

# **TUGAS AKHIR**

## **EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM PDAM KABUPATEN GOWA IKK BORONGLOE KECAMATAN BONTOMARANNU**



**FACHRUL REZA ASYHAR**

**D121 16 306**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Evaluasi Kinerja IPA PDAM IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa**

Disusun Oleh :

Nama : **Fachrul Reza Asyhar** D121 16 306

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 6 Juni 2022

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, MSc.  
NIDK : 8827760018

Pembimbing II

Nurjannah Oktorina, S.T., M.T.  
NIDK. 8883201019



Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.  
NIP. 197204242000122001

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim.*

Alhamdulillah, Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "***Evaluasi IPA PDAM IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa***". Tak lupa Shalawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu tugas mata kuliah di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan bagi mahasiswa pada jenjang Strata-I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa keluarga penulis yang tersayang. Terima kasih yang tak terhingga dan doa yang selalu menyertai penulis ucapkan kepada Ibu tercinta Hj. Nurmawati dan Ayahanda Asyhar yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan motivasi terbaik kepada penulis.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Arsyad Thaha, M.T., dan Prof. Baharuddin Hamzah, S.T., MT., M.Arch., selaku Dekan dan Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Ir. Achmad Zubair, MSc., selaku Kepala Laboratorium Riset Kualitas Air yang memberikan arahan-arahan serta membantu penulis selama penyelesaian tugas akhir.

5. Ibu Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc., selaku pembimbing I yang selalu membimbing dan memperhatikan perkembangan penulisan selama penyelesaian tugas akhir.
6. Ibu Nurjannah Oktorina Abdullah, ST., MT., selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan memperhatikan perkembangan penulisan selama penyelesaian tugas akhir.
7. Bapak Hasanuddin Kamal, selaku Direktur Utama PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa.
8. Bapak Ir. Muh. Tahrir S.E., selaku Kepala Unit IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu yang senantiasa meluangkan waktunya membantu penulis selama pelaksanaan penelitian ini.
9. Bapak Adi, selaku Kasie Teknik dan Perencanaan Unit IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu yang meluangkan waktunya mendampingi penulis dalam pelaksanaan penelitian ini.
10. Ibu Hasni, selaku Kepala Laboratorium Unit IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu yang memberikan arahan-arahan serta membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian ini.
11. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
12. Seluruh *Staff* dan karyawan Akademik Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terkhusus Ibu Sumi dan Kak Olan yang telah banyak bersabar dan membantu penulis dalam proses administrasi.
13. St. Rahma Dzulalma Sebrilliana, yang selalu memberikan *support* besar dan senantiasa meluangkan waktunya untuk membantu penulis selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
14. Teman-teman Laboratorium Riset Kualitas Air 2016 yang selalu membantu, mendukung dan menaruh perhatian pada setiap personel, selamat dan semangat berjuang.
15. Teman-teman Angkatan 2016 Teknik Lingkungan, terima kasih atas suka dan dukanya selama 5 tahun lebih ini.

16. Saudara-saudari Angkatan 2016 Teknik Sipil, yang telah mewarnai dan memberi semangat selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
17. Kanda-kanda dan teman-teman anggota HMTL FT-UH dan HMS FT-UH, terima kasih atas bantuannya selama penulis menjalankan perkuliahan.
18. Saudara-saudara RRP, yang telah menemani penulis dalam suka maupun duka selama ini.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis untuk memperbaiki kekurangan dari tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberi manfaat untuk perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan.

Gowa,     Maret 2022

Penulis

## ABSTRAK

FACHRUL REZA ASYHAR. *Evaluasi IPA PDAM IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa* (dibimbing oleh Mery Selintung dan NurjannahOktorina Abdullah).

Air minum merupakan salah satu kebutuhan utama dalam menunjang kehidupan manusia. Kebutuhan terhadap air minum terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktifitasnya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Kabupaten Gowa, maka kebutuhan air minum juga akan terus meningkat.

PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe merupakan salah satu instalasi yang melayani kebutuhan air minum masyarakat di Kabupaten Gowa. Instalasi ini mulai dibangun pada tahun 2020 dengan kapasitas 100 liter/detik. Pembangunan instalasi ini di karenakan bahwa pelayanan air bersih saat ini di Kabupaten Gowa masih belum sepenuhnya tertangani dengan optimal, meningkatnya jumlah penduduk, serta belum pernah dilakukan evaluasi sebelumnya. Untuk itu, diperlukan suatu evaluasi kinerja dari instalasi dan air hasil produksi yang dihasilkan sebelum di distribusikan ke konsumen.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kinerja dari tiap-tiap unit instalasi pengolahan air minum yang digunakan di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe, serta membandingkan kualitas air produksi yang dihasilkan oleh PDAM IKK Borongloe dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa instalasi eksisting dengan debit 100 liter/detik sudah dapat mengolah air baku sehingga menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu. Namun terdapat beberapa masalah pada unit pengolahan yang sebaiknya diperbaiki guna meningkatkan kinerja instalasi. Sedangkan kualitas air produksi yang dihasilkan instalasi ini sudah sesuai dengan standar baku mutu.

**Kata kunci** : Air Minum, Evaluasi, PDAM Kabupaten Gowa, IKK Borongloe, Instalasi Pengolahan Air Minum, Kualitas Air.

## ABSTRACT

FACHRUL REZA ASYHAR. *IPA evaluation of PDAM IKK Borongloe, Bontomarannu District, Gowa Regency* (supervised by Mery Selintung and Nurjannah Oktorina Abdullah).

Drinking water is one of the main needs in supporting human life. The need for drinking water continues to increase in line with the increasing population and activities. Along with the increasing population in Gowa Regency, the need for drinking water will also continue to increase.

