkan menuju unit koagulasi dengan pemberian koagulan berupa, *Poly Aluminum Chloride* (PAC). Setelah air baku melalui unit koagulasi, secara gravitasi air baku akan masuk menuju unit flokulasi. Unit flokulasi yang digunakan berupa saluran berkelok-kelok atau disebut *baffled channel*. Air yang telah melalui unit flokulasi selanjutnya akan diolah pada unit sedimentasi dengan menggunakan sistem berupa *plate settler*. Air yang berhasil melewati unit sedimentasi kemudian akan disaring pada unit filtrasi dengan menggunakan media filter berupa pasir serta *gravel*. Air yang telah melewati beberapa rangkaian tersebut kemudian akan diberikan desinfektan sebelum akhirnya masuk pada unit *reservoir*.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang memiliki salah satu Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM), yaitu IPAM Babakan. IPAM Babakan memiliki kapasitas produksi sebesar 90 liter/detik. IPAM Babakan ini dibangun pada tahun 1982. IPAM Babakan merupakan instalasi pengolahan air minum konvensional dengan konstruksi beton. Sumber air baku IPAM Babakan berasal dari air sungai Cisadane yang mengalir secara gravitasi menuju *pump pit* dan dipompakan ke bak koagulasi. Unit pengolahan yang ada pada IPAM Babakan meliputi unit *intake*, unit bak pengumpul air baku, unit koagulasi, unit flokulasi, unit filtrasi, unit desinfeksi dan, unit *reservoir*. Air yang dihasilkan dari IPAM Babakan ini ditampung di dalam *reservoir* dengan kapasitas 815,325 m<sup>3</sup> sebelum didistribusikan ke pelanggan.

#### 4.2 Hasil Uji Kualitas Air Baku

IPAM Babakan menggunakan air baku yang berasal dari air sungai Cisadane. Air baku sungai Cisadane tersebut dilakukan pengecekan kualitas air di Laboratorium PERUMDAM Tirta Kerta Raharja yang dilakukan sebanyak 2 kali dalam sebulan. Kualitas air baku hasil pengecekan dibandingkan dengan PP RI Nomor 22 Tahun 2021. Berikut merupakan hasil uji kualitas air baku pada bulan Juli 2022:



**Tabel 4. 1 Data Kualitas Air Permukaan**

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		PP No. 22 Tahun 2021 (Kelas 1)
			Juli 2022		
			Awal	Akhir	
<i>Parameter Fisik</i>					
1	Suhu	°C	27,2	27,4	Suhu udara ± 3°C
2	Kekeruhan	NTU	33,2	21,2	-
3	Warna	PtCo	8	9	15

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		PP No. 22 Tahun 2021 (Kelas 1)
			Juli 2022		
			Awal	Akhir	
4	Zat Padat Terlarut	mg/l	73,2	82	1000
5	Daya hantar listrik	$\mu$ S/cm	153,6	172,7	-
6	Padatan Tersuspensi Total	mg/L	19	15	40
<b>Parameter Kimia</b>					
<b>A. Kimia Anorganik</b>					
1	pH		7,1	7,04	6,0 – 9,0
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,69	<0,01	0,1
3	Alumunium (Al)	mg/l	0,157	0,134	-
4	Besi (Fe) Terlarut	mg/l	<0,05	<0,05	0,3
5	Kesadahan	mg/l	56,58	40,38	-
6	Klorida (Cl)	mg/l	11,92	12,99	300
7	Mangan (Mn) Terlarut	mg/l	<0,024	<0,024	0,1
8	Seng (Zn)	mg/l	0,0113	0,0476	0,05
9	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) Terlarut	mg/l	30	11	300
10	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,04	<0,04	0,02
11	Cadmium	mg/l	-	-	0,01
12	Chromium valensi 6	mg/l	<0,01	<0,01	0,05
13	Sianida	mg/l	0,002	0,002	0,02
14	Florida Terlarut	mg/l	<0,13	0,15	1
15	Nitrat (NO <sub>3</sub> ), Sebagai N	mg/l	1,9	1,4	10
16	Nitrit (NO <sub>2</sub> ), Sebagai N	mg/l	0,093	0,003	0,06
17	BOD	mg/l	6	6	2
18	COD	mg/l	10	0	10
19	Phosphat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,06	0,06	0,2
20	Arsen		-	-	0,05
21	Total Kromium		-	-	
22	Selenium		-	-	0,01
<b>B. Kimia Organik</b>					
1	Zat Organik	mg/l	8,35	9,37	-
2	Detergent	mg/l	-	-	0,2
<b>Parameter Mikrobiologi</b>					
1	Fecal Coliform	Coloni/100 ml	-	-	100
2	Total Coliform	Coloni/100 ml	-	-	1.000

(Sumber: PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang)

Keterangan:

	= Tidak Memenuhi
	= Memenuhi

Tabel 4.1 merupakan hasil uji kualitas air baku, dapat disimpulkan bahwa pada tabel di atas, terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang ditandai dengan warna kuning. Parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu Amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) dan BOD. Tingginya kandungan Amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) dan BOD dapat disebabkan oleh adanya limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas pemukiman di sekitar Sungai. Berdasarkan uji kualitas air diatas maka perlu dilakukannya pengolahan air agar memenuhi baku mutu.

Air baku Sungai Cisadane tidak memiliki kriteria sebagai air baku jika dibandingkan dengan standar baku mutu. Adanya limbah domestik maupun non domestik yang masuk ke air Sungai Cisadane mengakibatkan kualitas air menjadi buruk. IPAM Babakan memiliki peran yang sangat penting dalam mengolah air baku Sungai Cisadane, sebelum nantinya menjadi air yang dapat diminum.

### 4.3 Unit *Intake*

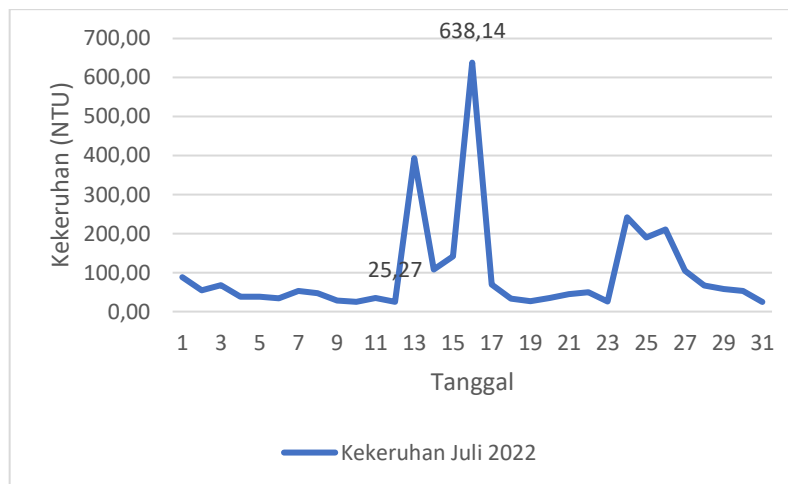
IPAM Babakan memiliki lokasi intake yang terletak di pinggir Sungai Cisadane. Unit *intake* IPAM Babakan merupakan *intake* jenis kanal yang dimana memiliki 3 buah saluran terbuka dengan lebar masing-masing saluran sebesar 0,95 m, 1 m, dan 0,7 m yang dikontrol menggunakan pintu air manual. Kemudian air disalurkan melalui kanal dengan ukuran lebar 0,75 m, 1 m, dan 0,65 m menuju *pump it* untuk dipompakan ke bak koagulasi. Ketinggian air minimum dari dasar saluran adalah sebesar 0,5 m dan 1,45 m pada saat normal, ketinggian air maksimum dalam saluran adalah sebesar 2 m, dan untuk kedalaman saluran *intake* adalah sebesar 2,65 m. Pompa air baku yang digunakan dalam *pump it* memiliki 2 jenis, yaitu pompa *submersible* sebanyak 1 unit dan pompa *centrifugal* sebanyak 3 unit. Secara garis besar sistem penyadap air baku pada IPAM Babakan terdiri dari 3 unsur utama, yaitu unit *screen* (saringan), saluran terbuka (kanal), dan pompa *intake*.



**Gambar 4. 1** Unit Intake IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Unit *intake* IPAM Babakan memiliki permasalahan terutama pada musim penghujan. Pada musim penghujan tingkat kekeruhan air meningkat secara drastis sehingga unit *intake* bekerja lebih keras. Berikut merupakan data nilai kekeruhan air baku pada bulan Juli 2022:



**Gambar 4. 2** Grafik Kekeruhan Air Baku pada Bulan Juli Tahun 2022

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)



Berdasarkan Gambar 4.2 terdapat beberapa nilai kekeruhan yang tinggi. Nilai kekeruhan tertinggi terdapat pada tanggal 13 dan 16 Juli 2022. Hal ini dikarenakan adanya aliran air yang besar dari daerah hulu sungai yaitu daerah Bogor, yang disebabkan oleh hujan yang lebat pada tanggal tersebut. BMKG menyebutkan bahwa curah hujan yang terjadi di daerah Bogor, pada bulan Juli tahun 2022 adalah sebesar 399,9 mm/hari. Curah hujan tersebut dikategorikan sebagai curah hujan ekstrim ( $>150\text{mm/hari}$ ). Sehingga hal ini mempengaruhi tingginya kadar kekeruhan pada Sungai Cisadane.

Berikut merupakan tabel dimensi perlengkapan unit *intake*:

**Tabel 4. 2 Dimensi Intake**

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Jumlah Saluran	Buah	3
2	Kedalaman Saluran	m	3
<b>Saluran Terbuka (Saringan Kasar)</b>			
Saluran A			
3	Lebar Saluran	m	0,95
4	Lebar Bukaannya	cm	5
5	Tebal Plat	cm	0,5
Saluran B			
6	Lebar Saluran	m	1
7	Lebar Bukaannya	cm	5
8	Tebal Plat	cm	0,5
Saluran C			
9	Lebar Saluran	m	0,7
10	Lebar Bukaannya	cm	5
11	Tebal Plat	cm	0,5
<b>Saringan Halus (Bar Screen)</b>			
12	Tebal Besi	mm	5
13	Jarak Kerapatan	mm	20
<b>Saluran Tertutup (Kanal)</b>			
Saluran A			
14	Tinggi Saluran	m	3,5
15	Lebar Saluran	m	0,75
16	Lebar Bukaannya	cm	1
17	Tebal Plat	cm	0,5
Saluran B			
18	Tinggi Saluran	m	3,5

19	Lebar Saluran	m	1
20	Lebar Bukaannya	cm	1
21	Tebal Plat	cm	0,5
Saluran C			
22	Tinggi Saluran	m	3,5
23	Lebar Saluran	m	0,65
24	Lebar Bukaannya	cm	1
25	Tebal Plat	cm	0,5
Pompa			
26	Jumlah Unit	Buah	4
27	Debit Pompa 1,2,3 ( <i>Centrifugal</i> )	L/s	25
28	Debit Pompa 4 ( <i>Submersible</i> )	L/s	50

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Intake**

Perhitungan bangunan *intake* meliputi perhitungan kecepatan pada saringan kasar dan kecepatan pada saringan halus. Penentuan nilai kecepatan pada saringan kasar menggunakan data debit dan luas permukaan, sedangkan perhitungan kecepatan pada saringan halus menggunakan data debit, luas permukaan, dan nilai efisiensi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### **Kecepatan pada saringan kasar**

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

Kecepatan pada saringan kasar (V) memerlukan data debit air tiap yang masuk (Q) dan data luas permukaan saringan (A). Debit air yang masuk adalah sebesar 0,09 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan untuk mencari nilai luas permukaan saringan memerlukan data panjang dan lebar saluran. Panjang saluran pada saringan kasar adalah sebesar 7 meter. Terdapat 3 buah saluran dengan lebar masing-masing sebesar 0,95 m, 1 m, dan 0,7 m. Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan nilai V sebagai berikut:

$$V_A = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,95 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_B = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{1 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_C = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,7 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Kecepatan pada saringan halus

$$V = \frac{Q}{A \times \text{eff}} \quad (4.2)$$

Kecepatan pada saringan halus (V) memerlukan data debit air tiap yang masuk (Q), data luas permukaan saringan (A), dan nilai efisiensi saringan (*eff*). Debit air yang masuk adalah sebesar 0,09 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan untuk mencari nilai luas permukaan saringan memerlukan data panjang dan lebar saluran. Panjang saluran pada saringan kasar adalah sebesar 7 meter. Terdapat 3 buah saluran dengan lebar masing-masing sebesar 0,95 m, 1 m, dan 0,7 m. Nilai efisiensi yang digunakan yaitu sebesar 0,5. Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan nilai V sebagai berikut:

$$V_A = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,95 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,027 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{1 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$



$$V_C = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,7 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Unit Intake**