PDAM Gowa Regency IKK Borongloe is one of the installations that serves the drinking water needs of the people in Gowa Regency. This installation will begin construction in 2020 with a capacity of 100 liters/second. The construction of this installation is because the current clean water service in Gowa Regency is still not fully handled optimally, the population is increasing, and there has never been an evaluation before. For this reason, it is necessary to evaluate the performance of the installation and the water produced before it is distributed to consumers.

The purpose of this study was to examine the performance of each unit of the drinking water treatment plant used in PDAM Gowa Regency IKK Borongloe, and to compare the quality of the production water produced by PDAM IKK Borongloe with the standards of the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 32 of 2017.

The results showed that the existing installation with a discharge of 100 liters/second was able to treat raw water so as to produce drinking water that meets quality standards. However, there are some problems in the processing unit that should be fixed in order to improve the performance of the installation. Meanwhile, the quality of the production water produced by this installation is in accordance with quality standards.

**Key words** : Drinking Water, Evaluation, PDAM Kabupaten Gowa, IKK Borongloe, Drinking Water Treatment Plant, Water Quality.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
D. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
E. Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Karakteristik Air Minum .....	6
1. Umum .....	6
2. Sumber Air .....	7
3. Kualitas Air Minum .....	9
B. Unit-Unit Instalasi Pengolahan Air Minum .....	12
1. Bangunan Intake .....	12
2. Unit Prasedimentasi .....	13
3. Unit Koagulasi .....	14
4. Unit Flokulasi .....	16
5. Unit Sedimentasi .....	18
6. Unit Filtrasi .....	22
7. Unit Desinfeksi .....	24
8. Unit Penampung (Reservoir) .....	24



BAB III METODE PENELITIAN .....	26
A. Rancangan Penelitian .....	26
B. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	26
C. Pelaksanaan Penelitian .....	26
1. Pengumpulan Data dan Observasi Langsung .....	26
2. Analisa Sumber Air Baku dan Air Produksi.....	27
3. Perhitungan Evaluasi Kondisi Eksisting Instalasi.....	27
D. Teknik Pengumpulan Data .....	27
1. Data Primer .....	28
2. Data Sekunder .....	28
3. Studi Literatur .....	29
E. Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
A. Evaluasi IPA PDAM IKK Borongloe .....	30
1. Kondisi Eksisting IPA Borongloe .....	32
a. Intake .....	32
b. Unit Koagulasi.....	33
c. Unit Flokulasi.....	34
d. Unit Sedimentasi .....	35
e. Unit Filtrasi .....	36
f. Unit Penampung (Reservoir).....	37
g. Sistem Bahan Kimia .....	37
2. Evaluasi Instalasi IPA Borongloe .....	38
a. Evaluasi Unit Koagulasi .....	39
b. Evaluasi Unit Flokulasi.....	41
c. Evaluasi Unit Sedimentasi .....	45
d. Evaluasi Unit Filtrasi .....	51
e. Evaluasi Unit Reservoir .....	53

B. Evaluasi Kualitas Air IPA PDAM IKK Borongloe .....	55
1. Kondisi Eksisting Kualitas Air IPA Borongloe .....	55
2. Evaluasi Kualitas Air IPA Borongloe	
a. Kualitas Air Baku .....	57
b. Kualitas Air Produksi .....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Baku Mutu Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	10
2. Kriteria Desain Bangunan Intake. ....	12
3. Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi .....	14
4. Kriteria Koagulan .....	16
5. Kriteria Desain Unit Flokulasi. ....	17
6. Kriteria Desain Unit Sedimentasi. ....	20
7. Kriteria Desain Unit Filtrasi.....	23
8. Kriteria Desain Unit Penampung (Reservoir).....	25
9. Hasil Perhitungan Unit Koagulasi. ....	40
10. Beda Tinggi Masing-masing Tahap Unit Flokulasi. ....	44
11. Hasil Perhitungan Unit Sedimentasi.....	49
12. Hasil Perhitungan Unit Filtrasi.....	52
13. Hasil Perhitungan Unit Penampung (Reservoir).....	54
14. Hasil Pengujian Kualitas Air PDAM IKK Borongloe.....	56
15. Perbandingan Kualitas Air Baku dengan Standar Baku Mutu.....	59
16. Perbandingan Kualitas Air Produksi dengan Standar Baku Mutu. ....	60

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian. ....	29
2. Layout Unit Pengolahan IPAM Borongloe.....	31
3. Sistem Pengolahan Air Minum Eksisting .....	32
4. Intake Bendungan Bili-bili. ....	33
5. Bak Unit Koagulasi IPA Borongloe .....	33
6. Bak Unit Flokulasi IPA Borongloe .....	34
7. Bak Unit Sedimentasi IPA Borongloe .....	35
8. Bak Unit Filtrasi IPA Borongloe .....	36
9. Bak Unit Penampung (Reservoir) IPA Borongloe .....	37
10. Tangki Pelarutan Koagulan.....	38



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Air bersih merupakan suatu kebutuhan bagi seluruh masyarakat. Air bersih dapat diambil dari air permukaan maupun air tanah, seperti air sungai, air danau, air dari mata air, maupun air sumur. Akan tetapi sumber air tidak dapat menjamin bahwa air tersebut masuk kedalam kategori air bersih. Banyaknya pencemaran yang timbul menyebabkan banyak sumber air yang tercemar. Mulai dari pembuangan sampah di sungai, pembuangan limbah industri, pembuangan limbah domestik yang secara langsung dibuang tanpa diolah terlebih dahulu. Hal ini sangat mencemaskan, mengingat air bersih semakin langka hingga tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup sebagaimana mestinya (Rina, Surayya Ulfa. 2020).

Pertumbuhan penduduk setiap tahunnya semakin meningkat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, akan menyebabkan peningkatan kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Namun pertumbuhan penduduk ini juga menyebabkan penurunan kualitas air di sumber air baku karena aktivitas manusia dan penggunaan lahan di sekitar sumber. Sedangkan air yang dapat dikonsumsi oleh penduduk di Indonesia harus memenuhi peraturan baku mutu air minum yang berlaku (Bhaskoro, R. Gagak Eko., & Ramadhan, Tutut. 2018).