No	Uraian	Satuan	Nilai*	Kriteria Desain**	Keterangan
<b>Kecepatan pada saringan kasar</b>					
1	Saluran A	m <sup>3</sup> /detik	0,013	0,08	<b>Memenuhi</b>
2	Saluran B	m <sup>3</sup> /detik	0,013	0,08	<b>Memenuhi</b>
3	Saluran C	m <sup>3</sup> /detik	0,019	0,08	<b>Memenuhi</b>
<b>Kecepatan pada saringan halus</b>					
4	Saluran A	m <sup>3</sup> /detik	0,027	0,2	<b>Memenuhi</b>
5	Saluran B	m <sup>3</sup> /detik	0,026	0,2	<b>Memenuhi</b>
6	Saluran C	m <sup>3</sup> /detik	0,037	0,2	<b>Memenuhi</b>

(Sumber \*: Hasil Perhitungan, 2023; \*\*: Saputri, 2011)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan unit intake pada IPAM Babakan, diketahui nilai kecepatan pada saringan kasar pada saluran A adalah sebesar 0,013 m<sup>3</sup>/detik, saluran B sebesar 0,013 m<sup>3</sup>/detik, dan saluran C sebesar 0,019 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan nilai dari kecepatan pada saringan halus pada saluran A adalah sebesar 0,027 m<sup>3</sup>/detik, saluran B 0,026 m<sup>3</sup>/detik, dan pada saluran C sebesar 0,037 m<sup>3</sup>/detik. Kriteria kecepatan pada saringan kasar menurut Saputri (2011), kecepatan aliran pada saringan kasar maksimal sebesar 0,08 m<sup>3</sup>/detik, dan kecepatan aliran pada saringan halus maksimal adalah sebesar 0,2 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga kecepatan aliran pada saringan kasar dan kecepatan aliran pada saringan halus telah memenuhi kriteria desain disetiap salurannya.

#### 4.4 Bak Pengumpul Air Baku

Air baku dari saluran *intake* akan masuk menuju *pump it* dan dipompakan ke bak pengumpul, yang kemudian air akan mengalir menuju bak pencampuran antara air baku dengan bahan kimia koagulan. Terdapat 2 buah bak pengumpul dan bak koagulasi yang masing-masing tersalurkan menuju unit flokulasi yang tidak berhubungan satu dengan lainnya hingga menuju unit proses sedimentasi.



**Gambar 4. 3 Unit Bak Pengumpul Air Baku IPAM Babakan**

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi perlengkapan unit pengumpul air baku:

**Tabel 4. 4 Dimensi Unit Bak Pengumpul Air Baku**

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Jumlah bak	Buah	2
2	Debit tiap bak (Q)	L/detik	0,45
3	Panjang tiap bak (p)	m	1,85
4	Lebar tiap bak(l)	m	1,25
5	Tinggi tiap bak(t)	m	1,25

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Pengumpul Air Baku**

Evaluasi unit pengumpul air baku meliputi perhitungan waktu detensi ( $t_d$ ). perhitungan  $t_d$  memerlukan data volume bak (V) dan debit air yang masuk (Q). berikut merupakan perhitungan bak pengumpul air baku:

#### **Waktu Detensi ( $t_d$ )**

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (4.3)$$

Untuk waktu detensi ( $t_d$ ) pada unit bak pengumpul air baku, memerlukan data volume bak (V) dan debit air (Q). Berdasarkan pengukuran dimensi unit bak pengumpu air baku, tiap unit bak pengumpul air baku memiliki panjang (p) sebesar 1,85 meter, lebar bak (l) sebesar 1,25 m, dan tinggi bak sebesar 1,25 m. Data dimensi tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai V (volume bak). Selanjutnya debit air (Q) yang masuk ke unit bak pengumpul air baku, dikarenakan unit penenang memiliki 2 kompartemen, maka debit air yang masuk ke setiap kompartemen adalah sebesar 45 L/detik atau  $0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan nilai  $t_d$  sebagai berikut:



$$t_d = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,85 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 64,236 \text{ detik} = 1,07 \text{ menit}$$

**Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Unit Bak Pengumpul Air Baku**

No	Uraian	Satuan	Nilai*	Kriteria Desain**	Keterangan
1	Waktu detensi ( $t_d$ )	menit	1,07	>1,5	Tidak memenuhi

(Sumber\* : Hasil Perhitungan; \*\* : Afiatun dkk, 2018)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Nilai waktu detensi ( $t_d$ ) pada unit bak pengumpul air baku tidak memenuhi standar kriteria desain. Hal ini dikarenakan nilai  $t_d$  yang dihasilkan pada unit bak pengumpul air baku adalah sebesar 1,07 menit, sedangkan standar kriteria desain berdasarkan Juliandhika (2015), adalah sebesar >1,5 menit. Bak pengumpul air baku yang tidak memenuhi kriteria desain dapat dilakukan pembesaran dimensi bak agar dapat memenuhi standar kriteria desain (Afiatun dkk., 2018).

#### 4.5 Unit Koagulasi

Air baku dari bak pengumpul kemudian akan dilakukan pencampuran dengan bahan kimia berupa koagulan pada bak koagulasi. Koagulasi merupakan proses pengadukan secara cepat dengan penambahan bahan kimia (koagulan), adanya pengadukan cepat dengan penambahan koagulan maka akan memicu terjadinya pembentukan flok. IPAM Babakan menggunakan proses koagulasi secara hidrolis atau mengandalkan terjunan. Air akan melimpah secara gravitasi melalui *V Notch* dengan ketinggian sekitar 1 meter, setelah proses tersebut akan terjadi proses pengadukan secara cepat air baku dengan koagulan. Proses pengadukan secara cepat (*flash mixing*) antara air baku dengan koagulan akan mendapatkan campuran yang homogen. Koagulan yang digunakan pada IPAM Babakan berupa *Poly Aluminium Chloride* (PAC).



**Gambar 4. 4** Unit Koagulasi IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi unit koagulasi:

**Tabel 4. 6** Dimensi Unit Koagulasi

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Jumlah bak	Buah	2
2	Debit tiap bak (Q)	L/detik	45
3	Panjang tiap bak (p)	m	1,25
4	Lebar tiap bak(l)	m	1,25
5	Tinggi tiap bak(t)	m	0,75
6	Terjunan tiap bak(h)	m	1
7	Freeboard tiap bak	m	0,25
8	Dosis PAC (rata-rata dalam satu bulan)	ppm	43,93

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Koagulasi**

Evaluasi unit koagulasi meliputi perhitungan waktu detensi, dan gradien kecepatan. Perhitungan nilai waktu detensi memerlukan data volume bak dan debit air. Volume bak koagulasi didapatkan dengan menghitung data panjang bak koagulasi, lebar bak, dan tinggi dari bak koagulasi. Sedangkan data yang diperlukan untuk menghitung gradien kecepatan adalah data percepatan gravitasi, tinggi terjunan, viskositas kinematik, dan waktu detensi dari unit koagulasi. Perhitungan unit koagulasi akan dijabarkan sebagai berikut:

### **Waktu Detensi ( $t_d$ )**

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (4.4)$$

Perhitungan waktu detensi ( $t_d$ ) memerlukan data volume bak ( $V$ ) dan debit air ( $Q$ ). Berdasarkan pengukuran dimensi unit bak koagulasi, tiap unit bak koagulasi memiliki panjang ( $p$ ) sebesar 1,25 meter, lebar bak ( $l$ ) sebesar 1,25 m, dan tinggi bak sebesar 0,75 m. Data dimensi tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai  $V$  (volume bak). Selanjutnya debit air ( $Q$ ) yang masuk ke unit bak koagulasi. Unit koagulasi yang terdapat pada IPAM Babakan memiliki 2 kompartemen, maka debit air yang masuk ke setiap kompartemen adalah sebesar 45 L/detik atau 0,045  $m^3$ /detik. Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan nilai  $t_d$  sebagai berikut:

$$t_d = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 26,042 \text{ detik}$$

### **Gradien Kecepatan ( $G$ )**

$$G = \sqrt{\frac{g \times h}{\nu \times t_d}} \quad (4.5)$$

Perhitungan nilai gradien kecepatan ( $G$ ) memerlukan data nilai percepatan gravitasi ( $g$ ), tinggi terjunan ( $h$ ), viskositas kinematik ( $\nu$ ), dan waktu detensi ( $t_d$ ). Nilai percepatan gravitasi merupakan nilai ketetapan dengan nilai sebesar 9,81  $m/detik^2$ . Hasil pengukuran tinggi terjunan pada eksisting adalah sebesar 1 m. Sedangkan nilai viskositas kinematik yang digunakan adalah sebesar  $0,854 \times 10^{-6} m^2/detik$  untuk suhu air sebesar  $27^\circ C$ . Berikut merupakan perhitungan nilai  $G$  pada unit koagulasi:

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 1 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 26,042 \text{ detik}}} = 664,153 \text{ detik}^{-1}$$



### Gradien Waktu ( $G_{td}$ )

$$G_{td} = G \times t_d \quad (4.6)$$

Nilai gradien waktu ( $G_{td}$ ) merupakan nilai hasil perkalian dari nilai gradien kecepatan ( $G$ ) dan waktu detensi ( $t_d$ ). Berdasarkan perhitungan sebelumnya, nilai  $G$  yang dihasilkan pada unit koagulasi adalah sebesar  $664,153 \text{ detik}^{-1}$  dan nilai  $t_d$  sebesar  $26,042 \text{ detik}$ . Berikut merupakan perhitungan untuk nilai  $G_{td}$ :



$$G_{td} = 664,153 \text{ detik}^{-1} \times 26,042 \text{ detik} = 17.295,872$$

**Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Data Unit Koagulasi**

No	Uraian	Satuan	Nilai*	Kriteria Desain**	Keterangan
1	Waktu detensi ( $t_d$ )	detik	26,042	20 – 60***	Memenuhi
2	Gradien kecepatan ( $G$ )	detik <sup>-1</sup>	691,226	>750	Tidak Memenuhi
3	Gradien waktu ( $G_{td}$ )		17.295,872	$10^4 - 10^5$	Memenuhi

(Sumber \* : Hasil Perhitungan; \*\*: SNI 6774:2008; \*\*\* : Witjaksono, 2022)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Unit koagulasi pada IPAM Babakan setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai gradien kecepatan ( $G$ ) tidak memenuhi standar kriteria desain. Kriteria desain untuk nilai  $G$  adalah sebesar  $>750 \text{ detik}^{-1}$ . Sedangkan pada eksisting nilai  $G$  yang didapat adalah sebesar  $691,226 \text{ detik}^{-1}$ . Nilai  $G$  yang masih dibawah nilai dari standar kriteria desain dapat mengakibatkan pencaampuran koagulan menjadi tidak homogen (Bhaskoro dan Ramadhan, 2018). Upaya yang dapat dilakukan agar nilai  $G$  dapat memenuhi kriteria desain adalah dengan menambahkan ketinggian terjunan. Hal ini dikarenakan ketinggian terjunan merupakan faktor yang mempengaruhi nilai  $G$  pada unit koagulasi yang menggunakan tipe hidrolis (Reynaldi dan Radityaningrum, 2022).

#### 4.6 Unit Flokulasi

Air baku yang telah tercampur dengan koagulan kemudian akan melalui unit flokulasi. Unit flokulasi merupakan unit proses terjadinya pengadukan secara lambat, fungsi dari pengadukan secara lambat yaitu untuk menggabungkan flok yang sudah terbentuk pada unit koagulasi menjadi flok yang lebih besar, sehingga partikel koloid mudah mengendap pada unit bak sedimentasi. Proses yang terjadi yaitu air baku yang telah bercampur dengan koagulan, yang kemudian mengalir pada saluran berkelok-kelok (*baffle channel*) dimana akan terjadi pembentukan flok yang cukup besar sebelum diendapkan pada unit bak sedimentasi. Unit flokulasi pada IPAM Babakan menggunakan *baffle channel* tipe horizontal, unit flokulasi ini memiliki 2 unit bak flokulasi, pada setiap unit bak memiliki 2 kompartemen dalam satu aliran yang sama dengan dimensi ukuran yang berbeda. Kompartemen I memiliki dimensi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kompartemen II.