Air bersih yang digunakan untuk keperluan sehari-hari akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu dan memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapaun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi, dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. Pemanfaatan air sebagai air bersih dan air minum tidak dapat dilakukan secara langsung, akan tetapi membutuhkan proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan dilakukan agar air tersebut memenuhi standar sebagai air bersih maupun air minum. Dalam melakukan pengolahan tersebut, maka dibutuhkan suatu instalasi air minum yang

digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum agar memenuhi standar baku mutu (Haq, Raidah Afifatul., Arif, Chusnul., & Wirasembada, Yanuar Chandra. 2018).

Sistem penyediaan air bersih harus dapat menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan suatu kota. Unsur-unsur sistem yang lengkap terdiri atas : sumber air baku, fasilitas penyimpanan, fasilitas transmisi ke unit pengolahan, fasilitas pengolahan, fasilitas transmisi dan penyimpanan, dan fasilitas distribusi. Dalam rangka mengatasi permasalahan dalam bidang air bersih, diperlukan adanya suatu kriteria perencanaan untuk menjaga mutu sistem yang akan dibangun dengan strategi dan pengembangan kota (Kusumawardani, Yustika., & Astuti, Widi. 2018).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Gowa merupakan perusahaan milik daerah yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Gowa. Jumlah Pelanggan saat ini di Gowa mencapai 43.194 Sambungan Rumah (SR) dengan jumlah jiwa yang terlayani 285.766 dari jumlah penduduk 760.607 jiwa (Kabupaten Gowa dalam Angka, 2019). Dari jumlah tersebut mencapai 48,05% daerah yang terlayani air bersih. Menurut (Mappaosdang, Kasmawati. 2019), PDAM Kabupaten Gowa saat ini terdapat beberapa persoalan yang dihadapi seperti keluhan air yang keruh, kotor, berwarna kecoklatan hingga tidak mengalirnya air selama beberapa hari dan ketika air mengalir debit air berkurang atau tidak lancar. Olehnya dibutuhkan suatu optimalisasi pada instalasi pengolahan air minum.

Instalasi Kota Kecamatan (IKK) Borongloe merupakan salah satu instalasi pengolahan air yang di miliki PDAM Kabupaten Gowa yang berlokasi di Jalan Poros Malino, Kelurahan Borong Loe, Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa. Instalasi ini mulai beroperasi pada tahun 2013 dengan kapasitas produksi awal 20 liter/detik dan pada tahun 2020 dibangun instalasi baru menjadi 100 liter/detik. Hal ini dikarenakan bertambahnya jumlah pelanggan yang ada di Kabupaten Gowa, tambahan kapasitas produksi dari instalasi pengolahan air minum ini agar memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan dengan berbagai

parameter uji didalamnya (Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kabupaten Gowa, 2015).

Sementara itu, menurut Direktur Utama PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa tahun 2020, Hasanuddin Kamal mengatakan bahwa pelayanan air bersih saat ini di Kabupaten Gowa, belum sepenuhnya tertangani dengan optimal. Baik dari segi pelayanan, maupun dari segi kapasitas produksi yang tersalurkan sampai ke konsumen. Melihat kondisi tersebut, untuk memenuhi kebutuhan air minum di PDAM Kabupaten Gowa diperlukan perencanaan bangunan pengolahan air minum di beberapa wilayah, khususnya di Kelurahan Borongloe Kecamatan Bontomarannu sehingga kebutuhan air minum kiranya dapat terlayani.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperlukan suatu evaluasi terhadap kapasitas dan unit pengolahan air minum yang ada, serta kualitas air produksi yang dihasilkan dari penambahan kapasitas produksi di PDAM IKK Borongloe tersebut. Sehingga dapat memberikan gambaran terhadap kondisi-kondisi yang ada pada bangunan pengolahan air yang ada di Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu. Maka dari itu, perlu kajian lebih jauh mengenai instalasi pengolahan air minum yang ada di PDAM Kabupaten Gowa, dengan mengangkat judul *“Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu”*.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang dibahas pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja tiap-tiap unit instalasi pengolahan air minum di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu?
2. Apakah kualitas air produksi yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu sudah memenuhi standar baku mutu?



### **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan yang dikemukakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Mengkaji kinerja tiap-tiap unit Instalasi Pengolahan Air Minum yang digunakan di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu
2. Mengetahui kualitas air produksi yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Air Minum di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu

Adapun manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini, antara lain :

1. Dapat memberikan informasi mengenai gambaran kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Minum di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu, baik dari segi kualitas dan kuantitas air baku yang digunakan dan air hasil produksi instalasi.
2. Dapat menjadi masukan atau usulan untuk PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu dalam meningkatkan produktivitas Instalasi Pengolahan Air Minum.

### **D. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sesuai dengan topik yang akan dilakukan, yaitu melakukan evaluasi terhadap instalasi pengolahan air minum di PDAM Kabupaten Gowa IKK Borongloe Kecamatan Bontomarannu, dengan mengenal dan memahami unit-unit pengolahan yang digunakan, serta mengetahui kualitas air baku dan air produksi yang dihasilkan dengan berdasarkan pada standar baku mutu yang digunakan pada peraturan yang berlaku.

## **E. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan laporan penelitian tugas akhir ini, maka dibutuhkan sistematika penulisan yang benar agar pihak yang membacanya dapat memahami isi dari laporan ini. Adapun sistematika penyusunan laporan yang dimaksud adalah sebagai berikut.

### **BAB I           PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan bab pertama tugas akhir yang berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup, dan diakhiri dengan sistematika penulisan. Dimana isinya mengantar pembaca tentang apa, mengapa dan untuk apa suatu topik diteliti.