**Gambar 4. 5** Unit Flokulasi IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi unit flokulasi:

**Tabel 4. 8** Dimensi Unit Flokulasi

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Debit (Q)	L/detik	45
2	Jumlah kompartemen	Buah	2
<b>Kompartemen 1</b>			
3	Panjang (p)	m	5
4	Lebar (l)	m	0,25

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
5	Kedalaman air ( $H_a$ )	m	0,62
7	Kedalaman saluran ( $H_s$ )	m	0,80
8	Jumlah Belokan (N)	Buah	7
9	Panjang Belokan	m	0,64
<b>Kompartemen 2</b>			
10	Panjang (p)	m	4,3
11	Lebar (l)	m	0,35
12	Kedalaman air ( $H_a$ )	m	0,6
13	Kedalaman saluran ( $H_s$ )	m	0,8
14	Jumlah Belokan (N)	Buah	11
15	Panjang Belokan	m	0,85

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Flokulasi**

Evaluasi unit flokulasi meliputi perhitungan kehilangan tekanan, waktu detensi, dan gradien kecepatan. Perhitungan kehilangan tekanan terbagi menjadi 2, yaitu perhitungan kehilangan tekanan pada saat belokan dan perhitungan tekanan pada saat aliran lurus. Kehilangan tekanan pada saat belokan terjadi karena air melaju pada belokan dengan sudut  $180^\circ$ , sedangkan kehilangan tekanan pada saat aliran lurus terjadi pada saat air melalui saluran terbuka. Pada IPAM Babakan, saluran dari unit flokulasi terbuat dari konstruksi beton, sehingga nilai koefisien *manning* yang digunakan untuk mencari tekanan pada aliran lurus adalah sebesar 0,013. Perhitungan nilai waktu detensi memerlukan data volume bak dan debit air. Volume bak flokulasi didapatkan dengan menghitung data panjang bak flokulasi, lebar bak, dan tinggi dari bak flokulasi. Sedangkan data yang diperlukan untuk menghitung gradien kecepatan adalah data percepatan gravitasi, tinggi terjunan, viskositas kinematik, dan waktu detensi dari unit flokulasi. Perhitungan unit flokulasi akan dijabarkan sebagai berikut:

#### **Kehilangan Tekanan (H)**

$$H = H_L + H_B \quad (4.7)$$

- **Kehilangan Tekanan Pada Belokan ( $H_B$ )**

$$H_B = K \times \frac{V_B^2}{2g} \quad (4.8)$$

### Kompartemen I

Unit flokulasi pada kompartemen I memiliki nilai dimensi dengan lebar ( $l_b$ ) sebesar 0,25 m, dan kedalaman air ( $H_a$ ) sebesar 0,65 m, dengan debit air ( $Q$ ) sebesar 0,45 m<sup>3</sup>/ detik. Dari data tersebut akan dilakukan perhitungan untuk mencari kehilangan tekanan di belokan ( $H_b$ ). Berikut merupakan perhitungan nilai  $H_b$  pada kompartemen I unit flokulasi:

$$H_B = K \times \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2}{2g} = K \times \frac{\left(\frac{Q}{L_b \times H_a}\right)^2}{2g} = 2 \times \frac{\left(\frac{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}}\right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2} = 0,008 \text{ m}$$

### Kompartemen II

Unit flokulasi pada kompartemen II memiliki lebar yang lebih besar jika dibandingkan dengan kompartemen I, namun unit pada kompartemen II memiliki nilai kedalaman air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kompartemen I. Unit pada kompartemen II memiliki nilai dimensi dengan lebar ( $l_b$ ) sebesar 0,35 m, dan kedalaman air ( $H_a$ ) sebesar 0,6 m, dengan debit air ( $Q$ ) sebesar 0,45 m<sup>3</sup>/ detik. Dari data tersebut akan dilakukan perhitungan untuk mencari kehilangan tekanan di belokan ( $H_b$ ). Berikut merupakan perhitungan nilai  $H_b$  pada kompartemen II unit flokulasi:

$$H_B = K \times \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2}{2g} = K \times \frac{\left(\frac{Q}{L_b \times H_a}\right)^2}{2g} = 2 \times \frac{\left(\frac{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}}\right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2} = 0,004 \text{ m}$$

- **Kehilangan Tekanan Pada Aliran Lurus ( $H_L$ )**

$$V_L = \frac{1}{N} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (4.9)$$

$$H_L = \left(\frac{n \times V_L \times p^{1/2}}{R^{2/3}}\right)^2 \quad (4.10)$$

### Kompartemen I

Perhitungan nilai kecepatan aliran pada saluran lurus ( $V_L$ ) perlu dilakukan terlebih dahulu guna mengetahui nilai kehilangan tekanan pada aliran lurus ( $H_L$ ). Data yang digunakan adalah nilai panjang kompartemen ( $p$ ), lebar kompartemen ( $l$ ), kedalaman air ( $H_a$ ), kedalaman saluran ( $H_s$ ), dan koefisien manning. Berdasarkan hasil pengukuran, Panjang ( $p$ ) pada kompartemen I adalah sebesar 5 m dengan lebar ( $l$ ) sebesar 0,25 m. Kedalaman air pada kompartemen I memiliki nilai sebesar 0,62 m dan nilai

pada kedalaman saluran adalah sebesar 0,8 m. Sedangkan nilai koefisien manning yang digunakan untuk konstruksi berbahan beton adalah sebesar 0,013. Berikut merupakan perhitungan nilai  $V_L$  dan  $H_L$ :

#### Kecepatan aliran saluran

$$V_L = \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\Delta H}{p}\right)^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{l \times H_a}{l+2H_a}\right)^{2/3} \times \left(\frac{H_s-H_a}{p}\right)^{1/2} \quad (4.11)$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}}{0,25 \text{ m} + 2 \cdot 0,62 \text{ m}}\right)^{2/3} \times \left(\frac{0,8 \text{ m} - 0,62 \text{ m}}{5 \text{ m}}\right)^{1/2} \quad (4.12)$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times (0,104)^{2/3} \times (0,036)^{1/2} = 3,228 \text{ m/detik} \quad (4.13)$$

#### Kehilangan tekanan pada saat aliran lurus ( $H_L$ )

$$H_L = \left(\frac{0,013 \times 3,228 \text{ m/detik} \times 5 \text{ m}^{1/2}}{0,104^{2/3}}\right)^2 = 0,18 \text{ m} \quad (4.14)$$

#### Kompartemen II

Dimensi kompartemen II pada unit flokulasi IPAM Babakan memiliki panjang kompartemen ( $p$ ) sebesar 4,3 m dan lebar ( $l$ ) sebesar 0,35 m. Kompartemen II memiliki nilai kedalaman air ( $H_a$ ) sebesar 0,6 m dan nilai kedalaman saluran ( $H_s$ ) adalah sebesar 0,8 m. Nilai koefisien manning yang digunakan untuk konstruksi berbahan beton adalah sebesar 0,013. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk perhitungan nilai  $V_L$  dan  $H_L$  pada kompartemen II.

#### Kecepatan aliran saluran

$$V_L = \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\Delta H}{p}\right)^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{l \times H_a}{l+2H_a}\right)^{2/3} \times \left(\frac{H_s-H_a}{p}\right)^{1/2} \quad (4.15)$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}}{0,35 \text{ m} + 2 \cdot 0,6 \text{ m}}\right)^{2/3} \times \left(\frac{0,8 \text{ m} - 0,6 \text{ m}}{4,3 \text{ m}}\right)^{1/2} \quad (4.16)$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times (0,135)^{2/3} \times (0,046)^{1/2} = 4,342 \text{ m/detik} \quad (4.17)$$

#### Kehilangan tekanan pada saat aliran ( $H_L$ )

$$H_L = \left(\frac{0,013 \times 4,342 \text{ m/detik} \times 4,3 \text{ m}^{1/2}}{0,135^{2/3}}\right)^2 = 0,198 \text{ m} \quad (4.18)$$

## **Kehilangan Tekanan Total**

### **Kompartemen I**

$$H = 0,18 \text{ m} + 0,008 \text{ m} = 0,188 \text{ m} \quad (4.19)$$

### **Kompartemen II**

$$H = 0,198 \text{ m} + 0,004 \text{ m} = 0,202 \text{ m} \quad (4.20)$$

## **Perhitungan Waktu Detensi ( $t_d$ )**

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (4.21)$$

### **Kompartemen I**

Perhitungan waktu detensi ( $t_d$ ) memerlukan data volume bak (V) dan debit air (Q). Unit flokulasi pada IPAM Babakan memiliki 2 kompartemen dengan nilai dimensi yang berbeda, maka berdasarkan hasil pengukuran dimensi unit bak flokulasi pada kompartemen I, unit flokulasi pada kompartemen I memiliki panjang (p) sebesar 5 meter, lebar bak (l) sebesar 0,25 m, dan kedalaman air ( $H_a$ ) sebesar 0,62 m. Data dimensi tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai V (volume). Selanjutnya debit air (Q) yang masuk ke unit flokulasi. Unit flokulasi yang terdapat pada IPAM Babakan memiliki 2 kompartemen, maka debit air yang masuk ke setiap kompartemen adalah sebesar 45 L/detik atau  $0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Kompartemen I memiliki belokan sebanyak 7 buah. Kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan nilai  $t_d$  sebagai berikut:

$$t_d = \frac{(p \times l \times H_a) \times N}{Q} = \frac{(5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}) \times 7 \text{ buah}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 120,556 \text{ detik} = 2,009 \text{ menit}$$

### **Kompartemen II**

Perhitungan waktu detensi ( $t_d$ ) pada kompartemen II dilakukan dengan menggunakan dimensi unit flokulasi pada kompartemen II. Panjang kompartemen (p) adalah sebesar 4,3 m dengan lebar (l) sebesar 0,35 m. Sedangkan kedalaman air pada kompartemen II ( $H_a$ ) adalah sebesar 0,6 m. Jumlah belokan yang terdapat

pada kompartemen II lebih banyak jika dibandingkan dengan kompartemen I, yaitu sebanyak 11 buah. Berikut merupakan perhitungan nilai  $t_d$  pada kompartemen II:

$$t_d = \frac{(p \times l \times H_a) \times N}{Q} = \frac{(4,3 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}) \times 11 \text{ buah}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 220,733 \text{ detik} = 3,679 \text{ menit}$$

### **Gradien Kecepatan (G)**

$$G = \sqrt{\frac{g \times H_L}{v \times t_d}} \quad (4.22)$$

#### **Kompartemen I**

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya nilai kehilangan tekanan pada saat aliran lurus ( $H_L$ ) pada kompartemen I adalah sebesar 0,18 m dan nilai waktu detensi ( $t_d$ ) sebesar 120,556 detik. Nilai percepatan gravitasi ( $g$ ) yaitu sebesar 9,81 m/detik<sup>2</sup> dan nilai viskositas kinematik ( $v$ ) untuk air pada suhu 27°C adalah sebesar  $0,854 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/detik. Data tersebut kemudian digunakan untuk mencari nilai gradien kecepatan ( $G$ ). Perhitungan nilai  $G$  pada kompartemen I adalah sebagai berikut:

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,18 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 120,556 \text{ detik}}} = 130,963 \text{ detik}^{-1}$$

#### **Kompartemen II**

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya nilai kehilangan tekanan pada saat aliran lurus ( $H_L$ ) pada kompartemen II adalah sebesar 0,198 m dan nilai waktu detensi ( $t_d$ ) sebesar 220,733 detik. Nilai percepatan gravitasi ( $g$ ) yaitu sebesar 9,81 m/detik<sup>2</sup> dan nilai viskositas kinematik ( $v$ ) untuk air pada suhu 27°C adalah sebesar  $0,854 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/detik. Data tersebut kemudian digunakan untuk mencari nilai gradien kecepatan ( $G$ ). Perhitungan nilai  $G$  pada kompartemen I adalah sebagai berikut:

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,198 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 220,733 \text{ detik}}} = 101,509 \text{ detik}^{-1}$$

### Perhitungan Gradien Waktu ( $G_{td}$ )

$$G_{td} = G \times t_d \quad (4.23)$$

#### **Kompartemen I**

Berdasarkan hasil perhitungan nilai gradien kecepatan ( $G$ ) pada kompartemen I didapatkan nilai  $G$  sebesar  $130,963 \text{ detik}^{-1}$ . Hasil perhitungan nilai waktu detensi ( $t_d$ ) didapatkan hasil nilai  $t_d$  sebesar  $120,556 \text{ detik}$ . Kemudian dilakukan perhitungan nilai gradien waktu ( $G_{td}$ ) untuk kompartemen I sebagai berikut:

$$G_{td} = 130,963 \text{ detik}^{-1} \times 120,556 \text{ detik} = 15.788,375$$