### **BAB II           LANDASAN TEORI**

Tinjauan pustaka berisi referensi terbaru, relevan, asli dan menguraikan teori umum yang mendasar masalah yang diteliti. Tinjauan pustaka menimbulkan gagasan penelitian yang dilakukan. Tinjauan pustaka menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran/konsep yang akan digunakan pada penelitian.

### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian menjelaskan tentang rencana penelitian, waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis.

### **BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, analisis data, hasil analisis data dan pembahasannya.

### **BAB V           PENUTUP**

Berisikan kesimpulan menyeluruh dari hasil serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lebih lanjut

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Karakteristik Air Minum**

##### **1. Umum**

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat di atas ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Sedangkan air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 tentang Prosedur Operasional Standar Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, yang dimaksud dengan air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai Air Baku untuk Air Minum. Sedangkan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Selanjutnya dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.32 tahun 2017 dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan.

Sedangkan menurut Juli Firmansyah. 2018, Air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk

kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat diketahui bahwa air minum merupakan suatu kebutuhan pokok untuk kelangsungan hidup makhluk hidup, terutama manusia. Tanpa air minum manusia tidak bisa melangsungkan kehidupannya dengan baik karena tubuh manusia membutuhkan air minum terutama untuk menjaga kesehatan.

## 2. Sumber Air

Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kuantitas dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya. Khusus untuk daerah permukaan, maka peningkatan kualitas air dengan jalan pengolahan sangat dibutuhkan mulai dari yang paling sederhana sampai pada pengolahan yang lebih kompleks sesuai dengan tingkat kekeruhan air tersebut (Suseno, Ari. 2016).

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air menyatakan bahwa untuk keperluan sehari-hari, air dapat diperoleh dari beberapa macam sumber sebagai berikut:

### a. Air Angkasa (Air Hujan)

Air angkasa atau air hujan jumlahnya sangat terbatas dan dipengaruhi oleh musim, jumlah, intensitas dan distribusi air hujan. Kualitas air hujan sangat dipengaruhi oleh kualitas udara atau atmosfer di daerah tersebut. Pencemaran yang mungkin timbul antara lain berupa debu dan gas. Jumlah hujan yang jatuh disuatu daerah selama waktu tertentu disebut dengan curah hujan.

### b. Air Permukaan

Air permukaan merupakan salah satu sumber yang dapat dipakai untuk sumber bahan baku air bersih. Penyediaan air bersih terutama untuk air minum dalam sumbernya perlu diperhatikan tiga segi yang penting yaitu: kualitas, kuantitas dan kontinuitas air baku, adapun yang termasuk ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari sungai, selokan, rawa, parit, bendungan, danau, dan laut.

Adapun air sungai adalah air yang mengalir melalui terusan alami yang kedua pinggirnya dibatasi oleh tanggul-tanggul dan airnya mengalir ke laut, ke danau, atau ke sungai lain yang merupakan sungai induk. Sungai banyak terdapat di Indonesia yang berhulu di daerah pegunungan. Bagi daerah-daerah tertentu kegunaan sungai-sungai itu berbeda-beda. Manfaat air sungai bagi kehidupan sangat besar artinya seperti untuk mengairi pertanian di pesawahan, perikanan lalu lintas perairan, pembangkit tenaga listrik, dan pariwisata.

Seperti halnya air permukaan yang lain, air laut juga mempunyai arti yang tinggi bagi kehidupan. Air laut dapat dimanfaatkan oleh manusia, selain air lautnya sendiri, juga lautnya. Manfaat bagi manusia sebagai berikut:

- Air laut dapat dijadikan garam dapur, yang merupakan salah satu zat yang sangat diperlukan oleh tubuh manusia.
- Di dalam air laut dapat dibudidayakan berbagai sumber protein hewani (ikan laut) dan sebagai lahan tempat pembudidayaan rumput laut sebagai bahan dasar membuat agar-agar dan kosmetika.

#### c. Air Tanah

Air tanah adalah sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap ke dalam tanah dan akan menjadi air tanah. Kedalaman air tanah di tiap tempat tidak sama karena dipengaruhi oleh tebal atau tipisnya lapisan permukaan di atasnya dan kedudukan lapisan air tanah tersebut. Kedalaman air dapat dilihat dari sumur-sumur yang digali oleh penduduk. Permukaan bagian atas air itu lebih preatik. Adapun kelebihan dari air tanah daripada air permukaan yaitu:

- lebih steril, karena tidak terkontaminasi oleh organisme penyebab penyakit
- tersimpan pada lapisan batuan pada kedalaman tertentu atau di bawah permukaan tanah
- temperaturnya relatif konstan
- tersedia di banyak tempat meskipun musim kemarau.

Air tanah dibedakan atas letak kedalamannya, yaitu:

- Air tanah dangkal, yaitu air tanah yang berada di bawah permukaan tanah dan berada di atas batuan yang kedap air atau lapisan yang tidak dapat meloloskan

air. Air ini merupakan akuifer atas atau sering disebut air freatis, yang banyak dimanfaatkan oleh penduduk untuk membuat sumur.

- Air tanah dalam, yaitu air tanah yang berada di bawah lapisan air tanah dangkal, dan berada di antara lapisan kedap air. Air ini merupakan akuifer bawah, banyak dimanfaatkan sebagai sumber air minum penduduk kota, untuk industri, perhotelan, dan sebagainya.

### 3. Kualitas Air Minum

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari sebaiknya adalah air yang memenuhi kriteria sebagai air bersih. Air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Sedangkan yang dinamakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tahapan proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan langsung diminum.

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut:

#### a. Syarat Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Penyediaan air bersih harus memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan untuk timbulnya penyakit di masyarakat. Kebutuhan air bervariasi untuk setiap individu dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat.

Berdasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 29 tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, standar kebutuhan pokok air sebesar 60 liter/orang/hari.

#### b. Syarat Kualitatif

Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang standar

baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Parameter Fisik			
1	Kekeruhan	NTU	5
2	Warna	TCU	50
3	Zat Padat Terlarut ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu Udara $\pm$ 3
5	Rasa		Tidak Berasa
6	Bau		Tidak Berbau
Parameter Biologi			
1	Total Coliform	CFU/100ml	50
2	E Coli	CFU/100ml	0
Parameter Kimia			
1	pH		6,5 – 8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8	Sianida	mg/l	0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05
10	Pestisida total	mg/l	0,1
11	Air raksa	mg/l	0,001
12	Arsen	mg/l	0,05
13	Kadmium	mg/l	0,005
14	Kromium (Valensi 6)	mg/l	0,05
15	Selenium	mg/l	0,01
16	Seng	mg/l	15
17	Sulfat	mg/l	400
18	Timbal	mg/l	0,05
19	Benzene	mg/l	0,01
20	Zat Organik (KMNO <sub>3</sub> )	mg/l	10

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017  
Bagian Lampiran I

- Syarat Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Warna dipersyaratkan dalam air bersih untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air bersih untuk masyarakat. Satuan yang paling umum digunakan untuk menetapkan konsentrasi pencemar yang terdapat dalam air adalah milligram per liter (mg/l). Dalam hal ini kelima unsur tersebut besar sekali pengaruhnya terhadap Kesehatan masyarakat yang memakainya (Kencanawati, M. 2017).

- Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Secara kimia, air bersih tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun, tidak boleh ada zat-zat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, tidak mengandung zat-zat yang melebihi kadar tertentu sehingga menimbulkan gangguan teknis, dan tidak boleh mengandung zat kimia tertentu sehingga dapat menimbulkan gangguan ekonomis. Sumber dari unsur dan akibat yang dapat ditimbulkan apabila konsentrasi adanya unsur-unsur tersebut dalam air melebihi standar yang telah ditetapkan, seperti derajat keasaman (pH), jumlah zat padat (*Total Solid*), zat organik, CO<sub>2</sub> agresi, kesadahan total, dan *calcium* (Ca) (Kencanawati, M. 2017).

- Syarat Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman-kuman pathogen dan parasitik seperti kuman-kuman typhus, kolera, dysentri dan gastroenteris. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli. Parameter bakteriologi yang terpenting dalam air adalah kandungan koliform. Air yang memenuhi syarat untuk diminum adalah jika tidak mengandung koliform tersebut. Jika nilai BOD tinggi, keadaan seperti ini merupakan indikasi tingginya zat organik yang dapat diuraikan oleh bakteri dalam air (Kencanawati, M. 2017).



## B. Unit-unit Instalasi Pengolahan Air Minum

### 1. Bangunan *Intake*

Dalam pengolahan air minum, bangunan intake berfungsi sebagai bangunan penyadap yang dibangun pada sumber air untuk mengambil air baku yang kemudian akan diolah dengan unit-unit pengolahan selanjutnya. Kapasitas bangunan intake yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum. Intake untuk air permukaan dikelompokkan menjadi river intake dan reservoir intake. River intake digunakan untuk air baku sungai, sedangkan reservoir intake digunakan pada air baku danau (Awwa, 1990 dalam Hariwiko Indaryanto, 2017). Bangunan intake harus diletakkan di tempat yang mudah diakses serta didesain dan dibangun untuk memenuhi kuantitas tertentu dari sumber air baku yang ada (Kawamura, 1991 dalam Hariwiko Indaryanto, 2017).

**Tabel 2.** Kriteria Desain Bangunan Intake

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

Sumber: Qasim, Syed R., Motley, Edward M., & Zhu, Guang. 2000

Faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan suatu sistem *intake* adalah keandalan, keamanan, dan minim biaya pengoperasian serta pemeliharaan. Pemilihan sistem *intake* yang akan dibangun harus mempertimbangkan kondisi aliran, kualitas sumber air baku, kondisi iklim, fluktuasi debit, peraturan yang berlaku, informasi geografis dan geologis, serta aspek ekonomi (Kawamura, 2000 dalam Kevin, 2018). Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan *intake* adalah sebagai berikut:

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., & Zhu, Guang. 2000).

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

V : kecepatan (m/s)

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

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

- Kecepatan aliran pada Saringan Halus (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., & Zhu, Guang. 2000).

$$V = \frac{Q}{A \times \text{eff}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

V : kecepatan aliran (m/s)

Q : debit (m<sup>3</sup>/s)

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

eff : efisiensi (0,5 – 0,6)

- Kecepatan aliran pada Saringan Kasar (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., & Zhu, Guang. 2000).

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

V : kecepatan (m/s)

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

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

## 2. Unit Prasedimentasi

Bangunan yang memiliki fungsi sebagai bak pengendapan disebut juga dengan pra sedimentasi, dimana pada bangunan ini tidak dilakukan penggunaan bahan kimia dan diproses secara alami (Rifa'I, 2007 *dalam* Surayya Ulfa Rina, 2020). Menurut Permatasari (2013) *dalam* Surayya Ulfa Rina (2020) Pra Sedimentasi adalah suatu proses dimana partikel disekret atau partikel kasar maupun lumpur diendapkan, sedangkan pengertian partikel diskret adalah partikel yang tidak mengalami perubahan dari bentuk maupun ukuran selama mengendap di dalam air.

### 3. Unit Koagulasi

Bangunan pengaduk cepat atau koagulasi adalah pembubuhan zat koagulan dan pengadukan cepat (*rapid mixing*). Pengadukan cepat memiliki tujuan yaitu untuk melarutkan koagulan, untuk mendistribusikan koagulan secara merata dalam air, dan untuk menghasilkan partikel-partikel halus sebagai inti koagulasi sebelum reaksi koagulan selesai (Priambodo, Eko. 2016).