#### **Kompartemen II**

Berdasarkan hasil perhitungan nilai gradien kecepatan ( $G$ ) pada kompartemen II didapatkan nilai  $G$  sebesar  $101,509 \text{ detik}^{-1}$ . Hasil perhitungan nilai waktu detensi ( $t_d$ ) didapatkan hasil nilai  $t_d$  sebesar  $220,733 \text{ detik}$ . Kemudian dilakukan perhitungan nilai gradien waktu ( $G_{td}$ ) untuk kompartemen II sebagai berikut:

$$G_{td} = 101,509 \text{ detik}^{-1} \times 220,733 \text{ detik} = 22.406,386$$



**Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Data Unit Flokulasi**

No	Uraian	Satuan	Kompartemen I***	Kompartemen II***	Kriteria Desain*
1	Kehilangan tekanan (H)	m	0,188	0,202	0,3 – 1 **
2	Waktu detensi ( $t_d$ )	menit	2,009	3,679	30 – 45
3	Gradien kecepatan (G)	detik <sup>-1</sup>	130,963	101,509	60 (menurun) – 5
4	Gradien waktu ( $G_{td}$ )		15.788,375	22.406,386	(10 <sup>4</sup> – 10 <sup>5</sup> )
5	Banyak saluran	Buah	7	11	≥6

(Sumber \* : SNI 6774:2008; \*\* : Witjaksono, 2022; \*\*\* : Hasil Perhitungan, 2022)



Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

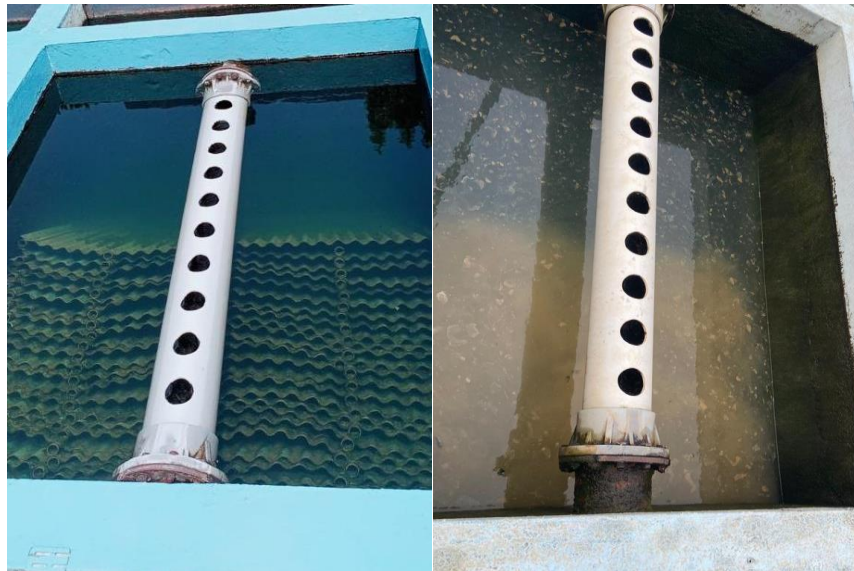
Unit flokulasi pada IPAM Babakan setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai kehilangan tekanan (H), waktu detensi ( $t_d$ ), dan gradien kecepatan (G) tidak memenuhi standar kriteria desain pada kedua kompartemennya. Berdasarkan SNI 6774:2008 kriteria desain untuk nilai H adalah sebesar 0,3 sampai dengan 1 meter. Sedangkan pada eksisting nilai H yang didapat pada kompartemen I adalah sebesar 0,188 meter dan 0,202 meter pada kompartemen II. Kecilnya nilai H diakibatkan karena bukaan saluran yang terlalu besar, agar nilai H dapat memenuhi standar kriteria desain adalah dengan memperkecil bukaan saluran (Bhaskoro dan Ramadhan, 2018).

Nilai  $t_d$  pada unit flokulasi yang didapatkan adalah sebesar 2,009 menit pada kompartemen I dan 3,679 menit pada kompartemen II. Berdasarkan SNI 6774:2008 standar kriteria desain untuk nilai  $t_d$  adalah sebesar 30 sampai 40 menit. Waktu detensi yang terlalu cepat akan menyebabkan perubahan gradien kecepatan (G) secara tidak teratur. Nilai G pada unit flokulasi yang didapatkan adalah sebesar 130,963 detik<sup>-1</sup> pada kompartemen I dan 101,509 detik<sup>-1</sup> pada kompartemen II. Berdasarkan SNI 6774:2008 standar kriteria desain untuk nilai G adalah sebesar 60 – 5 detik<sup>-1</sup>. Tidak konstannya nilai G dapat menyebabkan flok akan hancur kembali. Nilai G dipengaruhi oleh ketinggian air dalam saluran. Solusi yang dapat dilakukan yaitu perlu menurunkan tiap tahapannya dengan mengatur katup aliran di setiap kompartemen, agar tinggi air dapat turun secara konstan (Bhaskoro dan Ramadhan, 2018).

#### 4.7 Unit Sedimentasi

Sedimentasi merupakan pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersesuspensi pada air yang sebelumnya terbentuk pada proses koagulasi dan flokulasi, dengan adanya

proses sedimentasi, kinerja pengolahan selanjutnya yaitu unit filtrasi tidak terbebani dengan berat. IPAM Babakan menggunakan sedimentai tipe II, dimana unit ini pada IPAM Babakan ini memiliki 8 unit bak sedimentasi yang dilengkapi dengan *plate settler*.



**Gambar 4. 6** Unit Sedimentasi IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi perlengkapan unit sedimentasi:

**Tabel 4. 10** Dimensi Unit Sedimentasi

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Jumlah bak	Buah	8
2	Debit per bak (Q)	L/detik	11,25
3	Panjang (p)	m	2,5
4	Lebar (l)	m	1,91
5	Kedalaman (H)	m	3
7	Kemiringan <i>plate settler</i>	°	60

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Sedimentasi**

Evaluasi unit sedimentasi meliputi perhitungan nilai rasio/lebar bak, *surface loading rate*, kecepatan pada *settler*, bilangan Reynold dan Froude, dan waktu detensi bak. Berikut merupakan perhitungan unit bak sedimentasi:

### **Rasio Panjang : Lebar**

Ukuran dimensi bak sedimentasi memiliki panjang (p) sebesar 2,5 meter dan lebar (l) sebesar 1,91 m. Data tersebut digunakan untuk menghitung rasio panjang dan lebar pada unit sedimentasi. Berikut merupakan perhitungan rasio panjang dan lebar:

$$Rasio = \frac{2,5 \text{ m}}{1,91 \text{ m}} = 1,309$$

### **Beban Permukaan (Surface Loading Rate) ( $V_t$ )**

$$V_t = \frac{(Q \text{ tiap bak})}{A} \quad (4.24)$$

Perhitungan beban permukaan ( $V_t$ ) memerlukan data debit air (Q) dan luas permukaan (A). Debit air yang masuk ke unit sedimentasi pada setiap bak adalah sebesar 11,25 L/detik atau 0,01125 m<sup>3</sup>/detik. Nilai A dihitung dengan data panjang dan lebar bak unit sedimentasi. Panjang bak unit sedimentasi adalah sebesar 2,5 m dan lebar bak unit sedimentasi adalah sebesar 1,91 m. Berikut merupakan perhitungan beban permukaan pada unit sedimentasi:

$$V_t = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}) \times (3.600 \text{ detik/jam})}{2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m}} = 8,482 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$$

### **Kecepatan pada *plate settler* ( $v_o$ )**

$$v_o = \frac{Q \text{ tiap kompartemen}}{A \times \sin \alpha} \quad (4.25)$$

Perhitungan kecepatan pada *plate settler* ( $v_o$ ) memerlukan data debit air (Q), luas permukaan (A), dan kemiringan tabung pengendap atau *plate settler*. Nilai Q yang masuk pada setiap bak adalah sebesar 11,25 L/detik atau 0.01125 m<sup>3</sup>/detik. Nilai A pada unit sedimentasi dihitung dengan data panjang dan lebar bak unit sedimentasi. Panjang bak unit sedimentasi adalah sebesar 2,5 m dan lebar bak unit sedimentasi adalah sebesar 1,91 m. Kemiringan *plate settler* pada unit sedimentasi adalah 60°. Berikut merupakan perhitungan  $v_o$ :

$$v_o = \frac{Q \text{ tiap kompartemen}}{(p \times l) \times \sin \alpha} = \frac{0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}}{(2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m}) \sin 60^\circ} = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 0,163 \text{ m/menit}$$

### **Jari-jari Hidraulis (R)**

$$R = \frac{A}{P} \quad (4.26)$$

Perhitungan jari-jari hidraulis (R) memerlukan data luas permukaan *settler* (A) dan data keliling *settler* (P). *Settler* yang digunakan berbentuk segi enam, sehingga menggunakan rumus luas dan keliling segi enam. Sisi *settler* adalah sebesar 0,05 m. Berikut merupakan perhitungan R pada *settler*:

$$R = \frac{\frac{3\sqrt{3}S^2}{2}}{6 \times S} = \frac{\frac{3\sqrt{3}(0,05 \text{ m})^2}{2}}{6 \times 0,05 \text{ m}} = 0,022 \text{ m}$$

### **Bilangan Reynold (Re)**

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} \quad (4.27)$$

Bilangan Reynold (Re) memerlukan data kecepatan pada tabung pengendap ( $v_o$ ), data jari-jari hidrolis (R), dan nilai viskositas kinematik ( $\nu$ ). Viskositas kinematik untuk air pada suhu 27° adalah sebesar  $0,854 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$ . Data tersebut kemudian dilakukan perhitungan bilangan Reynold untuk melihat kondisi dari aliran air yang laminar atau turbulen. Berikut merupakan perhitungan nilai Re:

$$Re = \frac{(2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik}) \times 0,022 \text{ m}}{0,854 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}} = 70,07$$

### **Bilangan Froude (Fr)**

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} \quad (4.28)$$

Perhitungan bilangan Froude (Fr) memerlukan data kecepatan pada tabung pengendap ( $v_o$ ), nilai gravitasi (g), dan data dari jari-jari hidrolis (R). Nilai  $v_o$  adalah sebesar  $2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik}$ , nilai R adalah sebesar 0,022 m, dan nilai gravitasi adalah nilai ketetapan yaitu sebesar  $9,81 \text{ m/detik}^2$ . Berikut merupakan perhitungan nilai Fr:

$$Fr = \frac{(2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik})^2}{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,022 \text{ m}} = 3,428 \times 10^{-5}$$

### Waktu Detensi Bak ( $t_d$ )

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (4.29)$$

Perhitungan waktu detensi  $t_d$  memerlukan data debit air yang masuk (Q) dan volume bak sedimentasi (V). Nilai Q yaitu sebesar 1125 L/detik atau 0,01125  $\text{m}^3/\text{detik}$ . Nilai V didapatkan dengan menghitung panjang bak sedimentasi (p) sebesar 2,5 m, lebar bak sedimentasi (l) sebesar 1,91 m, dan kedalaman bak sedimentasi (H) sebesar 3 m. Berikut merupakan perhitungan nilai  $t_d$ :

$$t_d = \frac{p \times l \times H}{Q} = \frac{2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}} = 1273,33 \text{ detik} = 21,22 \text{ menit}$$

**Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Data Unit Sedimentasi**

No	Uraian	Satuan	Kriteria Desain*	Nilai***
1	Rasio Panjang:Lebar		3:1 – 5:1**	1,309
2	Beban Permukaan ( $v_i$ )	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$	3,8 – 7,5	8,482
3	Kedalaman (H)		3 – 6	3
4	Waktu Tinggal ( $t_d$ )	menit	<120**	21,22
5	Kecepatan pada Tabung Pengendap ( $v_o$ )	m/menit	Max 0,15	0,163
6	Bilangan Reynold	-	<2000	70,07
7	Bilangan Froude	-	> $10^{-5}$	$3,428 \times 10^{-5}$
8	Kemiringan tube/plate	°	30/60	60

(Sumber \* : SNI 6774:2008; \*\* : Witjaksono, 2022; \*\*\* : Hasil Perhitungan, 2022)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan unit sedimentasi pada IPAM Babakan, didapatkan bahwa nilai rasio panjang dan lebar, beban permukaan ( $v_t$ ), dan nilai kecepatan pada tabung pengendap ( $v_o$ ) tidak memenuhi standar kriteria desain. Berdasarkan Witjaksono (2022), standar kriteria desain untuk rasio panjang dan lebar adalah sebesar 3:1 – 5:1, sedangkan data pada eksisting menunjukkan nilai rasio panjang dan lebar adalah sebesar 1,309. Pada perhitungan beban permukaan (*surface loading rate*) ( $v_t$ ), didapatkan nilai pada eksisting sebesar 8,482 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam. Berdasarkan SNI 6774:2008, nilai standar baku mutu untuk beban permukaan adalah sebesar 3,8 – 7,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam. Nilai rasio panjang dan lebar pada unit sedimentasi yang tidak sesuai dengan standar kriteria desain, dapat mempengaruhi nilai  $v_t$ . Nilai  $v_t$  yang lebih besar dari standar kriteria desain akan mempengaruhi efisiensi pengurangan partikel pada air. Untuk menurunkan nilai  $v_t$  agar dapat memenuhi standar baku mutu, dapat dilakukan dengan cara mempebesar luas permukaan bak sedimentasi (Witjaksono dan Sururi, 2023).