**Tabel 3.** Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi

Unit	Kriteria
Pengaduk Cepat Tipe	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>paddle</i>) instalasi pengolahan air</li><li>- Flotasi</li></ul>
Waktu pengadukan (detik)	1-5 detik
Nilai G/detik	> 750 detik <sup>-1</sup>

Sumber: SNI 6774-2008

Koagulan berbentuk zat kimia yang digunakan untuk pencampuran dengan air baku sehingga terbentuknya flok. Koagulan menyebabkan destabilisasi muatan negatif flok di dalam suspensi. Secara umum koagulan berfungsi untuk mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid organik dan anorganik di dalam air baku, kemudian mengurangi warna yang disebabkan oleh partikel koloid di dalam air, dan juga mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air (Rifa'i, 2013 dalam Surayya Ulfa Rina, 2020). Sedangkan menurut (Nasution, 2015 dalam Surayya Ulfa Rina, 2020), koagulan berfungsi untuk menurunkan kekeruhan dengan mengikat kandungan solid yang ada dalam air. Ada dua jenis bahan kimia yang umum dipakai, yaitu:

a. Koagulan garam logam, antara lain:

- Aluminium Sulfat ( $Al_3(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ )
- Ferri Klorida ( $FeCl_3$ )
- Ferro Klorida ( $FeCl_2$ )

- *Feri Sulfat* ( $Fe_2SO_4)_3$

*Aluminium Sulfat* merupakan salah satu logam garam yang sering digunakan dibandingkan koagulan garam besi diakrenakan harga *Aluminium Sulfat* lebih terjangkau. Jika *Aluminium Sulfat* ditambahkan ke air maka ion aluminium akan terhidrasi dan terjadi olasi dimana mikroflokk yang terbentuk akan bergabung. Hasilnya muatan elektrik dari partikel tersebut berkurang, dan flokulan terdestabilisasi.

b. Koagulan polimer kationik, antara lain:

- *Poly Aluminium Chloride* sering disingkat PAC ( $Al_{10}(OH)_{15}Cl_{15}$ )
- *Chitosan*
- *Curie flock*

PAC merupakan jenis koagulan polimer kationik. Penggunaan PAC sebagai koagulan dapat menghasilkan flokk-flokk yang lebih padat dan dengan kecepatan mengendap yang tinggi, dan air olahan yang dihasilkan memiliki pH yang lebih stabil bila terjadi kelebihan dosis. Perbedaan dari *Aluminium Sulfat* dan PAC adalah pada tingkat hidrolisisnya di dalam air. Koagulan bahan logam akan mengalami hidrolisis di dalam air sedangkan koagulan polimer tidak mengalami hidrolisis. Kriteria koagulan dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 4.** Kriteria Koagulan

Kriteri Desain	Harga (Satuan)
Kadar tawas pada larutan	5-20%
Jumlah bak	2 buah 1 buah untuk bak pengaduk 1 buah untuk bak pembubuh

Sumber : SNI 19-6774-2002

Persamaan waktu detensi dan gradient kecepatan (G) yang digunakan untuk unit koagulasi hidrolis adalah sebagai berikut (Qasim dkk dalam Kevin, 2018):

$$t_d = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

$$G = \sqrt{\frac{g \times hL}{\nu \times t_d}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

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

V = Volume bak (m<sup>3</sup>)

g = Percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

hL = Headloss karena friksi, turbulensi, dll (m)

ν = Viskositas kinematic (m<sup>2</sup>/dtk)

td = Waktu detensi (dtk)

#### 4. Unit Flokulasi

Pada bangunan ini terjadinya proses pengadukan yang berlangsung lambat dan terjadi di pulsator. Flok terbentuk berukuran lebih besar dan stabil, sehingga flok lebih mudah untuk terendap dan disaring. Pulsator bekerja yaitu dengan sistem ruang hampa dimana air dapat dinaikkan dan diturunkan, sehingga flok-flok yang terbentuk dapat tercampur. Flokulen yang telah terendap kemudian dibuang 15 menit sekali, selanjutnya akan diproses di filter (Surayya Ulfa Rina, 2020). Pengadukan lambat dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

##### a. Pengadukan mekanis

Merupakan metode pengadukan menggunakan peralatan mekanis yang terdiri atas motor, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*).

##### b. Pengadukan hidrolis

Merupakan metode pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Contoh pengadukan hidrolis untuk pengadukan lambat adalah kanal bersekat (*baffle channel*), *perforated wall*, loncatan hidrolik, *gravel bed* dan sebagainya.

**Tabel 5.** Kriteria Desain Unit Flokulasi

Kriteria Umum	Flokulator Hidrolis	Flokulator Mekanik		Flokulator Clarifier
		Sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
G (gradien kecepatan) 1/det	60 (menurun) - 5	60 (menurun) - 10	70 (menurun) - 10	100 - 1-
Waktu tinggal (menit)	30 - 45	30 - 40	20 - 40	20 - 100
Tahap flokulasi (buah)	6 - 10	3 - 6	2 - 4	1
Pengendalian energi	Bukan pintu/sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran
Kecepatan aliran max. (m/det)	0.9	0.9	1.8 - 2.7	1.5 - 0.5
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	-	5 - 20	0.1 - 0.2	
Tinggi (m)				2 - 4*

Sumber : SNI 6774, 2008

Perhitungan turbulensi aliran yang diakibatkan oleh kehilangan tekanan dalam bak horizontal baffled channel didasarkan pada persamaan:

- Perhitungan Gradien Kecepatan

Persamaan matematis yang dipergunakan untuk menghitung gradient kecepatan ini sama dengan perhitungan yang telah diberikan pada unit koagulasi (Qasim dkk dalam Kevin, 2018), yaitu:

$$G = \sqrt{\frac{g \times hL}{v \times td}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

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

V = Volume bak (m<sup>3</sup>)

g = Percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

hL = Headloss karena friksi, turbulensi, dll (m)

v = Viskositas kinematic (m<sup>2</sup>/dtk)

$t_d$  = Waktu detensi (dtk)

- Perhitungan Tekanan Total ( $H_{tot}$ )

Kehilangan tekanan total sepanjang saluran horizontal baffle channel ini diperoleh dengan persamaan berikut:

$$H_{tot} = H_l + H_b \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

$H_l$  = Kehilangan tekanan pada saat aliran lurus.

$H_b$  = Kehilangan tekanan pada belokan

Persamaan untuk menghitung besarnya kehilangan tekan ini ialah dengan sebagai berikut:

$$H_b = k \frac{v_b}{2 \times g} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

$H_b$  = Kehilangan tekan di belokan (m)

$k$  = Koefisien gesek, diperoleh secara empiris

$v_b$  = Kecepatan aliran pada belokan (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dtk)

## 5. Unit Sedimentasi

Bak pengendap atau bak sedimentasi berperan dalam memisahkan partikel tersuspensi (TSS) dari air limbah melalui pengendapan secara gravitasi. Ketika air limbah mengandung *suspended solid* masuk ke bak sedimentasi, padatan-padatan dengan berat jenis lebih kecil dari air akan mengapung ke permukaan air (Kurniawan, 2015).

Menurut Reynolds, 1982 dalam Pandianga Kevin Arianto (2018). pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi bisa dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Penjelasan mengenai keempat jenis pengendapan ini adalah sebagai berikut :

a. Pengendapan tipe I, *Free Settling*

Pengendapan tipe I adalah pengendapan dari partikel diskrit yang bukan merupakan flok pada suatu suspensi. Partikel terendapkan sebagai unit terpisah dan tidak terlihat flokulasi atau interaksi antara partikel-partikel tersebut. Contoh pengendapan tipe I adalah prasedimentasi dan pengendapan pasir pada *grit chamber*.

b. Pengendapan tipe II, *Flocculent Settling*

Pengendapan tipe II adalah pengendapan dari partikel-partikel yang berupa flok pada suatu suspensi. Partikel-partikel tersebut akan membentuk flok selama pengendapan terjadi, sehingga ukurannya akan membesar dan mengendap dengan laju yang lebih cepat. Contoh pengendapan tipe ini adalah pengendapan primer pada air buangan dan pengendapan pada air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi.

c. Pengendapan tipe III, *Zone/ Hindered Settling*

Pengendapan tipe III adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang, dimana partikel-partikel ini tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel mencegah pengendapan dari partikel di sekelilingnya. Partikel-partikel tersebut berada pada posisi yang tetap satu sama lain dan semua mengendap dengan kecepatan konstan. Sebagai hasilnya massa partikel mengendap dalam satu zona Pada bagian atas dari massa yang mengendap akan terdapat batasan yang jelas antara padatan dan cairan.

d. Pengendapan tipe IV, *Compression Settling*

Pengendapan tipe IV adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel-partikel bersentuhan satu sama lain dan pengendapan bisa terjadi hanya dengan melakukan kompresi terhadap massa tersebut.

Kriteria desain perencanaan untuk suatu bak unit sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.



**Tabel 6.** Kriteria Desain Unit Sedimentasi

Kriteria Umum	Bak Persegi (aliran horizontal)	Bak Persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar (aliran vertikal-radial)	Bak bundar (aliran kontak padatan)	Clarifier
Beban permukaan ( $m^3/m^2/jam$ )	0.8 - 2.5	3.8 - 2.75*)	1.3 - 1.9	2 - 3	0.5 - 1.5
Kedalaman (m)	3 - 6	3 - 6	3 - 5	3 - 6	0.5 - 1.5
Waktu Tinggal (jam)	1.5 - 3	0.07**)	1 - 3	1 - 2	2 - 2.5
Lebar/panjang	> 1/5	-	-	-	-
Beban Pelimpah ( $m^3/m/jam$ )	< 11	< 11	3.8 - 1.5	7 - 15	7.2 - 10
Bilangan Reynold	< 2000	< 2000	-	-	< 2000
Kecepatan pada pelat/tabung pengendap (m/menit)	-	max 0.15	-	-	-
Bilangan <i>Fraude</i>	> 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 antar pengurasan lumpur (jam)	12 - 24	8 - 24	12 - 24	Kontinyu	12 - 24
Kemiringan tube/plate	30/60	30/60	30/60	30/60	30/60

Sumber: SNI 6774-2008

Berikut merupakan persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan bak unit sedimentasi (Pandiangan, Kevin Arianto 2018).

Rasio panjang-lebar bak (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., dan Zhu, Guang. 2000) :

$$\frac{p}{l} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

p = Panjang bak (m)

l = Lebar bak (m)

*Surafe loading rate* (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., dan Zhu, Guang. 2000) :

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

v = *surface loading rate*

Q = Debit bak (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas permukaan bak (m<sup>2</sup>)

Kecepatan aliran di *tube settler* (Montgomery, 1985) :

$$V = \frac{Q}{A \sin \alpha} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran pada settler (m/s)

Q = Debit bak (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas permukaan bak (m<sup>2</sup>)

α = kemiringan settler (°)

*Weir loading rate* (Qasim, Syed R., Motley, Edward M., dan Zhu, Guang. 2000) :

$$W = \frac{Q}{L} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

W = *Weir loading rate* (m<sup>3</sup>/ m.hari)

Q = debit bak (m<sup>3</sup>/hari)

L = Panjang total *weir* (m)

Bilangan Reynold dan bilangan Froude:

$$Nre = \frac{V_h \times R}{\mu} \dots\dots\dots (13)$$

$$Nfr = \frac{V_h^2}{g \times R} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana :

$V_h$  = Kecepatan horizontal (m/detik)

$R$  = Jari- jari hidrolis (m)

$\mu$  = Viskositas absolut (N.detik/m<sup>2</sup>)

Waktu detensi bak sedimentasi:

$$T_d = \frac{Vol}{Q} \dots\dots\dots (15)$$

Waktu detensi untuk pendendapan flok:

$$T_s = \frac{h}{v_s} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

$Vol$  = Volume bak (m<sup>3</sup>)