Berdasarkan SNI 6774:2008, standar kriteria desain untuk kecepatan pada tabung pengendap ( $v_o$ ) adalah maksimal sebesar 0,15 m/menit, sedangkan data pada eksisting menunjukkan nilai sebesar 0,163 m/menit. Kecepatan pada tabung pengendap yang melebihi kriteria desain dapat mengakibatkan pengikisan di permukaan *settler* peristiwa tersebut dapat merubah aliran menjadi turbulen (tidak laminer). Perubahan dengan cara memperbesar dimensi panjang dan lebar dari unit dapat dilakukan agar aliran menjadi laminer (Witjaksono dan Sururi, 2023).

#### **4.8 Unit Filtrasi**

Unit filtrasi pada IPAM Babakan menggunakan filter gravitasi (terbuka) yang berkontstruksi beton. Tipe filter yang digunakan pada IPAM Babakan adalah filter pasir cepat, yang beroperasi secara gravitasi. Pencucian media filter (*backwash*) menggunakan metode gravitasi yang berasal dari menara air yang dilengkapi dengan *manual valve* untuk pengaturan tekanan.



**Gambar 4. 7 Unit Filtrasi IPAM Babakan**

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi perlengkapan unit filtrasi:

**Tabel 4. 12 Dimensi Unit Filtrasi**

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
Bak Filter			
1	Debit tiap bak (Q)	L/detik	15
2	Jumlah bak	Buah	6
3	Panjang (p)	m	2,5
4	Lebar (l)	m	1,52
5	Kedalaman air ( $H_a$ )	m	6
Media Penyaringan			
6	Pasir Silika Tebal media	mm	600
7	Gravel Tebal media	mm	100

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

### **Perhitungan dan Pembahasan Unit Filtrasi**

Perhitungan unit filtrasi meliputi perhitungan kecepatan penyaringan. Berikut merupakan perhitungan dari unit filtrasi:

#### **Jumlah Filter**

$$Jumlah\ filter = 12\sqrt{Q} \quad (4.30)$$

Untuk menentukan jumlah dari unit filter yang harus tersedia, diperlukan data debit air (Q). Nilai Q yang masuk kedalam unit filtrasi adalah sebesar 0,09 m<sup>3</sup>/detik. Berikut merupakan perhitungan jumlah filter pada IPAM Babakan:

$$Jumlah\ filter = 12\sqrt{0,09m^3/detik} = 3,6 \approx 4\ Buah$$

Jumlah filter pada IPAM Babakan adalah sebanyak 6 filter. Pada perhitungan diketahui bahwa jumlah unit filter yang harus tersedia adalah sebanyak 4 buah. Sehingga jumlah filter pada IPAM Babakan memenuhi jumlah minimal unit filter.

#### **Kecepatan Penyaringan (V<sub>f</sub>)**

$$V_f = \frac{Q}{A} \quad (4.31)$$

Untuk mengetahui kecepatan penyaringan pada unit filtrasi, diperlukan data debit air yang masuk ke unit filtrasi (Q) dan luas permukaan bak (A). Debit air yang masuk ke setiap bak filtrasi adalah sebesar 0,015 m<sup>3</sup>/detik. Setiap unit bak filtrasi memiliki panjang (p) sebesar 2,5 m dan lebar bak (l) sebesar 1,52 m. Data panjang dan lebar selanjutnya akan digunakan untuk mencari luas permukaan (A) bak. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai kecepatan penyaringan (V<sub>f</sub>). Berikut merupakan perhitungan nilai V<sub>f</sub> pada tiap bak filtrasi.

$$V_f = \frac{Q}{p \times l} = \frac{0,015\ m^3/detik}{2,5\ m \times 1,52\ m} = 3,947 \times 10^{-3}\ m/detik = 14,21\ m/jam$$



**Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Data Unit Filtrasi**

No	Uraian	Satuan	Kriteria Desain*	Bak Filter**
1	Jumlah Bak Saringan	Buah	$N = Q^{0,5} = 3$	6
2	Kecepatan Penyaringan	m/jam	6 – 11	14,21
3	Media Pasir	mm	300 – 700	600
4	Media Penyangga	mm	80 – 100	100

(Sumber \* : SNI 6774:2008; \*\* : Hasil Perhitungan, 2022)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan unit filtrasi pada IPAM Babakan, didapatkan bahwa nilai kecepatan penyaringan ( $V_f$ ) tidak memenuhi standar baku mutu jika dibandingkan dengan SNI 6774:2008, nilai standar kriteria desain pada nilai kecepatan penyaringan adalah sebesar 6 - 11 m/jam. Pada kondisi eksisting, nilai kecepatan penyaringan yang didapatkan bernilai 14,21 m/jam. Nilai  $V_f$  yang tinggi dapat menyebabkan partikel yang lebih halus tidak akan tersaring. Partikel tersebut dapat menutupi penyaringan pada unit filtrasi, peristiwa ini dapat menyebabkan terjadinya proses *clogging* (Cahya dan Hendriarianti, 2022). Semakin kecil kecepatan filtrasi maka luas bak yang dibutuhkan semakin besar, sehingga perlu dilakukannya pembesaran dimesi permukaan bak filtrasi (Saputri, 2011).

#### 4.9 Desinfeksi

Desinfeksi dilakukan untuk menonaktifkan dan menghilangkan bakteri pathogen agar dapat memenuhi baku mutu air minum. Desinfeksi merupakan proses akhir pada proses pengolahan air minum. Desinfeksi yang digunakan pada IPAM Babakan adalah berupa gas chlor. Sistem chlorinator ini mengandalkan penguapan yang terjadi di gas chlor. Chlorinator tersebut menggunakan pompa *booster* yang kemudian disuntikan pada bak pembubuhan sebelum masuk ke *reservoir*.



**Gambar 4. 8** Unit Desinfeksi IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

#### **4.10 Reservoir**

*Reservoir* berfungsi untuk menampung air yang telah melalui proses filtrasi (penyaringan) dan sebagai cadangan penyimpanan air untuk sementara waktu sebelum air didistribusikan. *Reservoir* yang digunakan pada IPAM Babakan berjenis *ground storage reservoir* yang berjumlah 1 unit dengan kapasitas 815,325 m<sup>3</sup>.



**Gambar 4. 9** Unit *Reservoir* IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

Berikut merupakan tabel dimensi perlengkapan unit *reservoir*:

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Debit (Q)	L/detik	90
2	Panjang (p)	m	15,53
3	Lebar (l)	m	10,5
4	Kedalaman air (H <sub>a</sub> )	m	5

(Sumber: Hasil Pengukuran, 2022)

Berikut merupakan data dari sisa klor pengolahan pada IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang yang diukur pada unit *reservoir*:

**Tabel 4. 14 Sisa Klor Pengolahan**

No	Deskripsi	Satuan	Nilai*	WHO (2017)	Keterangan
1	Minimum	mg/L	0,72	1,5	<b>Memenuhi</b>
2	Maksimum	mg/L	3,52	1,5	<b>Tidak Memenuhi</b>
3	Rata-Rata	mg/L	0,841	1,5	<b>Memenuhi</b>

(Sumber\* : PERUMDAM TKR Kab. Tangerang)

Keterangan:

	= Tidak memenuhi
	= Memenuhi

Data sisa klor yang diukur pada unit reservoir kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu *World Health Organization* (WHO). Berdasarkan nilai baku mutu, nilai maksimal sisa klor yang terkandung adalah sebesar 1,5 mg/L. Data pada eksisting menunjukkan bahwa kandungan sisa klor maksimum memiliki nilai sebesar 3,52 mg/L, dimana nilai tersebut tidak memenuhi nilai standar baku mutu. Sisa klor yang berlebih dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Klorin dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur oral, yang dapat mengakibatkan efek iritasi pada saluran gastrointestinal. Kontak langsung terhadap kulit manusia dengan klorin dapat bersifat iritan. Efek yang dapat ditimbulkan adalah iritasi kulit dan iritasi mata (Hayat, 2020). Faktor yang mempengaruhi kadar sisa klor adalah pH dan suhu. Penambahan basa pada air dengan dosis yang tepat dapat dilakukan untuk mengurangi kadar sisa klor, sisa klor relatif akan berkurang pada pH yang bersifat

basa. Peningkatan suhu biasa terjadi pada sistem pendistribusian air minum. Hal ini dapat membantu menurunkan kada sisa klor, namun penurunannya tidak secara signifikan (Widyawati dkk., 2020).

### **Perhitungan dan Pembahasan Reservoir**

Pada unit *reservoir* diperlukan perhitungan waktu detensi ( $t_d$ ). berikut merupakan perhitungan  $t_d$  pada unit *reservoir* IPAM Babakan:

#### **Waktu Detensi**

$$t_d = \frac{V}{Q} \quad (4.32)$$

Debit air yang masuk ke dalam unit *reservoir* adalah sebesar 0,09 m<sup>3</sup>/detik. Bangunan unit *reservoir* pada IPAM Babakan memiliki panjang ( $p$ ) sebesar 15,53 m, lebar ( $l$ ) sebesar 10,5 m, dan kedalaman ( $m$ ) sebesar 5 m. Data tersebut kemudian digunakan untuk mencari nilai waktu detensi ( $t_d$ ). Berikut merupakan perhitungan nilai  $t_d$  pada unit *reservoir* IPAM Babakan:

$$t_d = \frac{p \times l \times H}{Q} = \frac{15,53 \text{ m} \times 10,5 \text{ m} \times 5 \text{ m}}{0,09 \text{ m}^3/\text{detik}} = 9059,167 \text{ detik} = 2,516 \text{ jam}$$

**Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Data Unit Reservoir**

No	Uraian	Satuan	Kriteria Desain**	Nilai*	Keterangan
1	Kedalaman	m	3 – 5	5	<b>Memenuhi</b>
2	Waktu Detensi ( $t_d$ )	jam	>1	2,516	<b>Memenuhi</b>

(Sumber \*: Hasil Perhitungan; \*\*: Witjaksono, 2022)

	= Tidak Memenuhi
	= Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan unit *reservoir* pada IPAM Babakan, diketahui nilai kedalaman dan waktu detensi ( $t_d$ ) sudah memenuhi kriteria desain. Hal ini dikarenakan standar kriteria desain untuk kedalaman unit *reservoir* adalah sebesar 3 – 5 meter dan pada kondisi eksisting didapatkan nilai kedalaman yaitu sebesar 5 meter. Sedangkan nilai  $t_d$  pada unit *reservoir* didapatkan nilai yaitu

sebesar 2,516 jam, sehingga sudah memenuhi kriteria desain dengan nilai  $t_d$  lebih dari 1 jam.

#### **4.11 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)**

*Supervisory Control and Data Acquisition* atau disingkat SCADA adalah suatu sistem yang dirancang untuk melakukan pengawasan serta pengendalian suatu proses secara terintegrasi, yang mencakup fungsi *monitoring* dan pengumpulan data. *Supervisory Control* mencakup kemampuan untuk melakukan perintah *start/stop*, mengubah parameter suatu proses, dan dapat mengubah *set point* batas waktu. *Data Acquisition* memiliki kemampuan untuk merekam serta menampilkan kondisi dan jalannya suatu proses sehingga data yang direkam dapat ditampilkan untuk kemudian di evaluasi lebih lanjut.

Penerapan SCADA pada IPAM Babakan yaitu untuk mengukur nilai debit air baku, nilai kekeruhan, pengukuran penggunaan dosis PAC, pengontrolan *valve*, dan pengontrolan pompa pada monitor secara otomatis melalui sistem. Sistem SCADA dapat memberikan tanda berupa suara sirine, jika air baku surut dan debit air baku yang masuk ke unit pengolahan tidak mencukupi. Jika suara sirine berbunyi, tandanya sistem akan memberhentikan produksi secara otomatis, lalu petugas atau operator akan melakukan pengecekan pada air baku dan seluruh unit. Hal ini dikarenakan jika kondisi air baku pada sungai surut akan menyebabkan kekeruhan menjadi sangat tinggi.