$h$  = Kedalaman bak (m)

$v_s$  = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

## 6. Unit Filtrasi

Proses dalam filtrasi ini dilakukan dengan cara mengalirkan air melewati suatu media filter yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (*biological floc*) yang masih tersisa setelah pengolahan secara biologis (Pandiangan, Kevin Arianto. 2018). Berdasarkan susunan media penyaring di dalamnya, filter dapat dibedakan menjadi :

- Filter dengan media tunggal, yaitu media filter yang digunakan hanya satu lapisan dari jenis media yang sama, biasanya berupa pasir atau hancuran antrasit.
- Filter dengan media ganda, media filter yang digunakan dua lapisan dari jenis media yang berbeda, biasanya berupa pasir atau hancuran antrasit.
- Filter dengan multi media, yaitu media filter yang digunakan lebih dari dua lapisan yang bermacam-macam, biasanya berupa pasir, hancuran antrasit, dan garnet.

**Tabel 7.** Kriteria Desain Unit Filtrasi

Unit	Jenis Saringan		
	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dg Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
Jumlah bak saringan	N = 12 Q 0,5 *)	minimum 5 bak	-
Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11	12 – 33
Pencucian: Sistem pencucian Kecepatan (m/jam) lama pencucian (menit) periode antara dua pencucian (jam) ekspansi (%)	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> 72 – 198 - - 30 – 50
Media pasir: tebal (mm) singel media media ganda Ukuran efektif,ES (mm) Koefisien keseragaman ,UC Berat jenis (kg/dm <sup>3</sup> ) Porositas Kadar SiO <sub>2</sub>	300 – 700 600 – 700 300 -600 0,3 – 0,7 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 %	300 – 700 600 – 700 300 – 600 0,3 – 0,7 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 %	300 – 700 600 – 700 300 -600 - 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 %
Media antransit: tebal (mm) ES (mm) UC berat jenis (kg/dm <sup>3</sup> ) porositas	400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5	400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5	400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5
Filter botom/dasar saringan Lapisan penyangga dari atas ke bawah Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm)	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30	- - - - - - - -
2)Filter Nozel Lebar Slot nozel (mm) Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)	< 0,5 > 4 %	< 0,5 > 4 %	< 0,5 > 4 %

Sumber: SNI 6774:2008

Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter. Selain itu, filtrasi dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Berdasarkan kecepatan alirannya, filtrasi dibagi menjadi:

a. *Slow sand filter* (saringan pasir lambat)

Filter ini merupakan penyaringan partikel yang tidak didahului proses pengolahan kimiawi (koagulasi). Kecepatan aliran dalam media pasir ini kecil karena ukuran media pasir lebih kecil. Saringan pasir lambat lebih menyerupai penyaringan air secara alami.

b. *Rapid sand filter* (saringan pasir cepat)

Filter ini merupakan penyaringan partikel yang didahului proses pengolahan kimiawi (koagulasi). Kecepatan aliran air dalam media pasir lebih besar karena ukuran media pasir lebih besar. Filter ini digunakan untuk menyaring partikel yang tidak terendapkan di bak sedimentasi.

## 7. Unit Desinfeksi

Setelah bersih dari pengotor, masih ada kemungkinan ada kuman dan bakteri yang hidup, sehingga ditambahkanlah senyawa kimia yang dapat mematikan kuman ini, biasanya berupa penambahan chlor, ozonisasi, UV, Pemabasan, dan lain-lain sebelum masuk ke bangunan selanjutnya, yakni reservoir (Juliandhika, Randha Maindra Surya. 2015).

## 8. Unit Penampung (Reservoir)

Reservoir adalah tanki penyimpanan air yang berlokasi pada instalasi. Air yang sudah diolah disimpan pada tanki ini untuk kemudia ditransfer ke sistem distribusi. Desain dari reservoir meliputi pemilihan dari ukuran dan bentuknya, pertimbangan lain meliputi proteksi terhadap air yang disimpan, proteksi struktur reservoir, dan proteksi pemeliharaan pekerja.

Reservoir terdiri dari dua jenis yaitu *ground storage reservoir* dan *elevated storage reservoir*. *Ground storage reservoir* biasa digunakan untuk menampung air dengan kapasitas besar dan membutuhkan pompa dalam pengoperasiannya,

sedangkan *elevated storage reservoir* menampung air dengan kapasitas relatif lebih kecil dibandingkan *ground storage reservoir* dan dalam pengoperasian distribusinya dilakukan dengan gravitasi. Kapasitas reservoir untuk kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan pemakaian dan dalam 24 jam (*mass diagram*). Selain untuk kebutuhan air bersih, kapasitas reservoir juga meliputi kebutuhan air untuk operasi instalasi dan kebutuhan air pekerja instalasi (Juliandhika, Randha Maindra Surya. 2015).

Kriteria desain perencanaan untuk suatu bak reservoir ini dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

**Tabel 8.** Kriteria Desain Unit Penampung (Reservoir)

Kriteria Desain Reservoir	
Jumlah unit atau kompartemen	>2
Kedalaman (H)	(3 – 6) m
Tinggi jagaan (Hj)	>30 cm
Tinggi air minimum (Hmin)	15 cm
Waktu tinggal (td)	>1 jam

Sumber: SNI 6773-2008

Penentuan kapasitas reservoir berdasarkan grafik fluktuasi pemakaian air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_R = Q_{rata-rata} \cdot f_{maks} \cdot A\% \cdot 86400 + V_{kebakaran} \dots\dots\dots (17)$$

$$A\% = \left( \frac{surplus+defisit}{2} \right) \dots\dots\dots (18)$$

Keterangan:

$V_R$  = Volume Reservoir ( $m^3$ )

$P$  = Jumlah Penduduk (jiwa)

$V_{kebakaran}$  = L/menit