Permasalahan yang terjadi pada sistem SCADA IPAM Babakan menurut petugas atau operator adalah, kurang akuratnya hasil pengukuran nilai kekeruhan. Hal ini dikarenakan perlu dilakukan kalibrasi alat ukur secara berkala, serta pembersihan tabung ukur. Sehingga petugas operator harus mengukur nilai kekeruhan secara manual. Minimnya pengetahuan pada sistem operasi SCADA juga menjadi salah satu permasalahan dalam optimalisasi pengoperasian sistem SCADA.



**Gambar 4. 10** Ruang Pengoperasian dan Pemantauan SCADA IPAM Babakan

(Sumber: Hasil Dokumentasi, 2022)

#### 4.12 Hasil Uji Kualitas Air Minum

Air baku yang sudah diolah kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan. Air yang didistribusikan harus sudah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Parameter yang diuji terbagi menjadi 2, yaitu parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan dan parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan.

**Tabel 4. 16 Data Kualitas Air Minum**

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		PERMENKES No. 2 Tahun 2023
			Juli 2022		
			Awal Juli	Akhir Juli	
<b>Parameter I</b>					
<b>A. Kimia</b>					
1	Cadmium (Cd)	mg/L	-	-	0,003
2	Cyanide (Cn)	mg/L	0,002	0,003	-
3	Flouride (F) Terlarut	mg/L	< 0,13	0,14	1,5
4	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/L	8,1	5,7	20
5	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,027	0,017	3

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		PERMENKES No. 2 Tahun 2023
			Juli 2022		
			Awal Juli	Akhir Juli	
6	Arsen	mg/L	-	-	0,01
7	Total Kromium	mg/L	-	-	0,01
8	Selenium	mg/L	-	-	-
<b>B. Mikrobiologi</b>					
1	E. Coli	Coloni/100 mL	0	0	0
2	Total Coliform	Coloni/100 mL	0	0	0
<b>Parameter II</b>					
<b>A. Kimia Anorganik</b>					
1	pH	-	6,82	6,65	6,5 – 8,5
2	Amoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/L	0,13	0,04	-
3	Alumunium (Al)	mg/L	0,097	0,172	0,2
4	Besi (Fe) Terlarut	mg/L	<0,05	<0,05	0,2
5	Kesadahan	mg/L	54,63	48,08	-
6	Klorida (Cl)	mg/L	17,89	18,99	-
7	Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,058	<0,037	0,1
8	Seng (Zn)	mg/L	0,016	<0,01	-
9	Sisa Klor (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	0,98	0,74	0,2 – 0,5 dengan waktu kontak 30 menit
10	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) Terlarut	mg/L	10	10	-
11	Tembaga (Cu)	mg/L	<0,04	0,0391	-
<b>B. Kimia Organik</b>					
1	Zat Organik	mg/L	2,77	3,33	-
2	Detergent	mg/L	-	-	-
<b>C. Fisika</b>					
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
3	Suhu	°Celcius	28	27,3	Suhu udara ± 3
4	Kekeruhan	Skala NTU	0,6	0,35	<3
5	Warna	Skala PtCo	1	<1	10

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		PERMENKES No. 2 Tahun 2023
			Juli 2022		
			Awal Juli	Akhir Juli	
6	Zat Padat Terlarut	mg/L	172,5	443	<300
7	Daya Hantar Listrik	μS/cm	172,5	1383	-

(Sumber: PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang)

Keterangan:

	= Tidak Memenuhi
	= Memenuhi

Berdasarkan data tersebut kualitas air hasil produksi pada IPAM Babakan setelah dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 sudah sesuai dengan standar kualitas air minum namun terdapat satu parameter yang memenuhi baku mutu, yaitu sisa klor. Hal ini dikarenakan sisa klor pada air produksi adalah sebesar 0,98 mg/L pada awal bulan dan 0,74 mg/L pada akhir bulan. Baku mutu kandungan sisa klor yang diatur pada PERMENKES No. 2 Tahun 2023 adalah bernilai rentang 0,2 – 0,5 mg/L dengan waktu kontak 30 menit. Berdasarkan WHO (2017), sisa klor yang terkandung pada *reservoir* maksimal memiliki nilai sebesar 1,5 mg/L. hal ini mendandakan bahwa sisa klor yang diuji masih memenuhi persyaratan berdasarkan WHO.

Sisa klor yang melebihi baku mutu akan menghasilkan produk samping berupa Trihalomethane yang bersifat karsinogenik dan toksik (Widyawati dkk., 2020). Klorin dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur oral, yang dapat mengakibatkan efek iritasi pada saluran gastrointestinal. Kontak langsung terhadap kulit manusia dengan klorin dapat bersifat iritan. Efek yang dapat ditimbulkan adalah iritasi kulit dan iritasi mata (Hayat, 2020). Faktor yang mempengaruhi kadar sisa klor adalah pH dan suhu. Penambahan basa pada air dengan dosis yang tepat dapat dilakukan untuk mengurangi kadar sisa klor, sisa klor relatif akan berkurang pada pH yang bersifat basa. Peningkatan suhu biasa terjadi pada sistem



pendistribusian air minum. Hal ini dapat membantu menurunkan kadar sisa klor, namun penurunannya tidak secara signifikan (Widyawati dkk., 2020)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang dengan kapasitas 90 L/detik, yang meliputi beberapa instalasi pengolahan berupa, unit *intake*, unit bak pengendap, unit koagulasi, unit flokulasi, unit sedimentasi, unit filtrasi, unit *reservoir*, dan SCADA maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan pengamatan secara langsung kondisi IPAM Babakan PERUMDAM Tirta Kerta Raharja dapat dikategorikan cukup baik berdasarkan hasil uji kualitas air yang dihasilkan. Namun, terdapat beberapa unit instalasi yang perlu dilakukan perbaikan agar dapat bekerja secara lebih optimal. Unit yang perlu dilakukan perbaikan antara lain yaitu unit bak pengumpul air baku, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi.
2. Berdasarkan hasil uji kualitas air baku Sungai Cisadane, terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Parameter tersebut yaitu, Amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Sedangkan hasil uji kualitas air yang minum setelah diproduksi, terdapat satu parameter yang tidak memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Parameter tersebut yaitu sisa klor.
3. IPAM Babakan setelah dilakukan evaluasi terdapat beberapa kriteria yang tidak memenuhi SNI 6774:2008 pada unit bak pengendapan, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi.
4. Rekomendasi yang dapat diberikan untuk pengoptimalisasian kinerja IPAM Babakan dilakukan pada unit bak pengendapan, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi.

## 5.2 Saran

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja IPAM Babakan adalah dengan melakukan perbaikan di beberapa unit. Berikut merupakan saran serta rekomendasi yang dapat dilakukan oleh PERUMDAM Tirta Kerta Raharja dalam upaya pengoptimalisasian IPAM:

1. Perlunya dilakukan pembesaran pada dimensi unit bak pengendapan agar waktu detensi standar memenuhi kriteria desain.
2. Pada unit koagulasi diperlukan peningkatan ketinggian terjunan air. Hal ini bertujuan agar gradien kecepatan dapat memenuhi standar kriteria desain.
3. Pada unit flokulasi perlu dilakukan pengaturan kembali bukaan saluran air dengan cara memperkecil bukaan saluran air, hal ini dilakukan untuk memperbesar nilai kehilangan tekanan agar memenuhi kriteria desain. Penurunan katup aliran di setiap kompartemen juga perlu dilakukan agar gradien kecepatan menjadi stabil.
4. Unit sedimentasi perlu dilakukan pembesaran pada luas permukaan bak, hal ini dilakukan agar nilai permukaan bak dapat memenuhi nilai standar kriteria desain. perubahan dengan cara memperbesar dimensi panjang dan lebar dari unit juga perlu dilakukan agar kecepatan pada tabung pengendap dapat memenuhi standar kriteria desain.
5. Pada unit filtrasi diperlukan penambahan luas permukaan bak unit filtrasi. Hal ini dilakukan agar kecepatan penyaringan dapat memenuhi standar kriteria desain.
6. Sisa klor yang melebihi baku mutu perlu dilakukan peninjauan ulang dosis yang digunakan dalam penggunaan desinfektan. Menaikan pH dapat dilakukan agar sisa klor berkurang pada unit *reservoir* agar memenuhi standar baku mutu.
7. Perlu dilakukannya *training* mengenai pengoperasian dan *maintenance* sistem SCADA pada seluruh karyawan di bagian produksi.

8. Perlu ditambahkan unit pengelolaan serta pengolahan lumpur hasil pengurasan dan pencucian dari unit sedimentasi, serta hasil *backwashing* dari unit filtrasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, F., Anggita, C., dan Busyairi, M. (2021). PERENCANAAN PENGEMBANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) UNIT CENDANA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) KOTA SAMARINDA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 4(2), 12-17.
- Afiatun, E., Wahyuni, S., dan Merinda, S. (2018). Strategi Optimasi Pemanfaatan Sumber Air Bantar Awi Sungai Cikapundung Terhadap Instalasi Pengolahan Air Minum Dago Pakar. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 2(2), 51-60.
- Arifiani, N. F., dan Hadiwidodo, M. (2007). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 3(2), 78-85.
- Bhaskoro, R. G. E., dan Ramadhan, T. (2018). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 62-68.
- BSNI. (2008). *Standar Nasional Indonesia 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: SNI.
- Cahya, M., dan Hendriarianti, E. (2022). PENJERNIHAN AIR BAKU KALI LAMONG MENGGUNAKAN METODE FILTRASI UP-FLOW. *Jurnal Mahasiswa "ENVIRO"*, 1(1).
- Enggari, S. (2018). Pemodelan System Supervisory Control and Data Acquisition pada Instalasi Pengolahan Air (Studi Kasus: Pdam Kota Padang). *Jurnal KomtekInfo*, 5(1).
- Ermawati, R., dan Aji, A. S. (2018). *Sistem Penyediaan Air Minum (Studi Kasus Kota Ambon)*. Magelang: Unimma Press.
- Fair, G. M., Geyer, J. C., dan Okun, D. (1968). Water and waste-water engineering. Volume 2. Water purification and waste-water treatment and disposal. *John Wiley & Sons. Inc., New York*, 670.

- Fatma, F., Asmorowati, E. T., Mamede, M., Suhartawan, B., Chaerul, M., Corsita, L., Herliana, E., Daud, A., Indriyati, C., dan Intifada, W. S. (2022). *Pengelolaan Sumber Daya Air: Global Eksekutif Teknologi*.
- Fitriyanti, R. (2015). Kajian instalasi pengolahan limbah cair stockpile batubara. *Berkala Teknik*, 5(2), 864-875.
- Hartono, D. M. (2010). Evaluasi Unit Pengolahan Air Minum Instalasi Pdam Rawa Lumbu 4, Bekasi. *Jurnal Purifikasi*, 11(2), 119-128.
- Hayat, F. (2020). Analisis Kadar Klor Bebas (Cl<sub>2</sub>) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Cidanau Kota Cilegon. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Mulawarman (JKMM)*, 2(2), 64-69.
- Hendrasarie, N., dan Dienullah, R. M. A. (2021). Pengaruh Bentuk Impeller pada Proses Koagulasi-Flokulasi dalam Mengolah Limbah Industri Batik Organik. *Prosiding ESEC*, 2(1), 93-102.
- Ir. Miftahur Rohim, M. K. (2020). *Buku Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air*. Pasuruan: Qiara Media Partner.
- Juliandhika, R. M. S. (2015). EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PENET *Skripsi*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Juwono, P. T., dan Subagiyo, A. (2017). *Ruang Air dan Tata Ruang: Pendekatan Teknis Keairan dan Pembangunan Berkelanjutan dalam Penanganan Banjir Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Kencanawati, M. (2017). Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 2(2), 103-117.
- Kurniawan, A. (2014). *Rancang Bangun Unit Sedimentasi Rectangular Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Paper presented at the Proceeding National Conference on Conversation For Better Life, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB. Bogor.
- Lestari, D. T. B., dan Suprpto, H. (2019). Analisis pemanfaatan mata air sebagai sumber air baku di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 16(2).

- Nur Ayini S. Lalu, S. K. M. M. K. I. S. K. M. M. K., Tri Septian Maksum, S. K. M. M. K., Ayu Rofia Nurfadillah, S. K. M. M. K., Sukmawati, S. K. M. M. K. A. A. S. K. M. M. K., Helfi Nolia R., S. K. M. M. P. H., Ika Subekti Wulandari, S. K. N. M. K., Sri Damayanty, S. K. M. M. K., Ns. Dwi Yunita Haryanti, S. K. M. K., Nuning Irnawulan Ishak, S. K. M. M. K., dan Nelson Tanjung, S. K. M. M. K. (2022). *Kesehatan Lingkungan dan Lingkungan Hidup*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Olvianti, A. P., Augustasya, V. A., dan Putra, R. K. (2022). *Bangunan Pengolahan Air Minum (Sumber Air Baku: Air Sungai Winongo, Yogyakarta)*. UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Pahude, M. S. (2022). ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DESA SANTIGI KECAMATAN TOLITOLI UTARA KABUPATEN TOLITOLI. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(2), 4801-4810.
- Priambodo, E. A., dan Indaryanto, H. (2017). Perancangan Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), D51-D56.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Reynaldi, B., dan Radityaningrum, A. D. (2022). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Minum Di Perusahaan Umum Daerah Air Minum Maja Tirta Kota Mojokerto. *ENVITATS (Environmental Engineering Journal ITATS)*, 2(1), 35-44.
- Reynolds, T. D., dan Richards, P. A. (1996). *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing Company.
- Rif'an, M. (2012). *RANCANG BANGUN HMI SCADA DENGAN DELPHI*. Jakarta: PT Lestari Kiranatama.
- Rizqiain, R. (2021). *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum di PT Hanarida Tirta Birawa Unit IPA 1 dan IPA 2*. Paper presented at the Prosiding

Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur.

Rosariawari, F., dan Novianto, D. A. (2022). PENYISIHAN TSS DAN KEKERUHAN AIR PERMUKAAN DENGAN PROSES KOAGULASI SISTEM HIDROLIS. *EnviroUS*, 3(1), 31-39.

Rosariawari, F., dan Zingga, F. N. (2020). PENYISIHAN TDS DAN KEKERUHAN MENGGUNAKAN PNEUMATIC RAPID MIXING DAN BAFFLE CHANNEL PADA AIR SUNGAI DAN LIMBAH LAUNDRY. *Prosiding ESEC*, 1(1), 16-24.

Rosarina, D., dan Laksanawati, E. K. (2018). Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau Dari Parameter Fisika. *Jurnal Redoks*, 3(2), 38-43.

Saputri, A. W. (2011). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Babakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang. *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia*.

Shufairaa'Habiebah, R. A., dan Retnaningdyah, C. (2014). Evaluasi kualitas air akibat aktivitas manusia di mata air Sumber Awan dan salurannya, Singosari Malang. *Jurnal Biotropika/ Vol*, 2(1), 40.

Silvana, L., dan Rodiah, S. (2020). *Pengaruh Penambahan Gas Klor Sebagai Desinfektan Coliform dan Eschericia Coli Pada Pengolahan Air Minum*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan.

Sofia, E., Riduan, R., dan Pratama, E. (2018). Evaluasi Kinerja Reservoir Pada Jaringan Distribusi Air Bersih IPA I PDAM Bandarmasih. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 4(2).

Tamim, T., dan Tumpu, M. (2022). *Sistem penyediaan air minum*. Makassar: TOHAR MEDIA.

Triarmadja, R., dan Press, U. (2019). *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Widiyono, M. G., dan Hariyanto, B. (2016). Analisis neraca air metode thornthwaite mather kaitannya dalam pemenuhan kebutuhan air domestik di



daerah potensi rawan kekeringan di Kecamatan Trowulan Kabupaten Mojokerto. *Swara Bhumi*, 1(01), 10-17.


Widyawati, A., Joko, T., dan Setiani, O. (2020). IDENTIFIKASI KEBERADAAN COLIFORM DAN E. coli PADA AIR BERSIH DI PELABUHAN TANUNG EMAS SEMARANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 8(4), 517-523.

World Health Organization (WHO). (2017). Principles and practices of drinking-water chlorination: a guide to strengthening chlorination practices in small-to medium sized water supplies.

Witjaksono, R. F., dan Sururi, M. R. (2023). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Babakan Pada Perumdam TKR Kabupaten Tangerang. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1).

# **LAMPIRAN**


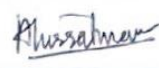



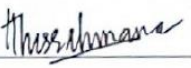







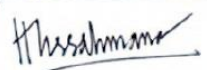
## Lampiran 1. Kartu Asistensi/Bimbingan Praktik Kerja

	<b>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b> <small>Jl. PKH. Hasan Mustapa No.23 Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215, Fax: +62-22-7202832          Website: <a href="http://www.itenas.ac.id">http://www.itenas.ac.id</a>, e-mail: <a href="mailto:baku@itenas.ac.id">baku@itenas.ac.id</a></small>	FRM_PMB_02/ITENAS
---	---	-------------------

### KARTU ASISTENSI/ BIMBINGAN KERJA PRAKTEK

SEMESTER : 7 - 8 / TAHUN AJARAN : 2022 - 2023

NAMA/ NIM MAHASISWA : Muhammad Rizqon Nurrahmana / 252019112  
 JUDUL KERJA PRAKTEK : Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Babakan Perumahan Tirta Kerta Baharija Kabupaten Tangerang  
 NAMA PEMBIMBING : Mila Dirgawati, S.T., M.T., Ph.D.  
 JURUSAN : Teknik Lingkungan

Pertemuan ke-	Tanggal	Uraian Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing	Tanda Tangan Mahasiswa
1	10/05-23	Bab I		
2	22/05-23	Bab I dan Bab II		
3	21/05-23	Bab II, Bab I, Bab III		
4	11/05-23	Bab IV		
5	15/05-23	Review Bab I - Bab V		
6	13/05-22	Bimbingan Awal		
7	16/05-23	Bab I - Bab V		
8				
9				
10				
11				
12				

## Lampiran 2. Form Penilaian Praktik Kerja

### Form Penilaian Praktik Kerja oleh Perusahaan

Nama : Muhammad Rizqon Nurrahmana  
NRP : 252019112  
Tempat Kerja Praktek : PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang  
Periode Kerja Praktek : 04 Juli 2022 sampai dengan 02 September 2022  
Nama Pembimbing Lapangan : Adri Marwan

No.	Kompetensi	Nilai (skala 0 – 100)	Keterangan
1	Menguasai prinsip-prinsip dasar/konsep teori sistem unit operasi dan sistem unit proses*	98	
2	Menguasai proses pencegahan pencemaran lingkungan, prinsip dasar teknologi pengendalian lingkungan, dan konsep aplikasinya*	98	
3	Mengaplikasikan teknologi untuk mengendalikan dan menyelesaikan permasalahan lingkungan*	99	
4	Kemampuan Manajemen diri (waktu, tugas)	98	
5	Kemauan belajar/mengembangkan diri	99	
6	Kemampuan komunikasi lisan dan tulisan	97	
7	Kemampuan bekerja dalam kelompok	99	
8	Kemampuan mengatasi/ menyelesaikan masalah	99	
9	Kemampuan berinisiasi / kewirausahaan	97	
10	Kemampuan dalam perencanaan dan pengorganisasian pekerjaan/tim kerja	99	

\*Disesuaikan dengan topik dan bidang praktik kerja.

Catatan tambahan:

Penilai



(Hendy Gunawan .P.)

### Lampiran 3. Perhitungan

#### a. Unit *Intake*

##### Kecepatan pada saringan kasar

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

Keterangan:

V : kecepatan (m/detik)

Q : debit air yang masuk (m<sup>3</sup>/detik)

A : luas permukaan saringan (m<sup>2</sup>)

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} = 0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$P_A = 0,95 \text{ m}$$

$$P_B = 1 \text{ m}$$

$$P_C = 0,7 \text{ m}$$

$$L = 7 \text{ m}$$

**Ditanya:** Kecepatan pada saringan kasar (V)?

**Jawab:**

$$V_A = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,95 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_B = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{1 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_C = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,7 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

##### Kecepatan pada saringan halus

$$V = \frac{Q}{A \times \text{eff}}$$

Keterangan:

V : kecepatan (m/detik)

Q : debit air yang masuk (m<sup>3</sup>/detik)

A : luas permukaan saringan (m<sup>2</sup>)

*eff* : efisiensi saringan

**Diketahui:**

Q = 90 L/detik = 0,09 m<sup>3</sup>/detik

P<sub>A</sub> = 0,95 m

P<sub>B</sub> = 1 m

P<sub>C</sub> = 0,7 m

L = 7 m

*eff* = 0,5

**Ditanya:** Kecepatan pada saringan halus (V)?

**Jawab:**

$$V_A = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,95 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,027 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{1 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_C = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A \times \text{eff}} = \frac{(0,09 \text{ m}^3/\text{detik})}{0,7 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 0,5} = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

**b. Unit Bak Pengumpul Air Baku**

**Waktu Detensi (t<sub>d</sub>)**

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

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : Debit ( $m^3$ /detik)

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 1,85 \text{ m}$$

$$l = 1,25 \text{ m}$$

$$t = 1,25 \text{ m}$$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,85 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 64,236 \text{ detik} = 1,07 \text{ menit}$$

**c. Unit Koagulasi**

**Waktu Detensi ( $t_d$ )**

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

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $m^3$ )

$Q$  : Debit ( $m^3$ /detik)

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 1,25 \text{ m}$$

$$l = 1,25 \text{ m}$$

$$t = 0,75 \text{ m}$$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 26,042 \text{ detik}$$

**Gradien Kecepatan (G)**

$$G = \sqrt{\frac{g \times h}{v \times t_d}}$$

Keterangan:

G : Gradien Kecepatan ( $\text{detik}^{-1}$ )

g : Percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{detik}^2$ )

h : Tinggi terjunan (m)

v : Viskositas kinematik ( $\text{m}^2/\text{detik}$ )

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

**Diketahui:**

$$g = 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$v = 0,854 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$$

$$t_d = 26,042 \text{ detik}$$

**Ditanya:** G?



**Jawab:**

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 1 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 26,042 \text{ detik}}} = 664,153 \text{ detik}^{-1}$$

### **Gradien Waktu (G<sub>td</sub>)**

$$G_{td} = G \times t_d$$

Keterangan:

G<sub>td</sub> = Gradien waktu

G = Gradien kecepatan (detik<sup>-1</sup>)

t<sub>d</sub> = Waktu detensi (detik)

**Diketahui:**

G = 664,153 detik<sup>-1</sup>

t<sub>d</sub> = 26,042 detik

**Ditanya:** Gradien Waktu (G<sub>td</sub>)?

**Jawab:**

$$G_{td} = 664,153 \text{ detik}^{-1} \times 26,042 \text{ detik} = 17.295,872$$

### **d. Unit Flokulasi**

#### **Kehilangan Tekanan (H)**

$$H = H_L + H_B$$

- **Kehilangan Tekanan Pada Belokan (H<sub>B</sub>)**

$$H_B = K \times \frac{V_B^2}{2g}$$

Keterangan:

H<sub>B</sub> : Kehilangan tekan di belokan (m)

K : Koefisien gesek (2,0)

V<sub>B</sub> : Kecepatan aliran pada belokan (m/det)

g : Percepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)

### Kompartemen I

#### Diketahui:

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$L_b = 0,25 \text{ m}$$

$$H_a = 0,65 \text{ m}$$

$$K = 2$$

**Ditanya:** Kehilangan Tekanan pada Belokan ( $H_B$ )?

#### Jawab:

$$H_B = K \times \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2}{2g} = K \times \frac{\left(\frac{Q}{L_b \times H_a}\right)^2}{2g} = 2 \times \frac{\left(\frac{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}}\right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2} = 0,008 \text{ m}$$

### Kompartemen II

#### Diketahui:

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$L_b = 0,35 \text{ m}$$

$$H_a = 0,6 \text{ m}$$

$$K = 2$$

**Ditanya:** Kehilangan Tekanan pada Belokan ( $H_B$ )?

#### Jawab:

$$H_B = K \times \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2}{2g} = K \times \frac{\left(\frac{Q}{L_b \times H_a}\right)^2}{2g} = 2 \times \frac{\left(\frac{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}}\right)^2}{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2} = 0,004 \text{ m}$$

- **Kehilangan Tekanan Pada Aliran Lurus ( $H_L$ )**

$$V_L = \frac{1}{N} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$H_L = \left(\frac{n \times V_L \times p^{1/2}}{R^{2/3}}\right)^2$$

Keterangan:

$H_L$  : Kehilangan tekanan pada saat lurus (m)

n : Koefisien Manning

$V_L$  : Kecepatan aliran pada saluran lurus (m/detik)

p : Panjang saluran (m)

R : Jari-jari basah (m<sup>2</sup>)

A : Luas basah (m<sup>2</sup>)  
P : Keliling basah (m)

### Kompartemen I

#### Diketahui:

p = 5 m  
l = 0,25 m  
H<sub>a</sub> = 0,62 m  
H<sub>s</sub> = 0,8 m  
n = 0,013

**Ditanya:** Kehilangan Tekanan pada aliran lurus (H<sub>L</sub>)?

#### Jawab:

#### Kecepatan aliran saluran

$$V_L = \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\Delta H}{p}\right)^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{l \times H_a}{l + 2H_a}\right)^{2/3} \times \left(\frac{H_s - H_a}{p}\right)^{1/2}$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}}{0,25 \text{ m} + 2 \cdot 0,62 \text{ m}}\right)^{2/3} \times \left(\frac{0,8 \text{ m} - 0,62 \text{ m}}{5 \text{ m}}\right)^{1/2}$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times (0,104)^{2/3} \times (0,036)^{1/2} = 3,228 \text{ m/detik}$$

#### Kehilangan tekanan pada saat aliran (H<sub>L</sub>)

$$H_L = \left(\frac{0,013 \times 3,228 \text{ m/detik} \times 5 \text{ m}^{1/2}}{0,104^{2/3}}\right)^2 = 0,18 \text{ m}$$

### Kompartemen II

#### Diketahui:

p = 4,3 m  
l = 0,35 m  
H<sub>a</sub> = 0,6 m  
H<sub>s</sub> = 0,8 m  
n = 0,013

**Ditanya:** Kehilangan Tekanan pada aliran lurus (H<sub>L</sub>)?

**Jawab:**

**Kecepatan aliran saluran**

$$V_L = \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times \left(\frac{\Delta H}{p}\right)^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{l \times H_a}{l + 2H_a}\right)^{2/3} \times \left(\frac{H_s - H_a}{p}\right)^{1/2}$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}}{0,35 \text{ m} + 2 \cdot 0,6 \text{ m}}\right)^{2/3} \times \left(\frac{0,8 \text{ m} - 0,6 \text{ m}}{4,3 \text{ m}}\right)^{1/2}$$

$$V_L = \frac{1}{0,013} \times (0,135)^{2/3} \times (0,046)^{1/2} = 4,342 \text{ m/detik}$$

**Kehilangan tekanan pada saat aliran ( $H_L$ )**

$$H_L = \left(\frac{0,013 \times 4,342 \text{ m/detik} \times 4,3 \text{ m}^{1/2}}{0,135^{2/3}}\right)^2 = 0,198 \text{ m}$$

**Kehilangan Tekanan Total**

**Kompartemen I**

$$H = 0,18 \text{ m} + 0,008 \text{ m} = 0,188 \text{ m}$$

**Kompartemen II**

$$H = 0,198 \text{ m} + 0,004 \text{ m} = 0,202 \text{ m}$$

**Perhitungan Waktu Detensi ( $t_d$ )**

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

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $\text{m}^3$ )

$Q$  : Debit ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

**Kompartemen I**

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 5 \text{ m}$$

$$l = 0,25 \text{ m}$$

$$H_a = 0,62 \text{ m}$$

$$N = 7 \text{ buah}$$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{(p \times l \times H_a) \times N}{Q} = \frac{(5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,62 \text{ m}) \times 7 \text{ buah}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 120,556 \text{ detik} = 2,009 \text{ menit}$$

## **Kompartemen II**

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 2 = 45 \text{ L/detik} = 0,045 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 4,3 \text{ m}$$

$$l = 0,35 \text{ m}$$

$$H_a = 0,6 \text{ m}$$

$$N = 11 \text{ buah}$$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{(p \times l \times H_a) \times N}{Q} = \frac{(4,3 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}) \times 11 \text{ buah}}{0,045 \text{ m}^3/\text{detik}} = 220,733 \text{ detik} = 3,679 \text{ menit}$$

## **Gradien Kecepatan (G)**

$$G = \sqrt{\frac{g \times H_L}{v \times t_d}}$$

Keterangan:

G : Gradien Kecepatan ( $\text{detik}^{-1}$ )

- g : Percepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)
- H<sub>L</sub> : Kehilangan tekanan pada saat lurus (m)
- v : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/detik)
- t<sub>d</sub> : Waktu detensi (detik)

### **Kompartemen I**

#### **Diketahui:**

- g = 9,81 m/detik<sup>2</sup>
- H<sub>L</sub> = 0,18 m
- v = 0,854 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/detik
- t<sub>d</sub> = 120,556 detik

**Ditanya:** Gradien kecepatan (G)

#### **Jawab:**

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,18 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 120,556 \text{ detik}}} = 130,963 \text{ detik}^{-1}$$

### **Kompartemen II**

#### **Diketahui:**

- g = 9,81 m/detik<sup>2</sup>
- H<sub>L</sub> = 0,198 m
- v = 0,854 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/detik
- t<sub>d</sub> = 220,733 detik

**Ditanya:** Gradien kecepatan (G)

**Jawab:**

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,198 \text{ m}}{(0,854 \times 10^{-6}) \text{ m}^2/\text{detik} \times 220,733 \text{ detik}}} = 101,509 \text{ detik}^{-1}$$

**Perhitungan Gradien Waktu ( $G_{td}$ )**

$$G_{td} = G \times td$$

Keterangan:

$G_{td}$  = Gradien waktu

$G$  = Gradien kecepatan ( $\text{detik}^{-1}$ )

$Td$  = Waktu detensi (detik)

**Kompartemen I**

**Diketahui:**

$G$  = 130,963  $\text{detik}^{-1}$

$t_d$  = 120,556 detik

**Ditanya:** Gradien Waktu ( $G_{td}$ )?

**Jawab:**

$$G_{td} = 130,963 \text{ detik}^{-1} \times 120,556 \text{ detik} = 15.788,375$$

**Kompartemen II**

**Diketahui:**

$G$  = 101,509  $\text{detik}^{-1}$

$t_d$  = 220,733 detik

**Ditanya:** Gradien Waktu ( $G_{td}$ )?

**Jawab:**

$$G_{td} = 101,509 \text{ detik}^{-1} \times 220,733 \text{ detik} = 22.406,386$$

**e. Unit Sedimentasi**

**Rasio Panjang : Lebar**

**Diketahui:**

$$l = 1,91 \text{ m}$$

$$p = 2,5 \text{ m}$$

**Ditanya:** Rasio (p:l)?

**Jawab:**

$$\text{Rasio} = \frac{2,5 \text{ m}}{1,91 \text{ m}} = 1,309$$

**Surface Loading Rate ( $V_t$ )**

$$V_t = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{A}$$

Keterangan:

$V_t$  : Surface loading rate ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$ )

$Q$  : Debit kompartemen ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$A$  : Luas permukaan tiap kompartemen ( $\text{m}^2$ )

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 8 = 11,25 \text{ L/detik} = 0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 2,5 \text{ m}$$

$$l = 1,91 \text{ m}$$

**Ditanya:** Surface Loading Rate ( $V_t$ )?

**Jawab:**

$$V_t = \frac{(Q \text{ tiap kompartemen})}{p \times l} = \frac{(0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}) \times (3.600 \text{ detik/jam})}{2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m}} = 8,482 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$$



### **Kecepatan pada plate settler**

$$v_o = \frac{Q \text{ tiap kompartemen}}{A \times \sin \alpha}$$

Keterangan:

$v_o$  : Kecepatan aliran pada *settler* (m/detik)

Q : Debit bak ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

A : Luas permukaan tiap bak ( $\text{m}^2$ )

$\alpha$  : Kemiringan *settler* =  $60^\circ$

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 8 = 11,25 \text{ L/detik} = 0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 2,5 \text{ m}$$

$$l = 1,91 \text{ m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

**Ditanya:** Kecepatan pada Settler?

**Jawab:**

$$v_o = \frac{Q \text{ tiap kompartemen}}{(p \times l) \times \sin \alpha} = \frac{0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}}{(2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m}) \sin 60^\circ} = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 0,163$$

### **Jari-jari Hidraulis (R)**

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

R : Jari-jari hidraulis (m)

A : Luas permukaan *settler* ( $\text{m}^2$ )

P : Keliling *settler* (m)

**Diketahui:**

$$\text{Sisi settler (S)} = 0,05 \text{ m}$$

**Ditanya:** Jari-jari Hidraulis (R)

**Jawab:**

$$R = \frac{\frac{3\sqrt{3}S^2}{2}}{6 \times S} = \frac{\frac{3\sqrt{3}(0,05 \text{ m})^2}{2}}{6 \times 0,05 \text{ m}} = 0,022 \text{ m}$$

### **Bilangan Reynold**

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu}$$

Keterangan:

R : Jari-jari hidraulis (m)

$v_o$  : Kecepatan aliran di *settler* (m/detik)

$\nu$  : Viskositas kinematik ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

Re : *Reynolds number*

**Diketahui:**

$$v_o = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik}$$

$$R = 0,022 \text{ m}$$

$$\nu = 0,854 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$$

**Ditanya:** Bilangan Reynold (Re)?

**Jawab:**

$$Re = \frac{(2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik}) \times 0,022 \text{ m}}{0,854 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}} = 70,07$$

### **Bilangan Froude**

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R}$$

Keterangan:

R : Jari-jari hidraulis (m)

$v_o$  : Kecepatan aliran di *settler* (m/detik)

Fr : *Froude number*

**Diketahui:**

$$v_o = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik}$$

$$R = 0,022 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

**Ditanya:** Bilangan Froude (Fr)?

**Jawab:**

$$Fr = \frac{(2,72 \times 10^{-3} \text{ m/detik})^2}{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,022 \text{ m}} = 3,428 \times 10^{-5}$$

**Waktu Detensi Bak**

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

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

V : Volume bak ( $\text{m}^3$ )

Q : Debit bak ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} / 8 = 11,25 \text{ L/detik} = 0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 2,5 \text{ m}$$

$$l = 1,91 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{p \times l \times H}{Q} = \frac{2,5 \text{ m} \times 1,91 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{0,01125 \text{ m}^3/\text{detik}} = 1273,33 \text{ detik} = 21,22 \text{ menit}$$

**f. Unit Filtrasi**

**Jumlah Filter**

$$\text{Jumlah filter} = 12\sqrt{Q}$$

**Diketahui:**

$$Q = 90 \text{ L/detik} = 0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$$

**Ditanya:** Jumlah filter?

**Jawab:**

$$\text{Jumlah filter} = 12\sqrt{0,09 \text{ m}^3/\text{detik}} = 3,6 \approx 4 \text{ Buah}$$

**Kecepatan Penyaringan ( $V_f$ )**

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

Keterangan:

$V_f$  : Kecepatan penyaringan (m/detik)

$Q$  : Debit bak ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$A$  : Luas permukaan tiap bak ( $\text{m}^2$ )

**Diketahui:**

$$Q = 0,015 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$p = 2,5 \text{ m}$$

$$l = 1,52 \text{ m}$$

**Ditanya:** Kecepatan penyaringan ( $V_f$ )?

**Jawab:**

$$V_f = \frac{Q}{p \times l} = \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{detik}}{2,5 \text{ m} \times 1,52 \text{ m}} = 3,947 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 14,21 \text{ m/jam}$$

**g. Unit Reservoir**

**Waktu Detensi**

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

Keterangan:

$t_d$  : Waktu detensi (detik)

$V$  : Volume bak ( $\text{m}^3$ )

$Q$  : Debit bak ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

**Diketahui:**

$Q = 90 \text{ L/detik} = 0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$

$p = 15,53 \text{ m}$

$l = 10,5 \text{ m}$

$H = 5 \text{ m}$

**Ditanya:** Waktu detensi ( $t_d$ )?

**Jawab:**

$$t_d = \frac{p \times l \times H}{Q} = \frac{15,53 \text{ m} \times 10,5 \text{ m} \times 5 \text{ m}}{0,09 \text{ m}^3/\text{detik}} = 9059,167 \text{ detik} = 2,516 \text{ jam}$$

#### Lampiran 4. Dokumentasi



**Gambar 1.** Pemberian Form Penilaian oleh Bapak Hendy



**Gambar 2.** Pengukuran dimensi unit



**Gambar 3.** Pengukuran metode *jar test* di lapangan



**Gambar 4.** Alat uji kualitas air SCADA



**Gambar 5.** Dokumentasi di IPAM Babakan